



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**3D METAVERSE PLATFORMUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN
FARKLILAŞTIRILMIŞ FEN ÖĞRETİMİNİN ÖZEL YETENEKLİ
ÖĞRENCİLERİN KATILIMLARINA, ÖZ-DÜZENLEYİCİ ÖĞRENME
BECERİLERİNE ve BİLİMSEL YARATICILIKLARINA ETKİSİ**

Yunus Emre AVCU

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YAMAN**

Özel Eğitim Anabilim Dalı

Özel Yetenekliler Eğitimi, Doktora Programı

Ocak, 2025

TEZ KABUL VE ONAYI

Yunus Emre AVCU tarafından, **Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YAMAN** danışmanlığında hazırlanan **"3D METAVERSE PLATFORMUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN FARKLILAŞTIRILMIŞ FEN ÖĞRETİMİNİN ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN KATILIMLARINA, ÖZ-DÜZENLEYİCİ ÖĞRENME BECERİLERİNE ve BİLİMSEL YARATICILIKLARINA ETKİSİ"** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından **29/01/2025** tarihinde yapılan sınav sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi		İmza	Sonuç
DANIŞMAN	Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YAMAN İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Zihin Engelliler Eğitimi Anabilim Dalı	☒ ☐	Kabul Ret
ÜYE	Prof. Dr. Serap EMİR İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Özel Yetenekliler Eğitimi Anabilim Dalı	☒ ☐	Kabul Ret
ÜYE	Doç. Dr. Sezer KÖSE BİBER İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı	☒ ☐	Kabul Ret
ÜYE	Doç. Dr. Marilena Zinovia LEANA-TAŞÇILAR İstanbul Medeniyet Üniversitesi Zihin Engelliler Eğitimi Anabilim Dalı	☒ ☐	Kabul Ret
ÜYE	Dr. Öğr. Üyesi Leyla AYVERDİ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı	☒ ☐	Kabul Ret



Annem'e ithaf ediyorum...

BÜTÇE DESTEKLERİ

3D METAVERSE PLATFORMUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN FARKLILAŞTIRILMIŞ FEN ÖĞRETİMİNİN ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN KATILIMLARINA, ÖZ-DÜZENLEYİCİ ÖĞRENME BECERİLERİNE ve BİLİMSEL YARATICILIKLARINA ETKİSİ

Bu tez çalışması için herhangi bir kurumdan bütçe desteği alınmamıştır.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın ortaya çıkmasında ve doktora eğitimim sürecinde akademik ve psikolojik açıdan verdiği tüm katkılardan dolayı danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YAMAN'a teşekkürü bir borç biliyorum. Hocamın desteği olmadan bu çalışmanın ortaya çıkması mümkün olamazdı. Tezime önemli dokunuşlar yaparak, hem akademik hem de duygusal desteklerini benden esirgemeyen tez izleme komitesinde yer alan hocalarım Prof. Dr. Serap EMİR'e ve Doç. Dr. Duygu MUTLU BAYRAKTAR'a çok teşekkür ederim. Tez jürimde yer alan değerli hocalarım Doç. Dr. Marilena Zinovia LEANA-TAŞÇILAR'a, Dr. Öğr. Üyesi Leyla AYVERDİ'ye, Dr. Öğr. Üyesi Aydın TIRYAKI'ye ve Doç. Dr. Sezer KÖSE BİBER'e katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Doktora eğitim sürecim boyunca çok yönlü gelişimimi destekleyen ders aldığım hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Desteği ve güleryüzü için Arş. Gör. Dr. Yunus Emre BAŞTUĞ'a çok teşekkür ederim. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sürecinde hakkı ödenmez katkılarından ve sürekli desteğinden dolayı değerli dostum Bilim Uzmanı Derya AKPINAR'a çok ama çok teşekkür ederim. Şehit Prof. Dr. İlhan Varank BİLSEM Müdürü Ahmet HARMANDA ve Altıeylül BİLSEM Müdürü Turgut KIVANÇ'a tüm destekleri için çok teşekkür ederim. Kıymetli dostum Hilal KARAKIŞ'a uygulama sürecimde verdiği tüm destekler için teşekkür ederim. Bu çalışmanın tüm aşamalarında verdiği psikolojik ve akademik destek ve hep yanımda olduğu için Dr. Öğr. Üyesi Leyla AYVERDİ'ye sonsuz teşekkürlerimi bir kez daha sunarım. Her zaman desteklerini sunan değerli hocam Doç. Dr. Esra KANLI DENİZCİ'ye teşekkür ederim. Birlikte dersler almakla kalmayıp her zaman birbirimize gönülden destek olduğumuz arkadaşlarım, Afra Selcen TAŞDELEN'e, Belgin BAĞRIAÇIK'a ve Ayşe GÖNÜLTAŞ'a çok teşekkür ederim. IMEDU kurucusu Vincent VAN DEL TOL'a maddi ve manevi destekleri, uzman katkısı için çok teşekkür ederim. Bölüm arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Evgin ÇAY ve Dr. Öğr. Abdullah EKER'in desteği çok anlamlıydı, teşekkür ederim. Değerli dostlarım Mümin ELEREN, Emel HACIKAMILOĞLU ve Koray Emek KARATEKE iyi ki varsınız! Ve sevgili ailem, tüm desteğiniz ve bana olan güveniniz için çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ KABUL VE ONAYI	ii
BEYAN	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BÜTÇE DESTEKLERİ	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ.....	xii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xv
ÖZET	16
ABSTRACT	18
1. GİRİŞ.....	20
1.1. Problem Durumu.....	20
1.2. Problemler ve Alt Problemler	27
1.3. Önem.....	28
1.4. Sayıtlılar (Varsayımlar)	33
1.5. Sınırlılıklar	33
1.6. Tanımlar.....	33
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	35
2.1. Zekâ ve Özel Yetenek.....	35
2.1.1. Zekâyâ Bakış Açıları.....	36
2.1.2. Zekânın Ölçülmesi	39
2.1.3. Üstün Zekâ ve Özel Yetenek Kuramları	42
2.2. Özel Yetenekli Öğrencilerin Karakteristik Özellikleri ve Eğitimleri	46
2.2.1. Özel Yetenekli Öğrencilerin Karakteristik Özellikleri.....	46
2.2.2. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitimleri	51
2.3. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Farklılaştırma	53
2.3.1. Farklılaştırılmış Öğretimin Tanımı ve İlkeleri	53

2.3.2. Farklılaştırma Stratejileri.....	55
2.3.3. Farklılaştırılmış Öğretimin Avantajları ve Farklılaştırma Sürecinde Karşılaşılan Güçlükler.....	59
2.4. Özel Yetenekli Öğrenciler İçin Fen ve Sürdürülebilirlik Eğitimi.....	60
2.4.1. Özel Yetenekli Öğrenciler için Fen Eğitimi.....	60
2.4.2. Sürdürülebilirlik Eğitimi	66
2.5. METAVERSE ve METAVERSE’ün Eğitim Alanında Kullanımı.....	69
2.5.1. Metaverse Nedir?	69
2.5.2. Eğitimde Metaverse Uygulamaları.....	72
2.5.3. Sürükleyici Sanal Gerçeklik (Immersive Virtual Reality: IVR) Teknolojisi.....	73
2.6. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Öğrenci Katılımı, Öz-Düzenleyici Öğrenme ve Bilimsel Yaratıcılığın Rolü.....	76
2.6.1. Öğrenci Katılımı.....	76
2.6.2. Öz-düzenleyici Öğrenme.....	83
2.6.3. Bilimsel Yaratıcılık	92
2.7. İlgili Çalışmalar	102
2.7.1. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Farklılaştırılmış Fen Öğretimiyle İlgili Çalışmalar (Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Etkileri).....	102
2.7.2. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Metaverse (VR/IVR, AR ve XR) ile İlgili Çalışmalar.....	108
2.7.3. Metaverse’ün (VR, IVR, AR ve XR) Öğrenci Katılımına Etkisine Yönelik İlgili Çalışmalar.....	113
2.7.4. Metaverse’ün (VR/IVR, AR ve XR) Öz-düzenleyici Öğrenme Becerilerine Etkisine Yönelik İlgili Çalışmalar.....	120
2.7.5. Metaverse’ün (VR/IVR, AR ve XR) Bilimsel Yaratıcılığa Etkisine Yönelik Çalışmalar.....	124
3. YÖNTEM	129
3.1. Araştırma Modeli	129
3.2. Çalışma Grubu	132
3.3. Veri Toplama Araçları	135
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları.....	135
3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları	137
3.4. Farklılaştırılmış Fen Öğretim Tasarımının Hazırlanması.....	138
3.4.1. Analiz	139
3.4.2. Tasarım.....	154
3.4.3. Geliştirme	160

3.4.4. Uygulama	168
3.4.5. Değerlendirme	179
3.5. Veri Toplama ve Analiz Süreci	179
3.5.1. Nicel Verilerin Toplanması ve Analizi	180
3.5.2. Nitel Verilerin Toplanması ve Analizi	182
4. BULGULAR	185
4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular	185
4.1.1. Betimsel İstatistiğe Ait Bulgular	185
4.1.2. Çıkarımsal İstatistiğe Ait Bulgular	189
4.1.3. Fen Dersi Katılım Ölçeğine İlişkin Bulgular	191
4.1.4. Fen Bilimleri Öz-Düzenleme Ölçeğine İlişkin Bulgular.....	193
4.1.5. Bilimsel Yaratıcılık Testine İlişkin Bulgular	195
4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular	197
4.2.1. Deney Grubu Öğrencilerinin, 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretimi İle İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	197
4.2.2. Deney Grubu Öğrencilerinin Derslerin Video Kayıtlarına Göre Katılımlarına İlişkin Bulgular.....	207
4.2.3. Deney Grubu Öğrencilerinin Öz-Düzenleyici Öğrenme Becerilerini Kullanma Durumlarına İlişkin Bulgular	220
4.2.4. Bilimsel Yaratıcılığı Harekete Geçirmek için Gerçekleştirilen Etkinlikler Sonucunda Ortaya Çıkan Öğrenme Ürünlerinin Deney Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarını Kullanma Durumlarını Nasıl Yansıttığına İlişkin Bulgular.....	225
5. TARTIŞMA.....	260
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	277
KAYNAKLAR.....	284
EKLER	317
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI	334
ETİK KURUL İZİN YAZISI	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
KURUM İZNİ YAZILARI	335
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Özel Yetenekli Öğrenciler İçin Fen Eğitiminin Biçimleri ve Bağlamları.....	61
Şekil 2.2: Metaverse Teknolojileri.	70
Şekil 2.3: CAMIL Modeli.	74
Şekil 2.4: Katılımın Döngüsel Modeli.....	78
Şekil 2.5: Zimmerman'ın Öz-düzenleyici Öğrenmenin Üç Aşamalı Döngüsel Modeli.	87
Şekil 2.6: Yaratıcı Potansiyel, Yaratıcı Süreç ve Yaratıcı Performans Arasındaki İlişkiler. ...	94
Şekil 2.7: Hu ve Adey'nin (2002) Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli.	96
Şekil 3.1: Araştırmada Kullanılan İç İç Desen Şeması.....	132
Şekil 3.2: Farklılaştırılmış Fen Öğretim Tasarımının Geliştirilme Süreci.	139
Şekil 3.3: Veri Toplama Süreci.	180
Şekil 4.1: FDKÖ Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Histogram Grafikleri.....	187
Şekil 4.2: FBÖDÖ Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Histogram Grafikleri.....	188
Şekil 4.3: BYT Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Histogram Grafikleri.	189
Şekil 4.4: Çalışma Grubunun FDKÖ Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Etkileşim Grafiği.....	193
Şekil 4.5: Çalışma Grubunun FBÖDÖ Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Etkileşim Grafiği.	195
Şekil 4.6: Çalışma Grubunun BYT Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Etkileşim Grafiği.....	197
Şekil 4.7:Bilişsel Katılım Kategorisi.	199
Şekil 4.8:Davranışsal Katılım Kategorisi.	199
Şekil 4.9: Duyuşsal Katılım Kategorisi.	200

Şekil 4.10: Sosyal Katılım Kategorisi.	201
Şekil 4.11: Olumsuz Duygu ve Düşünceler Kategorisi.	202
Şekil 4.12: Öz-düzenleyici Öğrenme Kategorisine İlişkin Kodlar.	203
Şekil 4.13: Bilimsel Yaratıcılık Kategorisine İlişkin Kodlar.	205
Şekil 4.14: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Bilişsel Katılımlarına İlişkin Bulgular.	208
Şekil 4.15: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Davranışsal Katılımlarına İlişkin Bulgular.	212
Şekil 4.16: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Duyuşsal Katılımlarına İlişkin Bulgular.	214
Şekil 4.17: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Sosyal Katılımlarına İlişkin Bulgular.	218
Şekil 4.18-a: Örnek Öz Değerlendirme Formunun Birinci Sayfası.	221
Şekil 4.19 (a,b,c,d,e,f): Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! Etkinliğinde Sağlıklı Bir Karasal Ekosisteme Yönelik Geliştirilen Öğrenci Ürünleri.	226
Şekil 4.20: Öğrenci Ürünlerinden Örnekler.	228
Şekil 4.21: Değişen Okyanuslarımız Etkinliğinde Sağlıklı Bir Karasal Ekosisteme Yönelik Geliştirilen Öğrenci Ürünleri.	230
Şekil 4.22: Deney Tasarımına Yönelik Örnek Öğrenci Ürünü-1.	232
Şekil 4.23: Deney Tasarımına Yönelik Örnek Öğrenci Ürünü-2.	232
Şekil 4.24: Değişen Okyanuslarımız Etkinliğinde Öğrencilerin SKA-14'e Yönelik Geliştirdikleri İcatlarından Örnekler.	235
Şekil 4.25: Balık Kılçığı Ürünlerine İlişkin Örnekler.	238
Şekil 4.26: Araştırma Raporlarına İlişkin Kapak Görselleri.	240
Şekil 4.27. 3-2-1 Köprüsü Başlangıç Yanıtları Örnekleri.	244
Şekil 4.28: RAFT Öğrenci Ürünü-1.	247
Şekil 4.29: RAFT Öğrenci Ürünü-2.	248
Şekil 4.30: Öğrenci Ürünü-3.	249
Şekil 4.31: RAFT Öğrenci Ürünü-4.	250
Şekil 4.32: RAFT Öğrenci Ürünü-5.	251
Şekil 4.33: RAFT Öğrenci Ürünü-6.	252

Şekil 4.34: RAFT Öğrenci Ürünü-7.	253
Şekil 4.35: SCAMPER Öğrenci Ürünleri-1.	256
Şekil 4.36: SCAMPER Öğrenci Ürünleri-2.	258



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Farklılaştırılmış Öğretimin Temel Unsurları	55
Tablo 2.2: Öğretmenlerin Farklılaştırmadan Kaçınma Gerekçeleri ve Farklılaştırmanın Gerekliği	59
Tablo 2.3: Çevrimiçi Öğrenme ve Metaverse’de Öğrenme Arasındaki Farklar	72
Tablo 2.4: Özel Yetenekli Öğrencilerin Profillerine Göre Yeniden Katılım Stratejileri.....	82
Tablo 2.5: Üstbiliş, Öz-Düzenleme ve Öz-Düzenleyici Öğrenme Kavramlarının Temel Özellikleri ve Özel Yeteneklilerin Eğitimiyle Bu Kavramların İlişkisi	84
Tablo 2.6: Öz-düzenleyici Öğrenmenin Bileşenleri	86
Tablo 2-7: Öz-düzenleyici Öğrenme Modelleri Arasındaki Benzerlikler	86
Tablo 2.8: Bilimsel Yaratıcılık Modelleri	96
Tablo 3.1: Çalışma Grubundaki Katılımcıların Cinsiyete Göre Dağılımı.....	133
Tablo 3.2: Çalışma Grubunu Oluşturan Öğrencilere İlişkin Demografik Özellikler	134
Tablo 3.3: İhtiyaç Analizi Sonucu	141
Tablo 3.4. Öğretimsel Analiz Sonucu	148
Tablo 3.5: Farklılaştırılmış Fen Öğretim Tasarımının Öğrenme Kazanımları	151
Tablo 3.6: Etkinlik Planı Tasarımlarına İlişkin Temel Bilgiler	155
Tablo 3.7: 3D Sahneler	164
Tablo 3.8: Deney Grubunda Gerçekleştirilen Etkinlikler.....	172
Tablo 3.9: Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Etkinlikler.....	176
Tablo 4.1: Deney ve Kontrol Gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler	185
Tablo 4.2: Deney ve Kontrol Gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ, BYT Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları	186

Tablo 4.3: Deney ve Kontrol Gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Varyans Homojenliği Testi Sonuçları	190
Tablo 4.4:Box Testi Sonuçları.....	190
Tablo 4.5: Deney ve Kontrol Gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ ve FBÖDÖ Öntest Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları	191
Tablo 4.6: FDKÖ'ye İlişkin Öntest ve Sontest Puan Ortalamaları ve Standart Sapma Değerleri	191
Tablo 4.7: Çalışma Grubunun FDKÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA Sonuçları	192
Tablo 4.8: FDKÖ Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Bonferonni Uyumlu Çoklu Karşılaştırmalar Testi Sonuçları	192
Tablo 4.9: FBÖDÖ'ye İlişkin Öntest ve Sontest Puan Ortalamaları ve Standart Sapma Değerleri	193
Tablo 4.10: Çalışma Grubunun FBÖDÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA Sonuçları	194
Tablo 4.11: FBÖDÖ Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Bonferonni Uyumlu Çoklu Karşılaştırmalar Testi Sonuçları	194
Tablo 4.12: BYT'ye İlişkin Öntest ve Sontest Puan Ortalamaları ve Standart Sapma Değerleri	195
Tablo 4.13: Çalışma Grubunun BYT Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA Sonuçları	196
Tablo 4.14: BYT Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Bonferonni Uyumlu Çoklu Karşılaştırmalar Testi Sonuçları	196
Tablo 4.15: 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Öğrencilerin Katılımlarına Etkisine Yönelik Öğrenci Görüşleri.....	198
Tablo 4.16: 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Öğrencilerin Öz-düzenleyici Öğrenme Becerilerine Etkisine Yönelik Görüşleri	203
Tablo 4.17: 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisine Yönelik Görüşleri	205
Tablo 4.18: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Bilişsel Katılımlarına İlişkin Bulgular	207
Tablo 4.19: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Davranışsal Katılımlarına İlişkin Bulgular	211
Tablo 4.20: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Duyuşsal Katılımlarına İlişkin Bulgular .	213
Tablo 4.21: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Sosyal Katılımlarına İlişkin Bulgular.....	217

Tablo 4.22: Deney Grubunun Öz-Düzenleyici Öğrenme Becerilerini Kullanma Durumlarına İlişkin Bulgular	223
Tablo 4.23: Örnek Araştırma Raporu Özeti	242
Tablo 4.24: 3-2-1 Köprüsü Şablonu	243



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kisaltmalar	Açıklama
SK	: Sürdürülebilir Kalkınma
SE	: Sürdürülebilirlik Eğitimi
SKA	: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
BM	: Birleşmiş Milletler
CMTL	: Multimedya Öğrenmenin Bilişsel Teorisi
CAMIL	: Bilişsel Duyuşsal Sürükleyici Öğrenme Modeli
VR	: Sanal Gerçeklik
IVR	: Sürükleyici Sanal Gerçeklik
XR	: Karma Gerçeklik
AR	: Arttırılmış Gerçeklik
NGSS	: Yeni Nesil Fen Bilimleri Standartları
FDKÖ	: Fen Dersi Katılım Ölçeği
FBÖDÖ	: Fen Bilimleri Öz-Düzenleme Ölçeği
BYT	: Bilimsel Yaratıcılık Testi
IQ	: Zeka Katsayısı
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
BİLSEM	: Bilim ve Sanat Merkezi

ÖZET

[DOKTORA TEZİ]

3D METAVERSE PLATFORMUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN FARKLILAŞTIRILMIŞ FEN ÖĞRETİMİNİN ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN KATILIMLARINA, ÖZ-DÜZENLEYİCİ ÖĞRENME BECERİLERİNE ve BİLİMSEL YARATICILIKLARINA ETKİSİ

[Yunus Emre AVCU]

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Özel Eğitim Anabilim Dalı

Özel Yetenekliler Eğitimi, Doktora Programı

[Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YAMAN]

Çocuklar, çevre kirliliği, iklim değişikliği ve türlerin yok oluşu gibi kritik sorunlarla dolu bir dünyaya adım atmaktadırlar. Bu sorunların çözümünde Sürdürülebilir Kalkınma (SK) ve Sürdürülebilirlik Eğitimi (SE) önemli bir çerçeve sunmaktadır. SE'nin disiplinler arası yapısı, özellikle özel yetenekli öğrenciler için fen eğitiminde farklılaştırma yoluyla katılım, öz-düzenleyici öğrenme ve bilimsel yaratıcılığı desteklemeye uygundur. Bu süreç, Sürükleyici Sanal Gerçeklik (IVR) gibi Metaverse teknolojileri ve 3D Metaverse platformlarının birlikte kullanımıyla zenginleştirilebilir.

Bu araştırmanın amacı, özel yetenekli öğrencilerle 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin katılımlarına, öz-düzenleyici öğrenme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkilerinin incelenmesidir. Bu kapsamda özel yetenekli öğrenciler için sürdürülebilirlik odaklı farklılaştırılmış fen eğitimi tasarımı geliştirilmiştir. Öğretim tasarımının geliştirilmesinde analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme aşamaları izlenilmiştir. Temiz Su ve Sanitasyon (SKA-6), Erişilebilir ve Temiz Enerji (SKA-7), İklim Eylemi (SKA-13), Sudaki Yaşam (SKA-14) ve Karasal Yaşam (SKA-15) içeriğe dâhil edilmiştir. Blender 3D tasarım programında geliştirilen 13 sahne İmedu 3D Metaverse platformuna aktarılmış ve optimizasyon

sağlanmıştır. Araştırma, karma araştırma yöntemi desenlerinden iç-içe desene göre modellenmiştir. Bu desene göre, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen (nicel yöntem) öncelikli olup durum çalışması (nitel yöntem) birinci yöntemin destekleyicisidir. Çalışma grubunu, tipik durum örneklemesiyle seçilen 40 özel yetenekli altıncı sınıf öğrencisi (23 kız, 17 erkek) oluşturmaktadır. Bu öğrencilerden 20'si deney, 20'si kontrol grubunda yer almaktadır. Farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımı, deney grubundaki öğrencilere kontrol grubundakilerden farklı olarak IVR ve İmedu 3D Metaverse platformu desteği ile uygulanmıştır. Deney grubundaki her öğrenciye Oculus Quest 2 IVR başlığı verilmiştir. Uygulama süreci on hafta ve 40 ders saati sürmüştür.

Araştırmada nicel veriler, Fen Dersi Katılım Ölçeği (FDKÖ), Fen Bilimleri Öz-Düzenleme Ölçeği (FBÖDÖ) ve Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT) kullanılarak toplanmıştır. Nitel veriler ise yarı-yapılandırılmış görüşme formu, video kayıtları, öz-değerlendirme formları ve öğrenme ürünlerinden elde edilmiştir. Nicel verilerin analizinde Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA kullanılmıştır. Görüşme, video kayıtları ve öz-değerlendirme formlarından elde edilen veriler içerik analizi, öğrenme ürünlerinden elde edilen veriler betimsel analiz ile incelenmiştir. Araştırmanın bulguları, 3D Metaverse platformunda yapılan farklılaştırılmış fen öğretiminin, özel yetenekli öğrencilerin katılımlarını ($\eta^2=.12$, orta etki büyüklüğü), öz-düzenleyici öğrenme becerilerini ($\eta^2=.15$, büyük etki büyüklüğü) ve bilimsel yaratıcılıklarını ($\eta^2=.64$, büyük etki büyüklüğü) kontrol grubundaki öğretime göre daha fazla geliştirdiğini göstermiştir. Deney grubundaki özel yetenekli öğrencilerle yapılan görüşmeler ve video kayıtları özel yetenekli öğrencilerin bilişsel, duyuşsal, davranışsal ve sosyal katılımlarının geliştiğine yönelik olarak nicel verileri desteklemektedir. Deney grubundaki öğrencilerle yapılan görüşmeler ve öz-değerlendirme formlarına dayalı nitel bulgular, öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimini gösteren nicel verileri desteklemiştir. Özel yetenekli öğrencilerin hedef belirleme, planlama, tekrarlama, not alma, kaynak yönetimi, biliş-üstü öz-düzenleme, zaman düzenleme, ayrıntılandırma, arkadaşan/akrandan öğrenme, çaba düzenleme, çevreyi düzenleme gibi stratejileri kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin süreç içerisinde sebat ettikleri, öğrenmelerini transfer ettikleri, öğrenme süreçlerinde görselleştirme yaptıkları ve öz-yeterliliklerini gösterdikleri tespit edilmiştir. Öğrenme ürünleri ve görüşmelerden elde edilen veriler de öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının özellik, süreç ve ürün boyutlarının geliştiğini göstermiş ve nicel bulguları desteklemiştir.

Araştırma sonucunda, deney grubundaki özel yetenekli öğrencilerin katılım, öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının kontrol grubundaki öğrencilere göre daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Farklı sınıf seviyelerinde, farklı SK amaçlarının dâhil edildiği, daha geniş bir çalışma grubunda yeni çalışmaların yapılması ve özel yetenekli öğrencilerin fen eğitimlerinde 3D Metaverse platformlarının ve IVR'nin kullanılması önerilebilir. |

Ocak 2025 , 342 sayfa.

Anahtar kelimeler: Özel yetenekli öğrenci, Metaverse, Sürükleyici sanal gerçeklik (IVR), Öğrenci katılımı, Öz-düzenleyici öğrenme, Bilimsel yaratıcılık |

ABSTRACT**[Ph.D. THESIS]**

**[THE EFFECT of DIFFERENTIATED SCIENCE INSTRUCTION in the METAVERSE on
GIFTED STUDENTS' ENGAGEMENT, SELF-REGULATED LEARNING SKILLS and
SCIENTIFIC CREATIVITY]**

[Yunus Emre AVCU]

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Special Education

Gifted Education PhD

[Supervisor: Assist. Prof. Dr.Yavuz YAMAN]

Children are entering a milieu confronted with significant issues such as environmental degradation, climate alteration, and the extinction of species. Sustainable Development (SD) and Sustainability Education (SE) constitute a vital framework for addressing these challenges. The interdisciplinary nature of SE is particularly conducive to fostering engagement, self-regulated learning, and scientific creativity through differentiation in science education, particularly for gifted learners. This educational process can be augmented by the synergistic application of Metaverse technologies, including Immersive Virtual Reality (IVR) and 3D Metaverse platforms.

This study aimed to investigate the effects of differentiated science instruction implemented on the 3D Metaverse platform among gifted students, specifically focusing on their engagement, self-regulated learning skills, and scientific creativity. In this framework, a differentiated science instructional design emphasizing sustainability has been crafted for students identified as gifted. The development of this instructional design adhered to a systematic approach encompassing the phases of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The content incorporates Sustainable Development Goals related to Clean Water and Sanitation (SDG-6), Accessible and Clean Energy (SDG-7), Climate Action (SDG-13), Life Below Water (SDG-14), and Life on Land (SDG-15). The thirteen scenes designed using the Blender 3D software have been successfully integrated into the Imedu 3D Metaverse platform and optimized for educational use. The research

methodology was structured according to the embedded design derived from mixed-method research designs. Within this framework, the pre-test-post test control group semi-experimental design (quantitative method) was prioritized, while the case study (qualitative method) served as a complementary element. The study sample consisted of 40 gifted sixth-grade students (23 females, 17 males), selected through typical case sampling techniques. Among these participants, 20 were assigned to the experimental group and 20 to the control group. The differentiated science instructional design was implemented for the experimental group with the aid of IVR and the Imedu 3D Metaverse platform, in contrast to the only differentiated science instructional design provided to the control group. Each participant received an Oculus Quest 2 IVR headset. The instructional intervention spanned a duration of ten weeks, encompassing a total of 40 lesson hours.

In the course of the research, quantitative data were amassed utilizing the Science Engagement Scale, the Science Self-Regulation Scale, and the Scientific Creativity Test. Qualitative data were derived from semi-structured interview protocols, video recordings, self-assessment instruments, and students' learning outputs. The analysis of quantitative data was conducted using Two-Factor ANOVA for Repeated Measures. Qualitative data obtained from interviews, video recordings, and self-assessment forms were subjected to content analysis, while data from learning products underwent descriptive analysis. The findings of the study indicated that differentiated science instruction via the 3D Metaverse platform significantly enhanced the engagement of gifted students ($\eta^2=.12$, medium effect size), self-regulated learning skills ($\eta^2=.15$, large effect size), and scientific creativity ($\eta^2=.64$, large effect size) in comparison to the control group. Interviews and video recordings with students in the experimental group corroborated the quantitative data, indicating improved cognitive, affective, behavioral, and social engagement among gifted students. Qualitative insights derived from interviews with students in the experimental group and self-assessment forms reinforced the quantitative data suggesting the enhancement of self-regulated learning skills. It was revealed that gifted students employed strategies including goal setting, planning, repetition, note-taking, resource management, metacognitive self-regulation, time management, elaboration, peer-to-peer learning, effort organization, and environmental regulation. Furthermore, it was demonstrated that students exhibited perseverance throughout the learning process, transferred their knowledge, visualized concepts during learning, and showcased their self-efficacy. Data obtained from learning products and interviews also illuminated the advancement of the trait, processes, and product dimensions of students' scientific creativity, further substantiating the quantitative findings.

In conclusion, the research established that the engagement, self-regulated learning skills, and scientific creativity of gifted students in the experimental group experienced a greater enhancement compared to their counterparts in the control group. At varying educational tiers, it is advisable to undertake novel investigations within a broader participant cohort, where diverse SD objectives are incorporated, alongside the integration of 3D Metaverse platforms and IVR in the scientific pedagogy of gifted learners. |

January 2025, 342pages.

Keywords: Gifted students, Metaverse, Immersive Virtual Reality (IVR), Student engagement, Self-regulated learning, Scientific creativity

1. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

“Özel yetenekli çocuklar, sürdürülebilirlik veya çevre sorunlarını fark ettiklerinde, toplumu tehdit eden bu sorunları azaltmak için harekete geçerler” (Scotch & Helfer, 2017, s.1).

Çocuklar, iklim değişikliği, yoksulluk, çevre kirliliği ve nesli tükenme tehlikesi altındaki türlerle dolu bir dünyaya adım atmaktadır. Bu sorunlar, politikacılar, akademisyenler ve medya tarafından yoğun şekilde tartışılmaktadır. Ancak, bireylerin sürdürülebilir bir dünya için gerekli davranışları benimsemeleri için daha güçlü bir harekete ihtiyaç vardır; bu noktada Sürdürülebilir Kalkınma (SK) yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır (Temiz, 2021). SK, “*mevcut nesillerin ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerinden ödün vermeyen bir kalkınma anlayışıdır*” (Birleşmiş Milletler [BM], 1987, s.24). SK ekonomik kalkınma, sosyal kalkınma ve çevresel koruma olmak üzere üç temel alanı kapsamaktadır. Ekolojik boyut, doğal çevrenin dengesinin korunmasına odaklanırken, sosyal boyut bir arada yaşayan veya belirli bir ortak ilgiyi, amacı veya özelliği paylaşan insanların refahını ve eşitliğini vurgulamaktadır. Ekonomik boyut ise ekonomik büyüme ve istikrarı teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bu üç boyut, dengeli ve sürdürülebilir bir gelecek için politikaları ve eylemleri yönlendiren kapsamlı bir çerçeve oluşturmaktadır (Dhahri & Omri, 2018). Bu bağlamda, BM SK’nin sağlanması amacıyla Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını (SKA) belirlemiştir (BM, 2016). Bu amaçlara ulaşmak, sürdürülebilir bir dünya inşa etmek ve toplumsal dönüşümün sağlanabilmesi için öğrenen merkezli pedagojik yöntemler kullanarak gerçekleştirilen Sürdürülebilirlik Eğitimi (SE) sayesinde bireylerin öğrenme sürecine aktif katılımı sağlanmalıdır (Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Örgütü [UNESCO], 2020).

Açık uçlu, karmaşık ve disiplinler arası doğası nedeniyle SE, özel yetenekli öğrenciler için mükemmel bir çalışma alanıdır (Marzetta ve diğ., 2017; Schroth ve diğ., 2017; Spearman & Eckhoff, 2012). Disiplinler arası konular üzerinde çalışmak özel yetenekli öğrencilerin derin ve karmaşık bilgiyi anlamlandırma süreçlerini ve öğretimin bu öğrencilerin özelliklerine göre düzenlenmesi sürecini desteklemektedir (Jacobs & Borland, 1986; Tomlinson & Reis, 2004; Tucker ve diğ. 1997). Özel yetenekli öğrenciler çevrelerine yönelik yoğun bir ilgi ve tutku sergilemekte, yaşamlarını etkileyen konular üzerinde derin bir araştırma merakı taşımaktadırlar (Renzulli & Reis, 2014; Treffinger ve diğ., 2004). Küçük yaşlardan itibaren özellikle çevreyle ilgili küresel sorunlar ve eşitsizliklere yönelik belirgin bir farkındalık ve

duyarlılık geliştirmektedirler (Esen, 2011; Piechowski, 1997; Silverman, 1994; Tallent-Runnels & Yarbrough, 1992). Bu durum empati becerilerinin gelişimi, etik olgunluk ve toplumsal-ekolojik konulara yönelik derin bir ilgi şeklinde kendini gösterebilmektedir (Gibson ve diğ., 2009; Hartsell, 2006).

Yüksek zekâ düzeyi, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerileri; motivasyon, çevresel duyarlılık, göreve bağlılık, sebat, içsel ve kişilerarası beceriler ile güçlü adalet duygusu, özel yetenekli öğrencileri geleceğin liderleri ve sorun çözücülerine olmaya en uygun adaylar haline getirmektedir (Akhan ve diğ., 2022; Gibson ve diğ., 2008; Gündüz, 2010; Kaplan Sayı, 2022a; Lovecky, 1997; Schroth ve diğ., 2017). SE, özel yetenekli öğrencilerin söz konusu bu karakteristik özelliklerini besleyerek sürdürülebilir bir gelecek için bireysel ve kolektif düzeyde önemli katkılar sağlamalarını teşvik edebilmektedir (Johnson, 2018; Slade, 2021). Ayrıca özel yetenekli öğrencilerin eğitiminin, potansiyellerini en üst düzeye çıkararak hem bireysel olarak kendini gerçekleştirmelerine hem de topluma katkıda bulunmalarına olanak sağlaması gerektiği görüşünü desteklemektedir (Sternberg, 2023; Sternberg ve diğ., 2021; Worrell ve diğ., 2019).

Özel yetenekli öğrenciler, SE kapsamında ele alınan konulara yönelik bilgi, tutum ve davranışlarda akranlarına göre daha güçlü özellikler sergilemektedir. Ancak, özel yetenekli öğrencilerin bu bağlamda eksik kaldığı bazı problematik noktalar da bulunmaktadır. Özel yetenekli öğrencilerin SE'ye yönelik güçlü oldukları bazı konular ve özellikler şunlardır: küresel sorunların farkında olma (Sisk, 2009), küresel sorunlara duyarlılık (Aydın ve diğ., 2011), çevresel tutum (Ugulu, 2013), çevresel merak ve keşif (Sarıçam & Şahin, 2015), iklim değişikliğinin nedenleri konusunda yüksek algı (Mutlu & Nacaroglu, 2019), iklim değişikliği algısı (Nacaroglu & Karaaslan, 2020), küresel sorunları dile getirme (Lee ve diğ., 2021), çevresel farkındalık (Tanık Önal, 2022), çevresel sorunlara gerçekçi ve yaratıcı çözümler üretme (Akhan ve diğ., 2022), çevresel sorunlara yönelik kaygı duyma (Korkut, 2022) ve iklim okuryazarlığı (Yılmaz & Emir, 2024). Özel yetenekli öğrencilerin çevre için fedakârlık yapabilme ve emek harcama kapasitelerinin akranlarına göre düşük olduğunu (Bakar ve diğ., 2018), küresel sorunların çözümüne yönelik algı ve kavram yanlışlarına sahip olduklarını (Lim ve diğ., 2019; Mutlu & Nacaroglu, 2019), küresel boyutta çevre sorunlarına yoğunlaşmadıklarını (Nacaroglu & Bozdağ, 2020) ve küresel sorunlarla ilgilenmek istemediklerini (Özarslan, 2022) gösteren çalışmalar da alanyazında yer almaktadır. Bu durum, özel yetenekli öğrenciler için SE'nin bir diğer önemli gerekçesini oluşturmaktadır.

Özel yetenekli öğrenciler için SE'nin uygulanabileceği en uygun alanlardan birisi fen eğitimidir. Bu durum öncelikle fen eğitiminde hâlihazırda sürdürülebilirlik eğitimi destekleyen sorgulama, üst düzey düşünme ve problem/proje tabanlı öğrenme gibi stratejilerin kullanılıyor olmasından kaynaklanmaktadır (Akhan ve diğ., 2022; Akpan, 2017; Cotabish ve diğ., 2021). Aynı zamanda fen eğitimi, sürdürülebilirlik sorunlarını ele almak için disiplinler arası yaklaşımları içermekte, böylece öğrenmenin kapsamını genişleterek disiplinler arası işbirliğini ve yeniliği teşvik etmektedir (Schroth & Helfer, 2017; Yeni Nesil Fen Bilimleri Standartları [NGSS, 2013]). Fen eğitimi sayesinde sürdürülebilirlikle ilgili bilimsel bilgiye erişen, bilgiyi anlayan, bilgiyi günlük yaşamlarında kullanabilen ve bilimsel bilgiye dayalı kararlar alabilen fen okuryazarı bireyler yetiştirmek mümkün olabilmektedir (Fakhriyah ve diğ., 2017; Krajcik & Sutherland, 2010).

Fen eğitimi, özel yetenekli öğrencilerin ilgisini çekmekte ve sürdürülebilirlik eğitiminde olduğu gibi bu öğrencilerin karakteristik özelliklerine uygun yaklaşımlar sunmaktadır (Gallagher, 2021). Fen eğitimi, özel yetenekli öğrencilerin üst düzey akıl yürütme ihtiyaçlarına yanıt veren (Brondy & Stanley, 2005; Sisk, 2007), ilgilerini ve hayal güçlerini şekillendiren (Smutny & Von Fremd, 2004), bilimsel sorgulamayla uyumlu araştırmacı özelliklerini ve kariyer hedeflerini destekleyen (Lee ve diğ., 2011; Yusof ve diğ., 2020), bilimsel merak, bilişsel yetenekler (hızlı öğrenme, yaratıcı düşünme gibi) ve üst-bilişsel yetenekleriyle (öz-düzenleyici öğrenme gibi) uyumlu bir alandır (Camcı Erdoğan, 2014a). Bu nedenle, sürdürülebilirlik odaklı fen eğitiminin özel yetenekli öğrencilerin karakteristik özellikleriyle uyumlu olacağı, onların bireysel ve duyuşsal gelişimlerini destekleyerek toplumu dönüştürmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir (MEB, 2024a; Schroth ve diğ., 2017; Stenberg, 2023;). Bu bağlamda, özel yetenekli öğrenciler için sürdürülebilirlik odaklı fen eğitiminin gerekliliğinden ziyade tasarımına odaklanmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde, ilgi alanları, öğrenme profilleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri gibi bireysel özellikleri dikkate alınarak; içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamlarında sürekli ve esnek düzenlemeler yapılmalı ve böylece öğretim farklılaştırılmalıdır (Emir, 2021; Matthews, 2021; Roberts & Inman, 2023; Tomlinson, 2014). Bu öğrencilerin bilgi üreticisi ve yaratıcı bilim insanları olarak yetiştirilebilmeleri ve ihtiyaç duydukları fen eğitimi hizmetine ulaşabilmeleri için farklılaştırılmış fen öğretimi belirli özelliklere sahip olmalıdır. Öncelikle, öğretim disiplinler arası temalara odaklanmalı ve

öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde derinlik ve karmaşıklık içermelidir (Chandler, 2012; Cotabish ve diğ., 2021; VanTassel-Baska & Little, 2021). Laboratuvar deneyleri, bilim insanlarıyla etkileşim, güçlü sorgulama süreçleri ve bilimsel düşünme alışkanlıklarının teşvik edilmesi ile bilimsel konuların toplumsal bağlamda ele alınması da farklılaştırılmış fen öğretimin önemli bileşenlerindendir (Adams, 2021; Chandler, 2012). Ayrıca farklılaştırılmış fen öğretimi, analiz, yaratma ve değerlendirme gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflemelidir (Cotabish ve diğ., 2021; NGSS, 2013). Problem tabanlı öğrenme ve proje tabanlı öğrenme gibi yaklaşımlar aracılığıyla öğrencilerin gerçek dünya problemleri üzerinde derinlemesine çalışmaları ve yaratıcı ürünler ortaya koymaları teşvik edilmelidir (Cotabish ve diğ., 2021).

Özel yetenekli öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri ve yaratıcılıklarını geliştirmek için fen eğitiminin farklılaştırılması gerektiği alanyazındaki çalışmalarda açıkça belirtilmektedir. Farklılaştırılmış fen öğretimiyle özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları desteklenebilir (Ayverdi & Öz Aydın, 2022; Washington & Anderson, 2016). Bilimsel yaratıcılık; bireylerin önceki bilgi ve deneyimlerine dayanarak problemlere ve çözümlerine duyarlılık göstermeleri, bilimin doğasını anlamaları ve ona ilgi duymaları, yenilikçi, orijinal ve yararlı bilimsel bilgi, deneyler, teoriler ve ürünler geliştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Sidek ve diğ., 2020). Bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesinin, sürdürülebilirlik odaklı fen eğitimi ve farklılaştırılmış fen öğretimi bağlamında, bireyin hem kendi gelişimi hem de toplumsal dönüşüm açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış fen öğretimi, bilimsel yaratıcılıklarının yanında öz-düzenleyici öğrenme becerilerini de desteklemelidir. Bu öğrenciler, akranlarına göre daha yüksek düzeyde üstbilişsel olgunluk göstererek, kendi düşünme ve öğrenme süreçlerini yansıtabilme ve bu süreçleri derinlemesine anlama becerisi yani öz-düzenleyici öğrenme becerisi sergilemektedirler (Paz-Baruch & Hazema, 2023; Risemberg & Zimmerman, 1992). Öz-düzenleyici öğrenme, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif şekilde katılım göstermelerini ve bu süreçte sorumluluk üstlenmelerini ifade etmektedir. Bu kavram, üst-bilişsel (öğrenme sürecini fark edip yönetebilme), motivasyonel (öğrenmeye istekli ve içsel olarak motive olma) ve davranışsal (bilgi arayışı, yardım talebi ve çevreyi düzenleme) becerileri içermektedir (Zimmerman, 2002). Aynı zamanda, öğrencilerin öğrenme stratejilerini (örneğin, dikkat, örgütleme, tekrarlama) kullanarak kendi öğrenme süreçlerini ve performanslarını değerlendirdikleri, ardından yeni hedefler belirledikleri bir model olarak

tanımlanmaktadır (Oppong ve diğ.leri, 2019). Bu nedenle, öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin fen başarılarını artırmada kritik bir rol oynayabilmektedir. Bu nedenle, özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini destekleyecek şekilde fen öğretimi farklılaştırılmalıdır. (Efklides, 2019; Taber, 2007).

Özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış fen öğretimi, bilişsel, duygusal, davranışsal ve sosyal boyutları içerecek ve öğrenci katılımını artıracak bir yapıya sahip olmalıdır (Wang ve diğ., 2016). Davranışsal katılım, öğrencilerin çaba göstermesi, dikkatini toplaması ve derse hazır bulunmasıdır; yokluğunda dikkat dağılması ve pes etme gerçekleşmektedir (Skinner ve diğ., 2009). İçeriğe, derse ve öğrenme sürecine karşı ilgi, coşku ve keyif alma gibi olumlu duygular, duygusal katılım göstergeleridir (Fredricks & McColskey, 2012; Skinner ve diğ., 2009). Bilişsel katılım, öğrencilerin seçim yapma, derinlemesine düşünme, bilinçli hedefler oluşturma, özerklik geliştirme ve öğrenilen konularda ustalaşma süreçlerini ön plana çıkarır (Finn, 1989; Gibbs & Poskitt, 2010). Sosyal katılım, akranlar ve yetişkinlerle kurulan sosyal etkileşimlerin kalitesini, ilişkileri yapılandırma ve sürdürme isteğini kapsamaktadır (Wang ve diğ.leri, 2016). Öğrenci katılımı öğrenmenin kalıcılığı, akademik başarı, öğrenmeye ve öğretim programına yönelik ilgi üzerinde etkili olup (Khademi ve diğ., 2018; Skinner ve diğ., 2009); düşük başarı, can sıkıntısı ve okuldan kopuş gibi problemlere önleyici çözümler sunmaktadır (Fredricks ve diğ., 2004). Özel yetenekli öğrenciler asenkron gelişim yaşamaları, kendi içlerinde farklı profillere sahip olmaları (Bkz. Betts ve Neihart'ın özel yetenekli öğrenci profilleri) ve uygun zorluktaki öğretim etkinliklerinin eksikliği gibi nedenlerle katılım konusunda zorluklar yaşayabilirler (Hesam & Abedi, 2020; Lakin & Wai, 2020; Ronksley-Pavia & Neumann, 2020; Smith, 2017). Bu nedenle özel yetenekli öğrenciler için fen öğretimi, etkili katılım stratejileri ile öğrencilerin bilişsel, duygusal ve sosyal ihtiyaçlarını dikkate alarak katılımlarını artırıcı şekilde farklılaştırılmalıdır (Landis & Reschly, 2013; McCormick & Plucker, 2013).

Sonuç olarak özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış fen öğretimi, disiplinler arası temalara odaklanmalı, derinlik ve karmaşıklık barındırmalı, üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeli, bilimsel yaratıcılığı teşvik etmeli, öz-düzenleyici öğrenmeyi desteklemeli ve öğrenci katılımını artırmaya yönelik olmalıdır (Phelps, 2022). Sürdürülebilirlik odaklı fen eğitiminin de benzer şekilde özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılarak uygulanması gerekmektedir; ancak bu süreçte bazı zorluklarla

karşılaşılmaktadır. Bu zorluklar arasında, (i) sera gazları gibi birçok çevre sorununun doğrudan gözlemlenememesi, bireylerin günlük yaşamlarındaki çevresel etkileri anlamalarını zorlaştırmaktadır, (ii) çevresel bozulmaların kaynağından uzakta gerçekleşmesi (psikolojik uzaklık) nedeniyle çevre sorunlarının ciddiye alınmaması, (iii) çevre dostu davranışları geliştirmek için doğayı ilk elden deneyimlemenin maliyetli, tehlikeli ve mümkün olmaması ve (iv) çevresel sorunları öğrenmek için deney yapmanın zaman alıcı ve karmaşık olması yer almaktadır. Bu durum fen odaklı sürdürülebilirlik eğitiminin etkinliğini azaltmaktadır. (Fauville ve diğ., 2020, Markowitz & Bailenson, 2021; Plechata ve diğ., 2022a, 2022b, 2022c). İşte bu zorlukları aşmak ve sürdürülebilirlik odaklı fen öğretimini farklılaştırabilmek için Metaverse teknolojilerinden yararlanılabilir.

Metaverse, insanların avatarlarıyla kendilerini ifade edebildikleri, sosyalleşebildikleri ve diğer kullanıcılar ile nesnelerle etkileşimde bulunabildikleri, gerçek dünyayı genişleten sürükleyici bir sanal ortamdır (Kalınkara & Özdemir, 2022). Sanal gerçeklik (VR) ve sürükleyici sanal gerçeklik (IVR), artırılmış gerçeklik (AR), karma gerçeklik (XR), ayna dünyalar, büyük veri, blockchain, yaşam günlüğü ve yapay zekâ gibi çeşitli teknolojileri kapsamaktadır (Kye ve diğ., 2022). Metaverse bu teknolojiler aracılığıyla, geleneksel eğitime kıyasla öğrencilere daha ilgi çekici, etkileşimli ve erişilebilir öğrenme deneyimleri sunarak, sanal sınıflar ve simülasyonlar gibi yenilikçi fırsatlarla öğrenmeyi daha sürükleyici hale getirmektedir (Lin ve diğ., 2022; Soni & Kaur, 2023). Metaverse araştırmalarında en çok kullanılan teknoloji IVR'dir (Di Natale ve diğ., 2024; Lin ve diğ., 2024). IVR'nin VR'dan ayrımını sürükleyicilik (immersion) oluşturmaktadır. IVR'de öğrenme, öğrencinin sanal ortamda varlık hissi (presence), eylem hissi (agency) ve bedensel varlık (embodiment) deneyimlemesiyle gerçekleşir (Makransky & Petersen, 2021). Bu sürükleyici deneyimler, öğrencilerin çevresel uyaranlara güçlü tepkiler vererek öğrenmeye derin katılımını destekler (Petersen ve diğ., 2022). IVR, bireysel eylemlerin uzun vadeli sonuçlarını görselleştirme, farklı zaman ve mekânları keşfetme, karmaşık kavramları anlaşılır hale getirme ve olası çözümleri tartışıp test etme imkânı sunarak insan davranışları ve karar alma süreçleri üzerinde benzersiz bir etkiye sahiptir (Scurati ve diğ., 2021). UNESCO (2018) ve Gorski ve diğ. (2023), sürdürülebilirlik odaklı eğitimlerde IVR gibi sürükleyici teknolojilerin kullanımını önermektedir. Bu nedenlerle IVR'nin sürdürülebilirlik odaklı fen öğretiminde özellikle öğrenme ortamının ve sürecin farklılaştırılmasında kullanılabilecek önemli bir araç olduğu düşünülmektedir.

IVR'nin öğrenme üzerinde nasıl etkili olduğu Sürükleyici Öğrenmenin Bilişsel Duygusal Modeli (CAMIL) ile açıklanabilmektedir (Makransky & Petersen, 2021). CAMIL, IVR'de gerçekleşen öğrenmenin bilişsel ve duygusal süreçlerini analiz etmektedir. Modelde sürükleyicilik, kontrol faktörleri ve temsil edilebilirlik gibi bileşenler, öğrencilerin sanal ortam deneyimini derinleştirmektedir. Varlık hissi, eylem hissi ve bedensel varlık, öğrencilerin sanal ortamda ne kadar "var" hissettiklerini ve "kontrol" sahibi olduklarını ifade etmektedir. Bu değişkenler, ilgi, motivasyon, öz-yeterlilik, bilişsel yük ve öz-düzenleme gibi faktörleri olumlu etkileyerek olgusal, kavramsal ve işlemsel bilginin edinimi ile öğrenmenin transferini sağlamaktadır (Makransky & Petersen, 2021). CAMIL'de ifade edildiği gibi IVR öğrenenlerin katılımları ve öz-düzenleyici öğrenmeleri üzerinde etkili olmaktadır. Alanyazındaki çalışmalar Metaverse'ün önemli bir bileşeni olan IVR'nin öğrenme-öğretme süreçlerinde kullanılmasının öğrenenlerin bilişsel, duyuşsal, davranışsal ve sosyal katılımları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Chen ve diğ., 2022; Conrad ve diğ., 2024; Frydenberg & Ohri, 2023; Hodgson ve diğ., 2019; Huang ve diğ., 2023; Jusuf ve diğ., 2023; Makransky & Mayer, 2022; Makransky & Lillehort, 2018; Sánchez-López, ve diğ., 2024; Schutte & Stilinović, 2017; Ucar ve diğ., 2017). Aynı zamanda, IVR'nin öğrenenlerin öz-düzenleyici öğrenme becerileri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu da tespit edilmiştir (Jiang ve diğ., 2018; Li ve diğ., 2024; Sakdavong ve diğ., 2019; Wu ve diğ., 2023; Zhao ve diğ., 2023).

IVR'nin öğrenci katılımı ve öz-düzenleyici öğrenmeyle birlikte yaratıcılığı etkileme potansiyeli de bulunmaktadır. IVR gibi sürükleyici teknolojiler, kullanıcıların gerçek dünyada mümkün olmayan deneyimler yaşamalarını sağlayarak, problem çözme ve ürün yaratma kapasitelerini genişletmektedir (Reis ve diğ., 2024). Böylece IVR'nin yaratıcılık üzerinde olumlu bir etki oluşturduğu belirlenmiştir (Barabanschikov & Selivanov, 2022; Bourgeois-Bougrine ve diğ., 2020; Chen ve diğ., 2024; Gong ve diğ., 2022; Huang ve Chang, 2023; Lau & Lee, 2015; Liu ve diğ., 2023; Nanjappan ve diğ., 2020; Wang ve diğ., 2024; Yang ve diğ., 2018; Yinhui ve diğ., 2024). Alanyazındaki çalışmaların sonuçlarına göre IVR'nin bilimsel yaratıcılığı da etkileyeceği düşünülmektedir. Çünkü bilimsel yaratıcılık, bilim alanında faydalı ve özgün fikirler veya ürünler ortaya koyma yeteneği olarak tanımlanır.

IVR'nin de dâhil olduğu Metaverse teknolojileri, özel yetenekli öğrencilerin eğitimlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Alanyazında özel yetenekli öğrencilerin kimya eğitiminde IVR'nin (Ucar ve diğ., 2017), astronomi eğitiminde AR'nin (Tanik Önal & Önal,

2021), kimya eğitiminde VR'nin (Wang ve diğ., 2018), biyoloji eğitiminde VR'nin (Shim ve diğ., 2003), biyoloji eğitiminde sanal ve ayna dünyaların (Metaverse bileşenleri olarak) (Byeon, 2022) ve fen eğitiminde VR ve AR'nin (Hite ve diğ., 2024; Kim & Kim, 2022) kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Ancak, özel yetenekli öğrencilerin sürdürülebilirlik odaklı fen eğitiminde IVR kullanımını inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Metaverse teknolojilerinden IVR'nin fen eğitiminde etkili bir şekilde kullanılabilmesi için tasarım özelliklerinin dikkatlice planlanması, IVR'nin kullanılma gerekçesinin ortaya net olarak konulması ve tasarımın etkilerinin nasıl değerlendirileceğinin açıkça belirlenmesi önemlidir (Matovu ve diğ., 2023). Bu çalışmada, özel yetenekli öğrenciler için sürdürülebilirlik odaklı farklılaştırılmış fen öğretim tasarımının geliştirilmesi planlanmıştır. Farklılaştırılmış fen öğretimi ile IVR teknolojisinin birleştirilerek gerçekleştirilen öğretim uygulamasının, özel yetenekli öğrencilerin katılım, öz-düzenleyici öğrenme ve bilimsel yaratıcılıkları üzerindeki etkileri incelenmiştir.

1.2. Problemler ve Alt Problemler

Bu araştırmanın problemi, “Özel yetenekli öğrencilerle 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin öğretim sürecine etkileri nasıldır?” olarak belirlenmiştir. Araştırmanın temel problemi doğrultusunda şu alt problemlere yanıt aranmaktadır:

- i. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen Dersi Katılım Ölçeği (FDKÖ) ön test ve son test sonuçlarına göre katılım düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- ii. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen Bilimleri Öz-Düzenleme Ölçeği (FBÖDÖ) ön test ve son test sonuçlarına göre katılım düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- iii. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT) ön test ve son test sonuçlarına göre katılım düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- iv. Deney grubu öğrencilerinin, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi ile ilgili görüşleri nelerdir?

- v. Deney grubu öğrencilerinin katılım düzeyleri nasıldır?
- vi. Deney grubu öğrencilerinin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumları ne düzeydedir?
- vii. Bilimsel yaratıcılığı harekete geçirmek için yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan öğrenme ürünleri, deney grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını kullanma durumlarını nasıl yansıtmaktadır?

1.3. Önem

"Özel yetenekli öğrenciler olağanüstü şeyler yapma kapasitesine sahiptir. Ancak bu olağanüstü potansiyeli gösterebilmeleri, onlara doğru fırsatlar ve teşvikler sağlandığında mümkün olabilmektedir." (Taber, 2007).

Özel yetenekli öğrencilerin eğitimi bu öğrencilerin benzersiz bilişsel, duygusal ve sosyal ihtiyaçlarını dikkate alarak, onların potansiyellerini en üst düzeye çıkaracak öğretim stratejilerinin öğrenme-öğretme süreçlerinde kullanılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda farklılaştırılmış fen öğretimi, özel yetenekli öğrencilerin öğrenme süreçlerine uygun zorlukta, derinlik ve karmaşıklık barındıran içeriği sunarak onların gelişimlerini desteklemeyi amaçlamakta; ilgi ve meraklarını sürekli canlı tutarak, bilimsel sorgulamaya dayalı, anlamlı öğrenme deneyimleri sunmaktadır. Bu araştırma kapsamında farklılaştırılmış fen öğretimi hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere uygulanarak öğrencilerin farklılaştırılmış öğretimden yararlanmaları sağlanmıştır. Ayrıca farklılaştırılmış fen öğretimi en önemli Metaverse teknolojilerinden birisi olan IVR ile desteklenmiş ve farklılaştırılmış öğretim ve IVR kombinasyonu ile öğrencilerin farklılaştırılmış öğretim deneyimleri zenginleştirilmiştir. Özel yetenekli öğrenciler için IVR destekli öğretimin gerçekleştirildiği çalışmalar alanyazında çok azdır (Ucar ve diğ., 2017). Farklılaştırılmış öğretim ve öğrenme sürecinde en çok kullanılan Metaverse teknolojisi olan IVR'nin birleştirildiği bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Bu araştırma, özel yetenekli öğrencilerin farklılaştırılmış fen eğitiminde yeni yaklaşımların kullanımına yönelik tartışma fırsatları sunması açısından önemlidir.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi, sürdürülebilirlik odaklı bir yaklaşımla tasarlanmış olup özel yetenekli öğrencilerin bilişsel, duyuşsal, sosyal ve ahlaki özelliklerine uygun bir öğretim sunmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin sürdürülebilirlik konularına yönelik farkındalık kazanmalarını sağlarken, öğrencilerin katılım

düzeylerini artırmayı, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmeyi ve bilimsel yaratıcılıklarını desteklemeyi de hedeflemektedir. Öğrenci katılımı, öz-düzenleyici öğrenme ve bilimsel yaratıcılık, özel yetenekli öğrencilerin eğitim süreçlerinde kritik öneme sahip olan üç temel bileşendir.

Öğretim, ilgi ve ihtiyaçlarına uygun olmadığında hızla sıkılabilen ve motivasyon kaybı yaşayabilen özel yetenekli öğrenciler, derslere ve öğrenme etkinliklerine aktif olarak katıldıklarında, öğrenme süreçlerine daha derinlemesine dahil olmaktadır. Yüksek katılım düzeyleri, bu öğrencilerin içsel motivasyonunu artırmakta, ders içeriklerine ve öğrenmeye olan ilgilerini sürdürmelerini sağlamaktadır. Böylece ders içeriğini yüzeysel olarak değil, çok daha derinlemesine kavrayabilmektedirler. Katılım düzeyi, öğrencilerin eğitim süreçlerinden daha fazla verim almalarını ve öğrendiklerini günlük yaşamlarında uygulamalarını da kolaylaştırmaktadır.

Öz-düzenleyici öğrenme, öğrencilerin öğrenme süreçlerini bilinçli ve planlı bir şekilde yönetmelerine olanak tanımaktadır. Özel yetenekli öğrenciler, genellikle kendi öğrenme hedeflerini belirleme, bu hedeflere ulaşmak için stratejiler geliştirme ve bu süreçte kendilerini değerlendirme konusunda daha yüksek bir potansiyele sahiptir (Davis ve diğ., 2013). Aynı zamanda, fen bilimleri öğrenirken kendi öğrenme süreçlerini daha iyi yönetebilmekte ve öğrenme hedeflerine ulaşmada normal yetenek düzeyindeki akranlarına göre daha fazla kontrol sahibi olabilmektedirler (Tortop, 2015). Öz-düzenleyici öğrenme becerileri, öğrencilerin zorluklarla karşılaştıklarında kendi motivasyonlarını koruyabilmelerini ve öğrenme sürecini kendi başlarına sürdürebilmelerini desteklemektedir. Bu beceri, öğrencilerin kendi güçlü yönlerini tanımlarına, gelişime açık yönlerini fark etmelerine ve ihtiyaç duydukları alanlarda kendilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Özellikle fen bilimleri gibi alanlarda, bağımsız araştırma ve deney yapma becerisi, öz-düzenleyici öğrenme sayesinde daha etkili hale gelmektedir. Bu durum özel yetenekli öğrencilerin akademik yaşamlarında uzun vadeli başarılar elde etmelerine katkı sağlayabilir (Risemberg & Zimmerman, 1992).

Özel yetenekli öğrenciler, genellikle mevcut bilgi birikimlerini yaratıcı bir şekilde birleştirerek yeni fikirler üretebilir ve farklı problemlere özgün çözümler bulabilirler. Bilimsel yaratıcılık, onların fen bilimleri alanında keşif yapma ve yenilikçi projeler geliştirme motivasyonlarını desteklemektedir. Örneğin, sürdürülebilirlik gibi karmaşık bir konuda yeni

bakış açıları geliştirmek, yaratıcı düşünmeyi ve yenilikçi yaklaşımlar sunmayı gerektirmektedir. Bu şekilde hem kendileri hem de küresel problemler için fikir üretme şansı yakalayabilirler. Bilimsel yaratıcılığın teşvik edilmesi, bu öğrencilerin bilimsel araştırmalara olan ilgilerini tetiklemekte ve onları disiplinler arası düşünmeye teşvik etmektedir. Böylece, özel yetenekli öğrenciler yalnızca mevcut bilgiye bağlı kalmaz; bunun ötesine geçerek yeni fikirler üretebilir, çevrelerindeki dünyayı sorgulayabilir ve yeni çözümler geliştirebilirler. Bu nedenle, özel yetenekli öğrencilerin eğitim süreçlerinde bu üç bileşenin dengeli şekilde desteklenmesi, onların potansiyellerini tam olarak gerçekleştirmelerine ve gelecekteki başarılarına sağlam bir temel oluşturacaktır.

Bu araştırmada, özenle hazırlanmış farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımı ile özel yetenekli öğrencilerin öğrenci katılımı, öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, Metaverse teknolojilerinin bu süreçte önemli bir rol oynayarak bu becerilerin daha da güçlendirilmesine katkı sağlayacağı ön görülmektedir. Her bir öğrencinin Oculus Quest 2 VR başlıklarını takarak 3D Metaverse platformunda IVR'yi bireysel olarak deneyimlemesi, öğrencilerin sanal ortamda varlık, bedensel varlık ve eylem hissini yaşamasını sağlarken, aynı zamanda onlara bireysel eylemlerinin çevresel sonuçlarını deneyimleme imkânı sunmaktadır. Tasarımda, öğrencilerin IVR ile gerçekleştirilen öğretimden maksimum düzeyde fayda sağlamasına yönelik olarak CAMIL ve multimedya öğrenme teorisi gibi öğrenme teorileri ile abartılmış geri bildirim gibi öğretim tasarım öğeleri seçilmişlerdir. Aynı zamanda, farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımının yapısı derinlik, karmaşıklık, uygun zorluk, disiplinler arası tema (değişim teması), temel sorular, ileri düzey içerik, probleme dayalı öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme, grafik düzenleyiciler ve yaratıcılığı geliştiren öğretim tekniklerine yer verilerek oluşturulmuştur. Böylece öğrencilerin araştırmanın bağımlı değişkenleri olan katılım, öz-düzenleyici öğrenme ve bilimsel yaratıcılıklarına yönelik her iki gruptaki öğrencilerin de gelişim sağlamaları hedeflenmiştir. IVR'nin bağımlı değişkenler üzerinde olan olası katkıları da göz önünde bulundurularak deney grubundaki öğrencilerin 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış öğretimden daha fazla yararlanabilecekleri ön görülmüştür. Bu araştırma, fen eğitiminde özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış öğretimin uygulanması ve özel yetenekli öğrencilerin katılımını, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini ve bilimsel yaratıcılıklarını geliştirebilecek öğrenme ortamları sunması bakımından önemli bir katkı sağlamaktadır.

Araştırmanın önemini vurgulayan bir diğer unsur da farklılaştırılmış öğretim içeriğinin yapısıdır. Bu çalışmada, SKA'dan Temiz Su ve Sanitasyon (SKA-6), Erişilebilir ve Temiz Enerji (SKA-7), İklim Eylemi (SKA-13), Sudaki Yaşam (SKA-14) ve Karasal Yaşam (SKA-15) gibi konular öğretim içeriğine entegre edilmiştir. Disiplinler arası yapısı sayesinde bu öğretim tasarımı, özel yetenekli öğrencilerin duyuşsal ve ahlaki gelişimlerine hitap ederken, aynı zamanda üst düzey düşünme becerilerini kullanmalarına olanak sağlayacak sürdürülebilirlik odaklı konular ve öğretim çıktıları temelinde oluşturulmuştur. Schroth ve Helfer (2017), özel yetenekli çocukların sürdürülebilirlik veya çevre sorunlarını fark ettiklerinde, toplum üzerinde tehdit oluşturan bu sorunları azaltmak için harekete geçme potansiyeline sahip olduklarını belirtmektedir. Sürdürülebilirlik konularında çalışmak, özel yetenekli öğrencilerin farkındalık kazanmasını ve toplumu dönüştürme güçlerini harekete geçirmelerini sağlayabilir. Sternberg (2023) bunu 'dönüşümsel özel yeteneklilik' olarak tanımlamıştır. Bu araştırma, özel yetenekli öğrencilere potansiyellerini keşfetmeleri ve sürdürülebilirlik alanına yönelik etkili katkılarda bulunmaları için uygun fırsatlar ve teşvikler sunmayı da amaçlamaktadır (Taber, 2007).

Araştırma kapsamında geliştirilen farklılaştırılmış öğretim tasarımına ait dokümanlar ve ders planları, özel yetenekli öğrencilere eğitim veren Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM), Üstün Yetenekliler Eğitim Programları (ÜYEP), çocuk üniversiteleri ve destek eğitim odalarında görev yapan eğitimcilerle paylaşılabilir. Bu paylaşım, tasarımın yaygınlaştırılmasını ve birçok özel yetenekli öğrencinin bu öğretim yaklaşımından yararlanmasını sağlayabilir. Ayrıca, 3D Metaverse platformunda kullanılmak üzere 3D tasarım programında (Blender) hazırlanan sanal materyaller de eğitimcilerle ücretsiz olarak paylaşılabilir. Bu materyaller araştırmalara dayalı bilgiler, kanıt temelli stratejiler ve tasarım ilkeleri dikkate alınarak hazırlanmış ve özel yetenekli öğrencilere uygun olarak araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Teknoloji, i. özel yetenekli öğrencilere yönelik eğitimin daha fazla öğrenciye ulaşmasını ve daha geniş bir kitleye hizmet vermesini, ii. özel yetenekli öğrencilere sunulan eğitimin kalitesini artırarak, daha etkili ve zengin öğrenme deneyimleri sunulmasını ve iii. özel yetenekli öğrencilere yönelik eğitimi dönüştürerek yeni yönelimler ve olanaklar yaratılmasını sağlamaktadır. Bu şekilde geleneksel yaklaşımların ötesine geçilerek yenilikçi yöntemlerle eğitim dönüşmektedir (Chen, 2013). Bu bağlamda bu tez çalışmasının özel yetenekli öğrencilerin eğitimlerine yönelik yenilikçi dönüşümlere hizmet edeceği düşünülmektedir.

Oculus Quest 2 ve bir üst modeli olan Oculus Quest 3 VR başlıkları, BİLSEM’lerde kurulan yapay zekâ ile havacılık ve uzay bilimleri atölyelerinde bulunmaktadır. Çevre ve iklim değişikliği atölyeleri BİLSEM’lerde planlanmış olmasına rağmen, bu atölyelerin içerikleri henüz oluşturulmamıştır. Bu durum, geliştirilen öğretim tasarımının özellikle BİLSEM’lerde uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2024a) tarafından güncellenen fen öğretim programı (Maarif Modeli), sürdürülebilirlik okuryazarlığı ve sürdürülebilirlik eğitimi kavramlarına vurgu yapılmış, araştırmanın bağımlı değişkenleri olan bilimsel yaratıcılık ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin yanı sıra özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış öğretim uygulamalarına da dikkat çekilmiştir. Bu kapsamda, öğretim programının bu konular ve beceriler çerçevesinde yapılandırılması beklenmektedir. Bu tez çalışmasında geliştirilen öğretim tasarımının devlet okullarında ve destek eğitim odalarında uygulanma potansiyeli bulunmaktadır. VR başlıklarının bulunmadığı durumlarda, Metaverse destekli tasarımın çevrimiçi platformlar üzerinden uygulanması da mümkündür. Bu nedenle tasarımın yaygınlaştırılması ve uygulanabilirliğinin yüksek olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen materyaller, özel yetenekli öğrenciler için öğretim tasarımları hazırlayan uzmanlar ve bu öğrencilere eğitim veren öğretmenler için de önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Bu tez çalışması, özel yetenekli öğrencilere yönelik öğretim modelleri, farklılaştırılmış öğretim stratejileri ve özel yetenekli öğrenciler için program geliştirme ilkeleri kanıta dayalı araştırmalar ve teorilerden yararlanılarak tasarlanmıştır. Araştırma, on hafta süresince özel yetenekli öğrencilerden oluşan iki gruba uygulanmış ve uygulama sürecinin öncesinde, sırasında ve sonrasında veriler toplanarak değerlendirilmiştir. Araştırma, özel yetenekli öğrencilerin fen eğitimine yönelik ampirik kanıtlar sunması bakımından da alanyazına önemli bir katkı sunmaktadır.

Özetle, bu araştırma özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde farklılaştırılmış öğretim ve Metaverse destekli uygulamalarla, öğrenci katılımı, öz-düzenleyici öğrenme ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesini amaçlamaktadır. Sürdürülebilirlik odaklı bir öğretim tasarımı ile onların bilişsel, duygusal ve sosyal ihtiyaçlarına yanıt verirken, potansiyellerini en üst düzeye çıkaracak yenilikçi ve kanıta dayalı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu bağlamda, araştırma hem geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek eğitimde dijital teknolojilerin kullanımına ışık tutmakta hem de özel yetenekli öğrencilerin eğitimine yönelik yeni stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

1.4. Sayıtlar (Varsayımlar)

- i. Deney ve kontrol gruplarının, kontrol edilemeyen değişkenlerden eşit şekilde etkilendiği kabul edilmiştir.
- ii. Ders planları, etkinlikler ve veri toplama araçlarına ilişkin görüşleri alınan uzmanların, bu süreçte samimi ve dürüst davrandıkları varsayılmıştır.
- iii. Öğrencilerin, ön test ve son test veri toplama araçlarına ve görüşme sorularına verdikleri yanıtların dürüst ve gerçeği yansıttığı kabul edilmiştir.
- iv. Deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilerle herhangi bir etkileşimde bulunmadığı varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırma şu sınırlılıklar çerçevesinde yürütölmüştür:

- i. 2023-2024 eğitim-öğretim yılı,
- ii. Türkiye'nin batısında yer alan ve yoğun nüfuslu bir ilde bulunan bir BİLSEM'de Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programı (BYF-2) kapsamında öğrenim gören özel yetenekli öğrenciler,
- iii. İmedu 3D Metaverse Platformunda IVR bileşeni kullanılarak gerçekteştirilen uygulamalar,
- iv. Araştırma bulgularının benzer gruplara genellenebilirliği,
- v. Kullanılan ölçme araçları,
- vi. On haftalık uygulama süresi ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Farklılaştırma; farklı hazırbulunuşluk düzeylerine (mevcut bilgi, anlayış ve öğretim programlarındaki gereksinimlerine yönelik beceriler), gelişen ilgi alanlarına ve içerikle etkileşim kurma tercihlerine (öğrenme profili) sahip olan çeşitli öğrencilere yönelik planlama

ve öğretime bütüncül bir yaklaşımı ifade etmektedir. Bu yaklaşımın amacı, her bir öğrencinin öğrenme gelişimini en üst düzeye çıkarmaktır (Tomlinson, 2017).

Metaverse, insanların avatarları aracılığıyla kendilerini ifade ettiği, sosyalleştiği, diğer kullanıcılar ve dijital nesnelerle etkileşim kurabildiği ve gerçek dünyayı genişleten sürükleyici bir sanal ortam olarak tanımlanabilir (Kalınkara & Özdemir, 2022, s.55).

3D Metaverse Platformu, çevrimiçi sosyal ağların ve VR teknolojilerinin birleşimini ifade etmekte ve sosyal VR olarak da ifade edilmektedir. Sosyal VR, kullanıcıların sanal dünyada bir avatar olarak birbirleriyle etkileşime girmelerine, fiziksel dünyadaymış gibi iletişim kurmalarına ve işbirliği yapmalarına olanak tanımaktadır. Sosyal medyanın geleceği ve Metaverse'ün önemli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir (Cheng ve diğ., 2022). Aynı zamanda, sosyal sanal gerçeklik göze çarpan pratik bir değere sahiptir. Bu araştırmada 3D Metaverse platformu olarak Imedu (imedu.io) kullanılmıştır.

IVR, sürükleyici sanal gerçeklik anlamına gelmektedir. Oculus Quest 2 VR başlıklarını takarak öğrenciler IVR deneyimi yaşamaktadırlar.

Davranışsal katılım, öğrencilerin çaba gösterme, dikkat etme ve derse hazır bulunma durumlarını ifade eder (Skinner ve diğerleri, 2009). Duygusal katılım, derse ve öğrenme sürecine yönelik ilgi, coşku ve keyif gibi olumlu duyguları kapsar (Skinner ve diğerleri, 2009). Bilişsel katılım, bilinçli hedefler belirleme, derin düşünme ve öz-düzenleyici stratejiler kullanmayı içerir (Gibbs & Poskitt, 2020). Sosyal katılım, akranlar ve yetişkinlerle nitelikli sosyal etkileşimler kurmayı ifade eder (Wang ve diğerleri, 2016).

Öz-düzenleyici öğrenme, öğrencilerin öğrenme süreçlerini değerlendirerek yeni hedefler belirlediği ve stratejiler kullandığı bir modeldir (Schunk & Zimmerman, 2012).

Bilimsel yaratıcılık ise, bilim alanında özgün ve faydalı fikirler üretme becerisidir (Sak & Ayas, 2013).

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Zekâ ve Özel Yetenek

Küçük bir kız çocuğu, bir saat boyunca test uygulayıcısı ile birlikte zaman geçirir. Bu süre zarfında, çocuğun bilgi düzeyini (örneğin, "Amerika'yı kim keşfetti?", "Mide nasıl çalışır?"), kelime dağarcığını ("Saçmalık ne anlama gelir?", "Çan kulesi nedir?"), aritmetik yeteneğini (örneğin, "Her biri sekiz sent olan üç şeker çubuğunu kaçta alabilirsin?"), sayıları hatırlama kapasitesini (örneğin, 5, 1, 7, 4, 2, 3, 8 şeklinde bir dizi sayıyı) ve iki nesne arasındaki benzerlikleri anlama kabiliyetini (örneğin, dirsek ile diz veya dağ ile göl) ölçmeye yönelik sorular sorulur. Ayrıca, kız çocuğundan başka görevleri de yerine getirmesi istenebilir, örneğin bir labirenti çözmek veya bir dizi resmi, bir hikâyeye anlatacak şekilde sıralamak gibi. Testin sonunda uygulayıcı, kızın yanıtlarını değerlendirir ve bir sonuç elde eder - zekâ katsayısı ya da IQ puanı. Bu sayı, gelecekte öğretmenlerinin onu nasıl değerlendireceğini etkileyebilir ve ona sunulacak fırsatlar konusunda belirleyici olabilir. IQ puanına verilen önem tamamen haksız sayılmaz. Bu puan, kişinin yaşam boyu başarısını öngörmeye mükemmel olmasa da, okul performansı açısından bir gösterge niteliği taşır (Gardner, 2011).

Çoklu Zekâ Kuramını ileri süren nöropsikoloji ve gelişim uzmanı Gardner'dan (2011, s. 3) doğrudan alınan yukarıdaki örnek olay dünyanın birçok yerinde birçok kez tekrar etmekte, genellikle IQ testi sonucuna büyük önem verilmektedir. Farklı kültürel çevrelere, farklı yaş gruplarına bir uzman ile ya da kâğıt kalem testi şeklinde IQ testlerinin farklı versiyonları uygulansa da değişmeyen tek şey IQ testlerinin insanların ne kadar zeki olduğunu anlamak için yaklaşık yüz yıldır kullanılıyor olduğudur. Türkiye'de de özel yetenekli, üstün zekâlı, üstün yetenekli ya da üstün zekâlı ve yetenekli olarak isimlendirilen ve akranlarından farklı gelişimsel özellikler gösteren bu popülasyonun tanımlanmasında sıklıkla IQ testleri kullanılmaktadır (Bildiren & Çitil, 2022). Son yıllarda, yaşlılarına kıyasla daha hızlı öğrenen; yaratıcılık, sanat, liderlik kapasitesi yüksek olan; belirli akademik alanlarda özel yeteneklere sahip, soyut kavramları anlayabilen; ilgi alanlarında bağımsız hareket etmeyi tercih eden ve üstün performans sergileyen bireyler özel yetenekli bireyler olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2024). Bu tanım, alanyazındaki önemli tanımlarla örtüşmektedir (Clark, 2015; Davaslıgil, 2004; Marland Raporu, 1972). Özel yetenekli bireylerin eğitim aldığı resmi kurumlar olan Bilim ve Sanat Merkezlerine (BİLSEM) öğrenci seçiminin son aşamasında, yalnızca bireysel

zekâ testlerinden alınan puanlar dikkate alınmaktadır (Güçyeter ve diğ., 2017; Sak ve diğ., 2015). Bir başka deyişle *Türkiye’de özel yetenekliliğin tanımlanmasında değil ancak tanınmasında* zekâ testleri önemli bir yere sahiptir.

Uluslararası alanyazında özel yetenekliliğin tanımı konusunda önemli ölçüde farklılıklar bulunmaktadır (Kaufman & Stenberg, 2008; Pfeiffe ve diğ., 2018; Reis & Renzulli, 2023; Stenberg & Ambrose, 2021). Klasik yaklaşımlar, özel yetenekliliği genellikle genel zekâ faktöründe (g-faktörü) yüksek puanlar alma ile ilişkilendirirken (Terman, 1925; akt. Davis ve diğ., 2014), güncel yaklaşımlar bu kavramı çok boyutlu bir çerçevede ele almakta ya da sabit eğilimler yerine yetenek gelişimine odaklanmaktadır (Gagne, 2023; Gardner, 2011; Wornell ve diğ., 2019).

Bu bölümde öncelikle zekâyâ yönelik bakış açıları kronolojik bir sırayla ele alınmakta, sonrasında zekâ ve yeteneğe farklı bakış açılarını içeren üstün zekâ ve özel yetenek kuramları/modelleri açıklanmaktadır.

2.1.1. Zekâyâ Bakış Açıları

Zekâ, bireyin öğrenme, problem çözme, akıl yürütme, karar verme gibi bilişsel becerilerini ve çevresine uyum sağlama becerilerini kapsayan, çok yönlü ve dinamik bir zihinsel kapasitedir (Avcu & Emir, 2021). Zekâ çalışmalarının geçmişi yüzyıllar öncesine dayansa da gerçek anlamda ilk bilimsel çalışmalar Francis Galton’un 19. yüzyılın ikinci yarısında yaptığı araştırmalarla başlamıştır (Avcu & Emir, 2021).

Psikolojinin bilim dalı olmadığı zamanlarda dahi öğretim mahiyetinde de olsa zekânın çeşitli bakış açılarını yansıtacak şekilde felsefenin konuları arasında yer aldığı bilinmektedir (Sak, 2014). Platon (M.Ö. 428-348) insan ruhunun boyutlarını tanımlarken duygu ve iştah ile zihne yer vermiştir. Aristoteles (M.Ö. 384-322) ruhu bilişsel (duyum, algı, hayal gücü, akıl yürütme) ve duyuşsal olarak iki boyutta ele almıştır (Çoban, 2020). İbn-i Sina (830-1037), insanı diğer canlılardan ayıran en önemli özelliğin akıl olduğunu ve insan aklının duyuların yardımına ihtiyacı olduğunu belirtmiştir. Zekâ duyuların bir fonksiyonudur. Duyular aracılığıyla temel kavram ve önermelere, aynı zamanda deneyime dayalı bilgilere ulaşılır. İbn-i Sina’nın zekâyâ bakış açısı İnsan Nefs-i Ameli ve Kuramsal Akıl Görüşü olarak bilinir (Gürel & Tat, 2010).

Francis Galton, bireysel farklılıkları ilk defa sistematik bir biçimde incelemiştir. 1849 yılında kaleme aldığı “Kalıtsal Deha Kanunları ve Sonuçları Üzerine Bir Araştırma” adlı eserinde, insanlar arasındaki bireysel farklılıkların doğuştan olduğunu kanıtlamaya çalışmıştır (Titrek, 2016). Galton’un ortaya koyduğu kalıtsal zekâ yaklaşımına göre bilgi edinme kanalları olarak duyular, bilişsel kapasitenin temelini oluşturmakta ve zekâ genel bir kapasite olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle duyusal ayırt edicilik düzeyi ile zekâ düzeyi arasında doğru orantı bulunmaktadır (Sak, 2014). Galton, duyuları ölçmeye önem vermiştir. Sesleri ölçmek için 'Galton Düdüğü' ve 'Serbest Çağrışım Testleri'ni geliştirmiş, uzunlukları ölçmek amacıyla da 'Galton Bar' adını verdiği bir araç tasarlamıştır (Kuzgun & Deryakulu, 2004). Galton ile başlayan bireysel farklılıkların incelenmesi akımına 1904 yılında zekâ çalışmalarına yaptığı katkılarla Alfred Binet de katılmıştır. Binet’ye göre, bireylerin zekâları hakkında güvenilir bilgi edinmenin yolu, onlara yüksek düzeyde zihinsel işlemler yapmayı gerektiren problemler sunmak ve problem çözme sürecinde neler yaptıklarını gözlemlemektir (Titrek, 2016). Galton’un zekâyı duyuları ölçerek ortaya koyma düşüncesine karşı çıkarak zekâyı akıl yürütme, karar verme, soyutlama ve bellek gibi daha karmaşık yeteneklerin meydana getirdiğini ileri sürmüştür (Gündoğdu, 2020).

İngiliz psikolog ve psikometrik yaklaşımın temsilcisi Charles E. Spearman, 1927 yılında iki faktör (çift etmen) kuramını ileri sürmüştür. Kurama göre zekâ her türlü zihinsel etkinlikte rol oynayan genel yetenek (g faktörü: ortak bir zihinsel enerji) ve belirli bir zihinsel etkinlikte rol oynayan özel yeteneklerden (s faktörü: ihtiyaç duyulan zihinsel güç) oluşmaktadır. Zihinsel bir etkinliğin gerçekleşmesi için her ikisine de ihtiyaç duyulur (Özgüven, 1994). Özel yeteneklerin sayısı, farklı zihin gücü gerektiren zihinsel etkinliklerin sayısı kadar çok olabilir. Bu nedenle bir zihinsel etkinlikte işe koşulan genel ve özel yetenek oranları farklı olabilir. Kişiye özgü özel yeteneklerden bahsedilmiş olsa da Spearman’a göre zekâ, tekil bir yapıda olup tek bir genellenebilir g faktöründen oluşmaktadır (Saban, 2010). Spearman g faktörünün içeriğinde, “genel bilgi, benzerlikler, aritmetik, sözcük dağarcığı, yargılama, resim tamamlama, resim düzenleme, küplerle desen, parça birleştirme ve şifre” yer almaktadır (Gündoğdu, 2020, s. 167).

Edward Thorndike 1930 yılında zekâyı soyut, mekanik ve sosyal zekâ yaklaşımı ile ele almıştır. Spearman’ın g faktörüne karşı çıkarak, zekâyı birbirinden bağımsız faktörlerin oluşturduğunu ileri sürmüştür. Soyut zekâ sayı, sembol, sözcük ve formülleri anlama, kavrama ve kullanma ile açıklanabilir. Motor ve makine gibi çeşitli teknik mekanizmaları

anlama, öğrenme ve kontrol edebilme mekanik zekâ ile ilgilidir. Sosyal zekâ ise insanları tanıma, anlama, insan ilişkilerinde ölçülü olabilme vb. davranışlarda kendini göstermektedir (Demirel ve diğ., 2006). Zihinsel bir problemin çözümünde sözcük anlamı, aritmetik akıl yürütme, kavrama ve ilişkileri görsel bir biçimde algılama olmak üzere üç faktör devreye girer. Ek olarak zekânın seviye, genişlik ve hız olmak üzere üç yönü bulunmaktadır (Saban, 2010).

Amerikalı psikolog Louis Leon Thurstone, 1938 yılında “grup faktör kuramı” olarak bilinen çok faktörlü zekâ kuramını geliştirmiştir. Thurstone, birbirinden bağımsız olarak çalıştığını belirlediği ve “temel zihinsel yetiler” olarak isimlendirdiği yedi faktörden söz etmektedir. Bu yetenekler şu şekilde sıralanabilir: Uzamsal, algısal, sayısal, sözel, konuşma, hafıza ve usavurum (mantıksal düşünme) (Özden, 2014; Özgüngör, 2021). John Horn ve Raymond Cattell, 1966 yılında akıcı zekâ (Gf) ve kristalize zekâ (Gc) olarak adlandırdıkları iki faktörle zekâyı betimlemiştir. Kristalize zekâ eğitim ve deneyim yoluyla edinilen global yetenekler olarak, muhakeme ve bellek gibi doğuştan gelen zekâ gücü ise akıcı zekâ olarak ifade edilmektedir (Eripek, 2019). Joy Guilford, 1967 yılında Thurstone’un çok faktörlü zekâ kuramını geliştirerek zihin yapısı modeli ismini verdiği modelde yer alan 120 olası yeteneği düzenlemek üzere üç boyutlu bir sınıflama sistemi geliştirmiştir. Bu sistemde zekânın (a) düşünürken kullanılan zihinsel işlem çeşitleri, (b) düşünme sürecinin içerdiği içerik çeşitleri ve (c) düşünmenin sonuçları olarak ürün çeşitleri olmak üzere üç yüzü vardır (Ün Açıkgoz, 2014).

Zekâ gelişimi konusundaki mihenk taşlarından biri olan ve 1970 yılında ortaya koyduğu bilişsel gelişim kuramıyla tanınan Jean Piaget’e göre, çevreye biyolojik olarak uyum sağladığımızda zihinsel olarak da uyum sağlamış oluruz. Zekâ, a) organizmanın çevreye uyumudur (bu uyum sayesinde birey-çevre etkileşimi gerçekleşir), b) zihinsel yapılarla çevre arasındaki sürekli yenilenen denge halidir ve c) zihinsel işlemler sistemidir (Eripek, 2019; Wadsworth, 2015). Yirminci yüzyılın son çeyreğine geldiğimizde tekil zekâ anlayışının antitezi şeklindeki çalışmalar devam etmiş, zekânın çoğul yapısı ve farklı yönlerine yönelik bakış açıları çağcıl anlayış çerçevesinde geliştirilmeye devam edilmiştir.

Peter Salovey ve John Mayer 1983 yılında ilk defa duygusal zekâ kavramını kullanmış ve duygusal zekâ kuramını ileri sürmüşlerdir. Duyguları doğru bir şekilde algılama, kullanma, anlama ve yönetme olmak üzere dört duygusal yetenek olduğunu dile getirmişlerdir (Gürel &

Tat, 2010). Aynı yıl içinde Howard Gardner, bireylere özgü zekâ profillerinin ve farklı zekâ alanlarının olduğunu belirterek ortaya koyduğu çoklu zekâ kuramıyla dünya çapında büyük bir yankı uyandırmıştır. Amerikalı ünlü psikolog Robert J. Sternberg, triarşik (üçlü) zekâ kuramı ya da başarılı zekâ kuramında, zekânın bir bireyin güçlü ve zayıf özelliklerinin farkında olarak çevresine başarılı bir şekilde uyum sağlamasına imkân veren bilişsel becerileri içerdiğinden söz etmiştir. 1985'te ortaya konulan üçlü zekâ kuramına göre zekâ, birbiriyle etkileşim halinde işleyen fakat birbirinden farklı üç süreçten oluşur. Bunlar yürütücü biliş, performans süreci ve bilgi edinme sürecidir (Özgüngör, 2021). Bu üç sürecin de etkileşim içinde olduğu üç tür zekâ vardır. Bireyler pratik zekâ, analitik zekâ ve yaratıcı zekâ boyutları arasında denge kurabildiklerinde ya da en az birinde iyi olduklarında başarılı olabilirler (Sak, 2014).

1990lı yıllarda zekâ çalışmaları devam etmiş Stephen J. Ceci, psikobiyolojik ve çoğul bir zekâ anlayışıyla bazı zihinsel etkinliklerde cinsiyet farklılıklarını dile getirmiş, zihinsel eylemlerin biyolojik yapı kadar yaşam deneyimlerinden ve ortam şartlarından etkilendiğini belirtmiştir (Ceci, 1990). Daniel Goleman, Peter Salovey ve John Mayer'ın duygusal zekâ kuramının popülerliğini arttırmış ve duygusal yetenekler çerçevesi kapsamında 1998 yılında duygusal zekânın beş boyutu olduğunu ileri sürmüştür. Bunlar; öz-farkındalık, öz-denetim, empati, güdülenme ve sosyal becerilerdir (Somuncuoğlu, 2005). Goleman'a göre duygusal zekâ boyutlarında yer alan beceriler, Gardner'ın sosyal ve özdedönük zekâ alanlarında tanımladığı becerilere ilişkin ayrıntılarda yer almaktadır (Bümen, 2005).

Yüzyıllar öncesinden günümüze zekâ farklı bakış açıları ile ele alınmış, farklı bakış açıları eğitim politikaları ve uygulamalarına yansımıştır. Tüm öğrencilere etkili öğrenme ortamları sunabilmek adına derin bir bakış açısına sahip olabilmemiz için zekâyâ ilişkin bakış açıları hakkında kısa ve öz de olsa bilgimiz olması önemlidir. Zekâyâ ilgili bilinmesi gereken bir diğer husus da geçmişten günümüze zekânın nasıl ölçüldüğüdür.

2.1.2. Zekânın Ölçülmesi

Zekânın tekil değil, birçok faktörden oluştuğu anlayışı, zekânın ölçülmesini zorlaştırmış (Özden, 2014) ve kültürel farklılıkların bu sürece etkisi, zekâ testlerine yönelik eleştirilerin artmasına neden olmuştur. Hatta zekâ ölçümleriyle ilgili olarak “*zekâ, testlerin ölçtüğü şeydir.*” eleştirisi yapılmıştır (Boring, 1923, akt. Hunt, 2005, s.5).

Genetik faktörler (kalıtım) ve çevrenin etkileşimi ile belirlenen zekâ dolaylı bir şekilde ölçülebilir, gözlemlenebilir ya da tanımlanabilir. Zekâ testleri, bireyleri tanıma teknikleri arasında yer alan ve zekânın ölçülmesinde uzun yıllardır kullanılan psikolojik araçlardır (Demirel ve diğ., 2006). Zekâ bölümü olarak ifade edilen IQ, öğrencilerin belirli bir türdeki öğretimden yararlanma düzeyleri ve öğrenmeleri üzerinde etkili olabilecek bireysel bir özelliktir (Şahin, 2020). Bireyi tanımanın en genel amacı, elde edilen bilgilerin bireyle paylaşılıp bireyin kendisini tanımasına yardımcı olmaktır (Özgüven, 2014). Bireyi tanıma çalışmaları; a) bir bireyde hangi niteliklerden ne kadar bulunduğu, b) bir bireyin diğerlerinden hangi yönleriyle farklı olduğu ve c) bireyin sahip olduğu özellikler bakımından bir bütün olarak en üst düzeyde gelişmesine nasıl katkıda bulunulacağı üzerine odaklanmaktadır (Yıldırım, 2019). Zekâ testlerinin tek başına değil diğer bireyi tanıma teknikleri ile kullanılması önerilmektedir (Stenberg ve diğ., 2001). Böylece bireyin kendisini tanıyarak gelişmesine, çevresine ve değişikliklere uyum sağlamasına ve eğitim ortamlarından yeterli düzeyde yararlanmasına katkı sağlanabilir.

İlk formel zekâ testi, Fransız hükümetinin verdiği görev üzerine Alfred Binet ve öğrencisi Theodore Simon tarafından, zihinsel olarak normalin altında olan ve okul döneminde başarısız olabilecek öğrencilerin erkenden tespit edilmesi ve bu öğrencilere uygun rehberlik hizmetinin verilebilmesi amacıyla 1905 yılında geliştirilmiştir (Sak, 2014). Binet ve Simon, okul başarısı için bir çocuğun gerçekleştirmesi gereken bilişsel görevleri belirleyerek çocukların zihinsel yaşlarına uygun olarak test sorularını hazırlamıştır. Örneğin 12 yaş grubundaki soruları 12 yaşındaki öğrenciler çözebilir, bu sorular kronolojik yaşı 7 olan bir öğrenci tarafından çözülebiliyorsa o öğrencinin zekâ yaşı 12'dir. 5 yaşındaki bir çocuğun 12 yaş performansı göstermesi ile 7 yaşındaki bir çocuğun 12 yaş performansı göstermesi arasındaki farkın anlaşılabilmesi için test standartlaştırılmıştır (Özgüngör, 2021).

Stanford Üniversitesi öğretim üyesi Lewis Terman, Binet-Simon ölçüm yöntemini binlerce çocuğa uygulayarak çocukların yaş seviyesine uygun normlar oluşturulmuştur. W. Stern'in IQ (zekâ katsayısı) kavramı da kullanılarak Stanford-Binet zekâ testi ortaya çıkmıştır. Teste göre IQ, zekâ yaşının kronolojik yaşa bölümünün yüzle çarpılmasıyla elde edilir (Gündoğdu, 2020, Özden, 2014). Stanford-Binet testinden 40 ile 160 arasında puan alınabilir, 40-54 puan arası zekâda orta düzeyde bozulma veya gecikmeyi, 80-89 puan ortanın altı zekâyı ve 130-144 puan arası üstün zekâlı ve yetenekli ya da gelişmiş zekâyı ifade eder. 144-160 puan arası ise çok yüksek zekâyı ifade etmektedir (Kaufman, 2009). Test, 2-18 yaş

grubuna bireysel olarak uygulanır. Testte zekâ bölümünü değerlendirmek için 14 alt test bulunmaktadır. Bunlar; ince motor becerileri, mekânda yönelme, muhakeme, kavram, görsel ayırma, soyutlama, ince el koordinasyonu, el-göz koordinasyonu, sözel ifade, aritmetik beceri, kısa süreli hafıza, görsel hafıza, görsel dikkat ve anlık işitsel dikkattir (Aşar, 2020). Stanford-Binet zekâ testi 20. yüzyıl süresince zekâ araştırmaları ve çalışmalarını derinden etkilemiştir. Stanford-Binet'ten sonra geliştirilen zekâ testlerinin çoğunluğu bu testin bir türevi şeklindedir (Sak, 2014).

Zekâ puanları hesaplanırken zihinsel yaş yerine artık aynı yaştaki diğer bireylerin performanslarına göre oluşturulan normlar değerlendirilmekte ve bireylerin zekâ puanları bu şekilde hesaplanmaktadır (Özgüngör, 2021). Bu kapsamda en yaygın olarak bilinen test, David Weshler tarafından hastanedeki klinik deneyimlerinden yola çıkarak geliştirdiği Weshler Zekâ Testidir. Bu test, üç takım halinde olup dört yaşından başlayarak her yaş düzeyindeki kişilerin zekâ düzeylerini ölçmek için kullanılmaktadır (Gündoğdu, 2020). Weshler zekâ testlerinden Weshler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği-IV (WISC-IV) çocuk ve ergenlerin (6 yaş-16 yaş 11 ay) zekâlarının bireysel bir şekilde ölçülmesi için geliştirilmiştir (Uluç ev diğerleri, 2011). WISC-IV'te önceki sürümlerinden farklı olarak 4 farklı birleşik küme puanı elde edilmektedir. Bunlar, Sözel Kavrama, Algısal Akıl Yürütme, Çalışma Belleği ve İşleme Hızı" şeklindedir. "Sözel kavrama birleşik küme puanı" (benzerlikler, sözcük dağarcığı, kavrama, genel bilgi i sözcük bulma alt testleri); eğitim ve öğretim yoluyla kazanılmış sözel bilgiyi ve bunların yeni durumlara uyarlanmasını değerlendirilerek hesaplanır. "Algısal akıl yürütme birleşik küme puanı" (küplerle desen, resim kavramları, mantık yürütme kareleri, resim tamamlama alt testleri), görsel materyali yorumlama-organize etme ve problemin çözümü için hipotez kurma-test etmenin değerlendirilmesini içerir. "Çalışma belleği birleşik küme puanı" (sayı dizisi, harf-rakam dizisi, aritmetik alt testleri), çalışma belleği, dikkatin devamlılığı, zihinsel kontrol ve konsantrasyon ile ilgilidir. "İşleme hız birleşik küme puanı" (şifre, simge arama, çiz çıkar alt testleri), görsel olarak algılanan sözel olmayan bilginin işlenmesini değerlendirir. Birleşik küme puanlarının toplamı Tüm Ölçek Zekâ Puanı'nı verir (Altinoğlu Dikmeer, 2020, syf.50-54).

Anadolu Sak Zekâ Testi (ASİS), Türkiye'nin ilk yerli zekâ testi olarak bilinmektedir. 4-12 yaş arasındaki çocuklara bireysel olarak (25-45 dakika) uygulanır. ASİS, çağcıl zekâ kuramlarından Cattell-Horn-Carroll zekâ modeli temel alınarak Üstün Yetenekliler Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜYEP) araştırma ekibi tarafından geliştirilmiştir. ASİS,

Sözel Analogik Muhakeme (SAM), Sözcüklerin Anlamları (SAN), Görsel Analogik Muhakeme (GAM), Görsel Zihinsel Esneklik (GES), Sözel Kısa Süreli Bellek (SKB), Görsel Ardıl Bellek (GAB) ve Görsel Eşzamanlı Bellek (GEB) olmak üzere yedi alt testten oluşmaktadır. Ayrıca genel zekâ indeksi, sözel potansiyel indeksi, görsel potansiyel indeksi, bellek kapasitesi indeksi, sözel IQ, görsel IQ, sözel kısa süreli bellek indeksi ve görsel-uzamsal işleyen bellek indeksi olmak üzere sekiz farklı performans profili sunmaktadır (Sak ve diğ., 2016). Söz konusu zekâ testleri dışında bireylerin zekâları hakkında değerlendirmelerde bulunabilmek için şu testler de kullanılmaktadır: Leiter Zekâ Testi, Porteus Labirentleri Testi, Kaufmann Kısa Zekâ Test-K-BIT, Cattell Zekâ Testi 2A, Kent E-G-Y Zekâ Testi, Raven Progresif Matrisler Testi, Kohs Küpleri Testi, Goodenough-Harris İnsan Resmi Çizme Testi, Temel Kabiliyetler Testi-TKT, Temel Yetenek Testi-TYT, Farklı Yetenekler Testi-DAT (Arıtan, 2020; Gündoğdu, 2020).

2.1.3. Üstün Zekâ ve Özel Yetenek Kuramları

Üstün zekâ ve özel yeteneğe yönelik modeller, potansiyel zihinsel yeteneklere (ability) odaklananlar, çevresel fırsatlarla etkileşim içinde yetenek (talent) gelişimine odaklananlar ve en az iki modeli birleştirenler olarak sınıflandırılabilir (Worrell ve diğ., 2019). Türkçe alanyazında üstün zekâ, üstün zekâ ve yetenek kavramları yerine özel yetenek kavramı kullanılmaktadır (Güçyeter ve diğ., 2017). Bu tez çalışmasında da özel yetenek kavramı (giftedness) üstün zekâ, üstün zekâ ve yetenek kavramlarını karşılayacak şekilde “özel yeteneklilik” olarak kullanılmıştır.

Özel yeteneklilik, en yaygın olarak yüksek düzeyde bilişsel yetenek (genel zekâ faktörü ya da IQ) şeklinde kavramsallaştırılmakta ve bu değişken, özel yeteneklilik modellerinin çoğunda merkezi bir rol oynamaktadır. Ancak günümüz yaklaşımları, özel yetenekliliği yalnızca genel zekâ ile sınırlamayıp, diğer zekâ teorileri ve alana özgü yetenekleri de içerecek şekilde genişletmektedir (Davis ve diğ., 2014; Worrell ve diğ., 2019). Özel yetenekliliği yüksek düzeyde bilişsel yetenekle ilişkilendiren özel yeteneklilik modelleri şu şekilde özetlenebilir:

- Terman'ın Genel Zekâ Modeli: Terman, özel yetenekliliği yüksek IQ ile tanımlamış ve özel yetenekli bireylerin zekâ gelişimlerini boylamsal olarak incelemiştir. Terman'ın çalışmaları, özel yetenekliliğin genel zekâ (g) ve yüksek IQ üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır (Davis ve diğ., 2014).

- Sternberg'in Üçlü Zekâ Kuramı: Sternberg, özel yetenekliliği analitik zekâ (genel yeteneklere en yakın olan), yaratıcı zekâ (yenilikçi problem çözme) ve pratik zekâ (günlük problemleri çözme) olmak üzere üç farklı ama birbiriyle ilişkili zekâ türü olarak tanımlamaktadır. Özel yetenekli bireylerin bu üç alanda da farklı düzeylerde yetenekli olabileceğini öne sürer (Özgüngör, 2021).
- Gardner'ın Çoklu Zekâ Kuramı: Gardner, zekâyı biyopsikolojik bir potansiyel olarak tanımlamakta ve bu potansiyelin kültürel bir bağlamda aktif hale gelerek problemlerin çözülmesine veya değerli ürünlerin yaratılmasına olanak tanıdığını savunmaktadır. Gardner zekânın dilsel, mantıksal-matematiksel, müzikal, bedensel-kinestetik, uzamsal, kişiler arası, içsel, doğa bilimleri, ruhsal ve varoluşsal gibi farklı alanlarda kendini gösterebileceğini öne sürmektedir (Avcu & Emir, 2021).
- Stanley'nin Yetenek Arama Modeli: Stanley, özel yetenekliliği matematiksel ve sözel yetenek alanlarında olağanüstü (en üst %1) performans olarak tanımlamaktadır. Bu model yetenekli öğrencilerin belirli alanlardaki yüksek performanslarını, üst düzey seviyelerdeki başarı testleriyle değerlendirerek uygun eğitimle buluşturmayı hedeflemektedir (Wai ve diğ., 2009).

Yetenek gelişim modelleri, bilişsel yeteneklere odaklanan modellerinden birkaç temel noktada ayrılmaktadır. İlk olarak, çocukluk dönemindeki özel yeteneklilik potansiyelinin geliştirilmesi gerektiğine vurgu yapmaktadırlar. İkinci olarak, motivasyon gibi psikolojik faktörlerin, bu potansiyelin tam anlamıyla bir yeteneğe dönüşmesinde önemli bir rol oynadığını belirtirler. Son olarak, bu modeller genellikle hem akademik hem de akademik olmayan alanlarda geçerlidir (Worrell ve diğ., 2019). Yetenek gelişim modelleri şu şekilde özetlenebilir:

- Tannenbaum'un Yetenek Gelişimi Modeli: Tannenbaum, özel yetenekliliği çocuklukta potansiyelin geliştirilmesi durumu olarak tanımlamakta ve bunu genel yetenek, alanlara özgü yetenekler, dış destek, psikososyal beceriler ve şans faktörleriyle ilişkilendirmektedir (Tannenbaum, 1986, akt. Sak, 2014).
- Renzulli'nin Üç Halkalı Özel Yeteneklilik Modeli: Renzulli, özel yetenekliliği görev bağlılığı, yaratıcılık ve ortalamanın üzerindeki yeteneklerin kesişimi olarak tanımlar. Bu model, öğrencilerin yaratıcılık ve üretkenliklerini geliştirmek için çeşitli

zenginleştirme fırsatları sunan bir okul temelli programlamaya dönüştürülmüştür (Renzuli, 2021).

- Gagné'nin DMGT (Ayrımsal Üstün Zekâ ve Yetenek) Modeli: üstün zekâ (giftedness) ve yetenek (talent) kavramlarını birbirinden ayırarak, doğal yeteneklerin (giftedness) sistemli bir gelişim süreciyle yeteneğe (talent) dönüştüğünü açıklayan bir modeldir. Bu modele göre üstün zekâlılık, bireyin doğal olarak sahip olduğu ve yaşadığı çevredeki fırsatlarla etkileşim içinde gelişebilecek potansiyel yeteneklere işaret etmektedir. Yetenek ise, bu doğal yeteneklerin sistematik bir şekilde geliştirilmesi sonucu belirli bir alanda üstün bir ustalık düzeyine ulaşılması olarak tanımlanmaktadır. DMGT, bu sürecin başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için kişiler arası ve çevresel katalizörlerin rolünü vurgular, böylece bireyin doğal yeteneklerinin etkili bir şekilde yeteneğe dönüşmesini sağlamaktadır (Gagne, 2010).
- Piirto'nun Piramit Modeli: Piirto, özel yetenekliliği genetik temeller, kişilik özellikleri, bilişsel yetenekler ve yeteneklerin en tepeye konumlandığı dört seviyeli bir piramit olarak görmektedir. Modelde, çevre ve şans faktörlerinin yetenek gelişimi üzerindeki etkisi de vurgulanmaktadır (Piirto, 2009).
- Ziegler'in Aktiyotop Modeli: Bu model, özel yetenekliliği birey ve çevre arasındaki dinamik etkileşim olarak tanımlamaktadır. Bireyin hedeflerine ulaşma motivasyonu, yeteneklerini geliştirme bilinci ve toplumun bu yetenekleri destekleme isteği modelin temel unsurlarıdır (Ziegler ve diğ., 2013).
- Bloom'un Modeli: Bloom, özel yetenekli bireylerin yetişmesinde öğretmenlerin sağladığı deneyimlerin önemli olduğunu savunmaktadır. Modelde, ilk aşamada konuya ilgi uyandırma, ikinci aşamada beceri ve bilgi geliştirme, üçüncü aşamada ise rehberlik ve alanında yaratıcı katkılar yapma aşamaları öne çıkmaktadır (Bloom, 1985, akt. Worrell ve diğ., 2019).
- İleri Akademik Model: Bu model, özel yetenekli öğrencilere yönelik akademik performansı artırmayı hedeflemekte ve tüm sınıfa yönelik zorlayıcı (challenging) müfredat önermektedir. Özel yetenekliliği tanımlamak yerine, mevcut müfredatın ihtiyaçlarını karşılayamadığı öğrenciler için öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun programlar tasarlamayı savunmaktadır (Peters ve diğ., 2021).

- Dai'nin Bağlamsal, Dinamik ve Ortaya Çıkan Modeli: Dai özel yetenekliliği, birey ve çevre arasındaki etkileşimlerin zaman içinde gelişmesiyle ortaya çıkan dinamik bir süreç olarak görmektedir. Bu model, özel yetenekliliği sabit bir özellik olarak değil, sürekli değişen ve gelişen bir yeterlilik olarak tanımlamaktadır (Dai, 2018).
- Ericsson'un Bilinçli Pratik Modeli: Ericsson, özel yetenekliliği uzmanlık performansı olarak tanımlamakta ve bu performansın "bilinçli pratik" yoluyla geliştirildiğini savunmaktadır. Yetenekli bireylerin uzun süreli ve odaklanmış pratik yaparak üstün başarıya ulaşabileceğini öne sürmektedir (Ericsson & Pool, 2016).

Bilimsel Üretkenlik/Sanatsal Yaratıcılık (SP/A) Modeli, Multifaktöriyel Gen-Çevre Etkileşim Modeli (MGIM) ve Yetenek Gelişimi Megamodeli, alanyazındaki diğer modellerin bir kombinasyonuna dayanmakta, yetişkinliğe kadar olan gelişimi kapsamakta ve akademik alanların ötesine odaklanmaktadır. Bu modeller şu şekilde özetlenebilir:

- Bilimsel Üretkenlik/Sanatsal Yaratıcılık (SP/A) Modeli, yetenek gelişimi sürecinde uzmanlık ve sanatsal/bilimsel üretimi vurgulamaktadır. Bu model, Sternberg'in uzmanlık geliştirme fikrini ve Bloom'un farklı yetenek geliştirme aşamalarında gereken öğretmen türleriyle ilgili bulgularını birleştirmektedir. Psikososyal becerilerin yeteneklerden uzmanlığa, uzmanlıktan ise sanatsal veya bilimsel üretime geçişte nasıl değiştiğini ele almaktadır. Matematik gibi akademik alanlarda da yetenek gelişimini açıklamak amacıyla kullanılmıştır (Subotnik & Jarvin, 2005)
- Multifaktöriyel Gen-Çevre Etkileşim Modeli (MGIM), yetkinlik gelişimine odaklanmaktadır. Bu model, uzmanlık üzerindeki genetik ve çevresel etkileşimleri açıklamaktadır. Genel ve alana özgü yetenekler, kişilik, ilgi alanları, motivasyon, kasıtlı pratik, sinirsel mekanizmalar ve fiziksel özellikleri kapsayan geniş bir çerçevede uzmanlık gelişimini ele almaktadır. Bu model, yetkinlik gelişiminin gen-çevre etkileşimleri ile nasıl şekillendiğini anlamaya yönelik önemli bir katkı sağlamaktadır (Ullén ve diğ., 2016).
- Yetenek Gelişimi Megamodeli, yetenek, yaratıcılık, yüksek performans, uzmanlık ve ünlülük üzerine yapılan psikolojik çalışmaları bir araya getirmektedir. Bu modelde, yetenek erken yaşlarda potansiyel olarak tanımlanır ve zamanla uygun fırsatlar ve çabalarla uzmanlığa, nihayetinde ise alana kalıcı katkılar yapacak üstün başarıya

dönüşmektedir. Model, yeteneklerin şekillendirilebilir olduğunu, gelişimsel olarak uygun zamanlarda fırsatların sunulması gerektiğini ve yetenek gelişiminin uzun vadeli bir süreç olduğunu vurgulamaktadır (Subotnik ve diğ., 2018).

2.2. Özel Yetenekli Öğrencilerin Karakteristik Özellikleri ve Eğitimleri

2.2.1. Özel Yetenekli Öğrencilerin Karakteristik Özellikleri

Özel yetenekli öğrenciler öğrenme hızlarıyla akranlarından ayrılmakta ve genellikle erken yaşta konuşma, okuma ve yazmayı öğrenmektedirler. Bu çocuklar meraklı yapıları ve hızlı gelişimleri nedeniyle akranlarından kolayca ayırt edilebilirler. Aileler genellikle bu özellikleri erken yıllarda (özellikle ilk 5 yıl) fark edebilirler (Emir, 2021). Özel yetenekli öğrencilerin özellikleri; bebeklikte gösterdikleri özellikler, 4-5-6 yaş grubu çocukların özellikleri, zihinsel özellikler, sosyal ve duygusal özellikler, fiziksel özellikler ve sezgisel özellikler şeklinde incelenebilir (Kaplan Sayı, 2022). Saranlı (2016), özel yetenekli öğrencilerin karakteristik özelliklerini bilişsel gelişim, sosyo-duygusal gelişim, ahlaki gelişim, fiziksel gelişim ve dil gelişimi başlıkları altında incelemiştir. Özel yetenekli öğrencilerin özelliklerinin farkında olunması aile, eğitim ve uzmanların erken yaşlardan itibaren onları keşfedilmelerinin yanında, karakteristik özelliklerin ortaya çıkardığı ihtiyaçlara özellikle eğitimsel bağlamda nasıl cevap verileceğinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Bu şekilde, özel yetenekli çocukların ihtiyaçlarına uygun eğitim stratejilerinin geliştirilmesi ve kapsayıcı öğrenme ortamlarının oluşturulması mümkün olabilmektedir (Jawabreh ve diğ., 2022).

Shapiro ve diğ. (1989), bebeklik döneminde özel yetenekli çocukların genellikle akranlarına göre daha erken yürüdüğü (ortalama 0,7 ay önce) ve iki kelimeli cümleler kurmaya başladığı (ortalama 2,2 ay önce) ortaya koymuştur. Ancak, çalışmada aynı zamanda bu erken dönüm noktalarının ve gelişim ölçeklerinin, bir çocuğun ileride özel yetenekli olup olmayacağını güvenilir bir şekilde tahmin edemediği de belirtilmiştir. Bildiren ve diğ. (2023), yedi yaşında özel yetenek tanısı alan bir çocuğun (ismi Sude) 0-3 yaş gelişimsel özelliklerini video kayıtlarına göre incelemişlerdir. Buna göre, Sude'nin bebeklik dönemi gelişimi, özel yetenekli çocuklara özgü erken beceriler sergilediğini göstermektedir. İki aylıkken parlak nesneleri takip edebilmiş, kısa süreli başını kaldırabilmiş ve her iki eliyle biberon tutabilmiştir. 3 aylıkken oturur pozisyonda nesneleri kavrayabilen Sude, 5 aylıkken desteksiz oturmuş, 9 aylıkken emeklemiş, 13 aylıkken yürümüş ve 15 aylıkken koşmuştur. Dil gelişiminde de erken belirtiler göstermiş; 1-2 aylıkken sesleri tanımış, 8-9 aylıkken tek

kelimeler kullanmaya başlamış, 11 aylıkken iki adımlı talimatları takip edebilmiştir. Sosyal ve kişisel alanda da erken gelişim sergileyen Sude, 1 aylıkken tanıdığı insanlara gülümsemiş, 18 aylıkken kendi başına giyinip soyunabilmiştir. Bu bulgular, Sude'nin tipik gelişim gösteren çocuklara kıyasla çok daha erken ve hızlı geliştiğini ortaya koymaktadır (Bildiren ve diğ., 2023).

Özel yetenekli öğrenciler, çocukluk döneminde de akranlarından farklı gelişimsel özellikler sergilerler. 4-6 yaş arasındaki özel yetenekli çocuklar üzerine yapılan araştırmalar, bu çocukların çeşitli ayırt edici özelliklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çocuklar, karmaşık konuları veya sistemleri daha hızlı ve derinlemesine kavrayabilme, bilgiyi hızlı bir şekilde işleme gibi gelişmiş bilişsel yetenekler sergilemektedir (Assmus, 2018; Harrison, 2004). Ayrıca, duygusal hassasiyet ve duygusal yoğunluk düzeyleri yüksek olup (Tucker & Haferstein, 1997), ileri düzeyde dil becerileri ve sosyal olgunluk göstermektedirler (Bildiren, 2018; Kitano, 1985). Okul öncesi dönemdeki özel yetenekli çocuklar, yaratıcılık, bağımsızlık ve görevlerde kararlılık gösterme gibi özellikler de sergilemektedirler (Kitano, 1985). Özel yetenekli çocukların, zaman zaman akranlarıyla benzer davranışlar sergilediği de unutulmamalıdır (Kitano, 1985).

Özel yetenekli öğrencilerin genel olarak akranlarından farklılaşan bilişsel gelişim, sosyo-duygusal gelişim, ahlaki gelişim, fiziksel gelişim ve dil gelişimi özellikleri incelenebilir. Özel yetenekli çocukların zihinsel gelişim hızı genellikle belirgin derecede öndedir ve bu durum diğer gelişim alanlarını da etkilemektedir. Bu çocuklar, akademik becerileri ortalama olarak yaşlılarından yaklaşık iki yıl daha erken kazanırlar (Saranlı, 2016). Özel yetenekli çocuklar, erken yaşlardan itibaren hızlı öğrenme, yüksek motivasyon, uzun dikkat süresi, akademik başarı, üstün analitik ve problem çözme becerileri, soyut ve karmaşık düşünme yetenekleri gibi bilişsel alanlarda akranlarından çok daha yüksek seviyelerde performans sergilerler. Ayrıca yeni konulara ilgi, araştırma merakı, orijinallik ve yetişkinlerin ilgi duyduğu konulara duyulan ilgi gibi özellikler de bu çocukların belirgin niteliklerindendir (Davis ve diğ., 2014).

Araştırmalar, bu öğrencilerin genellikle gelişmiş problem çözme yetenekleri ve soyut düşünme kapasitesine sahip olduklarını ve bu sayede karmaşık kavramları diğer bireylere kıyasla daha kolay kavrayabildiklerini göstermektedir (McCollister & Sayler, 2010). Ek olarak özel yetenekli bireyler, çeşitli akademik alanlarda başarılı olmalarını sağlayan

olağanüstü hafıza kapasitesi ve hızlı öğrenme becerileri sergilemektedirler (Assouline ve diğ., 2011). Bunun yanı sıra, duygusal ve sosyal faktörler de bu öğrencilerin bilişsel gelişimlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Özel yetenekli öğrenciler, entelektüel yeteneklerinin duygusal olgunluklarını geride bıraktığı asenkron ya da bir başka deyişle eş zamanlı olmayan gelişim yaşayabilir ve bu durum, benzersiz sosyal zorluklara yol açabilir (Maddock, 2020). Asenkron gelişim, özel yetenekli bireylerin bilişsel, duygusal ve fiziksel gelişim süreçlerinde farklı hızlarda ilerleme göstermelerini tanımlayan bir terimdir. Örneğin, 6 yaşındaki bir özel yetenekli çocuk, 4. sınıf düzeyinde okuma ve problem çözme becerilerine sahip olabilirken, motor becerilerinde geri kalabilir. Benzer şekilde, 7 yaşındaki bir çocuk okuma becerilerinde 6. sınıf, matematikte 4. sınıf düzeyinde olabilir, ancak motor becerileri 2. sınıf seviyesinde olabilir. Yani, bir çocuk zihinsel olarak yüksek performans gösterirken, sosyal veya motor becerilerde gerilik yaşayabilir (Saranlı, 2016).

Çevreleri ve eğitim ortamları, bu öğrencilerin potansiyellerini destekleyici ve zenginleştirilmiş öğrenme deneyimleri aracılığıyla bilişsel gelişimlerini önemli ölçüde etkileyebilir (Assouline ve diğ., 2011). Bununla birlikte bireysel farklılıklar ve bağlamsal faktörler, bilişsel gelişimde farklılıklara yol açabileceğinden tüm özel yetenekli öğrencilerin bu özellikleri tek tip bir şekilde sergilemeyeceği gerçeğini kabul etmek önemlidir (Hong & Aquí, 2004). Bu nedenle, akranlarına göre farklılaşan bilişsel özelliklerini anlamak özel yetenekli öğrencileri etkili bir şekilde desteklemek açısından büyük önem taşımaktadır. Özel yetenekli çocukların üst düzey zihinsel özelliklerine uygun olarak eğitimlerinin zenginleştirilmesi ve hızlandırılması, bireysel ilgi ve yetenek alanlarının yanı sıra düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcılık gibi becerilerinin de desteklenmesi gerekmektedir (Kaplan Sayı, 2022).

Özel yetenekli çocukların duygusal gelişimleri zihinsel kapasiteleri kadar güçlü olmayabilir. Bu nedenle, bu çocukların duygusal gelişimlerinin eğitim süreçlerinde özel bir ilgiyle ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Özellikle, duygusal özelliklerinin desteklenmesi ve sözel yeteneklerinin duygusal alanlara uygulanmasının teşvik edilmesi, onların mutlu ve verimli bireyler olarak gelişmelerine katkı sağlayacaktır (Kaplan Sayı, 2022). Özel yetenekli öğrenciler içerisinde bulukları koşullara genellikle iyi uyum sağlasalar da uyum konusunda birçok zorluklarla karşılaşabilirler (Reis & Renzulli, 2004). Asenkron gelişim, mükemmeliyetçilik ve yüksek duyarlılık bu öğrencilerin özellikleri arasındadır (Alencar, 2007; Demir & Konik, 2023; Szymanski, 2021). Özel yetenekli öğrenciler,

akademik benlik algılarının daha yüksek, ancak sosyal ve fiziksel benlik algılarının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (Szymanski, 2021). İzole hissetme duygusu, akran ilişkilerinde zorluklar ve beklenmedik başarısızlık yaşayabilirler (Alencar, 2007; Wardman, 2018). Özel yetenekli çocuklar, sıra dışı duygusal derinlik ve yoğunluk yaşamaları nedeniyle çevresel sorunlara ve günlük olaylara karşı aşırı duyarlılık gösterirler. Bu durum, alanyazında aşırı duyarlılık alanları (psikomotor, duygusal, zihinsel, hayal gücü/yaratıcılık ve duygusal alan) olarak açıklanmaktadır (Lovecky, 1992). Özel yetenekle birlikte en az bir alanda yetersizliği bulunan iki kere farklı öğrenciler, sosyal-duygusal gelişimde ek zorluklarla karşılaşır (Vespi & Yewchuk, 1992). Özel yetenekli öğrencileri sosyal ve duygusal alanlarda desteklemek için danışmanlık, uygun eğitim ortamlarının düzenlenmesi ve öğrencilerin güçlü yönleri ile ilgi alanlarına odaklanan müdahaleler önerilmektedir (Szymanski, 2021; Reis & Renzulli, 2004; Wardman, 2018). Kaplan Sayı (2022), sosyal-duygusal gelişim özellikleri dikkate alınarak özel yetenekli öğrencilerin nasıl desteklenebileceği konusunda şunları önermektedir:

- Özel yetenekli çocuklara, kendilerini başkalarına karşı savunmadan etkili bir şekilde ifade etmeleri öğretilmelidir.
- Değerlerini belirleyip bu değerleri eylemlerine aktarmalarına yardımcı olunmalıdır.
- Değerlerini savunurken karşılaşacakları olumsuz tepkilerle başa çıkma konusunda yönlendirilmelidir.
- Gerçekçi hedefler belirlemeyi öğrenmeleri teşvik edilmelidir.
- Hataları, öğrenme sürecinin bir parçası olarak kabul etmeleri sağlanmalıdır.
- Diğer insanların beklentilerini ve duygularını anlamaları desteklenmelidir.
- Kendilerini tanımaları ve uygun projelerde yer almaları sağlanmalıdır.
- Ahlâkî değerleri için kabul görmeleri konusunda destek verilmelidir.
- İlgi alanlarını takip etmeleri için fırsatlar sunulmalıdır.
- Kendini gerçekleştirme sürecinde psikolojik destek sağlanmalıdır.

- Sosyal problemlerle yüzleşerek problem çözme becerileri geliştirilmelidir.
- Gerçek hayattaki problemlere anlamlı bir şekilde katılmaları teşvik edilmelidir.
- Liderlik becerilerinin gelişimi desteklenmelidir.

Özel yetenekli öğrenciler, ahlaki gelişim açısından da akranlarından farklı özellikler sergilemektedirler. Bu öğrenciler ahlaki gelişimlerinde hızlanmış bir süreç yaşamakta ve karmaşık ahlaki sorunlarla akranlarına göre daha erken yaşlarda yüzleşmektedirler (Gibson, 2009). Erken yaşlarda ahlaki duyarlılık göstermekte, daha yüksek düzeyde ahlaki akıl yürütme becerilerini sergilemektedirler. Özel yetenekli öğrencilerin gelecekte ahlaki olarak sorumlu, etik kararlar verebilme ve toplumsal konulara duyarlı bireyler olma potansiyelleri yüksektir (Gündüz, 2010; Lovecky, 1997; Sisk, 1982). Adalet ve hakkaniyet duyguları güçlüdür. Bu özellikleri onları sosyal konulara bağlılık göstermeye ve başkaları adına savunuculuk yapmaya yönlendirebilir (Gündüz, 2010). Bu gelişmiş ahlaki akıl yürütme, bazen duygusal yoğunlukla birlikte gelir ve bu da toplumsal meselelere karşı derin bir empati ve sorumluluk duygusu geliştirmelerine yol açabilir. Erken yaşlardan itibaren empati, başkalarına ilgi gösterme ve adalet ile hakkaniyet gibi soyut kavramlarla ilgilenme eğilimindedirler (Lovecky, 1997). Ancak yüksek düzeyde zihinsel yetenek, olgun bir ahlaki yargıyı garanti etmez; çünkü zekâ ile ahlak arasındaki ilişki karmaşık bir yapıya sahiptir (Mustafa ve diğ., 2021). Ayrıca özel yetenekli öğrencilerin karşılaştıkları duygusal ve ahlaki zorluklar, akranlarının benzer değerlere sahip olmaması ya da onların bakış açılarını anlamaması durumunda izolasyon veya hayal kırıklığı hissetmelerine yol açabilir. Özel yetenekli öğrencilerin ahlaki gelişimlerini desteklemek için, öğretmenler uygun rehberlik sağlamalı, hedefe yönelik eğitim programları uygulamalı, bilişsel ve duygusal hedefleri birleştiren stratejiler kullanılmalıdır (Mustafa ve diğ., 2021; Tirri, 2010; Vare, 1979).

Özel yetenekli öğrenciler fiziksel ve motor gelişim açısından akranlarına göre ileri düzeydedir. Boylamsal çalışmalar, özel yetenekli bireylerin genel olarak daha sağlıklı olma eğiliminde olduklarını ve duyuşsal, hareketle ilgili (lokomotor) ve dil becerilerinin daha erken geliştiğini ortaya koymaktadır (Jolly, 2021; Vaivre-Douret, 2011). Ancak, küçük yaşlardaki özel yetenekli çocuklarda motor beceriler (özellikle ince motor beceriler), bilişsel yeteneklerin gerisinde kalabilmekte ve bu durum çocuklarda hayal kırıklığına yol açabilmektedir (Webb, 1994). Özel yetenekli çocukların, ortalama veya düşük performans gösteren akranlarına kıyasla koordinasyon, fiziksel uygunluk ve el becerilerinde daha üstün performans

sergileyebilecekleri belirtilmektedir (Krombholz, 2018). Yani bu çocuklar, bu tür fiziksel ve motor becerilerde genellikle daha başarılıdır. Motor gelişimin, biyolojik faktörler kadar çevresel fırsatlardan da etkilendiği unutulmamalıdır (Malina, 2004). Bu nedenle özel yetenekli bireylerin fiziksel gelişimlerini desteklemek için, duyuşal ve zihinsel süreçleri birleştiren aktiviteler, fiziksel kapasiteyi takdir eden ve yarışmacı olmayan etkinliklere katılım önemlidir (Kaplan Sayı, 2022). Bu tür aktiviteler, motor gelişimi olumlu yönde etkileyebilir.

Son olarak özel yetenekli öğrencilerin dil gelişimlerinden söz edilebilir. Özel yetenekli çocuklar genellikle gelişmiş bir kelime dağarcığına, karmaşık cümle yapıları kullanma becerisine ve ileri düzeyde hikâye anlatma yeteneklerine sahiptirler (Hoh, 2005; Porath, 1996). Bu öğrenciler genellikle sözel alanlarda güçlüdürler. Okuma, yazma ve konuşma aktivitelerinden keyif alırlar (Robinson, 1986). Ayrıca, keskin bir mizah anlayışı ve espri yeteneği sergiledikleri sıklıkla görülür (Ulus ve diğ., 2019). Bununla birlikte, bazı özel yetenekli öğrencilerde dil ve konuşma bozuklukları gibi belirli öğrenme güçlükleri bulunabilir ve bu durum onların özel yeteneklerini gizleyebilir (Assouline ve diğ., 2010). Dil gelişimi bağlamında iki kere farklı özel yetenekli öğrencileri tanımlamak ve onların özel ihtiyaçlarını karşılamak için kapsamlı değerlendirmeler büyük önem taşımaktadır.

Özel yetenekli öğrencilerin yukarıdaki alanlarda gelişimsel özelliklerinin bilinmesi onlar için en uygun eğitimin tasarlanması için önemlidir. Bu süreçte gelişim dönemleri, gelişim dönemlerinde öğrencilerin göstermiş olduğu akademik ve psikososyal özellikler dikkate alınarak özel yetenekli öğrencilerin akademik ve psikososyal ihtiyaçları karşılanmalıdır (Brown, 2023).

2.2.2. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitimleri

Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminin amaçları üzerine yapılan tartışmalar, farklı yaklaşımlar sunmaktadır. Piechowski (1986), eğitimin temel hedefinin kendini gerçekleştirme olması gerektiğini savunurken, Sternberg (2017), Tannenbaum (1986, Akt. Sak, 2014) ve Worrell ve diğ. (2019), eğitimin hem bireyin potansiyelini en üst düzeye çıkararak kendini gerçekleştirmeyi sağlaması hem de bu potansiyelin topluma katkı sunacak şekilde yönlendirilmesi gerektiğini öne sürmektedir. Kanevsky (2013), eğitim sürecinin her bir öğrenciye özel olarak tasarlanması gerektiğini, bu süreçte öğrencilerin hem akademik hem de akademik olmayan tüm alanlardaki potansiyelleri, tutkuları, ilgi alanları, güçlü ve zayıf yönlerinin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır (Kanevsky, 2013).

Özel yetenekli öğrencilerin bilişsel, duygusal ve sosyal alanlarda en üst düzeyde gelişim göstermelerini sağlamak için özel olarak hazırlanmış programlara ihtiyaç bulunmaktadır. Özel yetenekli öğrencilere yönelik programlar, öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla çeşitli hizmetler ve farklılaştırılmış öğretim yaklaşımları sunmayı hedeflemektedir (Adams, 2021). Özel Yetenekliler Program Standartları politika yapıcılar, eğitimciler ve program geliştiriciler için özel yetenekli öğrencilere etkili hizmet sunulmasını sağlamak üzere yol gösterici ilkeler sunmaktadır (Johnsen, 2022). Bunlar arasında küme gruplama, hızlandırma ve özel okullar gibi farklı program modelleri mevcuttur. Bu modellerin seçimi, öğrencilerin ihtiyaçlarına ve mevcut kaynaklara bağlı olarak belirlenmektedir (Adams, 2022). Etkili programlar, ileri düzey müfredatları uygun öğretim stratejileriyle bütünleştirmektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilen deneysel çalışmalar, bu tür yaklaşımların öğrenme sonuçlarını iyileştirdiğini göstermektedir (Callahan ve diğ., 2015). Bireyselleştirilmiş programlar zenginleştirme, farklılaştırılmış öğretim ve mentorluk gibi unsurları içerebilir (Kelemen, 2014). Özel yetenekli öğrencilerin eğitimde tek bir ideal model bulunmamakla birlikte özel yetenekli öğrencilere yönelik hizmetlerin, bu özel popülasyonun ihtiyaçlarını yansıtacak şekilde okul programlarının ayrılmaz bir parçası olması gerekmektedir (Peters & Brulles, 2021; VanTassel-Baska & Brown, 2007).

Rogers (2017), özel yetenekli öğrencilerin eğitimi konusunda gerçekleştirilen araştırmalardan beş önemli dersin çıkarılabileceğini belirtmektedir. İlk olarak, özel yetenekli öğrencilerin yetenekli oldukları alanlarda her gün zorlayıcı etkinliklere katılmaları gerektiği vurgulanmaktadır. Böylece özel yetenekli öğrencilerin bu alanlarda daha hızlı gelişim göstermeleri sağlanabilir. İkinci olarak, öğrencilere kendi ilgi ve yetenek alanlarında bağımsız çalışma fırsatları sunulmasının, motivasyonlarını artırarak öğrenme becerilerini geliştirdiği belirtilmektedir. Üçüncü olarak, akademik başarılarını artırmak amacıyla, ihtiyaç duydukları konularda hızlandırılmış eğitim imkânlarına erişmeleri gerektiği ifade edilmektedir. Dördüncüsü, özel yetenekli akranlarıyla sosyalleşme ve öğrenme fırsatlarına sahip olmalarının bu öğrencilerin sosyal ve duygusal gelişimlerini destekleyeceğine yöneliktir. Rogers'ın (2007) belirttiği son ders özel yetenekli öğrencilerin daha fazla tekrar yaparak zaman kaybetmemeleri, hızlandırılmış ve derinlemesine öğrenme fırsatlarına sahip olmalarını sağlamak amacıyla öğrencilerin ilgi, hazırbuluşluk, öğrenme stilleri dikkate alınarak öğretim sürecinin içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamının farklılaştırılmasıdır. Farklılaştırma, özel yetenekli bireylere yönelik yönetimsel önlemler ve öğretimsel müdahaleleri kapsayan daha

geniş bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklılaştırmayla birlikte zenginleştirme, hızlandırma, gruplama özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde sıklıkla kullanılan öğretimsel müdahalelerdendir (Davis ve diğ., 2014; Emir, 2021; Kaplan Sayı, 2022; Reis ve diğ., 2021; Worrell ve diğ., 2019).

2.3. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Farklılaştırma

“Hepimiz farklıysak, neden öğretim farklılaştırılmış değil? Öğretimi farklılaştırma eğitimde başarının gizli anahtarıdır.” Howard Gardner

2.3.1. Farklılaştırılmış Öğretimin Tanımı ve İlkeleri

Farklılaştırma, öğrencinin sürekli gelişimine odaklanan, bireysel ilgi ve ihtiyaçları dikkate alarak içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamında düzenlemeler yapılmasını sağlayan bir öğretim yaklaşımıdır (Callahan & Hertberg-Davis, 2018; Tomlinson, 2014). Bu yöntem, öğrenciye ayrılan zamanı etkili kullanarak eşitlik ve adalet sağlar, özellikle özel yetenekli öğrenciler için önemli bir rol oynar (Roberts & Inman, 2023). Öğretmenler, farklılaştırılmış öğretimde içerik, düşünme düzeyleri, ürün karmaşıklığı ve değerlendirme gibi unsurları bireysel öğrenci veya gruplarla uyumlu hale getirir. Böylece öğrencilerin yeteneklerini geliştirerek yaşam boyu öğrenme becerileri kazanmaları desteklenir (Gregory, 2013; Roberts & Inman, 2023; Subotnik ve diğerleri, 2011; Tomlinson & Moon, 2013).

Farklılaştırılmış öğretimin kuramsal temelleri, Gardner'ın çoklu zekâ kuramı (Gardner, 2011), Vygotsky'nin yakınsal gelişim alanı (Vygotsky, 1978) ve Renzulli'nin özel yeteneğe bakış açısını yansıtan üç halka kuramı (Renzulli, 2012) gibi çeşitli eğitim kuramları ve modellerinden beslenmektedir. Bu kuramlar, bireysel farklılıkların tanınmasını, öğrencilere uygun zorluk düzeylerinin sunulmasını ve çeşitli yeteneklerin ve ilgi alanlarının geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Şentürk (2023), farklılaştırılmış öğretiminin bilişsel gelişim kuramları, yapılandırmacı yaklaşım, çoklu zekâ kuramı, öğrenme stili modelleri, deneyimsel öğrenme kuramı, sosyal yapılandırmacılık (Vygotsky) ve beyin temelli öğrenmeye (nörofizyolojik kuram) dayandığını ifade etmektedir. Farklılaştırılmış öğretimin kuramsal temelleri ve dayanakları güçlüdür.

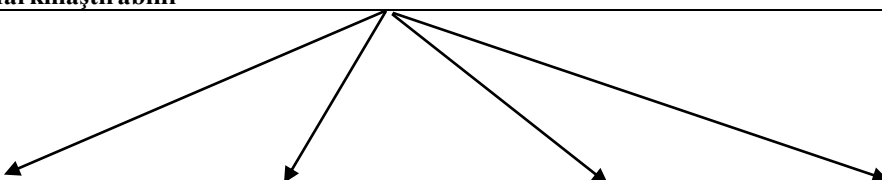
Sağlam temeller üzerine kurulu bu yaklaşım yalnızca özel yetenekli öğrenciler için değil tüm öğrencilerin öğrenmelerine yardımcı olmak, motivasyon ve başarılarını arttırmak için uygulanabilmektedir (Ayverdi ve diğ., 2023; Sarı & Toprak, 2023). Özel yetenekli

bireyler de dâhil olmak üzere tüm öğrenciler, bireysel farklılıklarını dikkate alan ve onlara öz yönelimli öğrenme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık fırsatları sunan esnek ve duyarlı bir öğrenme ortamından fayda sağlamaktadırlar (Tomlinson & Imbeau, 2010; Vidergor, 2018). Farklılaştırılmış öğretim, yetenek geliştirme ilkeleriyle ve özel yetenekli bireylerin potansiyellerine ulaşmalarına yardımcı olma amacıyla da uyum göstermektedir (Subotnik ve diğ., 2011). Öğrenme deneyimlerinin öğrencilerin benzersiz ihtiyaçlarına ve güçlü yönlerine göre uyarlanmasıyla, özel yetenek alanlarında katılımı, motivasyonu ve sürekli gelişimi teşvik etmektedir (Kanevsky & Keighley, 2003; Olszewski-Kubilius & Lee, 2004). Farklılaştırılmış öğretimin temel ilkeleri şunları içermektedir:

- Öğrenciye uygun görevler verilmesi; farklı kültürel, sosyal, ekonomik, dilsel, ve eğitimsel geçmişleri bulunan öğrencilerin bu özellikleri dikkate alınarak, ilgi alanlarına ve hazırbulunuşluk düzeylerine uygun görevler sunmaktır (Tomlinson, 2001).
- Esnek gruplama; öğrencileri hazırbulunuşluk düzeylerine, ilgi alanlarına veya öğrenme profillerine göre gruplandırmak ve oluşturulan grupları gerektiğinde esnek bir şekilde düzenlemektir (Tomlinson & Imbeau, 2010).
- Sürekli değerlendirme; öğrencilerin ilerlemesini sürekli olarak değerlendirmek ve bu bilgileri öğretim kararlarını yönlendirmek için kullanmaktır (Tomlinson, 2014).
- Seçenek sunmak; öğrenme deneyimlerinde öğrencilere içerik, öğrenme materyalleri veya ifade biçimleri gibi alanlarda seçenekler sunmaktır (Tomlinson & Moon, 2013).

Tomlinson ve Moon (2013) farklılaştırılmış öğretimin temel unsurlarını Tablo 2.1’de şu şekilde özetlemektedir.

Tablo 2.1: Farklılaştırılmış Öğretimin Temel Unsurları.

Farklılaştırma Zihin yapısı tarafından şekillendirilen ve farklılaştırmanın genel ilkeleri tarafından yönlendirilen öğrenci ihtiyaçlarına yönelik, öğretmenin ileriye yönelik tepkisidir.				
Öğrenmeyi teşvik eden ve destekleyen bir ortam	Kaliteli öğretim programları	Öğrenme ve öğretme sürecine bilgi sağlayan değerlendirme yaklaşımları	Öğrencin farklı özelliklerine/çeşitlilikli erine yanıt veren öğretim	Öğrencilere liderlik etme ve rutinleri yönetme
Öğretmenler farklılaştırabilir				
				
İçerik	Süreç	Ürün	Öğrenme Ortamı	
Öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmak için üzerinde yoğunlaştıkları, düşündükleri ve zorlandıkları bilgi ve fikirleri	Öğrencilerin içeriği nasıl algıladıkları ve anlamlandırdıkları	Öğrencilerin bildiklerini, anladıklarını ve yapabileceklerini nasıl gösterdikleri	Sınıfın genel atmosferi, duygusal ortamı ve sosyal dinamikleri	
Öğrencinin’e göre				
Hazırbulunuşluk	İlgiler	Öğrenme Profilleri		
Öğrencilerin belirlenen öğrenme hedeflerine yakınlığı	Öğrenmeyi motive eden tutkular, yakınlıklar ve benzerlikler	Tercih edilen öğrenme yaklaşımları/öğrenci nasıl tercih ettiği	öğrenme öğrenmeyi	
Aşağıda verilenler gibi çeşitli öğretim stratejileri aracılığıyla *Öğrenme Merkezleri, *RAFT yaratıcı yazma stratejisi, *Grafik düzenleyiciler, * Öğrencilerin yazma ve okuma süreçlerinin, öğretmen tarafından sağlanan rehberlik ve destekle yapılandırılması *Zekâ alanlarına yönelik tercihler, *Kademli görevler, *Öğrenme sözleşmeleri, *Menüler, *Üç kare oyunu (Tic-Tac-Toe), *Üst düzey düşünme becerilerini destekleyen öğretim, *Bağımsız projeler, *Küçük grupla eğitim, *Öğrencilere kendilerini ifade etme seçenekleri sunulması				

2.3.2. Farklılaştırma Stratejileri

Özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış öğretim içeriğin farklılaştırılması, sürecin farklılaştırılması, ürünün farklılaştırılması ve öğrenme ortamının farklılaştırılması gibi çeşitli biçimlerde uygulanabilir (Tomlinson ve diğ., 2003). Yaygın olarak kullanılan stratejiler arasında kademeli görevler, içerik yoğunlaştırma, bağımsız çalışma, probleme dayalı öğrenme ve zenginleştirme kümeleri yer almaktadır (Kanevsky & Keighley, 2003; Tomlinson, 2001).

Eker (2023), öğrencilerde bireysel farklılıkların en çok ilgi ve yetenek alanlarıyla birlikte hazırbulunuşluk düzeylerinde olduğunu ifade ederek farklılaştırılmış öğretim stratejilerini, öğrencilerin ilgi ve hazırbulunuşluklarına göre farklılaştırılmış öğretim stratejileri ve öğrencilerin öğrenme profillerine göre farklılaştırılmış öğretim stratejileri şeklinde ikiye ayırarak incelemiştir. Buna göre, öğrenme sözleşmeleri, bir günü planla,

yörünge çalışmaları, grup araştırması, özel ilgi grupları, jigsaw (ayrılıp birleşme) tekniği, araştırmacı ben, literatür çemberi öğrencilerin ilgi ve hazırbulunuşluklarına göre farklılaştırılmış öğretim stratejilerindendir. Öğrenme merkezleri, öğrenme istasyonları, kademelendirilmiş etkinlikler, ajanda yöntemi, öykü temelli öğrenme, karmaşık öğretim, program sıkıştırma ve okuma çemberi öğrenme profillerine göre farklılaştırılmış öğretim stratejilerine örnek olarak verilebilir.

İçeriğin farklılaştırılması, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri ve ilgi alanlarına göre müfredatın karmaşıklığının, derinliğinin veya hızının uyarlanmasını içerir (Kaplan, 2009). Süreç farklılaştırması ise öğretim stratejileri, öğrenme etkinlikleri ve deneyimlerinin, öğrencilerin öğrenme tercihleri ve ihtiyaçlarıyla daha iyi uyum sağlaması amacıyla düzenlenmesini ifade eder (Tomlinson & Imbeau, 2010). Öğrenme etkinlikleri, stratejiler ve yöntemlerin çeşitlendirilmesi ile süreç farklılaştırılabilir. VanTassel-Baska (2003) özel yetenekli öğrenciler için özellikle süreç farklılaştırmaya yönelik olarak etkili öğretim stratejileri olarak şunları önermektedir:

1. Araştırmaya dayalı öğretim, öğrencileri sorularla yönlendirerek düşüncelerini genişletmek ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektir.
2. Sokratik sorgulama, yüzeysel bilgiye odaklanmak yerine öğrencilerin analiz yapmalarını, eleştirel düşüncelerini ve farklı perspektifleri değerlendirmelerini hedefleyen sorular sormayı içerir.
3. Yaratıcı problem çözme, problem bulma ve çözme süreçlerine eşit önem vererek öğrencilerin yeni fikirler ve ürünler üretmelerini sağlamaktır.
4. Problem temelli öğrenme, öğrencileri, açık uçlu, gerçek dünya problemleriyle karşılaştırarak, öz yönelimli öğrenme ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmektir.
5. Sınıf iklimini düzenleme, öğrenmeye uygun, sağlıklı bir öğretim-öğrenme ortamı oluşturmaktır.
6. Öğrenme hızını ayarlama, özel yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun olarak derslerin hızını ayarlamaktır.

7. Bağımsız ve grup çalışmalarını dengede tutma, aktif ve pasif öğrenme etkinlikleri arasında denge sağlayarak öğrenci katılımını artırmaktır.
8. Bilişsel tarza uygun stratejiler seçme, hem öğretmenin hem de öğrencilerin bilişsel tarzlarına uygun öğretim stratejilerini seçmektir.
9. İçerik tabanlı öğretim, disiplinler arası öğrenme, üst düzey düşünme becerileri ve teknoloji kullanımı gibi stratejilerle içeriği sunmaktır.
10. Bibliyoterapi, kitapları kullanarak öğrencilerin psikososyal gelişimini desteklemek, öz farkındalıklarını artırmak ve sağlıklı ilişkiler geliştirmelerine yardımcı olmaktır.

Süreç farklılaştırmasında, öğrencilerin hangi zorluk seviyesinde çalışmaları gerektiğini belirlemek için ön değerlendirmeler yapılır. Bu değerlendirmeler sonucunda, kullanılan öğrenme etkinlikleri ve stratejiler, öğrencinin ihtiyaçlarına göre ayarlanır. Örneğin, Bloom Taksonomisi'ne dayalı olarak farklı seviyelerde düşünme becerilerini içeren etkinlikler tasarlanabilir. Öğrenciler, zorluk seviyesine göre farklı görevler alırken, temel içeriği aynı şekilde keşfederler. Ayrıca, zihin haritaları ve Venn diyagramları gibi grafik düzenleyiciler, öğrencilerin mevcut bilgi düzeylerine göre daha karmaşık hale getirilebilir. Bu sayede, her öğrencinin kendi seviyesine uygun bir öğrenme süreci deneyimlemesi sağlanır (Inman & Breedlove, 2021).

Ürünün farklılaştırılması, öğrencilere kendi güçlü yönlerine ve ilgi alanlarına uygun çeşitli yollarla anlayışlarını sergileme fırsatları sunmayı içerir (Tomlinson, 2001). Bu süreçte, ürünler gerçek dünyaya yönelik ve özgün olmalı, yüksek standartlara uygun tutulmalıdır. Öğrencilere, ilgi duydukları ürünleri seçme ve geliştirme sürecinde rehberlik edecek rubrikler verilmelidir. Öğrencilerin hangi ürünlerde deneyimli olduklarını belirlemek için ön değerlendirmeler yapılabilir ve bu bilgi, ders veya üniteyi farklılaştırmak için kullanılabilir. Ayrıca sınıfta belirli ürünlerde uzmanlaşmış öğrenciler akranlarına destek olabilir ve bu durum işbirliğini teşvik eder (Inman & Breedlove, 2021). Roberts ve Inman (2023), ürün farklılaştırmada Developing and Assessing Products Tool (DAP: Ürün Geliştirme ve Değerlendirme Aracı) aracının kullanılmasını önermektedir. Ürün farklılaştırması kapsamında, DAP Aracı, öğrencilerin kendi güçlü yönlerine ve ilgi alanlarına uygun ürünler geliştirmelerine yardımcı olurken, öğretmenlere bu ürünleri tutarlı ve yapılandırılmış bir şekilde değerlendirme olanağı tanımaktadır. Örneğin, öğrencilerin bir poster geliştirmesi

gerektiğinde, DAP Aracı hem öğrencinin bu posterini oluşturma sürecinde yol gösterici olur hem de öğretmenin bu posterini değerlendirmesinde kullanılacak kriterleri belirler. Bu sayede, öğrenme deneyimleri ve çıktıları hem öğrenci hem de öğretmen açısından daha etkili ve anlamlı hale gelmektedir (Roberts & Inman, 2023).

Son olarak, öğrenme ortamının farklılaştırılması, çeşitli öğrenenleri destekleyen esnek ve duyarlı öğrenme alanları oluşturmayı ifade eder (Tomlinson & Moon, 2013). Jarvis (2021), öğrenme ortamını, öğretimin gerçekleştiği ortam ve sosyal-duygusal ortam olarak ikiye ayırmış ve öğrenme özel yetenekli öğrenciler için öğrenme ortamını farklılaştırma stratejilerini şu şekilde sıralamıştır:

1. Zorluk Seviyesini Ayarlama: Öğrencilere daha karmaşık ve derinlemesine içerikler sunarak üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek.
2. Esnek Grup Çalışmaları: Öğrencileri ilgi alanlarına veya yeteneklerine göre gruplandırarak, farklı çalışma dinamiklerini teşvik etmek.
3. Bireysel Hız ve Tercihler: Öğrencilere kendi hızlarında ilerleme ve ilgi alanlarına yönelik görevler seçme fırsatı vermek.
4. İlgi Alanlarına Dayalı Projeler: Öğrencilerin kişisel ilgi alanlarına yönelik projeler sunarak, derinlemesine çalışma ve motivasyonu artırmak.
5. Sosyal-Duygusal Destek: Öğrencilere güvenli ve destekleyici bir ortam sunarak, öğrencilerin sosyal ve duygusal ihtiyaçlarını karşılamak.
6. Etkili Rutinler: Sınıf içi etkinlikleri verimli ve düzenli hale getirecek rutinler belirlemek ve yönetmek.
7. Gelişmiş Değerlendirme: Öğrenme süreçlerini izlemek ve uygun geri bildirim sağlamak için sürekli değerlendirme yöntemleri kullanmak.
8. Esnek Fiziksel ve Dijital Ortam: Farklı öğrenme tarzlarına hitap edecek şekilde sınıf ve dijital ortamları düzenlemek.

2.3.3. Farklılaştırılmış Öğretimin Avantajları ve Farklılaştırma Sürecinde Karşılaşılan Güçlükler

Farklılaştırılmış öğretimin, farklı öğrenme ihtiyaçlarına, yeteneklere, geçmişlere, deneyimlere ve öğrenme stillerine sahip öğrenci grupları için öğrenci katılımı, motivasyon ve başarıda artış gibi birçok fayda sağladığı araştırmalarla belirlenmiştir (Beecher & Sweeny, 2008; Firmender ve diğ. 2013; Kaplan, 2009). Ayrıca, farklılaştırılmış öğretimin, büyüme odaklı bir zihniyet (gelişim zihniyeti), öz-yeterlilik ve öğrenmeye yönelik olumlu tutumları geliştirdiği gösterilmiştir (Tomlinson & Moon, 2013; Wormeli, 2011). Bununla birlikte, farklılaştırılmış öğretimin uygulanması, eğitimciler için birden fazla öğretim görevini aynı anda yönetmek, uygun kaynaklar bulmak ve lojistik kısıtlamaları aşmak gibi zorluklar içerebilir (Tomlinson & Imbeau, 2010; Wan, 2017). Geleneksel öğretim yaklaşımlarına alışkın öğretmenlere direnç gösterebilir veya ileri seviyelerdeki öğrencileri yeterince zorlayacak şekilde dersleri farklılaştırmakta zorluk yaşayabilirler (Kaplan, 2009; Tomlinson, 2001). Öğretmenlerin farklılaştırmayı tercih etmeme nedenleri ve farklılaştırmanın neden gerekli olduğu Tablo 2.2’de özetlemektedir. Farklılaştırma, öğrenci merkezli bir yaklaşımla daha etkili ve adil bir öğrenme ortamı yaratmayı hedefler. Buna karşılık, farklılaştırmadan kaçınma genellikle öğretmen merkezli nedenlerden kaynaklanmaktadır (Robert & Inman, 2023).

Tablo 2.2: Öğretmenlerin Farklılaştırmadan Kaçınma Gerekçeleri ve Farklılaştırmanın Gerekliliği.

Farklılaştırmama Sebepleri	Farklılaştırmanın Gerekliliği
Zaman Eksikliği Farklılaştırılmış öğrenme deneyimleri planlamak, tek bir öğrenme deneyimini planlamaktan daha fazla zaman alır.	Sürekli İlerleme Tüm öğrencilerin sürekli olarak öğrenme kaydetmesi için farklılaştırma yapılmalıdır.
Kaynak Eksikliği Öğrencilerin farklı seviyelerde öğrenmesi için çeşitli kaynakların bulunması gerekir.	Öğrenci Zamanının Verimli Kullanımı Farklılaştırılmış deneyimler, öğrencilerin zamanını daha verimli kullanmalarını sağlar.
Sınırlı Hazırlık Öğretmenler farklılaştırmayı nasıl yapacakları veya farklılaştırmanın neden önemli olduğu konusunda yeterli eğitim almamış olabilirler.	İnsan Beyninin Uyarılması Farklılaştırma, öğrencilerin daha hızlı ve etkili öğrenmelerini sağlayarak beyin gelişimini teşvik eder.
Örnek Alınacak Rol Modellerin Azlığı Çoğu öğretmen, kendi öğrencilik hayatında farklılaştırılmış öğrenme deneyimlerini yaşamamış olabilir.	Adalet ve Eşitlik Farklılaştırma, tüm öğrencilerin sürekli ilerleme kaydetmelerini sağlayarak gerçek adaleti ve eşitliği sağlar.
Sınıf Yönetimi Endişeleri Farklılaştırılmış sınıflar kaotik görünebilir, bu da yönetimi zorlaştırabilir.	
İleri Düzeyde Öğrenen Öğrencilerin Her Zaman "İyi Olacağı" Yanılgısı İleri düzeyde öğrenen öğrencilerin öğrenmek için ekstra çaba harcamadıkları düşüncesi yaygın ve yanlış bir düşüncedir.	

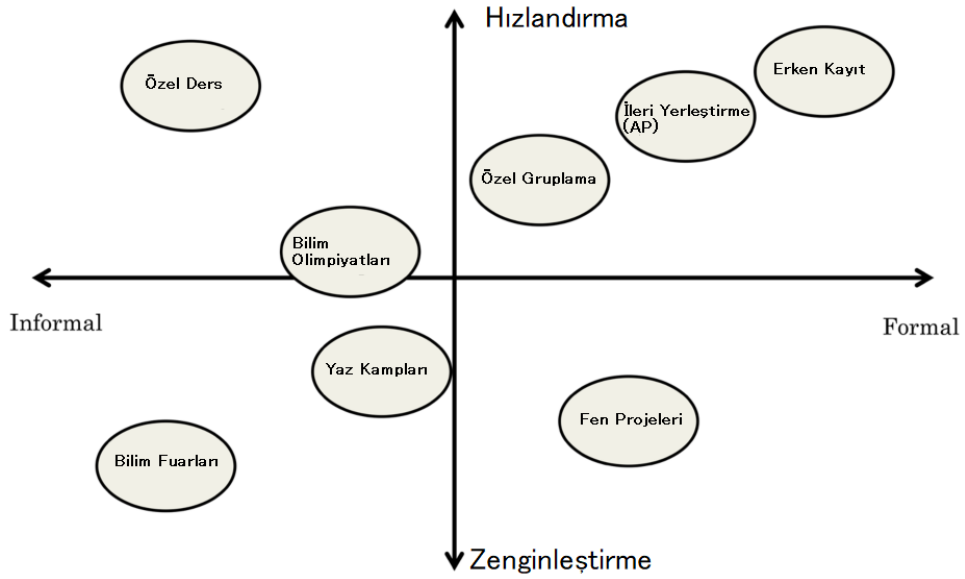
Tablo 2.2'de görüldüğü gibi, farklılaştırılmış öğretim öğrencilerin ihtiyaçlarına yönelik olarak öğretmenin çeşitli uyarlamalar yapmasını gerektirir. Bu süreç kaliteli öğretim programları, uygun öğrenme ortamı ve sürekli değerlendirme ile desteklenir. Öğretmenler içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamını; öğrencilerin hazırbulunuşluk, ilgi ve öğrenme profillerine göre uyarlayarak, çeşitli stratejilerle öğrenmeyi bireyselleştirebilir ve farklı yetenekleri destekleyebilir (Tomlinson & Imbeau, 2010).

Bu zorluklara rağmen farklılaştırılmış öğretim, özellikle özel yetenekli öğrencilerin, çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için temel bir yaklaşım olarak geniş çapta kabul görmektedir (National Association for Gifted Children [NAGC], 2019; Tomlinson ve diğ., 2003). Farklılaştırılmış öğretim uygun zorlukta ve ilgi çekici öğrenme deneyimleri sunarak, özel yetenekli bireylerin akademik ve kişisel gelişimini destekleyebilir (Kaplan, 2009; Tomlinson & Imbeau, 2010).

2.4. Özel Yetenekli Öğrenciler İçin Fen ve Sürdürülebilirlik Eğitimi

2.4.1. Özel Yetenekli Öğrenciler için Fen Eğitimi

Özel yetenekli öğrenciler için fen eğitiminde hızlandırma mı zenginleştirmemi yapılmalı sorusuna Stenberg (1993, s.15) şu şekilde yanıt vermektedir: *“Hızlı öğrenmeyi değerli buluyorsak, hızlandırma mantıklı bir seçenek olacaktır. Öğrencilerin öğrendiklerini derinlemesine ve titizlikle irdelemelerini önemsiyorsak, zenginleştirme tercih edilmelidir. Her iki yaklaşım da önemli görülüyorsa, bu yöntemlerin birleştirilmesi en uygun çözüm olabilir.”*



Şekil 2-1: Özel Yetenekli Öğrenciler İçin Fen Eğitiminin Biçimleri ve Bağlamları.

Şekil 2.1 (Sumida, 2017), hızlandırma ve zenginleştirmenin ve onların uygulama bağlamlarının görsel bir temsili sunarak, bu iki program türünün özel yetenekli öğrencilerin fen eğitimi için nasıl farklı yaklaşımlar sunduğunu göstermektedir. Hızlandırma, öğrencilere üst sınıf öğretim programını çalışma ve üniversite derecesine yönelik kredi kazanma fırsatı sunarken; zenginleştirme öğrencilerin disiplinler arası ve genişletilmiş içerik üzerinde çalışma fırsatlarını içermektedir. Hızlandırma programları sınıf atlama, özel konularda gruplama, İleri Yerleştirme (AP) dersleri ve çift kayıt gibi yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Zenginleştirme ise bireyselleştirilmiş öğrenme, proje çalışmaları, merkez yaklaşımları, hafta sonu/yaz/kış programları ve yarışmalar gibi çeşitli yollarla uygulanmakta ve genellikle bilim insanları ve bilimsel derneklerin desteğiyle öğrencilerin bilim projeleri yürütmelerine, bilimsel konferanslarda sunum yapmalarına olanak sağlamaktadır.

Özel yetenekli öğrenciler için derslerin daha hızlı işlendiği özel sınıflar sunan birçok okul bulunmaktadır. Ancak bu öğrenciler için hazırlanan öğretim programı, normal yetenek düzeyindeki öğrencilere sunulanla benzerlik gösteriyorsa, bu öğrenciler potansiyellerini tam anlamıyla gerçekleştiremeyebilir ve yeteneklerini yeterince geliştiremeyebilirler. Bu nedenle, öğrencilerin geniş tabanlı disiplinler arası kavramları anlamalarını teşvik eden, üst düzey düşünme becerilerinin gelişimini destekleyen, öğrencileri uzmanlığa yönlendiren ve öğrencilerin kendilerini tanımalarını, kendi kendilerini yönlendirmelerini ve kişiler arası becerilerini geliştirmelerini sağlayan bir öğretim programına ve öğretim sürecine ihtiyaç vardır (Callahan ve diğ., 2015; Davis ve diğ., 2014; VanTassel-Baska & Brown, 2007). Genel

olarak, özel yetenekli öğrenciler için öğretim programlarının daha derinlemesine, soyut ve karmaşık olması gerektiği önerilmektedir. Ayrıca bu öğrenciler için öğretim programları, üst düzey düşünmeye fırsat veren ve araştırmaya dayalı materyallerin yanı sıra, bireysel öğrenme hızlarına uyum sağlayan yeterli derinlik ve karmaşıklıkta materyaller sunmalıdır (Hockett & Brighton, 2021; VanTassel-Baska & Little, 2021).

Özel yetenekli öğrencilerin benzersiz ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla oluşturulan müfredat modelleri, bu öğrencilerle ilgilenen sınıf öğretmenlerinin uygun ve zorlayıcı öğretim birimleri oluşturmalarına, öğrencilerin yeteneklerine ve ilgi alanlarına göre farklılaştırılmış öğrenme fırsatları sunmalarına ve bağımsız düşünme ile öğrenme yeteneklerini geliştirmelerine olanak sağlamıştır (VanTassel-Baska & Brown, 2007). Kırk yılı aşkın süredir var olan bu modeller, yetenekli öğrencilerin eğitim deneyimlerini zenginleştirmek ve onları zorlamak için yapılandırılmıştır. Eğitim bağlamında yetenekli öğrencilerin çeşitli ihtiyaçları değiştikçe bu modeller de gelişmeye devam etmektedir (Renzulli ve diğ., 2009). Özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde birçok farklılaştırılmış program modeli kullanılmaktadır. Bu modeller arasında, Koşut (Paralel) Müfredat Modeli, Izgara Modeli, Entegre Müfredat Modeli, Çoklu Menü Modeli daha çok öğretim programı farklılaştırılmasında, Renzulli Okul Çapında Zenginleştirme Modeli, Purdue Üç Aşamalı Modeli, Sınırsız Yetenekler Modeli, Otonom Öğrenme Modeli gibi modeller daha geniş kapsamda eğitim programlarının farklılaştırılmasında kullanılmaktadır (Renzulli ve diğ., 2009; Robinson & Tabler, 2016; Sumida, 2017).

Matthews (2021), özel yetenekli öğrenciler için fen bilimleri müfredatının ve fen bilimleri öğretiminin nasıl olması gerektiği konusunda şu noktalara değinmektedir:

- Öğrencilerin ilgi alanları, yetenekleri ve öğrenme profilleri farklılık gösterir. Fen bilimleri müfredatı, bu bireysel farklılıklara uygun olarak esnek ve özelleştirilmiş olmalıdır.
- Öğrencilerin yeteneklerine, ilgi alanlarına ve motivasyon seviyelerine göre esnek gruplamalar yapılmalı ve bu gruplamalar, öğrencilerin bireysel gelişimlerine göre güncellenmelidir.
- Her ders biriminin başında ön testler yapılarak öğrencilerin mevcut bilgi düzeyleri belirlenmeli ve bu doğrultuda farklı öğrenme fırsatları sunulmalıdır. Öğrenciler,

mevcut bilgi düzeylerine göre özelleştirilmiş öğrenme aktivitelerine yönlendirilmelidir.

- Öğrencilerin zayıf yönlerine odaklanmak yerine, güçlü oldukları alanlarda mükemmelliğe ulaşmaları için öğretim yapılmalıdır. Öğrencilerin güçlü yönleri, daha ileri düzeydeki yeteneklerini geliştirmek için desteklenmelidir.
- Fen bilimlerinin doğası ve bu bilginin nasıl elde edildiği konusunda öğrencilere eğitim verilmeli, özellikle bilimsel argümantasyonun önemi vurgulanmalıdır.

Özel yetenekli öğrenciler için fen bilimleri müfredatı, onları bilgi üreticileri olmaya hazırlamalıdır. Bu öğrencilerin gözlem, deney ve ölçüm gibi bilimsel becerileri içselleştirmeleri ve dünyayı bir bilim insanı perspektifinden görmeleri önemlidir. Bu hedefe ulaşmak için fen bilimleri K-12 müfredatında beş temel bileşen bulunmalıdır (Chandler, 2012): i. laboratuvar deneyleri ve özgün araştırma çalışmaları için fırsatlar sunulmalı, ii. yüksek düzeyde içerik odaklı bir müfredat sağlanmalı (temel bilgilerin ötesine geçerek daha karmaşık, derinlemesine ve zengin içerikli konulara odaklanan), iii. öğrencilerin uygulamada olan bilim insanlarıyla etkileşim kurmaları teşvik edilmeli, iv. sorgulama süreçlerine güçlü bir vurgu yapılmalı ve v. bilimsel konuların teknolojik uygulamaları, insanların almış oldukları kararlar ve sosyal politika bağlamında ele alınmalıdır. Bu bileşenler, öğrencilerin bilimsel becerilerini geliştirmelerine ve araştırma yetkinliklerini tüm alanlarda uygulayabilmelerine olanak tanır.

Cotabish ve diğ. (2021) özel yetenekli öğrenciler için fen bilimleri müfredatının, üst düzey düşünme becerilerini teşvik eden, disiplinler arası büyük temalara odaklanan, derinlik ve karmaşıklıkla beslenen içerik ile araştırma süreçlerini birleştiren bir çerçeveye dayanması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca fen bilimlerindeki yetenekleri erken yaşlarda keşfedilmez ve geliştirilmezse, özel yetenekli öğrencilerin başka alanlara yönelebileceğini veya fen bilimlerinde ileri düzey dersler alma isteklerini kaybedebileceklerini belirtmektedirler. Bu nedenle, gelecekteki STEM alanında yenilik yapacak öğrencileri yetiştirmek için fen bilimleri müfredatının erken yaşlardan itibaren farklılaştırılması ve ileri düzeyde olması gerektiğini ifade etmektedirler (Cotabish ve diğ., 2021). Adams (2021), özel yetenekli öğrencilerin yenilikçi ve yaratıcı bilim insanları olarak gelişmelerini desteklemek için fen bilimleri eğitiminde açık uçlu sorgulama, ileri düzey soru sorma ve hızlandırılmış öğrenme fırsatlarının kritik öneme sahip olduğunu savunmaktadır. Adams'a (2021) göre, öğretmenler öğrencilerin

bilimsel düşünme becerilerini derinleştirmelerine yardımcı olmalı ve bu süreçte onların yaratıcı soru sorma yeteneklerini geliştirmelerini teşvik etmelidir. Ayrıca, hızlandırılmış eğitim fırsatlarının özel yetenekli öğrenciler için hayati bir rol oynadığını ve bu nedenle öğretmenlerin bu alanda donanımlarının iyi olması gerektiği unutulmamalıdır (Adam, 2021). Fen bilimleri eğitiminde Yeni Nesil Fen Bilimleri Standartlarının (Next Generation Science Standards [NGSS]) kullanılması, uygun hızda öğretimin ve farklılaştırılmış görevlerin sunulması, bilimsel okuryazarlığın geliştirilmesi Adams'ın (2021) önerdiği stratejiler arasında yer almaktadır.

NGSS, anaokulundan 12. sınıfa kadar olan eğitim seviyelerinde (K-12) ve uluslararası standartlarda fen eğitimi sunmayı amaçlayan, içerik açısından zengin ve disiplinler arası uyumlu bir standartlar bütünüdür (Adams, 2021; Cotabish ve diğ., 2021). Bu standartlar, özel yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak için farklılaştırma gereksinimini de ortaya koymaktadır.

NGSS'ye göre, özel yetenekli öğrencilerin fen bilimleri alanında gelişimlerini desteklemek için öğretmenlerin kullanabileceği çeşitli yollar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

- Bloom'un Bilişsel Taksonomisi'ne dayalı olarak yüksek düzeyde soru sorma becerileri, yani uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme, sınıf içinde kullanılmalıdır.
- Öğrencilerin merak, yaratıcılık ve açıklık gibi bilimsel düşünme alışkanlıkları teşvik edilmelidir.
- Problem Tabanlı Öğrenme (PTÖ) ve Proje Tabanlı Öğrenme (PrTÖ) yöntemleri, öğrencilerin gerçek dünya problemleri üzerinde çalışarak bilimsel süreçleri derinlemesine anlamalarına olanak tanınmalıdır (Cotabish ve diğ., 2021).

Bunun yanı sıra sanatın STEM müfredatına entegrasyonu, öğrencilerin uzun süreli belleklerini güçlendirebilir ve akademik başarılarını artırabilir. NGSS'nin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin profesyonel gelişim fırsatlarına erişmeleri, idari destek almaları, yeterli kaynaklara sahip olmaları ve zaman ihtiyaçlarının karşılanması da son derece önemlidir. Etkili bir profesyonel gelişim programı, 45 saatten fazla temas süresi gerektirmektedir (Cotabish ve diğ., 2021).

Taber (2007), özel yetenekli öğrenciler arasında yüksek düzeyde bilişsel yeteneklere sahip, bilimsel kavramları hızlıca anlayıp uygulayabilen, üst bilişsel olgunluk gösteren, kendi düşünme ve öğrenme süreçlerini yansıtabilen ve derinlemesine anlayış isteği sergileyen fen alanında özel yetenekli öğrencilerin bulunduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, fen bilimleri alanında özel yetenekli öğrencilerin eğitime yönelik stratejileri şu şekilde detaylandırmaktadır (Taber, 2007):

1. Kavramlara Odaklanma: Öğretim, sadece bilgi ezberlemeye değil, kavramların derinlemesine öğrenilmesine ve anlaşılmasına odaklanmalıdır. Özel yetenekli öğrencilerin zamanla kavramları derinlemesine keşfetmeleri için fırsatlar sağlanmalıdır.
2. Sorgulama Temelli Öğrenme: Özel yetenekli öğrenciler için etkili öğrenme, genellikle sorgulama yaklaşımı etrafında yapılandırılabilir. Öğrenciler, gerçek problemleri ve durumları araştırarak aktif araştırmacılar rolünü üstlenmelidir.
3. Üst Düzey Düşünme Becerilerini Geliştirme: Öğretim, analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirecek sorulara odaklanmalıdır. Öğrencilere, disiplinler arası bağlantılar kurma ve bilgileri değerlendirme fırsatları sunulmalıdır.
4. Üst-biliş ve Öz-düzenleyici Öğrenme: Öğretim özel yetenekli öğrencilerin üst bilişsel yeteneklerini kullanmalarını ve geliştirmelerini teşvik etmelidir. Öğretmenler, öğrencilere kendi öğrenme süreçlerini yönetmeleri ve öz düzenleyici öğrenme becerileri kazanmaları için çeşitli görevler ve aktiviteler sunmalıdır.
5. Özgün Ürünler ve Gerçekçi Problemler: Özel yetenekli öğrencilere, gerçekçi problemler üzerinde çalışarak ve özgün ürünler üreterek sonuçlarını ilgilenen bir kitleye sunma fırsatları verilmelidir. Öğrenciler, bulgularını raporlayarak bilimsel toplulukla paylaşabilecekleri ortamlar yaratılmalıdır.
6. Çeşitlilik ve Öğretim Hızı: Özel yetenekli öğrencilerle çalışırken çeşitli öğretim stratejileri kullanmak önemlidir. Yeni materyallerin hızlı bir şekilde tanıtılması önerilir; bu sayede öğrencilere öğrenme üzerine düşünme ve entegre etme fırsatları sunulabilir. Öğrenme süreçlerinde kazanılan zamanı, öğrencilere daha fazla yansıtma ve öğrenmeyi derinleştirme için kullanmaları teşvik edilmelidir.

7. Liderlik ve Akran Rehberliği: Özel yetenekli öğrenciler, liderlik rollerini üstlenme ve diğer öğrencilere rehberlik etme fırsatlarına sahip olmalıdır. Bu süreçte, öğrencilere işbirlikli öğrenme ortamları sunulabilir. Bu durum uygun bir şekilde yönetildiğinde yüksek yetenekli öğrencilerin öğrenmelerine destek olabilir.
8. Zenginleştirme Fırsatları: Özel yetenekli öğrencilere sınıf dışında da zenginleştirme fırsatları sağlanmalıdır. Bu fırsatlar arasında isteğe bağlı bilim oturumları, yaz okulları, yaratıcı projeler geliştirme programları, olimpiyatlar ve bilim fuarları yer alabilir.
9. Mentörlük: Özel yetenekli öğrenciler, alanında uzman kişilerle çalışarak mentörlük desteği almalıdır. Mentörler, öğrencilere alanlarında derinlemesine anlayış kazandırmada yardımcı olabilirler.

2.4.2. Sürdürülebilirlik Eğitimi

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA), dünya genelinde 17 ana amacı kapsamaktadır (BM, 2016). Bu hedefler, yoksulluğu sona erdirmek (Yoksulluk, No Poverty, SKA 1), açlık ve gıda güvencesini sağlamak (Açlığa Son, Zero Hunger, SKA 2), her yaşta sağlıklı yaşamı teşvik etmek (Sağlık ve Kaliteli Yaşam, Good Health and Well-being, SKA 3), herkes için kapsayıcı, eşitlikçi ve kaliteli eğitim sağlamak (Nitelikli Eğitim, Quality Education, SKA 4), cinsiyet eşitliğini sağlamak ve kadınları güçlendirmek (Toplumsal Cinsiyet Eşitliği, Gender Equality, SKA 5), suya ve sanitasyona erişimi genişletmek (Temiz Su ve Sanitasyon, Clean Water and Sanitation, SKA 6), herkes için sürdürülebilir enerjiye erişimi sağlamak (Erişilebilir ve Temiz Enerji, Affordable and Clean Energy, SKA 7), sürdürülebilir ekonomik büyümeyi ve istihdamı teşvik etmek (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme, Decent Work and Economic Growth, SKA 8), sanayileşme ve altyapıyı geliştirmek (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı, Industry, Innovation and Infrastructure, SKA 9), ülkeler arası ve ülkeler içi eşitsizlikleri azaltmak (Eşitsizliklerin Azaltılması, Reduced Inequalities, SKA 10), şehirleri sürdürülebilir, kapsayıcı ve dirençli hale getirmek (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, Sustainable Cities and Communities, SKA 11), sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarını sağlamak (Sorumlu Üretim ve Tüketim, Responsible Consumption and Production, SKA 12), iklim değişikliğine karşı acil önlemler almak (İklim Eylemi, Climate Action, SKA 13), okyanusları ve deniz kaynaklarını korumak (Sudaki Yaşam, Life Below Water, SKA 14), kara ekosistemlerini, ormanları ve biyolojik çeşitliliği korumak (Karasal

Yaşam, Life on Land, SKA 15), barışçıl ve kapsayıcı toplumlar inşa etmek (Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar, Peace, Justice and Strong Institutions, SKA 16) ve sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklıkları güçlendirmek (Amaçlar için Ortaklıklar, Partnerships for the Goals, SKA 17) şeklinde sıralanmaktadır.

SKA'nın önemi tartışılmaz bir gerçek olarak kabul edilse bile, bu konuda farkındalık oluşturma'nın gerekliliği önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Bu doğrultuda, Sürdürülebilirlik Eğitimi (SE), farkındalık yaratmanın en etkili yollarından biri olarak öne çıkmaktadır. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu'na (UNESCO, 2014, s. 19) göre, SE, *“kültürel çeşitliliğe saygı göstererek, çevresel bütünlük, ekonomik sürdürülebilirlik ve adil bir toplum için bilinçli kararlar alabilme yetkinliklerini kazandırmayı ve bu sayede hem mevcut hem de gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamayı hedeflemektedir”*. Özetle, SE, bireylerin erken yaşlardan itibaren düşünce ve davranışlarını değiştirerek sürdürülebilir bir gelecek için yaşam becerileri kazanmalarını amaçlamaktadır.

SE, toplulukların (bir arada yaşayan veya belirli bir ortak ilgiyi, amacı veya özelliği paylaşan insan grupları) SKA'lara ulaşmasına katkı sağlayan ve kısa vadeli beceri gelişiminin ötesine geçmektedir. SE katılımcı öğrenme, yaratıcı, eleştirel ve sistematik düşünme süreçleriyle bireyleri topluluklarına bağlayarak onların sosyal, ekonomik, kültürel ve çevresel uyum içinde yaşamalarını desteklemektedir. İklim değişikliği, afet riskinin azaltılması, biyolojik çeşitlilik, sosyal eşitsizlik, yoksulluğun azaltılması ve sürdürülebilir tüketim gibi çeşitli konuları kapsamakta ve bu alanlardaki hedefleri daha sürdürülebilir bir yaşam standardı oluşturmak için birleştirmeyi hedeflemektedir (Egana del Sol, 2020). SE bilişsel, sosyal, duygusal ve davranışsal öğrenme boyutlarını geliştiren kaliteli eğitimin ayrılmaz bir parçası olan, yaşam boyu süren bir öğrenme sürecidir (UNESCO, 2020). Temiz (2021) SE'nin anahtar unsurlarını şu şekilde sıralamaktadır:

- SE bireylerin sürdürülebilir bir gelecek için gerekli bilgi, beceri, tutum ve değerleri kazanmalarına olanak tanır.
- SE sürdürülebilir kalkınmayla ilgili temel sorunları eğitim ve öğretim süreçlerine dâhil etmeyi hedefler. Bu kapsamda, iklim değişikliği, afet risklerinin azaltılması, biyolojik çeşitliliğin korunması, yoksulluğun azaltılması ve sürdürülebilir tüketim konularına odaklanır.

- SE, öğrencilerin sürdürülebilir kalkınma konusunda harekete geçmelerini teşvik eden, onların davranışlarını değiştirmeye yönelik katılımcı öğrenme öğretme yöntemlerini benimser.
- SE, bireylerin eleştirel düşünme becerilerini, gelecekte gerçekleşmesi olası senaryoları hayal etmeyi ve işbirliğine dayalı karar alma süreçlerini geliştirmelerini destekler.

SE olmadan SKA'lara ulaşmanın zor olduğu düşünülmektedir. Bu yolda SE'nin etkili bir şekilde yapılandırılması ve uygulanması önem arz etmektedir. Bu konuda UNESCO (2020) iyi düzenlenmiş bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeve, öğrenme içeriği ve çıktıları, pedagojik yöntemler ve öğrenme ortamını kapsayan bütüncül ve dönüştürücü bir yaklaşıma sahiptir.

UNESCO'ya (2020) göre SKA'lara ulaşmak ve daha sürdürülebilir bir dünya inşa etmek toplumsal dönüşümle mümkündür. Bu bağlamda etkileşimli, proje tabanlı ve öğrenen merkezli pedagojik yöntemler kullanarak bireylerin öğrenme sürecine aktif katılımı sağlanmalıdır. Öğrenme ortamlarının tüm boyutları, SE çerçevesinde bütüncül bir kurum yaklaşımıyla dönüştürülmeli, böylece öğrenenlerin öğrendiklerini hayata geçirmeleri ve yaşadıklarını öğrenmeleri teşvik edilmelidir. Bu dönüşüm süreci, bireylerin hem mevcut hem de gelecek nesiller için sorumluluk almalarını ve toplumsal dönüşüme aktif olarak katkıda bulunmalarını sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, eğitim içerikleri, iklim değişikliği gibi 17 SKA'da yer alan sürdürülebilirlik konularını kapsayacak şekilde yeniden yapılandırılmalı ve her türlü öğrenme sürecine entegre edilmelidir. Bu yaklaşımlar, SKA'lara ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır.

Küresel ölçekte SE yoluyla sürdürülebilir kalkınma teşvik edilirken, fen eğitimi bu süreçte önemli bir rol üstlenmektedir. UNESCO'nun (2014, s. 19) belirttiği gibi, “SE, öğrencilerin sürdürülebilir kalkınma için harekete geçmelerini sağlamak amacıyla eleştirel düşünme, geleceği planlama ve işbirliği içinde karar alma gibi katılımcı öğrenme öğretme yöntemlerine ihtiyaç duyar.” Bu bağlamda fen eğitimi, SE'yi desteklemek için ideal bir araçtır. Çünkü SE'yi destekleyen pek çok öğretim stratejisi, hâlihazırda fen bilimleri eğitiminin ayrılmaz bir parçası olarak kullanılmaktadır. SE'yi destekleyen temel stratejiler arasında şüpheleri gidermek için eleştirel sorular sorma, sürdürülebilir gelecekler için yaratıcı düşünme, bilgiyi yeni durumlara uygulama ve insan kaynaklı sorunlara karşı çevreye yönelik yeni alışkanlıklar kazanma becerisi yer almaktadır (Akpan, 2017).

Temel stratejileri açısından fen eğitimi SE'yi desteklerken, SE de fen eğitimini beslemektedir. SE'ye ilişkin konular üzerinde çalışmak, STEM alanlarında eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu konulara yönelik projeler öğrencilerin problem belirleme, araştırma soruları geliştirme, veri toplama ve analiz etme, çözüm önerileri sunma ve elde edilen bilgileri paylaşma becerilerini teşvik etmektedir (Schroth & Helfer, 2017). Dolayısıyla SE eğitimi, STEM alanlarında üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlayarak öğrencilerin daha geniş bir perspektiften dünyaya bakmalarına yardımcı olur. Bu süreçte NGSS (2013) tarafından vurgulanan disiplinler arası yaklaşım, fen bilimleri eğitiminde birden fazla öğrenme alanı arasında bağlantı kurmanın önemini ortaya çıkarmaktadır. Bu yaklaşım, aynı zamanda eşitlik pedagojisini de destekler. Çünkü SE, öğrencilerin farklı yaşam deneyimlerini ve perspektiflerini dikkate alarak her öğrencinin öğrenme sürecinde kendini değerli hissetmesine yardımcı olmaktadır (Marzetta ve diğ., 2017). Fen eğitimi, karmaşık sürdürülebilirlik sorunlarını ele almak için disiplinler arası ve disiplinler ötesi yaklaşımları da içermektedir. Böylece, öğrenmenin kapsamını genişleterek sürdürülebilir kalkınma için işbirliği ve yenilik de teşvik edilir (Schroth & Helfer, 2017).

MEB (2024) tarafından da vurgulanan sürdürülebilirlik odaklı fen öğretimi; öğrencilerin kaynakları verimli kullanma, doğaya saygılı olma, çevre sorunlarına duyarlılık gösterme ve çözüm üretebilme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu öğretim yaklaşımı bireylerin sosyal sorumluluk bilinciyle hareket etmeleri, ülkenin gelişimine katkı sağlamaları ve girişimci olmaları gibi nitelikleri de ön plana çıkarmaktadır. Bu yönleriyle, fen eğitimi ve SE, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için birbirini tamamlayan ve güçlendiren unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

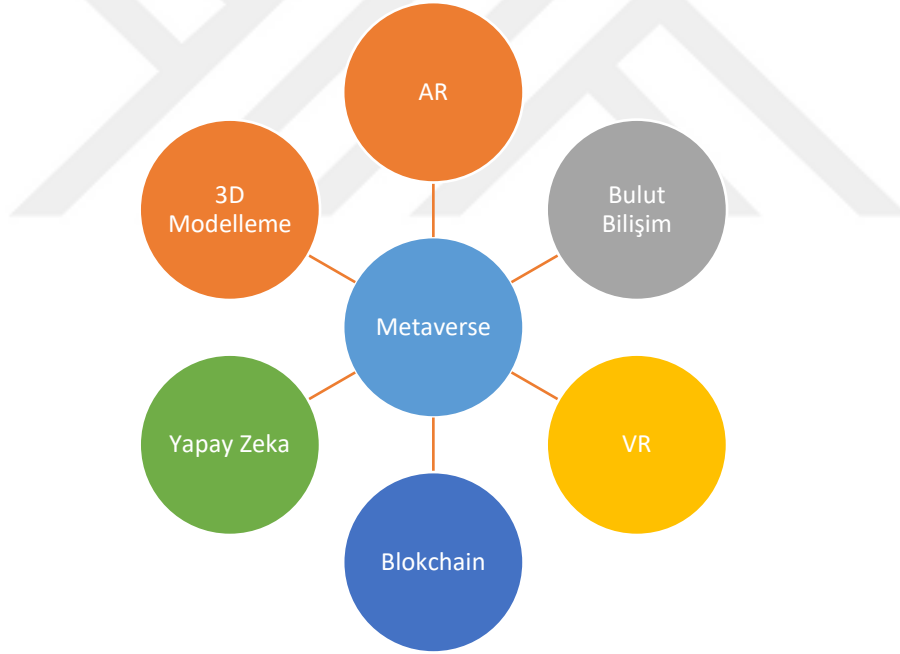
2.5. METAVERSE ve METAVERSE'ün Eğitim Alanında Kullanımı

2.5.1. Metaverse Nedir?

Metaverse, “insanların avatarları aracılığıyla kendilerini ifade edebildiği, sosyalleştiği, diğer kullanıcılar ve nesnelerle etkileşim kurabildiği, gerçek dünyanın genişletilmiş bir hali olan sürükleyici bir sanal ortam” olarak tanımlanır (Kalınkara & Özdemir, 2022, s.55). Gerçek dünyaya alternatif bir ortam sunmaktan ziyade Metaverse, sanal ve gerçek dünyaların kesişme noktasıdır (Yu, 2022). Teknolojik açıdan Metaverse, büyük veri, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik, blockchain, ayna dünyalar, yaşam günlüğü ve yapay

zekâ gibi yenilikçi teknolojileri bir araya getirir (Hwang & Chien, 2022; Kye ve diğ.eri, 2022).

Bu teknolojilerin öğrenenlere sürükleyici deneyimler sunduğu ve Metaverse'ün eğitimde köklü dönüşümlere yol açabileceği belirtilmektedir (Lin ve diğ., 2022). Metaverse, eğitimde soyut kavramları somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırır, maliyetleri ve riskleri azaltır, zaman ve mekân sınırlamalarını ortadan kaldırır. Blockchain teknolojisi sayesinde akademik çalışmaların telif haklarını korurken, avatarlar aracılığıyla kişiselleştirilmiş içeriklere erişim imkânı sağlayarak öğrenci katılımını artırır. Ayrıca, iletişim alanları ve avatarların jest-mimik özellikleri, öğrencilerin öğretmenleri ve akranlarıyla etkileşimlerini güçlendirerek öğrenme süreçlerini destekler (Lin vd., 2022). Metaverse kullanılarak eğitimsel bir sistem oluşturmak için kullanılabilecek teknolojiler Şekil 2.2'de (Soni & Kaur, 2023) verilmiştir.



Şekil 2-2: Metaverse Teknolojileri.

Metaverse kullanılarak oluşturulacak eğitimsel bir sistem, Şekil 2.2'de verilen sanal ve artırılmış gerçeklik (VR ve AR), 3D modelleme, yapay zekâ (AI), blockchain ve bulut bilişim gibi teknolojilerin en az bir kaçının bir araya gelmesiyle inşa edilmektedir. VR öğrencilere sürükleyici bir öğrenme deneyimi sunmakta, AR ise fiziksel ortamı dijital bilgilerle zenginleştirmektedir. 3D modelleme, sanal sınıflar ve öğrenme alanları oluşturmak için kullanılmaktadır. Yapay zekâ, öğrenci performansını analiz ederek kişiselleştirilmiş öğrenme

sunmakta, blockchain ise öğrenci belgelerinin güvenli ve şeffaf bir şekilde saklanmasını sağlamaktadır. Bulut bilişim, bu sistemin çalışması için gerekli olan hesaplama kaynaklarını ve depolamayı temin etmektedir. Bu teknolojilerin birleşimi, eğitimde yeni bir devrim yaratma potansiyeline sahiptir.

Metaverse, sosyal etkileşim fırsatları sunması, öğrenenlere yaratma ve paylaşma özgürlüğü sağlaması ve ilgi çekici, sürükleyici öğrenme deneyimleri sunması nedeniyle etkili bir öğrenme ortamı olma potansiyeline sahiptir (Kye ve diğ., 2022; Mystakidis, 2022). Çiğdem ve Öncü (2023), Metaverse'ün çevrimiçi bir öğrenme modeli olan soruşturma topluluklarının ilkeleriyle birleştiğinde, öğrencilerin davranışsal, duygusal, bilişsel ve sosyal katılımlarını artırma gücüne sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu modelde derin ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için üç temel öğrenme bileşeninin sağlanması gerektiği belirtilmektedir.

Bilişsel varlık, öğrencilerin öğretmenleri ve akranlarıyla etkileşimlerinde eleştirel düşünme becerilerini kullanmalarını, işbirliğiyle problem çözmelerini ve anlam inşa etmelerini ifade eder. Sosyal varlık, kendilerini özgürce ifade edip görüşlerini tartışabilecekleri güvenli ve destekleyici bir öğrenme ortamını kapsar. Öğretim varlığı ise bilişsel ve sosyal varlıkları destekleyerek öğrenme hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırır (Garrison ve diğ., 2000).

Metaverse, aynı zamanda öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirme potansiyeline sahiptir. Öğrenciler öz-düzenleme stratejilerini kullanarak Metaverse'deki etkinlikleri daha verimli ve bağımsız bir şekilde gerçekleştirebilirler. Bu süreç, hem öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin hem de genel akademik performansın artmasına katkı sağlayabilir (Çiğdem & Öncü, 2023).

Metaverse'ün eğitimde bir diğer güçlü yönü ise yaratıcı düşünme becerilerini geliştirme potansiyelidir. Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde, öğrenci merkezli yaklaşımlar ve eleştirel, sorgulayıcı, yaratıcı düşünme becerilerinin desteklenmesi önemlidir (Maker & Schiever, 2010; VanTassel-Baska & Brown, 2007). Özel yetenekli öğrencilerin ilgi alanları, hazırbulunuşluk düzeyleri ve öğrenme profilleri dikkate alınarak yaratıcı pedagojilerin (yaratıcılık için öğretim, yaratıcı öğretim ve yaratıcı öğrenme) Metaverse ortamına entegre edilmesi, onların yaratıcılık potansiyelini açığa çıkarmak için ideal bir zemin

oluşturabilir (Kaplan Sayı, 2022; Preckel ve diğ., 2010; Zhang ve diğ., 2022). Bu şekilde öğrenciler, Metaverse’de yaratıcı düşünme becerilerini geliştirebilecek fırsatlar bulabilirler.

2.5.2. Eğitimde Metaverse Uygulamaları

Metaverse çerçevesine göre Metaverse ile öğrenme, eşzamanlı veya eşzamansız çevrimiçi öğrenme ile aynı değildir. Tablo 2.3’te çevrimiçi öğrenme ve Metaverse’de öğrenme arasındaki farklar belirtilmiştir (Jusuf ve diğ., 2023, s.343’ten uyarlanmıştır).

Tablo 2-3: Çevrimiçi Öğrenme ve Metaverse’de Öğrenme Arasındaki Farklar.

Konu	Çevrimiçi Öğrenme	Metaverse
Öğrencilerin derse katılım zamanı ve yeri	Sadece öğretmenin video konferansla toplantı açtığı zamanlarda mevcut	Zaman ve yer kısıtlaması yok
Öğrenci kimliği	Gerçek kimlik	Özelleştirilmiş, dinamik dijital kimlik (avatarlarla)
Öğrenme kaynağı	Genellikle etkileşimsiz, multimedya veya çevrimiçi kaynaklar	Etkileşime izin veren, görsel veya merkezi olmayan öğrenme kaynakları
Öğrenme etkinliği	Dersler genellikle anlatımlara odaklanır, karmaşık öğrenme etkinliklerine katılım zor	Başlıca 3D öğrenme sahnesinde yer alan bağlamsal öğrenme etkinliklerinden oluşur. Öğrencilerin çeşitli öğrenme etkinliklerine sanal olarak katılmalarına olanak tanır. Uzaktan iş birliğini destekleyebilir. Sorgulamaya dayalı etkinlikler ve problem çözüme görevlerini başlatarak yaratıcı öğrenme etkinliklerini kolaylaştırır.
Öğrenme deneyimi	Genellikle video ve ses ile çevrimiçi iletişime dayanır.	Çok duyuşsal etkileşim ve ifade temelli
Öğrenme amacı	Genellikle düşük seviyeli bilişsel gelişim hedeflenir.	Üst düzey bilişsel gelişim kolayca sağlanır
Öğrenme değerlendirme	Öğrenme sonuçlarına odaklanır.	Formatif değerlendirme ile birleştirilir

Metaverse’de eğitim, geleneksel eğitimle karşılaştırıldığında daha ilgi çekici, etkileşimli ve erişilebilir öğrenme deneyimleri sunmaktadır (Soni & Kaur, 2023). Metaverse, sanal sınıflar, sanal geziler, simülasyonlar, işbirlikli projeler ve etkileşimli öğrenme gibi çeşitli yenilikçi eğitim fırsatları sağlamaktadır. Bu ortamda, öğrenciler ve öğretmenler avatarlar aracılığıyla etkileşime geçebilmekte, dünyanın farklı yerlerinden kolayca

erişilebilmekte ve öğrenme deneyimleri, fiziksel sınıflara kıyasla daha sürükleyici hale gelmektedir. Geleneksel eğitim ise fiziksel sınıflarda yüz yüze etkileşimi ve genellikle daha pasif öğrenme yöntemlerini içermektedir. Sonuç olarak Metaverse, dinamik ve özelleştirilebilir eğitim deneyimleri sunarak, eğitimde devrim yaratma potansiyeline sahiptir (Soni & Kaur, 2023). Genel olarak Metaverse'in eğitimdeki potansiyeli, geleneksel e-öğrenme ile mümkün olmayan daha sürükleyici, kişiselleştirilmiş ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunmaktadır.

Rahman ve diğ. (2023), geleneksel e-öğrenme ile Metaverse'in eğitimdeki potansiyeli arasındaki temel farklar şu şekilde özetlenmektedir:

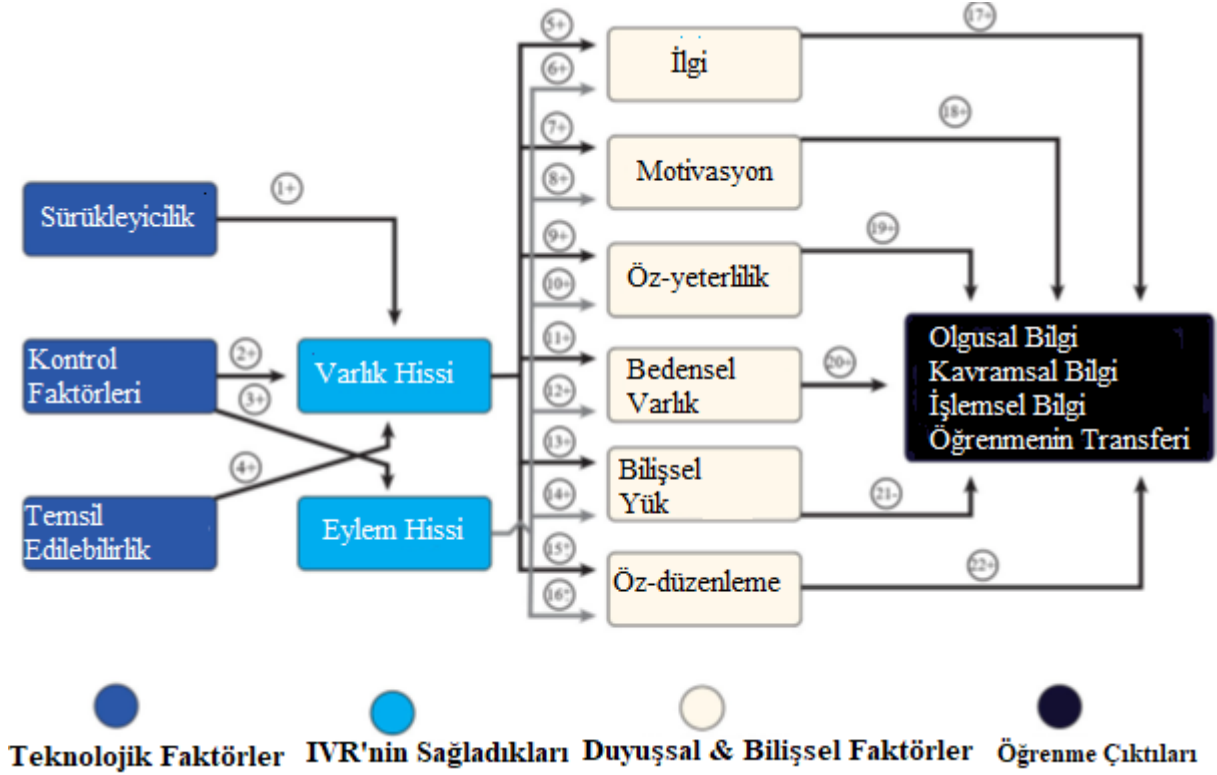
- Metaverse, öğrencilere daha doğal bir şekilde etkileşimde bulunabilecekleri tam anlamıyla sürükleyici bir deneyim sunarken, geleneksel e-öğrenme 2D ekranlara ve metin tabanlı etkileşimlere dayanmaktadır.
- Metaverse, bireysel ihtiyaçlara uyum sağlayarak kişiselleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunabilirken, geleneksel e-öğrenme genellikle tek tip bir yaklaşım sunmaktadır.
- Metaverse, gerçek zamanlı işbirliği ve zengin multimedya kullanımı sağlayarak, geleneksel e-öğrenme'nin erişim sınırlamalarını aşabilmektedir.

2.5.3. Sürükleyici Sanal Gerçeklik (Immersive Virtual Reality: IVR) Teknolojisi

Metaverse'ün sunduğu yeni eğitim alanı ve bu alanda kullanılan IVR teknolojisi, eğitimde önemli bir tartışma konusu olmuştur. IVR, Metaverse ile aynı anlama gelmese de Metaverse perspektifinden geliştirilen birçok eğitim uygulaması sürükleyici yani immersif teknolojilerle deneyimlenmek üzere tasarlanmaktadır. Bu nedenle, IVR uygulamalarının eğitim bağlamlarında etkinliğini ve uygulanabilirliğini değerlendiren araştırmalar yapılması kritik öneme sahiptir (Di Natale ve diğ., 2024).

IVR'nin eğitimdeki rolü, özellikle 2012'de Oculus Rift'in piyasaya sürülmesiyle daha fazla dikkat çekmiştir. Ancak, IVR teknolojisinin yükselişinden önce bile araştırmacılar, 3D sanal öğrenme ortamlarının potansiyel faydalarını (uzamsal bilgi temsili, deneyimsel öğrenme, öğrenci katılımı, durumsal öğrenme ve işbirlikli öğrenme) öngörmüşlerdir (Dalgarno & Lee, 2010).

Makransky ve Petersen (2021) sürükleyici öğrenme üzerine gerçekleştirilen eğitim araştırmalarının sonuçlarını sentezleyerek CAMIL modelini geliştirmişlerdir. CAMIL, IVR’de öğrenme sürecinin nasıl gerçekleştiğine odaklanmaktadır.



Şekil 2-3: CAMIL Modeli.

Şekil 2.3'te sunulan CAMIL, IVR deneyimlerinden öğrenci katılımlarının ve öğrenme çıktılarının nasıl etkilendiğini anlamak için bilişsel ve duyusal faktörlerin etkileşimlerini analiz etmektedir (Petersen ve diğ., 2022). Bu süreçte sürükleyicilik, kontrol faktörleri ve temsil edilebilirlik (representational fidelity) önemlidir.

Sanal öğrenme ortamlarında, öğrencilerin deneyimlerini derinleştiren varlık hissi (presence), eylem hissi (agency) ve bedensel varlık (embodiment) kavramları bu bağlamda önemli olmaktadır. Varlık hissi kullanıcının sanal ortamda ne kadar "var" hissettiğini; eylem hissi bu ortamda eylemler üzerinde ne kadar kontrol sahibi olduğunu; bedensel varlık ise kullanıcının sanal bedeni veya nesneyi ne kadar kendi bedeni gibi hissettiğini ifade etmektedir. Bu üç kavram, sanal öğrenme deneyiminin kalitesini belirleyen temel unsurlar olarak değerlendirilmektedir (Makransky & Petersen, 2021). Varlık hissi, eylem hissi ve bedensel varlık unsurlarını içeren IVR deneyimlerinin, çevresel farkındalığı ve davranışları

nasıl etkilediğini gösteren çalışmalar, IVR'nin sürdürülebilirlik eğitiminde kullanılabilecek etkili bir öğretim teknolojisi olduğunu vurgulamaktadır (Makransky & Petersen, 2021).

Sürükleyicilik, kontrol faktörleri ve temsil edilebilirlik CAMIL'in öncül bileşenleridir. Sürükleyicilik, öğrencinin sanal bir ortamda kendini tamamen o ortamın bir parçası gibi hissetmesi anlamına gelmektedir. Bu şekilde, öğrencinin çevresel uyaranlara olan tepkisinin yoğunluğunu artırarak daha derin bir öğrenme deneyimi sağlamaktadır. Sürükleyicilik, öğrencinin sanal ortamdaki deneyimini daha gerçekçi hale getirmekte, bu durum da öğrenme sürecine daha fazla katılımı teşvik etmektedir. Kontrol faktörleri, öğrencinin sanal ortamda belirli öğeleri kontrol edebilme yeteneğini ifade etmektedir. Bu faktörler, sürükleyicilik deneyimini güçlendiren ve öğrencinin sanal ortamda aktif bir rol oynamasını sağlayan unsurlardır. Temsil edilebilirlik ise sanal ortamın gerçek dünyaya ne kadar benzer olduğunu belirlemekte ve sürükleyicilik ile eylem hissini doğrudan etkilemektedir. Yüksek temsil edilebilirlik, öğrencinin kendini sanal dünyaya daha çok kaptırmasını ve bu dünyada etkin bir şekilde varlık göstermesini sağlamaktadır (Makransky & Petersen, 2021).

Varlık hissi, öğrencinin sanal ortamda kendini fiziksel olarak oradaymış gibi hissetmesidir. Bu his, sürükleyicilik ve kontrol faktörleri tarafından şekillendirilir. Kontrol ise öğrencinin sanal ortamda kendi eylemlerini ve çevresel etkileşimlerini kontrol edebilme kapasitesini ifade etmektedir. CAMIL'e göre, bir öğrencinin sanal bir bedeni kontrol edebilme yeteneği, eylem hissini deneyimlemek için kritik bir öneme sahiptir. Bu kontrol faktörleri, eylem hissini en önemli belirleyicileri arasında yer almakta ve sürükleyici öğrenme ortamlarında öğrencilerin motivasyonunu ve katılımını arttırmaktadır (Makransky & Petersen, 2021).

CAMIL modeli, varlık hissi ve eylem hissini öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal süreçleri üzerindeki etkilerini incelemektedir. İlgi, içsel motivasyon, öz-yeterlilik, bedensel varlık, bilişsel yük ve öz-düzenleme öğrenme deneyiminin niteliğini belirleyen temel bileşenlerdir. Bilişsel ve duyuşsal faktörlerin nihai olarak öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini açıklar. Öğrenme çıktıları, öğrencinin bilişsel, kavramsal ve işlemsel bilgi edinimi ile öğrenilen bilgilerin farklı bağlamlarda uygulanabilirliğini içerir. Yüksek varlık ve yetkinlik hissi, öğrencilerin ilgisini, motivasyonunu, öz-yeterliliklerini, bedenlenme hislerini, bilişsel yüklerini ve öz-düzenleme becerilerini olumlu yönde etkileyerek daha etkili öğrenme sonuçlarına yol açar (Makransky & Petersen, 2021).

2.6. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Öğrenci Katılımı, Öz-Düzenleyici Öğrenme ve Bilimsel Yaratıcılığın Rolü

2.6.1. Öğrenci Katılımı

2.6.1.1. Öğrenci Katılımının Tanımı ve Teorik Temelleri

Öğrenci katılımı öğrenme, ilgi ve akademik başarı üzerinde etkili olan, öğrenme ve öğretim bağlamında çok önemli bir değişkendir (Skinner ve diğ., 2009; Khademi ve diğ., 2018; Trowler, 2010). Aynı zamanda öğrenci katılımı, öğrenenlerin düşük başarı, can sıkıntısı, okuldan kopuş gibi problemlerine önleyici bir çözüm sunmaktadır (Fredricks ve diğ., 2004).

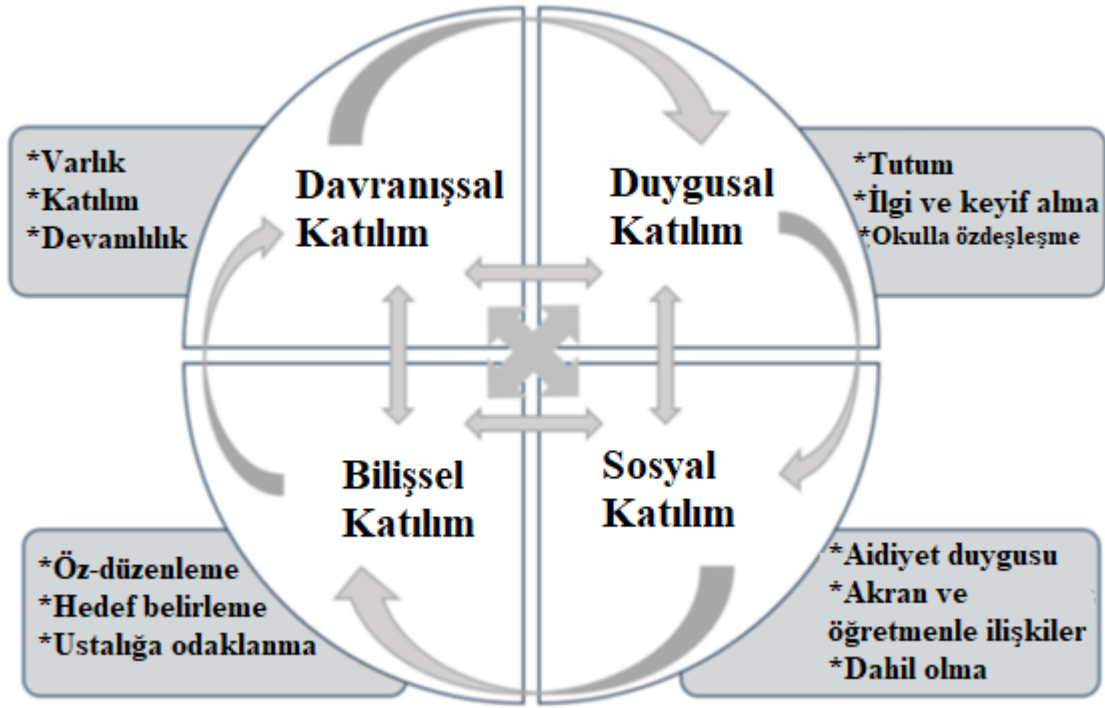
Finn (1989), öğrenci katılımı alanındaki öncü makalesinde, okulu bırakma veya tamamlama süreçlerini açıklamak amacıyla Katılım-Tanımlama (PI) modelini önermektedir. Bu model okulda dışsal katılımı (örneğin, ödevleri yapmak, derse aktif katılmak, dikkatli olmak) ve içsel tanımlamayı (okula aidiyet ve değer verme duygusu) içermektedir. Aktif okul katılımı, akademik başarıya yol açmakta ve bu başarının, öğrencinin okula olan bağlılığını güçlendirerek olumlu bir katılım döngüsü oluşturmaya katkı sağlamaktadır. Buna karşılık yetersiz katılımı birlikte düşük başarı ve zayıf aidiyet duygusunun, öğrencinin okulu bırakmasına neden olabileceğini belirtmektedir. Katılım düzeyinin yaşa göre değişiklik gösterdiğini, küçük yaşlarda uyum sağlamak şeklinde, ergenlik döneminde ise kulüp ve etkinliklere katılmak veya okul yönetimine katkı sağlamak şeklinde ortaya çıkabileceğini ifade etmektedir. Ayrıca aile desteği, okul tarafından kabul görmek ve kişisel koşullar gibi dış faktörlerin de öğrencinin katılım düzeyini etkileyebileceğini vurgulamaktadır (Finn, 1989).

Finn'in katılım kavramını başlangıçta davranışsal katılım ve aidiyet (duygusal) olarak tanımlamasından bu yana, bu kavram alt boyutlarıyla ele alınmaya başlanılmıştır. Günümüzde birçok araştırmacı, katılıma bilişsel bir boyut eklemiştir (Fredricks ve diğ., 2004) ve bazı araştırmacılar da davranışsal katılımı davranışsal ve akademik katılım olmak üzere ikiye ayırmıştır (Appleton ve diğ., 2006). Wang ve diğ. (2016) katılımı bilişsel, duygusal, davranışsal ve sosyal alt boyutlarıyla birlikte ele alırken, Reeve ve Tseng (2011) öğrencilerin kendi deneyimlerinden yola çıkarak aktif bir şekilde soru sorması ve dersle ilgili taleplerini öğretmene iletmesi gibi davranışları içeren aktif öznellik kavramını ileri sürmüştür. Christenson ve diğ. (2012, s.816-817) akademik, davranışsal, bilişsel ve duygusal katılım alt boyutlarından söz etmiş ve öğrenci katılımını şu şekilde tanımlamışlardır:

“Öğrenci katılımı öğrencinin akademik, ders dışı ve okul ile ilgili faaliyetlere aktif katılımını, eğitim hedeflerine ve öğrenmeye olan bağlılığını ifade etmektedir. Katılım sağlayan öğrenciler, öğrenmeyi anlamlı bulmakta ve öğrenme süreçlerine ve geleceklerine yatırım yapmaktadırlar. Öğrenci katılımı, davranışsal (akademik dâhil), bilişsel ve duygusal alt türlerden oluşan çok boyutlu bir yapıdır. Öğrenci katılımı, öğrenmeyi yönlendirmekte, enerji ve çaba gerektirmekte, çeşitli bağlamsal değişkenlerden etkilenmektedir”

Bu araştırmada öğrenci katılımı, Wang ve diğerlerinin (2016) bilişsel, duygusal, davranışsal ve sosyal katılım türlerine göre dikkate alınmıştır. Davranışsal katılım, öğrencilerin derse yönelik çaba göstermeleri, dikkatlerini odaklamaları ve hazır bulunmalarını ifade eder. Bu katılım türü eksik olduğunda, öğrencilerin dikkat dağınıklığı, motivasyon kaybı ve derse hazırlıksız gelme gibi davranışsal kopuş belirtileri görülebilir (Skinner ve diğ., 2009). Duygusal katılım, öğrencilerin öğrenme sürecine, içeriğe ve görevlerine yönelik coşku, ilgi ve keyif gibi olumlu duygularını yansıtır (Skinner ve diğ., 2009). Öğrencilerin öğrenme sürecine verdikleri değer ve süreçten aldıkları keyif, duygusal katılımın temel göstergeleri arasında yer alır (Fredricks & McColskey, 2012). Bilişsel katılım, öğrencilerin bilinçli hedefler belirlemesi, derin düşünme becerilerini kullanması, öz-düzenleme stratejilerini hayata geçirmesi ve öğrendiklerinde ustalaşmasını ifade eder. Bu boyut, öğrencilerin öğrenme sürecinde özerklik geliştirmelerine ve derinlemesine öğrenmeye odaklanmalarına vurgu yapar (Gibbs & Poskitt, 2010). Sosyal katılım, öğrencilerin akranları ve öğretmenleriyle kurduğu etkileşimlerin kalitesiyle ilgilidir. Bu boyut öğrencilerin sosyal ilişkiler kurma, sürdürme ve bu ilişkilerde aktif bir şekilde yer alma isteğini içerir (Wang ve diğ., 2016). Bu boyutlar, öğrencilerin öğrenme sürecine tam anlamıyla dâhil olmasını sağlayan farklı ancak birbiriyle ilişkili bileşenlerdir.

Ronksley-Pavia ve Neumann (2020) öğrenci katılımına ilişkin alt boyutların birbirini etkileyen faktörler olduğunu ileri sürmüş ve Katılımın Döngüsel Modeli’ni ortaya koymuşlardır. Bu model Şekil 2.4’te verilmiştir.



Şekil 2-4: Katılımın Döngüsel Modeli.

Şekil 2.4'te verilen Katılımın Döngüsel Modeline göre, katılım döngüsel ve çok boyutlu bir süreçtir. Katılıma ilişkin boyutlar birbirine bağlıdır ve öğrenci başarısını artırmak için her bir boyutta katılımın sağlanması gerekmektedir. Öğretmenlerin, özellikle özel yetenekli öğrenciler için bu katılım boyutlarına yönelik bilinçli ve kasıtlı çabalar göstermesi önemlidir.

Katılımın Döngüsel Modeli, öğrenci katılımını davranışsal, duygusal, bilişsel ve sosyal katılım olmak üzere dört ana boyutta ele almaktadır. Davranışsal katılım boyutu, öğrencilerin okulda ve sınıfta varlık göstermesini, derslere ve okul etkinliklerine aktif olarak katılmasını ve devamlılığını içermektedir. Duygusal katılım boyutu ise öğrencilerin tutumlarını, öğrenmeye olan ilgilerini ve okuldan keyif alma düzeylerini, ayrıca okulla özdeşleşme süreçlerini ifade etmektedir. Öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik olumlu duygusal tepkiler vermesi, onların derslere ve okul etkinliklerine daha fazla bağlanmasını sağlamaktadır. Bilişsel katılım boyutu, öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini, hedef belirleme süreçlerini ve öğrenmede ustalığa odaklanmalarını ifade etmektedir. Bu boyutta, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini bilinçli bir şekilde yönetmesi ve akademik hedeflere ulaşmak için gerekli stratejileri uygulamaları amaçlanmaktadır. Son olarak, sosyal katılım boyutu, öğrencilerin okulda aidiyet duygusu hissetmesini, akranları ve öğretmenleri ile bağlantılar kurmasını ve okul topluluğuna

dâhil olmasını içermektedir. Sosyal katılım, öğrencilerin kendilerini okulun bir parçası olarak görmelerini ve okul topluluğuyla olumlu ilişkiler geliştirmelerini sağlamaktadır. Bu dört boyut, birlikte ele alındığında, öğrencilerin okula ve öğrenmeye olan katılım düzeylerini kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır (Ronksley-Pavia & Neumann, 2020).

2.6.1.2. Öğrenci Katılımını Etkileyen Faktörler ve Stratejiler

Öğretim stratejileri, öğrenme ortamları ve bireysel farklılıklar öğrenci katılımını etkilemektedir (Fredricks ve diğ., 2004; Christenson & Reschly, 2012). Araştırmalar, özerklik, yetkinlik ve ilişki kurmayı teşvik eden öğretim yaklaşımlarının öğrenci katılımını artırabileceğini göstermektedir (Jang ve diğ., 2012; Skinner ve diğ., 2009). Ayrıca zorlayıcı, destekleyici ve anlamlı etkileşimleri teşvik eden öğrenme ortamlarının da katılım üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceği ifade edilmektedir (Fredricks ve diğ., 2004; Christenson & Reschly, 2012). Bireysel farklılıklar, öğrencilerin akademik yetenekleri, ilgi alanları ve motivasyonel yönelimleri gibi unsurlar da katılım düzeylerini şekillendirebilir (Christenson & Reschly, 2012; Fredricks ve diğ., 2004). Özel yetenekli öğrenciler, gelişmiş bilişsel yetenekleri, yüksek düzeyde merakları ve zihinsel uyarılma ihtiyaçları nedeniyle katılım konusunda birtakım zorluklar yaşayabilmektedirler (Kanevsky & Keighley, 2003; Siegle ve diğ., 2010).

Delisle (2012), özel yetenekli öğrencilerin katılımlarını arttırmak için beş temel unsuru vurgulamaktadır. Bunlar; kontrol (control), karmaşıklık (complexity), ortak bağlar (common bonds), seçim (choice) ve ilgili öğretmenler (caring teachers) şeklinde sıralanabilir. Kontrol, öğrencilerin öğrenme süreçleri üzerinde daha fazla söz sahibi olma arzusunu ifade etmektedir. Kontrol, öğrencilerin kendi bilgi seviyelerine uygun dersler almasını ve bireysel ilgi alanlarına yönelik çalışmalar yapabilmesini kapsamaktadır. Karmaşıklık, öğrenme materyallerinin yeterince zorlayıcı ve ilgi çekici olmasını talep eden öğrencilerin beklentilerini yansıtır. Özellikle özel yetenekli öğrenciler, basit ve tekrarlayan içerikleri sıkıcı bulabilirler. Ortak bağlar, öğrencilerin kendileriyle benzer ilgi ve yeteneklere sahip diğer öğrencilerle sosyal bağlar kurmasının önemine vurgu yapar. Bu bağlar, okula ve öğrenmeye olan ilgiyi artırır. Seçim unsuru, öğrencilerin dersler ve projeler konusunda seçeneklere sahip olmasını ve kendi öğrenme stillerine uygun yöntemlerle çalışabilmesini içerir. Bu durum, öğrenmeyi daha anlamlı ve motive edici hale getirir. Son olarak, ilgili öğretmenler, öğretmenlerin derslerine ve öğrencilerine karşı samimi bir ilgi göstermesinin önemini vurgular. İlgili ve tutkulu öğretmenler, öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha fazla katılım

göstermesini sağlar. Bu beş unsur, öğrenci katılımını ve başarısını artırmada kritik rol oynamaktadır (Delisle, 2012).

Özel yetenekli öğrencilerin katılımlarını motivasyon kavramıyla birlikte ele almak bu öğrencilerin katılımlarını etkileyen faktörlerin ve katılımlarını artırıcı stratejilerin anlaşılması için yol gösterici olabilir. Özel yetenekli öğrencilerin öğrenme süreçlerine etkin katılımı destekleyen motive edici öğrenme ortamlarına ihtiyaçları vardır (Mofield & Phelps, 2021). Bu tür ortamların oluşturulması, eğitimciler için öncelikli bir görevdir (NAGC, 2019). Etkili öğrenci katılımının temelinde motivasyon yer alır (Saeed & Zyngier, 2012). Özel yetenekli öğrencilerin motivasyonunu etkileyen faktörler belirlendiğinde, dersler bu öğrencilerin öğrenme sürecine daha aktif katılımını sağlayacak şekilde tasarlanabilir.

Özel yetenekli öğrenciler, öğrenme süreçlerinde kontrol sahibi olduklarında motivasyonları artmaktadır. Öğretim süresi, konu seçimi, öğrenme hızları ve öğretim yoğunluğu gibi unsurlar üzerinde söz sahibi olmaları, öğrenme sorumluluğunu öğrencinin üstlenmesini sağlar ve bu da katılım ve başarı düzeylerini olumlu yönde etkiler (Fakolade & Adeniyi, 2010; Zimlich, 2016). Buna ek olarak, öğrencilerin otantik projelerde çalışarak somut ürünler geliştirmesi ve bu ürünleri gerçek izleyicilere sunabilmesi, öğrenmeye yönelik ilgi ve isteği artırır (Eriksson, 2022). Öğrenme süreçlerinin, günlük yaşamla bağlantılı, yeterince zorlayıcı ve etkileşim odaklı olması, öğrencilerin motivasyonunu destekleyen bir diğer önemli faktördür (Fredricks ve diğ., 2010; Ryan & Deci, 2000). Öğrencilerin bir görevi yerine getirebileceklerine olan inançları ve bu görevin doğrudan ya da dolaylı olarak sağlayacağı faydalara dair algıları, yani değer sistemleri, motivasyon üzerinde belirleyici bir rol oynar (Kahyaoğlu, 2013). Bu bağlamda özerklik, öğrenme süreçlerini daha anlamlı ve etkili hale getiren temel bir bileşen olarak öne çıkmaktadır.

McCormick ve Plucker (2013), özel yetenekli öğrencilerin katılımını desteklemek için birkaç temel strateji önermektedir. Biçimlendirici değerlendirme yapmak, öğrencilerin ne öğrendiklerini ve nasıl ilerlediklerini anlamalarına yardımcı olarak öğrenme sürecine aktif katılım sağlamaktadır. Ön ve nihai değerlendirmelerle, öğrencilerin mevcut bilgilerini değerlendirmek ve daha zorlayıcı materyallere yönelmelerini sağlamak mümkündür. Etkileşimli bir öğrenme ortamı yaratmak, öğrencilerin derslere ve projelere aktif olarak katılımlarını teşvik etmektedir. Bu stratejiler, öğrencilerin öğrenmeye olan ilgisini canlı tutmakta ve katılım düzeylerini yükseltmektedir.

(Re)Engagement Nexus Modeli (Ronksley-Pavia & Neumann, 2020), özel yetenekli öğrencilerdeki ilgisizlik ve düşük başarı sorunlarını çözmek amacıyla dört katılım boyutunu (davranışsal, duygusal, sosyal ve bilişsel) bir araya getirmektedir. Model, bu öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun olarak zorlayıcı ve kişiselleştirilmiş öğrenme fırsatları sunmanın önemini vurgulamaktadır. Bu modelde, Neihart ve Betts'in özel yetenekli öğrenci profilleriyle uyumlu öğretim stratejileri kullanılarak öğrencilerin katılımlarının artırılması ve eğitim deneyimlerinin onların gelişimsel aşamalarına uygun hale getirilmesi hedeflenmektedir. Bu model, düşük başarıyı önlemek ve sürekli katılımı sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.



Tablo 2.4: Özel Yetenekli Öğrencilerin Profillerine Göre Yeniden Katılım Stratejileri.

Profil	Dört Katılım Boyutu Çerçevesinde (Yeniden) Katılım İçin Önerilen Pedagojik Yaklaşımlar
Başarılı	- Seçim özgürlüğü sağlamak (Bilişsel) - Risk almayı teşvik eden etkinlikler sunmak (Davranışsal ve Bilişsel) - Zorlayıcı görevler vermek (Bilişsel) - Öğrencilerin Yakınsak Gelişim Alanı içinde kendilerini geliştirmelerine olanak tanımak (Bilişsel) - Sınıf ve okulda liderlik yapma fırsatları sağlamak (Sosyal) - Kendine güven ve kararlılık geliştirme fırsatları sunmak (örn. oyunlar/rol yapma etkinlikleri) (Duygusal ve Sosyal) - Görevlerde bağımsız ve özerk çalışma fırsatları sunmak (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Başarı sonrası içsel motivasyonu geliştirmek, dışsal pekiştirmeden veya aşırı övgüden kaçınmak (Davranışsal)
Yaratıcı	- Grup çalışmaları ve işbirlikçi etkinlikler sağlamak (Sosyal ve Bilişsel) - Öğrencilerin kendilerini yaratıcı yollarla ifade etmelerine olanak tanıyan çeşitli ve yenilikçi fırsatlar sunmak (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Öğrenci farkındalığını ve özgüvenini değerli kılmak ve teşvik etmek (örn. farkındalık programları) (Duygusal ve Bilişsel) - Akran baskısına direnme yollarını öğretmek (Davranışsal, Duygusal ve Sosyal) - Kişilerarası becerileri ve sosyal-duygusal gelişimi desteklemek (Davranışsal, Duygusal ve Sosyal) - Özgüven ve iletişim becerilerini artırmak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Mentorlar ve rol modeller sağlamak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Kişisel hedef belirlemeyi teşvik etmek (Davranışsal ve Bilişsel) - Öğrenci özerkliğine, kararlarına ve bireysel öğrenme tercihlerine saygı göstermek (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel)
Gizli	- Tüm öğrenme alanlarında yetenekleri desteklemek ve genişletmek (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Farklı geçmişlerden gelen çeşitli, yetenekli ve olumlu rol modelleri sağlamak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Kendilerine olan inançlarını ve öz kimliklerini desteklemek (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Gelecek kariyer ve okul sonrası planlama/çalışma fırsatları için destek sağlamak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Yaşam boyu öğrenici olmayı ve öğrenme kolaylaştırıcısı olmayı modellemek (Bilişsel) - Öğrencinin kendini/dertlerini ifade etmesini teşvik etmek ve bu konuda düzenli güvence sağlamak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Katılım gösterdiklerinde öğrencilerin çabalarını ve katkılarını desteklemek (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Bağımsızlığı ve olumlu öğrenme tercihlerini değerli kılmak (Davranışsal ve Bilişsel)
Risk Altında	- Diğerleriyle ilişkileri besleyebilecek bir dizi iyi olma desteği sunmak (Duygusal ve Sosyal) - Öğrenci ilgi alanlarına dayalı kişiselleştirilmiş öğrenme programları tasarlamak (Bilişsel) - Öğrenme sorumluluğu ve hesap verebilirlik fırsatları sunmak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Engellerin veya zorlayıcı görevlerin üstesinden gelmeye yardımcı olacak olumlu teşvik ve geri bildirim sağlamak (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Uzun vadeli hedeflere ulaşmayı sağlayacak kısa vadeli hedeflere ulaşma pratiği yaptırmak (Bilişsel)
İki Kere Farklı	- Güçlü yönleri ve becerilere odaklanarak eksik yaklaşım yerine destekleyici bir yaklaşım benimsemek (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Görevleri tamamlama konusunda azim göstermeyi desteklemek (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Öğrenme engellerini aşmaya yardımcı olacak stratejiler sağlamak (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Öğrenci sesini ve inisiyatifini desteklemek (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Öğrencilerin öz kimlik ve öz kavramlarında kendilerini güvenli hissetmelerine yardımcı olmak, böylece kendilerini savunmalarını sağlamak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Hedeflere ulaşma konusunda devamlılığı desteklemek ve başarılı sonuçlar elde etmelerine yardımcı olmak (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Yeteneklerinin fark edilmesini sağlamak ve bunu sürekli onaylamak (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Öğrenme sırasında dikkat dağıtma risklerini azaltmak ve öğrenci öz-denetim ve öz-düzenleme yeteneklerini desteklemek (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Akademik risk almayı teşvik etmek (Bilişsel)
Otonom	- Gerektiğinde öğrencilere ek ve genişletilmiş destek sağlamak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - İlgi alanlarında öğrenmeyi ve büyümeyi teşvik etmek için ilham verici kaynaklar sağlamak (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Öğrenmeyi genişletmeye yönelik motivasyonu teşvik etmek ve olumlu, yapıcı geri bildirimler sağlamak (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Akademik risk almayı ve zorlayıcı bağlamları teşvik etmek (Davranışsal, Duygusal ve Bilişsel) - Liderlik ve mentorluk yeteneklerini geliştirmek için farklı sınıf seviyelerinden öğrencilerle açık iletişim ve bağlantı kurmak (Sosyal ve Bilişsel) - Öğrencilere çeşitli, farklı ve teşvik edici öğrenme alanlarına erişim sağlayarak özgürlük ve özerklik sunmak (Davranışsal, Duygusal, Sosyal ve Bilişsel) - Ekip oluşturma etkinlikleri ve işbirlikçi sınıf projeleri yoluyla katılımı teşvik etmek (Sosyal ve Bilişsel)

2.6.1.3. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Öğrenci Katılımının Önemi

Öğrencilerin derslere aktif olarak katılımları akademik başarıları için çok önemli bir faktördür. Ancak katılımın özel yetenekli öğrenciler üzerindeki etkisi, normal yetenek düzeyindeki öğrencilere kıyasla daha az araştırılmıştır (McCormick & Plucker, 2013). Özel yetenekli öğrencilerin katılımı, onların zihinsel, sosyal ve duygusal gelişimlerinin çok yönlü ve karmaşık doğası nedeniyle benzersizdir. Akranlarının aksine, özel yetenekli öğrenciler genellikle zihinsel yeteneklerinin duygusal ve sosyal gelişimlerini geride bıraktığı, asenkron gelişim yaşarlar. Bu durum, katılım ve öğrenme ortamlarında benzersiz zorluklar ortaya çıkarır (Smith, 2017). Bu uyumsuzluk, özel gereksinimleri karşılanmadığı takdirde, öğrenci katılımında azalmaya ve düşük performansa yol açabilir (Hesam & Abedi, 2020; Ronksley-Pavia & Neumann, 2020). Ayrıca özel yetenekli öğrenciler, uygun zorlukların eksikliği gibi engellerle karşılaşabilir. Bu durum davranış sorunlarına ve akademik katılımın azalmasına neden olabilir (Lakin & Wai, 2020). Özel yetenekli öğrenciler için etkili katılım stratejileri, onların gelişmiş bilişsel yeteneklerini dikkate alırken, aynı zamanda sosyal ve duygusal ihtiyaçlarını da ele almalı, bu sayede bütüncül bir gelişim sağlanmalı ve okul terki ile düşük performansın önüne geçilmelidir (Landis & Reschly, 2013). Bu nedenle, özel yetenekli öğrencilerin benzersiz katılım ihtiyaçlarını anlamak ve ele almak, yeteneklerinin gelişmesi ve genel olarak iyil oluşları için hayati öneme sahiptir (McCormick & Plucker, 2013; Petersen ve diğ., 2009).

2.6.2. Öz-düzenleyici Öğrenme

2.6.2.1. Öz-düzenleyici Öğrenmenin Tanımı ve Teorik Temelleri

Günümüzün dijital toplumunda, bireylerin yaşam boyu başarılı olabilmeleri için öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmeleri zorunlu hale gelmiştir. Teknolojik ilerlemelerin hızlı bir şekilde devam etmesi, bilgi birikiminin olağanüstü bir hızla artmasına yol açmıştır. Bu durum belirli bir alanda uzmanlık kazanmanın, geçmişe kıyasla çok daha derinlemesine bilgi ve yoğun öğrenme süreçlerini gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Dijital çağda çevrimiçi öğrenmenin giderek önem kazandığı günümüzde, etkili öz-düzenleyici öğrenme becerilerine sahip olmak büyük bir önem taşımaktadır (Zeidner & Stoeger, 2019).

Öz-düzenleme kavramı alanyazında ilk kez 1960'lı yıllarda yer almaya başlamıştır. Eğitim alanındaki kullanımında, öz-düzenleyici öğrenme kavramı 1980'lerde ortaya çıkmış ve 1990'larda alanyazında önemli bir yere sahip olmuştur. Teorik açıdan öz-düzenleyici öğrenme, öğrenme sürecinde bireylerin çeşitli bilişsel stratejiler kullanmasını gerektiren bir yapıdır. Bu stratejiler arasında, tekrar (bilgilerin zihinde pekiştirilmesi amacıyla sürekli olarak

tekrar edilmesi), detaylandırma (yeni bilgilerin mevcut bilgiyle ilişkilendirilerek daha derin bir anlam kazanması), düzenleme (bilgilerin mantıklı bir yapı içinde organize edilmesi ve yapılandırılması) ve üst-biliş (bireyin kendi düşünme süreçlerine dair farkındalık kazanması, bu süreçleri değerlendirmesi ve gerektiğinde bu süreçleri ayarlaması) yer almaktadır (Johson & Davies, 2014).

Oppong ve diğerleri (2019), üst-biliş, öz-düzenleme ve öz-düzenleyici öğrenme kavramlarının özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde önemli bir yeri olduğunu ve öğretimsel uygulamalara ışık tutması için bu kavramların net olarak anlaşılması gerektiğini belirtmektedirler. Tablo 2.5'te bu kavramlara ilişkin temel özellikler ve bu kavramların özel yeteneklilerin eğitimiyle olan ilişkisi verilmiştir.

Tablo 2.5: Üstbiliş, Öz-Düzenleme ve Öz-Düzenleyici Öğrenme Kavramlarının Temel Özellikleri ve Özel Yeteneklilerin Eğitimiyle Bu Kavramların İlişkisi.

Özellikler	Üst-biliş	Öz-Düzenleme	Öz-Düzenleyici Öğrenme
Tanım	Kişinin kendi düşünme süreçlerini izleme, değerlendirme ve gerektiğinde düzeltme becerisidir. Planlama sonradan bu sürece dâhil edilmiştir.	Bireyin, geniş bir bağlamda, kendi davranışlarını, düşüncelerini ve duygularını kontrol etme sürecidir. Bu süreç, öz-yeterlik inancıyla ilişkilendirilir.	Akademik öğrenmeye odaklanan, planlama, hedef belirleme, uygulama ve değerlendirme aşamalarını içeren kasıtlı ve hedefe yönelik bir süreçtir. Bu süreçte bilişsel, duygusal ve sosyal unsurlar bir arada çalışır.
Teorik Köken	Piaget'in yapılandırmacı yaklaşımına dayanır, öğrencinin zihinsel süreçlerine odaklanır.	Sosyal öğrenme teorisinden türemiştir, bireyin genel yaşamı bağlamında davranışlarını düzenlemesini ele alır.	Bilişsel öğrenme modelleri ve öğrenme bilimlerinden türemiştir, akademik öğrenmeye özel bir odakla gelişmiştir.
Örnek	Bir problem üzerine çalışırken, öğrenci düşünme sürecini planlar, izler ve değerlendirir.	Öğrencinin hedeflerine ulaşmasını sağlamak için öz-yeterlik inancı güçlendirilmelidir.	Öğrenci, bir görevi yapabilme yetkinliği hakkındaki inançlarına ve duygularına dayanarak öğrenme sürecini planlar ve yönetir.
Temel Karşıtlıklar	Akademik görevlerde bilişsel süreçlere odaklanır, motivasyon veya bağlamı ele almaz.	Akademik olmayan bağlamlarda da geçerlidir, bireyin genel davranışlarını düzenlemeye odaklanır.	Öğrenme bağlamına odaklanır ve tüm süreç boyunca sıralı bir düzen izler. Motivasyon ve sosyal destek önemlidir.
Özel yeteneklilik ile İlgili Çıkarımlar	Özel yetenekli öğrenciler, problem çözme süreçlerinde üst-bilişsel becerileri kullanmada başarılıdır.	Özel yetenekli öğrencilerin motivasyonu, karmaşık ve orijinal (özgün/kendisi için yeni olan) görevlerde yüksektir.	Özel yetenekli öğrenciler, bağımsız olarak öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini kullanır ve genellikle meraklı ve yaratıcıdır.
Pedagojik Çıkarımlar	Özel yetenekli öğrencilere, karmaşık görevler üzerinde çalışırken üst-bilişsel becerilerini geliştirme fırsatları sağlanmalıdır.	Öğretmenler, öğrencilerin öz-yeterlik inançlarını desteklemeli ve çabalarını takdir etmelidir.	Öğretmenler, öğrencilerin öğrenme sürecini anlamalarına, motivasyonlarını keşfetmelerine ve duygularını yansıtma yardımcı olmalıdır.

Winne (2019), öz-düzenleyici öğrenmenin ne olduğunun anlaşılabilmesi için bu kavramı oluşturan terimlere ayrı ayrı odaklanmıştır. 'Öz' (self), öğrenme sürecini yönlendiren, kararlar alan ve kendi öğrenme yolculuğunu kontrol eden bireyi ifade etmektedir. Bu terim, öğrencinin öğrenme sürecindeki özerkliğini ve sorumluluğunu vurgulamaktadır.

Düzenleme (regulation), belirli bir hedefe ulaşmak için öğrenme sürecinde yapılan ayarlamaları ve adaptasyonları kapsamaktadır. Öğrenci, karşılaştığı zorluklara göre stratejilerini değiştirir, ilerlemeyi izler ve başarıyı değerlendirmek için standartları yeniden belirler. Öğrenme (learning) ise, öğrencinin yeni bilgi veya beceriler edinme sürecidir. Öz-düzenleyici öğrenme, öğrencinin bilgiyi aktif olarak işlemekten geçirdiği, üzerinde düşündüğü ve mevcut bilgileriyle bütünleştirdiği adım adım bir süreç olarak görülmektedir. Bu üç terim, öğrencinin (öz), öğrenme stratejilerini ve eylemlerini etkili bir şekilde yönlendirerek (düzenleme) yeni bilgi veya beceriler edinme (öğrenme) sürecini tanımlar (Winne, 2019).

Johnson (2012) öz-düzenleyici öğrenmeyi biliş, üst-biliş ve motivasyon olmak üzere üç ana bileşene ayırmaktadır. Öğrenciler bilgiyi kodlama, ezberleme ve hatırlama için bilişsel stratejileri (tekrar, detaylandırma/ayrıntılılandırma ve organize etme) kullanırlar. Üst-bilişsel stratejiler, öğrencilerin bilişsel süreçlerini anlamalarına, planlamalarına ve izlemelerine olanak tanır. Motivasyon ise bilişsel ve üst-bilişsel becerilerin kullanımını ve gelişimini etkiler. Pintrich ve DeGroot (1990, akt.Al-Duhani ve diğ., 2024, s.4), öz-düzenleyici öğrenmeyi iki ana bileşene ayırmaktadır. Bunlar; a) öğrenme ve performans için öz-yeterliliği içeren motivasyonel inançlar ve b) üst-bilişsel öz-düzenleme, zamanın ve çalışma ortamının yönetimi, çaba düzenleme ve akran öğrenimini içeren öğrenme stratejileridir. Bu bileşenler Tablo 2.6'da sunulmuştur.

Tablo 2.6: Öz-düzenleyici Öğrenmenin Bileşenleri.

Bileşen	Açıklama	Kategori
Motivasyonel İnançlar	Özyeterlilik, bir kişinin bir görevi tamamlama kapasitesi hakkındaki yargılarını ve bu görevi gerçekleştirme yeteneklerine duyduğu güveni ifade eder.	Öğrenme ve performans için öz-yeterlilik
Öğrenme Stratejileri	Üst-bilişsel öz-düzenleyici faaliyetler üç ana süreci içerir: 1. Görev analizi ve hedef belirleme gibi planlama faaliyetleri, önceki bilgilerin ilgili kısımlarını etkinleştirerek, materyalin daha kolay organize edilmesini ve anlaşılmasını sağlar. 2. İzleme faaliyetleri, dikkat takibini, kendine test etmeyi, okuma ve soru sorma süreçlerini içerir: Bu faaliyetler, öğrencilerin materyali anlamalarına ve mevcut bilgilerle bütünleştirmelerine yardımcı olur. 3. Düzenleme faaliyetleri, öğrencilerin bir görev üzerinde çalışırken eylemlerini izlemelerine ve ayarlamalarına yardımcı olarak performanslarını artırmayı amaçlar. • Zaman yönetimi, çalışma zamanını planlama, programlama ve yönetmeyi içerir. Çalışma ortamının yönetimi ise öğrencinin çalışmalarını gerçekleştirdiği yerin düzenlenmesini ifade eder. • Çaba düzenleme, öğrencilerin dikkat dağıtıcı unsurlar ve ilgi çekici olmayan görevlerle karşılaştıklarında çabalarını ve odaklanmalarını yönetme yeteneğini kapsar. • Akranlarıyla işbirliği yapmak, bir öğrencinin ders materyalini daha iyi anlamasına ve tek başına elde edemeyeceği içgörüler kazanmasına yardımcı olabilir.	Üst-bilişsel Öz-düzenleme Zamanı ve çalışma ortamını/çevreyi düzenleme Çaba düzenleme Akrandan öğrenme

Zimmerman (2000), öz-düzenleyici öğrenmeyi sosyal ve bilişsel bir perspektifle ele almaktadır. Zimmerman'ın Öz-düzenleyici Öğrenmenin Üç Aşamalı Döngüsel Modeli bireylerin başkalarını gözlemleyerek ve sosyal etkileşim yoluyla bilgi edindikleri sosyal bilişsel teoriye dayanmaktadır. Zimmerman'ın (2000) modeli, öz-düzenleyici öğrenme için gerekli kritik süreçleri veya dönüm noktalarını özetleyen Winne'nin (2011) Dört Dönüm Noktası Modeli ile tamamlanmaktadır.

Tablo 2.7: Öz-düzenleyici Öğrenme Modelleri Arasındaki Benzerlikler.

	Modeller		
	Zimmerman (2000)	Pintrich (2004)	Winne (2011)
Planlama	Ön-hazırlık (1. Aşama)	Planlama ve hedef belirleme (1. Aşama)	Görevi tanımlama (1. Aşama)
Performans	Performans (2. Aşama)	İzleme (2. Aşama) Özün, görevin ve bağlamın kontrolü (3. Aşama)	Hedef belirleme ve planlama (2. Aşama) Taktiklerin ve stratejilerin uygulanması (3. Aşama)
Yansıtma	Öz-yansıtma (3. Aşama)	Yansıtma ve tepki (4. Aşama)	Stratejilerin üst-bilişsel olarak uygulanması/Strateji uyarlama (4. Aşama)

Tablo 2.7’de (Zeidner & Stoeger, 2019) verilen öz-düzenleyici öğrenme modelleri genellikle dört aşamadan oluşur. İlk aşama, planlama ve hedef belirlemeyi, görevle ilgili algıların ve bilginin etkinleştirilmesini ve bireyin kendisini görevle ilişkilendirmesini içerir. İkinci aşama bireyin kendisi, görev ve bağlamın farklı yönleri hakkında üst-bilişsel farkındalığı temsil eden çeşitli izleme süreçlerini kapsar. Üçüncü aşama, öğrencinin kendisi, görev ve bağlamın farklı yönlerini kontrol etme ve düzenleme çabalarını içerir. Son olarak, dördüncü aşama, bireyin kendisi ve görev ve/veya bağlam üzerine çeşitli tepkilerini ve yansımalarını temsil eder.

Bu tez çalışmasında öz-düzenleyici öğrenmeye sosyal-bilişsel bir bakış açısıyla bakılmakta ve Zimmerman’ın (2000) öz-düzenleyici öğrenme modeli benimsenmektedir. Modelin son hali Zimmerman ve Moylan (2009) tarafından verilmiştir.



Şekil 2-5: Zimmerman’ın Öz-düzenleyici Öğrenmenin Üç Aşamalı Döngüsel Modeli.

Şekil 2.5’te sunulan Zimmerman’ın (2000) öz-düzenleyici öğrenme modelinin üç aşamalı döngüsel modeli gösterilmektedir. Bu model, öğrenme sürecinde öğrencilerin takip ettiği üç ana aşamayı vurgulamakta, bu üç aşama birbirini takip etmekte ve öğrenme sürecini döngüsel olarak sürekli geliştirmektedir. Bu aşamalar;

1. **Ön hazırlık (Forethought):** Bu aşama, görev analizi, hedef belirleme ve stratejik planlama gibi planlama faaliyetlerini içerir Aynı zamanda, öğrencinin öz-yeterlik, sonuç beklentileri, içsel ilgi ve hedef yönelimi gibi motivasyonel inançları da bu aşamada önemlidir.

2. Performans Aşaması (Performance Phase): Bu aşama, öz-kontrol ve öz-gözlem süreçlerini içerir. Öz-kontrol, öğrencinin kendine yönerge verme (öz-öğretim), imgeleme, dikkatini verme ve görev stratejileri gibi öğrenme sürecinde kullanılan teknikleri kapsar. Öz-gözlem ise, öğrencinin kendi öğrenme süreçlerini kaydetmesi ve denemeler yapması ile ilgilidir.
3. Öz-Yansıtma Aşaması (Self-Reflection Phase): Bu aşamada, öğrenciler kendi performanslarını değerlendirir ve bu değerlendirme sürecinde öz-yargı ve öz-tepki mekanizmaları devreye girer. Öz-yargı, öz-değerlendirme ve neden-sonuç ilişkileri üzerine düşünmeyi içerirken, öz-tepki, öğrencinin kendi başarısından duyduğu memnuniyeti veya savunmacı tepkilerini içerir.

2.6.2.2. Öz-düzenleyici Öğrenmeyi Geliştirme Stratejileri

Reis (2021), başarılı öğrenciler tarafından kullanılan öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini kişisel, davranışsal ve çevresel stratejiler olarak sınıflamaktadır. Kişisel stratejiler, öğrencilerin bilgiyi nasıl organize ettiği ve yorumladığıyla ilgilidir. Burada amaç öğrenmeyi daha verimli hale getirmektir. Örnekler arasında bilgiyi özetleme, vurgulama, flash kartlar kullanma, çizimler, diyagramlar ve grafikler yapma yer alır. Ayrıca, öğrencilerin hedef belirlemesi, zaman yönetimi yapması ve öğrenme sürecini nasıl planlayacağını düşünmesi de bu kategoride yer almaktadır.

Davranışsal stratejiler öğrencilerin öğrenme sürecindeki eylemlerini kontrol etmelerini ve değerlendirmelerini içermektedir. Davranışsal stratejileri kullanarak öğrenciler, kendi performanslarını değerlendirmeyi ve yaptıkları eylemlerin sonuçlarını anlamayı öğrenirler. Örneğin, bir öğrenci ders çalışmak yerine oyun oynamanın sonucunda başarısız olabileceğini fark eder. Öğrenciler, kendini ödüllendirme ve gecikmiş tatmin gibi tekniklerle motivasyonlarını artırabilirler.

Çevresel stratejiler, öğrencilerin öğrenme ortamını ve kaynaklarını nasıl kullandıklarıyla ilgilidir. Öğrenciler, kütüphane ve internet gibi kaynaklardan bilgi arayabilir, arkadaşlarından, öğretmenlerinden yardım alabilir ve ders çalışmak için uygun bir ortam düzenleyebilirler. Çalışma ortamını düzenlemek ve dikkat dağınıklık unsurları minimize etmek, bu stratejilerin temelini oluşturur.

Zimmerman (2002), öz-düzenleyici öğrenmenin doğuştan gelen bir özellik olmadığını, aksine ebeveynler, öğretmenler, eğitim danışmaları ve akranlar tarafından sağlanan eğitimler ve modelleme yoluyla geliştirilebileceğini savunmuştur. Winne (2005), eğitimin temel amacının öğrencilerin bağımsız öğrenme kapasitelerinin geliştirmek olduğunu öne sürmüştür. Dijital ortamlar da dâhil olmak üzere tüm öğrenme ortamları, öğrenci başarısını ve sonuç olarak bağımsız, öz-düzenleyici ve yaşam boyu öğrenmeyi kolaylaştırmaya odaklanmaktadır. Öz-düzenleyici öğrenmeyi geliştirmeye yönelik programlar genellikle 1) modelleme (öğrencilere bir beceriyi nasıl uygulayacaklarını adım adım göstermek), 2) rehberli uygulama (yeni becerilerin rehber desteğiyle güvenli bir şekilde pekiştirilmesi) ve 3) bağımsız veya öz değerlendirmeli uygulama (öğrencilerin becerilerini kendi başlarına uygulayıp değerlendirmeleri ve öğrenme süreçlerini analiz etmeleri) gibi bileşenler içermektedir. Teknolojik gelişmeler de etkileşimli ve öğrenci merkezli ortamlar yaratarak öz-düzenleyici öğrenmeyi teşvik etmek için uygun araçlar sunmaktadır (Johson & Davies, 2014).

Strateji öğretimi, öğrenciler için anlamlı ve değerli olduğunda en etkili hale gelmektedir. Pressley ve diğ. (1992, akt. Zeidner & Stoecker (2019, s.30), bu süreçte öğretmenlerin model olmasını, strateji kullanımının önemini vurgulamasını ve öğrencilere bir seferde yalnızca birkaç strateji tanıtılmasını önermektedir. Öğretmenlerin geri bildirimleri, strateji kullanımının performansı nasıl artırdığını göstererek, strateji kullanımını teşvik etmektedir. Ayrıca, farklı görevlerde dağınık (aralıklı) uygulamaların sağlanması, öğrenmenin transferini ve sürdürülmesini kolaylaştırmaktadır. Öğretmenler, öğrencilere bireyselleştirilmiş geri bildirim sunmalı ve birlikte en uygun stratejileri belirlemelidir. Stratejilerin yeni görevlere adapte edilmesi için fırsatlar sunmak, öğrencilerin bu stratejileri yeni durumlara aktarma yeteneklerini geliştirmektedir. Son olarak, öğrencilerin motivasyonunu sürdürmek ve sürekli olarak düşünme ve planlama alışkanlığı kazanmalarını teşvik etmek, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynar (Pressley ve diğ. (1992, akt. Zeidner & Stoecker (2019, s.30)).

Azevedo (2008), öğrencilerin hipermedya ortamlarında karmaşık fen konularını öğrenirken öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin geliştirilmesi için şu stratejileri önermektedir:

- Öğrencilere verilen destek onların bireysel öğrenme ihtiyaçlarına göre ayarlanmalıdır. Bu sayede öğrenciler, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini daha etkili kullanabilirler.

- Öğretmenler öğrencilerin öğrenme süreçlerini planlama, izleme ve düzenleme konusunda anında destek sağlamalıdır.
- Öğrencilere öğrenme süreçlerinde yardımcı olacak araçlar ve kaynaklar sağlanmalıdır. Bu yardımlar, öğrencilerin önceki bilgilerini kullanmalarına ve öğrenme hedefleri belirlemelerine yardımcı olur.
- Öğrencilere, yeni bilgileri mevcut bilgileriyle ilişkilendirmeleri veya kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmeleri için hatırlatmalar yapılması önemlidir.
- Öğrencilerin özetleme, çıkarım yapma ve farklı kaynaklardan bilgi toplama gibi etkili stratejileri kullanmalarını teşvik eden istemler ve geri bildirimleri sağlanmalıdır.
- Öğrencilere, insan eğitimlerinin sunduğu desteği taklit edebilen ve öz-düzenleyici öğrenmeyi teşvik eden dinamik öğrenme ortamları sunulmalıdır.

Sürükleyici sanal ortamların doğrusal olmayan ve açık uçlu yapısı, öğrencilere çeşitli öğrenme fırsatları sunmakla birlikte, aşırı bilişsel yük ve artan öz düzenleme gereksinimi gibi zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu tür ortamlarda başarı elde edebilmek için, öğrencilerin görevlerini doğru bir şekilde anlamaları, hedef belirlemeleri, plan yapmaları ve öğrenme stratejilerini etkin bir biçimde uygulamaları gerekmektedir. Farklı düzeylerde öz-düzenleyici öğrenme becerilerine sahip öğrenciler, bu ortamlarda farklı stratejiler ve süreçler kullanmakta ve kendine özgü davranışlar sergilemektedir (Jiang ve diğ., 2018). Bu bağlamda, öz-düzenleyici öğrenme davranışları açısından da akranlarından farklılaşan özel yetenekli öğrenciler için öz-düzenleyici öğrenme ayrı bir öneme sahip olmaktadır.

2.6.2.3. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Öz-düzenleyici Öğrenmenin Önemi

Öz-düzenleyici öğrenme, özel yetenekli öğrencilerin bilişsel gelişimi ve iyi oluş hali (well-being) için büyük önem taşımaktadır (Efklides, 2019). Özel yetenekli öğrenciler öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini diğer öğrencilere göre daha sık ve etkili bir şekilde kullanmaktadırlar (Paz-Baruch & Hazema, 2023; Risemberg & Zimmerman, 1992; Tortop, 2015). Ancak, özel yetenekli öğrenciler öz-düzenleyici öğrenme açısından heterojen bir gruptur ve bu becerilerin düzeyleri öğrenciler arasında farklılaşmaktadır (Ben-Eliyahu, 2019). Özel yetenekli öğrencilerde öz-düzenleyici öğrenmeyi etkileyen faktörler arasında motivasyon, epistemolojik inançlar ve çevresel değişkenler yer almaktadır (Neber & Schommer-Aikins, 2002). Sosyoekonomik durum da bu süreçte önemli bir rol oynamakta

olup, düşük sosyoekonomik statüye sahip özel yetenekli öğrenciler daha fazla örgütlenme stratejisini kullanmaktadır (Paz-Baruch & Hazema, 2023). Öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmek için gerçekleştirilecek müdahaleler, yalnızca bilişsel stratejilere değil, öz-düzenleyici öğrenme sürecinin birden fazla boyutuna (öz-yeterlilik ve motivasyonel süreçler gibi) odaklanmalıdır (Efklides, 2019).

İlkokul döneminde özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin yeterince geliştirilmemesi, ilerleyen yıllarda karşılaştıkları zorlu ve karmaşık görevlerde başarısızlık yaşamalarına ve bu görevlerin üstesinden gelmekte zorlanmalarına neden olabilir (Cash, 2016). Öz-düzenleyici öğrenmeyi teşvik eden müdahaleler, özellikle söz konusu sıkıntıları yaşayan öğrencilerde önemli gelişmeler sağlayabilir (Efklides, 2019). Özel yetenekli öğrenciler öz-düzenleyici öğrenmeye belirli bir alanda mükemmeliyete ulaşmak için akranlarından daha fazla ihtiyaç duyarlar. Mükemmeliyet, öğrenme süreçlerinin optimize edilmesini gerektirir ve bu süreçte öz-düzenleyici öğrenmenin rolü hayati öneme sahiptir. Öğrenciler, öğretmenler ve mentorlar tarafından desteklense de genellikle kendi başlarına öğrenme süreçlerini yönetmek durumunda kalırlar. Bu nedenle öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin, erken yaşlardan itibaren özellikle ilkökul döneminde sistematik olarak kazandırılması, özel yetenekli öğrencilerin potansiyellerini tam anlamıyla gerçekleştirmeleri için kritiktir (Stoeger ve diğ., 2015). Özel yetenekli öğrencilerin potansiyellerini en üst düzeye çıkarmak için bireysel farklılıklar ve kültürel bağlamları göz önünde bulundurarak, uyarlanabilir öz-düzenleyici öğrenme süreçlerinin geliştirilmesi için fırsatlar sunulmalıdır (Efklides, 2019; Stoeger ve diğ., 2015).

Oppong ve diğ. (2019), özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin geliştirilmesi için şu yedi öneriyi sunmaktadır:

- Yetenek düzeyine uygun, yeni, karmaşık, yeterince zorlayıcı ve çok yönlü, ancak anlaşılabilir görevler seçilmelidir. Bu durum merak gibi olumlu duyguları tetiklemek amacıyla önemlidir.
- Öğrencilere, önemli bir konuyu öğrenirken başlangıçta kafa karışıklığının normal ve beklenen bir durum olduğunu hatırlatmalı ve kafa karışıklığını yönetme yolları gösterilmelidir (örneğin, diyalog, yeniden ifade etme veya açıklama yoluyla).

- Öğrenciler belirli bir ödevle ilgili epistemolojik inançları ve anlayışlarını düşünmeleri, öz-yeterliliklerini ifade etmeleri ve görevin değerini ve faydasını sorgulamaları için teşvik etmelidir.
- Sınıf içi görevlerin seçiminde öğrencilere giderek artan bir sorumluluk vermelidir.
- Öğrenci katılımını ve bilgi sosyal inşasını, diyalog, müzakere, düşünme, yansıma, tartışma ve fikir birliği oluşturma gibi etkinlikler aracılığıyla vurgulamalıdır.
- Öğrencilere, kendi bakış açılarıyla çelişen kişilerin görüşlerini dinlemek, düşünmek ve yanıtlamak için zaman tanımalı ve bu süreçte duygusal düzenlemeyi öğrenmelerine yardımcı olmalıdır. Duyguları düzenlemek, onları bastırmak anlamına gelmez; memnuniyet veya memnuniyetsizlik gibi duyguları ifade etmek uygun olabilir.
- Kanıtların kalitesini değerlendirme konusunda öğrencilere çeşitli bilgi kaynaklarının geçerliliğini ve güvenilirliğini ayırt etme, problem çözmeye yönelik alternatif yolları değerlendirme ve bilgiyi genişletme veya eleştirel düşünme gibi derin öğrenme stratejilerini kullanma becerilerini öğretilmelidir.

2.6.3. Bilimsel Yaratıcılık

2.6.3.1. Yaratıcılık, Bilimsel Yaratıcılık ve Teorik Temeller

Yaratıcılık, çeşitli akademik disiplinler tarafından büyük ilgi gören ve kapsamlı araştırmalara konu olan bir kavramdır. İnsanlığın gelişimi ve modern toplumun karşılaştığı zorlukların üstesinden gelinmesi açısından, yenilikçi çözümler üretebilme, geleneksel düşünce yapılarının ötesine geçebilme ve özgün fikirler ortaya koyabilme yetisi son derece kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda yaratıcılık, bireysel ve toplumsal ilerlemenin temel dinamiklerinden biri olarak değerlendirilmekte ve derinlemesine incelenmektedir (Reis ve diğ., 2024). Oppert ve diğ. (2023) yaratıcılığın 21. yüzyılda neden kritik bir beceri olarak kabul edilmesi gerektiğine dair daha iyi bir anlayış geliştirmeyi amaçlayan yaratıcılığın değeri üzerinde durmuşlardır. Yaratıcılığın değeri dışsal değer, araçsal değer ve içsel-doğal değer olmak üzere üç kategoride ele alınabilir:

1. Dışsal Değer (Extrinsic Value): Yaratıcılığın dışsal değeri, yaratıcı süreçlerin veya ürünlerin topluma ya da ekonomiye sağladığı doğrudan faydaları kapsar. Bu, yaratıcı çalışmaların somut sonuçları ve elde edilen başarılarla ilgilidir.

2. Araçsal Değer (Instrumental Value): Yaratıcılığın araçsal değeri, belirli bir amaca ulaşmak için bir araç olarak kullanılmasıyla ilgilidir. Bu, yaratıcı düşüncenin hedeflenen sonuçlara ulaşmada nasıl bir rol oynadığını gösterir.
3. İçsel-Doğal Değer (Intrinsic-Inherent Value): İçsel-doğal değer yaratıcı sürecin kendi başına değerli olmasıdır. Bu, yaratıcılığın sonuçlarından bağımsız olarak, sürecin kendisinin bireysel gelişim, kendini ifade etme veya zihinsel tatmin gibi nedenlerle önemli olduğu anlamına gelir.

Yaratıcılığın, bilişsel, duygusal ve sosyal boyutlar gibi geniş bir yelpazeye yayılan unsurları barındırması ve bireyler arasındaki farklılıkları da kapsamaması, alanyazında bu kavrama dair ortak bir tanım oluşturmayı zorlaştırmaktadır. Yaratıcılık, yeni fikirler, yenilikler veya açık uçlu bir göreve yönelik çözümler geliştirme kapasitesidir (Amabile, 2012). Bu kapasite, bilgi, zekâ, yetenek ve kişilik gibi karmaşık birçok faktörün etkili bir şekilde optimize edilmesini içermektedir ve yaratıcı süreçlerin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için temel bir gerekliliktir (Piirto, 2009; Sternberg, 1999). Sternberg ve Lubart (1999) yaratıcılığı, yeni/özgün ve kullanışlı (yararı, etki potansiyeli ve kullanım değeri) durumlar ile işler üretebilme yeteneği olarak tanımlarlar. Bu tanıma göre yaratıcılık, bireyler için günlük sorunların çözümünde, toplum için ise yeni ve benzersiz buluşlar ile bilgilerin geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Plucker ve diğ. (2004, s.90), yaratıcılığı "*bir birey veya grubun, hem yeni hem de yararlı olan algılanabilir bir ürün ürettiği yetenek, süreç ve çevre arasındaki etkileşim*" olarak tanımlamışlardır.

Yaratıcılık tanımları genellikle yaratıcılığın somut göstergesi olan ürün üzerinden yapılmaktadır. Sak (2018), aksi takdirde yalnızca potansiyelden söz edilebileceğini ve bunun da yalnızca bir olasılık olduğunu belirtmektedir. Yaratıcılık düşünme, yetenek, çevre ve çeşitli bireysel özelliklerin etkileşimlerini ve bireyin yaratma sürecini kapsayan bir süreçtir (Sak, 2018). Lubart'ın (2017, s.280) 7C yaklaşımına göre yaratıcı performans, yaratıcı süreç ve yaratıcı potansiyelin bir sonucudur. Yaratıcı süreç, yaratıcı bir ürün ortaya çıkarmak için izlenen düşünce ve eylemler dizisi olarak ifade edilmektedir. Bu süreç, yaratıcı üretime katılan bireyler ve verilen yaratıcı görevler doğrultusunda değişiklik gösterebilir. Liu ve diğ. (2023), Lubart'ın (2017) yaklaşımından yola çıkarak yaratıcı süreç, yaratıcı performans ve yaratıcı potansiyel arasındaki ilişkileri Şekil 2. 6'daki gibi açıklamışlardır.



Şekil 2-6: Yaratıcı Potansiyel, Yaratıcı Süreç ve Yaratıcı Performans Arasındaki İlişkiler.

Torrance (1988) yaratıcılığı sorunlara, aksaklıklara, yetersizliklere, bilgi eksikliklerine, mevcut olmayan unsurlara ve uyumsuzluklara karşı duyarlı olma; zorlukları tanımlama; çözümler arama; tahminlerde bulunma; eksiklikler hakkında hipotezler oluşturma veya mevcut hipotezleri değiştirmek; çözüm yollarından birini seçme ve deneme, ardından tekrar deneme ve sonuçları ortaya koyma süreci olarak tanımlamaktadır. Bu tanımın her aşamasında insan ihtiyaçları önemlidir. Söz konusu ihtiyacın karşılanmaması, bir rahatsızlık ve gerginlik durumu yaratarak, öğrenilmiş davranış şekillerinin yetersiz kaldığı durumlarda yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Torrance'ın (1988) yaratıcılık tanımı, kendini bilimsel keşiflerde belli eden ve bilimsel araştırma süreçlerini kapsayan bilimsel yaratıcılık tanımıyla da örtüşmektedir. Bilimsel araştırmalarda, bilimsel anlayışın ileriletilmesi amacıyla yeni teknikler geliştirilmesi, mevcut bilginin ötesine geçilmesi, bilimsel sorunların çözülmesi, çeşitli çözüm yollarının hayal edilmesi ve bu çözümler için bilgi veya yeni tekniklerin bir araya getirilmesi gerekmektedir (Hu ve diğ., 2013). Bunun için de bilimsel yaratıcılığa ihtiyaç bulunmaktadır.

Yaratıcılığın, bilimsel yaratıcılık gibi belirli bilgi alanları veya disiplinlere özgü bir kavram olduğu alanyazında kabul gören anlayışlardandır (Baer, 2016). Bilim alanında, yaratıcı düşünme becerileri bilimsel yaratıcılık olarak ifade edilebilir (Sidek ve diğ., 2020). Problemleri çözme, hipotezler oluşturma, deneyler tasarlama ve teknik yenilikler, bilim alanına özgü özel bir yaratıcılık biçimi gerektirmektedir (Lin ve diğ., 2003). Bilimsel yaratıcılık, önceki deneyimler ve bilgi temelinde, problemlere ve çözümlerine duyarlılık, bilimin doğasını anlama ve ona ilgi duyma, ayrıca yenilikçi, olağanüstü ve faydalı bilimsel bilgi, deneyler, teoriler ve ürünler geliştirme yeteneği olarak tanımlanabilir (Usta & Akkanat, 2014). Sak ve Ayas (2013) bilimsel yaratıcılığı, bağlama uygun ve bilimsel açıdan faydalı yeni fikirler veya ürünler üretebilme yeteneği olarak tanımlamışlardır. Bir fikrin yaratıcı olarak kabul edilebilmesi için hem özgün hem de kullanışlı olması gerekir. Bu nedenle bilimsel yaratıcılık, genel yaratıcılığın belirli bir alana özgü bir biçimi olarak düşünülebilir (Sak & Ayas, 2013).

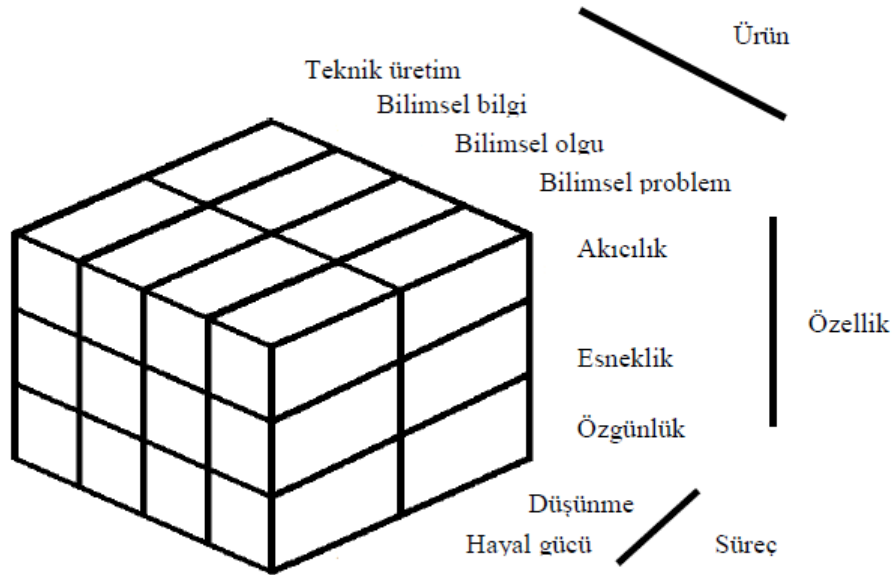
Bilimsel yaratıcılık zeka, bilgi, öğrenme stili, kişilik ve motivasyon gibi değerlerden etkilenmektedir (Hu & Adey, 2002). Bu kavram, problemin tanımından çözüm için önerilen tasarıma kadar her aşamada bilimsel olarak işlevsel hale getirilir (Samuels & Seymour, 2015) ve bireyin bilimsel boyutlardan edindiği bilgilerin harmanlanmasını içermektedir (Usta & Akkanat, 2014). Klahr (2000) bilimsel yaratıcılığın temel bileşenlerini iki boyutlu bir taksonomi ile tanımlamıştır. Birinci boyut, alana özgü bilgi ile genel bilgiyi kapsamaktadır. İkinci boyut ise hipotez oluşturma, deney tasarlama ve kanıtları değerlendirme olmak üzere bilimsel keşif sürecinin ana aşamalarını içermektedir. Alana özgü bilginin edinimi, sadece ilgili alandaki bilgi yapısını değil, aynı zamanda bu bilgi yapısını kullanarak yeni hipotezlerin oluşturulması ve değerlendirilmesi süreçlerini de önemli ölçüde etkilemektedir. Bilimsel keşif sürecinde, alana özgü bilgi ve genel stratejiler, deneylerin tasarımı, yeni hipotezlerin seçimi ve kanıtların doğrulanması süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır (Klahr, 2000).

Alanyazında bilimsel yaratıcılığın tanımlanmasının ardından birçok bilimsel yaratıcılık modeli geliştirilmiştir. Bilimsel yaratıcılığın en çok bilinen modelleri arasında Hu ve Adey'nin (2002) Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli, Son'un (2009) Bilimsel Yaratıcılık Modeli ve Park'ın (2010) Bilimsel Yaratıcılık Modeli yer almaktadır. Bu modeller Tablo 2.8'de sunulmuştur.

Tablo 2.8: Bilimsel Yaratıcılık Modelleri.

	Hu ve Adey'nin (2002) Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli	Son'un (2009) Bilimsel Yaratıcılık Modeli	Park'ın (2010) Bilimsel Yaratıcılık Modeli
Bakış Açısı	Bilişsel	Bilişsel ve bilişsel olmayan	Bilişsel
Boyutlar	Ürün Özellik (ıraksak düşünme) Süreç (düşünme ve hayal gücü)	Bilimsel yeterlilik Yaratıcı yeterlilik İçsel motivasyon Yaratıcılığı destekleyen bağlam Bilimsel yaratıcılık	Yaratıcı düşünme Bilimsel bilgi Bilimsel sorgulama becerileri

Hu ve Adey'nin (2002) Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli, Guilford'un Zekâ Modeli'ne dayanarak bilimsel yaratıcılığı, düşünme ve hayal gücüyle ilgili bilimsel ürünler üretme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Park'ın (2010) modeli, bilimsel alan bilgisi, yaratıcı düşünme becerileri ve araştırma becerilerinin birleşimiyle bilimsel yaratıcılığın geliştirileceğini savunmaktadır. Son'un (2009) modeli ise Amabile'nin Yaratıcılık Modeli'nden uyarlanmış olup, bilimsel yaratıcılığın bilgi, beceriler ve bilimsel görevleri tamamlama motivasyonuna dayandığını vurgulamaktadır. Bu model, özellikle bilimsel tutum ve kariyer ilgisini öne çıkararak diğer modellerden ayrılmaktadır (Sidek ve diğ., 2020). Bu araştırmada, Hu ve Adey'nin (2002) Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli benimsenmiştir. Bu model Şekil 2.7'de daha detaylı olarak sunulmuştur.

**Şekil 2-7:** Hu ve Adey'nin (2002) Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli.

Şekil 2.7'de verilen Hu ve Adey'in (2002) bilimsel yapı yaratıcılık modeli, ürün, özellik ve süreç olmak üzere üç temel boyuttan oluşmaktadır. Ürün boyutu teknik üretim,

bilimsel bilgi, bilimsel olgu ve bilimsel problem gibi alt boyutları içerirken, özellik boyutunda akıcılık, esneklik ve özgünlük gibi yaratıcılıkla ilgili unsurlar yer almaktadır. Süreç boyutunda ise düşünme ve hayal gücü öne çıkarılmaktadır. Bu model, her bir boyutun kesişiminden oluşan 24 hücreli, üç boyutlu bir yapı sunmaktadır.

2.6.3.2. Bilimsel Yaratıcılığı Etkileyen Faktörler

Cevher Aydın'ın (2023) gerçekleştirdiği meta-analiz çalışmasına göre, bilimsel yaratıcılığı yordayan değişkenler arasında hayal gücü, bilimsel girişkenlik, zaman yönetimi, genel zeka, duygusal zeka, akademik bilgi, düşünme stilleri, okul iklimi, motivasyon, fen bilimine yönelik yetenek, akademik katılım, veli ve öğretmen desteği, akademik benlik algısı, öğretmenlerin bilimsel yaratıcılık düzeyleri, sanatsal yaratıcılık, STEM eğitimi ve proje tabanlı öğretim gibi faktörler bulunmaktadır. Bu değişkenlerdeki olumlu gelişmelerin, bireylerin bilimsel yaratıcılık düzeylerini artırdığı görülmektedir.

Sidek ve diğ. (2020), bilimsel yaratıcılığı etkileyen faktörleri öğrenciler, öğretmenler ve çevresel unsurlar olmak üzere üç ana başlık altında sınıflandırmışlardır. Öğrencilerle ilgili faktörler arasında demografik özellikler (yaş ve cinsiyet), bilişsel beceriler (zihinsel yetenekler, düşünme becerileri ve araştırma becerileri) ve duyuşsal faktörler (kişilik özellikleri, tutum ve görüşler) yer almaktadır. Öğretmenlerle ilgili faktörler ise öğretmenlerin bilimsel yaratıcılığa ilişkin kavramları, inançları ve algılarını içermektedir. Çevresel faktörler ise aile geçmişi, ebeveyn katılımı ve okul iklimi gibi unsurları kapsar. Bu faktörlerin her biri, bilimsel yaratıcılığın gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Usta ve Akkanat (2014) da alanyazındaki çalışmaların bilimsel yaratıcılığın problem çözme, problem bulma, hipotez oluşturma ve benzetmeler kullanma gibi faktörlerle birlikte, motivasyon gibi bazı kişilik özellikleriyle de ilişkili olduğunu gösterdiğini vurgulamaktadır.

Bilimsel yaratıcılığı etkileme potansiyeli olan bir diğer değişken de sürükleyici teknolojilerdir. Reis ve diğ. (2024), sürükleyici teknolojilerin yaratıcılık üzerindeki etkilerini anlamamanın, inovasyonu, çağdaş bilimlerin ilerlemesini ve eğitimi desteklemek için kritik bir öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır. Metaverse gibi sürükleyici sanal ortamlar, kullanıcıların yaratıcılığını artırmak ve yenilikçi düşünme becerilerini geliştirmek için güçlü araçlar sunmaktadır. Bu tür ortamlar, kullanıcıların gerçek dünyada mümkün olmayan deneyimler yaşamalarını sağlayarak, problem çözme ve ürün yaratma kapasitelerini genişletmektedir. Metafor, oyunlaştırma, iş birliği gibi unsurların sanal ortamlarda yaratıcı

süreçlere entegre edilmesi, bireylerin ve toplulukların yenilikçi çözümler üretmelerine olanak tanımaktadır (Reis ve diğ., 2024).

2.6.3.3. *Bilimsel Yaratıcılığı Geliştirme Stratejileri*

Hadzigeorgiou ve diğ. (2012), öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını artırma potansiyeline sahip şu etkinlikleri listelemiştir:

- Yaratıcı problem çözme; örneğin bir bina yüksekliğini barometre ile ölçme, düzensiz bir şeklin yüzeyini mekanik denge ile ölçme, güneşin tamamen yok olmasından sonra dünyanın durumu, bir proton veya kara deliğin yoğunluğunu hesaplama.
- Fen, teknoloji ve toplum bağlamında problem çözme; örneğin gelecekte teknolojinin çevreyi nasıl etkileyebileceği, gelecekte elektrik üretimi ve uzaydan gelen bakterilerin ani istilasıyla başa çıkma.
- Yaratıcı yazma; örneğin bir protonun yaşamından bir gün, yerçekimsiz bir gün üzerine yazma çalışması.
- Yaratıcı bilimsel araştırma; örneğin odanın aydınlatmasını etkileyebilecek olası faktörleri araştırma, basit malzemelerden el feneri yapma, acil durumlarda ev için elektrik üretme yolları, metal kaplar olmadan suyu ısıtma yöntemleri.
- Olguları ve fikirleri anlamak için benzetmeler oluşturma; örneğin rezonans olgusu, enerji kavramı, nükleer fisyon ve füzyon, kimyasal bağlanma.
- Öğrencileri görünüşte ilgisiz olan fikirler ve olgular arasında bağlantılar bulmaya teşvik etme; örneğin Newton yasaları ile hemşire ve futbolcu arasındaki bağlantı, ışık, elektronlar ve cerrah arasındaki bağlantı, bir bardak içecek, evrenin yaşı ve yıldızların evrimi arasındaki bağlantı, Titanic'in batışı ve hidrojen bağlanması arasındaki bağlantı.
- Gizem sorunları çözme; örneğin belirli bir sıvı hacminin kaybolmasının nedenini açıklama, kayıp bir ışık huzmesini bulma, hırsız, polis ve ışık hızı arasındaki bağlantıyı bulma gibi gizem barındıran sorunları çözme.
- Sanat yoluyla bilim öğretimi ve öğrenimi; örneğin modern teknolojinin günlük yaşam üzerindeki etkilerini incelemek için fotoğrafçılık ve kolaj yapma, bilimsel modeller

oluşturmak için teknolojileri kullanma, fotosentez gibi bir fenomeni temsil etmek için çizim kullanma.

“Dünyanın En Yaratıcı İnsanlarının On Üç Düşünme Aracı” adlı kitap, birçok bilim insanını da kapsayan düşünme araçlarını içermektedir. Bu araçların bilimsel yaratıcılığı geliştirmek için kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu kitapta Robert & Michele Root-Bernstein (2001), yaratıcılığı geliştiren çeşitli bilişsel ve duyuşsal araçları tanımlamışlardır. Gözlem yapmak, duyuları keskinleştirip doğru algılama sağlamaktadır; görüntüleme ise zihinsel imgeler oluşturmaktadır. Boyutlu düşünme, iki veya daha fazla boyut arasında geçiş yapmayı, bir boyutta küçülme veya genişleme yapmayı içermektedir. Soyutlama, karmaşıklık içinde sadelik bulma sürecini ifade etmektedir. Desen tanıma, farklı şeyler arasındaki yapısal veya özelliksel benzerlikleri algılamayı; desen oluşturma ise yeni düzenleme yolları keşfetmeyi içerir. Benzetme, yapısal olarak farklı şeyler arasındaki işlevsel benzerlikleri keşfetmeyi sağlamaktadır. Modelleme, karmaşık bir şeyin basit bir analogunu yaratma sürecini içerir. Bedensel düşünme, motor hafıza, fiziksel hisler ve duygusal durumlar yoluyla sorunları tanıma ve çözme yeteneğini kapsar. Empati, incelenen şeyle özdeşleşmeyi gerektirmektedir. Oynama, amaçsız bir etkinlik olarak yapılırken, beceri, sezgi ve bilgi geliştirmeyi sağlamaktadır. Dönüştürme, önceki araçları ardışık ve entegre bir şekilde kullanmayı ifade etmektedir. Son olarak, sentez, bilgiyi çok yönlü, hem öznel hem de nesnel, sezgisel ve entelektüel olarak bilmeyi içermektedir (Robert & Michele Root-Bernstein, 2001).

Washington ve Anderson (2016), özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerini geliştirmek için gerekli olan bilimsel deneyimlerin önemini vurgulamaktadırlar. Erken yaşlarda edinilen bilimsel deneyimlerin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini (soru sorma, hipotez oluşturma, deney tasarlama vb.) geliştirmesi gerekmektedir. Özel yetenekli öğrenciler için uygun bir fen müfredatı, karmaşık içeriklerle bağımsız araştırmaları teşvik etmelidir. Ayrıca, fen eğitiminin, bilimin yaratıcı bir çaba olduğunu ve geleneksel bilim sınıflarında sunulan doğrusal bir dizi adımdan ibaret olmadığı öğrencilere erken yaşta öğretilmelidir. Bu becerilerin gelişimi, öğrencilere bu yetenekleri öğrenme ve uygulama fırsatları verildiğinde mümkün olacaktır (Washington & Anderson, 2016). Aynı zamanda Washington ve Anderson (2016, s.74-83), özel yetenekli öğrenciler için bilimsel yaratıcılığı geliştirme potansiyeli olan öğretim stratejilerini şu şekilde belirtmektedir:

- Problem Tabanlı Öğrenme, gerçek dünyaya dayalı çok yönlü problemlerle öğrenci ilgisini artırmayı ve derin öğrenme sağlamayı amaçlar. Küçük gruplar halinde çalışarak problem çözme sürecini yürütürler. Açık uçlu sorular öğrencilerin yaratıcı becerilerini kullanmalarını teşvik eder.
- Bilim-Teknoloji-Toplum Problemleri; insan deneyimi bağlamında bilim öğrenimini teşvik eder. Öğrencilerin çoklu çözümleri olan problemleri araştırmalarını sağlar. Teknolojinin kullanımının potansiyel sonuçlarını değerlendirme gibi konularda yaratıcılığı artırır.
- Proje Tabanlı Bilim; öğrenci merkezli bir yaklaşım olup, bilim içerikli sorulara dayanarak somut eserler yaratmayı hedefler. Öğrencilerin kendi ilgi alanlarına ve çevrelerine bağlı sorular oluşturmalarını sağlar. Bilim kavramlarını ve temel bilgileri, öğrencilerin günlük yaşamlarıyla bağlantılı şekilde öğretir.
- Bağımsız Bilimsel Araştırmalar; öğrencilerin belirli bir problemi uzun bir süre boyunca inceleyerek bağımsız bilimsel projeler yapmalarını sağlar. Öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmeleri için gerçek dünya problemlerine çözüm bulmalarını teşvik eder.
- Bilimsel Hayal Gücünü Geliştirme; bilimsel analogiler ve metaforlar oluşturma yeteneklerini öğretir. Görsel ve metaforik hayal gücünü kullanarak yeni bilgiler oluşturma sürecine dahil eder. Sinektik gibi yöntemlerle öğrencilerin analogiler yaratmalarını sağlar.
- İçerik ve Yaratıcılık Standartlarını Birleştirme; içerik bilgisi edinimini artırmak için yaratıcı öğrenme stratejilerini kullanmayı teşvik eder. Öğretmenlerin, öğrencilerin yaşamlarıyla bağlantılı içerikleri anlamlı bir şekilde sunmalarını sağlar.
- İçerik Kazanımını Sağlama, öğrencilerin derslerde derinlemesine öğrenme sağlamaları için problem ve sorgulamaya dayalı öğrenme stratejilerini uygular. Gerçek dünya problemleri bağlamında dersleri odaklayarak, öğrencilerin bilimsel içeriği keşfetmelerini sağlar.

Sürükleyici sanal gerçeklik ve Metaverse teknolojilerinin de yaratıcılığı ve bilimsel yaratıcılığı geliştirme potansiyeli bulunmaktadır. Özellikle VR'nin öğrencilere sezgisel ve

yüksek derecede etkileşimli bir sanal ortam sunarak öğrenme deneyimlerini geliştirebileceği düşünülmektedir (Lau & Lee, 2015). VR sistemlerinin anonimlik, izleme, dijital temsiller ve sürükleyicilik gibi özellikleriyle bireylerin veya grupların yaratıcı performansını artırdığı belirtilmiştir (Bourgeois-Bougrine ve diğ., 2022; Gong ve diğ., 2022). Kullanıcıların sanal ortamlarda temsil edilmeleri (örneğin avatarlar) ve sanal ortamlardaki bağlamsal ipuçları gibi dijital temsiller, VR'ın sunduğu yüksek düzeydeki etkileşim, bedensel varlık ve varlık hissi yaratıcılığı etkilemektedir (Liu ve diğ., 2023).

Metaverse'ün yaratıcılığı teşvik etme üzerindeki etkileri çeşitli çalışmalarda ele alınmıştır. Yinhui ve diğ. (2024), Metaverse'in özgünlüğü desteklediğini, yaratıcılığı genel anlamda teşvik ettiğini ve dijital estetik sunumunu geliştirdiğini belirtmektedirler. Gong ve Georgiev (2020), sanal gerçekliğin (VR) yaratıcılığı geliştirmek için çeşitli yollar sunduğunu ortaya koymuşlardır. VR'nin, alanla ilgili becerilerin geliştirilmesi, yaratıcılığa yönelik süreçlerin iyileştirilmesi, görev motivasyonunun artırılması, sosyal ortamın desteklenmesi ve yaratıcı düşüncüyü teşvik eden fiziksel ortamların simülasyonu gibi alanlarda yaratıcılığı artırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Thornhill-Miller ve Dupont (2016) VR'nin yaratıcılığı ve problem çözme geliştirmek için beş ana yolla kullanılabileceğini özetlemektedir: (a) benlik ve öz algıyı değiştirmek, (b) başkalarıyla etkileşim ve işbirliğini optimize etmek, (c) çevresel koşulları ve etkileri iyileştirmek, (d) problem çözme sürecini rehberlik veya oyunlaştırma yoluyla kolaylaştırmak ve (e) yaratıcı yetenekleri artırmaya yönelik diğer teknolojilerin entegrasyonu için bir platform sunmak.

Barabanschikov ve Selivanov (2022), kısa süreli VR programlarının bile yüksek derecede sürükleyicilik sağlayarak yaratıcılıkta anlamlı değişiklikler yarattığını belirtmektedirler. VR programlarının yaratıcılığı etkilemesi, 3D nesnelerin başarılı bir şekilde modellenmesi, yüksek kaliteli animasyonlar, etkileşim ve özgün içeriklerin programlara entegre edilmesiyle belirlenmektedir. VR ortamlarında yaratıcılıkta gözlemlenen bu değişiklikler, aynı zamanda bilişsel süreçler, kişisel faktörler (motivasyon, yetenek, odaklanma) ve zihinsel durumlarla birlikte değerlendirilmektedir. IVR ortamlarının yaratıcılığa etkisi bedensel varlık biliş teorisi ile de açıklanmaktadır (Chen ve diğ., 2024).

Bedensel varlık biliş teorisi, öğrenmenin IVR ortamlarında belirli bilişsel yetenekleri daha iyi geliştirebileceğini öne sürmektedir. IVR'nin kullanıcıya buradalık hissini yaşatan

zengin ve sürükleyici bir ortam sağladığı belirtilmektedir. Bu his, daha sezgisel ve doğal etkileşimleri teşvik edebilir ve bu da potansiyel olarak yaratıcı fikirlerin daha fazla keşfedilmesini kolaylaştırabilir (Chen ve diğ., 2024). Çeşitli çalışmalar, sanal teknolojilerin öğrencilerin yaratıcılık performansını artırabileceğini belirtirken, bazı araştırmalar yenilikçi düşünce, pratik yetenek ve kişilik özellikleri gibi diğer boyutlarda belirgin bir fark yaratmadığını göstermiştir (Wang ve diğ., 2024). Bu nedenle, sanal teknolojinin öğrencilerin yaratıcılığı üzerindeki genel etkisini değerlendirmek için objektif ve bilimsel kanıtlara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.6.3.4. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Bilimsel Yaratıcılığın Önemi

Bilimsel yaratıcılığı geliştirmek özel yetenekli eğitiminde kritik bir öneme sahiptir; çünkü özel yetenekli öğrenciler genellikle olağanüstü zihinsel yeteneklere, merak ve yaratıcı potansiyele sahiptirler (Renzulli, 2012; Sternberg, 2002). Bilimsel yaratıcılığın teşvik edilmesi, özel yetenekli öğrencilerin yeteneklerini geliştirmelerine, bilimsel ilerlemelere katkıda bulunmalarına ve karmaşık gerçek dünya problemlerini çözmelerine yardımcı olabilir (Renzulli, 2012; Simonton, 2021). Ancak araştırmalar, geleneksel eğitim ortamlarının özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmeleri için her zaman yeterli fırsatlar sunmadığını göstermektedir (Cramond, 2005; Sternberg, 2005). Bilimsel yaratıcılığı teşvik eden strateji ve müdahalelerin özel yetenekli öğrencilerin eğitim deneyimlerini zenginleştirebileceği unutulmamalıdır (Cramond, 2005; Renzulli, 2012).

2.7. İlgili Çalışmalar

2.7.1. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Farklılaştırılmış Fen Öğretimiyle İlgili Çalışmalar (Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Etkileri)

Kanlı ve Emir'in (2013) gerçekleştirdiği araştırmada, özel yetenekli öğrencilere yönelik bir Fen ve Teknoloji programı geliştirilmiş, uygulanmış ve etkililiği sınanmıştır. İstanbul'da 6. sınıf öğrencilerinden oluşan 48 kişilik bir grupta, deney grubuna probleme dayalı öğrenme temelli farklılaştırılmış bir program uygulanmış, kontrol grubuna ise müdahale edilmemiştir. Araştırma, "Başarı Testi" ve "Torrance Yaratıcı Düşünme Testi" kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, program öğrencilerin akademik başarısını arttırmış, ancak yaratıcı düşünme düzeylerini anlamlı şekilde etkilememiştir.

Camcı Erdoğan (2014) çalışmasında, özel yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun bir Fen ve Teknoloji dersi programının geliştirilmesi ve uygulanmasının, öğrencilerin başarı, tutum ve yaratıcı düşünme becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada, ön test ve son test ile kontrol gruplu deneysel yöntem kullanılmıştır. Bu farklılaştırılmış fen öğretim programı, Beyazıt Ford Otosan İlköğretim Okulu'nda 21 beşinci sınıf öğrencisine uygulanmış olup, 11 öğrenci deney grubunda, 10 öğrenci ise kontrol grubunda yer almıştır. Sonuç olarak, özel yetenekli öğrenciler için uyarlanan Fen ve Teknoloji dersi programının öğrencilerin akademik başarılarını, derse yönelik tutumlarını ve yaratıcı düşünme düzeylerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Çalıköğlu'un (2014) çalışmasında, özel yetenekli öğrencilere yönelik derinlik ve karmaşıklık unsurlarını içeren farklılaştırılmış fen eğitiminin, öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik tutumları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma, kontrol gruplu ön test-son test deneysel yöntem kullanılarak Beyazıt Ford Otosan İlköğretim Okulu'nda öğrenim gören 5. sınıf öğrencilerinden 19 kişi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, farklılaştırılmış eğitimin özel yetenekli öğrencilerin akademik başarılarını ve bilimsel süreç becerilerini artırdığını, ancak öğrencilerin derse yönelik tutumlarında anlamlı bir değişiklik yaratmadığını göstermiştir.

Yaman'ın (2014) araştırmasının amacı, özel yetenekli öğrencilerin akademik ve zihinsel ihtiyaçlarını karşılayacak beyin temelli öğrenme yaklaşımına dayalı farklılaştırılmış bir Fen ve Teknoloji programının geliştirilmesi, uygulanması ve etkililiğinin incelenmesidir. "Işık ve Ses" ünitesi, 5. sınıf Fen ve Teknoloji dersi programından seçilerek özel yetenekli öğrenciler için beyin temelli öğrenme yaklaşımına göre yeniden yapılandırılmıştır. Araştırma, Beyazıt Ford Otosan İlköğretim Okulu'nda 12'si deney ve 12'si kontrol grubunda olmak üzere 24 özel yetenekli öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna beyin temelli öğrenme yaklaşımına dayalı farklılaştırılmış program uygulanırken, kontrol grubu mevcut öğretim yöntemleriyle eğitime devam edilmiştir. Araştırmada, başarı testi, Cornell Eleştirel Düşünme Ölçeği, Torrance Yaratıcı Düşünme Testi ve Fen Tutum Ölçeği kullanılarak veriler toplanmıştır. Bu çalışma beyin temelli öğrenme yaklaşımını temel alan farklılaştırılmış programın özel yetenekli öğrencilerin başarı, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme düzeyleri ve derse yönelik tutumlarında anlamlı bir artış sağladığını göstermiştir.

Ürek (2017), farklılaştırılmış etkinliklerin özel yetenekli öğrencilerin fen bilimleri alanında kavramsal anlamaları ve kimya konularına ilişkin farkındalıkları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma, nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan durum çalışması yöntemi kullanılarak BİLSEM'de eğitim gören 13 özel yetenekli 7. sınıf öğrencisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, farklılaştırılmış etkinliklerin bu öğrencilerin kimya ile ilgili kavramsal anlayışlarını ve farkındalıklarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, çalışmaya katılan öğrenciler, uygulanan etkinlikler hakkında olumlu görüşler belirtmişlerdir.

Özdemir'in (2017) araştırmasında, özel yetenekli öğrencilerin eğitim ihtiyaçlarına uygun olarak zenginleştirilen "Elektriğin İletimi" ünitesini içeren 6. sınıf fen bilimleri dersi programı, BİLSEM'e devam eden 32 öğrenci ile eylem araştırması yöntemiyle uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, programın öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve başarılarını geliştirdiği bulunmuştur. Ayrıca, öğrencilerin ilgi çekici ve yenilikçi etkinliklerle karşılaşarak derslere aktif katılım sağladıkları ve bilgileri yapılandırarak kalıcı öğrenmeden keyif aldıkları tespit edilmiştir.

Kutlu Abu (2018), özel yetenekli öğrencilerin destek eğitim odalarında ve normal sınıflarda kaynaştırılmasına yönelik Izgara Modeli'ne dayalı farklılaştırılmış fen etkinlikleri geliştirmeyi ve bu etkinliklerin öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerileri ile etkinliklere yönelik algılarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, Amasya'da 2016-2017 eğitim öğretim yılında, iki özel ve iki devlet okulunda öğrenim gören ve sınıflarında en az bir özel yetenekli öğrenci bulunan toplam 79 dördüncü sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Karma araştırma yöntemlerinden iç içe karma desen kullanılmıştır. Nicel ve nitel veriler "Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeği", "Sınıf Etkinliklerine Yönelik Algı Ölçeği", "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu" ve "Doküman Analizleri İçin Analitik Rubrikler" ile toplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Izgara Modeli'ne dayalı farklılaştırılmış fen etkinlikleri, özel yetenekli öğrencilerin motivasyonlarını ve öz-düzenleyici stratejilerini olumlu yönde geliştirmiştir. Deney grubundaki özel yetenekli öğrencilerin motivasyon ve öz-düzenleyici öğrenme stratejilerinde gelişme kaydedilirken, kontrol grubundaki mevcut öğretim programının bu beceriler üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Ayrıca, farklılaştırılmış fen etkinlikleri, özel yetenekli olmayan öğrencilerin de bilişsel, kaynak yönetimi ve metabilişsel stratejilerinde olumlu etkiler yapmıştır. Araştırma sürecinde yapılan görüşmelerde, deney grubundaki öğrencilerin konu öğrenme sürecinde zorlukları ayırt etme, çalışma zamanını planlama, bilgi paylaşma ve kendilerini değerlendirme gibi öz-düzenleyici

öğrenme stratejilerini kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin de farklılaştırılmış etkinliklere yönelik algılarının olumlu olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Izgara Modeli'ne dayalı farklılaştırılmış fen etkinlikleri, öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimine katkı sağlamış ve bu modelin, özel yetenekli öğrencilerin kaynaştırılmasında başarılı bir yöntem olduğu ortaya çıkmıştır.

Ülger'in (2019) araştırması, BİLSEM fen öğretmenlerinin ihtiyaçlarını belirleme, literatür taraması yapma, öğretim modülleri geliştirme ve bu modüllerin uygulanarak etkililiğini değerlendirme aşamalarını kapsamaktadır. Karma yöntemle yürütülen bu çalışmada, Bursa'da bir BİLSEM'de 19 özel yetenekli öğrenci ile 12 hafta süren bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Ön/son-test tek grup deneysel desen kullanılarak nicel veriler, görüşme, gözlem ve doküman analizi ile nitel veriler toplanmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin bilimsel muhakeme becerilerinde anlamlı bir gelişim olduğunu, ancak bu gelişimin beklenen düzeyde olmadığını ve yüksek düzeyde muhakeme becerilerinin gelişmediğini göstermiştir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde belirgin bir ilerleme kaydedilmiştir, ancak hipotez kurma ve deneysel düzeydeki bazı becerilerde zorlandıkları belirlenmiştir. Bu durum, bilimsel süreç becerilerindeki gelişimin daha da artırılabilceğini göstermektedir. Öğrencilerin modülde geçen kavramları genellikle anlamlandırdığı, ancak kavramlar arası ilişkileri kurmakta zorlandığı görülmüştür. Modüller genel olarak kullanışlı bulunmuş, ancak uygulama sürecinde zaman kullanımı ve devamsızlık gibi BİLSEM'lerde süregelen bazı problemlerin olabileceği tespit edilmiştir.

Ceylan (2021), entegre müfredat modeli temelinde farklılaştırılmış fen bilimleri dersi öğretim programı aracılığıyla özel yetenekli öğrencilerin erişilerini, eleştirel düşünme becerilerini ve değerlerini geliştirmeyi amaçlamıştır. İstanbul'daki bir BİLSEM'de 12 özel yetenekli yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen bu eylem araştırmasında, öğrencilerin erişilerinde (sistem teması, problem çözme süreci, içerik bilgileri) ve eleştirel düşünme becerilerinde olumlu değişimler olduğunu göstermiştir. Ayrıca, öğrencilerin işbirlikli çalışma, sorumluluk ve bilimsellik değerlerinde gelişme kaydettiği saptanmıştır. Öğrenciler programı sevdiklerini ve yararlı bulduklarını belirtmişlerdir. Ancak, araştırmacı öğretmen ve gözlemci öğretmenler, uzaktan eğitim ortamı ve teknik sebeplerden kaynaklanan zorluklar yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Demir'in (2021) araştırmasının amacı, ızgara modelinin bileşenleri ve adımları doğrultusunda hazırlanan fen dersi etkinliklerinin, özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri, problem çözme becerileri ve tutumları üzerindeki etkisini belirlemektir. Çalışmada, deneysel tasarımlar arasında yer alan kontrol gruplu ön test-son test deseni kullanılmıştır. Çalışma grubu, İstanbul'daki bir BİLSEM'de destek eğitim programına katılan, 9-10 yaş grubunda özel yetenekli olarak tanımlanan 44 öğrenciden oluşmaktadır (23 deney grubu, 21 kontrol grubu). Analizler, ızgara modeline göre farklılaştırılmış fen uygulamalarının özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerileri ile tutumları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Ayverdi ve Özaydın (2022) çalışmalarında, özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) yaklaşımına uygun olarak geliştirilen bir öğretim tasarımının etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada gömülü deneysel desen kullanılmış ve 5-8. sınıf düzeyinde 41 özel yetenekli öğrenci çalışmaya katılmıştır. Deney grubunda FeTeMM yaklaşımına dayalı bir öğretim tasarımı uygulanırken, kontrol grubunda BİLSEM'deki standart etkinlikler kullanılmıştır. Nicel veriler, Bağlam Temelli Bilimsel Yaratıcılık Testi (BTBYT) ile toplanmış ve iki faktörlü ANOVA testi ile analiz edilmiştir. Nitel veriler ise gözlem ve görüşme formlarıyla toplanmış ve Nvivo 11 programı ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, FeTeMM yaklaşımının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını artırdığını ve mühendislik becerileri ile bilimsel süreç becerilerinin deney grubunda daha fazla geliştiğini göstermiştir.

Akhan ve diğ. (2022), özel yetenekli öğrencilerin iklim değişikliği gibi küresel sorunlara yönelik eleştirel ve yaratıcı düşünme süreçlerini incelemiştir. Araştırma Türkiye'deki bir BİLSEM'de 7. sınıfta öğrenim gören 21 özel yetenekli öğrenciyle (130 IQ ve üzeri) yürütülmüştür. Araştırma, zihin haritası, balık kılıcı, beyin fırtınası ve drama gibi yöntemlerle öğrencilerin düşünme süreçlerini değerlendirmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin küresel sorunların farkında olduklarını, özellikle iklim değişikliğine dikkat çektiklerini ve bu soruna eleştirel ve yaratıcı çözümler üretebildiklerini göstermiştir.

Ceylan (2022), özel yetenekli öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına uygun zenginleştirilmiş etkinlikleri içeren atık yönetimi temalı yaz programının, öğrencilerin çevresel tutumlarına, yaratıcı düşünme becerilerine ve eleştirel düşünme eğilimlerine katkısını araştırmıştır. Beş günlük bir program, 29 beşinci sınıf üstün yetenekli öğrenciye

uygulanmıştır. Veriler, program öncesi ve sonrası ölçekler aracılığıyla toplanmış ve eşleştirilmiş örneklemeler t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, programın öğrencilerin çevresel tutumları, yaratıcı düşünme becerileri ve eleştirel düşünme eğilimleri üzerinde son test lehine bir fark yarattığını göstermiştir. Bu çalışmanın önemli sonuçlarından biri, okul dışı öğrenme ortamları arasında yer alan yaz programlarının, özel yetenekli öğrencilerin tutumlarına ve bilişsel gelişimlerine katkıda bulunmasıdır.

Karakaş Mısır (2023), özel yetenekli öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına uygun olarak farklılaştırılmış Fen Bilimleri programının geliştirilmesini, uygulanması ve etkililiğinin değerlendirilmesini amaçlamıştır. Araştırma, "Vücudumuzdaki Sistemler" ünitesi üzerine odaklanmış ve Koşut (Paralel) Eğitim Modeli temelinde tasarlanmıştır. Tokat BİLSEM'de 6. sınıfta eğitim gören 24 özel yetenekli öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada, 12 öğrenci deney grubunda, 12 öğrenci ise kontrol grubunda yer almıştır. Deney grubuna farklılaştırılmış eğitim verilmiş, kontrol grubuna ise herhangi bir müdahale yapılmamıştır. Öğrencilerin akademik başarılarındaki değişimi ölçmek için araştırmacı tarafından "Vücudumuzdaki Sistemler" ünitesine yönelik akademik başarı testi geliştirilmiş ve "Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi" ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçümler, ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Sonuçlar, farklılaştırılmış Fen Bilimleri programının deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarını ve bilgisayarca düşünme becerilerini anlamlı derecede artırdığını göstermiştir.

Nacaroglu ve Bektaş (2023), ters yüz sınıf modelinin özel yetenekli öğrencilerin akademik başarıları ve öz-düzenleyici öğrenme becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Bireysel Yetenekleri Farkettirme Programında (BYF-1) eğitim gören 70 öğrenci (35 deney ve 35 kontrol) 6 hafta süren etkinliklere katılmışlardır. Deney grubunda ters yüz sınıf modeline göre dersler işlenirken, kontrol grubunda ise BYF-1 müfredatı ile dersler gerçekleştirilmiştir. Veriler akademik başarı testi, Fen Bilimleri Öz-Düzenleme Ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanılmıştır. Deney grubunda, ters yüz sınıf modeline göre geliştirilen ders planları, kontrol grubunda ise mevcut BYF-1 müfredatı altı hafta süresince uygulanmıştır. Nicel verilerin analizi için MANOVA, nitel verilerin analizi için ise tümevarımsal içerik analizi kullanılmıştır. Nicel veri analizine göre, akademik başarı ve öz-düzenleyici öğrenme becerileri açısından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Ancak, akademik başarı puanları genel popülasyona genellenebilirken, öz-düzenleyici öğrenme puanları için bu genelleme yapılamamıştır. Nitel veri analizinin sonucunda, öğrenciler bu modelin öğrenme için etkili olduğunu, içeriğin ve zamanın

esnekliğini sağladığını, derse hazırlıklı gelmelerini sağladığını ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerini artırdığını ifade etmişlerdir.

Özdeniz ve diğ. (2023), Entegre Müfredat Modeli temel alınarak probleme dayalı öğrenme yöntemi ile tasarlanan ve karma eğitim sınıfında uygulanan fen bilimleri modülünün, özel yetenekli öğrencilerin bilimsel akıl yürütme ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırma, Türkiye’de özel yetenekli öğrencilere destek eğitimi veren bir kurumda öğrenim gören 9 özel yetenekli 5. sınıf öğrencisiyle yürütülmüştür ve 8 hafta sürmüştür. Durum çalışması şeklinde modellenen araştırma sonucunda, ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Ayrıca, öğrenciler, etkinliklerde bir sorunu tanımlarken, çözüm yolları düşünürken ve çözüm için bir tasarım geliştirirken akıl yürütme becerilerini kullandıklarını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda, özel yetenekli öğrenciler etkinliklerde bir sorunu tanımlarken, çözüm yolları düşünürken ve çözüm için bir tasarım geliştirirken akıl yürütme becerilerini kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmalar, özel yetenekli öğrencilerin fen bilimleri alanında farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş öğretim programları aracılığıyla akademik başarılarını, yaratıcı düşünme becerilerini, eleştirel düşünme yeteneklerini ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmeyi hedeflemiştir. Araştırmalar, farklılaştırılmış fen öğretim programlarının ve FeTeMM (STEM) yaklaşımlarının bu öğrencilerin hem kavramsal anlamalarını hem de bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Özellikle beyin temelli öğrenme, Izgara Modeli ve ters yüz sınıf modelleri gibi yenilikçi yaklaşımların, öğrencilerin derse yönelik tutumlarını ve eleştirel düşünme becerilerini artırdığı, ayrıca öğrenme süreçlerine daha aktif katılımlarını sağladığı bulunmuştur. Bu bulgular, özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde, onların bireysel ihtiyaçlarını karşılayan ve motivasyonlarını artıran farklılaştırılmış etkinliklerin önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

2.7.2. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Metaverse (VR/IVR, AR ve XR) ile İlgili Çalışmalar

Shim ve diğerleri (2003), VR teknolojisinin biyoloji eğitimindeki uygulamalarını ve öğrencilere sağladığı faydaları incelemektedir. Çalışmada, "gözün yapısı ve işlevi" konusunu ele alan üç boyutlu VR simülasyonu geliştirilmiş ve bu programlar eğitimsel olarak değerlendirilmiştir. Araştırma, Güney Kore’de özel yetenekli öğrenciler (28 öğrenci, 8. sınıf) üzerinde yapılmış ve öğrencilerin VR kullanarak biyoloji öğreniminden daha fazla keyif aldıkları, öğrenme motivasyonlarının arttığı ve soyut bilimsel kavramları daha iyi anladıkları

tespit edilmiştir. VR'nin çok duyuşal organları uyarak öğrencilerin öğrenme faaliyetlerine olan ilgilerini artırdığı ve güvenli, kontrol edilebilir bir sanal ortamda deney yapma olanağı sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, bu teknolojinin öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerine olanak tanıdığı vurgulanmıştır. Sonuçlar, VR simülasyonunun göz yapısı ve işlevi konusunda öğretimde etkili olduğunu ve öğrencilerin öğrenme başarısını artırdığını göstermiştir.

Uçar ve diğ. (2017) çalışmasında, 22 özel yetenekli ortaokul öğrencisi kimyasal bağlar konusunu sanal gerçeklik teknolojisi ve dokunma sensörleriyle öğrenirken, kontrol grubundaki 30 öğrenci aynı konuyu geleneksel yöntemlerle öğrenmiştir. Araştırmanın bulguları, sanal gerçeklik teknolojisi kullanan özel yetenekli öğrencilerin bu uygulamaları ilgi çekici bulduklarını ve olumlu geri bildirimler verdiklerini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, sürükleyici teknolojilerin özel yetenekli öğrencilerin öğrenme süreçlerine katılımını artırmada etkili olabileceğini göstermektedir.

Wang ve diğ. (2018), VR kullanılarak geliştirilen ciddi bir oyunun, kalsiyum döngüsü karbon yakalama teknolojisi konusunda öğrencilerin motivasyonunu ve öğrenme sonuçlarını nasıl etkilediğini incelemiştir. Araştırma, ARCS motivasyon modelini temel alarak ilkökulda öğrenim gören 30 özel yetenekli öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. VR oyunu, katılımcıların ilgisini çekmiş ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırmıştır. Katılımcılar, oyunun eğitici, sürükleyici ve etkileşimli olduğunu, bilimsel kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma, STEAM eğitimi kapsamında katılımcıların bilim, teknoloji, mühendislik ve sanatla ilgili bilgilerini güçlendirmiş ancak matematik açısından yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

Templeton ve Kessinger (2020) çalışmalarında, VR'ın çoklu zekâ teorisi ve yapılandırmacılık gibi eğitim teorilerini destekleyerek K-12 (anaokuldan 12. sınıfa kadar) seviyesindeki özel yetenekli öğrencilerin öğrenmelerini teşvik edebileceğini ifade edilmektedir. Bu çalışmaya göre, VR teknolojileri, farklı zekâ türlerine sahip öğrencilerin bireysel öğrenme yollarını destekleyebilir ve öğrencilere kendi bilgilerini aktif olarak oluşturabilecekleri etkileşimli bir öğrenme ortamı sunarak öğrenmeyi güçlendirebilir. Ayrıca, yazarlar sanal gerçekliğin özel yetenekli K-12 öğrenciler için mekânsal farkındalık ve STEM alanlarındaki kullanımı açısından sağladığı faydalar ele alınmaktadır. Küresel ölçekte, üç boyutlu yazılımlar ve bilgisayar cihazlarının kullanımı, öğrencilerin soyut ve karmaşık kavramları keşfetmesine ve anlamasına yardımcı olabilir.

Tanik Önal ve Önal (2021), AR ile astronomi öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin astronomiye yönelik başarı ve ilgi düzeyleri üzerindeki etkisini incelemiştir. 51 öğrenciden oluşan deney ve kontrol grupları arasında yapılan karşılaştırmada, AR destekli öğretimin deney grubunda başarı ve ilgi düzeyini artırdığı bulunmuştur. Başka bir deyişle, AR destekli astronomi öğretim etkinlikleri, deney grubu öğrencilerinin astronomi başarısını ve astronomiye olan ilgilerini olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca, deney grubu öğrencileri teknik özellikler, bilişsel ve duygusal özellikler kategorilerinde AR uygulamaları hakkında birçok olumlu görüş ifade etmişlerdir. Deney grubu öğrencileri, AR uygulamalarının diğer fen bilimleri konularında ve diğer derslerde de kullanılmasını istemişlerdir.

Laurens-Arredondo (2021), AR uygulamasının özel yetenekli öğrencilerde motivasyon düzeylerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Öğretme-öğrenme sürecinin sağlık kısıtlamaları altında gerçekleştiği bu çalışmada, motivasyona odaklanan ve yeni teknolojilerin kullanıldığı bir metodoloji uygulanmıştır. "My Class Activities" adlı çeşitli motivasyonel bileşenleri ölçen bir ölçme aracı, 28 özel yetenekli öğrenciye uygulanmıştır. Sonuçlar, AR uygulamasının birçok öğrenci tarafından kabul gördüğünü ve olumlu değerlendirildiğini göstermektedir. AR gibi stratejilerin öğretmenler tarafından kullanılması gerektiğini ve bu stratejilerin öğrencilerin öğrenmeye olan ilgisini olumlu yönde teşvik ettiği belirlenmiştir. Bu bulgular, AR'nin mevcut pedagojik süreçte geçerli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Byeon (2022), Metaverse platformu kullanılarak geliştirilen sorgulama temelli biyoloji programının, ilkökul seviyesinde öğrenim gören fen alanında özel yetenekli öğrencilerin duygusal gelişimleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma kapsamında, önceden yapılmış çalışmalar göz önünde bulundurularak sanal bir ortamda biyoloji programı oluşturulmuş ve 17 öğrenci üzerinde ön ve son testler uygulanmıştır. Bu testler, öğrencilerin öğrenme motivasyonu ve görev bağlılığı düzeylerindeki değişiklikleri ölçmeyi amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlar, Metaverse platformu kullanılarak geliştirilen sorgulama temelli biyoloji programının, sanal ve ayna dünyalar (Metaverse bileşenleri) uygulamaları aracılığıyla öğrencilerin duyuşsal alanında olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Program, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve görev bağlılığını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda sosyal etkileşimlerini de genişleterek çevrimiçi öğrenmeye karşı olumlu bir tutum geliştirmelerine katkı sağlamıştır. Bu bağlamda, programın Zoom yorgunluğunu azaltarak çevrimiçi eğitim süreçlerine olumlu bir yaklaşım getirebileceği öngörülmektedir.

Tekel ve Yaman (2023), özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin (n=55) Metaverse hakkındaki görüşlerini ve dijital ortamlara yönelik risk algılarını incelemektedir. Araştırmada karma yöntem yaklaşımı benimsenmiştir. Nicel veriler, "Sanal Dünya Risk Algısı Ölçeği" kullanılarak, nitel veriler bir anket yoluyla toplanılmıştır. Nitel verilerin analizinde içerik analizi, nicel verilerin analizinde ise ANOVA testi ve t-testi uygulanmıştır. Bulgular, öğrencilerin Metaverse'i sanal evren, sanal gerçeklik, ticaret ve sosyalleşme alanı olarak tanımladıklarını ortaya koymuştur. Öğrenciler, Metaverse kavramıyla sosyal medya aracılığıyla tanışmışlardır. Metaverse'in eğitimde kullanımının motivasyon artırma, eğlenceli bir öğrenme deneyimi sunma ve kişisel gelişime katkı sağlama gibi avantajları olabileceği belirtilmiş, ancak aynı zamanda sağlık sorunları, bağımlılık, güvenlik, etik problemler ve gerçek hayattan kopma gibi dezavantajlar da dile getirilmiştir. Sanal dünya risk algılarının cinsiyet veya sınıf seviyesine göre farklılık göstermediği saptanmıştır. Metaverse deneyimi olmayan öğrenciler, dijital ortamların yozlaşma riski taşıdığına yönelik algılarının, deneyim sahibi olanlara göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Çınar ve diğ. (2022), özel yetenekli öğrencilerin sosyal bilgiler derslerinde AR uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemişlerdir. 29 özel yetenekli öğrenciyle yapılan nitel araştırma kapsamında, öğrenci görüşme formu kullanılarak veriler toplanmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin AR teknolojisinin öğretmenler ve öğrenciler tarafından kullanılmasını istediklerini, AR kullanılan derslerin daha eğlenceli olduğunu düşündüklerini ve bu yolla öğrenilen bilgilerin daha kalıcı olduğunu belirlemiştir. AR kullanımının, dersleri daha anlaşılır hale getirerek sıkıcılıktan kurtarma gibi öğrenme sürecine olumlu katkılar sağladığı tespit edilmiştir. Ancak içeriklerin çekici olmaması, radyasyon, tablet/telefon gibi cihaz zorunluluğu ve internet bağlantı sorunları gibi olumsuz yönlerin de olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, sosyal bilgiler derslerinde AR kullanılarak zenginleştirilen etkinliklerin öğrencilerin öğrenme sürecine ve gelişimine olumlu etkiler yapacağı öngörülmüş, ancak öğretmenlerin AR kullanımından önce ve kullanım sırasında önleyici bir yaklaşım benimsemelerinin, eğitim-öğretim sürecinin verimliliğini artıracığı belirtilmiştir.

Kim ve Kim (2022), VR ve AR gibi gerçekçi içeriklerin entegrasyonunu içeren bilim merkezli birleşik sınıf programının, sınıf memnuniyeti, bilimsel tutum ve ortaokul düzeyindeki özel yetenekli öğrencilerin (N=8) algıları üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında, akıllı cihazlar kullanılarak gerçekçi içeriklerle donatılmış bir birleşik sınıf programı geliştirilmiş ve bu program, özel yetenekli öğrencilere

uygulanmıştır. Öğrencilerin sınıf memnuniyeti, bilimsel tutumları ve algıları detaylı bir şekilde ölçülerek analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra, öğretmen adaylarının (N=14) da bu programa ilişkin sınıf memnuniyeti ve bilimsel tutumları değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, hem öğrencilerin hem de öğretmen adaylarının, gerçekçi içeriklerin kullanıldığı fen ders programlarına yönelik olumlu bir farkındalık geliştirdiğini ortaya koymuştur. Özellikle, derslerin öğrenme motivasyonunu ve öğrenci ilgisini artırma potansiyeli, katılımcılar tarafından olumlu bir özellik olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, düşük kaliteli uygulamaların varlığı ve akıllı cihazların yetersiz altyapısı, katılımcılar tarafından dezavantaj olarak ifade edilmiştir. Öğretmen adayları, gerçekçi içeriklerle sınıf yönetimi konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını dile getirirler de bu tür içeriklerin eğitimde kullanımının gerekli olduğuna inandıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışma, modern eğitim yaklaşımlarında gerçekçi içeriklerin entegrasyonunun önemini vurgulamakta ve eğitimcilerin bu tür içerikleri etkili bir şekilde kullanabilmeleri için gerekli altyapı ve bilgi desteğinin sağlanması gerektiğini önermektedir.

Hite ve diğerleri (2024), ABD'deki çeşitli okul bölgelerinin özel yetenekli ilkokul öğrencilerini desteklemek amacıyla geliştirdiği yenilikçi teknolojilerin entegrasyonuna odaklanmışlardır. Çalışmada, Texas Research Institute for Young Scholars (TRIYS) programı örnek alınarak, özel yetenekli öğrencilerinin ilgi duydukları bilimsel konularda araştırma yapmaları, bu süreçte yerel bilim profesyonelleri ile iş birliği yapmaları ve bulgularını kamuya açık sempozyumlarda sunmaları teşvik edilmektedir. Bu program, öğrencilerin bilimsel içeriklere erişimini artırmak ve VR gibi gelişen teknolojiler aracılığıyla öğrendiklerini sunabilmeleri için yeni yollar sağlamıştır. Bu çalışma, öğrencilerin bilimsel uygulamaları ve bireyin sosyal ve duygusal zekâsıyla ilgili becerilerini geliştirmeye yönelik değerlendirme kriterlerini de içermekte olup, bu tür programların öğrencilerin bilimsel ve sosyal becerilerini güçlendirmede önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Metaverse teknolojileri (VR/IVR, AR, XR), özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde öğrenme motivasyonunu artırmak, soyut kavramları daha anlaşılır hale getirmek ve katılımı desteklemek açısından umut verici sonuçlar sunmaktadır. Çeşitli disiplinlerde yapılan araştırmalar, bu teknolojilerin öğrencilerin öğrenme süreçlerine olumlu etkiler sağladığını ve bilimsel becerilerin gelişimine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu teknolojilerin etkili bir şekilde entegrasyonu için teknik altyapının güçlendirilmesi ve öğretmenlerin bu yeni araçlara ilişkin yeterliliklerinin artırılması gerektiği belirtilmektedir.

2.7.3. Metaverse'ün (VR, IVR, AR ve XR) Öğrenci Katılımına Etkisine Yönelik İlgili Çalışmalar

Pellas (2016), VR'nin öğrencileri öz-yönelimli sorgulama (self-directed inquiry) yoluyla öğrenmeye teşvik ettiğini ve geleneksel öğretmen merkezli eğitimin ötesine geçmelerini sağladığını bulmuştur. Ayrıca, VR senaryo canlandırmaları ve simülasyonları sayesinde öğrencilerin tarihî yerleri keşfetmek ve uzak gezegenleri ziyaret etmek gibi gerçek dünyada mümkün olmayan öğrenme deneyimlerine katılabileceklerini açıklamışlardır. VR senaryo yeniden canlandırmaları, sanal gerçeklik teknolojisi kullanılarak belirli olayların, durumların veya sahnelerin yeniden oluşturulmasıdır. Bu teknoloji sayesinde öğrenciler, gerçek hayatta deneyimlemeleri mümkün olmayan veya zor olan durumları sanal ortamda tekrar yaşayabilirler. Bu tür öğrenme deneyimlerinin, öğrencilerin bilgiyi daha derin ve çeşitli yollarla keşfetmelerine olanak tanıdığı, dolayısıyla bilişsel katılımı artırdığı bu çalışmada ifade edilmiştir.

Maples-Keller ve diğerleri (2017), VR'nin çeşitli psikiyatrik bozuklukların tedavisinde kullanılmasının etkinliği üzerine mevcut literatürü incelemişlerdir. Özellikle, kaygı bozuklukları için maruz kalma temelli müdahalelere odaklanmışlardır. Kaygı veya diğer psikiyatrik bozuklukların tedavisinde VR tabanlı müdahaleleri uygulayan çalışmaları belirlemek amacıyla sistematik bir alanyazın taraması yapılmıştır. Araştırmaları, VR'nin farklı ihtiyaçları olan öğrencileri (özellikle öğrenme güçlükleri, kaygı bozuklukları ve diğer zihinsel hastalıkları olan risk altındaki öğrenciler için) öğrenmeye dâhil etmede faydalı olduğunu göstermiştir. VR, kişiselleştirilmiş ve uyarlanabilir öğrenme ortamları sunarak öğrencilerin bilişsel katılımını ve başarılarını artırmalarına yardımcı olabileceği ortaya koyulmuştur.

Schutte ve Stilinović (2017), VR deneyiminin empatiyi artırıp artırmadığını ve VR ile empati arasındaki ilişkinin daha yüksek bir katılım düzeyiyle bağlantılı olup olmadığını deneysel olarak incelemiştir. Rastgele seçilen katılımcılar, bir mülteci kampında yaşayan genç bir kızın hikâyesini anlatan bir belgeseli ya VR formatında ya da kontrol grubunda iki boyutlu formatta izlemişlerdir. Sonuçlar, VR deneyiminin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek düzeyde katılım ve empati sağladığını göstermiştir. Yüksek katılım düzeyi, VR deneyimi ile empati arasındaki bağlantıyı sağlamıştır. Araştırmacılar, duygusal bozuklukları veya engelleri olan çocuklara sağlanan VR ortamlarının, onlara insanlarla iletişim kurma ve duygularını yönetme becerilerini öğrettiğini ve böylece empatiyi geliştirdiğini bulmuşlardır. Bu sonuç, VR'nin duygusal katılımı artırabileceğini göstermektedir. Chen ve diğerleri (2022), bir 3D

Metaverse platformu geliştirmiş ve bu platformun öğrencilerin öğrenme deneyimlerine etkisini araştırmıştır. Bu platform, öğrencilerin ders materyallerine erişmesini ve VR gözlükleriyle derslere katılımını sağlamıştır. Çalışmada, hem geleneksel sınıf ortamında hem de 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen eğitimin, öğrenci katılımı ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerine benzer bir kavram olan öz-yönelimli öğrenme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada, öz-yönelimli öğrenme açısından iki ortam arasında belirgin bir fark tespit edilmemiştir. Ancak, 3D Metaverse platformunun öğrenci katılımını artırdığı ve öğrenme sürecine daha aktif bir katılım sağladığı belirtilmiştir.

Hsu ve diğerklerinin (2018) çalışmasında, su tasarrufunu teşvik etmek amacıyla IVR kullanılarak katılımcılara kişisel olarak önemli ve etkileyici bilgiler sunan sanal deneyimler oluşturulmuştur. Katılımcılar, sanal bir banyoda 600 mililitrelik bir şişeyi kullanarak belirli bir su tankını doldurup tuvaletteki sifonu çekmek ve bir dakikalık duş almak gibi görevleri yerine getirmiştir. Su kaynaklarını tüketirken, katılımcılara su tüketiminin olumsuz sonuçları ve çevresel zararları hakkında abartılı geri bildirimler verilmiştir. Toplam 165 katılımcı, farklı geri bildirim koşullarına göre dört gruba ayrılmıştır. Deneysel müdahalenin etkilerini incelemek için ANOVA kullanılmıştır. Sonuçlar, IVR deneyiminin bilişsel değışiklikler ve davranışsal niyetler üzerinde (abartılı geri bildirim ve tasarım öğeleriyle) anlamlı etkiler yarattığını göstermiştir.

Markowitz ve diğerklerinin (2018), gerçekleştirdiğı dört çalışmada, iki laboratuvar deneyi ve iki saha araştırması yoluyla, IVR teknolojisinin iklim değışikliğinin etkilerini (özellikle okyanus asitlenmesi) öğretilmede etkililiğı test edilmiştir. Katılımcılar (n=270) okyanus asitlenmesinin artış sürecini ve bu durumun etkilerini göstermek için tasarlanmış bir sürükleyici su altı dünyasını deneyimlemiştir. Tüm araştırmalarda, IVR deneyiminden sonra katılımcılar, iklim bilimi hakkında bilgi kazandıklarını veya bu alana merak duyduklarını göstermiştir. Bazı durumlarda, çevreye karşı daha olumlu tutumlar sergilemişlerdir. Analizler, sanal öğrenme ortamını daha fazla keşfeden kişilerin okyanus asitlenmesi hakkında bilgi kazandıklarını göstermiştir. Bu çalışma çeşitli katılımcı gruplarında (lise öğrencileri, üniversite öğrencileri, yetişkinler), ölçütlerde (öğrenme kazanım puanları, sanal dünyadaki hareket izleme verileri, öğretmenlerden alınan nitel tepkiler) ve içeriklerde (iklim değışikliği hakkında farklı uzunluk ve içerikte versiyonlar) belirgin öğrenme kazanımları veya öğrenmeye ilgi gösterildiğini ortaya koyarak IVR'nin çevre eğitimi ve önemli sosyal konular hakkında bilgi arayışını teşvik etme potansiyelini göstermektedir.

Makransky ve Lillehort (2018), IVR ile masaüstü VR kullanarak sanal bir fen simülasyonu (Laboratuvar güvenliği simülasyonu) kullanan katılımcıların ölçümlerindeki farkları incelemişlerdir. Örnekleme, 39'u kadın olan 104 üniversite öğrencisinden oluşmaktadır. IVR kullanan simülasyonlarda, incelenen 13 değişkenin 11'inde daha yüksek puanlar elde edilmiştir. En büyük farklar, varlık hissi ve motivasyonla ilgilidir. Araştırma, sürükleyici olmanın öğrenme sonuçlarını iki şekilde etkilediğini bulmuştur. Duygusal yol, sürükleyiciliğin varlık hissi ve olumlu duygular öngördüğünü gösterirken, bilişsel yol ise görevin bilişsel değerini desteklediğini göstermektedir. Bu sonuçlar IVR'nin bilişsel ve duygusal katılım üzerindeki etkilerine işaret etmektedir.

Papanastasiou ve diğerleri (2019), VR ile sağlanan sürükleyici öğrenme deneyimlerinin öğrencilerin bilişsel katılımını artırdığını ve karmaşık ve soyut bilgileri anlamalarına yardımcı olduğunu belirlemişlerdir. Sürükleyici öğrenme yoluyla, öğrenciler öğrendiklerini daha derinlemesine anlayabilir ve hatırlayabilirler, böylece bilişsel katılım seviyelerini artırabilirler. Bu durumun, eğitimde anlamlı bilgi edinimi ve bilişsel süreçlerin geliştirilmesi açısından önemli katkılar sağladığı belirtilmektedir.

Makransky ve diğerleri (2019), "beğenmek öğrenme değildir" düşüncesini destekleyen bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmaya göre, bir simülasyonu daha eğlenceli hale getiren unsurlar – örneğin, varlık hissi – öğrenmeyi her zaman artırmamaktadır. Aksine, yüksek düzeyde sürükleyicilik sağlayan VR, geleneksel medya ile karşılaştırıldığında, çalışma belleği üzerindeki işlem yükünü artırmakta ve bilgi edinimini azaltmaktadır. Bu nedenle, IVR'nin öğrenme içeriği tasarımında sunduğu özel imkânlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Sun ve Peng (2020), dijital çağda dijital teknolojinin ilkökul, ortaokul ve ileri düzey öğretimde uygulanmasına odaklanmışlardır. Bu çalışma, gözlem, deneysel ve karşılaştırmalı araştırma yöntemleri kullanarak yerel okullar ve öğrenciler üzerinde araştırma ve analizler yapmıştır ve geleneksel öğretim ile dijital öğretim arasındaki farkları karşılaştırmıştır. Araştırmacılar, klasik eğitim kavramlarını, örneğin Konfüçyüsçülüğün eğlenceli öğretimi teşvik etmesi gibi, VR ile birleştirerek öğrencilerin öğrenme etkinliklerine daha iyi katılabildiklerini öne sürmüşlerdir.

Pirker ve Dengel (2021), VR'nin öğrenci davranışsal katılımını teşvik edebileceğini göstermiştir. Altmış dört makalenin derinlemesine analizi yoluyla, eğitime yönelik kapsayıcı VR'nin potansiyelini tartışmışlardır. Bu analiz, üç ana faktör grubu etrafında toplanmıştır.

Teknik faktörler arasında kullanılabilirlik, kapsayıcılık ve bedensel varlık yer alırken, öğrenme faktörleri bilgi tutma, öğrenmede ustalaşma, motivasyon ve performans gibi unsurları içermektedir. İnsan faktörleri ise varlık hissi, algı, öğrenci katılımı, duygu uyandırma ve empatiyi kapsamaktadır. Bu çalışma, VR'nin eğitimde çeşitli teknik, öğrenme ve insan faktörlerini nasıl etkilediğini ve öğrenci katılımını artırma potansiyelini ortaya koymaktadır.

Makransky ve Mayer'in (2022) çalışmasında, öğrenciler sanal gerçeklik teknolojisi aracılığıyla Grönland'a düzenlenen bir sanal gezide iklim değişikliği hakkında bilgi edinmiştir. Bu deneyime katılan öğrenciler yalnızca iki boyutlu video izleyen öğrencilere kıyasla derse daha fazla ilgi duyduklarını ve öğrenme sürecinden daha çok keyif aldıklarını ifade etmiştir. Ayrıca, sanal geziye katılan öğrencilerin öğrendikleri bilgileri daha iyi hatırladıkları belirlenmiştir. Bu bulgular, sanal gezinin keyif alma, bilgi edinme ve duygusal katılım gibi unsurlar aracılığıyla öğrencilerin öğrenme bağlamındaki katılımını artırabileceğini göstermektedir.

Dhimolea ve diğerleri (2022), 2015 ve 2020 yılları arasında yayımlanmış 32 çalışmayı kapsayan, VR tabanlı dil öğrenimi üzerine sistematik bir inceleme gerçekleştirmişlerdir. Çalışma, dil öğrenimi ile ilgili üç ana bulgu ortaya koymuştur: (1) etkili öğrenme için VR'ye birden fazla maruz kalma gereklidir, (2) VR, bağlamsal kelime öğrenimi için faydalıdır ve (3) VR'de dil öğrenme algıları olumlu olsa da etkililiği kesin değildir. Ayrıca, sanal karakterlerle yapılan konuşma pratikleri, öğrencilerin sözlü ifadelerini geliştirmelerine yardımcı olabilir. Bu durum duygusal etkileşimlerin öğrencilerin öğrenme içeriğine duygusal katılımını artırabileceği anlamına gelmektedir.

Al Yakin ve Seraj'a göre (2023), Metaverse'nin kişiselleştirilmiş ve uyarlanabilir doğası, öğrencilerin içsel motivasyonunu tetikleyebilir ve öğrenmeye aktif katılımlarını teşvik edebilir. Bu araştırma, Metaverse teknolojisinin akademik performans ve katılım düzeyi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi ve öğrenme motivasyonunun aracılık etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Dubai'deki 33 eğitim kurumundan 251 katılımcının verileri toplanmış ve yapısal eşitlik modellemesi ile değerlendirilmiştir. Bulgular, Metaverse teknolojisinin öğrenci katılımını olumlu etkileyebileceğini ve bunun da akademik performansı artırdığını ortaya koymuştur. Ancak, erişim kısıtlamaları ve Metaverse deneyimlerinin diğer öğretim stratejileriyle dengelenmesi gerekliliğine araştırmada dikkat çekilmiştir.

Grover ve diğerleri (2023), Metaverse teknolojisinin yükseköğretim kurumlarındaki sanal eğitime nasıl katkıda bulunduğunu ve bu teknolojinin kabul edilmesi için gereken faktörleri ve zorlukları incelemiştir. ABD'deki saygın şehirlerdeki 15 öğretim üyesiyle yapılan derinlemesine görüşmelerle elde edilen veriler, Interpretative Phenomenological Analysis (IPA) tekniğiyle analiz edilmiştir. Araştırma, Metaverse'in çekici ve sürükleyici bir platform olarak öğrenci katılımını artıracak şekilde sanal eğitimde kullanılabileceğini, ancak öğretim üyelerinin bunu ders ve pedagojileriyle uyumlu bir şekilde uygulamaları gerektiğini ortaya koymaktadır.

Pangsapa ve diğerleri (2023), Metaverse teknolojisinin eğitimdeki etkinliğini değerlendirmeyi ve sanal ortamların tasarımını ve kurulumunu analiz ederek ters yüz edilmiş (flipped) ve edilmemiş sınıf yöntemlerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Anket ve katılımcı geri bildirimlerinin istatistiksel analizi, Metaverse'deki pedagojinin öğrenci kullanım niyetinin önemli bir belirleyicisi olduğunu, teknolojik faktörlerin ise olmadığını göstermiştir. Sosyal etkileşimler ve çevrimdışı aktivitelerle ters yüz edilmiş sınıf yöntemi daha ilgi çekici bulunmuştur, ancak bu gözlemler için istatistiksel sonuçlar elde edilmemiştir. Ayrıca, Metaverse'deki yazım araçlarının öğrenme sahneleri oluşturma ve paylaşmada öğretmenlere yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, Metaverse teknolojisinin öğrenci katılımını ve performansını artırma potansiyelini desteklemektedir.

Zhang ve diğerleri (2023), Metaverse teknolojisinin çevrimiçi öğrenme deneyimlerinde kullanımı üzerine sınırlı araştırma yapılmış olması nedeniyle, yarı deneysel bir tasarım benimseyerek Metaverse ve video konferansın sosyal varlık ve öğrenme katılımı açısından farklılıklarını karşılaştırmıştır. Seminer sınıfına kayıtlı 28 öğrenci, çevrimiçi öğrenme için hem Metaverse hem de video konferans kullanmıştır. Bulgular, video konferansla karşılaştırıldığında Metaverse'in varlık hissi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Öğrenme katılımı açısından, Metaverse'in davranışsal ve bilişsel katılım üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamış, ancak Metaverse kullanan öğrencilerde duygusal katılımda önemli bir artış gözlenmiştir.

Asiksoy (2023), Metaverse'nin eğitimde kullanımını sistematik olarak analiz eden ampirik çalışmaların bir incelemesini sunmuştur. Bulgular, ampirik çalışmaların üniversite öğrencileriyle yapıldığını, ancak ortaokul ve ilkokul öğrencilerine odaklanılmadığını göstermiştir. Sanal gerçekliğin, ampirik çalışmalarda en yaygın kullanılan Metaverse türü

olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, eğitimde karma gerçeklik teknolojisinin kullanımına yönelik ampirik çalışmalara ihtiyaç vardır. İncelemeye dâhil edilen çalışmaların bulguları incelendiğinde, az sayıda deneysel çalışmanın öğrencilerin davranışsal katılımına odaklandığı görülmüştür.

Han ve diğerleri (2023), gerçek dünyanın simüle edilmiş bir uzantısı olan Eğitim Metaverse'ünde (Edu-Metaverse) öğrenci katılımını artırmayı amaçlayan teknoloji destekli bir çerçeve önermişlerdir. Çerçeve, Edu-Metaverse'ün teknoloji ile güçlendirilmesi ve öğrenciler ile avatarlar arasındaki etkileşimlerden oluşmaktadır. Edu-Metaverse, insan-makine işbirliği ile öğrenci katılımını üç ana modelde yeniden şekillendirmektedir: i. eğitim katılımı (eğitsel Metaverse desteğiyle öğrenmek), ii. işbirliği katılımı (Metaverse ile desteklenen işbirliği) ve iii. yaratıcı katılım (Metaverse ile güçlendirilen yaratıcılık). Çerçevenin geçerliliğini test etmek için bir vaka analizi yapılmıştır. Bu çerçeve, Edu-Metaverse'nin etkilerini ve insan-makine işbirliğiyle desteklenen öğrenme tasarımlarını daha bütüncül bir şekilde anlamaya katkı sağlamıştır.

Jusuf ve diğerleri (2023), ADDIE, Dick ve Carey modellerini kullanarak Metaverse tabanlı öğretim tasarımı geliştirmişlerdir. Bir dönem boyunca 20 ortaokul öğrencisiyle yapılan saha denemelerinde, Metaverse kullanımı öğrencilerde yüksek memnuniyet, motivasyon ve katılım sağlamıştır. Metaverse'nin eğitimde uygulanması, öğrenci katılımını, yaratıcılığı, teknoloji becerilerini, işbirliğini ve etkileşimi artırarak daha eğlenceli ve ilgi çekici öğrenme deneyimleri sunabileceği belirtilmiştir.

Frydenberg ve Ohri (2023), Metaverse'nin etkili bir ders sunumu yöntemi olarak potansiyelini araştıran bir pilot projenin ön bulgularını paylaşmaktadır. Metaverse üzerine birinci yıl seminer dersi kapsamında, yazarlar, popüler bir kampüs teknoloji öğrenim merkezini yansıtan (aynalama) sanal bir alan oluşturmak için tasarım ilkelerini belirleyip uygulamışlardır. Ders boyunca Metaverse hakkında bilgi edinen öğrenciler, çevrimiçi bir oturuma katılarak bu sanal ortamı deneyimlemişler ve ardından kendi ilgilerini ve Metaverse'e yönelik algıladıkları değeri değerlendirmişlerdir. Öğrenci anket sonuçları, öğrencilerin ders sonrası Metaverse ile devam eden ilgilerine karşı şüpheli olduklarını, ancak Metaverse'nin katılım ve işbirliğini teşvik eden bir sosyal platform olarak potansiyelini kabul ettiklerini göstermiştir.

Oumaima ve diğerleri (2023), VR teknolojisinin sosyal ve işbirlikli öğrenmeyi nasıl geliştirebileceğini açıklamışlardır. Mühendislik öğrencileriyle yapılan bireysel görüşmeler ve odak grupları aracılığıyla, VR teknolojisinin sosyal ve işbirlikli öğrenme için sağladığı faydalar ve karşılaşılan zorluklar incelenmiştir. Sonuçlar, VR teknolojisinin etkili sosyal yapılar oluşturarak ve öğrenmeye daha fazla dalma sağlayarak işbirliği ve öğrenci katılımını artırabileceğini göstermiştir. Ancak, bu teknolojinin daha geniş eğitim bağlamlarında etkili kullanımı için öğretmenlerin ve öğrencilerin teknolojiyi kullanma konusunda eğitilmesi ve etik ve sorumlu kullanımın sağlanması gibi bazı zorlukların ele alınması gerekmektedir.

Huang ve diğerleri (2023), IVR ile gerçekleştirilen sanal doğa yürüyüşünün katılımcıların fen öğrenimi, öz-yeterlik algıları, bilişsel yük, algılanan keyif ve algılanan fayda üzerindeki etkilerini, gerçek yürüyüş turlarıyla karşılaştırarak değerlendirmiştir. Bilişsel Multimedya Öğrenme Teorisi çerçevesinde tasarlanan (teori tabanlı tasarım) sanal doğa yürüyüşünün, katılımcıların çevre bilimi konularına yönelik öğrenmelerini etkin bir şekilde artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, IVR destekli sanal doğa yürüyüşünün katılımcıların öz-yeterlik algılarını yükselttiği, gerçek yürüyüş turları kadar keyifli olduğu ve öğrenme sürecinde aşırı bilişsel yük yaratmadığı belirlenmiştir. Bu bulgular, IVR ortamlarının bilim öğreniminde bilişsel ve motivasyonel çıktıları (keyif alma-duygusal katılım) iyileştirmede ve doğa temelli alanların erişilebilirliğini artırmada nasıl kullanılabileceğine dair önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Stenberdt ve Makransky (2023), atık yönetimi konusunda çevre dostu davranışları teşvik etmek için IVR simülasyonunun kullanılabilirliğini değerlendirmiştir. 173 lise öğrencisi, IVR'nin bilgi düzeyini ve çevre dostu davranış niyetlerini artırmadaki etkisini inceleyen bir müdahaleye katılmıştır. Çalışmada, doğrudan öğretim ve üretken başarısızlık gibi farklı öğretim tasarımı yaklaşımları ve düzeltici geri bildirim ile abartılı geri bildirim karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, IVR'nin öğrencilerin bilgi düzeyini, niyetlerini, öz-yeterliklerini ve tepki etkinliklerini artırmada etkili olduğunu göstermiştir. Öğrenciler simülasyonu ilginç ve keyifli bulmuşlardır. Öz-yeterliğin, davranış niyetlerini yordadığı bulunmuştur. Öğretim tasarım unsurlarının etkinliğinde (abartılı geri bildirim karşı doğrulayıcı geri bildirim, önden anlatım sonradan anlatım gibi) ise anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuçlar, IVR'nin öğrenmede etkili bir teknoloji olduğunu göstermekle birlikte, bu bağlamda daha fazla araştırma yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Metaverse ve ilgili teknolojilerin (VR, IVR, AR ve XR), öğrencilerin eğitimde katılım düzeylerini artırma ve öğrenme motivasyonlarını güçlendirme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Araştırmalar, bu teknolojilerin özellikle duygusal ve bilişsel katılım üzerinde olumlu etkiler sağladığını, soyut kavramları daha anlaşılır hale getirdiğini ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha derin bir şekilde dâhil olmalarını teşvik ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, etkili entegrasyon için öğretim stratejilerinin uyarlanması ve teknolojik altyapının geliştirilmesi gerekmektedir.

2.7.4. Metaverse'ün (VR/IVR, AR ve XR) Öz-düzenleyici Öğrenme Becerilerine Etkisine Yönelik İlgili Çalışmalar

Jiang ve diğ. (2018), ortaokul seviyesindeki fen bilimleri eğitimi bağlamında IVR'nin öz-düzenleyici öğrenmeyi nasıl teşvik edebileceğini incelemiştir. Çalışmada, bilimsel sorgulama becerilerini değerlendirmek amacıyla tasarlanmış IVR ortamında, öğrencilerin bu ortamlarla etkileşime girdikçe öz-düzenleyici öğrenme davranışlarının nasıl geliştiği gözlemlenmiştir. Araştırmanın temel bulguları, öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin, not alma, strateji kullanımı ve öz izleme dâhil olmak üzere, IVR ile deneyim kazandıkça geliştiğini göstermiştir. IVR'nin öğrencilerin daha derin bilişsel işlem yapmalarını, öğrenme stratejilerini daha iyi kullanmalarını ve öğrenme ilerlemelerini etkili bir şekilde izlemelerini teşvik ederek öz-düzenleyici öğrenmeyi geliştirme potansiyeline sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca araştırmada, IVR'lere uyarlanabilir (adaptif) destekler entegre etmenin, öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimini daha da destekleyebileceğini ve öğrencilerin daha etkili öz-düzenleyici öğrenenler olmalarına yardımcı olabileceği öne sürülmektedir.

Sakdavong ve diğ. (2018), VR ortamında sürükleyicilik ve kontrol hissinin, motivasyon, öz-düzenleme ve performans üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Katılımcılar, bir 3D sanal müzede heykeller hakkında bilgi edinmiş ve bu bilgiyi hatırlamaya yönelik bir görev gerçekleştirmişlerdir. Katılımcılar, güçlü immersiyon (VR başlığı) ve aktif kontrol, güçlü immersiyon ve pasif kontrol, düşük immersiyon (tablet) ve aktif kontrol, düşük immersiyon ve pasif kontrol olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Öz-düzenleme, kişilerin kalan zamanı ne sıklıkla kontrol ettikleri ve uygulamadaki sesli bilginin sıklıkla tekrar edildiği ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçları, kontrol özelliğinin performans üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu, ancak sürükleyiciliğin bu tür bir etki göstermediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, ne sürükleyicilik ne de kontrol, motivasyon

üzerinde anlamlı bir etki yaratmıştır. Bununla birlikte, sürükleyicilik ve kontrolün öz-düzenleme üzerinde kısmi bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

Muali ve diğerleri (2020), mobil AR ve geleneksel öğrenme yöntemlerini kullanan öğrencilerin, öz-düzenleyici öğrenme düzeylerine bağlı olarak, güneş sistemi dersindeki kavramsal anlama düzeylerindeki farklılıkları incelemektedir. Çalışmaya, AR kullanan deney grubu ve 44'ü geleneksel öğrenme yöntemini kullanan kontrol grubu olmak üzere toplam 91 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerileri, dört dereceli Likert ölçeği ve çoktan seçmeli sorularla ölçülmüştür. Sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundakilere kıyasla daha yüksek düzeyde kavramsal anlayışa sahip olduklarını göstermiştir. Ayrıca, öz-düzenleyici öğrenme düzeyinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerindeki etkisi de belirlenmiştir. Öz-düzenleyici öğrenme düzeyi yüksek olan öğrencilerin, düşük olanlara göre kavramsal anlama düzeylerinde farklılıklar gözlenmiştir.

Liu ve diğerleri (2022), 254 lisans öğrencisinin katılımıyla, masaüstü sanal gerçeklik (DVR) kullanılarak bir STEM köprü tasarımı programında, öz-düzenleme becerileri, akış deneyiminin beş boyutu, öğrenme memnuniyeti ve DVR öğrenme ortamındaki sürekli katılım niyeti arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin öz-düzenleme becerilerinin DVR ortamlarındaki akış deneyimi ve memnuniyetlerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Akış deneyiminin bileşenleri olan keyif, konsantrasyon ve varlık hissi, öz-düzenleme becerileri ile memnuniyet arasındaki ilişkiye kısmen aracılık etmiştir. Ayrıca, öğrencilerin öz-düzenleme becerileri, akış deneyiminden alınan keyif ve katılım aracılığıyla sürekli katılım niyetini dolaylı olarak etkilemiştir.

Wu ve diğerleri (2023), öğrencilerin sanat tarihi bağlamlarına yerleştirildiği bir küresel video tabanlı sanal gerçeklik (SVVR) ortamı geliştirilmiştir. Öz-düzenleyici öğrenme stratejileri (SRS), öğrencilerin performanslarını iyileştirmelerine ve kendi performansları üzerine yansımalar yapmalarına rehberlik etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntemin etkinliğini değerlendirmek için bir üniversitenin sanat tarihi sınıfında bir deney gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçları, SRS tabanlı SVVR yaklaşımının, SRS içermeyen SVVR yaklaşımına kıyasla, öğrencilerin öğrenme başarıları, öz düzenleme, üst-bilişsel farkındalık ve öz-yeterlikleri üzerinde daha olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca, bu çalışmada bu yaklaşımın öğrencilerin bilişsel yükü üzerinde bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Sobonicki ve diğ. (2023), öğrencilerin üstbilişsel izleme (yani, kendi düşünme süreçlerini takip etme) davranışlarını ve sözlü ifadelerini ölçmüş, VR ortamında öğrencilerin fiziksel etkileşimler yoluyla bu süreci daha derin bir şekilde deneyimlediği varsayımından hareketle 15 katılımcıyla bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Sesli düşünme kayıtları, video görüntüleri ve kalp atış hızı gibi fizyolojik ölçümlerle veri toplamışlardır. Sonuçlar, öğrencilerin zihinsel yüklerinin (bilişsel yük) üstbilişsel izleme anlarını tahmin ettiğini ve bu izlemenin, öğrencilerin VR ortamındaki hareketlerini etkilediğini göstermiştir. Çalışma, VR tabanlı öğrenme sırasında öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme süreçlerini nasıl düzenlediklerini anlamak için bu tür verilerin kullanılabilirliğini ve bu verilerin öğrencilere anlık ve kişiselleştirilmiş destek sağlama konusunda yardımcı olabileceğini önermektedir.

Zhao ve diğerleri (2023), öğrencilerin öğrenme süreçlerini izleyerek öğrenme hedeflerine ulaşmalarını sağlamak amacıyla öz-düzenlemeye dayalı oyunlaştırılmış VR öğrenme sistemi geliştirmişler ve yarı-deneyisel bir çalışma ile bu sistemin etkililiğini değerlendirmişlerdir. Çalışmada öğrenciler öz-düzenlemeye dayalı oyunlaştırılmış VR sistemi kullananlar, sadece oyunlaştırılmış VR sistemi ile öğrenenler ve geleneksel VR sistemi ile öğrenenler olarak üç gruba ayrılmışlardır. Sonuçlar, öz-düzenlemeye dayalı oyunlaştırılmış VR sisteminin, öğrencilerin İngilizce öğrenme performansını, özellikle İngilizce kelime bilgisi ve konuşma becerileri, öz-düzenleyici öğrenme, öğrenme motivasyonu, öğrenme tutumları ve üst-bilişsel eğilimleri açısından önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir.

Chen ve Hsu (2023), geliştirdikleri VR oyun tabanlı İngilizce mobil öğrenme uygulamasını kullanarak, öğrencilerin İngilizce öğrenme etkinliğini, oyun katılımını ve bilişsel ve psikolojik açıdan öz-düzenlemeyi incelemişlerdir. Tayvan'daki bir teknoloji üniversitesinden 274 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilen çalışmada, oyun katılımı ve oyun deneyiminin öz yeterlik, içsel değer ve sınav kaygısı gibi faktörlerden anlamlı ölçüde etkilendiği ortaya koyulmuştur. Öz yeterlik, akış ve varlık hissinin öz yeterliği artırırken, bedensel varlık ve öz- yeterlik öz-düzenlemeyi güçlendirmiştir. Öz-yeterlik ile öz-düzenleme arasındaki karşılıklı etkileşim de gözlemlenmiştir. Öğrencilerin öğrenme ortamındaki öz-düzenleme düzeyleri orta düzeyde bulunmuştur. Çalışmanın bulguları, VR uygulamasının etkileşimli yapısı ve oyun tabanlı tasarımının, öğrencilerin kolayca akış durumuna geçmelerini sağladığını ve bu sayede öğrenme motivasyonlarını artırdığını göstermiştir.

Wang ve diğerkleri (2023), VR ortamında öğrenme sırasında sağlanan geri bildirimin, öğrencilerin öz düzenleyici öğrenme, öğrenme motivasyonu, bilişsel düzeyler ve gerçek dünya görevlerini yerine getirme yetenekleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada, Yapay Zekâ ve Nesnelerin İnterneti (AIoT) üzerine bir VR uygulamalı öğrenme kursu geliştirilmiş ve 71 üniversite öğrencisi üzerinde bir yarı deneysel çalışma yapılmıştır. Deney grubuna, sinyal ilkelerine dayalı olarak tasarlanan bakış, ilerleme ve karar geri bildirimleri sunulmuş, kontrol grubuna ise geri bildirim verilmemiştir. Sonuçlar, deney grubunun VR öğrenme sonrasında öz-düzenleyici öğrenme, öğrenme motivasyonu, bilişsel düzeyler ve gerçek dünya görevlerindeki performans açısından kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek seviyelerde olduğunu göstermiştir.

Pedrosa ve diğerkleri (2024), Metaverse teknolojilerinin (VR/IVR, AR ve XR) öz-düzenleyici öğrenmeyi desteklemeye yönelik nasıl kullandığını ortaya koymak için sistematik derleme çalışması gerçekleştirmiştir. Öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini geliştirmek için kullanılan uygulamaların tasarımı ve bu tasarımların uygulanması ile ilgili ayrıntıların çalışmalarda belirsiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Alanyazındaki çalışmalarda genellikle esneklik, öz-keşif özgürlüğü, etkileşim, mekân ve kaynakların manipülasyonu, geri bildirim unsurları ve motivasyonel yaklaşımlar üzerinde durulduğu belirlenmiştir. Çalışmaların planlama, yönetim, yardım arama, dönüşüm, gözden geçirme, öz-değerlendirme gibi öz-düzenleyici öğrenme stratejilerinin gelişimini nasıl destekleyeceğine dair ayrıntılar açısından eksik olduğu belirlenmiştir.

Al-Duhani ve diğerkleri (2024), fiziksel laboratuvar ortamında ve sanal laboratuvar ortamında elektrik konusunu öğrenen 8. sınıf öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini karşılaştırmıştır. Fen laboratuvarlarında, öğrenciler işbirliği içinde sorular sormakta, planlar yapmakta, tasarımlar geliştirmekte ve araştırma yaparak kararlar alma fırsatlarına sahip olmaktadır. Bu çalışmada, hem fiziksel hem de sanal laboratuvarların öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayabileceği görülmüştür. Araştırma sonuçları, web tabanlı sanal laboratuvarın, sekizinci sınıf öğrencilerinin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Sanal laboratuvar, öğrencilere deneyleri istedikleri zaman ve yerde yapabilme, değişkenleri kontrol edebilme ve anında geri bildirim alabilme gibi imkânlar sunarak öğrenme süreçlerini daha esnek ve etkili hale getirmiştir. Deney grubundaki öğrenciler, fiziksel laboratuvarda çalışan kontrol grubuna kıyasla bilişsel farkındalık, çaba düzenleme, zaman yönetimi ve akran

öğrenme gibi becerilerde daha fazla ilerleme kaydetmiştir. Bu bulgular, sanal laboratuvarın öğrenme sürecinde öğrencilere daha fazla sorumluluk yüklediğini ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir.

Li ve diğerleri (2024), çok modlu verileri analiz ederek VR ortamındaki öz-düzenleyici öğrenme süreçlerini (davranış, biliş ve duygusal durumlar) ve öğrenme performansını incelemeyi amaçlamıştır. Öz-düzenleyici öğrenme etkinliklerini destekleyen VR tabanlı bir öğrenme sistemi geliştirilmiş ve mesleki İngilizce (coğrafya) dersi için bir pilot çalışma yapılmıştır. Toplamda 21 lisans öğrencisi araştırmaya katılmış, yüz hareketlerini izleyici, elektroensefalografi ve öğrenme günlükleri gibi araçlarla VR ortamındaki öğrenme davranışları, biliş ve duygusal durumlar hakkında veri toplanmıştır. VR ortamında farklı davranışsal katılım ve öz-düzenleyici öğrenme stratejileri sergileyen üç öğrenci kategorisi [HG (yüksek katılım ve öz-düzenleyici öğrenme), MG (orta düzey katılım ve öz-düzenleyici öğrenme) ve LG (düşük katılım ve öz-düzenleyici öğrenme)] belirlenmiştir. MG grubu, yüksek bilişsel seviyeye sahip olmasına rağmen, diğer yönlerde yeterince başarılı olamamış ve LG grubuyla kelime öğrenimi ve hatırlama konusunda fark yaratmamıştır. (katılım ve öz-düzenleyici öğrenme performansı en iyi şekilde etkilemiş).

Sonuç olarak, Metaverse teknolojilerinin (VR/IVR, AR ve XR) öz-düzenleyici öğrenme becerilerini destekleme potansiyeline sahip olduğu çeşitli araştırmalarda ortaya konulmuştur. Öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha derin bir bilişsel düzeyde deneyimlemelerini, öğrenme stratejilerini etkili bir şekilde kullanmalarını ve ilerlemelerini izlemelerini teşvik eden bu ortamlar, öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca, kişiselleştirilmiş geri bildirimler ve adaptif destekler sağlayarak öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha aktif katılmalarına ve motivasyonlarını artırmalarına yardımcı olabileceği görülmüştür. Öz-düzenleyici öğrenmenin davranışsal, bilişsel ve duygusal yönleriyle ilişkili bu tür dijital ortamlar, öğrenme performansı üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır.

2.7.5. Metaverse'ün (VR/IVR, AR ve XR) Bilimsel Yaratıcılığa Etkisine Yönelik Çalışmalar

Hong ve Kim (2010), lise öğrencileri için geliştirilen bir Sanal Gerçeklik Deney Programı'nın (VREP) etkilerini analiz etmişlerdir. Deneyler, 10. sınıf fen bilgisi ders kitabından sekiz kimya deneyi içermektedir. Çalışma kapsamında, 126 lise öğrencisi seçilmiştir ve bu öğrenciler iki gruba ayrılmıştır. Deney grubundaki öğrenciler, üç ay boyunca

VREP destekli eğitim alırken, kontrol grubundaki öğrenciler geleneksel açıklayıcı öğretim yöntemleriyle eğitilmiştir. Öğrencilere akademik başarı, bilime yönelik tutum ve bilimsel yaratıcılık konularında ön test ve son test uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, VREP destekli eğitimin, başarı ve bilime yönelik tutum açısından geleneksel yöntemlere göre daha anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak, bilimsel yaratıcılıkta VREP'in belirgin bir iyileşme sağlamadığı görülmüştür. Bu durum, daha basit yönergeler ve süreçler sunan, geliştirilmiş bilimsel eğitim VREP'leri ve VR araçlarının geliştirilmesi gerektiğini göstermiştir.

Yang ve diğerleri (2018), bireylerin yaratıcılığı ile akış, dikkat ve meditasyon (zihinsel rahatlama veya stres) gibi yaratıcılıkla ilişkili faktörler üzerindeki VR teknolojisinin etkilerini incelemiştir. Çalışmada, 60 lisans öğrencisi iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup VR ortamında (30 kişi), diğer grup ise kâğıt ve kalem kullanarak (30 kişi) bireysel olarak akıllı telefon işlevi görebilen bir giyilebilir teknoloji tasarlama görevi üstlenmiştir. Veriler, anketler ve EEG (elektroensefalografi) ölçümleri ile toplanmıştır. Elde edilen bulgular, VR ortamında çalışan katılımcıların, kâğıt ve kalemle çalışanlara kıyasla daha yaratıcı ürünler ortaya çıkardığını göstermiştir. Ayrıca, EEG analizleri VR ortamındaki katılımcıların dikkatlerini daha uzun süre koruyabildiklerini, kâğıt ve kalemle çalışanların ise daha rahat bir zihin durumunda olduklarını ortaya koymuştur.

Nanjappan ve diğerleri (2020), VR teknolojisinin bireylerin yaratıcılık performanslarını geliştirmedeki etkisini incelemiştir. Araştırmada, VR'nin yaratıcı performansla ilişkili özellikleri belirlenmiş ve bu faktörler dikkate alınarak, üç farklı sanal ortam (Doğa, Şehir Parkı ve Ofis) tasarlanmıştır. 12 katılımcı üzerinde yapılan değerlendirme, hem açık hem de kapalı alanlardaki VR deneyimlerinin yaratıcılığı artırdığını göstermiştir. Ayrıca, simülatör rahatsızlığı ve algılanan iş yükü gibi faktörlerin yaratıcılık seviyelerini nasıl etkilediği analiz edilmiştir. Çalışma, VR ortamlarının bireylerin yaratıcı performansını artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Bourgeois-Bougrine ve diğerleri (2020) Çok Kullanıcı Sanal Ortamların (MUVE) kullanıcıların yaratıcılık potansiyeli profillerinden bağımsız olarak yaratıcılıklarını geliştirip geliştirmediğini incelemiştir. Çalışmada, katılımcılar gerçek bir toplantı odasında (RE) ve benzer bir sanal toplantı odasında (VE) olmak üzere iki farklı ortamda beyin fırtınası yapmışlardır. Paris'teki hareketliliği artırmak için fikirler üreten katılımcılardan oluşan 20 grup, rastgele olarak bu iki ortamdan birine atanmıştır. Sonuçlar, grup düzeyinde, VE'de

alışan ekiplerin akıcılık ve özgünlük açısından önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak, bireysel düzeyde VE her katılımcıya aynı derecede fayda sağlamamıştır. Özellikle, yüksek risk alma eğilimi olan katılımcılar sanal ortamda VE’de diğer katılımcılardan daha yaratıcı bulunmuştur. Araştırma, sanal ortamların yüksek risk alma eğilimi, ıraksak düşünme ve zihinsel esneklik gibi özelliklere sahip katılımcılara daha zgr ve yaratıcı bir atmosfer sunduğunu ne sürmektedir.

Xie ve diğerleri (2023), IVR teknolojisinin ortaöğretim fen eğitimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, IVR ile fen öğreniminin geleneksel video izleme yöntemine göre daha olumlu sonuçlar verip vermediği ve IVR ortamında verilen düzeltici geri bildirimin açıklayıcı geri bildirimden daha etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Batı in’de gerçekleştirilen deneyde 47 ğrenci video ile ğrenim, IVR ile düzeltici geri bildirim, ve IVR ile açıklayıcı geri bildirim olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Sonuçlar, IVR’nin içsel öğrenme motivasyonu, akademik öz-yeterlik, ğrenci memnuniyeti ve akademik başarıda anlamlı iyileşmeler sağladığını, ancak bilişsel yük açısından fark yaratmadığını göstermiştir. Geri bildirim türleri arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır. IVR’nin yaratıcılık için önemli içsel motivasyon etkisini göstermesi açısından araştırma önemlidir.

Chen ve diğerleri (2024), geleneksel VR 3D modelleme yaklaşımı (CVR) ile karşılaştırmak amacıyla, IVR ve 3D sanal modellemeyi birleştirerek bir IVR tabanlı 3D modelleme yaklaşımı geliştirmiş ve bir yarı deneysel çalışma tasarlamışlardır. Sonuçlar, IVR tabanlı 3D modelleme yaklaşımının, CVR tabanlı yaklaşıma kıyasla ilkokul ğrencilerinin yaratıcı düşünme becerilerini (rn. zorlu görevlerle başa çıkma, hayal g, merak) ve problem zme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, IVR tabanlı modelleme öğrencilerin öğrenme sürecindeki bilişsel yükünü (zellikle zihinsel çaba açısından) azaltmıştır. Görüşmeler, deneysel sonuçları destekleyerek, öğrencilerin yeni yaklaşıma yönelik algılarının deneysel sonuçları kısmen açıkladığını ortaya koymuştur.

Huang ve Chang (2023), VR teknolojisinin yaratıcılık (yaratıcı performans ve süreçler), duygular ve beyin dalgaları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yetmiş altı 10. sınıf ğrencisi üzerinde yürütülen bu araştırmada, deney grubu VR unsurları içeren bir eğitim alırken, karşılaştırma grubundaki öğrenciler dersler ve multimedya sunumları ile eğitim almışlardır. VR, yaratıcılık sonuçları açısından detaylandırma, canlılık ve yenilik üzerinde büyük olumlu etkiler yaratmıştır. Uygulanabilirlik üzerinde orta düzeyde olumlu etkiler

sağlarken, yenilik üzerinde bu etkiyi göstermemiştir. Ayrıca, VR'nin eğlence, öfke ve kaygı duyguları üzerinde küçük etki boyutlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak sıkılma duygusu üzerinde büyük bir etki yaratmıştır ve bu duygular yaratıcılığı olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca, deney grubunun fikir üretme ve detaylandırma aşamalarında beta ve gamma beyin dalgası aktivitesi, son aşamada ise delta beyin dalgası aktivitesi kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur.

Wang ve diğerleri (2024), 2014-2023 yılları arasında uluslararası dergilerde yayımlanan 62 deneysel (yarı deneysel) çalışmayı meta-analiz yöntemiyle inceleyerek, sanal teknolojilere (VR, AR, XR) dayalı öğretimin öğrencilerin yaratıcılığı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar, sanal teknolojinin öğrencilerin yaratıcılığı üzerinde orta düzeyde olumlu bir etkisi olduğunu (birleştirilmiş etki boyutu 0.596), ancak yenilikçi düşünce, pratik yetenek ve kişilik özellikleri gibi diğer boyutlarda belirgin bir fark yaratmadığını göstermiştir. Ayrıca, sanal teknolojiye dayalı öğretimin, diğer öğrenme seviyelerine kıyasla okul çağındaki çocukların yaratıcılığı üzerinde en iyi etkiyi sağladığı bulunmuştur. Sanal teknolojinin, bildirici bilginin öğretiminde, işlemsel bilginin öğretimine göre öğrencilerin yaratıcılığını daha fazla teşvik ettiği ortaya konulmuştur. Sorgulama-keşif ve görev odaklı yöntemlerle birleştirilen sanal teknoloji kullanımı, yaratıcılık üzerinde daha olumlu bir etki yaratırken, gözlemsel ve sosyal öğrenmeye kıyasla, operasyonel öğrenme, öğrencilerin yaratıcılığını daha fazla geliştirmiştir. Ayrıca, sanal teknolojiye dayalı öğretimde detaylı açıklamalar ve doğru-yanlış geri bildirimlerinin, öğrencilerin yaratıcılığının gelişimi için daha olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Son olarak, dağıtılmış VR ve AR'nin, diğer sanal teknolojilere kıyasla öğrenci yaratıcılığı üzerinde daha yüksek bir etki yarattığı görülmüştür.

Sonuç olarak, Metaverse teknolojilerinin (VR/IVR, AR ve XR) yaratıcılık üzerinde olumlu etkiler yarattığı birçok araştırmada ortaya konulmuştur. Bu teknolojiler öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini, özellikle zorlu görevlerle başa çıkma, hayal gücü ve problem çözme gibi alanlarda geliştirmekte etkili olmuştur. Bununla birlikte, bireylerin yaratıcı performansları üzerinde sanal ortamların etkileri, özellikle risk alma eğilimi, dikkat ve zihinsel esneklik gibi faktörlerle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, sanal ortamların yaratıcı performansı artırma potansiyeli, eğitim yöntemleri ve geri bildirim stratejileriyle birleştirildiğinde daha da belirgin hale gelmiştir. Bazı çalışmalar yaratıcı süreçlerde duygusal durumlar ve bilişsel yük gibi etkenlerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini

vurgulamış, bu nedenle sanal teknolojilerin yaratıcılığı geliştirme potansiyelinin daha iyi anlaşılması için ileri araştırmaların gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



3. YÖNTEM

Tezin yöntem bölümünde; araştırma modeli, çalışma grubu, nicel ve nitel veri toplama araçları, farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı hazırlanması, veri toplama süreci, nicel ve nitel verilerin analizi yer almaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Karma araştırma, nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı bir araştırma yaklaşımıdır (Gay ve diğ., 2012; Ponce & Pagán-Maldonado, 2015). Bu yöntem, her iki metodolojinin güçlü yönlerini birleştirerek daha kapsamlı ve geçerli sonuçlar elde etmeyi amaçlamaktadır (Creswell, 2021). Karma araştırmalarda araştırma sorusu, nicel ve nitel veri toplama yoluyla daha iyi anlaşılır ve daha ayrıntılı bir şekilde yanıtlanır (Fraenkel ve diğ., 1993). Ancak çoklu veri toplama, araştırmanın karma araştırma yöntemine göre yürütüldüğünü garanti etmemektedir (Alkan ve diğ., 2019).

Bu nedenle karma araştırma yöntemiyle çalışan bir araştırmacının hem nicel hem de nitel araştırma desenleri, yöntemleri ve veri toplama ile analiz tekniklerine yeterince hâkim olması gereklidir (Bryman, 2006; Greene, 2007). Ayrıca, bu iki yöntemi ilişkilendirirken, araştırmacının şu unsurlara dikkat etmesi önemlidir: (i) veri toplama ve analiz süreçlerinin zamanlaması, (ii) yöntemler arasındaki öncelik sıralaması ve (iii) bu yöntemlerin nasıl birleştirileceği (Creswell, 2021; Toraman, 2021). Zamanlama, nicel ve nitel verilerin eş zamanlı mı yoksa ardışık mı toplanıp analiz edileceğini belirler. Karma araştırma yöntemlerinde veri toplama prosedürleri genellikle sıralı (sequential) olarak uygulanmaktadır. Bazı çalışmalarda ise eşzamanlı (concurrent) veri toplama yöntemleri kullanılmaktadır (Harrison, 2013; Harrison & Reilly, 2011). Bu araştırmada deneysel işlem öncesinde ve sonrasında nicel veriler, deneysel işlem sürecinde (öz-değerlendirme formları ve video kayıtları) ve deneysel işlem sonrasında nitel veriler (görüşmeler, öğrenme ürünleri) toplanmıştır.

Öğelerin önceliği, araştırmanın amacına ulaşmada nicel ve nitel öğelerin eşit veya farklı öncelik derecelerini ifade etmektedir. Karma araştırma yöntemlerinde genellikle nicel verilere daha fazla öncelik verildiği gözlemlenmiştir (Harrison, 2013; Harrison & Reilly,

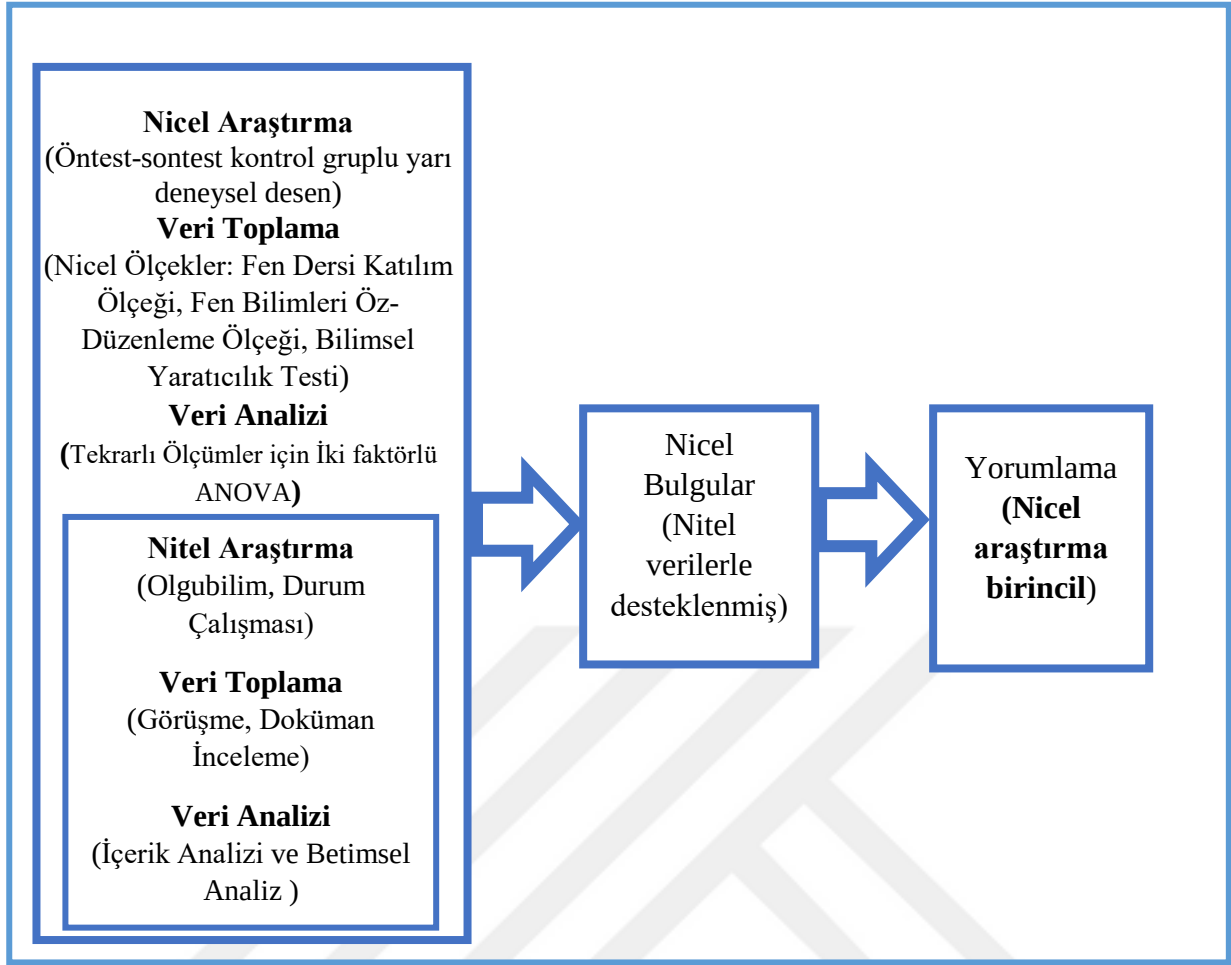
2011). Arncak, bazı çalışmalar her iki veri türüne de eşit öncelik vermektedir (Creswell ve diğ., 2003). Bu çalışmada, nicel veriler temel odak noktası olarak ele alınmış, nitel veriler ise nicel bulguları desteklemek amacıyla kullanılmıştır (Creswell ve diğerleri, 2003). Nicel ve nitel öğeleri ilişkilendirme sürecinin önemli bir aşaması olan birleştirme, verilerin bir araya getirilmesi, aralarındaki ilişkilerin ortaya konulması ve gerektiğinde iç içe geçirilmesi gibi çeşitli yaklaşımları içermektedir (Zhang & Creswell, 2013). Bu çalışmada verilerin gömülmesi özelliği öne çıktığından karma araştırma yöntemi desenlerinden “iç içe desen” kullanılmıştır (Creswell, 2021, s.38).

İç içe desende, bir desen birincil yöntem olarak kabul edilirken, diğer desen birinci yöntemin destekleyicisidir. Bir veri grubu yeterli olmadığında, farklı tipteki araştırma soruları cevaplanmaya çalışıldığında ve farklı tipteki araştırma sorularının farklı veri setini kullanmayı gerektirdiği durumlarda bu desen tercih edilebilir (Creswell & Plano Clark, 2018). Araştırmanın nicel kısmında 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen fen öğretiminin öğrencilerin katılımlarına, öz-düzenleyici öğrenme becerilerine ve yaratıcılıklarına etkisi araştırılmış ve nicel veriler öncelikli olarak belirlenmiştir. Nitel kısmında öğrencilerin görüşleri, video kayıtlarına göre katılımları, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumları ve öğrenme ürünlerinin bilimsel yaratıcılıklarını kullanma durumlarını nasıl yansıttığı incelenmiştir. Bu bilgiler ışığında karma yöntem desenleri arasında bu araştırmaya en uygun desenin iç içe desen olduğuna karar verilmiştir.

İç içe desen, bir yöntemin birincil olarak belirlendiği ve diğer yöntemin bu yöntemi desteklediği bir karma araştırma yaklaşımıdır. Bu desen, tek bir veri grubunun yetersiz kaldığı, farklı türdeki araştırma sorularının yanıtlanmasının gerektiği ve bu soruların farklı veri türlerini kullanmayı zorunlu kıldığı durumlarda tercih edilir (Creswell, 2021; Creswell & Plano Clark, 2018). Bu çalışmada, araştırmanın nicel kısmında 3D Metaverse platformunda uygulanan fen öğretiminin öğrencilerin katılım, öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve yaratıcılık üzerindeki etkileri incelenmiş ve nicel veriler öncelikli olarak ele alınmıştır. Araştırmanın nitel kısmında ise öğrencilerin görüşleri, video kayıtlarından elde edilen katılım düzeyleri, öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin kullanımı ve öğrenme ürünlerinin bilimsel yaratıcılığı nasıl yansıttığı değerlendirilmiştir. Tüm bu unsurlar göz önüne alındığında, bu çalışmada en uygun karma yöntem deseninin iç içe desen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın nicel bölümünde, öntest-son test kontrol gruplu yarı deneysel bir desen uygulanmıştır. Katılımcıların rastgele seçilmesindeki güçlükler nedeniyle, bu çalışmada yarı deneysel desenin tercih edilmesi uygun görülmüştür (Büyüköztürk ve diğ., 2022). Araştırmanın nitel kısmında ise, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimine yönelik öğrenci görüşlerini anlamak amacıyla fenomenoloji bir başka deyişle olgubilim deseni kullanılmıştır. Bu desen, bireylerin olay, deneyim ve durumlara ilişkin algılarını ve bu algılara yükledikleri anlamları derinlemesine incelemeyi amaçlar (Yıldırım & Şimşek, 2013).

Deney grubundaki öğrencilerin derslerin video kayıtlarına göre katılımlarını, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumlarını ve öğrenme ürünlerinin bilimsel yaratıcılıklarını kullanma durumlarını nasıl yansıttığının incelenmesi için durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması deseni, araştırmacının betimleyici bir soruyu (örneğin; ne oldu?) ya da açıklayıcı bir soruyu (örneğin; bir şey nasıl ve niçin oldu?) yanıtlamak istediğinde uygundur (Gay ve diğ., 2012). Durum çalışması, araştırmacıların sınırlı bir sistem olarak bilinen bir çalışma birimine (bireysel olarak öğretmenler, öğrenciler, sınıf ya da okul gibi) odaklanmaktadır. Merriam'a (1998) göre bir durum bir şey, tek bir varlık, çevresinde sınırların olduğu bir birimdir. Bu sınırlandırma ifadesi, durumun zaman, yer veya belirli fiziksel sınırlar açısından diğerlerinden ayırt edilebilmesi anlamına gelmektedir (Creswell, 2011). Bu çalışmada öğrencilerin katılım durumları, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumları ve öğrenme ürünlerinin bilimsel yaratıcılıklarını kullanma durumlarını nasıl yansıttığını incelenmiştir. Bu nedenle, öğrencilerin davranış ve becerilerinin detaylıca analiz edilmesi amacıyla yapılan bu araştırmanın durum çalışması deseni ile yürütülmesi, çalışmanın amaçlarıyla uyumlu bir seçimdir. Araştırmada kullanılan iç içe desen şeması Şekil 3.1'te sunulmuştur.



Şekil 3-1: Araştırmada Kullanılan İç İçe Desen Şeması.

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu Balıkesir ili Karesi ilçesinde yer alan Bilim ve Sanat Merkezinde (BİLSEM) Bireysel Yetenekleri Farkettirme Programında (BYF-2) öğrenim gören özel yetenekli öğrenciler oluşturmaktadır. BYF-2’de öğrenim gören öğrenciler altıncı sınıf ortaokul öğrencileridir. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin belirlenmesine kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk ve diğ., 2014; Sandelowski, 2000). Kolay ulaşılabilir örnekleme yönteminde, araştırmacının hızlı, pratik, zaman ve maliyet açısından avantaj sağlayan, kolayca erişebildiği bir örneklemden veri toplaması söz konusudur (Büyüköztürk ve diğerleri, 2022).

Türkiye'nin her ilinde bulunan BİLSEM, bazı illerde nüfus yoğunluğu ve ihtiyaca göre birden fazla olarak hizmet vermektedir. 2023 itibariyle, Türkiye genelinde toplam 393 BİLSEM bulunmaktadır ve bu kurumlarda eğitim gören öğrenci sayısı 83.051'e ulaşmıştır. Bu kurumlarda 3.178 öğretmen görev yapmaktadır (MEB, 2023). Bu araştırma, Türkiye'nin 81 ilinde bulunan 393 BİLSEM arasından, ülkenin batısında yer alan yoğun nüfuslu bir ildeki BİLSEM öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir.

Çalışma grubunun belirlenmesi için planlanan 12 haftalık bir atölye çalışması (iki hafta veri toplama süreci dâhil) düzenlenmiştir. Eğitimin içeriği, uygulama yöntemi, eğitim takvimi ve her haftanın etkinlik saatleri öğrencilerle ve velilerle kurum web sitesi üzerinden paylaşılan çevrimiçi bir form aracılığıyla detaylandırılmıştır. Öğrenciler, veli onayı alarak atölyeye başvuruda bulunmuş ve eğitim takvimi ile haftalık etkinlik saatlerini göz önünde bulundurarak başvurularını yapmışlardır. Toplamda 40 öğrenci başvuruda bulunmuş ve bu öğrenciler 20'şer kişilik deney ve kontrol grupları şeklinde ayrılmıştır. Araştırmanın nicel aşamasına katılan katılımcıların cinsiyete göre dağılımı Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3-1: Çalışma Grubundaki Katılımcıların Cinsiyete Göre Dağılımı.

Grup	Kız (f)	Erkek (f)	Toplam (f)
Deney	11	9	20
Kontrol	12	8	20
Toplam	23	17	40

Tablo 3.1 incelendiğinde deney grubunda yer alan öğrencilerin 11'inin kız (%55) ve 9'unun erkek (%45) öğrenci olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda ise 12 kız (%60) ve 8 erkek (%40) bulunmaktadır. Toplamda, deney grubu 20 öğrenciden oluşmakta olup, bu grubun %57,5'i kız ve %42,5'i erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Kontrol grubu da aynı şekilde 20 öğrenciden oluşmakta olup, %60'ı kız ve %40'ı erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın genelinde ise toplam öğrenci sayısı 40 olup, %57,5'i kız ve %42,5'i erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Bu dağılımlar, gruplar arasında cinsiyet açısından dengeli bir dağılım olduğunu göstermektedir. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin cinsiyetleri, araştırmayı etkileyebilecek bazı demografik özelliklerine göre dağılımları Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Çalışma Grubunu Oluşturan Öğrencilere İlişkin Demografik Özellikler.

Özellik	Deney Grubu (f=20)		Kontrol Grubu (f=20)		Toplam (f=40)	
Okul Türü	f	%	f	%	f	%
Devlet Okulu	11	55	14	70	25	62.5
Özel Okul	9	45	6	30	15	37.5
Tanılanan Alan						
Yalnız Genel Zihinsel	17	85	15	75	32	80
Genel Zihinsel+Müzik	2	10	3	15	5	12.5
Genel Zihinsel+Resim	1	5	2	10	3	7.5
Aile Gelir Düzeyi						
Düşük	2	10	0	0	2	5
Orta	15	75	17	85	32	80
Yüksek	3	15	3	15	6	15
Metaverse Deneyimi						
Yok	15	75	17	85	32	80
Var	5	25	3	15	8	20

Tablo 3.2’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin demografik özelliklerine (okul türü, tanılama alanı, aile gelir düzeyi ve Metaverse deneyimi) ilişkin dağılım verilmiştir. Öğrencilerin okul türüne göre dağılımı incelendiğinde, deney grubunun %55’i devlet okulunda, kontrol grubunun ise %70’i devlet okulunda eğitim görmektedir. Özel okul öğrencileri ise deney grubunda %45 ve kontrol grubunda %30 oranında temsil edilmiştir. Tanılama alanı açısından genel zihinsel alan en yaygın tanılanan kategori olup, deney grubunda %85 ve kontrol grubunda %75 oranında öğrenci bu alanda tanılanmıştır. Resim ve müzik alanlarında tanı almış her iki grupta da öğrenci bulunmamaktadır. Birden fazla alanda tanılanan öğrenciler ise deney grubunda %15, kontrol grubunda ise %25 oranındadır.

Aile gelir düzeyine göre, orta gelir düzeyi her iki grupta da en yaygın düzeydir. Deney grubunda %75 ve kontrol grubunda %85 oranında öğrenci bu kategoridedir. Düşük gelir düzeyine sahip öğrenciler sadece deney grubunda %10 oranında temsil edilmiştir. Yüksek gelir düzeyine sahip öğrenciler ise her iki grupta da benzer oranda bulunmaktadır (%15). Metaverse deneyimi açısından, deney ve kontrol gruplarında öğrencilerin büyük çoğunluğu (%75 deney grubunda, %85 kontrol grubunda) bu deneyime sahip değildir. Metaverse deneyimi olan öğrencilerin oranı ise deney grubunda %25, kontrol grubunda %15 olarak belirlenmiştir. Özetle, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin okul türü, tanılama alanı, aile gelir düzeyi ve Metaverse deneyimi gibi demografik değişkenler açısından birbirlerine benzer özelliklere sahip oldukları görülmektedir.

Karma araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmanın nitel bölümünde, görüşme yapılan öğrenciler amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ile seçilmiştir. Amaçlı

örnekleme yöntemleri, bilgi açısından zengin olan durumların ayrıntılı bir şekilde incelenmesini sağlamaktadır (Büyüköztük vd diğ., 2022). Mevcut araştırmada deney grubundaki öğrencilerin 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi hakkındaki görüşleri alınmak istenildiğinden, deney grubunda olma ölçütü uygulanarak görüşmeler bu öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin üçü erkek ve ikisi kız öğrencidir. Araştırmanın nitel verilerini toplamak amacıyla öğrencilerle gönüllülük esasına dayalı olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca, bulgular kısmında öğrencilerin gizliliği korunarak Ö1, Ö2 şeklinde isimlendirme yapılmıştır.

Araştırmanın nitel kısmında öğrencilerin derslerin video kayıtlarına göre katılımlarını, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumların ve öğrenme ürünlerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını yansıtmaları durumlarının incelenmesine yönelik olarak dokümanların sayıca fazlalığı düşünülerek bir örnekleme stratejisi işe koşulmuştur. Farklılaştırılmış öğretim tasarımı yer alan 5 etkinliğin her birine ait birer ders saatlik video kaydı incelenmiştir. Toplamda 200 dakikalık video kaydı incelenmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin her bir etkinlik sonunda doldurdıkları süreç değerlendirme formları toplamda 100 tanedir. Bu formların tamamı incelenmiştir. Öğrenme ürünleri açısından ise etkinlik planında verilen görevlere uygun olarak tamamlanan tüm ürünler değerlendirmeye alınmıştır, grup çalışmalarındaki ürünler de değerlendirme sürecine dâhil edilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel aşamasının verilerini toplamak için Fen Dersi Katılım Ölçeği (FDKÖ), Fen Bilimleri Öz-Düzenleme Ölçeği (FBÖDÖ) ve Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT) kullanılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerden okul türü, tanılandıkları alan, aile gelir düzeyi ve Metaverse deneyimlerine ilişkin demografik bilgiler istenilmiştir. Araştırmanın nitel aşamasındaki veriler, yarı-yapılandırılmış görüşme formu ve video kayıtları, öz-değerlendirme formları ve öğrenme ürünleri olarak dokümanlardır (Bknz Ek 1).

3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları

3.3.1.1. Fen Dersi Katılım Ölçeği (FDKÖ)

FDKÖ, Wang ve diğerleri (2016) tarafından geliştirilen Fen ve Matematik Katılım Ölçeği'nin, Turan Gürbüz ve diğerleri (2020) tarafından fen bilimleri dersi için Türkçeye uyarlanmış versiyonudur. Orijinal ölçekte bilişsel, davranışsal, duygusal ve sosyal katılım olmak üzere dört boyut ve toplam 33 madde bulunmaktadır. Uyarlama sürecinde, ölçek önce

üç uzman tarafından Türkçeye çevrilmiş, ardından Türkçe form incelenerek araştırmacılar tarafından taslak form oluşturulmuştur. İngilizce ve Türkçe dil uzmanları da dil eşdeğerliği açısından formu değerlendirmiştir. Türkçe formun geçerlilik ve güvenirlik çalışmaları, ortaokul düzeyinde öğrenim gören 519 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) sonucunda elde edilen uyum indeksi değerleri ($\chi^2 / df = 1.75$; RMSEA = 0.038; SRMR = 0.049; RMR = 0.072; CFI = 0.98; NFI = 0.96), ölçeğin dört faktörlü yapısının uygun olduğunu ortaya koymuştur. Güvenirlik analizlerinde, ölçeğin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.90, Guttman Split-half katsayısı ise 0.81 olarak hesaplanmıştır. Son haliyle ölçek, 33 madde ve dört boyuttan oluşmaktadır ve fen dersine yönelik öğrenci katılımını ölçmede geçerli ve güvenilir bir araçtır. Mevcut çalışmada kullanılan FDKÖ'nün öntest Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.87, son test Cronbach alfa güvenirlik katsayısı ise 0.89 olarak belirlenmiştir. Cronbach alfa değerinin 0.70'in üzerinde olması, ölçeğin güvenilirliğini desteklemektedir (Büyüköztürk ve diğ., 2014).

3.3.1.2. Fen Bilimleri Öz-Düzenleme Ölçeği (FBÖDÖ)

FBÖDÖ, "Öğrenme için Motive Edici Stratejiler Ölçeği" adıyla geliştirilmiş olan öz-düzenleme ölçeğinin "öz-düzenleme stratejileri" bölümündeki maddeler temel alınarak Nacaroglu (2020) tarafından oluşturulmuştur. Ölçek, Fen dersine uyarlanmış ve bu kapsamda 2 fen eğitimi uzmanı tarafından incelenmiştir. Revize edilen ölçek, 482 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Güvenirlik analizi sonucunda Cronbach alfa katsayısı 0.90 olarak hesaplanmıştır. Yapı geçerliliği için yapılan açımlayıcı faktör analizi (AFA) sonucunda, ölçeğin KMO değeri 0.88 bulunmuş, örtüşen maddeler ölçekten çıkarılarak kalan 25 madde üzerinden tekrar faktör analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, ölçek beş faktör altında toplanmıştır: tekrarlama, çaba düzenleme, ayrıntılandırma, bilişüstü öz-düzenleme ve kritik düşünme. Faktör yapısını doğrulamak için aynı örneklem üzerinde doğrulayıcı faktör analizi (DFA) gerçekleştirilmiştir. DFA sonucunda elde edilen uyum indeksi değerleri ($\chi^2 / df = 2.52$, AGFI = 0.91, GFI = 0.92, CFI = 0.94, NFI = 0.91, RMSEA = 0.05) ölçeğin beş faktörlü yapısını doğrulamıştır. FBÖDÖ, 25 maddeden oluşan ve beşli Likert tipi bir ölçektir. Mevcut araştırmada ölçeğin öntest Cronbach alfa katsayısı 0.82, son test Cronbach alfa katsayısı ise 0.89 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç ölçeğin güvenirliğinin göstergesidir (Büyüköztürk ve diğ., 2014).

3.3.1.3. Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT)

Hu ve Adey (2002) tarafından yaşları 12 ve 15 arasında değişen 160 ortaokul ve lise öğrencisi üzerinde geliştirilmiştir. Ölçeğin orijinal versiyonunda Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.89 olarak belirlenmiştir. BYT, akıcılık, esneklik ve özgünlük gibi yaratıcı düşünme bileşenlerini değerlendirmekte ve problem tanımlama, ürün geliştirme, bilimsel hayal kurma, problem çözme ve bilimsel deney tasarlama gibi bilimsel yaratıcı düşünme özelliklerini ölçmektedir. Orijinal ölçeğin puanlayıcılar arası güvenirliği ortalama 0.875 olarak hesaplanmıştır. BYT'nin Türkçe uyarlaması Ayverdi ve diğerleri (2012) tarafından yapılmıştır. Uyarlama çalışması, 58 ortaokul öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiş ve ölçeğin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.861 olarak bulunmuştur. Ölçek, üç farklı puanlayıcı tarafından değerlendirilmiş ve Pearson korelasyon katsayılarının 0.87 ile 0.939 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, Ayverdi ve diğerlerinin (2012) çalışmasında iki alan uzmanı, iki Türkçe uzmanı ve üç yabancı dil uzmanı tarafından ölçeğin görünüş geçerliliği incelenmiş ve Türkiye'deki ortaokul öğrencileri için uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mevcut çalışmada BYT, iki puanlayıcı tarafından değerlendirilmiş ve aralarındaki korelasyon 0.84 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, öntestlerde Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.81, son testlerde ise 0.87 olarak bulunmuştur. Cronbach alfa değerinin 0.70'in üzerinde olması, ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk vd., 2014).

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

3.3.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi hakkında görüşlerini belirlemek için yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturulmuştur. Görüşme formunun oluşturulmasında 3D Metaverse platformunda uygulanan farklılaştırılmış fen öğretiminin, öğrencilerin katılım düzeyleri, öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik sorulara yer verilmesi hedeflenmiştir. Görüşme formunda 7 adet soru ve dört soruya ilişkin sondalar bulunmaktadır. Görüşme soruları hazırlanırken, özel yetenekli öğrencilerle uzun süredir çalışan, özel yeteneklerin eğitiminde teknoloji kullanımı konusunda deneyimli ve fen eğitimi alanında öğretim üyeliği yapan bir uzmandan, araştırma konusuna ilişkin çalışmalar yapmış iki fen bilimleri öğretmeninden, bilgisayar ve öğretim teknolojileri alanında çalışan bir öğretim üyesinden ve nitel araştırmalar konusunda uzman bir öğretim üyesinden görüş alınmıştır. Aynı zamanda bir Türkçe öğretmeni tarafından dil ve anlatım açısından görüşme formu kontrol edilmiştir. Uzmanların görüşleri dikkate alınarak görüşme formu son

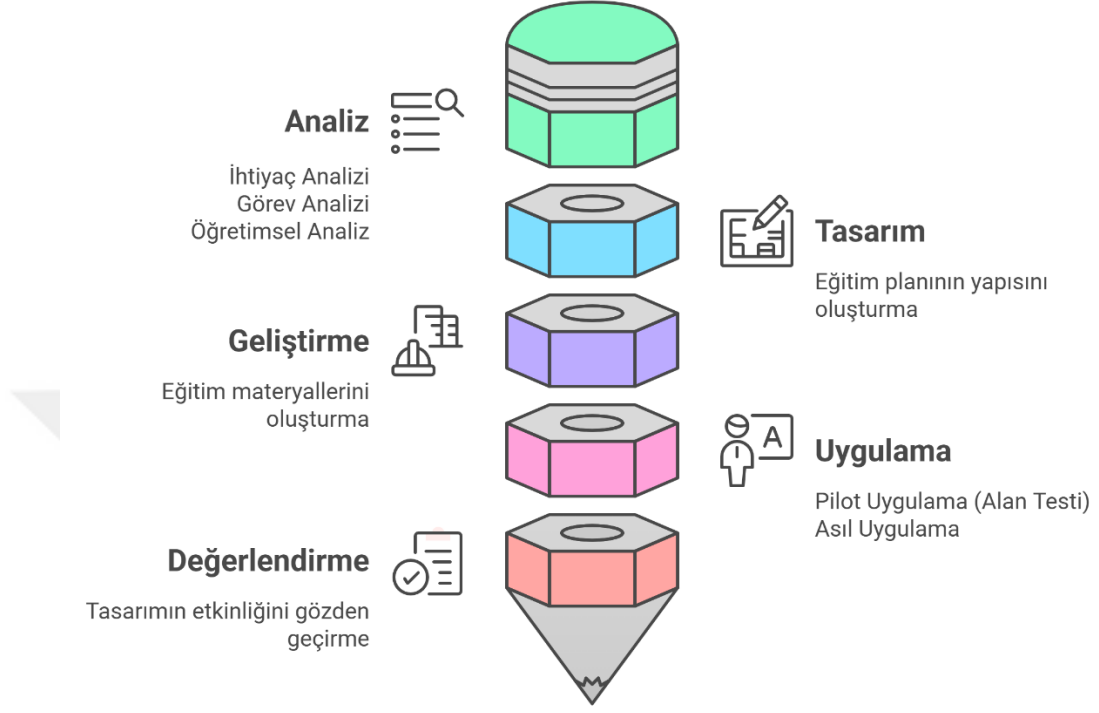
haline getirilmiştir. Ek olarak, özel yetenekli bir altıncı sınıf öğrencisine görüşme formu uygulanarak plot değerlendirme yapılmış, görüşme sorularının anlaşılma durumları incelenmiştir. Görüşme formu Ek-1'de yer almaktadır.

3.3.2.2. Dokümanlar (Video Kayıtları, Öz-değerlendirme Formları ve Öğrenme Ürünleri)

Deney grubundaki öğrencilerin katılımlarının anlaşılabilmesi için derslerin video kaydı altına (200 dakika/160 dakikası kullanılmış) alınmıştır. Deney grubu öğrencilerinin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumlarının anlaşılabilmesi için öğrenciler her etkinliğin sonunda öz değerlendirme formu doldurmuşlardır. Öz değerlendirme formunun nihai hali fen bilimleri ve özel yeteneklilerin eğitimi alanında çalışan iki uzman görüşleri sonrasında verilmiştir. Öz değerlendirme formu Ek-1'de sunulmuştur. Deney grubundaki öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını harekete geçirmeye yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkan öğrenme ürünleri de bu araştırma kapsamında incelenmiştir.

3.4. Farklılaştırılmış Fen Öğretim Tasarımının Hazırlanması

Öğrenme, planlı ve sıralı süreçlerle geliştirilen ve ölçülebilen bir olgudur (Seels & Glasgow, 1998). Öğretim tasarımı, öğretim sürecinin sistematik olarak planlanması ve belirli bir öğrenen grubunun eğitim ihtiyaçlarını karşılamak için etkili öğrenme sistemlerinin geliştirilmesi olarak ifade edilebilir (Ertmer ve diğ., 2017). Bu süreçte, öğretim materyallerinin nasıl tasarlanacağı, organize edileceği ve etkili hale getirileceği belirlenmektedir (Morrison ve diğ., 2012). Öğretim tasarımcıları, performans problemlerini analiz eder, öğretim kaynaklarını tasarlar, uygular ve değerlendirirler (Reiser, 2012). Bu şekilde öğretim tasarımı hangi öğrenen grubu için geliştiriliyorsa o öğrencilerin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Morrison ve diğ., 2012). Bu bölümde özel yetenekli öğrenciler için geliştirilen fen öğretim tasarımının oluşturulma sürecinden analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme başlıkları altında söz edilecektir. Farklılaştırılmış fen öğretim tasarımının geliştirilme süreci Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3-2: Farklılaştırılmış Fen Öğretim Tasarımının Geliştirilme Süreci.

3.4.1. Analiz

Öğretim tasarımının analiz aşamasında öğrenenlerin ya da başka bir deyişle öğretim tasarımının geliştirildiği hedef kitlenin ihtiyaçları ve beklentileri analiz edilerek, belirlenen öğretimsel problemlere yönelik çözümler üzerinde durulur. Bu aşamada ihtiyaç analiziyle birlikte sırasıyla görev analizi ve öğretim analiz gerçekleştirilir (Morrison ve diğ., 2012). Bu şekilde eğitim öncelikleri tespit edilir ve elde edilen veriler üzerinde düşünülür (Branch, 2009).

3.4.1.1. İhtiyaç Analizi

İhtiyaç analizi ile öğretim ihtiyacının belirlenmesi, öğretimsel problemlere ilişkin temel kaynakların öğretim ile çözülebilme durumu değerlendirilir. Aynı zamanda hedef kitlenin ve öğretimin var olan durumu ile olması gereken durumu arasındaki fark ortaya koyulmaya çalışılır (Morrison ve diğ., 2012). Bu bölümde özel yetenekli öğrencilerin fen öğretimleri bağlamında sürükleyici Metaverse teknolojileriyle desteklenmiş sürdürülebilirlik

eğitimine olan ihtiyaı ve bu ihtiyaın ğretim ile çözülebilme durumu ele alınmaktadır. Bu kapsamda fen okuryazarlığı, fen eğitimi, fen alanında özel yetenekli öğrenciler, fen eğitiminin amaçları, fen eğitimi ve sürdürülebilirlik eğitimi, farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş fen eğitimi/ğretimi bağlamında alanyazın taraması yapılarak öğretimsel ihtiyaç ortaya koyulmuştur. Tablo 3.3.'te alanyazını taramasıyla gerçekleştirilen ihtiyaç analizi sonucu verilmiştir.

Tablo 3.3'te sunulan ihtiyaç analizi sonuçlarına göre, özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde fen bilimlerine olan yüksek ilgileri ve başarı potansiyelleri dikkate alınarak zenginleştirilmiş programlar ve farklılaştırılmış ğretim yaklaşımlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir (Camcı Erdoğan, 2014a). Bu ğrenciler için öz-düzenleyici öğrenme ve araştırma becerilerini geliştirecek etkinlikler planlanmalı ve fen eğitimi günlük yaşamla ilişkilendirilerek uygulanmalıdır (VanTassel-Baska, 2023). Sürdürülebilirlik eğitimi, evre bilinci ve STEM becerilerinin kazandırılmasında kritik bir rol oynamakta olup, bu eğitimin müfredata entegre edilmesi ve disiplinler arası ğretim tasarımlarıyla desteklenmesi gerekmektedir (Scotch & Helfer, 2017).

Ayrıca, VR ve IVR teknolojilerinin soyut kavramları somutlaştırma, ğrenci katılımını artırma ve evre bilincini geliştirme potansiyelinden faydalanılmalıdır (Markowitz & Bailenson, 2021). Bu teknolojiler, evre sorunlarına yönelik olumlu tutum ve davranış değişikliği sağlarken, öğretmenlerin bu teknolojilere ilişkin eğitim alması ve sürdürülebilirlik temalı disiplinler arası içeriklerin geliştirilmesi önem arz etmektedir (Stenberth & Makransky, 2023). Özel yetenekli öğrenciler için, liderlik ve toplumsal sorumluluk potansiyellerini destekleyecek programlar ile yaratıcılık, problem çözme ve akademik başarılarını artıracak IVR tabanlı öğrenme ortamları tasarlanmalıdır (Phelps, 2022). Bu yaklaşımlar, özel yetenekli öğrencilerin çevresel farkındalıklarını artırarak onları sürdürülebilir bir geleceğin liderleri olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır.

Tablo 3.3: İhtiyaç Analizi Sonucu.

Araştırmacılar	İncelenen Boyut	Temel Bulgular	İhtiyaçlar
Tanik Onal (2021); Ugulu (2020); Gallagher (2021); Brondy ve Stanley (2005); Sisk (2007); Smutny ve Von Fremd (2004)	Özel yetenekli öğrencilerin fen bilimleri ile ilişkisi ve tutumları	Özel yetenekli öğrenciler fen bilimlerine yüksek ilgi duymakta ve bu alanlarda başarılı olmaktadır.	Özel yetenekli öğrenciler için fen bilimleri alanında zenginleştirme fırsatları sağlanmalıdır.
Brown (2023); Lee, Choi & Lee (2011); Yusof ve diğ. (2020); Camcı Erdoğan (2014a); Bakar ve diğ. (2018); Risemberg & Zimmerman (1992); Tortop (2015)	Özel yetenekli öğrencilerin fen bilimleri alanındaki bilişsel, duyuşsal ve üstbilişsel özellikleri	Araştırmacı özellikleri ve fen bilimleri kariyerlerine yönelme eğilimleri bulunmaktadır.	Araştırma becerilerini, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini destekleyecek etkinlikler ve programlar düzenlenmelidir.
Watters & Diezmann (2003); VanTassel-Baska & Stambaugh (2006); Emir (2021); Roberts & Inman (2023); Tomlinson (2014)	Özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış öğretimin önemi	Farklılaştırılmış öğretimin eksikliği, bu öğrencilerin potansiyellerini engelleyebilir.	Farklılaştırılmış öğretim yaklaşımı yaygınlaştırılmalıdır.
MEB (2024a); Marzetta ve diğ. (2017); Johnson (2018); Slade (2021); Schroth ve diğ. (2017)	Sürdürülebilirlik eğitimi ve fen bilimleri okuryazarlığı	Sürdürülebilirlik eğitimi, özel yetenekli öğrencilerin global vatandaşlık ve STEM becerilerini geliştirmektedir.	Sürdürülebilirlik eğitimi müfredatta öncelikli hale getirilmelidir.
Gibson ve diğ. (2008); Kaplan Sayı (2022a); Clark (2015); Siegle & McCoach (2005); Renzulli & Reis (2014); Treffinger, Young ve diğ. (2004); Piechowski (1997); Silverman (1994); Hartsell (2006)	Özel yetenekli öğrencilerin liderlik ve toplumsal sorumluluk potansiyeli	Özel yetenekli öğrenciler, yüksek liderlik potansiyeli ve toplumsal sorumluluk bilinci göstermektedir.	Öğrencilerin liderlik ve toplumsal sorumluluk potansiyelleri için destek programları oluşturulmalıdır.
Marzetta ve diğ. (2017); Renzulli & Reis (2014); Schroth ve diğ. (2017); Spearman & Eckhoff (2012); Treffinger ve diğ. (2004); Winocur & Maurer (1991)	Sürdürülebilirlik eğitiminin disiplinler arası doğası	Disiplinler arası öğretim tasarımları, özel yetenekli öğrencilerin ilgisini artırmaktadır.	Disiplinler arası etkinlikler ve işbirliği ile öğrenme fırsatları artırılmalıdır.

Tablo 3.3 (devam)

Esen (2011); Schroth ve diğ. (2017); Tallent-Runnels & Yarbrough (1992)	Çevre duyarlılığı ve özel yetenekli öğrencilerin ilgisi	Özel yetenekli öğrenciler çevresel ve küresel problemlere duyarlıdır.	Özel yetenekli öğrencilerin ilgisini çeken çevre temalı çalışmalar artırılmalıdır.
Ayaydın ve diğ. (2023a); Morton ve diğ. (2017); Carlsen & Bruggemann (2022)	Sürdürülebilirlik eğitimi ve SKA'lar	SKA'lar, eğitim programlarında etkili şekilde entegre edilebilir.	SKA'lara yönelik projeler ve aktiviteler geliştirilmelidir.
MEB (2022; 2024a); Karahan & Ünal (2019); VanTassel-Baska (2023)	Sürdürülebilirlik eğitimi ve öğretim programlarının entegrasyonu	Öğretim süreçleri farklılaştırılmadığında özel yetenekli öğrencilerin potansiyeli sınırlanabilir.	Özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış sürdürülebilirlik eğitimi tasarlanmalıdır.
Camcı Erdoğan (2014a); Kaplan (2009); VanTassel-Baska (2003; 2023); VanTassel-Baska & Wood (2009)	Özel yetenekli öğrencilerin fen bilimleri eğitimi ihtiyaçları	Fen bilimleri eğitimi, derin ve karmaşık içerikle desteklenmelidir.	Yaratıcı düşünme teknikleriyle desteklenmiş fen eğitimi verilmelidir.
Tolppanen ve diğ. (2023); Tanik Onal (2022); Sarıcam & Sahin (2015); Nacaroğlu & Karaaslan (2020); Ugulu (2013)	Çevresel farkındalık ve tutum düzeyleri	Özel yetenekli öğrenciler çevre sorunlarına duyarlı ve çözüm odaklıdır.	Çevresel farkındalığı artıracak okul dışı etkinlikler düzenlenmelidir.
Akhan ve diğ. (2022); Schroth ve diğ. (2017); Choi ve diğ. (2021); Sanad ve diğ. (2021); Ayaydın ve diğ. (2018)	Sürdürülebilirlik eğitimi ve etkin öğrenme yöntemleri, öğrenci katılımı	Sürdürülebilirlik eğitimi, üst bilişsel becerileri, bilimsel merakı ve öğrenci katılımını destekler.	Aktif öğrenme teknikleri, sürdürülebilirlik eğitiminde kullanılarak öğrencilerin üst bilişsel becerileri ve katılımları desteklenmelidir.
Phelps (2022)	Özel yetenekli öğrenciler için öğretim tasarımı nasıl olmalıdır?	İleri düzeyde içerik, aktif katılım, otonom öğrenme, karmaşıklık, derinlik, uzmanlık, yaratıcılık, anlamlı geri-bildirim, öz-düzenleyici öğrenme öğretim tasarımlarında ye almalıdır.	Özel yetenekli öğrenciler için öğretim tasarımları bu özellikleri taşımalıdır.

Tablo 3.3 (devam)

Fauville ve diğ., 2020, Markowitz & Bailenson, 2021; Plechata ve diğ., 2022a,b,c	Sürdürülebilirlik eğitiminin zorlukları	Çevre sorunlarının görünmezliği, psikolojik uzaklık, zamansal ve mekânsal uzaklık, doğayı ilk elden deneyimleme zorluğu, çevreyle ilgili deney yapmanın zorlukları	Farkındalık artırıcı eğitim, psikolojik uzaklığı azaltma, doğayı deneyimleme fırsatları, basit ve etkili deneyler
Plechata ve diğ. (2022a, 2022b, 2022c); Markowitz ve diğ. (2018); Shim ve diğ. (2000)	IVR'nin çevre ve sürdürülebilirlik eğitimi için etkisi	IVR, soyut çevresel sorunları somutlaştırarak bireylerin davranışlarının uzun vadeli etkilerini anlamalarına yardımcı olur ve çevre sorunlarına yönelik psikolojik uzaklığı azaltır	IVR'nin çevre eğitimi müfredatına entegrasyonu sağlanmalı ve erişilebilir hale getirilmelidir.
Plechata ve diğ. (2022a, 2022b, 2022c); Markowitz ve diğ. (2018); Shim ve diğ. (2000)	VR'nin öğrenme süreçlerindeki rolü ve faydaları	VR teknolojisi çoklu duyuşsal etkileşim, güvenli deney ortamları ve kullanıcı dostu öğrenme deneyimi sunar.	Okullarda VR teknolojisinin kullanımı için öğretmenlere özel eğitimler verilmelidir.
Kleinlogel ve diğ. (2023); Ahn ve diğ. (2014); Akerlof ve diğ. (2013)	IVR'nin çevre bilinci ve davranış değişikliği üzerindeki etkisi	IVR, çevreye yönelik olumlu tutum, çevre bilinci ve sürdürülebilirlik kavramlarının öğretiminde etkili bir araçtır.	Sürdürülebilirlik eğitiminde kullanılmak üzere disiplinler arası VR içerikleri geliştirilmelidir.
Bourgeois-Bougrine ve diğ. (2020); Calvert & Hume (2022); Guo ve diğr. (2021); Pande ve diğ. (2021); Petersen ve diğ. (2020); Makransky & Petersen (2021); Xie ve diğ. (2023)	IVR'nin özel yetenekli öğrencilerin öğrenme süreçlerine katkısı	IVR, özel yetenekli öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme, akademik başarı ve motivasyon gibi alanlarda gelişimini destekler.	Özel yetenekli öğrenciler için IVR'ye dayalı öğrenme ortamları tasarlanmalı ve desteklenmelidir.

3.4.1.2. Görev Analizi

Öğrencilerin öğrenecekleri konu ya da iş görev analizi sürecinde belirlenmektedir (Morrison ve diğ., 2012). İçeriğe ilişkin başlıkların belirlenmesi için Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programları (MEB, 2005, 2013, 2018, 2024), BİLSEM Fen Bilimleri Dersi Çerçeve Programı, BİLSEM Fen ve Teknoloji Alanı Yardımcı Ders Materyali (MEB, 2022), Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği Dersi Öğretim Programı (MEB, 2022), sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile ilgili raporlar, ilgili alanyazın, araştırmacının BİLSEM'deki gözlem ve deneyimlerinden yararlanılmıştır. Bu bağlamda içeriğe ilişkin konu başlıkları şu şekilde belirlenmiştir:

- İklim Eylemi (SKA-13)
- Sudaki Yaşam (SKA-14)
- Karasal Yaşam (SKA-15)
- Temiz Su ve Sanitasyon (SKA-6)
- Erişebilir ve Temiz Enerji (SKA-7)

Görev analizi sürecinde, ilgili içeriğin özel yetenekli öğrencilerin bilişsel, duyuşsal, davranışsal, sosyal katılımları ile bilimsel yaratıcılıklarını ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirebilecek ders planlarına dönüştürülmesi görevi net olarak belirlenmiştir.

3.4.1.3. Öğretimsel Analiz

Görev analizi sonrasında, öğretim analiz sürecinde geliştirilen öğretim tasarımının genel yapısı ve kazanımları ortaya konulmaktadır (Morrison ve diğ., 2012). Farklılaştırılmış fen öğretim tasarımının hazırlanmasında entegre müfredat modeli ve ızgara modelinden yararlanılmıştır. Entegre müfredat modelinin ileri düzey içerik, süreç-ürün ve evrensel tema ve genellemeler olmak üzere üç alt boyutu bulunmaktadır. Öğretim tasarımında kullanılacak birincil model entegre müfredat modelidir. Izgara Modeli ise süreç/ürün boyutunun genişletilmesinde işe koşulacaktır. Bu araştırma kapsamında geliştirilecek öğretim tasarımında bu iki modelin seçilmesindeki temel gerekçeler şu şekilde sıralanabilir:

- Her iki model de öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak için onlara anlamlı, ilgi çekici ve otantik öğrenme deneyimleri sağlamak üzerinde durmaktadır. Böylece öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonları dolayısıyla katılımlarının teşvik edilebileceği

düşünülmektedir (Araştırmanın 1. bağımlı değişkeni olan öğrenci katılımına olan olası katkı).

- Her iki model de öğrencilerin daha fazla bağımsızlık ve sorumluluk almalarına yönelik fırsatlar sunmakta, böylece öğrencilerin öz-düzenleme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. (Araştırmanın 2. bağımlı değişkeni olan öz-düzenleyici öğrenme becerilerine olan olası katkı).
- Her iki model de öğrencilerin yaratıcılığını geliştirmeye odaklanmaktadır (Araştırmanın 3. bağımlı değişkeni olan bilimsel yaratıcılık becerilerine olan olası katkı).

Entegre müfredat modelinin i. ileri düzey içerik, ii. süreç/ürün ve iii.kavram/tema olmak üzere 3 temel boyutu vardır (VanTassel-Baska & Wood, 2009).

Özel yetenekli öğrenciler için zorlayıcı ve katılımlarını sağlayıcı bir öğretim tasarımı geliştirilirken ilk olarak öğrenme görevinde odaklanılacak ileri düzey içeriğin ne olduğu sorusu sorulmaktadır. Bu aşamanın planlanması için şu sorular destekleyici olmaktadır:

- Hangi ileri düzey standart ya da kazanımlara odaklanılacaktır?
- Hangi ileri düzey materyaller (metinler, problemler, terimler ve kavramlar, araştırma raporları vb.) oluşturulacaktır?
- İleri düzey içeriğe öğrencilerin ilgileri ve seçimleri nasıl entegre edilebilir?
- Çalışılan konu aracılığıyla müfredatlar arası bağlantılar nasıl kurulabilir?
- İleri düzey içerik alanına derinlik ve karmaşıklıkla ilgili özellikler nasıl entegre edilebilir? (Phelps, 2022).

Bu boyutta ileri düzey içerik geliştirilirken öğrencilerin öğretilmeye odaklanılan bir ünite, kavram ya da beceri ile ilgili ne bildikleri ve ne bilmeye ihtiyaçları olduğu dikkate alınır. Tanılayıcı-biçimlendirici bir anlayış ile öğrencilerin akademik ve bilişsel hazırbulunuşlukları ölçülür ve düzeylerine göre gruplar oluşturulur. Öğrencilerin bildikleri konular öğretim tasarımından çıkarılır ve içerik transferine (üst sınıflardan içerik ve kazanım çekilmesi) izin verilir (VanTassel-Baska & Wood, 2009). Bu kapsamda öğrenme

kazanımları; Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği Dersi Öğretim Programından (MEB, 2022) ve Fen Bilimleri Öğretim Programından (MEB, 2018), Çevre Eğitimi Atölyesi içeriğindeki başlıklara uygun olarak seçilmiş ve seçilen kazanımlar Bloom taksomisine göre özel yetenekli öğrencilerin karakteristik özellikleri dikkate alınarak üste çekilmiş, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerine göre bazı kazanımlar elenmiş ve bazı kazanımlar da eklenmiştir.

İleri düzey içerik olarak etkinliğin içeriğiyle ilişkili araştırma raporları, bilimsel makaleler, grafiklerden ve infografiklerden yararlanılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin ilgi alanlarına hitap edebilecek çizgi romanlara (Geleceğin Ormanlarının Sırları, Annie Sunbeam ve arkadaşları: Sudaki Yaşamı Korumak gibi) ileri içerik olarak tasarımda yer verilmiştir.

Müfredatlar arasındaki bağlantılar; etkinlik planlarındaki disiplinler arası bağlantılar, kariyer bağlantılar bölümleri ve Izgara Modeli'nin derinlik ve karmaşıklık özelliklerinden yararlanılarak sağlanmaktadır. Örneğin, İklim Eylemi etkinliğinde, iklimin bir yerde uzun süre boyunca (örneğin 30 yıl) gözlemlenen meteorolojik olaylarla ilgili ölçümlerin ortalaması olduğundan ve buradaki örüntüden söz edilmektedir. Ardından öğrencilere, iklim değişikliğiyle ilgili bilim insanlarının henüz yanıtlayamadığı sorular üzerinde beyin fırtınası yapmaları istenir. Ayrıca bu etkinlikte biyokimya, klimatoloji ve sosyal bilimler alanları ile bağlantılar kurulur. Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim, Değişen Okyanuslarımız, İklim Eylemi, Erişilebilir ve Temiz Enerji ve Temiz Su ve Sanitasyon isimli beş etkinlikte benzer bir durum söz konusu olup disiplinler arası bağlantıların kurulmasına ve derinlik ve karmaşıklıkla ilgili özelliklerin etkinlik planlarına entegre edilmesine dikkat edilmiştir.

Süreç/ürün kapsamında, öğrencilere ilgi alanlarında yer alan konuları çalışmalarını için fırsatlar sağlanır. İstenilen öğrenme kazanımlarına ulaşabilmeleri için öğrencilerin belirlen içeriği nasıl deneyimleyecekleri bu boyut altında planlanır. Süreç/ürün boyutu, öğrencilerin karmaşık problemleri çözmeleri ve daha nitelikli ürünler oluşturulabilmeleri için gerekli olan yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve bilimsel araştırma becerileri ve süreçlerini ifade eder. Ayrıca öğrencilerin bağımsız ve işbirlikli olarak çalışma becerilerinin geliştirilmesi üzerinde durulur (VanTassel-Baska & Wood, 2009).

Süreç/ürün boyutu altında Kaplan'ın (2009) ızgara modelinde yer alan ve öğrenme hedeflerinin kişiselleştirilmesinde dikkate alınan farklılaştırma denklemlerinden de yararlanılabilir. Bu durum şu şekilde formüle edilebilir:

$$[D/B+(\dot{I}+D/K) + K_a/A+\ddot{U}]$$

- D/B=Düşünme Becerileri
- $\dot{I}$ =İçerik
- D/K=Derinlik ve Karmaşıklık Boyutları
- K_a/A =Kaynaklar ve Araştırma Becerileri (öğretim nasıl gerçekleşecek ve bu süreçte nelere ihtiyaç duyulacak?)
- $\ddot{U}$ =ürün (öğrenmenin gerçekleştiğine yönelik kanıtlar)

Ders tasarımlarında öğretim sürecinde bilimsel yaratıcılığı geliştirmeye ve öğrencilerin aktif katılımı destekleyici öğrenme yöntemlerinden yararlanılmıştır. Değerlendirmede ise otantik değerlendirme yöntemleri dikkate alınmıştır. Ayrıca ürün geliştirmeye yönelik etkinliklerde değerlendirme aracı olarak Ürün Geliştirme ve Değerlendirme Araçları [Developing and Assessing Products (DAP) Tools] kullanılmıştır (Roberts & Inman, 2023). Öğretim tasarımında kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri ile ürün değerlendirme yaklaşımlarına, Tasarım bölümünde detaylı olarak yer verilmiştir.

Izgara modelinde yer alan ve öğrenme hedeflerinin kişiselleştirilmesinde dikkate alınan farklılaştırma denklemi kullanılarak öğretim analiz sonucu Tablo 3.4'te sunulmuştur.

Tablo 3.4. Öğretimsel Analiz Sonucu.

Etkinlik Adı	İçerik	Düşünme Becerileri	Kaynaklar ve Araştırma Becerileri	Ürün
Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!	Orman ekosistemi, canlı-cansız varlıkların etkileşimi, doğal yaşam, çevre ve atmosfer koşulları, ormansızlaşma, SKA-15.	Bilimsel Yaratıcılık Bilimsel Muhakeme Bilimsel Süreç Becerileri Kanıta Dayalı Düşünme	Gözlem İnceleme Grafik Okuma Literatür tarama	SKA-15'e ulaşmaya yönelik bir icat (çizim-bileşenleri ve çalışma prensibi açıklanmış)
Değişen Okyanuslarımız	Okyanus ekosistemi, okyanus asitlenmesi, okyanus asitlenmesinin okyanustaki canlılara, canlılar arasındaki ilişkilere etkileri, SKA-14, bilimsel yöntem.	Bilimsel Yaratıcılık Bilimsel Muhakeme Bilimsel Süreç Becerileri Kanıta Dayalı Düşünme	Gözlem İnceleme Grafik Okuma Deneysel yöntem Literatür tarama	SKA-14'e ulaşmaya yönelik bir icat (çizim-bileşenleri ve çalışma prensibi açıklanmış) Deneysel tasarım Sözlü sunum
İklim Eylemi	Antropojenik iklim değişikliği, küresel ısınma, sera gazı etkisi, iklim değişikliğinin nedenleri ve sonuçları, iklim değişikliği ve mikroorganizma ilişkisi, iklim aktivizmi, SKA-13	Bilimsel Yaratıcılık Bilimsel Muhakeme Bilimsel Süreç Becerileri Kanıta Dayalı Düşünme	Gözlem İnceleme Grafik Okuma Literatür tarama	Araştırma raporu Balık kılçığı
Erişilebilir ve Temiz Enerji	Temiz/yenilenebilir enerji, yenilenmeyen enerji kaynakları, rüzgâr tribünü/hava jeneratörü, kinetik-mekanik-elektrik enerji dönüşümü, rüzgâr tribünlerinin yapısı ve çalışma prensibi, SKA-7	Bilimsel Yaratıcılık Bilimsel Muhakeme Bilimsel Süreç Becerileri Kanıta Dayalı Düşünme	Gözlem İnceleme Grafik Okuma Literatür tarama	SKA-7'e ulaşmaya yönelik bir icat (çizim-bileşenleri ve çalışma prensibi açıklanmış). RAFT ile seçilen bir ürün (gazete haberi, mektup, poster/afiş, şarkı sözü, kamu spotu metni, film senaryosu, öğrencilerin seçeceği bir ürün tarzı).
Temiz Su ve Sanitasyon	Temiz su ve sanitasyon, su kirliliğinin nedenleri, plastikler ve mikroplastikler, temiz suya ulaşım, suyun arıtılması ve yönetimi, suyu kullanma alışkanlıklarımız, SKA-6.	Bilimsel Yaratıcılık Bilimsel Muhakeme Bilimsel Süreç Becerileri Kanıta Dayalı Düşünme	Gözlem İnceleme Grafik Okuma Literatür tarama	SCAMPER Çalışma Kâğıdı

Öğrencilerin içeriği birbirinden kopuk bilgi parçaları olarak öğrenmesi yerine bir sistematik etrafında örüntülemesi için öğrenme deneyimleri evrensel tema (değişim, örüntü, düzen, keşif, sistem, güç vb.) ve genellemeler (değişim değişime yol açar, değişim pozitif ve negatif olabilir, değişim kaçınılmazdır vb.) kapsamında organize edilmektedir (Kaplan, 2009; Phelps, 2022). Böylece özel yetenekli öğrenciler evrensel dünya ile ilişkiler kurma ve soyut düşünme şansı elde ederler. Bir ünite ya da yıl boyunca evrensel temaların kullanılması, özel yetenekli öğrencilerin genellemelerin farklı dersler ve içerik alanlarına nasıl uygulanabileceğini görmelerini sağlamaktadır (VanTassel-Baska & Wood, 2009).

Evrensel tema ve genellemeler kullanarak tasarlanan programların, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yönlendirmelerine izin verebileceği düşünülmektedir. Çünkü öğrenciler, her bir etkinlik veya projenin temelindeki temaları anladıkları sürece, kendi öğrenme yollarını belirleyebilirler. Bu tür bir program, öğrencilerin kendi öğrenme hedeflerini belirlemelerine ve ilgi alanlarına göre öğrenme deneyimlerini şekillendirmelerine olanak tanıyabilmektedir. Öğrenciler, evrensel temaların ve genellemelerin anlamını anladıktan sonra, bu kavramları kendi ilgi alanlarına veya yaşamlarına nasıl uygulayabilecekleri konusunda kendi kararlarını verebilirler. Bu durum da öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, öğrencilerin öğrenme sürecine daha fazla katılım sağlamalarına ve sorumluluk almalarını da destekleyebilir. Böylece öğrenciler öğrenme sürecinde daha bağımsız olabilirler.

Öğretim tasarımında kavram/tema, 'değişim' olarak belirlenmiştir. Temayla ilişkili Büyük Fikirler (BF) şu şekildedir:

BF 1: Değişim değişime yol açar.

BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir.

BF 3: Değişim kaçınılmazdır.

BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir.

BF 5: Değişim gelişim için gereklidir.

BF 6: Değişim çatışmaların sonucunda ortaya çıkar.

BF 7: Değişim planlanabilir ya da kendiliğinden gerçekleşebilir.

BF 8: Değişim, ilerlemeye yol açar.

Aynı zamanda her bir etkinlik için temel sorular belirlenmiştir. Temel sorular sırasıyla şu şekildedir.

1. İnsan-doğa etkileşimi karasal yaşamı nasıl etkiler?
2. Okyanus asitlenmesi okyanus/deniz yaşamını nasıl etkiler?
3. İklim değişikliğinin nedenleri ve sonuçları nelerdir?
4. Geleceğin enerji kaynağı ne olacak?
5. Temiz su ve sanitasyon tüm insanlar için neden önemlidir?

Öğretimsel analiz sürecinde öğretim tasarımında yer alacak kazanımlar da belirlenmektedir. Bu araştırmada öğrenme kazanımları öğrenme çıktıları ile aynı anlamda kullanılmıştır. Öğrenci kazanımları Tablo 3.5'te sunulmuştur.

Tablo 3.5: Farklılaştırılmış Fen Öğretim Tasarımının Öğrenme Kazanımları.

Etkinlik Adı	Öğrenci Kazanımları
Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!	1. Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular. • Kaz dağları florası, faunası, nadir ve endemik türleri, bol su kaynakları üzerinde durulur. 2. Yaşadığı çevrenin bir parçası olduğunu gözlemlerine dayanarak fark eder. • Öğrencilerin, gözlemlerine dayanarak insanla doğa arasındaki etkileşime örnekler vermesi sağlanır. • Kaz Dağları Milli Parkını ziyaret ederek doğa ile insan arasındaki etkileşimi gözlemleyebilirler. İnsanların doğadaki rekreasyon faaliyetleri (kamp, doğa yürüyüşü, bisiklet, dağcılık, kuş gözlemciliği vb.) doğayla etkileşime girme ve doğanın güzelliklerinden faydalanma yollarındandır. • Kaz Dağları Milli Parkındaki gözetleme kuleleri, yürüyüş yolları, bilgilendirici tabelalar insanların doğayı koruma ve tanıma çabalarını yansıtır. Doğa koruma çalışmaları, türlerin korunması, habitat restorasyonu vb. faaliyetler de insan-doğa etkileşiminin bir parçasıdır. 3. Yaşadığı çevrede canlı ve cansız varlıklar arasındaki sürekli etkileşimleri analiz eder. • Kaz Dağları Milli Parkı ziyaret edilerek canlı-canlı ve canlı-cansız etkileşimleri üzerinde durulur. Burada, Kaz Dağları Milli Parkında bulunan ağaçların doğal yaşam, çevre ve atmosfer ile olan ilişkisi ele alınır. 4. Ormansızlaşmaya neden olan insan faaliyetlerini yaptığı araştırma sonuçlarına dayanarak gruplandırır. • Tarım için arazi kullanımı, madencilik için arazi kullanımı, ev-yaşam alanı inşa etmek için arazi kullanımı, kâğıt için ağaç kullanımı vb. üzerine odaklanılır. 5. Ormansızlaşmanın doğa üzerinde olumsuz değişimlere yol açabilecek yakın ve uzun vadeli etkilerini doğal yaşam, çevre ve atmosfer açısından değerlendirir. • Orman ekosistemindeki tüm organizmalar arasındaki karşılıklı bağımlılık, organizmalar arasındaki etkileşimler ve meydana gelen değişimlere yönelik kanıtlar üzerinde durulur. • Ağaçların kesilmesi sonucunda oluşan ormansızlaşma, madencilik faaliyetleri sonucunda oluşan ormansızlaşma ve orman yangınları sonucunda oluşan ormansızlaşmanın doğal yaşam, çevre ve atmosfer üzerinde neden olabileceği olumsuz değişimlere odaklanılır. 6. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarından karasal yaşam (SKA-15) konusunda farkındalık kazanır. 7. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarından karasal yaşam amacına ulaşmaya yardımcı olabilecek bir icat tasarlar.
Değişen Okyanuslarımız	1. Okyanus asitlenmesinin nedenlerini sorgular. • Atmosferdeki CO₂ düzeyinin ve ortama sıcaklığın yalnızca 1 derece dahi artması üzerinde durulur. 2. Ph'nin bir çözeltinin asidik veya baziklik düzeyini ölçen bir gösterge olduğunu ifade eder. 3. Bileşiklerin kimyasal tepkime sonucunda oluştuğunu açıklar. • Karbondioksit ve su tepkimesi sonucunda karbonik asit oluşumuna değinilir. 4. Dünyadaki bir çevre probleminin ülkemizi nasıl etkileyebileceğine ilişkin çıkarımlarda bulunur. 5. Okyanus asitlenmesinin okyanus ekosistemine olan etkisini değerlendirir. • Besin zinciri, simbiyotik bağlılık, okyanus canlıların fiziksel, duyuşal özellikleri üzerine etkilerine değinilir. 6. Okyanus asitlenmesinin okyanus ekosistemindeki canlılar üzerindeki etkilerini test etmeye yönelik orijinal bir deney tasarlar. 7. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarından sudaki yaşam (SKA-14) konusunda farkındalık kazanır. 8. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarından suda yaşam amacına ulaşmaya yardımcı olabilecek bir icat tasarlar.

Tablo 3.5 (devam)

Etkinlik Adı	Öğrenci Kazanımları
İklim Eylemi	1. İklim ve hava olayları arasındaki farkı açıklar. 2. Sera gazlarının artışına neden olan olayları sorgular. • <i>Sera gazlarının türleri, belirli düzeyde sera gazının atmosferdeki sıcaklığın korunması açısından gerekli olduğu, fosil yakıt kullanımı, kimyasal gübre kullanımı, endüstriyel amaçlı yetiştirilen hayvanların dışkıları, anız yangınları, tükettiğimiz besin çeşidi ve karbon salınımı (kırmızı-beyaz et, pirinç, sebze, meyve vb.) üzerinde durulur.</i> 3. Küresel ısınmanın sera etkisinin bir sonucu olarak ortaya çıktığını fark eder. • <i>Battaniye metaforundan ve Lokasyon2'deki oklarla gösterilen simgesel anlatımdan yararlanılabilir.</i> 4. Küresel iklim değişikliği ile küresel ısınma arasındaki ilişkiyi açıklar. • <i>İki kavramın farklı kavramlar olduğuna ve aralarındaki ilişkiye değinilir.</i> 5. İklim değişikliğinin nedenlerini ve sonuçlarını tespit eder. 6. İklim değişikliği ile mikroorganizmalar arasındaki ilişkiyi analiz eder. 7. Küresel iklim değişikliğinin doğrudan ya da dolaylı olarak neden olduğu aşırı hava olaylarının o bölgede yaşayan insanları ve diğer canlıları nasıl etkileyebileceğine ilişkin çıkarımlarda bulunur. • <i>Sel, kuraklık, çölleşme, hortum, tropikal fırtına, kar fırtınası, aşırı sağanak yağış ve bu aşırı hava olaylarının inşalara ve diğer canlılara etkileri üzerinde durulur.</i> 8. İklim değişikliğinin Türkiye'deki etkilerini azaltmaya yönelik çözüm önerileri geliştirir. 9. Çevre, iklim ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili farklı kariyer alanlarına örnekler verir.
Erişilebilir ve Temiz Enerji	1. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını tükenebilirlik ve alternatif kaynaklar açısından analiz eder. 2. İnsan ve doğa arasındaki etkileşiminin olumlu ve olumsuz yönlerini tartışır. 3. Termodinamiğin birinci yasasını kendi cümleleriyle açıklar. • <i>Enerji türlerinin birbirine dönüşebileceği çıkarımının yapılması sağlanır</i> 4. Rüzgâr tribünlerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar. • <i>Rüzgâr tribünü oluşturulan yapı parçaları, bu parçaların birbiriyle olan ilişkisi, rüzgâr tribünlerinden hanelere elektriğin ulaştırılması üzerinde durulur.</i> 5. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak rüzgâr tribünlerinden elde edilen enerjiyi, verimlilik ve çevreye etkisi açısından değerlendirir. 6. Fosil yakıtların çevreye zararlı etkilerini azaltmak için çözüm geliştirir. • <i>Öğrencilerin fosil yakıtların kullanımının olumsuz sonuçlarına ve temiz enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin gazete haberi, tweet, poster/afiş, şarkı sözü, kamu spotu metni, film senaryosu (fragman) ya da seçebileceği bir ürün geliştirilmesi sağlanır.</i> 7. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarından erişilebilir ve temiz enerji (SKA-7) konusunda farkındalık kazanır.

Tablo 3.5 (devam)

Etkinlik Adı	Öğrenci Kazanımları
Temiz Su ve Sanitasyon	1. Su kirliliğine sebep olan kirleticileri ayırt eder. • <i>Çöpler, plastikler, endüstriyel atıklar, kimyasal atıklar, evsel atıklar üzerinde durulur.</i> 2. Temiz suya ulaşımın canlı yaşamı için önemi hakkında çıkarımlarda bulunur. 3. Su kirliliğine bağlı olarak ortaya çıkan sorunların doğal yaşam ve insan hayatı üzerindeki etkilerini irdeler. • <i>Mikroplastiklerin canlılara ve insanlara olan zararları, plastiklerin besin zincirine katılması, plastiklerin sulara ulaşma yolları, suya atılmış materyallerin doğaya karışma süreleri üzerinde durulur.</i> 4. Çevre sorunlarının çözümüne yönelik öneriler geliştirir. • <i>Öğrencilerin plastik kullanımının azaltılmasına yönelik öneriler geliştirilmesi sağlanır</i> 5. Atık suyun arıtılmasında kullanılan farklı yöntemler ve atık suyun arıtılması süreci arasında ilişki kurar. • <i>Öğrencilerin atık suyun arıtılma sürecindeki 9 basamağı (atık suyu toplama, katı cisimleri ayırma, birincil arıtıcılar, havalandırma havzası, ikincil arıtıcılar, polisaj filtreleri, uv/ozon artırma, sindiriciler/çürütücüler, test etme/tahliye), bu basamakların sırasını ve bu basamaklarda kullanılan yöntemleri keşfetmeleri sağlanır.</i> 6. Atık suyun kullanım alanlarına örnekler verir. 7. Gerçek hayat sorununa yönelik sürdürülebilir kalkınma bilincine dayalı çözüm içeren üç boyutlu bir ürün tasarlar. • <i>Öğrencilerin SKA-6'ye yönelik diorama oluşturmaları sağlanır</i> 8. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarından temiz su ve sanitasyon (SKA-6) konusunda farkındalık kazanır.

3.4.2. Tasarım

Bu aşamada, bir önceki aşama olan analiz aşamasında elde edilen veriler doğrultusunda, belirlenen öğrenme hedeflerine nasıl ulaşılabileceği, hangi öğretim yöntem ve tekniklerin işe koşulacağı, sürenin ne olacağı, hangi değerlendirme yaklaşımlarının kullanılacağı belirlenmektedir (Şimşek, 2017). Etkinlik planı tasarımları yapılmadan önce araştırmacı, Boğaziçi Üniversitesi Yaşamboyu Eğitim Merkezi tarafından 25 Nisan- 30 Mayıs 2023 tarihleri arasında düzenlenen "Öğretmenler 2030: K12 Okul Öğretmenleri İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları" eğitimine katılmıştır (Bknz Ek 2).

Bu bölümde öncelikle etkinlik planlarının genel yapısı açıklanacak ve her bir etkinlik için etkinlik planının genel yapısı doğrultusunda söz konusu bilgilere yer verilmiştir. Etkinlik planı sırasıyla etkinliğin adı, hedef kitle, süre, öğrenme alanı/konusu, sürdürülebilir kalkınma amaçları ile olan ilişkisi, kavram/tema, büyük fikirler, temel soru, öğrenciler için karşılama cümlesi (3D alanlar için), farklılaştırma, öğrenci kazanımları, öğretme- öğrenme yaklaşım, yöntem ve teknikler, kavramlar ve terimler, Metaverse uygulaması öncesi yönergeler ve sorular, 3D alanlardaki yönergeler, uygulama sonrası yönergeler ve yansıtma, Metaverse uygulaması sonrası yönergeler ve yansıtma, öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi, ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerileri, kariyer bağlantıları, disiplinler arası bağlantılar ve ekler (kazanım değerlendirme formu, öz değerlendirme formu ve ürün değerlendirme formu) başlıklarından oluşmaktadır. Etkinlik planı tasarımlarına ilişkin temel bilgilere Tablo 3.6'da yer verilmiştir.

Tablo 3.6: Etkinlik Planı Tasarımlarına İlişkin Temel Bilgiler.

Etkinliğin Adı	Süre	Hedef Kitle	Öğrenme Alanı/Konusu	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile Olan İlişkisi	Kavram/ Tema	Büyük Fikirler	Temel Soru	Açıklama	Farklılaştırma
Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!	40'x4	BYF 2	Fen Bilimleri, Biyoloji, Ekoloji.	SKA-15	Değişim	BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir BF 7: Değişim planlanabilir ya da kendiliğinden gerçekleşebilir	İnsan-doğa etkileşimi karasal yaşamı nasıl etkiler?	Kaz Dağları Milli Parkı etkinliğinde, Kaz Dağları Milli Parkını üç farklı zamanda ziyaret edeceğiz. Her bir ziyaretimizde orman ekosistemine yer alan canlı ve cansız organizmalara, doğal yaşam, çevre ve atmosfer koşullarına odaklanacağız.	İçerik: Orman ekosistemi, canlı-cansız varlıkların etkileşimi, doğal yaşam, çevre ve atmosfer koşulları, ormansızlaşma, SKA-15. Süreç: Sanal alan gezileri, kişisel analogi, beyin fırtınası Ürün: SKA-15'e ulaşmaya yönelik bir icat (çizim-bileşenleri ve çalışma prensibi açıklanmış).

Tablo 3.6 (devam)

Etkinliğin Adı	Süre	Hedef Kitle	Öğrenme Alanı/Konusu	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile Olan İlişkisi	Kavram/ Tema	Büyük Fikirler	Temel Soru	Açıklama	Farklılaştırma
Değişen Okyanuslarımız 12	40'x4	BYF 2	Fen Bilimleri, Deniz Biyolojisi, Kimya, Oşinografi	Sudaki Yaşam (Temel SKA-14), İklim Eylemi	Değişim	BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir BF 7: Değişim planlanabilir ya da kendiliğinden gerçekleşebilir	Okyanus asitlenmesi, okyanus/deniz yaşamını nasıl etkiler?	Değişen Okyanuslarımız etkinliğinde, okyanus içerisinde aynı lokasyonu iki farklı zamanda ziyaret edeceğiz. Her ziyaretimizde okyanus ekosistemini ve okyanustaki canlıları inceleyeceğiz.	İçerik: Okyanus ekosistemi, okyanus asitlenmesi, okyanus asitlenmesinin okyanustaki canlılara, canlılar arasındaki ilişkilere etkileri, SKA-14, bilimsel yöntem. Süreç: Sorgulamaya dayalı öğrenme, deneysel yöntem, sanal alan gezileri. Ürün: SKA-14'e ulaşmaya yönelik bir icat (çizim-bileşenleri ve çalışma prensibi açıklanmış) ii.Deneysel tasarım iii.Sözlü sunum

Tablo 3.6 (devam)

Etkinliğin Adı	Süre	Hedef Kitle	Öğrenme Alanı/Konusu	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile Olan İlişkisi	Kavram/ Tema	Büyük Fikirler	Temel Soru	Açıklama	Farklılaştırma
İklim Eylemi	40'x4	BYF 2	Fen Bilimleri, Çevre Bilimleri, Biyokimya, Klimatoloji	İklim Eylemi (SKA-13)	Değişim	BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir BF 5: Değişim gelişim için gereklidir BF 7: Değişim planlanabilir ya da kendiliğinden gerçekleşebilir	İklim değişikliği nin nedenleri ve sonuçları nelerdir?	İklim eylemi etkinliğinde küresel iklim değişikliğinin nedenlerini tarım ve hayvancılığa, fosil yakıtların yakılmasına bağlı olarak inceleyeceğiz. Sonrasında, küresel iklim değişikliğinin sonuçlarını birinci elden deneyimleme şansı elde edeceğiz.	İçerik: Antropojenik iklim değişikliği, küresel ısınma, sera gazı etkisi, iklim değişikliğinin nedenleri ve sonuçları, iklim değişikliği ve mikroorganizma ilişkisi, iklim aktivizmi, SKA-13 Süreç: Sanal alan gezileri, probleme dayalı öğrenme, balık kılçığı. Ürün - Araştırma raporu - Balık kılçığı poster

Tablo 3.6 (devam)

Etkinliğin Adı	Süre	Hedef Kitle	Öğrenme Alanı/Konusu	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile Olan İlişkisi	Kavram/ Tema	Büyük Fikirler	Temel Soru	Açıklama	Farklılaştırma
Erişilebilir ve Temiz Enerji	40'x4	BYF 2	Fen Bilimleri, Fizik, Mühendislik.	Erişilebilir ve Temiz Enerji (SKA-7)	Değişim	BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir BF 5: Değişim gelişim için gereklidir BF 7: Değişim planlanabilir ya da kendiliğinden gerçekleşebilir	Geleceğin enerji kaynağı ne olacak?	Erişilebilir ve Temiz Enerji etkinliğinde, yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynaklarının neler olduğunu inceleyeceğiz. Sonrasında, temiz enerji kaynağı olarak rüzgâr tribünlerinin yapısını, bunlardan nasıl elektrik elde edildiğini ve böylece evlerimize kadar elektriğin nasıl ulaştığını, ayrıca rüzgâr tribünlerinin olumsuz yönlerini irdeleyeceğiz.	İçerik: Temiz/yenilenebilir enerji, yenilenmeyen enerji kaynakları, rüzgâr tribünü/hava jeneratörü, kinetik-mekanik-elektrik enerji dönüşümü, rüzgâr tribünlerinin yapısı ve çalışma prensibi, SKA-7. Süreç: Sanal alan gezileri, 3-2-1 Köprüsü, RAFT, gör-düşün-merak et Ürün i.SKA-7'e ulaşmaya yönelik bir icat (çizim-bileşenleri ve çalışma prensibi açıklanmış). ii. RAFT ile seçilen bir ürün (gazete haberi, mektup, poster/afiş, şarkı sözü, kamu spotu metni, film senaryosu, öğrencilerin seçeceği bir ürün tarzı).

Tablo 3.6 (devam)

Etkinliğin Adı	Süre	Hedef Kitle	Öğrenme Alanı/Konusu	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile Olan İlişkisi	Kavram/ Tema	Büyük Fikirler	Temel Soru	Açıklama	Farklılaştırma
Temiz Su ve Sanitasyon	40'x4	BYF 2	Fen Bilimleri, Çevre Bilimleri, Biyokimya, Kimya	Temiz Su ve Sanitasyon (SKA-6)	Değişim	BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir BF 5: Değişim gelişim için gereklidir BF 7: Değişim planlanabilir ya da kendiliğinden gerçekleşebilir BF 8: Değişim ilerlemeye yol açar	Temiz su ve sanitasyon tüm insanlar için neden önemlidir?	Temiz su ve sanitasyon etkinliğinde temiz suya erişim, su kirliliği, kirli/atık suyun arıtılması üzerinde duracağız ve bu konulara ilişki gözlemlerde bulunacağız.	İçerik: Temiz su ve sanitasyon, su kirliliğinin nedenleri, plastikler ve mikroplastikler, temiz suya ulaşım, suyun arıtılması ve yönetimi, suyu kullanma alışkanlıklarımız, SKA-6. Süreç: Sanal alan gezileri, SCAMPER, galeri yürüyüşü. Ürün SCAMPER Çalışma Kağıdı

3.4.3. Geliştirme

Öğretim tasarımının geliştirme aşamasında, bir önceki aşama olan tasarım aşamasında taslak olarak belirlenen öğrenme materyallerinin öğretim ilkelerine bağlı olarak geliştirilmesi, kontrol edilmesi ve bunların değerlendirilmesi söz konusudur (Morrison ve diğ., 2012). Etkinlik planında yer alan ve tasarım bölümünde verilen başlıklara ilişkin içerik hazırlanmış, ilgili materyaller hazırlanmış ve etkinlik planları tamamlanmıştır. Etkinlik planlarının geliştirilmesi sürecinde BİLSEM’de 12 yıl çalışmış, fen bilimleri alanında doktora bulunan bir doktor öğretim üyesinden destek alınmış, ayrıca taslak tasarımlar fen bilgisi eğitimi, özel eğitim ve eğitim programları ve öğretim alanlarındaki üç uzmana gönderilerek uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri sonrasında öğretim tasarımında yer alan etkinlik planlarına son hali verilmiştir.

Farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı hem deney hem de kontrol gruplarındaki özel yetenekli öğrenciler için geliştirilmiştir. Deney grubunda uygulanacak öğretim tasarımında kontrol grubunda uygulanacak öğretim tasarımından farklı olarak 3D Metaverse platformunda uygulamalar gerçekleştirmektedir. Bu uygulamaya öğrenciler Oculus Quest 2 IVR başlıklarını kullanarak katılmaktadırlar. Her bir etkinlik için Blender 3D tasarım programında sahneler geliştirilmiştir. Sonrasında bu sahneler Imedu 3D Metaverse platformuna aktarılmış ve sahnelerin IVR için optimizasyonları sağlanmıştır.

Imedu (imedu.io), VR platformudur. Kullanıcılara avatarlar aracılığıyla iletişim kurabilecekleri, sohbet edebilecekleri ve içerik paylaşabilecekleri sanal odalar oluşturma ve bu odalara katılma imkânı tanımaktadır. Imedu, çeşitli cihazlarda, VR kulaklıklarından standart web tarayıcılarına kadar çalışan açık ve sosyal bir VR platformu olarak tasarlanmıştır. Imedu’da kullanıcılar kendi özelleştirilebilir sanal alanlarını oluşturabilirler. Bu alanlar, toplantılar, etkinlikler veya sadece arkadaşlarla sanal ortamda sosyalleşme amacıyla kullanılabilir. Imedu, VR cihazları ile VR dışındaki platformları destekler, böylece kullanıcılar normal bir masaüstü veya dizüstü bilgisayar kullanarak katılabilirler. Imedu, Mozilla Hubs alt yapısını kullanmaktadır. Mozilla Hubs’tan farklı olarak eğitimde kullanılmak üzere özelleştirilmiş ve öğrenci, öğretmenler için giriş ekranlarında yönergeler oluşturulabilir. Tasarlanan ya da Imedu içerisinde hazır kullanılan sahnelere öğrenciler oluşturulan oturum bilgilerine ilişkin bağlantıya tıklayarak ulaşabilirler. Bu oturumlarla senkron ya da asenkron şeklinde uzaktan eğitim yapılabilir ve öğrenciler belirlenen süre

içerisinde canlı dersler dışında da sahneleri dolaşabilirler. Bu süreçte İmedu'ya VR başlıklar ya da internet tarayıcıları ile giriş yapabilirler.

3D sahnelerin hazırlanmasında 3D Metaverse platformunda IVR desteğiyle çalışacağından yüksek düzeyde verim alınabilmesi için low poly tasarım anlayışı kullanılmıştır. Low poly tasarım anlayışı bilgisayar grafikleri ve dijital sanat alanında kullanılan bir estetik yaklaşımdır. Bu tarz, ayrıntılı ve karmaşık modeller yerine basit ve minimalist şekiller kullanır (Gai & Wang, 2016). Genellikle üçgen, kare gibi temel geometrik şekillerden oluşur (Zhang ve diğ. 2015). Modelin detay seviyesini düşük tutarak, performans optimizasyonu sağlar (Gao ve diğ., 2022). Retro ve stilize bir estetik yaratır, bu da bazı sanat projeleri ve oyunlarda tercih edilmesini sağlar (Zhang ve diğ. 2015). Sürdürülebilirlik konularının öğretiminde *kullanılan tasarım anlayışı* (gerçekçi, low poly gibi) öğrenenlerin performansları üzerinde anlamlı etkiye sahip değildir (Thoma ve diğ., 2023). Aynı zamanda, minimalist grafikler öğrenme deneyimine katkı sağlamaktadır (Nguyen & Pham, 2024). Yani tasarım anlayışı ne olursa olsun tasarlanan ve IVR ortamlarda kullanılan 3D sahneler öğrenenlerin öğrenmeleri üzerinde etki yapabilmektedir. IVR desteğiyle öğrencilerin 3D Metaverse platformunda kullanacağı sahnelerin tasarlanmasında sürükleyici teoriler (immersive theories), öğrenme ilkeleri ve tasarım ilkelerinden yararlanılmıştır. Söz konusu teori ve ilkeler şu şekildedir:

1. Bilişsel Duyuşsal Öğrenme Modeli (The Cognitive Affective Model of Immersive Learning) (CAMIL): CAMIL, öğrenmenin bilişsel ve duygusal bileşenlerini birleştirir ve sanal gerçeklik (VR) gibi daldırıcı teknolojilerin öğrenme üzerindeki etkilerini inceler. Öğrenme sürecinde öğrencilerin bilişsel yükünü ve duygusal katılımını nasıl dengeleyebileceklerini açıklar (Makransky & Petersen, 2021).
2. VR'de Genişletilmiş Sürükleyici Öğrenme Modeli (The Extended Model of Immersive Learning in VR) (EMIL VR): EMIL VR, VR tabanlı öğrenmenin genişletilmiş bir versiyonudur. Öğrencilerin VR ortamlarında nasıl daha etkili öğrenebileceğini ve hangi tasarım ilkelerinin bu süreci desteklediğini ele alır. EMIL VR, kullanıcı deneyimini ve öğrenme sonuçlarını optimize etmek için öneriler sunar (Vogt, 2021).
3. Multimedya Öğrenmenin Duygusal Tasarım İlkesi (The Emotional Design Principle of Multimedia Learning): Multimedya öğrenmenin duygusal tasarım ilkesi, öğrenme materyallerinin duygusal tasarımının (renkler, karakterler, hikâyeler) öğrencilerin

motivasyonunu ve öğrenme performansını artırabileceğini öne sürer. Duygusal olarak çekici materyallerin, öğrencilerin dikkatini ve ilgisini çekerek öğrenme sürecini iyileştirebileceği belirtilir (Plass ve diğ. 2022).

4. Multimedya Öğrenmenin Sürükleyicilik İlkesi (The Immersion Principle of Multimedia Learning)

Sürükleyicilik ilkesi, öğrenme materyallerinin daldırıcı bir deneyim sunarak öğrencilerin derinlemesine öğrenmesini teşvik edebileceğini savunur. Öğrencilerin kendilerini öğrenme ortamına tamamen kaptırmalarını sağlayan yöntemler ve araçlar önerir (Makransky, 2021).

5. Abartılı Geri Bildirim (Exaggerated Feedback) ve Düzeltici Geri Bildirim (Corrective Feedback): Abartılı geri bildirim, öğrencilere verilen geri bildirimin aşırı vurgulu ve belirgin olması durumudur. Düzeltici geri bildirim ise hataları düzelter ve daha ölçülü geri bildirimlerdir. Bu araştırma kapsamındaki sahne tasarımlarında abartılı geri bildirim kullanılmıştır (Stenberdt & Makransky, 2023).

6. Bilişsel Yükü Azaltma - Segmentasyon ve Öğretim Sırası: Bu ilke, öğrenme materyallerinin daha küçük parçalara bölünerek (segmentasyon) ve mantıklı bir sıra ile sunulmasının bilişsel yükü azaltarak öğrenmeyi kolaylaştırabileceğini belirtir. Öğretim sırasının dikkatli planlanması, öğrencilerin bilgiyi daha iyi işlemesini sağlar (Makransky & Petersen, 2021).

7. Multimedya Öğrenmenin İşaretleme İlkesi (Signaling Principle of Multimedia Learning): Bu ilke, öğrenme materyallerinde önemli bilgilerin işaretlenmesi (örneğin, renkler, işaretler, simgeler) yoluyla öğrencilerin dikkatinin doğru yerlere yönlendirilmesini sağlar. İşaretleme ile bilgi işleme süreci desteklenir ve öğrenme etkinliği artırılır (İbrahim ve diğ., 2012).

Lui ve diğerlerinin (2023) önerdiği tasarım ilkeleri de öğretim tasarımında dikkate alınmıştır. Lui ve diğ. (2023), IVR destekli fen öğretimi tasarımlarında öğrenme çıktılarının şu şekilde geliştirilebileceğini belirtmektedir:

1. IVR öğrenme deneyimleri üzerinde öğrencilerin yüksek düzeyde kontrol sağlamaları,

2. IVR tarafından meydana getirilen bilişsel yüklerin en aza indirilmesi,
3. Öğrencilerin karakteristik özelliklerinin IVR öğrenme uygulama tasarımına entegre edilmesi,
4. IVR uygulamalarından önce veya sonra yansıtıcı görevlerin gerçekleştirilmesi.

Imedu’da kullanılmak üzere 13 sahne tasarlanmıştır. Sahneler tasarlandıktan sonra Oculus Quest 2 VR başlığı ve web tarayışında test edilmiştir. Oculus Quest 2 VR başlığı ile hedeflenen IVR deneyimi öğrencilere yaşatılmıştır. Imedu’daki sahneler etkinliğin bağlamına bağlı olarak bir durumun öncesini-sonrasını gösterir nitelikte (okyanus asitlenmesinden önce ve sonra bir okyanus asitlenmesi gibi) ya da birinci elden deneyimleme şansı bulunamayan olgu ve durumların deneyimlenmesi (rüzgâr tribünlerinin içerisine girip çalışma prensibinin incelenmesi gibi) dikkate alınarak tasarlanmıştır. Sahneler tasarlandıktan sonra IVR teknolojileri alanında uzman bir öğretim teknolojüsünden uzman görüşü alınmıştır. Geliştirilen 3D sahnelere ilişkin uzak çekim görseller Tablo 3.7’de sunulmuştur. Deney grubundaki öğrencilerin, Imedu 3D Metaverse platformu içerisinde avatarlarının bakış açılarından gördükleri ortam Ek 3’te verilmiştir.

Tablo 3.7: 3D Sahneler.

Kaz Dağları
Milli Parkını
Ziyaret
Edelim
Etkinliği



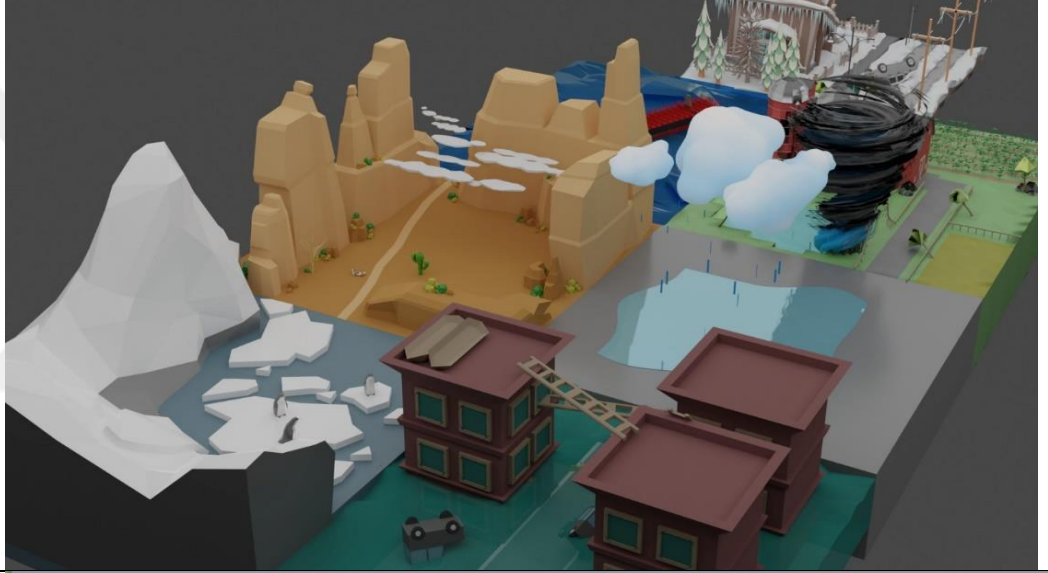
Tablo 3.7 (devam)

Değişen
Okyanusları
mız



İklim
Eylemi



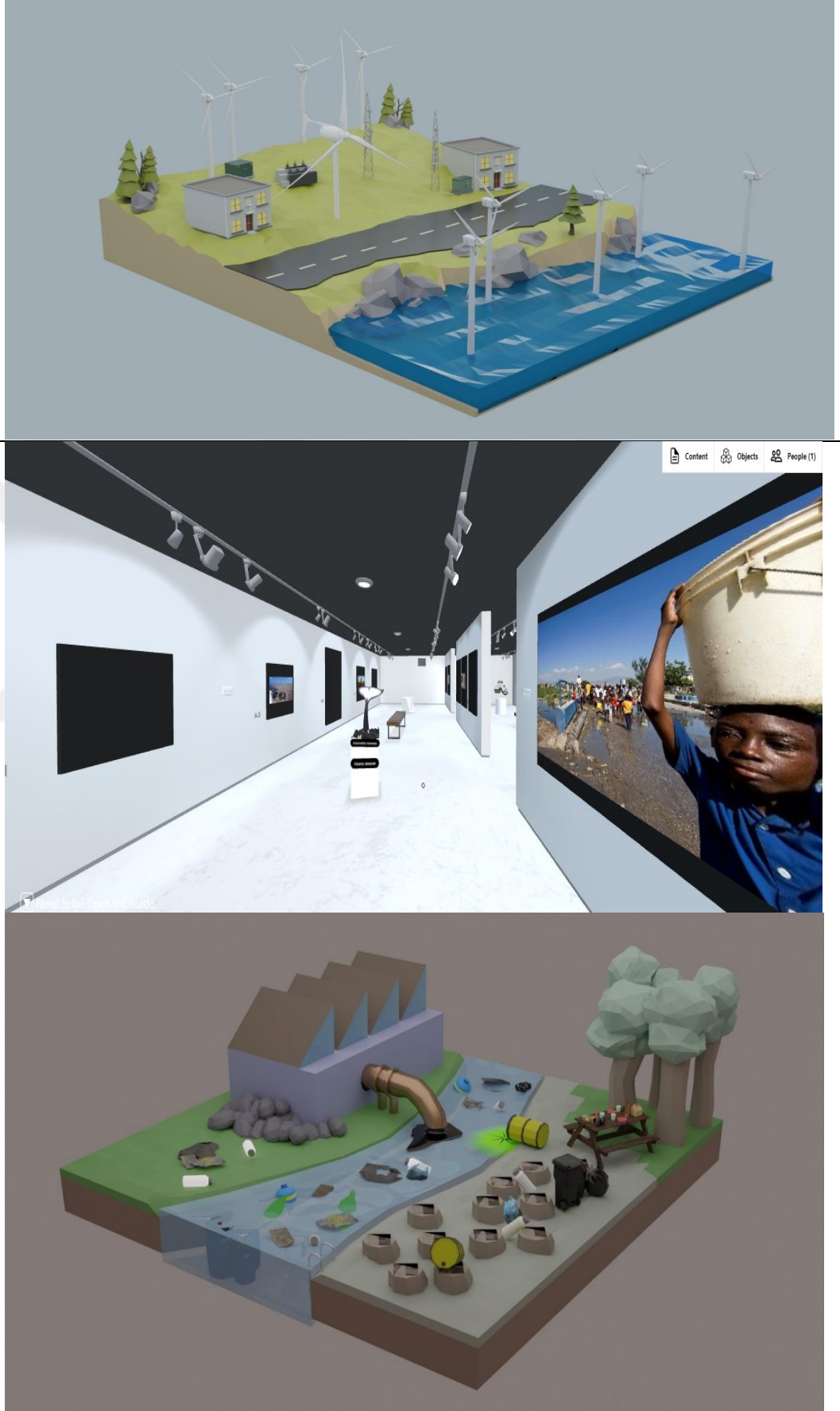


Temiz ve
Yenilenebili
r Enerji

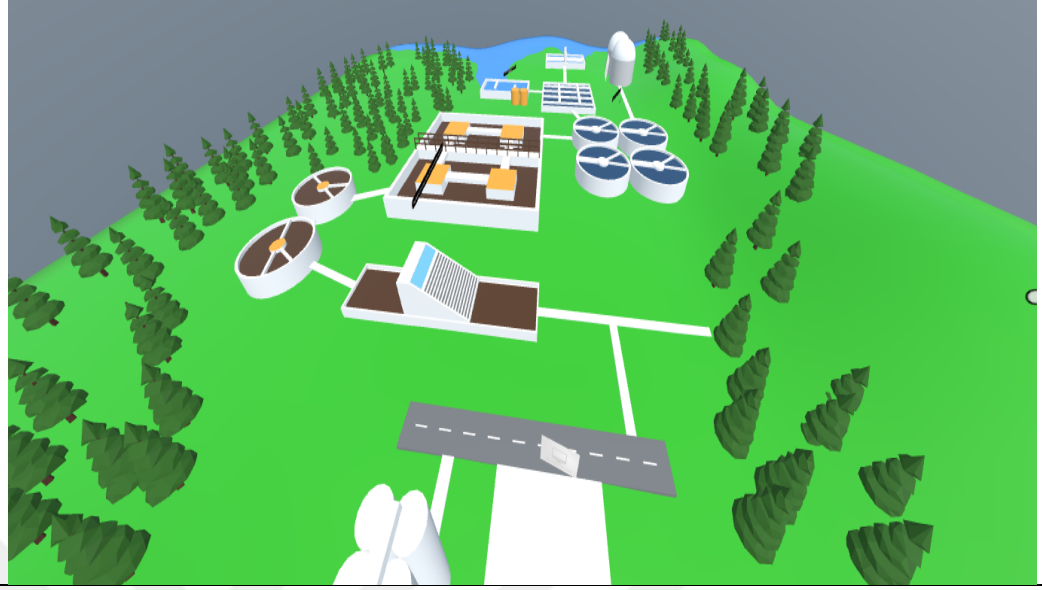


Tablo 3.7 (devam)

Temiz Su ve
Sanitasyon



Tablo 3.7 (devam)



3.4.4. Uygulama

Uygulama aşaması, geliştirilen öğretim tasarımının uygulamada etkili olması amacıyla gerekli şartların sağlanması, tasarımın uygulanması öncesinde pilot uygulamanın yapılması ve değerlendirilmesi ile esas uygulamanın gerçekleştirilmesini içermektedir (Morrison ve diğ., 2012).

3.4.4.1. Pilot Uygulama (Alan Testi)

Farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı, (i) Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!, b) Değişen Okyanuslarımız, c) İklim Eylemi, d) Erişilebilir ve Temiz Enerji ve e) Temiz Su ve Sanitasyon olmak üzere beş etkinlikten oluşmaktadır. Deney grubuna ve kontrol grubuna özel yetenekli öğrenciler için geliştirilen aynı farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı uygulanmıştır. Deney grubunda gerçekleştirilen uygulamada farklı olarak etkinliğin bağlamına bağlı olarak bir durumun öncesini-sonrasının gösterilmesi ya da birinci elden deneyimleme şansı bulunamayan olgu ve durumların deneyimlenmesi gibi amaçlarla IVR teknolojisi kullanılmaktadır.

Deney ve kontrol grubunda gerçekleştirilen deneysel işlemlerde fotoğraf ve video formatında öğrenme materyalleri ile web 2.0 araçlarının kullanımına yer verilmektedir. Aynı farklılaştırılmış fen öğretim tasarımının uygulandığı deney ve kontrol gruplarında yapılan

temel uygulama farklılığı deney grubundaki işlemlerde IVR teknolojisinin ve Imedu 3D Metaverse platformunun kullanılmasıdır.

Pilot uygulama ile tipik bir uygulama gerçekleştirilmeden önce deney ve kontrol gruplarındaki özel yetenekli öğrencilere farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı uygulanarak önleyici bir çalışma yürütülmesi ve pilot uygulama sonuçlarına göre öğretimsel, yöntemsel ve teknik önlemlerin alınması hedeflenmiştir. Bu kapsamda 33 özel yetenekli öğrenciyle pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Farklılaştırılmış öğretim tasarımı bu öğrencilerden 8'ine IVR teknolojisi kullanılarak, 8'ine IVR teknolojisi kullanılmadan yüz yüze uygulanmıştır. On yedi öğrenciye uzaktan eğitim şeklinde (yalnızca Değişen Okyanuslarımız etkinliği) uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu öğrencilerden bir tanesine VR başlığı evine götürmesine izin verilmiş ve öğrenci uzaktan eğitim sürecinde VR başlığı kullanarak IVR deneyimi yaşamıştır. Özetle;

- (i) 8 özel yetenekli öğrenciye farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı IVR teknolojisi kullanılarak yüz yüze (birinci grup),
- (ii) 8 özel yetenekli öğrenciye farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı IVR teknolojisi kullanılmadan yüz yüze (ikinci grup),
- (iii) 17 özel yetenekli öğrenciye “Değişen Okyanuslarımız” etkinliği Imedu 3D Metaverse platformunda uzaktan uygulanmıştır. Bu öğrencilerden bir tanesi VR başlığı evine götürmüş ve etkinliğin “3D Alanlardaki Yönergeler-IVR Uygulaması” bölümüne IVR kullanarak katılmıştır (üçüncü grup).

Pilot uygulama sürecinde yüz yüze gerçekleştirilen uygulamalar 8'şer kişilik iki öğrenci grubuna, bilim ve sanat merkezinde açılan bir atölye kapsamında uygulanmıştır. Farklılaştırılmış öğretim tasarımının her bir etkinliği 5 gün boyunca sabah saatlerinde birinci gruba, akşam saatlerinde ikinci gruba her bir gruba günlük 4 ders saati şeklinde uygulanmıştır. Üçüncü gruba gerçekleştirilen uygulama da 4 ders saati sürmüştür. Uygulamalara katılan öğrenciler farklı öğrenciler olup bu öğrenciler asıl uygulama yer almayacaklardır. Öğrencilerin tamamı BİLSEM'de öğrenim görmekte olan ortaokul öğrencileridir.

Pilot uygulama sürecinde araştırmacıyla birlikte bilim ve sanat merkezinde 6 yıldır öğretmenlik yapan bir gözlemci hazır bulunmuştur. Bu süreçte, araştırmacı kapsamlı notlar tutmuş, uygulamaya katılan gözlemcinin yazılı ve sözlü görüşleri kaydedilmiştir. Öğrencilerin

değerlendirmeleri ise uygulama sonrasında sözlü olarak toplanmıştır. Sonuçlar, araştırmacının notlarına, gözlemcinin notlarına ve öğrenci görüşlerine dayanarak derlenmiştir. Veri kaynakları olarak araştırmacının notları, gözlemcinin geri bildirimleri ve öğrenci değerlendirmeleri kullanılmıştır.

- 1) Araştırmacının Notları: Araştırmacı uygulama boyunca gözlemlerini ve bulgularını ayrıntılı bir şekilde kaydetmiştir. Bu notlar, uygulamanın genel işleyişi, ortaya çıkan zorluklar ve katılımcıların tepkileri hakkında değerli bilgiler sunmaktadır.
- 2) Gözlemcinin Geri Bildirimleri: Gözlemci, uygulama sırasında yapılan sözlü ve yazılı yorumları belgelemiştir. Bu geri bildirimler, araştırmacının bakış açısını tamamlayarak uygulamanın farklı bir perspektiften değerlendirilmesini sağlamaktadır.
- 3) Öğrenci Değerlendirmeleri: Uygulamadan sonra öğrencilerden sözlü geri bildirimler toplanmıştır. Bu değerlendirmeler, uygulamanın öğrenciler üzerindeki etkisini ve genel memnuniyet seviyelerini anlamak için önemlidir.

Araştırmacı, yukarıda bahsedilen tüm veri kaynaklarını kullanarak pilot uygulamanın kapsamlı bir değerlendirmesini hazırlamıştır. Elde edilen bulgular uygulamanın güçlü ve zayıf yönlerini, yapılması gereken iyileştirmeleri ve gelecekteki uygulamalar için önerileri ortaya koymuştur. İlk olarak her etkinlik, öğrencilerin katılımını teşvik eden yaratıcı ve etkileşimli öğrenme ortamları sunma konusunda başarılı olmuştur. Öğrencilerin ilgisini çekmek ve motivasyonlarını artırmak için teknoloji kullanımı, özellikle IVR teknolojisi gibi yenilikçi araçların entegrasyonu önemli bir rol oynamıştır. Ancak, her bir etkinliğin süre yönetimi ve geri bildirim toplama gibi ortak zayıf yönleri bulunmaktadır. Ayrıca, süreç değerlendirme formlarının öğrenciler tarafından sıkıcı bulunduğu belirlenmiş ve süreç değerlendirme formunun öneminin öğrencilere detaylı olarak açıklanmasının önemi anlaşılmıştır. Genel olarak, özel yetenekli öğrencilere yönelik yapılan etkinliklerin önemli bir bileşeni olan öğrenme deneyimlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda, pilot uygulamadan çıkarılabilen en önemli sonuçlardan birisi IVR deneyiminin uzaktan eğitimle gerçekleştirilmesinin pratikte zor olmasıdır. Bu nedenle IVR'nin sınıf ortamında uygulanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Farklılaştırılmış öğretim ve 3D Metaverse (Imedu) ortamındaki IVR uygulamaları pilot uygulama sonuçlarına göre revize edilmiş, bu kapsamda asıl uygulamadan daha çok verim alınması hedeflenmiştir.

3.4.4.2. Farklılaştırılmış Öğretim Tasarımının Deney Grubuna Uygulanması

Deney grubunda yer alan özel yetenekli öğrencilere geliştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımı 10 hafta boyunca hafta bir gün ve bir günde 4'er saat olmak üzere toplamda 40 ders saati boyunca uygulanmıştır. Bu şekilde deneysel işlem gerçekleştirilmiştir. Deneysel işlem öncesinde ve sonrasında FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT öğrencilere uygulanmış; deney grubundaki öğrencilerin 3D Metaverse platformunda farklılaştırılmış fen öğretimi hakkındaki görüşleri alınmıştır. Deney grubu öğrencilerinin katılımları, ders video kayıtlarına ve öz-değerlendirme formlarına göre analiz edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini nasıl kullandıkları ve öğrenme ürünleri (bilimsel yaratıcılıkları açısından) incelenmiştir. Tablo 3.8'de deney grubunda gerçekleştirilen etkinlikler yer almaktadır.



Tablo 3.8: Deney Grubunda Gerçekleştirilen Etkinlikler.

Uygulama Haftası	Süre	Etkinlik Adı	Etkinlik Açıklamaları
1.Hafta	4 x 40'	Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!	✓ Değişim teması, değişimin ne olduğu, büyük fikirleri, değişim farklı derslerdeki örnekleri ve karasal yaşamdaki değişimler üzerinde durulması ✓ Bilimsel Yaratıcılık Çalışması (“Ya yeryüzünde ormanlar olmasaydı, neler olurdu?” veya “Sağlıklı bir ekosistem denilince aklınıza gelenleri yazınız ya da çiziniz” görevleri üzerinde çalışılması) (bireysel çalışma) ✓ Geleceğin Ormanlarının Sırları çizgi romanının okunması (bireysel çalışma) ve çizgi roman üzerinde soru-cevap çalışması ✓ Öğrencilere Oculus Quest 2 VR başlığı kullanımının gösterilmesi ✓ Sahne 1’in (Sağlıklı Kaz dağları ekosistemi) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 1 üzerinde kanıta dayalı tartışma ✓ Sahne 2’nin (Bozulmuş Kaz dağları ekosistemi) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 2 üzerinde kanıta dayalı tartışma ✓ Sahne 3’ün (Kaz dağları yangın sahnesi) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 2 üzerinde kanıta dayalı tartışma ve kişisel anoloji kurulması (bireysel çalışma)
2.Hafta	4 x 40'	Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!	✓ SKA-15 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ “SKA-15 önemlidir çünkü...” cümlesinin tamamlanması (bireysel çalışma) ✓ Ürün değerlendirme formunun öğrencilerle paylaşılması (bireysel çalışma) ✓ SKA-15’e ulaşmaya yönelik bir icat tasarlanması (bireysel çalışma) ✓ SKA-15 hareketini destekleyen en az 2 kâr amacı gütmeyen kuruluşun araştırılması ve araştırma sonuçlarının sunulması (grup çalışması) ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması
3.Hafta	4 x 40'	Değişen Okyanuslarımızı Z	✓ Bilimsel Yaratıcılık Çalışması (“sağlıklı okyanuslar ve denizler varlığımız için gereklidir. Sağlıksız bir okyanus düşündüğünüzde aklınıza gelenleri yazınız/çiziniz” (bireysel çalışma) veya “Okyanuslar dünyamızın.....’sı gibidir. Çünkü..... cümlesini tamamlama” görevleri üzerinde çalışılması (bireysel çalışma) ✓ “Annie Sunbeam ve arkadaşları: Sudaki Yaşamı Korumak” isimli çizgi romanı öğrencilerden okumaları(bireysel çalışma) ve çizgi roman üzerinde soru-cevap çalışması ✓ Ph, ölçülmesi ve okyanus asitlenmesiyle ilgili grafiklerin incelemesi ✓ “Karadeniz Okyanusu Asitlenmesinin Analizi” isimli makalenin ilgili bölümünün okunması ve küçük grup tartışması (grup çalışması) ✓ Sahne 1’in (Sağlıklı/asitlenmemiş okyanus ekosistemi) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 1 üzerinde kanıta dayalı tartışma ✓ Sahne 2’nin (Bozulmuş/asitlenmiş okyanus ekosistemi) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 2 üzerinde kanıta dayalı tartışma

Tablo 3.8 (devam)

4.Hafta	4 x 40'	Değişen Okyanuslarımız	✓ Okyanus asitlenmesinin canlılar üzerindeki etkilerine yönelik belirli hipotezler geliştirmesi ve bunları test edebilecek olası deneysel tasarımların önerilmesi (Grup çalışması) ✓ Deneysel tasarımların Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) araştırma ekibi üyelerine sunulması ✓ SKA-14 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ “SKA-14 önemlidir çünkü...” cümlesinin tamamlanması (bireysel çalışma) ✓ Ürün değerlendirme formlarının (icat, deneysel tasarım ve sözlü sunum için) öğrencilerle paylaşılması (bireysel çalışma) ✓ SKA-14’e ulaşmaya yönelik bir icat tasarlanması (bireysel çalışma) ✓ SKA-14 hareketini destekleyen en az 2 kâr amacı gütmeyen kuruluşun araştırılması ve araştırma sonuçlarının sunulması (grup çalışması) ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması
5.Hafta	4 x 40'	İklim Eylemi	✓ Bilimsel Yaratıcılık Çalışması (İklim değişikliğiyle ilgili bilim insanlarının henüz cevaplamadığı/cevaplayamadığı sorular üzerinde beyin fırtınası yapılması) (grup çalışması) ✓ İklim değişikliği nedir? isimli çizgi romanının okunması (bireysel çalışma) ve çizgi roman üzerinde soru-cevap çalışması ✓ Probleme dayalı öğrenme basamaklarının öğrencilere açıklanması ✓ “Bir iklim aktivisti olarak iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik Türkiye’de neler yapabiliriz?” iyi yapılandırılmamış probleminin öğrencilerle paylaşılması ✓ Sahne 1’in (tarım ve hayvancılık faaliyetlerine ve bunların iklim değişikliği ile olan ilişkisi) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 1 üzerinde kanıta dayalı tartışma ✓ Sahne 2’nin (İklim değişikliğine neden olan doğal ve antropojenik faktörler) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 3 üzerinde kanıta dayalı tartışma ✓ Sahne 3’ün (iklim değişikliğinin sonuçları: kuraklık, aşırı/sağanak yağış, sel, hortum, tropikal/kar fırtınası) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 3 üzerinde kanıta dayalı tartışma
6.Hafta	4 x 40'	İklim Eylemi	✓ Ürün değerlendirme formlarının (araştırma raporu ve balık kılçığı poster) öğrencilerle paylaşılması ✓ İklim değişikliğinin neden ve sonuçları üzerine Balık Kılçığı çalışması (grup çalışması) ✓ İklim değişikliğiyle ilgili “Ne biliyoruz? Ne bilmeye ihtiyacımız var?” isimli çalışma kâğıdının doldurulması (grup çalışması) ✓ Probleme dayalı öğrenmenin “Tanımlama, Toplama, Üretme, Tartışma, Kararlaştırma, Sunma ve Rapor Hazırlama” aşamalarının izlenilmesi (grup çalışması) ✓ Grupların, çözüm kararlarını dijital sunumla diğer gruplara sunması (grup çalışması) ✓ SKA-13 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması

7.Hafta	4 x 40'	Erişilebilir ve Temiz Enerji	✓ 3-2-1 Köprüsü çalışma kâğıdının uygulanması (bireysel çalışma) ✓ “Temiz ve yenilenebilir enerji ile ilgili zorluklar ve çözüm yolları” isimli posterin incelenmesi ve düşün-eşleş-paylaş etkinliği (grup çalışması) ✓ Sahne 1’in (yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları) IVR ile deneyimlenmesi ve bu süreçte enerji kaynaklarının etiketlenmesi (15 dakika-grup çalışması) ✓ Sahne 1 üzerinde kanıta dayalı tartışma ✓ Gör-Düşün-Merak Et! Çalışma kâğıdının öğrencilerle paylaşılması ✓ Sahne 2’nin (rüzgâr tribünlerinin yapısı, elektrik üretimi ve dağıtımı) IVR ile deneyimlenmesi ve bu süreçte enerji kaynaklarının etiketlenmesi (15 dakika-grup çalışması) ✓ Sahne 2 üzerinde kanıta dayalı tartışma
8.Hafta	4 x 40'	Erişilebilir ve Temiz Enerji	✓ 3-2-1 Köprüsü çalışma kâğıdının uygulanması-yeni cevaplar (bireysel çalışma) ✓ Ürün değerlendirme formunun (RAFT) öğrencilerle paylaşılması ✓ RAFT ile yaratıcı yazma çalışması (grup çalışması) ✓ SKA-7 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması
9.Hafta	4 x 40'	Temiz Su ve Sanitasyon	✓ Victoria Jonassen tarafından tasarlanan “Sürdürülebilirlik Farkındalığı” isimli 3D modelin incelenmesi /grup çalışması) ✓ “Temiz su ve sanitasyon” isimli posterin incelenmesi (grup çalışması) ✓ Sanitasyon kavramının açıklanması ✓ Sahne 1’in (temiz su ve sanitasyona yönelik galeri yürüyüşü) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 1 üzerinde kanıta dayalı tartışma ✓ Sahne 2’nin (su kirliliğine neden olan faaliyetler) IVR ile deneyimlenmesi (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 2 üzerinde kanıta dayalı tartışma ✓ Sahne 3’ün (atık su üretim tesisini gezme) IVR ile deneyimlenmesi (üretim tesisi aşamaları izlenen video sonrası etiketlenir) (15 dakika-bireysel çalışma) ✓ Sahne 3 üzerinde kanıta dayalı tartışma
10.Hafta a	4 x 40'	Temiz Su ve Sanitasyon	✓ Ürün değerlendirme formunun (SCAMPER) öğrencilerle paylaşılması ✓ SCAMPER tekniğinin öğrencilere anlatılması ve örnek bir uygulama yapılması (bireysel çalışma) ✓ SCAMPER ile plastik ürün kullanımının azaltılması çalışması (grup çalışması) ✓ SKA-6 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması

3.4.4.3. Farklılaştırılmış Öğretim Tasarımının Kontrol Grubuna Uygulanması

Kontrol grubundaki özel yetenekli öğrencilere farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı 10 hafta boyunca hafta bir gün, günde 4 saat olacak şekilde uygulanmıştır. Uygulama öncesinde ve sonrasında FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT kontrol grubundaki öğrencilere uygulanmıştır. Tablo 3.9’da kontrol grubunda gerçekleştirilen etkinlikler yer almaktadır.



Tablo 3.9: Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Etkinlikler.

Uygulama Haftası	Süre	Etkinlik Adı	Etkinlik Açıklamaları
1.Hafta	4 x 40'	Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!	✓ Değişim teması, değişimin ne olduğu, büyük fikirleri, değişim farklı derslerdeki örnekleri ve karasal yaşamdaki değişimler üzerinde durulması ✓ Bilimsel Yaratıcılık Çalışması (“Ya yeryüzünde ormanlar olmasaydı, neler olurdu?” veya “Sağlıklı bir ekosistem denilince aklınıza gelenleri yazınız ya da çiziniz” görevleri üzerinde çalışılması) (bireysel çalışma) ✓ Geleceğin Ormanlarının Sırları çizgi romanının okunması (bireysel çalışma) ve çizgi roman üzerinde soru-cevap çalışması ✓ Sağlıklı Kaz dağları ekosistemiyle ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Sağlıklı Kaz dağları ekosistemiyle ilgili tartışmanın yapılması ✓ Bozulmuş Kaz dağları ekosistemi ekosistemiyle ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Bozulmuş Kaz dağları ekosistemi ilgili tartışmanın yapılması ✓ Kaz dağları milli parkında çıkan bir yangının ortasında kalan bir tavşanla ilgili kişisel analogi kurulması(bireysel çalışma)
2.Hafta	4 x 40'	Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!	✓ SKA-15 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ “SKA-15 önemlidir çünkü...” cümlesinin tamamlanması (bireysel çalışma) ✓ Ürün değerlendirme formunun öğrencilerle paylaşılması (bireysel çalışma) ✓ SKA-15’e ulaşmaya yönelik bir icat tasarlanması (bireysel çalışma) ✓ SKA-15 hareketini destekleyen en az 2 kâr amacı gütmeyen kuruluşun araştırılması ve araştırma sonuçlarının sunulması (grup çalışması) ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması
3.Hafta	4 x 40'	Değişen Okyanuslarımızı Z	✓ Bilimsel Yaratıcılık Çalışması (“sağlıklı okyanuslar ve denizler varlığımız için gereklidir. Sağlıksız bir okyanus düşündüğünüzde aklınıza gelenleri yazınız/çiziniz” veya “Okyanuslar dünyamızın.....’sı gibidir. Çünkü..... cümlesini tamamlama” görevleri üzerinde çalışılması (bireysel çalışma) ✓ “Annie Sunbeam ve arkadaşları: Sudaki Yaşamı Korumak” isimli çizgi romanı öğrencilerden okumaları(bireysel çalışma) ve çizgi roman üzerinde soru-cevap çalışması ✓ Ph, ölçülmesi ve okyanus asitlenmesiyle ilgili grafiklerin incelemesi ✓ “Karadeniz Okyanusu Asitlenmesinin Analizi” isimli makalenin ilgili bölümünün okunması ve küçük grup tartışması (grup çalışması) ✓ Sağlıklı okyanus ekosistemiyle ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Sağlıklı okyanus ekosistemiyle ilgili tartışmanın yapılması ✓ Bozulmuş/asitlenmiş okyanus ekosistemiyle ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Bozulmuş/asitlenmiş okyanus ekosistemiyle ilgili tartışmanın yapılması

Tablo 3.9 (devam)

4.Hafta	4 x 40'	Değişen Okyanuslarımız	✓ Okyanus asitlenmesinin canlılar üzerindeki etkilerine yönelik belirli hipotezler geliştirmesi ve bunları test edebilecek olası deneysel tasarımların önerilmesi (Grup çalışması) ✓ Deneysel tasarımların Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) araştırma ekibi üyelerine sunulması ✓ SKA-14 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ “SKA-14 önemlidir çünkü...” cümlesinin tamamlanması (bireysel çalışma) ✓ Ürün değerlendirme formlarının (icat, deneysel tasarım ve sözlü sunum için) öğrencilerle paylaşılması (bireysel çalışma) ✓ SKA-14’e ulaşmaya yönelik bir icat tasarlanması (bireysel çalışma) ✓ SKA-14 hareketini destekleyen en az 2 kâr amacı gütmeyen kuruluşun araştırılması ve araştırma sonuçlarının sunulması (grup çalışması) ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması
5.Hafta	4 x 40'	İklim Eylemi	✓ Bilimsel Yaratıcılık Çalışması (İklim değişikliğiyle ilgili bilim insanlarının henüz cevaplamadığı/cevaplayamadığı sorular üzerinde beyin fırtınası yapılması) ✓ İklim değişikliği nedir? isimli çizgi romanının okunması (bireysel çalışma) ve çizgi roman üzerinde soru-cevap çalışması ✓ Probleme dayalı öğrenme basamaklarının öğrencilere açıklanması ✓ “Bir iklim aktivisti olarak iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik Türkiye’de neler yapabiliriz?” iyi yapılandırılmamış probleminin öğrencilerle paylaşılması ✓ Tarım ve hayvancılık faaliyetlerine ve bunların iklim değişikliği ile olan ilişkisiyle ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Tarım ve hayvancılık faaliyetlerine ve bunların iklim değişikliği ile olan ilişkisiyle ilgili tartışmanın yapılması ✓ İklim değişikliğine neden olan doğal ve antropojenik faktörlerle ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ İklim değişikliğine neden olan doğal ve antropojenik faktörlerle ilgili tartışmanın yapılması ✓ İklim değişikliğinin sonuçları olarak kuraklık, aşırı/şağanak yağış, sel, hortum, tropikal/kar fırtınasıyla ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ İklim değişikliğinin sonuçları olarak kuraklık, aşırı/şağanak yağış, sel, hortum, tropikal/kar fırtınasıyla ilgili tartışmanın yapılması
6.Hafta	4 x 40'	İklim Eylemi	✓ Ürün değerlendirme formlarının (araştırma raporu ve balık kılçığı poster) öğrencilerle paylaşılması ✓ İklim değişikliğinin neden ve sonuçları üzerine Balık Kılçığı çalışması (grup çalışması) ✓ İklim değişikliğiyle ilgili “Ne biliyoruz? Ne bilmeye ihtiyacımız var?” isimli çalışma kâğıdının doldurulması (grup çalışması) ✓ Probleme dayalı öğrenmenin “Tanımlama, Toplama, Üretme, Tartışma, Kararlaştırma, Sunma ve Rapor Hazırlama” aşamalarının izlenilmesi (grup çalışması) ✓ Grupların, çözüm kararlarını dijital sunumla diğer gruplara sunması (grup çalışması)

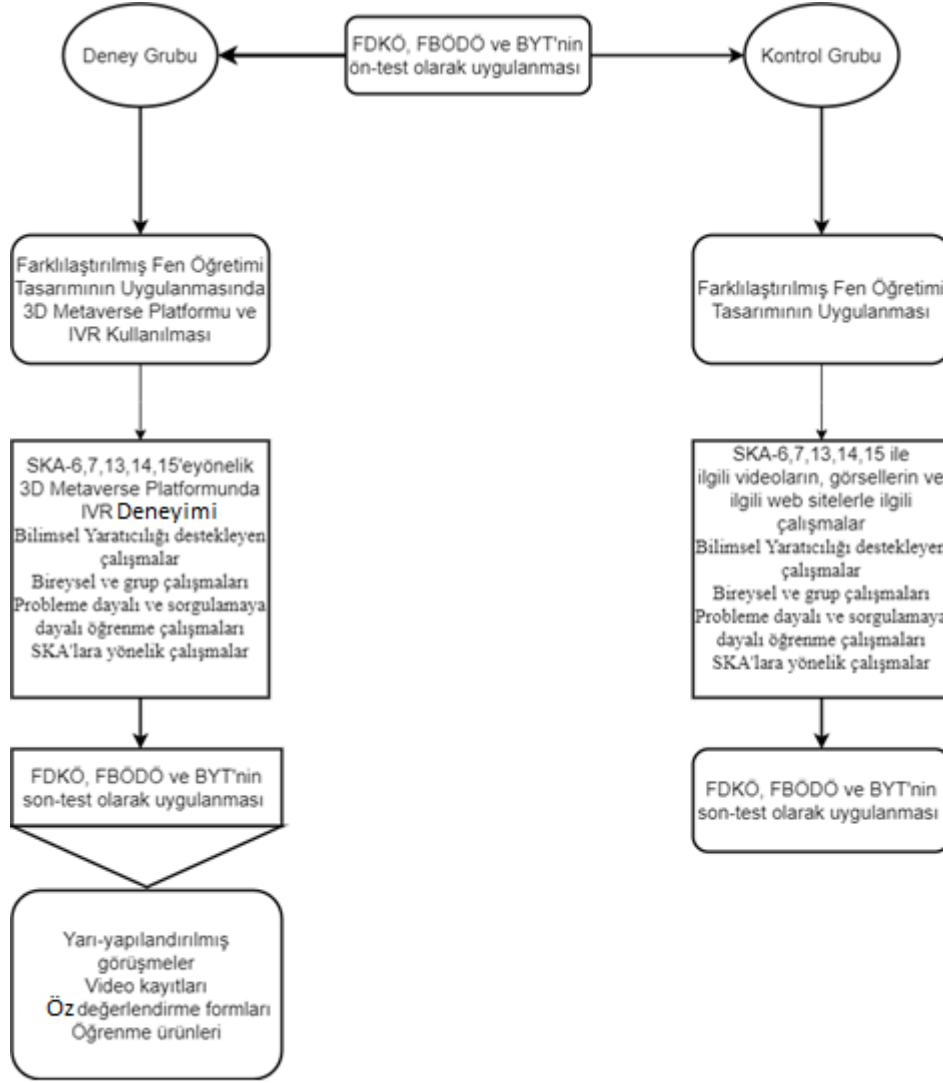
7.Hafta	4 x 40'	Erişilebilir ve Temiz Enerji	✓ SKA-13 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması ✓ 3-2-1 Köprüsü çalışma kâğıdının uygulanması (bireysel çalışma) ✓ “Temiz ve yenilenebilir enerji ile ilgili zorluklar ve çözüm yolları” isimli posterin incelenmesi ve düşün-eşleş-paylaş etkinliği (grup çalışması) ✓ Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarıyla ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarıyla ilgili tartışmanın yapılması ✓ Gör-Düşün-Merak Et! Çalışma kâğıdının öğrencilerle paylaşılması ✓ Rüzgâr tribünlerinin yapısı, elektrik üretimi ve dağıtımı ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Rüzgâr tribünlerinin yapısı, elektrik üretimi ve dağıtımı ilgili tartışmanın yapılması
8.Hafta	4 x 40'	Erişilebilir ve Temiz Enerji	✓ 3-2-1 Köprüsü çalışma kâğıdının uygulanması-yeni cevaplar (bireysel çalışma) ✓ Ürün değerlendirme formunun (RAFT) öğrencilerle paylaşılması ✓ RAFT ile yaratıcı yazma çalışması (grup çalışması) ✓ SKA-7 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması
9.Hafta	4 x 40'	Temiz Su ve Sanitasyon	✓ Victoria Jonassen tarafından tasarlanan “Sürdürülebilirlik Farkındalığı” isimli 3D modelin incelenmesi /grup çalışması) ✓ “Temiz su ve sanitasyon” isimli posterin incelenmesi (grup çalışması) ✓ Sanitasyon kavramının açıklanması ✓ Temiz su ve sanitasýona yönelik galeri yürüyüşünün sınıf içerisinde gerçekleştirilmesi ✓ Temiz su ve sanitasýona yönelik galeri yürüyüşüyle ilgili tartışmanın yapılması ✓ Su kirliliğine neden olan faaliyetlerle ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Su kirliliğine neden olan faaliyetlerle ilgili tartışmanın yapılması ✓ Atık su üretim tesisiyle ilgili videoların, görsellerin ve ilgili web sitelerinin incelenmesi ✓ Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarıyla ilgili tartışmanın yapılması
10.Hafta	4 x 40'	Temiz Su ve Sanitasyon	✓ Ürün değerlendirme formunun (SCAMPER) öğrencilerle paylaşılması ✓ SCAMPER tekniğinin öğrencilere anlatılması ve örnek bir uygulama yapılması (bireysel çalışma) ✓ SCAMPER ile plastik ürün kullanımının azaltılması çalışması (grup çalışması) ✓ SKA-6 ile gerçekleştirilen etkinliğin ilişkisinin kurulması ✓ Kazanım değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Öz değerlendirme formunun doldurulması (bireysel çalışma) ✓ Ek etkinlikler ve okuma, araştırma önerilerinin öğrencilerle paylaşılması ✓ Kariyer bağlantıları ve disiplinler arası bağlantıların kurulması

3.4.5. Değerlendirme

Pilot uygulama değerlendirildikten sonra, esas uygulama planlanan takvime göre gerçekleştirilmiştir. Esas uygulama, bu tez kapsamında gerçekleştirilen araştırma sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Bu kapsamda öğrencilere on hafta boyunca farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrencilere kontrol grubundaki öğrencilerden farklı olarak farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımı, 3D Metaverse platformu ve IVR Metaverse teknolojisi desteği ile uygulanmıştır. Deneysel işlem/uygulama öncesinde ve sonrasında hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT uygulanmıştır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi hakkında görüşleri alınmıştır. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerinin katılımları derslerin video kayıtlarına göre nasıl olduğu, öz-değerlendirme formlarının öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumlarını nasıl yansıttığı incelenmiştir.

3.5. Veri Toplama ve Analiz Süreci

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin analizi nicel verilerin analizi ve nitel verilerin analizi başlıkları altında verilmiştir. Özel yetenekli öğrencilerden FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT'yle elde edilen veriler nicel verilerin analizi, öğrenci görüşmelerinden, dokümanlara elde edilen veriler nitel verilerin analizi kısmında incelenmiştir. Veri toplama süreci Şekil 3.2'de sunulmuştur.



Şekil 3-3: Veri Toplama Süreci.

3.5.1. Nicel Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırma 2023-2024 eğitim-öğretim öğretim yılı bahar döneminde BİLSEM’de BYF 2 programında öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Farklılaştırılmış fen öğretimi öncesinde ve sonrasında öğrencilere FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT uygulanmıştır. Katılımın isteğe bağlı olduğu, sonuçların yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılacağı ve kişisel bilgilerin gizli tutulacağı öğrencilere açıklanmıştır.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilere FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT’nin öntest ve son test olarak uygulanması araştırma sürecinin birinci ve on ikinci haftasında iki ders saati olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada elde edilen veriler, SPSS-27 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Fen Dersi Katılım Ölçeği (FDKÖ), öğrencilerin katılımını bilişsel,

davranışsal, duygusal ve sosyal olmak üzere dört boyutta değerlendiren ve 33 maddeden oluşan bir Likert tipi ölçme aracıdır. "Kesinlikle katılmıyorum" için 1, "Katılmıyorum" için 2, "Kararsızım" için 3, "Katılıyorum" için 4 ve "Kesinlikle katılıyorum" için 5 puan verilmiştir. Ölçeğin 5., 6., 7., 8., 14., 15., 16., 21., 22., 23., 24., 25., 26., 31., 32. ve 33. Maddeleri ters kodlanmıştır. Bu ölçekten alınabilecek en düşük 33, en yüksek puan 165'tir. Bu araştırmada FDKÖ'ye ilişkin analizler toplam ölçek puanı hesaplanarak gerçekleştirilmiştir.

FDKÖ, tekrarlama, çaba düzenleme, ayrıntılandırma, bilişüstü öz-düzenleme ve kritik düşünme olmak üzere 5 faktör ve 25 maddeden oluşmaktadır. FDKÖ, likert tipi bir ölçek olduğu için "Kesinlikle katılmıyorum" 1, "Katılmıyorum" 2, "Kararsızım" 3, "Katılıyorum" 4 ve "Kesinlikle katılıyorum" 5 puan olarak değerlendirilmiştir. Ölçeğin çaba düzenleme alt boyutuna ilişkin maddeleri (6., 7., 8., 9., 10. ve 11. Maddeler) ters kodlanmıştır. Veri analizinde FDKÖ'ye ilişkin toplam ölçek puanları kullanılmıştır.

Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT), açık uçlu 7 sorudan oluşmaktadır ve farklı yaratıcı düşünme boyutlarını değerlendirmek için tasarlanmıştır. Testin ilk dört sorusu akıcılık, esneklik ve özgünlük; son üç sorusu ise esneklik ve özgünlük boyutları üzerinden değerlendirilmiştir. Akıcılık puanı, öğrencilerin sorulara verdikleri toplam yanıt sayısına göre hesaplanır. Esneklik puanı, cevaplarda kullanılan farklı alanlar ve yaklaşımlar dikkate alınarak belirlenir. Özgünlük puanı ise yanıtların sıklığının tablollaştırılması yoluyla hesaplanmaktadır. Her bir boyuttan alınan puanlar ayrı ayrı değerlendirildikten sonra birleştirilerek toplam BYT puanı oluşturulmuştur. Araştırmada gerçekleştirilen nicel analizlerde, öğrencilerin toplam BYT puanları kullanılmıştır.

FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT öntest puanları açısından deney ve kontrol gruplarının denk olup olmadığının incelenmesi için verilerin her iki grupta da öntestler için normal dağılım gösterdiğinden bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Deneyisel işlem sonrasında deney ve kontrol gruplarına tekrar nicel veri toplama araçları uygulanmıştır. Ön-test ve son-test verilerinin analizinde kullanılacak testlerin belirlenmesi için, verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Merkezi eğilim ölçüleri hesaplanarak, basıklık ve çarpıklık değerleri gözden geçirilmiş ve normallik testi yapılmıştır. Varyansların eşit olup olmadığını belirlemek için Levene testi uygulanmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edildiğinden, analizlerde parametrik testler

kullanılmış ve Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA tercih edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarında öntest ve son test uygulamalarıyla yapılan ölçümlerde iki farklı işlem yapılmaktadır. Deney ve kontrol gruplarının sonuçlarının karşılaştırılması ilişkisiz örneklem ölçmesi, aynı grubun öntest ve son test sonuçlarının karşılaştırılması ise ilişkili örneklem ölçmesidir. Bu durum, hem farklı grupların hem de aynı grubun art arda ölçülmesini içeren iki farklı uygulama olduğunu göstermektedir. Bu nedenle araştırmada Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA kullanılmıştır.

Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA testi uygulanabilmesi için şu varsayımlar kontrol edilmiştir: i. örneklem grupları birbirinden bağımsız olmalıdır, ii. bağımlı değişkenlere ait veriler her bir alt grupta normal dağılım göstermelidir, iii. örneklem gruplarının bağımlı değişkenlere ait varyansları homojen olmalıdır ve iv. grupların ikili kombinasyonları için kovaryanslar homojen olmalıdır (Can, 2024). Aynı zamanda, FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT için yapılan ANOVA testinde etki büyüklüğü kısmi eta-kare değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değerler, Cohen (1973) ve Richardson (2011) tarafından 0,01 için düşük, 0,06 için orta ve 0,14 için yüksek olarak sınıflandırılmıştır. ANOVA analizinden sonra, Bonferroni düzeltilmiş karşılaştırmalar testi ile her bir değişkenin sonuç üzerindeki etkisi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Araştırmada, bağımsız örneklem t testi ve ANOVA testleri %95 güven aralığında ve anlamlılık düzeyi $\alpha = .05$ olarak yapılmıştır. Analiz sonuçları, bulgular bölümünde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.5.2. Nitel Verilerin Toplanması ve Analizi

Yarı yapılandırılmış görüşmeler, FDKÖ'den düşük, orta ve yüksek puan alan 5 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Birinci görüşme 32 dakika, ikinci görüşme 36 dakika, üçüncü görüşme 29 dakika, dördüncü görüşme 47 dakika ve beşinci görüşme 30 dakika olmak üzere tüm görüşmeler ortalama 34.8 dakika sürmüştür. Görüşmeler araştırmacı tarafından belirlenen takvim doğrultusunda sessiz ve öğrencilerin rahat cevap verebileceği bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca veri kaybını önlemek amacıyla öğrencilerden izin alınarak (öncesinde velilerden onam formu da alınmıştır) görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş ve görüşmelerin ses kayıtları transkript edilmiştir. Öğrencilerin gizliliği koruma altında tutularak isimleri Ö1, Ö2, ..., Ö5 şeklinde kodlanmıştır.

Görüşme verilerinin analizinde, nitel verilerin derinlemesine incelenmesini ve anlamlandırılmasını sağlayan tümevarımsal içerik analizi yöntemi uygulanmıştır (Yıldırım &

Şimşek, 2013). İlk aşamada, toplanan veriler bütüncül bir yaklaşımla okunmuş ve çalışma grubunda sıkça tekrarlanan veya vurgulanan olaylar ile durumlar temel alınarak kodlamalar yapılmıştır. Daha sonra bu kodlar, ilişkili kavramlar altında kategorilere ayrılmış ve yorumlanmıştır. Çalışma grubundaki öğrencilerin görüşleri bu sistematik çerçevede analiz edilmiştir (Baltacı, 2019). Kodlama süreci tamamlandıktan sonra iki araştırmacı bir araya gelerek kodlar üzerinde fikir birliğine varmıştır. Nitel araştırmaların yorumlayıcı doğası nedeniyle, analiz sürecinin rakamsal sonuçlardan çok araştırmacılar arasında sağlanan uzlaşıyla ilerlemesinin daha uygun olduğu düşünülmüştür. Bu yaklaşımın iç güvenilirliği artırdığı ve daha tutarlı sonuçlar sağladığına dair görüşler, alanyazında da yer almaktadır (Creswell, 2021; Zhang & Creswell, 2013). Bu nedenle, kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı hesaplanmamış, kodlama ve kategorilendirme süreci fikir birliği ile yürütülmüştür.

Deney grubunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi 200 dakikalık video kaydına alınmıştır. Video kayıtları araştırmacı tarafından bir klasöre 1’den 5’e kadar numara verilerek depolanmıştır. Video kayıtları içerisinde araştırma sorusunun çözümlenmesine yönelik bilgi almaya elverişli olmayan kısımlar kesilmiştir. Son durumda 160 dakikalık video kaydı elde edilmiştir. Videoların analizinde Ek-1’de verilen video kayıt inceleme formundan yararlanılmıştır. Öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumları öz değerlendirme formunun içerisinde yer alan öz-değerlendirmeye yönelik sorulara göre incelenmiştir. Bu formlar 1’den 100’e kadar numaralandırılmış, F1, F2 F3.....F100 şeklinde isimlendirilmiş ve bir dosyada toplanılmıştır. Etkinlik planında belirtilen görevlere uygun şekilde tamamlanan tüm öğrenme ürünleri değerlendirilmiştir. Araştırmanın nitel kısmında elde edilen dokümanların toplanması ve analizi sürecinde Özkan (2019, s.28-29) tarafından önerilen “doküman inceleme işlem basamakları” kullanılmıştır. İşlem basamakları, i. Planlama, ii. Toplama, iii. Gözden Geçirme, iv. Sorgulama, v. Düşün/İyileştir ve vi. Veri Analizi şeklindedir. Veri analizi basamağında tümevarımsal içerik analizi (video kayıtları ve öz değerlendirme formları için) ve betimsel analiz (öğrenme ürünlerinin analizi için) kullanılmıştır. Betimsel analiz, bulguları düzenli bir biçimde yorumlayarak okuyucuya sunmayı hedeflemektedir (Yıldırım & Şimşek, 2013).

Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak için gerekli çalışmalar yapılmıştır. İç geçerlik, dış geçerlik, iç güvenilirlik ve dış güvenilirlik açılarından yapılan çalışmalar şunlardır:

- İç geçerliği, bir başka deyişle araştırmacıların yorumlarının gerçekliği yansıtmaya derecesini sağlamak adına kullanılan görüşme formu alanyazın taraması sonucunda oluşturulmuş ve uzman kontrolünde iyileştirilmiştir.
- Tümevarımsal içerik analizi yöntemiyle elde edilen veriler, anlamlı kodlar oluşturularak kategorize edilmiş ve uzmanlar tarafından incelenmiş ve onaylanmıştır.
- Görüşmeler öncesinde katılımcılara çalışmanın amacı detaylı şekilde açıklanmış ve soruların anlaşılabilirliği sağlanmıştır.
- Dış geçerlik (araştırmanın aktarılabilirliği ve genellenebilirliği) için, araştırma sürecinin her bir aşaması detaylı olarak açıklanmış, amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmış, bulgular doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.
- Verilerin güvenilirliğini sağlamak için iç (tutarlılık) ve dış güvenilirlik (teyit edilebilirlik) çalışmaları yapılmıştır. Görüşmelerde kullanılan nitel veriler doğrudan aktarılmış, sorular araştırma sorusuyla uyumlu şekilde öğrencilere yöneltilmiştir. Görüşmeler sessiz ve görüşme yapmaya elverişli bir ortamda gerçekleştirilmiştir.
- Teyit edilebilirlik için, görüşme sonuçları katılımcılara ulaştırılmış ve doğrulanmıştır. Araştırma bulguları ile elde edilen sonuçlar arasında doğrudan ilişki kurulmuş ve tüm süreçler uzman görüşlerine sunulmuştur.
- Farklı yöntemlerle (nicel ölçümler (FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT), görüşmeler ve doküman analizi (öğrenme ürünleri, öz-değerlendirme formları, video kayıtları) elde edilen verilerin birbirini doğrulamak amacıyla kullanılması sonuçların geçerliliğini ve güvenilirliğini arttırmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2013).

4. BULGULAR

Bu bölümde ilk olarak FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT ön-test ve son-testlerine ait betimsel istatistik analiz bulguları sunulmuştur. Daha sonra, verilerin normallik testi yapılmış ve çıkarımsal istatistik analiz bulguları sıralı olarak aktarılmıştır.

4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular

4.1.1. Betimsel İstatistiğe Ait Bulgular

FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT öntest ve son test verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için yapılan betimsel istatistiksel analizler, analiz sürecinin başlangıç adımını oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğünün 30'un altında olması durumunda parametrik olmayan testlerin kullanılması önerilmektedir (Can, 2014). Ancak, veri setinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için basıklık ve çarpıklık değerlerinin hesaplanması, normallik testlerinin uygulanması ve grafiksel yöntemlerin birlikte değerlendirilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır (Seçer, 2015). Bu kapsamda, puanların ortalama, mod ve medyan değerleri karşılaştırılmış, basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Normallik testi uygulanarak verilerin dağılımı değerlendirilmiştir. Ayrıca, grafiksel yöntemler de bu süreçte kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT verilerinin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, çalışma sonuçlarının çıkarımsal istatistik yöntemleriyle analiz edilebileceği sonucuna varılmıştır. Deney ve kontrol gruplarına ait FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT ön-test ve son-test puanlarına ilişkin betimsel istatistik bulguları, Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1: Deney ve Kontrol Gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler.

Ölçek	Grup	N	Ölçüm	$\bar{X}$	SS	Ortanca	Mod	Çarpıklık	Basıklık
FDKÖ	Deney	20	Öntest	127.15	10.72	129.50	126.00	-.690	-.388
		20	Sontest	137.20	9.00	138.00	143.00	-.771	.223
	Kontrol	20	Öntest	128.68	7.84	128.02	125.00	.381	.233
		20	Sontest	130.10	8.79	130.00	130.00	-.299	-.596
FBÖDÖ	Deney	20	Öntest	84.66	12.47	82.50	82.00	.054	-.072
		20	Sontest	102.80	13.64	103.00	103.00	-.422	-.171
	Kontrol	20	Öntest	88.92	7.86	88.50	82.00	.233	-.429
		20	Sontest	91.60	12.34	90.50	87.00	-.339	.633
BYT	Deney	20	Öntest	67.95	25.10	63.50	66.00	-.596	-.263
		20	Sontest	87.50	24.35	83.50	83.00	.532	-.574
	Kontrol	20	Öntest	59.85	11.37	59.85	58.00	.355	-.199
		20	Sontest	69.85	11.33	69.00	68.00	.343	-.219

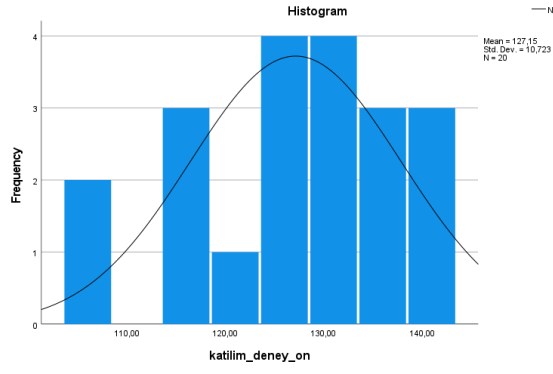
$\bar{X}$ =ortalama, SS=standart sapma, N=kişi sayısı

Tablo 4.1 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT öntest ve sontest puanlarına ilişkin ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Aynı zamanda FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT'ye ilişkin her bir gruba ait basıklık ve çarpıklık değerlerinin -1 ve +1 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm bu bulgular ışığında, DKÖ, FBÖDÖ ve BYT öntest ve sontest puanlarının normal dağılım gösterdiği söylenebilir (Fraenkel & Wallen, 1996; George & Mallery, 2010; Tabachnick & Fidell, 2001). Normallik testi kullanılarak da FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT öntest ve sontest puanlarının normal dağılım gösterme durumu test edilmiştir ve normallik testine ilişkin sonuçlar Tablo 17'de sunulmuştur.

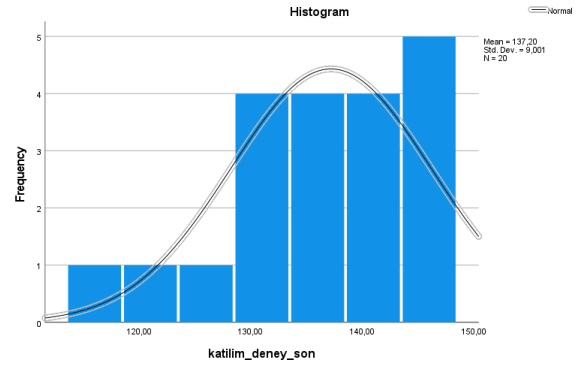
Tablo 4.2: Deney ve Kontrol Gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ, BYT Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları.

Ölçek	Grup	Ölçüm	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
			İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
FDKÖ	Deney	Öntest	.140	20	.200	.930	20	.155
		Sontest	.140	20	.200	.929	20	.145
	Kontrol	Öntest	.104	20	.200	.976	20	.878
		Sontest	.111	20	.200	.966	20	.669
FBÖDÖ	Deney	Öntest	.103	20	.200	.971	20	.782
		Sontest	.106	20	.200	.962	20	.575
	Kontrol	Öntest	.096	20	.200	.987	20	.991
		Sontest	.105	20	.200	.983	20	.971
BYT	Deney	Öntest	.181	20	.085	.934	20	.183
		Sontest	.097	20	.200	.979	20	.922
	Kontrol	Öntest	.180	20	.088	.929	20	.150
		Sontest	.097	20	.200	.979	20	.922

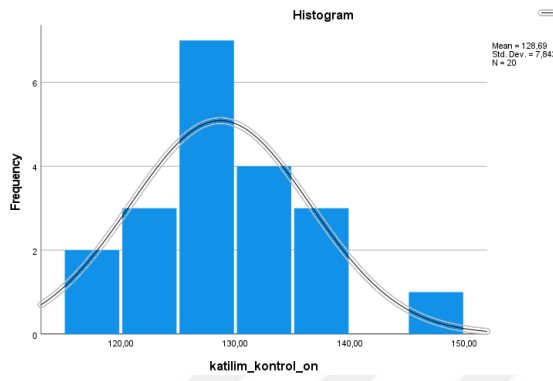
Çalışma grubundaki özel yetenekli öğrencilerin aralık ölçeğinde olan FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT öntest ve sontest puanlarının normal dağılım gösterme durumlarının incelenmesi için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Bu test örneklem sayısı 30'un altında olduğunda kullanılmaktadır (McKillup, 2012). Tablo 4.2 incelendiğinde, FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT puanlarının her iki ölçümde her iki grup için de normal dağılım sergilediği belirlenmiştir ($p>0.05$). Veri setinin normal dağılım gösterme durumuna karar verebilmek için istatistiksel yöntemsel kadar grafiksel yöntemler de kullanılmaktadır (Can, 2024). Bu bağlamda üç bağımlı değişkenin öntest ve sontest ölçümlerine ilişkin histogram grafikleri çizilmiş ve yorumlanmıştır. Histogram grafikleri Şekil 4.1 (a, b,c,d), Şekil 4.2 (a, b,c,d) ve Şekil 4.3'te (a, b,c,d) sunulmuştur. Histogram grafikleri incelendiğinde deney ve kontrol grubunda yer alan özel yetenekli öğrencilerin FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT öntest ve sontest puanlarının normal dağılıma yakın olduğu belirlenmiştir.



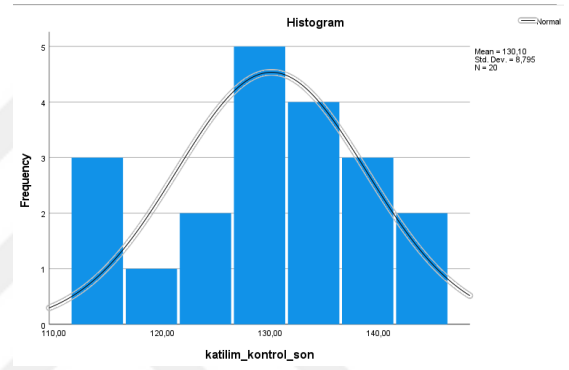
a



b

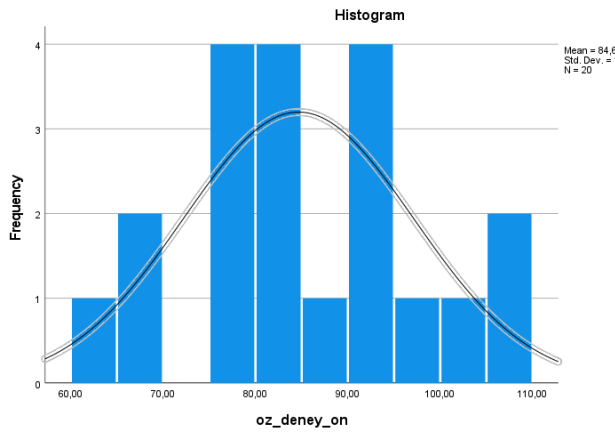
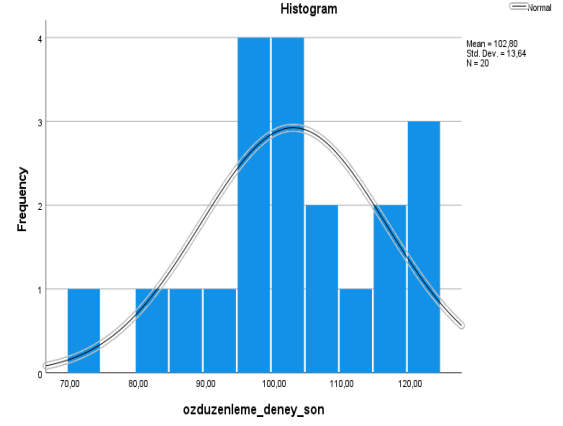
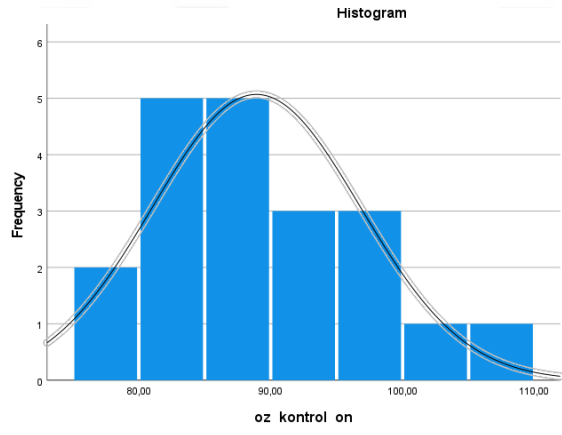
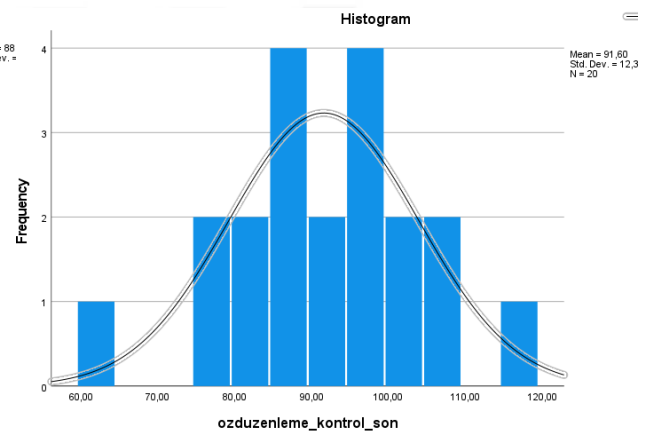


c

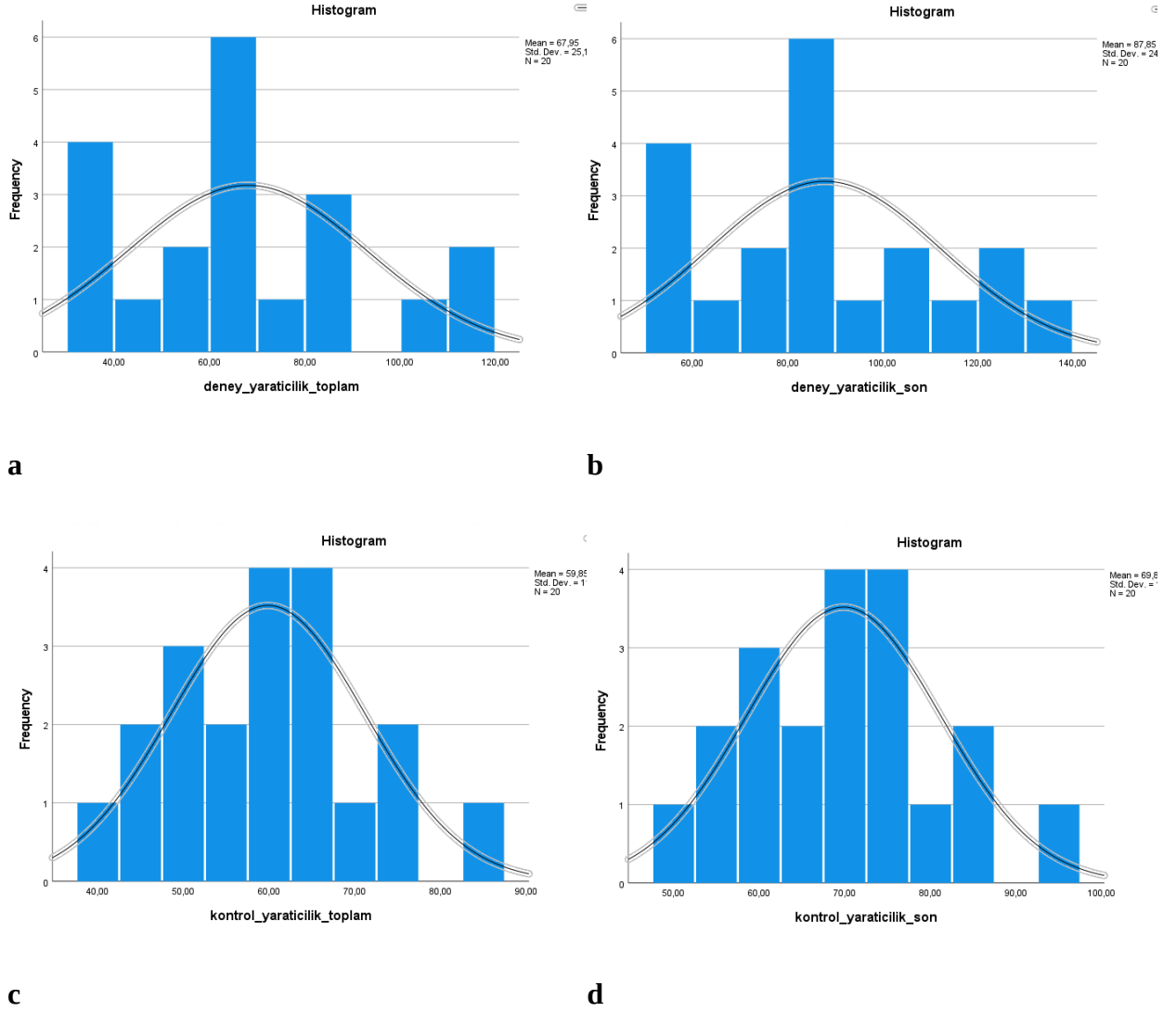


d

Şekil 4-1: FDKÖ Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Histogram Grafikleri.

**a****b****c****d**

Şekil 4-2: FBÖDÖ Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Histogram Grafikleri



Şekil 4-3: BYT Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Histogram Grafikleri.

4.1.2. Çıkarımsal İstatistiğe Ait Bulgular

FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT'ye ilişkin verilerin normal dağılım gösterildiğinin belirlenmesinin ardından Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA yapılabilmesi için gerekli olan varsayımların test edilmiştir. Testin varsayımları arasında i. herhangi bir gruptaki (deney ve kontrol) katılımcı için tekrarlı ölçümlerdeki fark puanı, diğer katılımcılarınkinden bağımsız olmalıdır, ii. Bağımlı değişkenlere ilişkin verilerin (en az aralık ölçeğinde) her bir alt grupta (deney ve kontrol gruplarının, ön test ve son testlerinde 4 ayrı grup için) normal dağılım sergilemesi, iii. örneklemelerin bağımlı değişkene ait varyanslarının homojen olması (aynı anda birden fazla grupta yapılan her bir ölçümde) ve iv. grupların kovaryanslarının eşit olması (grupların ikili kombinasyonları için) yer almaktadır. Birinci varsayım, deney ve

kontrol gruplarındaki katılımcılar ve onlara ilişkin ölçümler birbirinden bağımsız olduğu için sağlanmıştır. İkinci varsayımın sağlandığına ilişkin bulgular betimsel istatistiğe ait bulgular başlığı altında sunulmuştur. Üçüncü varsayımın test edilmesine yönelik olarak gerçekleştirilen varyans homojenliği testi (Levene testi) sonuçları Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3: Deney ve Kontrol Gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Varyans Homojenliği Testi Sonuçları.

Ölçek	N	Ölçüm	sd1	sd2	F	p
FDKÖ	20	Öntest	1	38	1.974	.168
	20	Sontest	1	38	1.923	.174
FBÖDÖ	20	Öntest	1	38	4.816	.057
	20	Sontest	1	38	.153	.698
BYT	20	Öntest	1	38	7.950	.008
	20	Sontest	1	38	9.756	.005

Tablo 4.3 incelendiğinde FDKÖ ve FBÖDÖ'ye ait öntest ve sontestlerde varyanslarının homojen olduğu görülmektedir ($p > 0,05$). BYT'ye ilişkin öntest ve sontestlerde varyanslar homojen değildir ($p < 0,05$). Ancak örneklem grupları birbirine yakın ya da eşitse varyans homojenliği varsayımının karşılandığı kabul edilir (Green & Salkind, 2013; Tabachnick ve diğ., 2013). Ayrıca BYT için varyans homojenliğinin sağlanmaması ölçümlerin aynı gruptan tekrarlı bir şekilde alınmasıyla da açıklanabilmektedir (Field, 2009).

Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA'nın yapılabilmesi için son varsayım kovaryanslar arasında (ölçüm gruplarının ikili kombinasyonları için) anlamlı fark olmamasıdır. Bu varsayımın testi için Box testi yapılmış ve sonuçları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 4.4:Box Testi Sonuçları.

Ölçek	N	Box's M	F	sd1	sd2	p
FDKÖ	40	1.903	.598	3	259920.0	.616
FBÖDÖ	40	4.66	1.466	3	259920.0	.222
BYT	40	5.468	1.740	3	259920.0	.035

Tablo 4.4'te FDKÖ'ye ilişkin ölçüm gruplarının ikili kombinasyonları için kovaryansların eşit olduğu görülmektedir (Box's M= 1,903, $(F(3, 259920.0) = 0,598, p > 0,05)$). Benzer şekilde FBÖDÖ için de kovaryanslar eşittir (Box's M= 4,696, $(F(3, 259920.0) = 1,475, p > 0,05)$). BYT için kovaryanslar eşit değildir (Box's M= 5,468, $(F(3, 259920.0) = 1,740, p < 0,05)$). Box's M değeri çok hassas olup, anlamlılık değeri (p) 0,001'den büyük olduğunda ve örneklem büyüklükleri eşit olduğunda kovaryans eşitliği sağlanmaktadır (Tabachnick & Fidell, 2001). Bu nedenle FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT'ye ilişkin ölçüm gruplarının ikili kombinasyonları için kovaryansların eşit olduğu söylenebilir.

Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA yapılabilmesi için varsayımlar test edildikten sonra çıkarımsal istatistik olarak deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının arasında fark olup olmadığı da bağımsız örneklem t testi ile incelenmiştir. Bağımsız örneklem t testine ilişkin sonuçlar Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5: Deney ve Kontrol Gruplarının FDKÖ, FBÖDÖ ve FBÖDÖ Öntest Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları.

Ölçek	Gruplar	N	$\bar{X}$	SS	Levene Testi F	p	t	sd	p
FDKÖ	Deney	20	127.15	10.72	1.974	.168	-.517	38	.204
	Kontrol	20	128.68	7.84					
FBÖDÖ	Deney	20	84.66	12.47	4.81	.057	-1.29	38	.608
	Kontrol	20	88.92	7.86					
BYT	Deney	20	67.95	25.10	7.950	.008	1.31	26.43	.200
	Kontrol	20	59.85	11.33					

Çalışma grubundaki özel yetenekli öğrencilerin FDKÖ ($t_{(38)}=-0,517$, $p>0,05$), FBÖDÖ ($t_{(38)}=-1,29$, $p>0,05$) ve BYT ($t_{(26,438)}=1,31$, $p>0,05$) öntest puanları arasında anlamlı bir fark yoktur. FDKÖ, FBÖDÖ ve BYT'ye ilişkin puanlar açısından grupların (deney ve kontrol) birbirine denk olduğu söylemek mümkündür.

4.1.3. Fen Dersi Katılım Ölçeğine İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt probleminin çözümlenmesine yönelik Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiştir. FDKÖ'ye ilişkin öntest ve son test puan ortalamaları ile standart sapma değerleri Tablo 4.6'da, ANOVA sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.6: FDKÖ'ye İlişkin Öntest ve Son test Puan Ortalamaları ve Standart Sapma Değerler.

GRUPLAR	Öntest			Son test		
	N	$\bar{X}$	SS	N	$\bar{X}$	SS
Deney	20	127.15	10.72	20	139.05	8.85
Kontrol	20	128.68	7.84	20	130.10	7.79

Tablo 4.6 incelendiğinde, FDKÖ'ye ilişkin öntest ve son test puan ortalamaları ve standart sapma değerlerinin gruplara göre önemli değişiklikler gösterdiği görülmektedir. Deney grubunda, öntest ortalama puanı 127.15 ve standart sapma değeri 10.72 iken, son test ortalama puanı 139.05'e yükselmiş ve standart sapma değeri 8.85'e düşmüştür. Bu, deney grubunun performansında genel bir iyileşme olduğunu ve puanların daha homojen hale geldiğini göstermektedir. Diğer yandan, kontrol grubunda öntest ortalama puanı 128.68 ve standart sapma değeri 7.84 iken, son test ortalama puanı 130.10'a ve yükselmiş ve standart

sapma değeri çok az yükselmiştir. Genel olarak, deney ve kontrol gruplarının sontest puanlarında bir artış gözlemlenmiş olup, bu artış deney grubunda daha belirgindir.

Tablo 4.7: Çalışma Grubunun FDKÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA Sonuçları.

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η^2
Gruplararası	2553.854	39				
Grup (Deney/Kontrol)	274.770	1	274.770	4.581	.03	.108
Hata	2279.084	38	59.976			
Gruplariçi	5469.01	40				
Test (Öntest ve Sontest)	886.193	1	886.193	8.350	0.00	.180
Grup*Test	549.876	1	549.876	5.181	.02	.12
Hata	4032.941	38	106.130			
Toplam	8022.864	79				

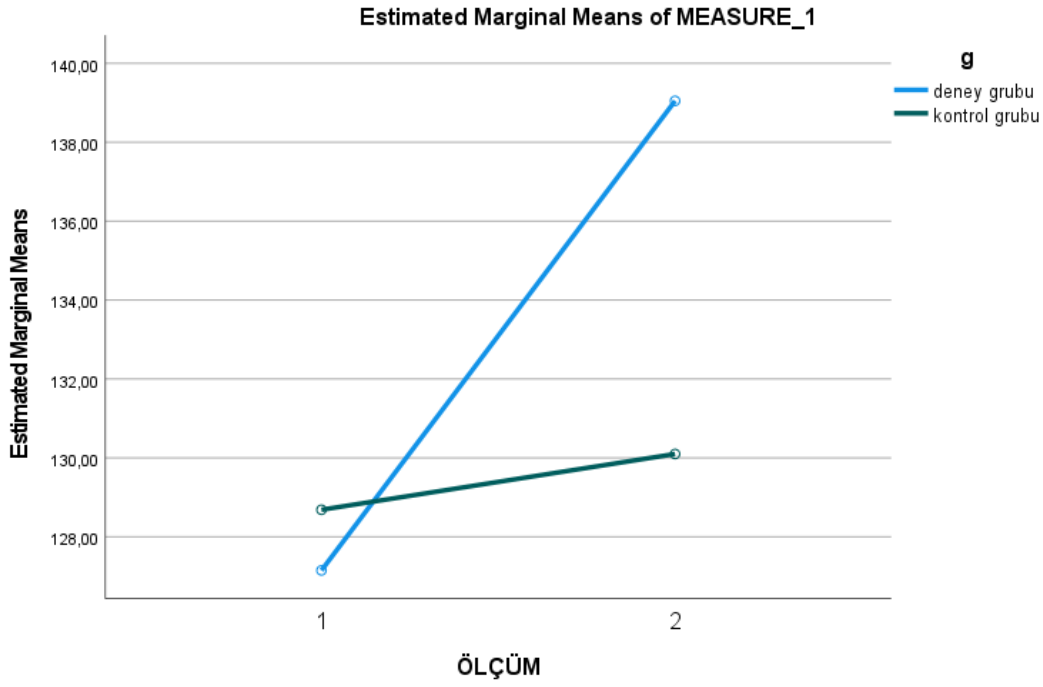
3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin FDKÖ puanları üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını sınamak için yapılan ve Tablo 4.7’de verilen Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA sonuçları incelendiğinde, grup-test ortak etkisi, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin gerçekleştirildiği grubun (deney grubunun) puan artışının, kontrol grubuna göre anlamlı derecede fazla olduğunu göstermiştir ($F_{(1,38)}=5,181$; $p<0,05$). Deneysel müdahalenin zamanla birlikte orta düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir ($\eta^2=0,12$). Deney ve kontrol gruplarının puan ortalamaları arasındaki fark, Bonferonni uyumlu çoklu karşılaştırmalar testi ile daha ayrıntılı incelenmiştir. Test sonuçları Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8: FDKÖ Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Bonferonni Uyumlu Çoklu Karşılaştırmalar Testi Sonuçları.

Bonferonni Testi Sonuçları				
		Deney		Kontrol
		Öntest	Sontest	Öntest
		Ortalama Fark (I-J)	Ortalama Fark (I-J)	Ortalama Fark (I-J)
Deney	Öntest		-10.05*	1.537
	Sontest	10.05*		-7.100*
Kontrol	Öntest	-1.537		-1.413
	Sontest		7.100*	1.413

* $p<0.05$

Tablo 4.8’e göre, deney grubunun öntest ve sontest puanları arasındaki fark anlamlıdır. Kontrol grubunda öntest ve sontest puanları arasında anlamlı farklılık yoktur. Her iki grubun öntest puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Deney ve kontrol gruplarının sontestleri arasındaki fark anlamlıdır. Bonferonni testi sonuçlarıyla birlikte Şekil 4.4’te verilen etkileşim grafiği incelenerek ANOVA sonuçları daha kolay yorumlanabilir.



Şekil 4-4: Çalışma Grubunun FDKÖ Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Etkileşim Grafiği.

4.1.4. Fen Bilimleri Öz-Düzenleme Ölçeğine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt probleminin çözülmesine yönelik Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiştir. FBÖDÖ'ye ilişkin öntest ve sontest puan ortalamaları ile standart sapma değerleri Tablo 4.9'da, ANOVA sonuçları Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.9: FBÖDÖ'ye İlişkin Öntest ve Sontest Puan Ortalamaları ve Standart Sapma Değerleri.

Gruplar	Öntest			Sontest		
	N	$\bar{X}$	SS	N	$\bar{X}$	SS
Deney	20	84.66	12.47	20	102.80	13.64
Kontrol	20	88.92	7.86	20	91.60	12.34

Tablo 4.9 incelendiğinde, FBÖDÖ'ye ilişkin öntest ve sontest puan ortalamaları ve standart sapma değerlerinin gruplara göre önemli değişiklikler gösterdiği görülmektedir. Deney grubunda, öntest ortalama puanı 84.66 ve standart sapma değeri 12.47 iken, sontest ortalama puanı 102.80'e yükselmiş ve standart sapma değeri 13.64 olmuştur. Bu bulgu, deney grubunun performansında genel bir iyileşme olduğunu ve puanların daha homojen hale geldiğini göstermektedir. Kontrol grubunda öntest ortalama puanı 88.92 ve standart sapma değeri 7.86 iken, sontest ortalama puanı 91.60'a ve standart sapma değeri 12.34'e

yükselmiştir. Deney grubunda olduğu gibi kontrol grubunun puan ortalamalarında da artış meydana gelmiştir.

Tablo 4.10: Çalışma Grubunun FBÖDÖ Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA Sonuçları.

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η^2
Gruplararası	677054.287	39	677054.287			
Grup (Deney/Kontrol)	240.934	1	240.934	2.309	.137	.057
Hata	3965.649	38	104.359			
Gruplariçi	8330,886	40				
Test (Öntest ve Sontest)	2166.916	1	2166.916	12.484	.001	.247
Grup*Test	1194.800	1	1194.800	6.883	.012	.153
Hata	6596.011	38	173.579			
Toplam	624160,398	79				

3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin FBÖDÖ puanları üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını sınamak için yapılan ve Tablo 4.10’da verilen Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA Sonuçları incelendiğinde, grup-test ortak etkisi, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin gerçekleştirildiği grubun puan artışının, kontrol grubuna göre anlamlı derecede fazla olduğunu göstermiştir ($F_{(1,38)}=6.883$; $p<0,05$). Deneysel müdahale zamanla birlikte (öntest ve sontest) büyük bir etki büyüklüğüne sahiptir ($\eta^2=.153$). Deney ve kontrol gruplarının puan ortalamaları arasındaki fark, Bonferroni uyumlu çoklu karşılaştırmalar testi ile de analiz edilmiştir. Bu testin sonuçları Tablo 4.11’de sunulmuştur.

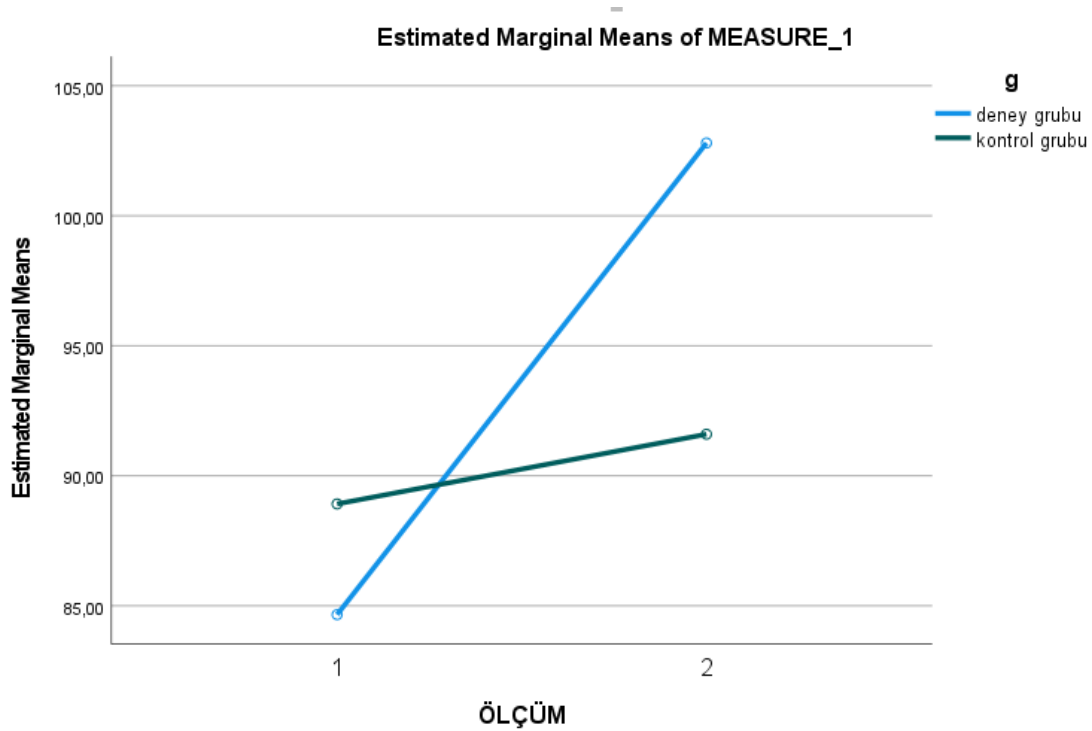
Tablo 4.11: FBÖDÖ Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Bonferonni Uyumlu Çoklu Karşılaştırmalar Testi Sonuçları.

Bonferonni Testi Sonuçları					
		Deney		Kontrol	
		Öntest	Sontest	Öntest	Sontest
		Ortalama Fark (I-J)	Ortalama Fark (I-J)	Ortalama Fark (I-J)	Ortalama Fark (I-J)
Deney	Öntest		-18.138*	4.258	
	Sontest	18.138*			-11.200*
Kontrol	Öntest	-4.258			-2.680
	Sontest		11.200*	2.680	

* $p<.05$

Tablo 4.11’e göre, deney grubunun öntest ve son test puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna karşın, kontrol grubunda öntest ve son test puanları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Öntest puanları açısından deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, son test puanlarında istatistiksel

olarak anlamlı bir fark vardır. Şekil 4.5'te yer alan etkileşim grafiği, ANOVA ve Bonferroni test sonuçlarının yorumlanmasını daha anlaşılır hale getirmektedir.



Şekil 4-5. Çalışma Grubunun FBÖDÖ Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Etkileşim Grafiği.

4.1.5. Bilimsel Yaratıcılık Testine İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt probleminin çözümlenmesine yönelik Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiştir. BYT'ye ilişkin öntest ve sontest puan ortalamaları ile standart sapma değerleri Tablo 4.12'de, ANOVA sonuçları Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.12: BYT'ye İlişkin Öntest ve Sontest Puan Ortalamaları ve Standart Sapma Değerleri.

GRUPLAR	Öntest			Sontest		
	N	$\bar{X}$	SS	N	$\bar{X}$	SS
Deney	20	67.95	25.10	20	87.85	24.35
Kontrol	20	58.85	11.33	20	69.85	11.33

Tablo 4.12 incelendiğinde, BYT'ye ilişkin öntest ve sontest puan ortalamaları ve standart sapma değerlerinin gruplara göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Deney grubunda, öntest ortalama puanı 67.95 ve standart sapma değeri 25.10 iken, sontest ortalama puanı 87.85'e yükselmiş ve standart sapma değeri 24.35 olmuştur. Bu, deney grubunun performansında belirgin bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Kontrol grubunda ise öntest ortalama puanı 58.85 ve standart sapma değeri 11.33 iken, sontest ortalama puanı 69.85'e

yükselmiş ve standart sapma değeri aynı kalmıştır. Bu durum kontrol grubunun da bir miktar iyileşme gösterdiğini, ancak deney grubundaki kadar belirgin olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.13: Çalışma Grubunun BYT Öntest ve Sontest Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA Sonuçları.

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η^2
Gruplararası	4075551.250	39	4075551.250			
Grup (Deney/Kontrol)	3406.050	1	3406.050	4.648	.037	.109
Hata	27847.700	38	732.834			
Gruplariçi	5233.0	40				
Test (Öntest ve Sontest)	4470.050	1	4470.050	622.433	0.001	.942
Grup*Test	490.050	1	490.050	68.237	0.001	.642
Hata	272.900	38	7.182			
Toplam	4080784.25	79				

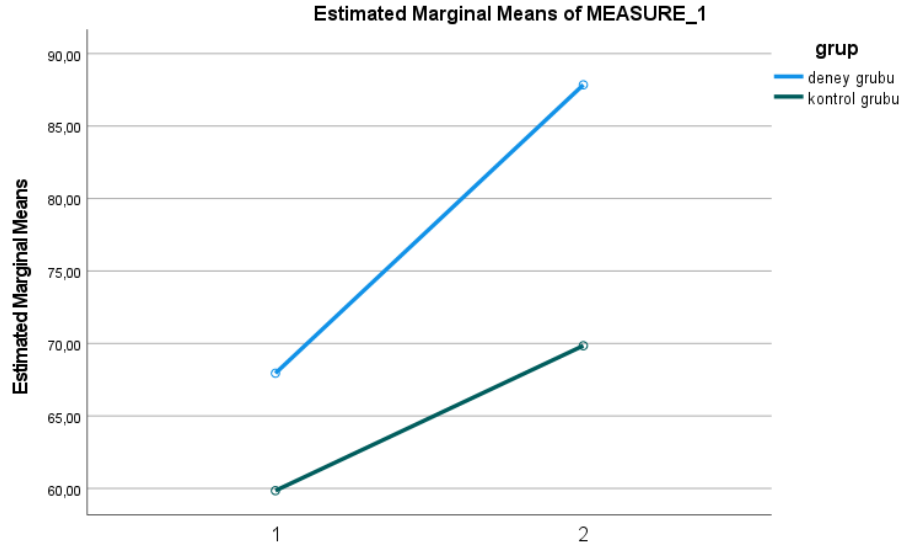
3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin FBÖDÖ puanları üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını sınamak için yapılan ve Tablo 4.13'te verilen Tekrarlı Ölçümler İçin İki Faktörlü ANOVA Sonuçları incelendiğinde, grup-test ortak etkisi, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin gerçekleştirildiği grubun (deney grubunun) puan artışının, kontrol grubuna göre anlamlı derecede fazla olduğunu göstermiştir ($F_{(1,38)}=68.247$; $p<0,05$). Deneysel müdahalenin zamanla birlikte önemli bir etki büyüklüğüne sahip olduğu saptanmıştır ($\eta^2=.642$). Deney ve kontrol gruplarının puan ortalamaları arasındaki fark, Bonferroni uyumlu çoklu karşılaştırmalar testi ile daha detaylı olarak incelenmiştir. Test sonuçları Tablo 4.14'te sunulmuştur.

Tablo 4.14: BYT Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Bonferonni Uyumlu Çoklu Karşılaştırmalar Testi Sonuçları

Bonferonni Testi Sonuçları				
		Deney		Kontrol
		Öntest	Sontest	Öntest
		Ortalama Fark (I-J)	Ortalama Fark (I-J)	Ortalama Fark (I-J)
Deney	Öntest		-19.90*	9.10
	Sontest	19.90*		-18.00*
Kontrol	Öntest	-9.10		-11.00*
	Sontest		18.00*	11.00*

* $p<.05$

Tablo 4.14'e göre, deney ve kontrol grubunun öntest ve sontest puanları arasındaki fark anlamlıdır. Öntest puanları açısından deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, son test puanlarında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Şekil 4.6'da yer alan etkileşim grafiği ile ANOVA ve Bonferroni test sonuçları yorumlanabilir.



Şekil 4-6: Çalışma Grubunun BYT Öntest ve Sontest Puan Ortalamalarına İlişkin Etkileşim Grafiği.

4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular

Araştırmanın nitel kısmında, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi alan deney grubu öğrencilerin görüşleri, video kayıtlarına göre katılımları, öz-değerlendirme formlarına göre öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve öğrenme ürünlerine göre bilimsel yaratıcılıklarını kullanma durumları incelenmiştir.

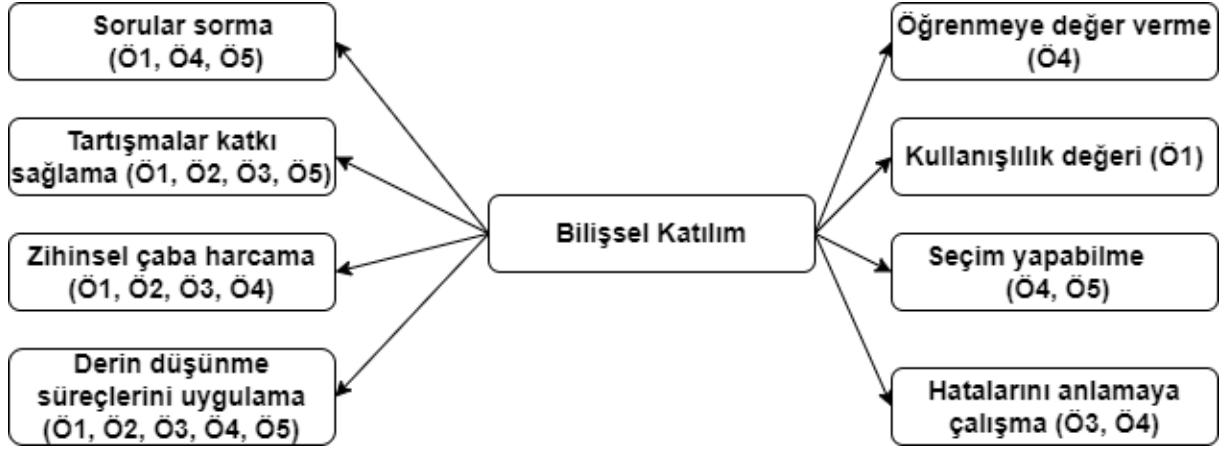
4.2.1. Deney Grubu Öğrencilerinin, 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretimi İle İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi, deney grubu öğrencilerinin, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi ile ilgili görüşlerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda gerçekleştirilen içerik analizi sonucunda ulaşılan bulgular Tablo 4.15, Tablo 4.16 ve Tablo 4.17’de sunulmuştur. Tabloların daha iyi anlaşılabilmesi için veri analizinde ulaşılan kategoriler, kodlar ve bu kodların kaynağı olan katılımcılar Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’te sunulmuştur.

Tablo 4.15: 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Öğrencilerin Katılımlarına Etkisine Yönelik Öğrenci Görüşleri.

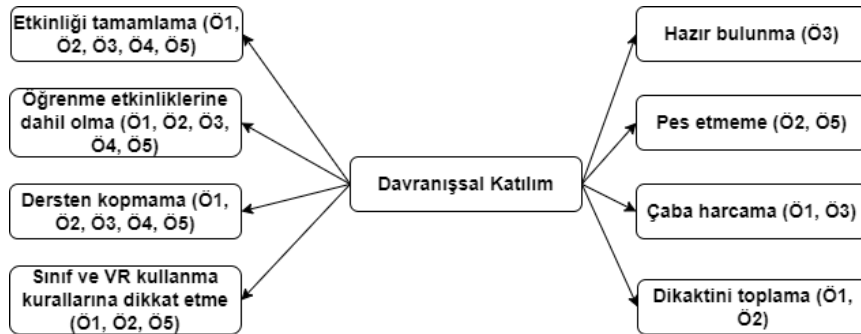
Kategoriler	Kodlar	Katılımcılar
Bilişsel Katılım	Öğrenmeye değer verme	Ö4
	Kullanışlılık değeri (utility value)	Ö1
	Seçim yapabilme	Ö4, Ö5
	Hatalarını anlamaya çalışma	Ö3, Ö4
	Sorular sorma	Ö1, Ö4, Ö5
	Tartışmalara katkı sağlama	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5
	Zihinsel çaba harcama	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4
	Derin düşünme süreçlerini uygulama	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
Davranışsal Katılım	Hazır bulunma	Ö3
	Pes etmeme	Ö2, Ö5
	Çaba harcama	Ö1, Ö3
	Dikkatini toplama	Ö1, Ö2
	Sınıf ve VR kullanma kurallarına dikkat etme	Ö1, Ö2, Ö5
	Dersten kopmama	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
	Öğrenme etkinliklerine dâhil olma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
	Etkinliği tamamlamak	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
Duyuşsal Katılım	Empati Kurma	Ö5
	Zamanın nasıl geçtiğini anlamama	Ö4
	Heyecanlı	Ö2, Ö3
	Meraklı	Ö3;Ö5
	Yeni şeyler öğrenmekten zevk alma	Ö1, Ö2, Ö3
	İlgili	Ö2, Ö3, Ö5
	Dersi dört gözle bekleme	Ö1,Ö2,Ö3
	Kendini iyi hissetmek	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5
	Mutlu	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
	Eğlenceli	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
Sosyal Katılım	Başkalarının fikirleri üzerine fikirlerini inşa etme	Ö3
	Arkadaşlarıyla çalışmayı sevmeye	Ö2, Ö4
	İşbirlikli öğrenme etkinliklerine katılım	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
Olumsuz Duygu ve Düşünceler	Sıkıcı	Ö2
	Çaresiz	Ö2
	Fikir üretmekte zorlanma	Ö3
	Takım çalışmalarında zorlanma	Ö2
	Zamanı etkili kullanamama	Ö1
	Endişeli	Ö1, Ö3
	Dikkati dağılma	Ö1, Ö3
	Baş ağrısı ve mide bulantısı	Ö2, Ö3
	Öz-değerlendirme formu doldurmaktan keyif almama	Ö2, Ö4, Ö5

Tablo 4.15 incelendiğinde, öğrencilerin 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin katılımlarına etkilerine yönelik görüşlerinin, bilişsel katılım, davranışsal katılım, duyuşsal katılım, sosyal katılım ve olumsuz düşünceler kategorileri altında toplandığı görülmektedir. Öğrencilerin katılımlarına ilişkin görüşlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için şekiller çizilmiş ve bunlar Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11 sunulmuştur. Şekillerin altında, her bir katılım türüne ait kodları destekleyen öğrenci yanıtları doğrudan alıntılar şeklinde sunulmuştur.



Şekil 4-7:Bilişsel Katılım Kategorisi.

Öğrencilerden Ö1, "Benim en çok hoşuma giden bize öğrettiğiniz yazım teknikleriydi. Bu teknikleri öğrenmek çok keyifliydi. Hem bu ders değil, bu dersin dışında da, çünkü genel olarak hayatta yardımcı olacağını düşünüyorum" ifadesiyle yeni şeyler öğrenmekten zevk alma ve kullanışlılık değerine vurgu yapmıştır. Öğrencilerden Ö4 ise "Yaptığımız etkinliklerde, örneğin RAFT'da konuyu, yazım yöntemini, izleyici kitlesini ve kendi rolümüzü kendimiz seçebildik. Bu benim çok hoşuma gitti. Zorlama yoktu" diyerek seçim yapabilme imkânının kendisine sağladığı memnuniyeti belirtmiştir. Aynı öğrenci, "Konuları en ince detayına kadar öğrendiğim için daha iyi oldu. Yüzeysel öğrenmemek hoşuma gitti ve bunun için ben de uğraştım, çok düşündüm" ifadesiyle zihinsel çaba harcama ve derin öğrenme sürecine katılımını vurgulamaktadır. Diğer bir öğrenci olan Ö2 ise "Farklı farklı teknikler kullanarak düşündük, problemleri o şekilde çözdük. Normal derslerde bunlar yoktu" diyerek derin düşünme süreçlerinin derslerdeki farklı yöntemlerle nasıl teşvik edildiğini belirtmiştir.

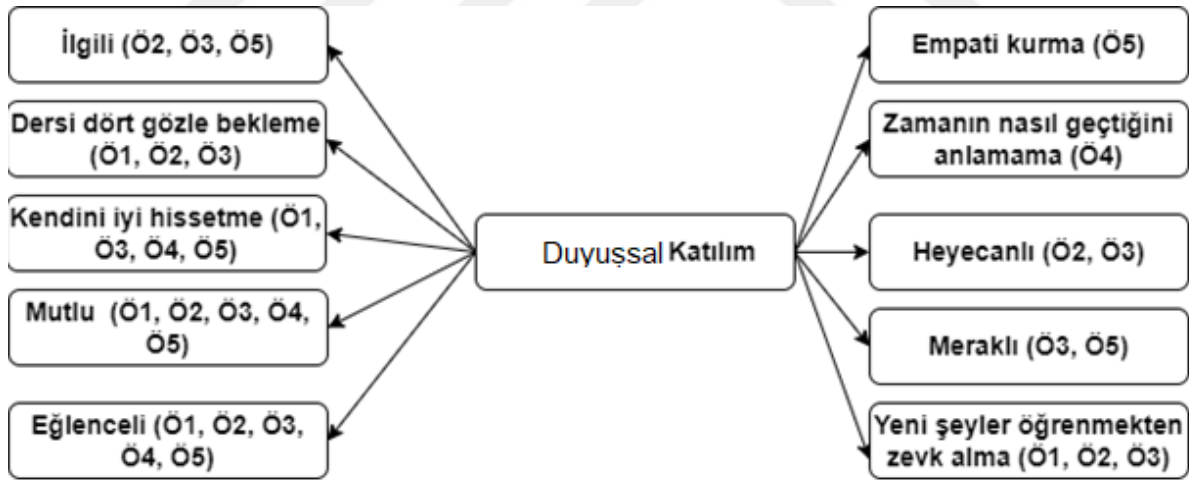


Şekil 4-8:Davranışsal Katılım Kategorisi.

Öğrencilerden Ö1, "Ben genel olarak iyi çaba harcadım etkinliklerde. En çok çaba SCAMPER'da gösterdim hocam. Yapmaya çalıştım, iyi bir şey yapmaya çalıştım, bitiremedim

yine uğraştım, uğraştım, bitirdim" ifadesiyle çaba harcama ve pes etmeme kodlarına vurgu yapmıştır.

Öğrencilerden Ö5 ise "Bence konu bakımından okula çok bir farklılık yoktu ama özellikle bu konuları öğrenme şekli açısından ben buranın daha eğlenceli ve akılda kalıcı olduğunu düşünüyorum. Okulda mesela öğretmenler anlatıyor işte defter üzerinden, kitap üzerinden. Burada tamamen dersin içindeydim ve hiç sıkılmadım" diyerek dersten kopmama ve eğlenceli öğrenme süreçlerine dikkat çekmiştir. Aynı öğrenci, "Benzerlik açısından konular genellikle küresel ısınma, sera gazları, iklim eylemi benziyor fakat... İki ders sunumunda farklı olan ana şey VR gözlüklerdi benim için. Sanal gerçeklik gözlükleri. Sanal gerçeklik gözlükleri çok farklı bir deneyim benim için, sürükleyiciydi. Bu deneyim derste tam aktif olmamı sağladı" ifadesiyle öğrenme etkinliklerine dâhil olma ve sanal gerçeklik teknolojisinin etkisini vurgulamaktadır. Ö3 ise "Rüzgâr gülünün/tribünün içine girip, tüm parçalarını inceleyebilmek paha biçilmezdi. Bütün dersler böyle olsa herkes katılır derse" diyerek, öğrenme etkinliklerine dâhil olmanın ve uygulamalı öğrenme deneyimlerinin önemini belirtmiştir.

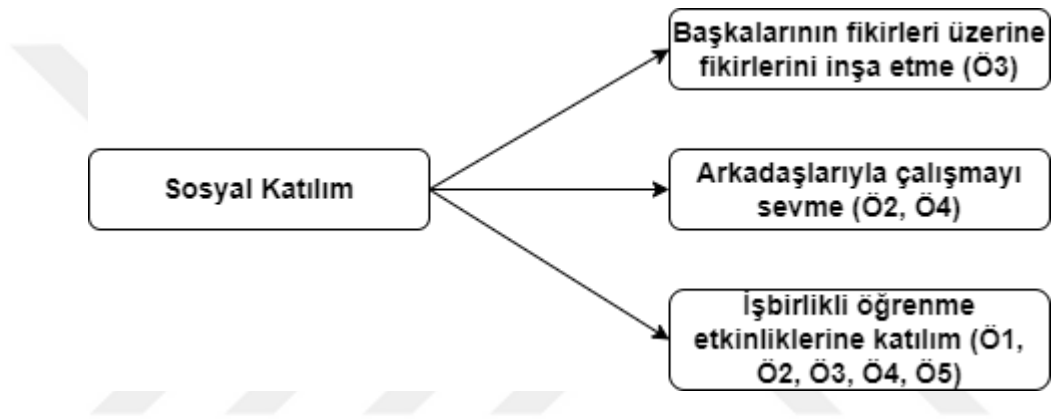


Şekil 4-9: Duyuşsal Katılım Kategorisi.

Öğrencilerden Ö5, "Suya ulaşımı zor olan insanlar... Çok zor... Bu durum beni etkiledi" ifadesiyle empati kodunu vurgulamıştır. Ayrıca, "Mesela ben çocukluk yaşımdayım ve dışarı çıkıp oynamak istiyorum. Genellikle benim çok sıcakta yazın başım ağrıyor. Annemin falan da elleri kızarıyor. Bende de var. Hem Türkiye'deyiz çok sıcak. O yüzden küresel iklim değişikliğinde sıcak çok sıcak, soğuk çok soğuk oluyor. Keşke böyle daha güzel olsa, doğa dengesinde olsa. Kendim için kaygılandığım bir nokta var. Hani bahsettim ya, işte

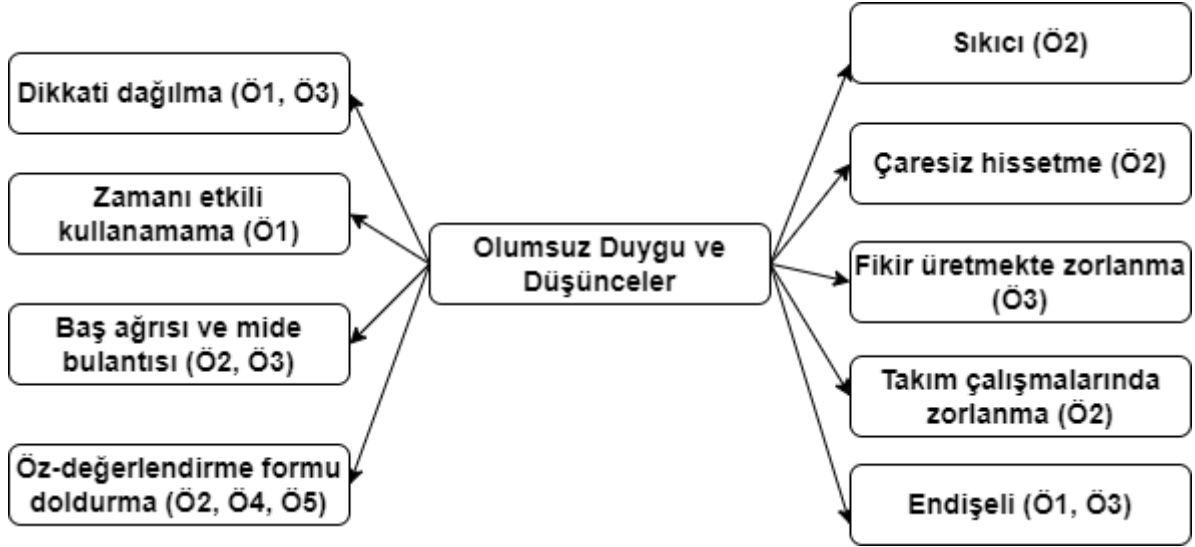
ellerim şöyle oluyor diye. Bu etkinlikler işte bu nedenle bu kadar ilgimi çekti" diyerek ilgili kodu altında kişisel deneyimlerini ve küresel iklim değişikliğinin bireysel etkilerini dile getirmiştir.

Ö2, "Normal fen derslerinden daha böyle dolu dolu, eğlenceli geçti, hatta BİLSEM'de en eğlendiğim derslerden oldu hatta en eğlencelisi diyebilirim" ifadesiyle eğlenceli kodunu vurgularken, Ö1 ise "VR gözlükleri takınca farklı bir gerçekliğe gitmiş oluyorsunuz, bu da oldukça eğlenceli bir şey" diyerek eğlenceli öğrenme deneyimlerine katılımını belirtmiştir.



Şekil 4-10: Sosyal Katılım Kategorisi.

Ö3, "Bence grupta daha iyi. Çünkü grupta konuşurken hem daha çok beraber fikir üretiyorsunuz" diyerek başkalarının fikirleri üzerine fikirlerini inşa etme kodunu vurgulamıştır. Öğrenci Ö4 ise, "Arkadaşlarımla çalışmak bana mutluluk veriyor, hem sıkılmıyorsun hem de daha iyi fikirler, ürünler üretebiliyorsun. İki elin sesi var yani" ifadesiyle arkadaşlarıyla çalışmayı sevme kodunu öne çıkarmıştır. Öğrenciler grup çalışmalarının katılımcı ve üretken bir öğrenme ortamı sağladığını ve farklı görüşlerin bir araya gelerek daha zengin çözümler üretmelerine olanak tanıdığını dile getirmişlerdir.



Şekil 4-11: Olumsuz Duygu ve Düşünceler Kategorisi.

Ö1, "Her gün kötüleşiyor dünyamız malum. O yüzden dünyanın ve bizim geleceğimizi düşününce endişeli hissediyor insan" ifadesiyle endişeli kodunu vurgulamıştır. Ö2 ise, "Her etkinlikten sonra form doldurmak sıkıcı olabiliyor" diyerek sıkıcı kodunu dile getirmiştir. Aynı öğrenci, "Küresel ısınma ve sera gazlarıyla ilgili yıllardır eğitim zaten gördüğümüz için bir raddeden sonra sıkıcı olmaya başlıyor. Bazı konuları her sene görmüş olabiliyoruz" ifadeleriyle sıkıcı kodunu tekrarlayarak bu konudaki deneyimlerini aktarmıştır. Öğrenci Ö2 ayrıca, "Bazen kendimi çaresiz hissettim. Problemleri düşününce hem de çözebilecek fikir bulamayınca" diyerek çaresiz kodunu vurgulamıştır.

Ö3, "Bazen fikir üretmekte zorlandım, sadece bu var" ifadesiyle fikir üretmekte zorlanma koduna dikkat çekmiştir. Ö2, "Yani ben en çok takım çalışmalarında zorlanıyorum. Çünkü pek takım çalışmasını da sevmiyorum. Ben bir şey yaptığımda kendim yapmak isterim. Hani biri el atınca sanki yanlış yapar, ne bileyim. Çünkü ben yanlış yapsam, kendim yaptığını biliyorum, onu ben düzelteceğim. Ama başkası yapsa mesela sorun olabiliyor benim için" ifadesiyle takım çalışmasında zorlanma kodunu belirtmiştir. Ö1, "İlk önce VR taktığımda, ne yapacağımı şaşırdım, dikkatimi tam toplayamadım. Öyle oldu. Ama daha sonra değişti" diyerek dikkati dağılma kodunu ifade etmiştir.

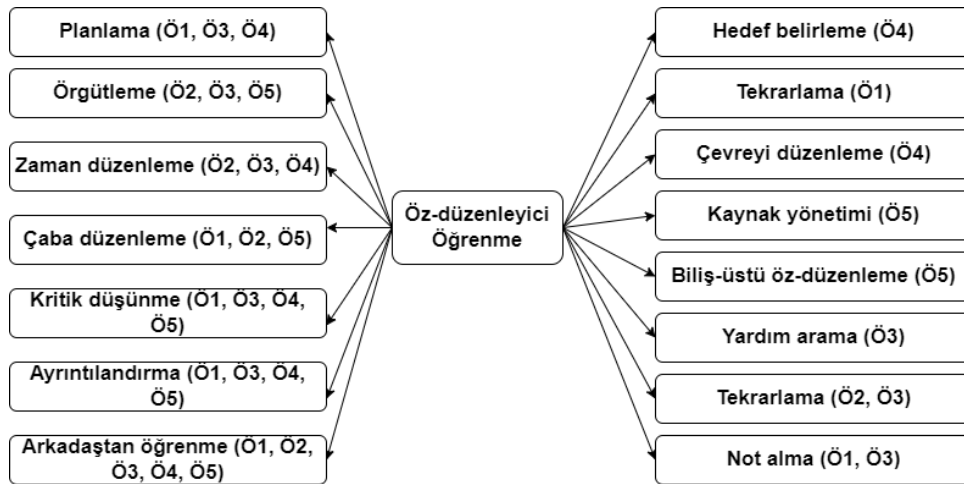
Ö2, "Bazen yetişmeyecek diye bazı şeylerden vazgeçmek zorunda kaldım etkinliklerde" ve Ö3, "Bazen bazı şeyleri çok yavaş yaptım. Sadece bazı etkinliklerde biraz oyalandım. Bazen bazı şeylere aklımı kurcalayınca ben de düşündüm daha çok. Bazıları aklıma takılınca tam olarak etkinliğe kendimi veremedim" ifadeleriyle zamanı etkili kullanamama kodlarını

dile getirmişlerdir. Ö3, "Zaman zaman baş ve mide ağrısı ya da daha çok mide bulantısı yaptı bende VR. Buna rağmen yine de eğlenceliydi" diyerek baş ağrısı ve mide bulantısı deneyimini aktarmıştır.

Öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerine ilişkin görüşleri Tablo 4.16'da ve Şekil 4.12'de sunulmuştur. Şekil 4.12'nin altında, özel yetenekli öğrencelerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerine ait kodlara ulaşmayı sağlayan öğrenci yanıtları doğrudan alıntılar şeklinde sunulmuştur.

Tablo 4.16: 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Öğrencilerin Öz-düzenleyici Öğrenme Becerilerine Etkisine Yönelik Görüşleri.

Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Öz-düzenleyici öğrenme	Hedef belirleme	Ö4
	Tekrarlama	Ö1
	Çevreyi Düzenleme	Ö4
	Kaynak yönetimi	Ö5
	Bilişüstü öz-düzenleme	Ö5
	Yardım arama	Ö3
	Tekrarlama	Ö2, Ö3
	Not alma	Ö1, Ö3
	Planlama	Ö1, Ö3, Ö4
	Örgütlenme	Ö2, Ö3, Ö5
	Zaman düzenleme	Ö2, Ö3, Ö4
	Çaba düzenleme	Ö1, Ö2, Ö5
	Kritik Düşünme	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5
	Ayrıntılandırma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5
	Arkadaştan öğrenme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5



Şekil 4-12: Öz-düzenleyici Öğrenme Kategorisine İlişkin Kodlar.

Ö4, "Su artırma tesisini gezmeden önce posterden tüm aşamalara bakıp, onları sıraya koydum ve sırayla hepsinin görevlerini okuyup, yanlarına gidip detaylıca inceledim.

Kuşbakışı bakarak öncesinde planlamasını yaptım" ifadesiyle hedef belirleme ve planlama stratejilerini vurgulamaktadır. Ö1 ise, "Ben genellikle önemli yerleri not defterime not aldım. Hani kendimce gerekli bulduğum noktaları ya da unutmam daha mümkün olan yerleri not alarak, hani onlar üstünde biraz daha birkaç kez baktım" diyerek tekrarlama ve not alma stratejilerine değinmiştir. Ö4, "Poster yaparken grupla bir köşeye çekildik, rahat rahat çalıştık" ifadesiyle çevreyi düzenleme stratejisini aktarmaktadır.

Ö5, "Ben telefonumdan bakmak için izin istedim, çünkü farklı sitelere ve kaynaklara baktım, onları da kontrol ettim. TÜBİTAK'ın sayfasına baktım, NASA'nın da" diyerek kaynak yönetimi stratejisini vurgulamıştır. Aynı öğrenci, "Etkinliklerden sonra doldurduğumuz formlarda ilk ön sayfanın alt kısmında hani şu 'bu öğrendiklerinizle bir tane proje çıkarsanız ne olurdu?' şeklinde sorular vardı. Etkinlikte sence nasıldın? Tekrar yapsan, neleri farklı yapardın? Diye sorular vardı. Onları doldura doldura böyle hani daha çok konunun içine girdim. Bazı şeylerin farkına vardım. O raporlar işe yaradı bence" ifadesiyle bilişüstü öz-düzenleme stratejisini belirtmiştir.

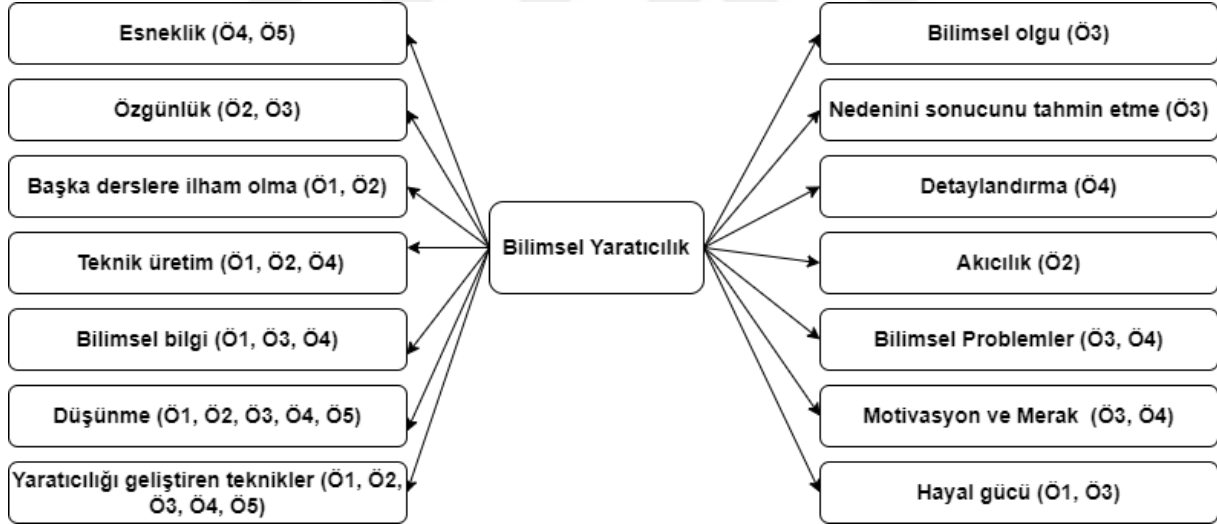
Ö3, "Arkadaşlarımla genellikle bir soru olduğu zaman soruyorum yani size de soruyorum. Mesela bazı etkinliklerde grup çalışması yaptık bir arada. Orda zaten bir sorum olduğunda grup içerisinde çözülüyordu" diyerek yardım arama stratejisine değinmiştir. Ö1, "Rüzgâr tribününün bileşenlerini öğrendiğimiz sahnede notlar aldım. Videoyu izledim birkaç kez daha izleyerek önceden de zaten bildiklerimle de tamamladım" ifadesiyle not alma ve ayrıntılandırma stratejilerini vurgulamaktadır.

Ö5, "Balık kılçığı etkinliği çok faydalıydı, iklim değişikliğinin neden ve sonuçlarını çizim yaparak anlattığımızda daha iyi anladığımı hissettim" cümlesiyle örgütleme stratejisini vurgularken, Ö4, "Zamanı dikkatlice kullanmaya çalıştım, verimli kullanmak için elimden geleni yaptım" ifadesiyle zaman düzenleme stratejisini aktarmaktadır. Ö1, "Özellikle bu rüzgâr tribünlerinin çalışma prensibini ben çok merak ettim. O nasıl çalışıyor, ne-neyi, nasıl etkiliyor, şu ne işe yarıyor gibi" diyerek kritik düşünme stratejisini vurgulamaktadır. Ö3, "Bir de mesela bu genel çevre kirliliğiyle ilgili konularda, bunu neden yaptıklarını sorguladım. Madem o kadar çok şey var bilimsel, kanıt var, her türlü şey var. O zaman neden yeterli yolu alamadık, bu sorunu neden çözemedik. Bunu sorguladım" ifadesiyle de kritik düşünme stratejisini belirtmiştir.

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına ilişkin görüşleri Tablo 4.17’de ve Şekil 4.13’te sunulmuştur. Şekil 4.13’ün altında, özel yetenekli öğrencelerin bilimsel yaratıcılıklarına ait kodlara ulaşmayı sağlayan öğrenci yanıtları doğrudan alıntılar şeklinde sunulmuştur.

Tablo 4.17: 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisine Yönelik Görüşleri.

Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Bilimsel Yaratıcılık	Bilimsel olgu	Ö3
	Nedenini-sonucunu tahmin etme	Ö3
	Detaylandırma	Ö4
	Akıcılık	Ö2
	Bilimsel problemler	Ö3, Ö4
	Motivasyon ve merak	Ö3, Ö4
	Hayal gücü	Ö1, Ö3
	Esneklik	Ö4, Ö5
	Özgünlük	Ö2, Ö3
	Başka derslere ilham olma	Ö1, Ö2
	Teknik üretim	Ö1, Ö2, Ö4
	Bilimsel bilgi	Ö1, Ö3, Ö4
	Düşünme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
	Yaratıcılığı geliştiren teknikler	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5



Şekil 4-13: Bilimsel Yaratıcılık Kategorisine İlişkin Kodlar.

Ö3, "İklim değişikliğinin nedenlerini ve sonuçlarını tahmin ettik, 30 yıl sonra önlem alınmazsa neler olacak bunlar üzerinde durduk, hayal gücümüzü kullandık" ifadesiyle hayal gücü ve neden-sonuç tahmini kodunu vurgulamaktadır. Ö2, "SCAMPER'da hiçbir sınır yok, her şey yapılabilir, çok ilginç bir şey. Hem çok düşüneceksin hem de arkadaşlarımdan farklı olsun istedim" diyerek akıcılık ve özgünlük kodlarına değinmektedir.

Ö4, "Hocam, aslında bunlar gündemdeki yani şu an dünyanın sorunu olan konular. Biz bence farkında değildik bunların. Bu problemlerin böyle farkında olup bunlar için bir şeyler yapmak, yani bilgi edinmek istiyorum. O konular ya da problemler hakkında neler yapabiliriz ya da derslerin sonunda bizden proje üretmemizi istiyordunuz ya işte bu şekilde yaratıcılığımız gelişti bence" ifadesiyle bilimsel problemler, motivasyon ve merak kodlarını belirtmektedir.

Ö3, "Konu seçimi olarak da içinde bulunduğumuz bir durum olduğu için insanın daha çok bence ilgisini çekiyor. Bir düşünüyor insan, bu durumdan nasıl kurtulabiliriz diye. O şekilde daha yaratıcı oluyoruz" diyerek merak ve motivasyon kodlarına vurgu yapmaktadır. Ö1, "VR tamamen farklı bir dünya, çok fazla gerçek dünyada olmayan olanaklar var, hayal gücümüzü etkiliyor bence" ifadesiyle hayal gücü kodunu vurgulamaktadır. Ö3, "Bence ilginç ve ilgi çekici konular olduğu için insanın aklına böyle çok farklı, çok güzel şeyler gelebiliyor bazen." diyerek hayal gücü koduna değinmektedir.

Ö4, "Şu şişesini, plastik şişeyi dönüştürdüğümüzde hep içine bir şeyler koyulan fikir üretmek istemedim. Farklı farklı amaçlar için düşünmeye zorladım kendimi" ifadesiyle esneklik kodunu aktarmaktadır. Ö5, "Hocam, şöyle ki okulda tek bir konuda, yani üniteye ünitenin temel konusuna hep bağlı kalarak sürekli aynı konu üzerinden gidiyoruz ama burada sürekli değişiyor, çok daha yaratıcı fikirler oluyor. Birçok konu arasında geçiş yapabiliyoruz, saçma değil mantıklı geçişler. Burası çok daha güzel yani" diyerek esneklik kodunu vurgulamaktadır. Ö3, "Daha farklı şeyleri düşünebiliyoruz. Bazen, bence çoğu öğrenci bunu yapıyor, abartı fikirler aklımıza gelebiliyor. Yani çok uçuk fikirler bunlar" ifadesiyle özgünlük koduna değinmektedir. Ö1, "Fen'de atomun yapısını incelerken, elektron, protonlar ve atom altı parçacıkları incelerken niye kullanılmasın dedim. VR'ın tek sınırı hayal gücünüz. Sosyal derslerinde, tarihteki olayların simülasyonları yapılabilir. İstanbul'un fethindeki Osmanlı ordusundaki biri ya da halktan biri oldun. Neler yaşıyorsun. RPG tarzı tasarımlar olsa" ifadesiyle başka derslere ilham olma kodunu aktarmaktadır. Ö1, "Benim için de olumlu olarak nasıl bir ürünü daha iyi bir şekilde geliştirebileceğimizi öğrendim. SCAMPER yöntemi bu konuda çok işe yarıyor bence" diyerek teknik üretim ve yaratıcılığı geliştiren teknikler kodlarına değinmektedir.

Ö3, "Mesela insanın çok düşünemeyeceği şeyler öğrendik. Küresel ısınma dediğimiz zaman herkes araba falan diyor neden olan şeylere. Ama baktığımız zaman aslında doğanın

kendisinde normal canlarda da bunun olduğunu fark ettiğimiz zaman diyoruz ki çok farklı şeyler de varmış. Yeni bilimsel bilgiler öğreniyoruz ve bunlar nasıl oluyor diye. İneklerden metan gazı çıkması nelere yol açıyor. İlginç kesinlikle" ifadesiyle bilimsel bilgi ve bilimsel problemler kodlarını belirtmektedir. Ö2, "Şöyle ki ilk geldiğimde bize kâğıt verdiğinizde hocam. Ben oraya hani böyle elma toplama makinesi falan yazıyordum. Aklıma zaten bir şey gelmiyordu. Ama geçen hafta mıydı? Tam hatırlamıyorum. Hocam bir o formun aynısını vermiştiniz. O zaman baktım ve anladım ki gerçekten her şeyin çok daha fazlasını yapabiliyormuşum. Düşününce aklıma daha çok fikir geliyor" diyerek teknik üretim ve düşünme kodlarını vurgulamaktadır. Ö1, "En güzel yönlerinden biri de RAFT tekniği ile bir hikâye ya da bilgilendirici bir yazı, hayal gücümüzle nasıl yazılabilir bunu öğrendim" ifadesiyle yaratıcılığı geliştiren teknikler kodunu aktarmaktadır.

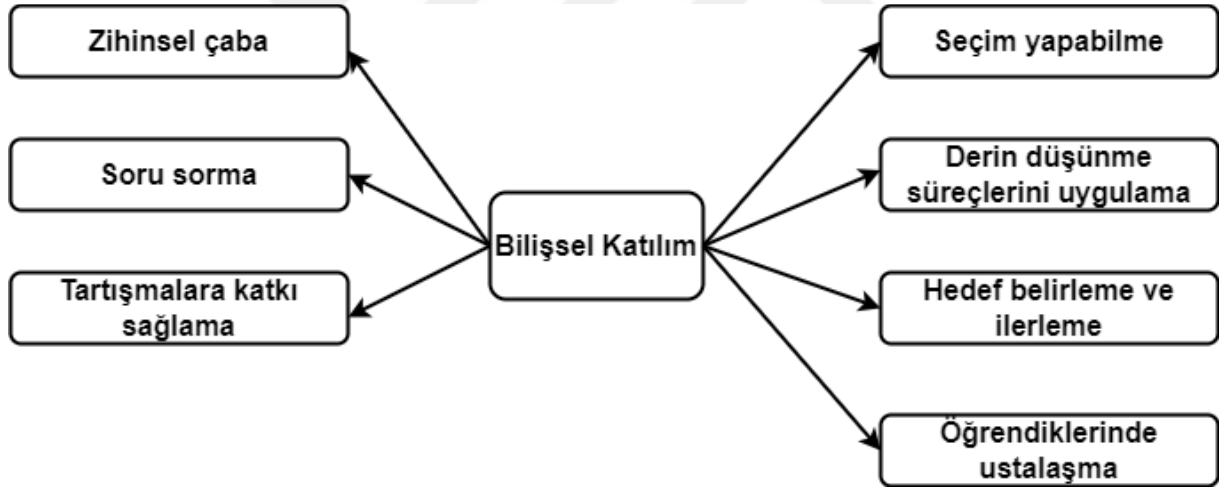
4.2.2. Deney Grubu Öğrencilerinin Derslerin Video Kayıtlarına Göre Katılımlarına İlişkin Bulgular

160 dakikalık video kaydında öğrencilerin davranışları, yüz ifadeleri, tartışmaları, çalışma süreçleri, öğrenci-öğrenci ve öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşim biçimleri ve bilişsel, davranışsal, duygusal ve sosyal katılımlarına yönelik diğer unsurlar izlenerek öğrencilerin öğrenme-öğretme sürecine katılımları içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. İçerik analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.18, Tablo 4.19, Tablo 4.20 ve Tablo 4.21’de sunulmuştur.

Tablo 4.18: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Bilişsel Katılımlarına İlişkin Bulgular.

Kategori	Kodlar	Kaynak
Bilişsel Katılım	Seçim yapabilme	1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması
	Derin düşünme süreçlerini uygulama	1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması, 5.-6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme, tüm haftalar IVR deneyimi ve tartışma, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 9.-10. hafta SCAMPER tekniği ve 3D model incelemesi
	Hedef belirleme ve ilerleme	2. hafta SKA-15 ile etkinliğin ilişkilendirilmesi
	Öğrendiklerinde ustalaşma	Tüm haftalar IVR deneyimi ve tartışma
	Zihinsel çaba	Tüm haftalar IVR Deneyimi ve tartışma, 7.-8. Hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması
	Soru sorma	Tüm haftalar IVR deneyimi ve tartışma, bilimsel yaratıcılık çalışmaları, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 5.-6. probleme dayalı öğrenme
	Tartışmalara katkı sağlama	Tüm haftalar IVR deneyimi ve tartışma, 5.-6. Hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme, 7.-8. Hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması
	Bilişsel stratejilerle karmaşık fikirleri anlama	4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarım

Tablo 4.18 video kayıtlarına göre öğrencilerin bilişsel katılımlarını ve bu katılımların belirli haftalar ve etkinlikler üzerinden nasıl gerçekleştiğini göstermektedir. Bilişsel katılım kategorisine ilişkin ilk kod olan "seçim yapabilme", 1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması sırasında gözlenmiştir. "Derin düşünme süreçlerini uygulama" ise geniş bir zaman dilimine yayılmıştır ve bilimsel yaratıcılık çalışmaları, probleme dayalı öğrenme, IVR deneyimleri, hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar gibi çeşitli etkinlikler sırasında gözlemlenmiştir. "Hedef belirleme ve ilerleme" 2. hafta SKA-15 ile etkinliğin ilişkilendirilmesi sürecinde video kayıtlarında gözlemlenmiştir. Öğrencilerin "öğrendiklerinde ustalaşma" yetisi tüm haftalar boyunca IVR deneyimi ve tartışmalarla desteklenmiştir. "Zihinsel çaba" ve "soru sorma" gibi becerilerin ise tüm haftalar boyunca farklı etkinliklerle pekiştirildiği gözlemlenmiştir. "Tartışmalara katkı sağlama" ve "bilişsel stratejilerle karmaşık fikirleri anlama" gibi bilişsel katılım biçimleri de belirli haftalarda ve etkinliklerde gözlemlenmiştir. Öğrencilerin video kayıtlarına göre öğrencilerin bilişsel katılımlarına ilişkin bulguların daha iyi anlaşılabilmesi için bulgular Şekil 4.14'te sunulmuştur.



Şekil 4-14: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Bilişsel Katılımlarına İlişkin Bulgular.

On hafta boyunca özel yetenekli öğrencilere uygulanan etkinliklerde bilişsel katılım türlerinin nasıl gözlemlendiği ve bu katılım türlerinin video kayıtlarından nasıl çıkarım yapıldığına ilişkin bilgilere de yer verilmiştir. Öğrencilerin yüz ifadeleri, davranışları ve tartışmaları, bilişsel katılım türlerinin somut örnekleri arasındadır. Örneğin, 1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışmasında, öğrencilerin bilişsel katılım türü olarak seçim yapabilme becerileri, "Ya yeryüzünde ormanlar olmasaydı, neler olurdu?" ve "Sağlıklı bir ekosistem denilince aklınıza gelenleri yazınız ya da çiziniz" gibi görevler arasında tercih yapmaları sırasında "seçim yapabildikleri" gözlemlenmiştir. Video kayıtları, öğrencilerin bu görevler arasında

seçim yaparken yaşadığı kararlılığı yansıtmaktadır. Yine bilimsel yaratıcılık çalışması kapsamında, öğrencilerin seçtikleri görev üzerinde derin düşünme süreçlerini nasıl uyguladıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin "Ya yeryüzünde ormanlar olmasaydı?" sorusu üzerine derinlemesine düşünceleri ve sağlıklı bir ekosistemin tüm bileşenlerini dikkatle çizmeleri, derin düşünme süreçlerini somutlaştırmaktadır.

Öğrencilerin VR başlıklarını kullanarak Kaz Dağları'nın sağlıklı ve bozulmuş ekosistem sahnelerinde problem çözme becerileri gözlemlenmiştir. Video kayıtlarında, öğrencilerin VR deneyimi sırasında çevrelerindeki detaylara odaklandıkları ve sahneleri dikkatle inceledikleri görülmektedir. Tartışma sırasında, "Eğer bu ekosistem bozulursa, hangi türler hayatta kalabilir?" gibi sorular ve "Belki de daha fazla ağaç dikmek ve koruma alanları oluşturmak bir çözüm olabilir" gibi öneriler, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini ve yaratıcı düşünme becerilerini ortaya koymaktadır. Problem çözme ve yaratıcı düşünme becerileri derinlemesine düşünme becerileri arasında değerlendirilmiştir.

VR deneyimi sırasında öğrencilerin gösterdikleri zihinsel çaba video kayıtlarında açıkça gözlemlenmiştir. Öğrencilerin VR sahnelerine odaklanmaları, ellerini hareket ettirerek ve başlarını çevirerek farklı açılardan sahneleri incelemeleri, yoğun zihinsel çaba sarf ettiklerini göstermektedir. Öğrencilerin "Neden bu orman yangını bu kadar geniş bir alana yayılmış?" ve "Yangının etkilerini nasıl azaltabiliriz?" gibi soruları tartışmaları sırasında, ne kadar derinlemesine düşündükleri ve zihinsel çaba gösterdikleri anlaşılmaktadır.

SKA-15'e ulaşmak için bilinçli hedefler belirleme sürecinde, öğrencilerin bilişsel katılım türü olarak hedef belirleme ve planlama becerileri gözlemlenmiştir. Video kayıtları, öğrencilerin hedef belirleme sürecinde dikkatle düşündüklerini, notlar aldıklarını ve bu hedeflere nasıl ulaşacaklarını planladıklarını göstermektedir. "SKA-15 önemlidir çünkü ormanlar temiz hava sağlar ve biyoçeşitliliği korur" gibi cümlelerin tamamlanması sırasında öğrencilerin yüz ifadelerindeki kararlılık, bilinçli hedef belirleme sürecinde ne kadar ciddi olduklarını yansıtmaktadır. Öğrencilerin sağlıklı ve sağlıklı okyanuslar üzerine yaratıcı fikirler üretme süreçleri video kayıtlarında gözlemlenmiştir. Öğrencilerin "Eğer okyanuslar kirlenirse, deniz yaşamı nasıl etkilenir?" gibi sorular sorması ve "Belki de daha fazla geri dönüşüm yaparak okyanusları koruyabiliriz" gibi önerilerde bulunması, yaratıcı problem çözme becerilerini sergilemektedir. Öğrencilerin fikirlerini kâğıda dökmeleri ve bu fikirler üzerine tartışmaları, yaratıcı düşüncelerini ve çözüm önerilerini somutlaştırmaktadır. Yaratıcı

düşünme becerilerini kullanmaları yine derinlemesine düşünme süreçlerine uygulama kodu ile ilişkilendirilmiştir.

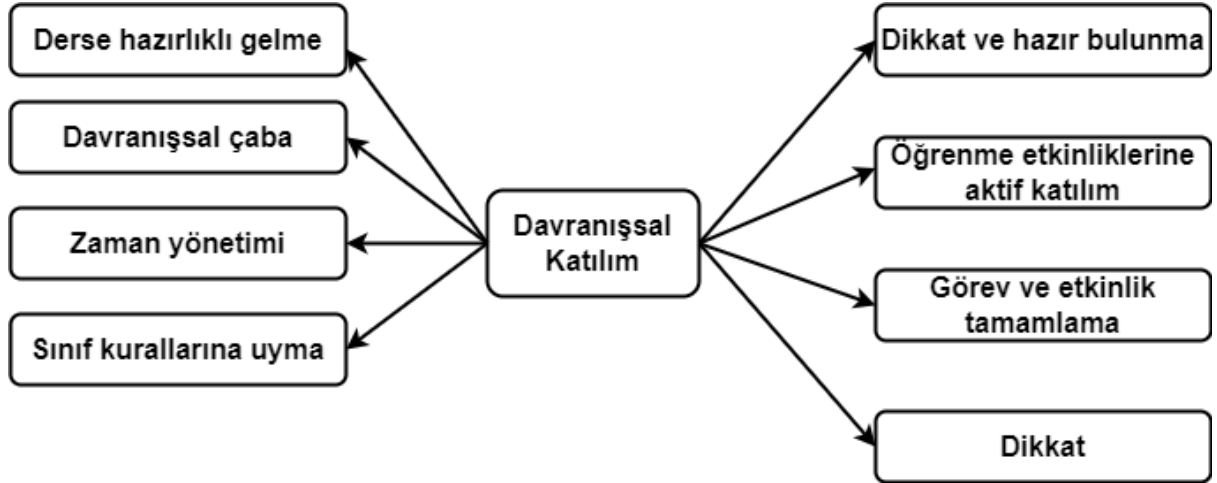
Okyanus asitlenmesi üzerine hipotezler geliştirme ve bu hipotezleri test edecek deneysel tasarımlar önerme süreçlerinde öğrencilerin problem çözme becerilerini kullandıkları gözlemlenmiştir. Video kayıtlarında, öğrencilerin bilimsel yöntemleri kullanarak hipotezler geliştirdikleri ve bu hipotezleri test etmek için deneyler tasarladıkları anlar görülmektedir. "Okyanus asitlenmesi deniz kabuklularını nasıl etkiler?" gibi hipotezler geliştirilirken ve "Bu hipotezi test etmek için farklı pH seviyelerinde deniz kabuklularını gözlemleyebiliriz" gibi önerilerde bulunurken öğrencilerin yüz ifadelerindeki yoğunlaşma, bilimsel düşünme yeteneklerini ortaya koymaktadır. İklim değişikliğiyle ilgili beyin fırtınası yaparken öğrencilerin derin düşünme süreçleri gözlemlenmiştir. Video kayıtları, öğrencilerin iklim değişikliğinin nedenleri ve sonuçları üzerine derinlemesine düşündüklerini göstermektedir. "İklim değişikliği, tarım ürünlerini nasıl etkiler?" gibi sorular üzerinde düşünürken ve "Belki de daha dayanıklı bitki türleri yetiştirebiliriz" gibi önerilerde bulunurken öğrencilerin yüz ifadelerindeki yoğunlaşma ve kaşlarının çatılması, derin düşünme becerilerini sergilemektedir. Tartışma sırasında öğrencilerin söyledikleri her kelime, hipotez geliştirme ve deneysel tasarım sürecinde gösterdikleri çaba, farklı stratejiler denemeleri ve bunları kullanmaları, onların bilişsel stratejilerle karmaşık fikirleri anlamaya çalıştıklarının bir göstergesidir.

Enerji kaynaklarıyla ilgili çalışma yaparken öğrencilerin gösterdikleri zihinsel çaba video kayıtlarında belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Öğrencilerin enerji kaynaklarını analiz ettikleri ve bu kaynakların avantajları ve dezavantajları üzerine düşündükleri anlar, "Güneş enerjisi neden diğer enerji kaynaklarından daha sürdürülebilir?" ve "Rüzgâr enerjisi nasıl daha verimli kullanılabilir?" gibi sorular tartışılırken gözlemlenmiştir. Öğrencilerin yüz ifadelerindeki ciddiyet ve tartışmalarındaki derinlik, bu süreçte ne kadar yoğunlaştıklarını ve tartışmalara katılım sağladıklarını ortaya koymaktadır. Video kayıtlarına göre öğrencilerin davranışsal katılımlarına ilişkin bulgular Tablo 4.19'da sunulmuştur.

Tablo 4.19: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Davranışsal Katılımlarına İlişkin Bulgular.

Kategori	Kodlar	Kaynak
Davranışsal Katılım	Dikkat ve hazır bulunma	1. Hafta Bilimsel yaratıcılık çalışması
	Öğrenme etkinliklerine aktif katılım	1. Hafta Oculus Quest 2 VR kullanımı ve IVR deneyimi, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması
	Görev ve etkinlik tamamlama	2. hafta SKA-15 ile etkinliğin ilişkilendirilmesi
	Dikkat	3. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması
	Derse hazırlıklı gelme	5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme
	Davranışsal çaba	9. ve 10. hafta SCAMPER Tekniği ve 3D Model İncelemesi
	Zaman yönetimi	Tüm haftalar tüm etkinlikler
	Sınıf kurallarına uyma	Tüm haftalar tüm etkinlikler

Tablo 4.19’da verilen bulgulara göre, ilk hafta yapılan bilimsel yaratıcılık çalışmasında öğrencilerin dikkatli ve hazır oldukları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin Oculus Quest 2 VR kullanımı ve IVR deneyimi, hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması gibi çeşitli etkinliklere aktif olarak katıldıkları görülmüştür. Bu etkinlikler, 1., 4., 7. ve 8. haftalarda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, 2. hafta yapılan SKA-15 ile ilişkilendirilmiş etkinliklerde, öğrencilerin görev ve etkinlikleri tamamladıkları belirlenmiştir. 3. hafta yapılan bilimsel yaratıcılık çalışmasında öğrencilerin dikkatli oldukları gözlemlenmiştir. 5. ve 6. haftalarda bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme etkinliklerinde öğrencilerin derse hazırlıklı geldikleri görülmüştür. 9. ve 10. haftalarda SCAMPER Tekniği ve 3D Model İncelemesi etkinliklerinde öğrencilerin çaba gösterdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin tüm haftalarda ve tüm etkinliklerde zaman yönetimi konusunda başarılı oldukları gözlemlenmiştir. Son olarak, öğrencilerin tüm haftalar boyunca ve tüm etkinliklerde sınıf kurallarına uydukları belirlenmiştir. Öğrencilerin video kayıtlarına göre öğrencilerin davranışsal katılımlarına ilişkin bulguların daha iyi anlaşılabilmesi için bulgular Şekil 4.15’te sunulmuştur.



Şekil 4-15: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Davranışsal Katılımlarına İlişkin Bulgular.

Birinci hafta bilimsel yaratıcılık çalışmasında, öğrenciler sınıfa geldiklerinde, öğretmen onlara iki görev sunmuştur. Öğrenciler, "Ya yeryüzünde ormanlar olmasaydı, neler olurdu?" veya "Sağlıklı bir ekosistem denilince aklınıza gelenleri yazınız ya da çiziniz" gibi görevlerden birini seçmişlerdir. Videoda, öğrencilerin dikkatle öğretmeni dinledikleri, görevleri analiz ettikleri ve seçim yaparken dikkatli davrandıkları gözlemlenmiştir. Bir öğrenci, kalemi elinde tutarak görevler hakkında düşünürken, diğer öğrenciler kâğıtlarına eğilerek hemen yazmaya başlamıştır. Öğrencilerin bu dikkatli ve hazır bulunuş halleri, onların derse olan bağlılıklarını ve ilgilerini yansıtmaktadır. Yüz ifadeleri ve beden dilleri, göreve olan odaklanmalarını ve derse hazır olmalarını göstermektedir.

Öğrenciler, sınıfta belirlenen kurallara uyum göstermişlerdir. Videoda, öğrencilerin sınıf içinde sessiz bir şekilde çalıştıkları, öğretmenin talimatlarına uydukları ve görevleri zamanında tamamladıkları gözlemlenmiştir. Özellikle IVR deneyimi sırasında öğrenciler coşkularını bedenleri ile ve yüksek ses çıkararak dile getirmişler. Ancak bu durum da diğer öğrencileri rahatsız etmemiş ve sınıf iklimi bozmamıştır. VR başlıklarını takmışlar ve Kaz Dağları'nın sağlıklı ve bozulmuş ekosistem sahnelerini deneyimlemişlerdir. Videoda, öğrencilerin VR deneyimlerine aktif olarak katıldıkları, başlıkları takıp çıkarırken birbirlerine yardım ettikleri ve sahneleri dikkatle inceledikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin VR başlıklarını kullanma ve sahnelerle etkileşime girme süreçleri, onların öğrenme sürecine olan bağlılıklarını ve aktif katılım düzeylerini ortaya koymaktadır.

Video kayıtlarında, öğrencilerin bireysel olarak çalıştıkları ve belirledikleri hedefler için araştırma yaptıkları anlar gözlemlenmiştir. Öğrenciler, "SKA-15 önemlidir çünkü..."

cümlesini tamamlarken, bu cümleye uygun kanıtlar bulmak için notlar almışlar ve kaynakları taramışlardır. Öğrencilerin görevlerini zamanında ve eksiksiz olarak tamamladıkları, yüz ifadelerindeki kararlılık ve disiplinle görülmüştür. Bu süreç, onların sorumluluk alma ve görevlerini yerine getirme becerilerini de yansıtmaktadır. Öğrencilerin görevlerini tamamlamak için gösterdikleri çaba ve disiplin, videoda net bir şekilde görülmüştür. Öğrenciler, etkinliklerdeki görevleri yerine getirmek için belirledikleri plan doğrultusunda çalışmışlardır. Videoda, öğrencilerin belirli süreler içerisinde ödevlerini tamamladıkları ve etkinliklere zamanında başladıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin zaman yönetimi becerilerini gösterdikleri, verilen süre içerisinde etkinlikleri bitirdikleri ve sonuçları değerlendirdikleri anlar, videoda belirgin bir şekilde görülmüştür. Video kayıtlarına göre öğrencilerin duyuşsal katılımlarına ilişkin bulgular Tablo 4.20’de sunulmuştur.

Tablo 4.20: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Duyuşsal Katılımlarına İlişkin Bulgular.

Kategori	Kodlar	Kaynak
Duyuşsal Katılım	İlgi, coşku ve keyif alma	1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması, 1. hafta Oculus Quest 2 VR kullanımı ve IVR deneyimi, 3. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması, 5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme, 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması.
	Dersi dört gözle bekleme	1.hafta bilimsel yaratıcılık çalışması, 1. Hafta: Oculus Quest 2 VR kullanımı ve IVR deneyimi, 5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme
	Yeni şeyler öğrenmekten zevk alma	1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması, 1. hafta Oculus Quest 2 VR kullanımı ve IVR deneyimi, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması
	Kendini iyi hissetme	2.hafta SKA-15 ile etkinliğin ilişkilendirilmesi, 5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme, 9. ve 10. hafta SCAMPER tekniği ve 3D model incelemesi
	Empati kurma	3. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması, 5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme, 9. ve 10. hafta SCAMPER tekniği ve 3D model incelemesi

Tablo 4.20’de, öğrencilerin çeşitli etkinliklerde duyuşsal katılımlarının gözlemlendiği görülmektedir. İlgi, coşku ve keyif alma gibi olumlu duygular, 1. hafta yapılan bilimsel yaratıcılık çalışmasında, Oculus Quest 2 VR kullanımı ve IVR deneyiminde, 3. hafta bilimsel yaratıcılık çalışmasında, 5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenmede, 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışmasında öğrencilerin yüz ifadeleri ve davranışlarından açıkça gözlemlenmiştir. Dersi dört gözle bekleme durumu, 1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve Oculus Quest 2 VR kullanımı ile IVR deneyiminde,

ayrıca 5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme etkinliklerinde öğrencilerin sabırsızlık ve heyecanla derse başlamalarından anlaşılmıştır. Yeni şeyler öğrenmekten zevk alma davranışı, 1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve Oculus Quest 2 VR kullanımı ile IVR deneyiminde, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlarda, 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışmasında öğrencilerin mutluluk ve memnuniyet ifadeleriyle belirginleşmiştir. Kendini iyi hissetme durumu, 2. hafta SKA-15 ile etkinliğin ilişkilendirilmesi, 5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme, 9. ve 10. hafta SCAMPER tekniği ve 3D model incelemesinde, öğrencilerin başarı ve rahatlama ifadelerinden gözlemlenmiştir. Son olarak, empati kurma davranışı, 3. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması, 5. ve 6. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme, 9. ve 10. hafta SCAMPER tekniği ve 3D model incelemesinde öğrencilerin duyarlılık ve empati gösteren yüz ifadeleri ve tartışmalarından anlaşılmıştır. Öğrencilerin video kayıtlarına göre öğrencilerin duyuşsal katılımlarına ilişkin bulguların daha iyi anlaşılabilmesi için bulgular Şekil 4.16'da sunulmuştur.



Şekil 4-16: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Duyuşsal Katılımlarına İlişkin Bulgular.

Video kayıtlarında, öğrencilerin derslere, arkadaşlarına, öğretmenlerine, öğrenme görevlerine ve öğrenme sürecine yönelik ilgi, coşku ve keyif gibi olumlu duygular sergiledikleri gözlemlenmiştir. "Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!" adlı etkinliğin bilimsel yaratıcılık çalışmasında, öğrencilerin ilgisi ve coşkusu yüz ifadelerinden açıkça gözlemlenmiştir. Görev seçimi ve uygulaması sırasında gösterdikleri ilgi videolarda belirgin şekilde görülmüştür. "Oculus Quest 2 VR Kullanımı ve IVR Deneyimi" sırasında ise öğrencilerin yüzlerinde coşku ve heyecan ifadeleri belirgin olup, VR sahnelerini keşfederken

yaşadıkları şaşkınlık ve hayranlık video kayıtlarında açıkça izlenmiştir. "Değişen Okyanuslarımız" adlı etkinliğin bilimsel yaratıcılık çalışmasında okyanuslarla ilgili çalışmalar sırasında öğrencilerin yüzlerinde belirgin bir ilgi ve keyif görülmüş, grafiklere ve çizimlere olan ilgileri videolarda net bir şekilde gözlemlenmiştir. "İklim Eylemi" adlı etkinliğin bilimsel yaratıcılık çalışması ve probleme dayalı öğrenme çalışmalarında da öğrencilerin yüz ifadelerinde ilgi ve keyif belirgin olup, tartışmalara katılırken sergiledikleri coşku videolarda açıkça izlenmiştir. "Erişilebilir ve Temiz Enerji" etkinliğindeki 3-2-1 Köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması sırasında enerji kaynaklarıyla ilgili çalışmalarda öğrencilerin yüzlerindeki heyecan ve ilgi videolarda belirgin şekilde gözlemlenmiştir. Poster incelemeleri ve tartışmalar sırasında gösterdikleri coşku net bir şekilde izlenmiştir.

Öğrencilerin dersleri dört gözle bekledikleri anlar da dikkat çekicidir. "Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!" etkinliğinde, öğrencilerin derse başlamadan önceki heyecanı ve sabırsızlığı videolarda gözlemlenmiştir. Öğretmenin görevi açıklarken öğrencilerin sabırsızlıkla bekledikleri ve hevesle derse başladıkları anlar videolarda açıkça görülmüştür. "Oculus Quest 2 VR Kullanımı ve IVR Deneyimi" öncesinde öğrencilerin yüzlerindeki heyecan ve merak, dersi dört gözle beklediklerini göstermiştir. VR başlıklarını takarken ve deneyime başlarken sergiledikleri sabırsızlık videolarda açıkça izlenmiştir. "İklim Eylemi" çalışmasına başlamadan önceki öğrencilerin heyecanı ve sabırsızlığı videolarda belirgin şekilde gözlemlenmiştir. Tartışmalara katılmadan önceki hevesleri ve bekleyişleri videolarda net bir şekilde izlenmiştir.

Öğrencilerin yeni şeyler öğrenmekten zevk aldıkları anlar da gözlemlenmiştir. "Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!" etkinliğinde yeni bilgiler öğrenirken öğrencilerin yüzlerindeki mutluluk ve zevk videolarda gözlemlenmiş, görevleri tamamladıklarında yüzlerinde belirgin bir memnuniyet ve başarı duygusu görülmüştür. "Oculus Quest 2 VR Kullanımı ve IVR Deneyimi" sırasında yeni şeyler öğrenirken öğrencilerin mutluluğu ve heyecanı videolarda açıkça izlenmiştir. VR sahnelerini keşfederken ve yeni bilgileri anlamaya çalışırken yüzlerinde belirgin bir zevk görülmüştür. "Değişen Okyanuslarımız" hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar sırasında öğrencilerin mutluluğu ve keyfi videolarda net bir şekilde izlenmiş, bilimsel sürece katılım sırasında ve yeni bilgiler öğrenirken yüzlerindeki memnuniyet açıkça gözlemlenmiştir. "Erişilebilir ve Temiz Enerji" etkinliğinde yer alan çalışmalarda da enerji kaynakları hakkında yeni bilgiler öğrenirken öğrencilerin yüzlerindeki

mutluluk ve keyif videolarda izlenmiş, grup tartışmalarına katılırken ve posterleri incelerken yüzlerindeki memnuniyet belirgin şekilde gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin kendilerini iyi hissettikleri anlar özellikle dikkat çekicidir. "Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim!" etkinliğinde, öğrencilerin hedef belirleme ve bu hedeflere ulaşma sürecinde kendilerini iyi hissettikleri anlar videolarda gözlemlenmiş, görevleri tamamladıklarında yüzlerindeki memnuniyet ve başarı duygusu kendilerini iyi hissettiklerini göstermiştir. "İklim Eylemi" çalışmasında ise öğrencilerin kendilerini iyi hissettikleri anlar videolarda belirgin şekilde izlenmiş, tartışmalara katılım sırasında ve yeni bilgiler öğrenirken yüzlerindeki memnuniyet ve rahatlık açıkça gözlemlenmiştir. "Temiz Su ve Sanitasyon" etkinliğindeki SCAMPER tekniğinin uygulanması ve 3D model incelemesi sırasında da yaratıcı çözümler geliştirirken öğrencilerin kendilerini iyi hissettikleri anlar videolarda gözlemlenmiş, plastik ürün kullanımını azaltmaya yönelik fikirler üretirken ve bu fikirleri tartışırken yüzlerindeki memnuniyet ve başarı duygusu belirgin şekilde izlenmiştir.

Son olarak, öğrencilerin empati kurdukları anlar video kayıtlarında gözlemlenmiştir. "Değişen Okyanuslarımız" etkinliğinde, okyanus ekosistemleri üzerine çalışırken öğrencilerin canlıların durumuna karşı empati kurdukları anlar videolarda gözlemlenmiş, grafiklere bakarken ve su altı yaşamını tasvir ederken gösterdikleri duyarlılık ve empati videolarda belirgin şekilde izlenmiştir. "İklim Eylemi" çalışmasında iklim değişikliğinin etkileri üzerine çalışırken öğrencilerin empati kurdukları anlar videolarda izlenmiş, iklim değişikliğinin insanlar ve çevre üzerindeki etkilerini tartışırken gösterdikleri duyarlılık ve empati videolarda belirgin şekilde gözlemlenmiştir. "Temiz Su ve Sanitasyon" etkinliğinde ise temiz su ve sanitasyon konuları üzerine çalışırken (galeri yürüyüşünde) öğrencilerin empati kurdukları anlar videolarda gözlemlenmiş, plastik ürün kullanımını azaltmaya yönelik çözümler üretirken ve çevreye olan etkilerini tartışırken gösterdikleri duyarlılık ve empati videolarda net bir şekilde izlenmiştir. Öğrencilerin öğretmen ve akranlarıyla etkileşimleri, fikir alışverişleri, grup çalışmaları ve işbirlikli öğrenme etkinlikleri sosyal katılımın net göstergeleridir.

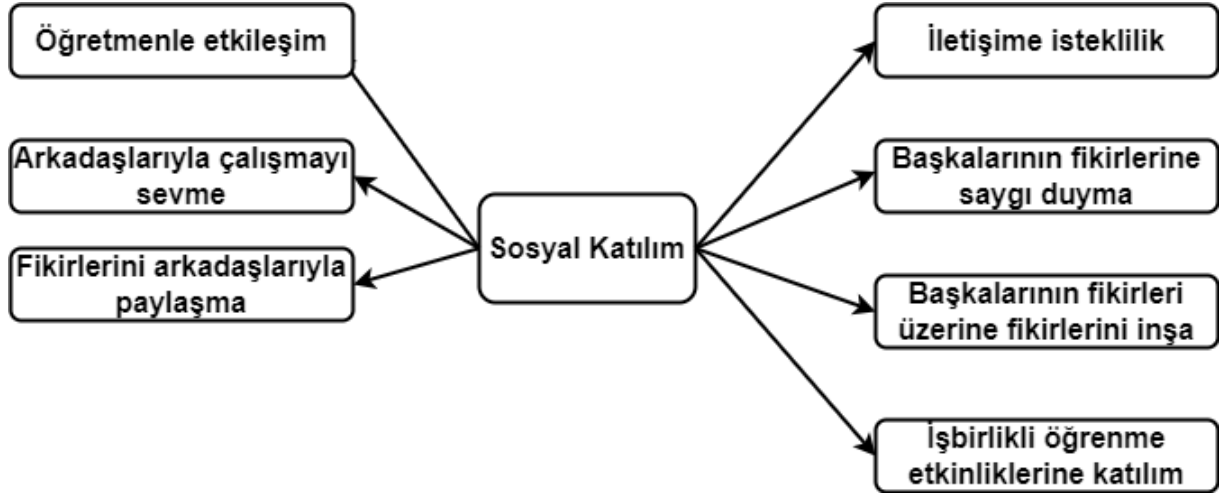
Video kayıtlarına göre öğrencilerin sosyal katılımlarına ilişkin bulgular Tablo 4.21'de sunulmuştur. Öğrencilerin video kayıtlarına göre öğrencilerin sosyal katılımlarına ilişkin bulguların daha iyi anlaşılabilmesi için bulgular Şekil 4.17'de sunulmuştur.

Tablo 4.21: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Sosyal Katılımlarına İlişkin Bulgular.

Kategori	Kodlar	Kaynak
Sosyal Katılım	İletişime isteklilik	4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 5. ve 6. hafta probleme dayalı öğrenme
	Başkalarının fikirlerine saygı duyma	1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar
	Başkalarının fikirleri üzerine fikirlerini inşa etme	4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması
	Arkadaşlarına yardım etme	1. hafta Oculus Quest 2 VR kullanımı ve IVR deneyimi, 9. ve 10. hafta SCAMPER tekniği ve 3d model incelemesi
	İşbirlikli öğrenme etkinliklerine katılım	4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması
	Öğretmenle etkileşim	Tüm haftalar: tüm etkinlikler
	Arkadaşlarıyla çalışmayı sevme	4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması
	Fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşma	4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar, 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışması

Tablo 4.21 incelendiğinde, öğrencilerin sosyal katılım türleri çeşitli etkinliklerde gözlemlendiği görülmektedir. İletişime isteklilik, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar ile 5. ve 6. hafta probleme dayalı öğrenme etkinliklerinde belirgindir. Başkalarının fikirlerine saygı duyma, 1. hafta bilimsel yaratıcılık çalışması ve 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar sırasında gözlemlenmiştir. Başkalarının fikirleri üzerine fikirlerini inşa etme, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar ile 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışmasında belirgindir.

Arkadaşlarına yardım etme, 1. hafta Oculus Quest 2 VR kullanımı ve IVR deneyimi ile 9. ve 10. hafta SCAMPER tekniği ve 3D model incelemesinde görülmüştür. İşbirlikli öğrenme etkinliklerine katılım, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar ile 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışmasında belirgindir. Öğretmenle etkileşim, tüm haftalar ve tüm etkinliklerde gözlemlenmiştir. Arkadaşlarıyla çalışmayı sevme, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar ile 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışmasında belirgindir. Fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşma, 4. hafta hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar ile 7. ve 8. hafta 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdı ve RAFT çalışmasında gözlemlenmiştir.



Şekil 4-17: Video Kayıtlarına Göre Öğrencilerin Sosyal Katılımlarına İlişkin Bulgular.

Öğrenciler, hipotez geliştirirken ve deneysel tasarımlar yaparken öğretmenle ve akranlarıyla etkileşimde bulunmuşlardır. Videolarda, öğrencilerin öğretmenden yönlendirme alırken ve akranlarıyla fikir alışverişinde bulunurken gösterdikleri sosyal ilişkileri yapılandırma ve sürdürme istekleri gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, hipotezini açıklarken öğretmenle göz teması kurması ve akranlarının fikirlerine kulak vermesi, sosyal etkileşimlerinin kalitesini yansıtmaktadır. Öğrenciler, iklim değişikliği ile ilgili problemler üzerinde çalışırken öğretmen ve akranlarıyla yoğun etkileşimde bulunurlar. Videolarda, öğrencilerin grup tartışmaları sırasında birbirleriyle aktif bir şekilde iletişim kurdukları ve sosyal ilişkilerini sürdürmeye yönelik istekli oldukları gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, iklim değişikliğinin etkilerini tartışırken arkadaşlarına destek olması ve öğretmenin yönlendirmeleri doğrultusunda hareket etmesi, iletişimde istekli olduklarını göstermektedir.

Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! adlı etkinliğin bilimsel yaratıcılık çalışmasında öğrenciler, birbirlerinin fikirlerine saygı göstererek görevlerini tamamlamışlardır. Videolarda, öğrencilerin grup çalışmaları sırasında başkalarının fikirlerine saygı duydukları gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, arkadaşının önerisini dikkatle dinleyip kendi görüşünü ifade etmeden önce düşünmesi, başkalarının fikirlerine saygı gösterdiğini ortaya koymaktadır. Değişen Okyanuslarımız etkinliğinin hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar çalışmasında öğrenciler, hipotez geliştirirken birbirlerinin fikirlerine saygı duyarak tartışmışlardır. Videolarda, öğrencilerin fikir alışverişi yaparken birbirlerine saygı gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, arkadaşının hipotezini eleştirmeden önce

dikkatle dinlemesi ve olumlu geri bildirim vermesi, saygı dolu bir tartışma ortamı oluşturduğunu göstermektedir.

Videolarda, öğrencilerin grup çalışmaları sırasında başkalarının fikirleri üzerine kendi fikirlerini ekledikleri gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, arkadaşının hipotezini geliştirerek daha detaylı bir deney tasarımı önerdiği anlar, fikirlerin inşa edildiğini göstermektedir. Öğrenciler, enerji kaynakları ile ilgili grup tartışmaları sırasında birbirlerinin fikirleri üzerine kendi fikirlerini inşa etmişlerdir. Videolarda, öğrencilerin fikirlerini geliştirirken diğer öğrencilerin katkılarını dikkate aldıkları gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, arkadaşının yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki fikrini genişleterek, daha sürdürülebilir çözümler sunduğu anlar, işbirlikçi bir öğrenme ortamında öğrencilerin sosyal katılımlarını göstermektedir.

Öğrenciler, VR başlıklarını kullanırken birbirlerine yardım etmişlerdir. Videolarda, öğrencilerin VR başlıklarını takarken ve çıkarırken arkadaşlarına nasıl yardımcı oldukları gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, VR başlığını doğru şekilde takamayan bir arkadaşına nazıkçe yardım ettiği anlar, destekleyici bir öğrenme ortamını göstermektedir. Yaratıcı çözümler geliştirirken öğrenciler arkadaşlarına yardım etmişlerdir. Videolarda, öğrencilerin fikirlerini tartışırken ve uygularken birbirlerine nasıl destek oldukları gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, arkadaşının plastik atıkları azaltma fikrini geliştirirken yardım ettiği anlar, işbirlikli ve yardımsever bir öğrenme ortamını göstermektedir.

Öğrenciler, grup çalışmaları sırasında işbirlikli öğrenme etkinliklerine katılmışlardır. Videolarda, öğrencilerin birlikte çalışarak hipotez geliştirdikleri ve deneysel tasarımlar yaptıkları gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, grup arkadaşlarıyla birlikte bir hipotezi tartışarak geliştirirken gösterdiği işbirliği, işbirlikli öğrenme ortamını yansıtmaktadır. Enerji kaynaklarıyla ilgili grup çalışmaları sırasında işbirlikli öğrenme etkinliklerine katılımın yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, grup üyeleriyle birlikte enerji kaynakları hakkında bilgi toplarken ve poster hazırlarken gösterdiği işbirliği, öğrenme süreçlerinin etkililiğini göstermektedir. Öğrenciler, her etkinlikte öğretmenle etkileşimde bulunmuşlardır. Videolarda, öğretmenin yönlendirmelerini takip ederken ve sorularını yanıtlarken öğrencilerin öğretmenle olan etkileşimleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin, öğretmenden geri bildirim alırken ve yönlendirmeleri takip ederken gösterdikleri etkileşim, öğretmen-öğrenci ilişkisinin kalitesini yansıtmaktadır.

Videolarda, öğrencilerin grup içi etkileşimlerinden ve yüz ifadelerinden arkadaşlarıyla çalışmaktan keyif aldıkları gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, grup arkadaşlarıyla birlikte çalışırken gülümsemesi ve eğlenmesi, arkadaşlarıyla çalışmaktan zevk aldığını göstermektedir. Öğrenciler, enerji kaynaklarıyla ilgili grup çalışmaları sırasında arkadaşlarıyla çalışmaktan keyif almışlardır. Videolarda, öğrencilerin birlikte çalışırken gösterdikleri mutluluk ve işbirliği net bir şekilde izlenmiştir. Bir öğrencinin, grup arkadaşlarıyla fikir alışverişi yaparken gülümsemesi ve tartışmalara aktif katılımı, arkadaşlarıyla çalışmaktan zevk aldığını göstermektedir.

Değişen okyanuslarımız etkinliğinin hipotez geliştirme ve deneysel tasarımlar çalışmasında öğrenciler, hipotez geliştirme sürecinde fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşmışlardır. Videolarda, öğrencilerin grup çalışmaları sırasında fikirlerini ifade ederken ve arkadaşlarına anlatırken gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, grup arkadaşlarıyla hipotezini paylaşırken gösterdiği heyecan ve açıklamalar, fikir paylaşımının etkinliğini göstermektedir. Öğrenciler, enerji kaynaklarıyla ilgili grup tartışmaları sırasında fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşmışlardır. Videolarda, öğrencilerin tartışmalar sırasında aktif olarak fikir alışverişinde bulundukları gözlemlenmiştir. Bir öğrencinin, grup arkadaşlarıyla yenilenebilir enerji kaynakları hakkında fikirlerini paylaştığı ve tartışmaları yönlendirdiği anlar, fikir paylaşımının önemini göstermektedir.

Bu bulgular, deney grubundaki öğrencilerin bilişsel, davranışsal, duygusal ve sosyal katılım türlerinin çeşitli etkinliklerde nasıl gözlemlendiğini ve video kayıtları aracılığıyla nasıl analiz edildiğini göstermektedir. Öğrencilerin yüz ifadeleri, davranışları, tartışmaları ve etkileşimleri, öğrenme-öğretme sürecine aktif katılımlarını ortaya koymaktadır.

4.2.3. Deney Grubu Öğrencilerinin Öz-Düzenleyici Öğrenme Becerilerini Kullanma Durumlarına İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan özel yetenekli öğrencilerin her bir etkinliğin sonunda doldurmuş oldukları öz-değerlendirme formları analiz edilmiş ve öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumları belirlenmiştir. Deney grubundaki bir öğrenci tarafından doldurulan örnek bir öz-değerlendirme formu Şekil 4.18'de (a, b) sunulmuştur.

Öğrencinin Adı Soyadı

Etkinlik Adı

Temiz ve yenilenebilir enerji

F50

Yönerge: Bu öz değerlendirme formu sizin "Temiz ve yenilenebilir enerji" etkinliğinde yaşadığınız öğrenme sürecini değerlendirmeye yönelik hazırlanmıştır. Görüşlerinizi aşağıdaki soruları cevaplayarak belirtiniz.

1. Bu etkinlikte neler hissettim? En keyif aldığım ve en sıkıldığım anlar nelerdi?
 Bu etkinlikte en keyif aldığım an süzür tribünlerin parçalarını öğrenmek en sıkıldığım an ise tabeladaki banyo ve duş zekem oldu.
2. Bu etkinlikteki zorlandığım bölümler nelerdi? Zorlandığım durumlarda nasıl bir çaba gösterdim ve nasıl bir tutum takındım? Sonuçta neler oldu?
 Bu etkinlikte benim bir ane zorlandığım şey oldu da fikir bulmak. Bu sorunu da aklım arkasına sararak gördüm. Arkadaşlar öğrenme.
3. Bu etkinlikte arkadaşlarımla ve öğretmenimle nasıl iletişim kurdum? Bireysel olarak ve grup arkadaşlarımla nasıl çalışma süreci geçirdim?
 Arkadaşlarımla önce dağılım yaptım. Nazırı o yaptı. Çizimi de ben yaptım. Bu süreçte etkinliğimiz zamanında benim öğretmenim ise etkinlik sırasında süzür tribünleri hakkında birçok bilgi vererek bana yardımcı etti. Arkadaşları öğrenme.
4. Bu etkinlikte öğrendiklerimle daha önce bildiklerim arasında nasıl bir ilişki vardı?
 Okulum bana bu konuları hakkında bilgiler vermişti. Ancak az önce öğrendiklerim çok daha detaylıydı. Öğrendiklerime.
5. Bu etkinlikte öğrendiklerimi nerede ve nasıl kullanabilirim?
 Sivillerde bilgilendirme ve tasarımlarında öğrendiklerimi kullanabilirim. transfer.
6. Bu etkinlikteki fikir üretme ve tasarım süreçlerindeki durumuma ilişkin değerlendirmem nasıldır? Çok sayıda fikir ürettim mi? Farklı kategorilerde fikirler ürettim mi? Arkadaşlarımdan farklı fikirler ürettim mi? Fikirlerimi detaylandırdım mı?
 Aslında farklı fikirler üretmedim. Çünkü ben de aklım arkadaşım çok güzel bir fikir buldu. Bu yüzden hemen ona başladık. öz-görüş.
7. Bu etkinlikte bence nasıldım? Bu etkinliği tekrar yapsaydım, neleri farklı yapardım?
 Bu etkinlikte bence etkindim. Tekrar yapsaydım daha hızlı olma dikkat ederdim.

Şekil 4-18-a: Örnek Öz Değerlendirme Formunun Birinci Sayfası.

8. Bu etkinlikte önemini bulduğum ve anlamakta zorluk çektiğim kısımlar nelerdi? Bunları not aldım mı?

Bu etkinlikte anlamakta zorluk çektiğim bir şey yoktu. Önemli olan yer ise önce Özgür Arıboğaz'ın tasarımıydı. Oları not etmedim. ✓

9. Etkinliklerdeki görevlerde zamanı etkili kullandım mı? Öğrenme alanlarına/lokasyonlara zamanında girdim mi?

Evet, görevi dağılımı yaparak zamanı etkili kullandım. ✓

10. Öğrenme alanlarına girmeden önce nasıl bir hazırlık süreci geçirdim? Neleri hazır ettim? Öğretmenimin oturumunu başlatmasını beklerken neler yaptım?

Kısa filmi izledim ve öğretmenimi dinledim. Daha sonra da zihnimde tasarımıya başladım. Kaynakları not ettim. ✓

11. Etkinlik öncesinde ve sonrasında kimden nasıl yardım aldım?

Ben daha çok takım arkadaşlarımdan yardım aldım. ✓ Yardım a-

12. Etkinlik sırasında ve sonrasında konuyu öğrenirken neler yaptım? (Stratejiler: tekrarlama, örgütlenme vb.)

Daha çok olayları ilişkilendirdim. > anılandırma stratejisi. ✓

13. Etkinlikte öğrendiklerimi sorguladım mı? Bir ya da birkaç örnek vermem gerekirse.....

Evet, sorguladım. Örneğin bir özgür arıboğazın hayat süresi ve çalışma sistemi. ✓ Kritik düşünme.

14. Etkinlik öncesinde etkinlik rehberini inceleyip etkinliğin nasıl organize edildiğini ve görevlerimi anladım mı?

Evet, çok iyi bir şekilde anladım. ✓

4.18-b: Örnek Öz Değerlendirme Formunun İkinci Sayfası.

Özel yetenekli öğrencilerin farklılaştırılmış öğretim tasarımındaki etkinliklerin sonunda doldurdıkları öz-değerlendirme formlarının analizi sonucunda, öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumlarına dair bulgular Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22: Deney Grubunun Öz-Düzenleyici Öğrenme Becerilerini Kullanma Durumlarına İlişkin Bulgular.

Kategori	Kodlar	Kaynak
Öz-düzenleyici öğrenme	Çaba düzenleme	F8, F13, F79, F92
	Sebat	F5, F19, F62, F83
	Arkadaştan öğrenme	F1, F4, F10, F12, F16, F23, F25, F26, F27, F32, F36, F39, F40, F43, F44, F50, F58, F64, F70, F82, F86, F93, F95, F96, F97,
	Ayrıntılandırma, Anlamlandırma	F1, F4, F5, F15, F19, F24, F33, F35, F36, F39, F43, F50, F61, F74, F75, F87, F99
	Transfer	F4, F6, F10, F13, F15, F16, F19, F20, F23, F25, F26, F27, F30, F32, F35, F39, F40, F42, F44, F45, F50, F52, F70, F73, F85, F100
	Bilişüstü öz-düzenleme	F2, F9, F35, F62, F79, F95
	Özyeterlilik	F1, F6, F7, F9, F17, F19, F20, F29, F31, F33, F36, F39, F41, F42, F44, F50, F52, F77, F89, F90, F93, F96, F98
	Not alma	F15, F26, F41, F47, F45, F56, F61, F97
	Zaman yönetimi	F4, F5, F10, F16, F26, F31, F36, F45, F50, F64, F75, F80, F86, F96, F100
	Kaynak yönetimi	F30, F44, F50, F64, F67, F90
	Yardım arama	F1, F3, F4, F5, F6, F9, F16, F17, F24, F27, F29, F30, F31, F35, F37, F42, F47, F50, F63, F100
	Tekrarlama	F24, F26, F29, F33, F35, F37, F44, F47, F48
	Örgütlenme	F13, F24, F44, F51, F57, F89, F92
	Görselleştirme	F43, F87, F90, F92
	Kritik Düşünme	F4, F5, F10, F15, F16, F17, F19, F20, F25, F27, F30, F33, F36, F37, F43, F52, F75
	Hedef belirleme ve planlama	F27, F29, F43, F76

Tablo 4.22, deney grubunun öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumlarına ilişkin bulguları özetlemektedir. Bu bulgular, öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini nasıl ve hangi stratejilerle uyguladıklarını göstermektedir. Tabloda belirtilen kaynak sütunu, öğrencilerin doldurdıkları formların numaralarını belirtmektedir.

Tablo 4.22'e göre, çaba düzenleme becerisini 8, 13, 79 ve 92 numaralı formları dolduran öğrenciler kullanmıştır. Sebat gösterme becerisi 5, 19, 62 ve 83 numaralı formlarda öne çıkmıştır. Arkadaştan öğrenme stratejisi oldukça yaygın olup, birçok öğrenci (1, 4, 10, 12, 16, 23, 25, 26, 27, 32, 36, 39, 40, 43, 44, 50, 58, 64, 70, 82, 86, 93, 95, 96, 97 numaralı formlar) bu beceriyi kullanmıştır. Ayrıntılandırma ve anlamlandırma becerileri (özet çıkarma, kendi kelimeleriyle ifade etme, önce bilinenlerle bağlantı kurma) 1, 4, 5, 15, 19, 24, 33, 35, 36, 39, 43, 50, 61, 74, 75, 85 ve 99 numaralı formlarda uygulanmıştır. Transfer becerileri, geniş bir yelpazede birçok öğrenci tarafından (4, 6, 10, 13, 15, 16, 19, 20, 23, 25, 26, 27, 30, 32, 35, 39, 40, 42, 44, 45, 50, 52, 70, 73, 85, 100 numaralı formlar) kullanılmıştır.

Bilişüstü öz-düzenleme becerisi, 2, 9, 35, 62, 79 ve 95 numaralı formlarda belirtilmiştir. Öz-yeterlilik becerisi ise 1, 6, 7, 9, 17, 19, 20, 29, 31, 33, 36, 39, 41, 42, 44, 50,

52, 77, 89, 90, 93, 96 ve 98 numaralı formlarda görülmüştür. Not alma becerisi 15, 26, 41, 45, 47, 56, 61 ve 97 numaralı formlarda öne çıkmıştır. Zaman yönetimi becerisi 4, 5, 10, 16, 26, 31, 36, 45, 50, 64, 75, 80, 86, 96 ve 100 numaralı formlarda belirtilmiştir. Kaynak yönetimi 30, 44, 50, 64, 67 ve 90 numaralı formlarda gerçekleştirilmiştir. Yardım arama becerisi ise geniş bir öğrenci kitlesi tarafından (1, 3, 4, 5, 6, 9, 16, 17, 24, 27, 29, 30, 31, 35, 37, 42, 47, 50, 63, 100 numaralı formlar) kullanılmıştır. Tekrarlama becerisi 24, 26, 29, 33, 35, 37, 44, 47 ve 48 numaralı formlarda belirtilmiştir.

Örgütlenme becerisi 13, 24, 44, 51, 57, 89 ve 92 numaralı formlarda görülmüştür. Görselleştirme becerisi 43, 87, 90 ve 92 numaralı formlarda belirtilmiştir. Kritik düşünme becerisi 4, 5, 10, 15, 16, 17, 19, 20, 25, 27, 30, 33, 36, 37, 43, 52 ve 75 numaralı formlarda öne çıkmıştır. Hedef belirleme ve planlama becerisi ise 27, 29, 43 ve 76 numaralı formlarda uygulanmıştır.

F43'te bir öğrenci; *“Projemizi grupça yaptık. Gruptaki her üyenin katkısı oldu”* yazarak arkadaştan öğrenmeye koduna vurgu yapmıştır. Öğrenme sürecinin arkadaşlar veya grup çalışması aracılığıyla desteklendiği belirtmiştir. F87'yi dolduran öğrenci, *“VR ortamında rüzgâr tribünleriyle ilgili videoyu izledikten ve tribünün içine girdikten sonra notlar aldım, şeklini çizip parçalarını gösterdim. VR içinde de etiketledim”* yazarak not alma, örgütlenme ve görselleştirme stratejilerini kullandığını belirtmiştir. F36'da bir öğrenci, *“Zaten temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ne kadar önemli olduğunu ve kullanılması gerektiğini biliyordum. Bu etkinlik sayesinde gözümde her şey daha çok somutlaştı, aklımda çok soru oluştu, mesela kuşların göç yollarının değişmesi nasıl önlenbilir?”* yazarak öğrendiklerini sorguladığını, kritik düşünme sürecine girdiğini ve ön-bilgileriyle yeni bilgilerini ilişkilendirdiğini (ayrıntılılandırma) ifade etmiştir.

F35'te bir öğrenci, *“Bence ben bu etkinlikte oldukça iyiydim. Dikkatimi topladım ve etkinlikteki her şeyi başardım, daha da başarabilirim”* diyerek öz-yeterliliğini ortaya koymuştur. *“Ben kendime bir hedef koydum. Etkinlikte anlatılmak istenileni anlamak ve zamanla değişen okyanusta yaşayan canlıların adım adım bundan nasıl etkilendiğini kavramak. Bunun için VR'da çok dikkatli gezindim, sonrasında aldığım notları araştırdım”* yazarak hedef belirleyip plan yaptığından söz etmiştir. F25'ye bir öğrenci, *“İneklerde sindirim sürecinde metan gazı orta çıkması, pirinç, nemli toprakta yetiştiği için metan gazı salınımı*

yapması ve bu sürece bakterilerin nasıl yol açtığını anlamaya çalıştım” yazarak kritik düşünme sürecini dile getirmiştir.

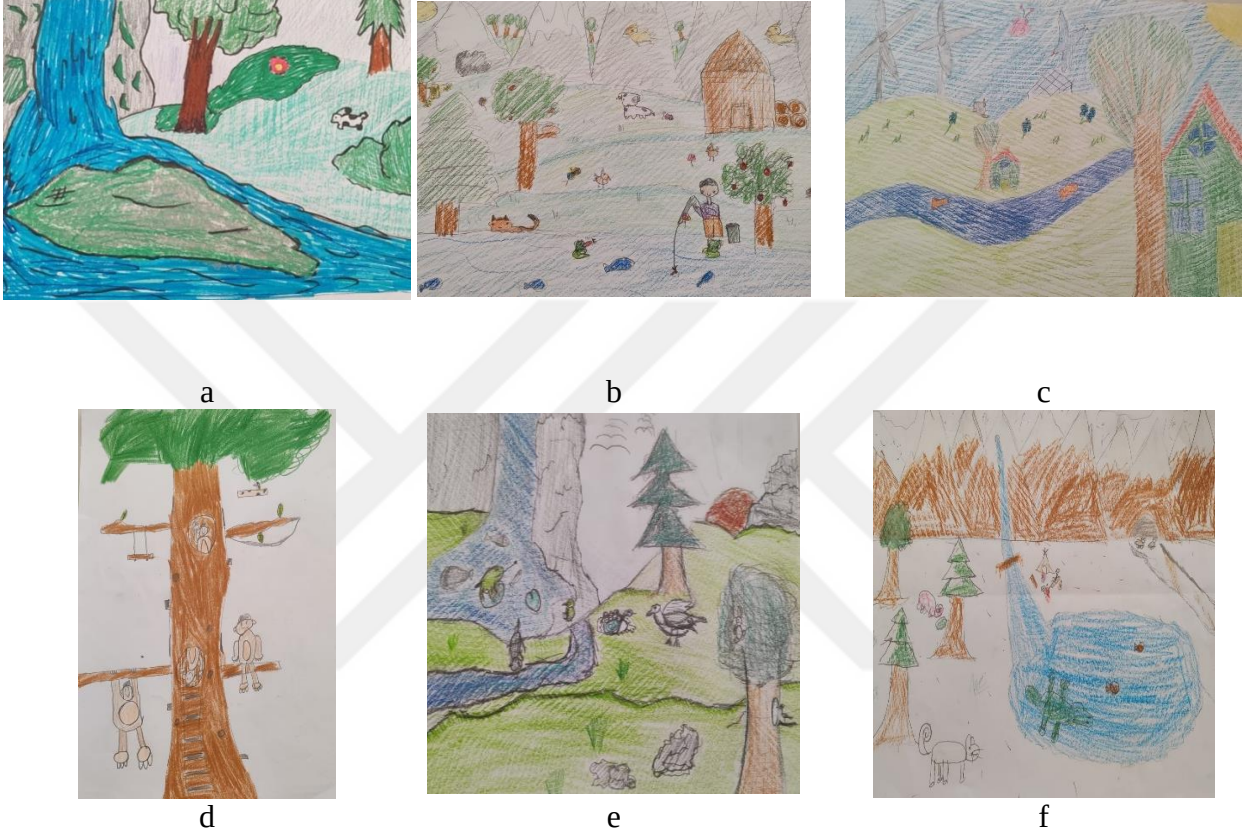
F19’da bir öğrenci “Hayatımda çevre kirliliğine engel olan ve bu konuda makaleler yazan birine dönüşebilirim” diyerek öğrendiklerini transfer edebileceğinden söz etmiştir. “İlk olarak balıkları inceledim, sayılarını not aldım ve çeşitlerini yazdım. Besin zincirini de çizdim” şeklinde not alma ve görselleştirme stratejilerini kullandığını F15’te belirtmiştir. F4’te bir öğrenci, “Öğretmenime açıklayarak, sorduğu soruya cevap vererek, grup arkadaşlarımla eğlenerek ve kendimi ifade ederek iletişim kurdum. Grubuma elimden gelen katkıyı verdim, onlar da aynı şekilde” yazarak arkadaştan öğrenme becerisini kullandığını belirtmiştir. F5’te bir öğrenci, “VR’ı kullanmak başta zordu, ancak o büyülü dünya içine sizi çekiyor. Hızlıca öğrendim, sıkıntı olduğunda da bir şekilde çözdüm.” diyerek zorluklara veya aksiliklere rağmen çaba ve motivasyonu sürdürdüğünü, sebat gösterdiğini ifade etmiştir.

4.2.4. Bilimsel Yaratıcılığı Harekete Geçirmek için Gerçekleştirilen Etkinlikler Sonucunda Ortaya Çıkan Öğrenme Ürünlerinin Deney Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarını Kullanma Durumlarını Nasıl Yansıttığına İlişkin Bulgular

Deney grubundaki öğrencilerin, bilimsel yaratıcılıklarını harekete geçirmek için gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda ürettikleri öğrenme ürünlerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını kullanma durumlarını nasıl yansıttığına ilişkin bulgular bu bölümde sunulmuştur.

Birinci etkinlik olan Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! Etkinliğinde, öğrencilerden “Ya yeryüzünde ormanlar olmasaydı, neler olurdu?” sorusuna akıcı, esnek, özgün ve detaylı fikir üretmeleri ya da “Sağlıklı bir karasal ekosistem denilince aklınıza gelenleri yazınız ya da çiziniz” yönergesine uygun olacak fikirlerini paylaşmaları istenilmiştir. Öğrenciler bu iki görev arasında seçim yapabilmişler ve bu görev üzerinde bireysel çalışmışlardır. Bu görevler bilimsel yaratıcılığın, özellik (akıcılık, esneklik, özgünlük) ve süreç boyutlarına (düşünme ve hayal gücü) değinmektedir. “Ya yeryüzünde ormanlar olmasaydı, neler olurdu?” sorusuna yönelik olarak öğrenciler 48 fikir üretmiştir. Bu fikirler arasında; “Eğer ormanlar olmasaydı, oksijen azalır ve nefes almak zorlaşır.”, “Ormanlar olmasa, küresel ısınma hızlanır”, “Ormanlar olmadan, yağmur az olur ve kuraklık artar.”, “Ormanlar olmasaydı, ormancılar insanlar işlerini kaybeder.”, “Ormanlar olmazsa, turizm de azalır”, “Ormanlar olmasa, bazı keşifler yapılamaz.”, “Ormanlar olmasa, en güzel doğal güzellikleri kaybederdik” yer almaktadır.

Sağlıklı bir karasal ekosistem denilince aklınıza gelenleri çizin yönergesini uygulayan öğrenciler bu bağlamda fikirlerini çizerek ifade etmeyi tercih etmişlerdir. Öğrencilerin bu bağlamda ürettikleri ürünlerden örnekler Şekil 4.19’da (a,b,c,d,e,f) sunulmuştur.



Şekil 4-19 (a,b,c,d,e,f): Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! Etkinliğinde Sağlıklı Bir Karasal Ekosisteme Yönelik Geliştirilen Öğrenci Ürünleri.

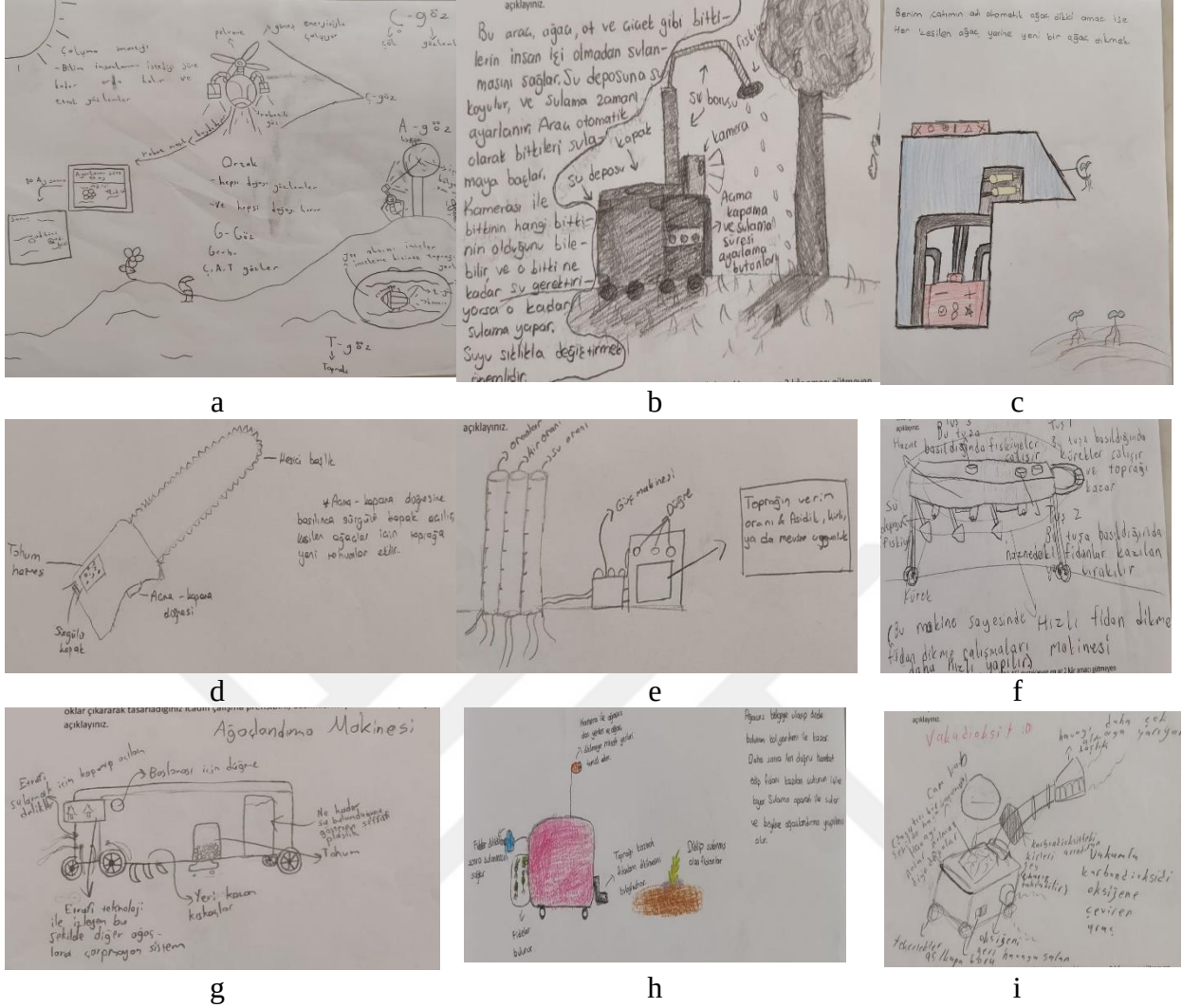
Öğrencilerin sağlıklı bir karasal ekosistem kavramını çizimlerle nasıl ifade ettiklerini değerlendirdiğimizde ortak temalar ve unsurlar belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu çizimler, öğrencilerin doğa ve ekosistemle ilgili farkındalıklarını ve anlayışlarını yansıtmaktadır. Şekil 4.19’da (a,b,c,d,e,f) olduğu gibi, yeni eklenen çizimlerde de su kaynakları önemli bir yer tutmaktadır. Bu, suyun ekosistem için hayati önem taşıdığını vurgulamaktadır. Akarsular, göller ve nehirler sıklıkla resmedilmiştir. Örneğin, Şekil 4.19-e’de (dere ve yeşilliklerle dolu) suyun ekosistemdeki önemi ve canlılar üzerindeki etkisi vurgulanmaktadır.

Tüm çizimlerde çeşitli ağaçlar ve bitkiler yer almakta olup, bu bitki örtüsü sağlıklı bir ekosistemin vazgeçilmez parçasını oluşturmaktadır. Ağaçların büyüklüğü ve çeşitliliği,

ekosistemin zenginliğini göstermektedir. Şeki 4.19-d’de büyük bir ağacın etrafında yaşayan canlılar ve detaylar resmedilmiştir. Bu, ağaçların ekosistem içindeki merkezi rolünü ve barınma sağlama işlevini vurgulamaktadır. Çizimlerde, birçok farklı hayvan türü ile insanların bir arada yaşadığı gösterilmektedir. Bu, biyolojik çeşitliliğin önemini ve insanların doğa ile uyum içinde yaşayabileceğini simgelemektedir. Şekil 4.19-f’de (göl kenarında ve dağların önünde), hayvanların ve doğal manzaranın iç içe olduğu görülmektedir. Bu, doğal yaşam alanlarının korunmasının önemini belirtmektedir. Çizimlerde insanlar genellikle doğayla uyumlu faaliyetler yaparken gösterilmiştir. Örneğin, balık tutma, ağaç ev yapma gibi aktiviteler, insanların doğayı tahrip etmeden nasıl yaşayabileceğini göstermektedir. Rüzgâr türbinleri ve diğer sürdürülebilir enerji kaynakları modern dünyanın sürdürülebilirlik hedeflerini ve yenilenebilir enerjiye olan ihtiyacı yansıtmaktadır.

Şekil 4.19 (a,b,c,d,e,f), öğrencilerin sağlıklı bir karasal ekosistemin temel unsurlarını ve bu unsurların nasıl bir arada var olduğunu anladıklarını göstermektedir. Su kaynakları, bitki çeşitliliği, hayvanlar ve insanların doğayla uyumlu etkileşimleri, sağlıklı bir ekosistemin vazgeçilmez bileşenleridir. Öğrenciler, çizimlerinde doğanın dengesi ve sürdürülebilirlik kavramlarını başarılı bir şekilde yansıtarak, ekosistemlerin karmaşıklığını ve bu sistemlerdeki her bir bileşenin önemini anlamış olduklarını göstermektedirler.

Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! etkinliğinde bilimsel yaratıcılığın özellik ve süreç boyutuyla birlikte, ürün boyutunu (özellikle teknik üretim) harekete geçirmeye yönelik olarak öğrencilere, “SKA-15’e ulaşmak için bir şey icat etseniz bu ne olurdu? Lütfen çiziniz, çiziminizi üzerinde oklar çıkararak tasarladığınız icadın çalışma prensibini, özelliklerini yazarak detaylı bir şekilde açıklayınız.” yönergesi verilmiştir. Bu kapsamda öğrenciler 20 ürün geliştirmişlerdir. SKA-15, karasal yaşam hedefi, karasal ekosistemleri korumak, iyileştirmek ve sürdürülebilir kullanımını desteklemek; sürdürülebilir orman yönetimini sağlamak, çölleşme ile mücadele etmek; arazi bozunumunu durdurmak ve tersine çevirmek, biyolojik çeşitlilik kaybını engellemek amaçlarını içermektedir. Öğrencilerin ürünlerinden örnekler Şekil 4.20 (a,b,c,d,e,f,g,h,i)’de sunulmuştur.



Şekil 4-20: Öğrenci Ürünlerinden Örnekler.

Şekil 4.20’de (a,b,c,d,e,f,g,h,i) verilen icatlar, SKA-15 hedeflerine ulaşmak için öğrencilerin yaratıcı çözümler üretme yeteneklerini göstermektedir. Her biri, karasal ekosistemleri koruma, sürdürülebilir orman yönetimi sağlama ve biyolojik çeşitlilik kaybını engelleme gibi önemli amaçlara hizmet etmektedir.

"Otomatik Ağaç Dikici" adlı icat (Şekil 4.20-c), kesilen her ağacın yerine otomatik olarak yeni bir fidan dikme işlevi görmektedir. Cihazın sensörleri, kesilen ağaçları algılayarak bu bölgelerde fidan dikimi gerçekleştirmektedir. Fidan haznesinden alınan fidanlar, cihaz tarafından açılan uygun derinlikteki çukurlara yerleştirilmekte ve dikim işlemi tamamlanmaktadır. Cihazın kontrol paneli üzerinden tüm işlemler izlenebilmekte ve yönetilebilmektedir, bu da ormanların sürekliliğini ve ekosistem dengesini korumaya yönelik önemli bir katkı sağlamaktadır. "Gözlem ve Koruma Sistemi" (Şekil 4.20-a), doğayı izleyen ve koruyan çeşitli gözlem araçlarından oluşmaktadır. Güneş enerjisi ile çalışan robotik gözler,

Çöl, lagün ve toprak gibi farklı alanlarda konumlanarak çevresel durumları sürekli olarak izlemektedir. Bu gözlem araçları, bilim insanlarına çevresel tehditleri önceden tespit etme ve gerekli müdahaleleri planlama konusunda önemli veriler sağlamaktadır. Gözlem süresi ve konumları, kontrol paneli aracılığıyla ayarlanabilmekte, bu da çevresel koruma çalışmalarının etkinliğini artırmaktadır.

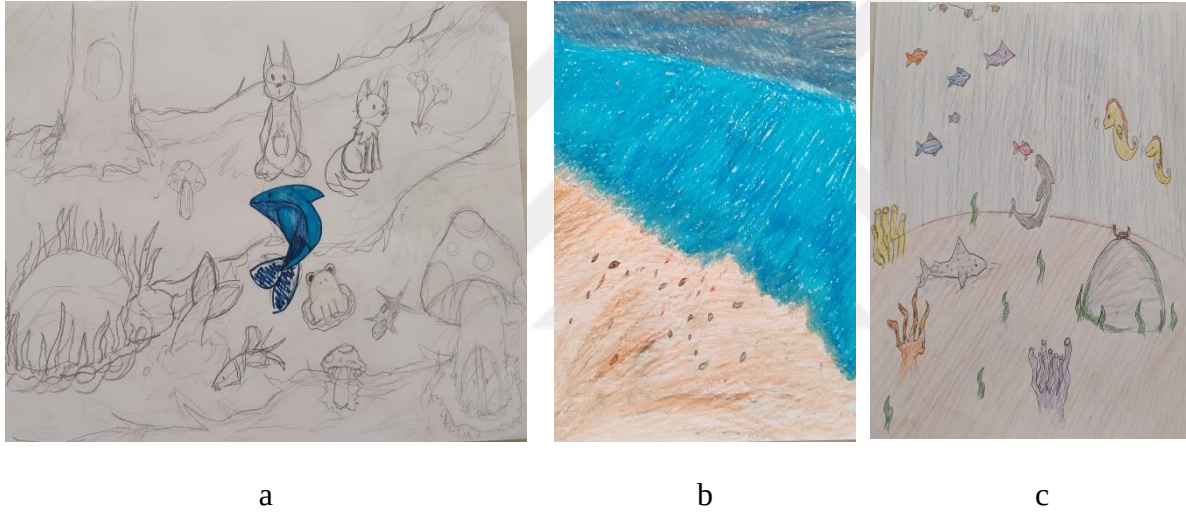
"Tohum Eken Motorlu Tester" (Şekil 4.20-d), ağaç kesimi sırasında otomatik olarak tohum ekme işlevi görmektedir. Cihazın kesici başlığında bulunan tohum haznesi, kesim işlemi sırasında aktive olarak kesilen ağaçların yerine tohum bırakmaktadır. Açma-kapama düğmesi ile kontrol edilen bu cihaz, orman yenilenmesini sağlamak için etkili bir çözüm sunmaktadır. "Toprak Analiz Makinesi" (Şekil 4.20-e), toprağın verimliliğini, asidikliğini ve kirlilik oranını analiz eden gelişmiş bir cihazdır. Cihazın sensörleri, toprağın çeşitli özelliklerini ölçerek çiftçilere ve orman yöneticilerine önemli bilgiler sağlamaktadır. Toprak analiz sonuçları, doğru tarım uygulamalarını teşvik etmekte ve toprağın iyileştirilmesi için gerekli adımların atılmasına yardımcı olmaktadır.

"Hızlı Fidan Dikme Makinesi" (Şekil 4.20-f), fidan dikme işlemini hızlandırmak ve verimliliği artırmak amacıyla tasarlanmıştır. Üzerinde bulunan tuşlar, farklı işlevleri başlatarak küreklerin çalışmasını, toprağın kazılmasını ve fidanların dikilmesini sağlamaktadır. Su deposu ve fidan haznesi ile entegre çalışan bu makine, hızlı ve etkili bir fidan dikim süreci sunmaktadır. "Ağaçlandırma Makinesi" (Şekil 4.20-g), geniş çapta ağaçlandırma çalışmalarını desteklemek amacıyla geliştirilmiştir. Etrafındaki su delikleri ile ağaçlandırma alanını sulayarak başlamakta ve yer kazıcı kısıkaçları ile toprağı hazırlamaktadır. Şeffaf su tankı, mevcut su miktarını gösterirken, tohum haznesi belirli aralıklarla tohum bırakmaktadır. Bu makine, geniş alanlarda etkili ağaçlandırma yapmayı mümkün kılmaktadır.

"Otomatik Sulama Aracı" (Şekil 4.20-b), bitkilerin insan müdahalesi olmadan sulanmasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Bu araç, su deposu ve fiskiyeler aracılığıyla bitkileri sulamakta ve kamera sistemi ile bitkilerin su ihtiyacını belirlemektedir. Sulama zamanı ayarlanabilmekte ve bitkinin türüne göre su miktarı otomatik olarak ayarlanmaktadır. Bu araç, özellikle tarım ve bahçe bitkileri için ideal bir sulama çözümü sunmaktadır. "Fidan Dikim ve Sulama Robotu" (Şekil 30-h), uygun alanları tespit ederek fidanları diken ve sulayan bir robottur. Kamerası sayesinde ağaç dikimi için en uygun yerleri belirlemekte ve toprağı kazıp fidanları yerleştirmektedir. Sulama aparatı ile dikilen fidanların sulanmasını

sağlamaktadır. Bu robot, ağaçlandırma çalışmalarında verimliliği artırmakta ve manuel iş yükünü azaltmaktadır. "Vakumlu Karbondioksit Dönüştürücü" (Şekil 4.20-i), havadaki karbondioksiti filtreleyerek oksijene dönüştüren bir araçtır. Vakumlu sistem ile havadaki karbon emisyonlarını çekmekte ve filtreleme mekanizması ile karbondioksiti oksijene dönüştürmektedir. Temiz havayı atmosfere geri salarak çevresel kirliliği azaltmakta ve hava kalitesini artırmaktadır.

Değişen Okyanuslarımız etkinliğinde, öğrencilere, “sağlıklı okyanuslar ve denizler varlığımız için gereklidir. Sağlıklı bir okyanus/deniz düşündüğünüzde aklınıza gelenleri yazınız/çiziniz” yönergesi verilmiştir. Öğrenciler bu görev için 20 farklı ürün geliştirmişlerdir. Öğrenci ürünlerinden örnekler Şekil 4.21 (a,b,c)’de sunulmuştur.



Şekil 4-21: Değişen Okyanuslarımız Etkinliğinde Sağlıklı Bir Karasal Ekosisteme Yönelik Geliştirilen Öğrenci Ürünleri.

Şekil 4.21-a, okyanusun derinliklerinde yaşayan canlıları ve okyanus tabanını göstermektedir. Çizimde farklı deniz canlıları, deniz yosunları ve mercanlar yer almaktadır. Özellikle mavi renkteki büyük balık, deniz yaşamının zenginliğini ve çeşitliliğini sembolize etmektedir. Öğrenci, sağlıklı bir okyanusu zengin biyolojik çeşitlilikle dolu bir ekosistem olarak hayal etmektedir. Çizimde deniz canlılarının mutlu ve doğal ortamlarında huzurlu bir şekilde yaşadıkları görülmektedir. Bu da öğrencinin sağlıklı okyanuslar için biyolojik çeşitliliğin korunmasının önemini vurguladıklarını göstermektedir. Şekil 4.21-b, kıyıya vuran dalgaları ve temiz bir sahili tasvir etmektedir. Deniz suyu parlak mavi renkte, berrak ve temiz görünmektedir. Sahil çiziminde ise birkaç taş ve deniz kabuğu gibi doğal unsurlar bulunmaktadır. Öğrencinin sağlıklı bir okyanus tasavvurunda, temiz ve berrak suyun önemli

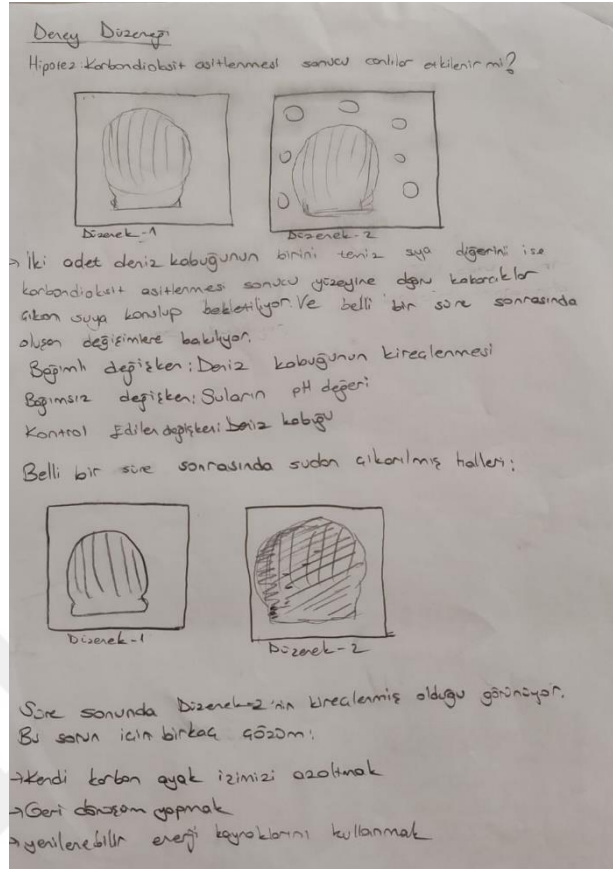
bir yer tuttuğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, sahilin doğal güzellikleri ve temizliği de öğrencinin dikkatini çekmiştir. Bu çizim, sağlıklı bir okyanusun temiz suya ve doğal, insan etkisinden arınmış sahillere sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Şekil 4.21-c'de okyanusun farklı derinliklerinde bulunan çeşitli deniz canlıları ve bitkileri yer almaktadır. Çizimde köpek balıkları, denizotu, küçük balıklar ve mercanlar gibi birçok deniz canlısı bulunmaktadır. Ayrıca deniz yosunları ve mercan kayalıkları da detaylı bir şekilde çizilmiştir. Öğrencinin çizimi, sağlıklı bir okyanusun çok çeşitli deniz yaşamına ev sahipliği yaptığını vurgulamaktadır. Deniz yaşamının çeşitliliği ve ekosistemlerin dengesi, sağlıklı bir okyanus için temel unsurlar olarak ön plana çıkmaktadır.

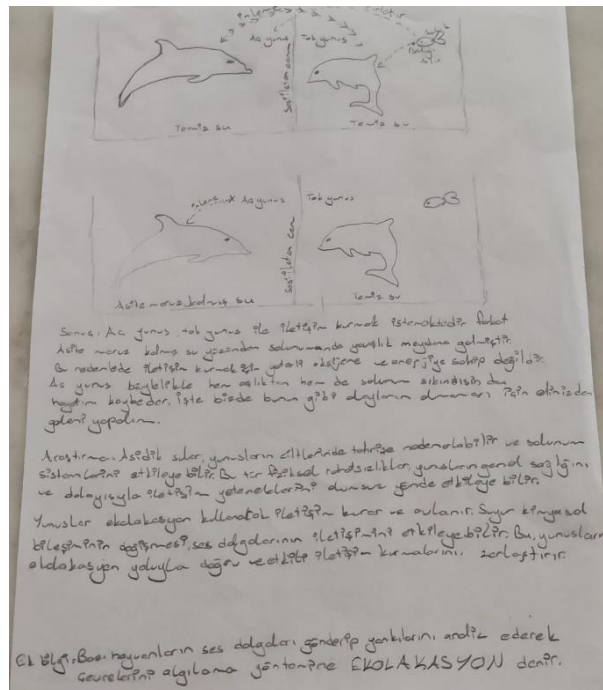
Öğrencilerin çizimleri, sağlıklı okyanus kavramını berrak ve temiz su, zengin biyolojik çeşitlilik ve doğal yaşam alanlarının korunması üzerinden tanımlamaktadır. Çizimlerdeki detaylar, öğrencilerin sağlıklı okyanusların insan müdahalesinden uzak, temiz ve canlı yaşamıyla dolu ekosistemler olduğunu anladıklarını göstermektedir. Öğrenciler, sağlıklı okyanusların varlığımız için ne kadar gerekli olduğunu ve bu ekosistemlerin korunmasının neden hayati öneme sahip olduğunu çizimleriyle ifade etmektedirler.

Değişen okyanuslarımız etkinliğinde, öğrencilerin bilimsel yaratıcılığın özellikle ürün boyutunun bilimsel bilgi, bilimsel olgu ve bilimsel problem boyutlarına odaklanan deney tasarımı görevi verilmiştir. Grup çalışması şeklinde gerçekleştirilen bu görevin sonucunda ortaya çıkan 5 üründen 2'si Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te verilmiştir.

Şekil 4.22'de verilen deney tasarımı, okyanus asitlenmesinin deniz kabuklarına olan etkisini incelemektedir. Deneyde iki düzenek kullanılarak, birinde temiz su, diğesinde ise karbondioksit ve suyun birleşimi sonucunda oluşan asidik su bulunmaktadır. Bu düzenekler ve gözlemler şu şekildedir: Karbonik asit oluşumu, okyanusların pH seviyesini düşürerek asidik hale getirmektedir. Bu asidik ortam, deniz kabuklarının kireçlenmesine neden olabilir. İki düzenek arasında yapılan gözlemde, seyreltik aside maruz kalan deniz kabuklarının zayıfladığı gözlemlenmiştir. Temiz su ortamında bulunan deniz kabuğu ise bu tür bir bozulmaya uğramamıştır. Okyanusların asitlenmesi, deniz kabuklularının (midye, istiridye vb.) kabuklarının zayıflamasına ve dolayısıyla hayatta kalma şanslarının azalmasına neden olmaktadır. Bu durum, deniz ekosistemlerinde büyük bir biyolojik çeşitlilik kaybına yol açabilir.



Şekil 4-22: Deney Tasarımına Yönelik Örnek Öğrenci Ürünü-1.

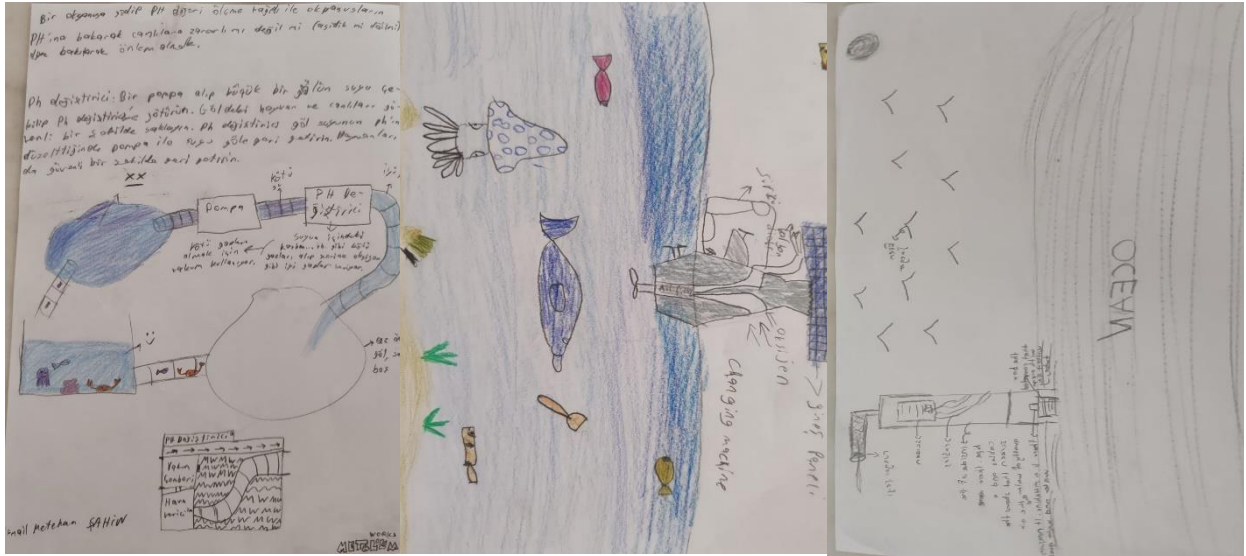


Şekil 4-23: Deney Tasarımına Yönelik Örnek Öğrenci Ürünü-2.

Şekil 4.23'te verilen deney tasarımı incelendiğinde, yunusların iletişim ve yaşam koşullarını asidik suların etkisi üzerinden incelemektedir. Öğrenciler, yunusların temiz su ve asidik ortamlarındaki davranışlarını ve sağlık durumlarını karşılaştırmalı olarak ele almıştır. Çizimlerde ve yazılı açıklamalarda şu noktalar vurgulanmaktadır: Yunusların temiz sularda sağlıklı bir şekilde yaşadığı, asidik ortamlarda ise sağlık sorunları yaşadığı belirtilmektedir. Özellikle asidik ortamın yunusların ciltlerinde tahrişe ve solunum problemlerine yol açabileceği ifade edilmektedir. Yunusların ekolojasyon (ses dalgalarını kullanarak çevrelerini algılama) yetenekleri, asidik ortam nedeniyle değişikliğe uğrayabilir. Asidik ortamın kimyasal bileşimindeki değişiklikler, ses dalgalarının iletimini etkileyebilir ve bu da yunusların iletişim kurma kabiliyetlerini zorlaştırabilir. Asidik suların yunusların sağlığı ve iletişim yetenekleri üzerindeki olumsuz etkileri, okyanusların asitlenmesi sorununu gündeme getirmektedir. Bu durum, yunus popülasyonları ve genel olarak deniz ekosistemleri için büyük bir tehdit oluşturmaktadır.

Deneysel tasarımlara ilişkin öğrenci ürünleri, okyanusların asitlenmesinin deniz ekosistemleri üzerindeki olumsuz etkilerini bilimsel bir çerçevede ele almaktadır. Yunusların iletişim yetenekleri ve sağlık durumları ile deniz kabuklarının dayanıklılığı üzerinden yapılan bu çalışmalar, öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını kullanarak önemli çevresel sorunlara dikkat çektiğini göstermektedir. Öğrencilerin tasarladığı deneyler, okyanusların asitlenmesinin somut etkilerini göstermekte ve bu etkilerin nasıl ölçülüp anlaşılabileceği konusunda pratik bilgiler sunmaktadır.

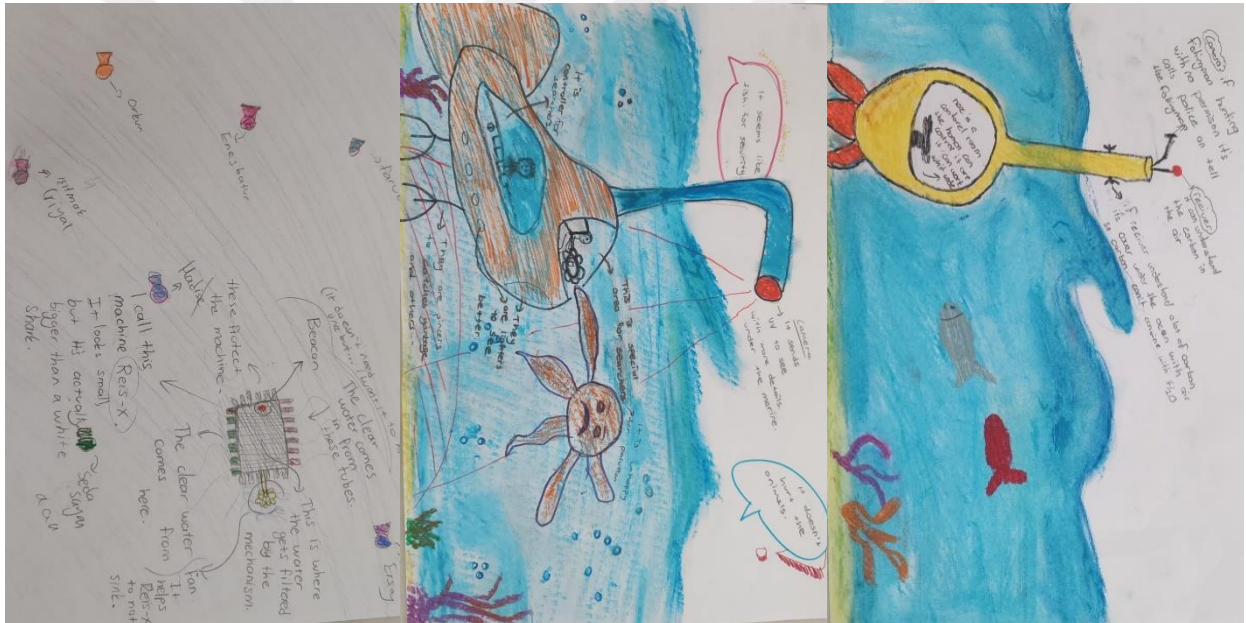
Değişen okyanuslarımız etkinliğinde öğrencilere farklı olarak SKA-14'e destek olabilecek bir icat geliştirmeleri görevi verilmiştir. Bu görev bilimsel yaratıcılığın özellik, süreç boyutlarıyla birlikte özellikle ürün boyutuna yer alan teknik üretim ile ilgilidir. SKA-14 öğrencilerle şu şekilde paylaşılmıştır: "Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanmayı içerir. Ayrıca, deniz kirliliğini ve okyanus asitlenmesini azaltmayı ve aşırı avlanmayı, deniz ve kıyı ekosistemlerini korumayı kapsamaktadır." Bu etkinlikte öğrenciler 20 ürün geliştirmişlerdir. Öğrenci ürünlerinden örnekler Şekil 4.24'te (a,b,c,d,e,f,g,h,i) sunulmuştur.



a

b

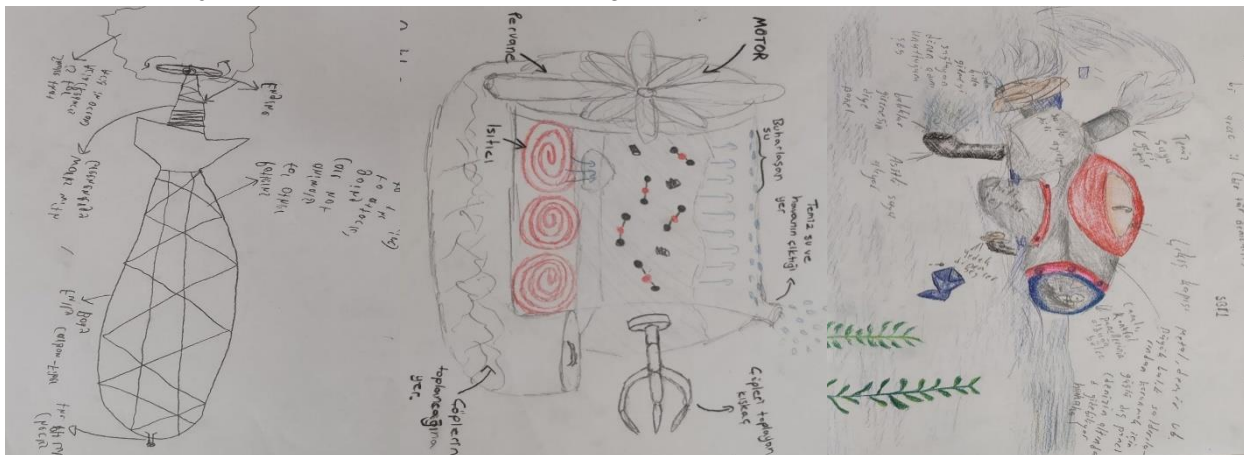
c



d

e

f



g

h

i

Şekil 4-24: Değişen Okyanuslarımız Etkinliğinde Öğrencilerin SKA-14'e Yönelik Geliştirdikleri İcatlarından Örnekler.

Şekil 4.24-a'da verilen ürün, okyanuslardaki suyun pH değerini ölçmek ve gerektiğinde düzenlemek amacıyla tasarlanmıştır. Bir pompa yardımıyla su çekilmekte ve pH değiştirici birime iletilmektedir. Burada suyun pH değeri istenen seviyeye getirilerek geri denize bırakılmaktadır. Bu icat, okyanus asitlenmesi sorununu ele alarak deniz yaşamını korumayı hedeflemektedir. pH değeri, deniz canlılarının sağlığı için kritik bir öneme sahiptir ve bu icat, deniz ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Şekil 4.24-b'de verilen ürün, su altındaki oksijen seviyesini izleyip gerektiğinde artırmak amacıyla geliştirilmiştir. Güneş panelleri ile enerji sağlanmakta ve cihaz suya oksijen pompalamaktadır. Bu icat, deniz yaşamını desteklemek ve oksijen eksikliği nedeniyle oluşabilecek problemleri önlemek için önemli bir araçtır. Deniz ekosistemlerinde oksijen seviyesinin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği için kritik bir öneme sahiptir.

Şekil 4.24-c'de verilen Okyanus İzleme ve Temizleme Cihazı, okyanus suyunun kalitesini sürekli izleyen ve suyun pH değerini, sıcaklığını ve kirletici maddeleri tespit eden sensörler ile donatılmıştır. Cihaz, tespit ettiği kirleticileri filtreleyerek suyu temizlemektedir. Ayrıca, cihazın üzerinde bulunan ekran, su kalitesi ile ilgili verileri görüntülemektedir. Bu icat, okyanusların kirlenmesini önlemek ve deniz ekosistemlerinin sağlığını korumak için önemli bir araçtır.

Şekil 4.24-d'de verilen REIS-X adlı bu makine, suyu filtreleyerek temizlemekte ve deniz ekosistemlerini korumaktadır. Cihaz, suyu belirli borulardan geçirerek filtreleme işlemi yapmaktadır. Ayrıca, cihazın çevresindeki koruyucu elemanlar, cihazı deniz canlılarının zarar vermesinden korumaktadır. Bu icat, su kalitesini artırmak ve deniz ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak için tasarlanmıştır. Şekil 34'e de verilen Denizaltı Temizleme ve İzleme Aracı, deniz yüzeyinin altındaki çöpleri ve kirletici maddeleri toplamak amacıyla tasarlanmıştır. Cihaz, su altındaki çöpleri toplayan bir kısaç mekanizmasına sahiptir. Ayrıca, cihaz suyu filtreleyerek temizlemekte ve temiz suyu tekrar denize bırakmaktadır. Bu icat, deniz kirliliği ile mücadele etmek ve deniz ekosistemlerini korumak için önemli bir rol oynamaktadır.

Şekil 4.24-f'de verilen ürün, okyanuslarda asidik su bölgelerini tespit ederek temizlemektedir. Asidik suyu çekmekte ve içindeki zararlı maddeleri filtreleyerek temiz suya

dönüştürmektedir. Temizlenen su daha sonra tekrar denize bırakılmaktadır. Bu icat, okyanus asitlenmesi sorununu ele alarak deniz yaşamını korumaya yardımcı olmaktadır. Şekil 34-g’de verilen Karbon-Fiber Su Arıtma Cihazı, karbon-fiber malzeme kullanarak suyun pH seviyesini ölçmekte ve gerektiğinde düzenlemektedir. Ayrıca, cihaz deniz suyundaki diğer kirleticileri de temizlemektedir. Bu icat, suyun kalitesini artırmak ve deniz ekosistemlerinin sağlığını korumak amacıyla tasarlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak çalışması, çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Şekil 4.24-h’de verilen Gelişmiş Deniz Temizleme Robotu, deniz yüzeyindeki ve altındaki çöpleri toplayarak denizleri temizlemektedir. Robot, su altındaki atıkları algılayan sensörlere ve toplama kollarına sahiptir. Toplanan atıklar, robotun içinde bulunan depolama alanına aktarılmaktadır. Bu icat, deniz kirliliğini azaltmak ve deniz ekosistemlerini korumak için tasarlanmıştır. Şekil 34-i’de verilen Asidik Suları Ayrıştırma Denizaltısı, asidik suları tespit ederek temizlemektedir. Cihaz, asidik suyu çekmekte ve içindeki zararlı maddeleri ayrıştırarak temiz suya dönüştürmektedir. Denizaltı, temiz suyu tekrar denize bırakmakta ve deniz ekosistemlerinin sağlığını korumaya yardımcı olmaktadır. Bu icat, okyanus asitlenmesi ile mücadele etmek ve deniz yaşamını desteklemek için önemli bir araçtır.

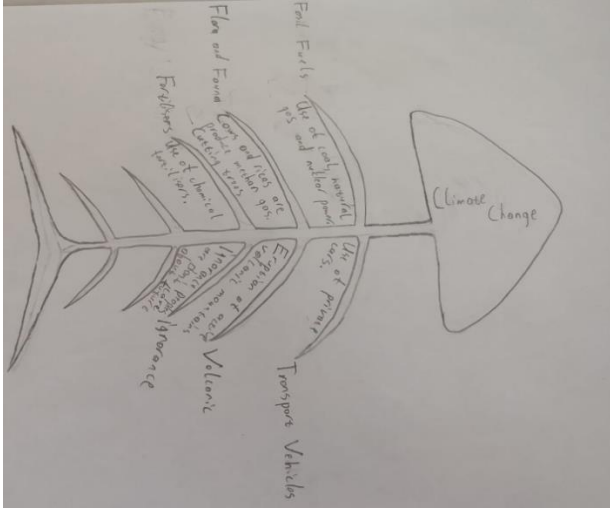
Öğrencilerin geliştirdiği bu icatlar, SKA-14 hedeflerine ulaşmak için önemli katkılar sağlamaktadır. Her bir icat, okyanusların ve denizlerin korunması, kirlenmenin azaltılması ve deniz ekosistemlerinin sürdürülebilirliği gibi kritik konulara odaklanmaktadır. Öğrencilerin bilimsel bilgi, problem çözme ve yaratıcılık yeteneklerini kullanarak geliştirdiği bu icatlar, sürdürülebilir bir gelecek için umut verici adımlar olarak değerlendirilebilir.

Üçüncü etkinlik olan iklim eylemi etkinliğinde, bilimsel yaratıcılığı harekete geçirmeye yönelik olarak öğrencilerden, “İklim değişikliğiyle ilgili bilim insanlarının henüz cevaplamadığı/cevaplayamadığı hangi sorular vardır?” sorusunu yanıtlamaları istenilmiş ve öğrenciler bu konuda araştırma yapmışlardır. Bu görev bilimsel yaratıcılığın ürün boyutunda bilimsel bilgi, bilimsel olgu, bilimsel problem boyutları ile öncelikli olarak ilişkilidir.

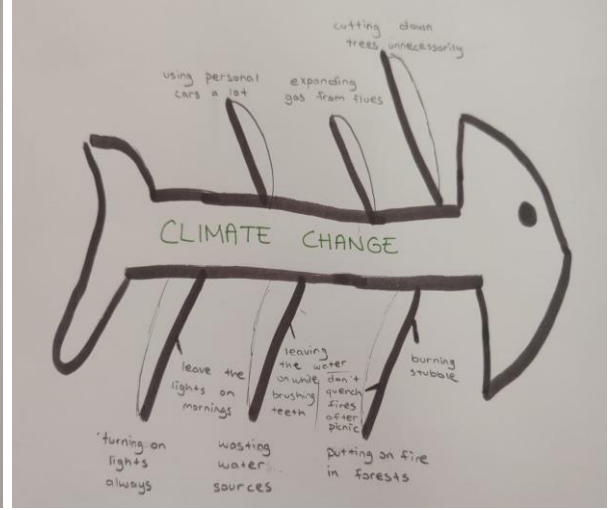
Öğrencilerden, iklim değişikliği üzerine yapılan etkinlik kapsamında, bilim insanlarının henüz yanıtlayamadığı sorular üzerinde düşünceleri ve araştırma yapmaları istenmiştir. Bu bağlamda, öğrenciler gelecek yüzyılda iklim değişikliğinin bölgesel ekosistemler üzerindeki spesifik etkilerinin neler olacağını, küresel ısınmanın okyanus akıntıları ve deniz biyolojisi üzerindeki etkilerinin nasıl şekilleneceğini merak etmişlerdir.

Ayrıca, iklim değişikliğinin dünya genelinde tarımsal üretim desenlerini ve gıda güvenliğini nasıl etkileyeceği, karbon emisyonlarını azaltmanın en verimli ve sürdürülebilir yöntemlerinin neler olduğu gibi konuları da sorgulamışlardır. İklim değişikliğinin hızlanması durumunda insan sağlığı üzerindeki potansiyel uzun vadeli etkiler, bu değişikliğe karşı en dirençli bitki ve hayvan türlerinin hangileri olduğu ve bu direnç mekanizmalarının nasıl çalıştığı da öğrencilerin dikkatini çeken diğer önemli sorular arasında yer almıştır. İklim değişikliği modellerinin doğruluk ve güvenilirliğini artırmak için geliştirilebilecek yeni teknolojiler ve yöntemler, iklim değişikliğinin sosyal ve ekonomik eşitsizlikler üzerindeki etkileri, alınacak uluslararası önlemler ve politikaların etkinliği gibi konular da araştırma kapsamında incelenmiştir. Öğrenciler ayrıca deniz seviyesindeki yükselmenin kıyı bölgelerindeki topluluklar üzerindeki sosyal ve ekonomik etkilerini, orman ekosistemleri üzerindeki olası etkileri ve iklim değişikliğine bağlı yeni hastalıkları ve bunlarla mücadele yöntemlerini araştırmışlardır. Son olarak, iklim değişikliğinin meteorolojik olayların sıklığı ve şiddeti üzerindeki etkileri, biyoçeşitliliğin azalmasına neden olan spesifik mekanizmalar ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için bireysel düzeyde alınabilecek en etkili önlemler gibi sorular, öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını kullanarak ortaya koydukları önemli araştırma başlıkları arasında yer almaktadır.

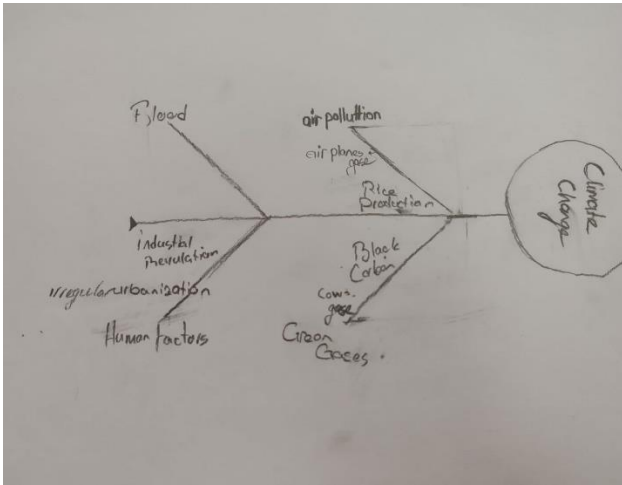
İklim eylemi etkinliğinde öğrenciler, gruplar halinde çalışarak iklim değişikliğinin neden ve sonuçlarını Balık Kılıçığı şablonuna yerleştirmişlerdir. Etkinliğin buraya kadar olan bölümlerinde öğrenciler probleme-dayalı öğrenmenin bulma, hazırlama ve karşılaşma aşamalarını deneyimlemişlerdir. Bundan sonraki bölümde öğrenciler yine gruplar halinde çalışmaya devam etmişler ve probleme-dayalı öğrenmenin Saptama, Tanımlama, Toplama, Üretme, Tartışma, Kararlaştırma, Sunma ve Rapor Hazırlama aşamalarını deneyimlemişler. Tanımlama aşamasında öğrenciler problemi kendi cümleleriyle tanımlamışlar ve probleme dayalı öğrenmenin diğer adımlarını izleyerek bir araştırma raporu hazırlamışlardır. Öğrencilerin balık kılıçığı ürünlerine ilişkin örnekler Şekil 4.25'te (a, b,c,d) sunulmuştur.



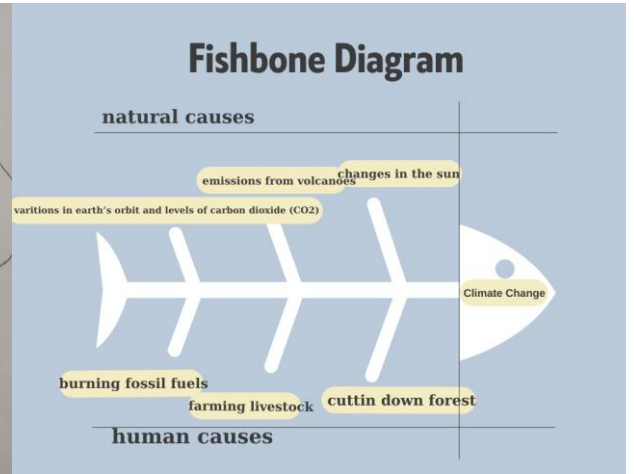
a



b



c



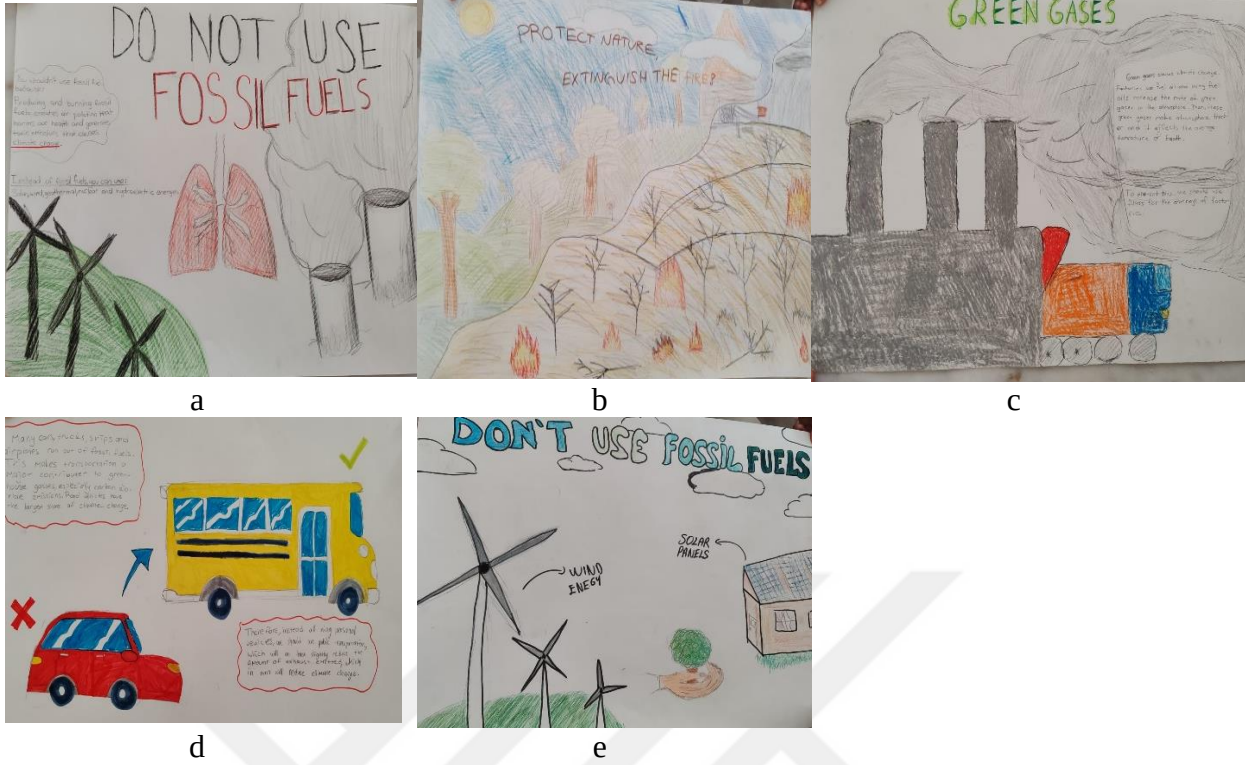
d

Şekil 4-25: Balık Kılçığı Ürünlerine İlişkin Örnekler.

İklim eylemi etkinliğinde öğrenciler, iklim değişikliğinin nedenlerini ve sonuçlarını içeren Balık Kılçığı şablonlarını doldurarak, bu küresel sorunun farklı yönlerini derinlemesine incelemişlerdir. Şekil 4.25-a'da, öğrenciler iklim değişikliğinin başlıca nedenleri arasında fosil yakıtların kullanımı, taşıma araçlarının artışı, volkanik aktiviteler, insan bilinçsizliği, kimyasal gübre kullanımı ve bitki ile hayvan yaşamındaki değişiklikleri belirtmişlerdir. Bu şablon, fosil yakıtların ve taşıma araçlarının çevresel etkilerini net bir şekilde ifade etmektedir. Şekil 4.25-b'de, gereksiz yere ağaç kesimi, bacalardan yayılan gazlar, kişisel araçların aşırı kullanımı, ışıkların sürekli açık tutulması, su kaynaklarının israfı ve anız yakma gibi insan davranışlarının iklim değişikliğine olan olumsuz etkileri vurgulanmıştır. Bu şablon, günlük hayatta yapılan israf ve bilinçsiz davranışların çevreye olan etkilerini göstermesi açısından önemlidir.

Şekil 4.25-c’de ise iklim değışikliğinin hem doğal hem de insan kaynaklı nedenleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Öğrenciler, sanayi devrimi, düzensiz kentleşme, hava kirliliği, pirinç üretimi, siyah karbon salınımı ve sera gazlarının iklim üzerindeki etkilerini detaylandırmıştır. Bu şablon, sanayi devriminin ve kentleşmenin iklim değışikliğine katkılarını net bir şekilde açıklamaktadır. Şekil 35-d’de ise iklim değışikliğine neden olan doğal ve insan kaynaklı faktörler iki ana başlık altında toplanmıştır. Doğal nedenler arasında volkanik aktiviteler, güneşteki değışiklikler ve Dünya’nın yörüngesindeki değışiklikler yer alırken, insan kaynaklı nedenler arasında fosil yakıtların yakılması, hayvancılık ve ormansızlaşma bulunmaktadır. Bu şablon, doğal ve insan kaynaklı faktörlerin iklim değışikliği üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak sunmaktadır. Genel olarak, öğrenciler iklim değışikliğinin nedenlerini çeşitli bakış açılarıyla ele alarak, bu küresel sorunun farklı yönlerini kapsamlı bir şekilde incelemişlerdir.

İklim eylemi etkililiğinde öğrenciler beş adet araştırma raporu hazırlamışlardır. Her bir araştırma raporunun afiş formatında kapağı da bulunmaktadır. Araştırma raporu kapakları Şekil 4.26’da (a,b,c,d,e) sunulmuştur.



Şekil 4-26: Araştırma Raporlarına İlişkin Kapak Görselleri.

Şekil 4.26-a, fosil yakıtların kullanılmaması gerektiği mesajını vermektedir. Görselde, rüzgâr türbinleri ve güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları vurgulanmıştır. Bu, fosil yakıtların çevresel etkilerini azaltmak için alternatif enerji kaynaklarına yönelmenin önemini göstermektedir. "Rüzgâr Enerjisi" ve "Güneş Panelleri" gibi yenilenebilir enerji çözümleri, fosil yakıtların yerini alarak iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynayabilir. Görsel, çevreye zarar vermeyen enerji üretim yöntemlerini desteklemekte ve bu konuda bilinç oluşturmaya amaçlamaktadır. Şekil 4.26-b, doğayı koruma ve orman yangınları ile mücadele etme temalarını işlemektedir. Görselde, orman yangınlarının neden olduğu yıkım ve bu yangınların doğa üzerindeki olumsuz etkileri açıkça gösterilmiştir. Alevler içinde kalan ağaçlar ve yangının neden olduğu tahribat, doğanın korunması gerektiğine dikkat çekmektedir. Bu görsel, orman yangınlarının önlenmesi ve doğal yaşamın korunması için acil eylem çağrısı yapmaktadır. Öğrenciler, orman yangınlarının nedenlerini ve sonuçlarını inceleyerek, yangınlarla mücadele yöntemleri hakkında farkındalık oluşturmaya hedeflemişlerdir.

Şekil 4.26-c, sera gazlarının neden olduğu iklim değişikliği ve bu gazların atmosferdeki etkileri üzerine odaklanmaktadır. Görselde, fabrika bacalarından çıkan dumanlar ve bu dumanların oluşturduğu kirlilik açıkça gösterilmiştir. "Green Gases" başlığı altında, sera

gazlarının atmosferi kalınlaştırarak Dünya'nın ortalama sıcaklığını nasıl etkilediği açıklanmıştır. Fabrikalarda filtre kullanımı gibi önlemlerle sera gazlarının salınımının azaltılabileceği belirtilmiştir. Bu görsel, sera gazlarının iklim değişikliğine olan katkılarını vurgulamakta ve bu gazların azaltılması için alınması gereken önlemleri öne çıkarmaktadır.

Şekil 4.26-d'de verilen kapak görseli, taşımacılığın fosil yakıt kullanımı ve iklim değişikliği üzerindeki etkileri üzerine odaklanmaktadır. Görselde, kişisel araçların fosil yakıt kullanımı nedeniyle sera gazı salınımına katkıda bulunduğu ve toplu taşıma araçlarının kullanımının bu durumu azaltılabileceği belirtilmiştir. Kişisel araçların kullanımının azaltılması ve toplu taşıma araçlarının teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu görsel, fosil yakıt kullanımının azaltılması ve çevre dostu taşımacılık çözümlerinin yaygınlaştırılması konularında farkındalık oluşturmaya amaçlamaktadır.

Şekil 4.26-e'deki kapak görseli, fosil yakıtların kullanımının neden olduğu çevresel ve sağlık sorunlarına dikkat çekmektedir. Görselde, fabrika bacalarından çıkan dumanlar ve hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri açıkça gösterilmiştir. "Do Not Use Fossil Fuels" başlığı altında, fosil yakıtların hava kirliliğine ve iklim değişikliğine neden olduğu vurgulanmıştır. Bunun yerine, güneş, rüzgâr, jeotermal, nükleer ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Bu görsel, fosil yakıtların çevresel etkilerini azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulamak için bir çağrı niteliğindedir. Şekil 4.26-d'de kapak görseli verilen araştırma raporunun içeriği özetle Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.23: Örnek Araştırma Raporu Özeti.**Rapor 4: Taşımacılık ve İklim Değişikliği**

Kapak Sayfası

Başlık: Taşımacılık ve İklim Değişikliği: Fosil Yakıt Kullanımının Azaltılması

Grup Adı: Yeşil Ulaşım

Sahneler: 1, 2 ve 3

Tarih: [Tarih]

Öğrenciler: [Öğrenci İsimleri]

Danışman Öğretmen: [Öğretmen İsmi]

1. Giriş

Bu rapor, taşımacılığın fosil yakıt kullanımı ve iklim değişikliği üzerindeki etkileri üzerine odaklanmaktadır. Çalışma, öğrencilerin üç farklı sahnedeki deneyimlerini ve grup çalışmalarını içermektedir. Öğrenciler, taşımacılığın çevresel etkilerini ve fosil yakıt kullanımının azaltılması için alınabilecek önlemleri araştırmışlardır.

2. Saptama Aşaması

Öğrenciler, taşımacılığın neden olduğu çevresel sorunlar hakkında sahip oldukları bilgileri ve öğrenmeleri gereken yeni bilgileri belirlemişlerdir. Fosil yakıtların taşımacılık sektöründe yaygın olarak kullanıldığını ve bu durumun iklim değişikliği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu öğrenmişlerdir.

3. Tanımlama Aşaması

Bu aşamada öğrenciler, taşımacılıkta fosil yakıt kullanımının azaltılması gerektiğini belirterek problemi tanımlamışlardır. Fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan sera gazlarının küresel ısınmaya neden olduğu ve bu durumun taşımacılık sektörü ile doğrudan ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.

4. Toplama Aşaması

Öğrenciler, taşımacılığın fosil yakıt kullanımının nedenleri ve sonuçları ile ilgili veri toplamışlardır. Bilimsel makaleler, raporlar, internet kaynakları ve uzman görüşleri kullanılarak toplanan veriler analiz edilmiştir. Öğrenciler, taşımacılık sektöründe fosil yakıtların nasıl kullanıldığını ve bu kullanımın çevresel etkilerini öğrenmişlerdir.

5. Üretme Aşaması

Bu aşamada öğrenciler, taşımacılıkta fosil yakıt kullanımının azaltılması için çeşitli çözüm önerileri geliştirmişlerdir. Örneğin, toplu taşıma araçlarının yaygınlaştırılması, elektrikli araçların teşvik edilmesi ve fosil yakıt tüketiminin azaltılması gibi önerilerde bulunmuşlardır.

6. Tartışma ve Kararlaştırma Aşaması

Öğrenciler, her çözüm önerisinin avantaj ve dezavantajlarını tartışmış ve en uygun çözüm üzerinde uzlaşmışlardır. Toplu taşıma araçlarının yaygınlaştırılması ve elektrikli araçların uygulanabilirliği detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Fosil yakıt kullanımının azaltılmasının önemi vurgulanmıştır.

7. Sunma Aşaması

Öğrenciler, geliştirdikleri çözüm önerilerini dijital sunumlar aracılığıyla diğer gruplara ve öğretmenlerine sunmuşlardır. Sunumlar, problemin tanımından çözüm önerilerine kadar olan süreci kapsamlı bir şekilde içermektedir. Sunum sırasında, taşımacılık sektöründe fosil yakıt kullanımının azaltılması için atılması gereken adımlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

8. Rapor Hazırlama Aşaması

Öğrenciler, tüm süreci detaylı bir rapor haline getirmişlerdir. Bu rapor, taşımacılıkta fosil yakıt kullanımının azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusundaki çözüm önerilerini içermektedir. Ayrıca, bu süreçte karşılaşılan zorluklar ve elde edilen başarılar da raporda yer almaktadır.

9. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, öğrencilerin taşımacılıkta fosil yakıt kullanımının azaltılması gerektiği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması konusunda farkındalıklarının arttığı görülmüştür. Bu süreçte, toplu taşıma ve elektrikli araçların önemi vurgulanmıştır. Öğrenciler, taşımacılık sektöründe fosil yakıt kullanımının azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi gerektiğini önermişlerdir.

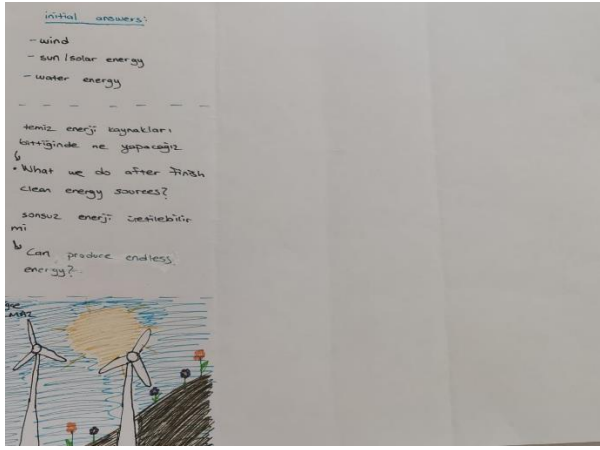
10. Kaynakça

Dördüncü etkinlik olan Temiz ve Yenilenebilir Enerji etkinliğinde öncelikle 3-2-1 Köprüsü tekniği uygulanmıştır. Bu tekniğin uygulanması ile bilimsel yaratıcılığın özellik ve süreç boyutları harekete geçirilmek istenmiştir. 3-2-1 Köprüsü tekniği, öğrenme sürecinden önce öğrencilerin bir konu hakkındaki ilk fikirlerini, düşüncelerini, sorularını ve anlayışlarını ortaya çıkarmaya ve öğretim süreci sonrasında bunlarla yeni düşünceler arasında ilişki

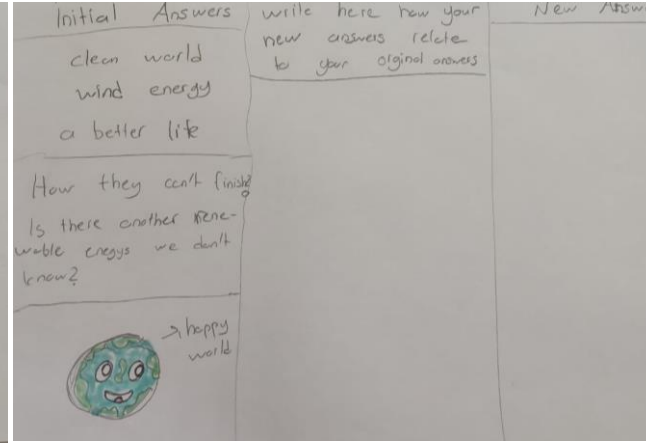
kurmaya yardımcı bir tekniktir. Bu kapsamda öğrenciler 3-2-1 köprüsü çalışma kâğıdına cevaplarını yazarlar, ders sonunda tekrar 3-2-1 köprüsünü doldurarak (Bknz. Tablo 4.24) eski yanıtlar ile yeni yanıtlar arasında ilişki kurarlar. Başlangıç yanıtlarına ilişkin üç örnek Şekil 37’de (a,b,c) sunulmuştur.

Tablo 4.24: 3-2-1 Köprüsü Şablonu.

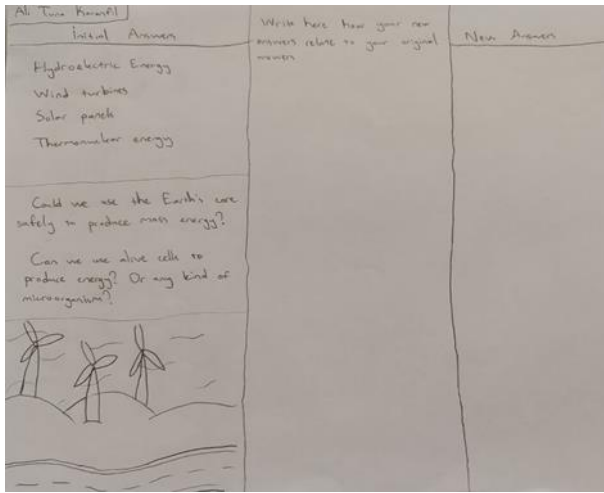
3-2-1 Köprüsü		
Başlangıç Cevapları	Yeni cevaplarınızın başlangıç cevaplarınız ile nasıl bir ilişki içinde olduğunuzu buraya yazınız.	Yeni Cevaplar
“Temiz enerji” hakkında aklınıza ilk gelen 3 kavram/kelime/fikir yazınız		“Temiz enerji” hakkında aklınıza ilk gelen 3 kavram/kelime/fikir yazınız
“Temiz enerji kaynakları” hakkında merak ettiğiniz 2 soru yazınız		“Temiz enerji kaynakları” hakkında merak ettiğiniz 2 soru yazınız
“Temiz enerji” için bir şey icat edebilseydiniz, bu ne olurdu? Lütfençiziniz, çiziminizi üzerinde oklar çıkararak tasarladığınız icadın çalışma prensibini, özelliklerini yazarak detaylı bir şekilde açıklayınız.		“Temiz enerji” için bir şey icat edebilseydiniz, bu ne olurdu? Lütfençiziniz, çiziminizi üzerinde oklar çıkararak tasarladığınız icadın çalışma prensibini, özelliklerini yazarak detaylı bir şekilde açıklayınız.



a



b



c

Şekil 4-27. 3-2-1 Köprüsü Başlangıç Yanıtları Örnekleri.

3-2-1 köprüsü tekniğinin uygulaması sürecinde öğrencilerin başlangıç yanıtları analiz edildiğinde şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu, temiz enerji dendiğinde ilk olarak güneş enerjisini düşünmektedir. Güneş enerjisi, yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olduğu için öğrencilerin zihinlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Güneş panelleri ve bu tür enerji üretim yöntemleri, çevre dostudur ve yaygın olarak öğrencilerce bilinir. Rüzgâr enerjisi de öğrenciler tarafından sıkça belirtilen bir diğer temiz enerji kaynağıdır. Rüzgâr türbinleri, enerji üretiminde düşük maliyetli ve çevre dostu olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Öğrenciler, rüzgâr enerjisinin yenilenebilir ve sürdürülebilir bir çözüm olduğunu vurgulamaktadır. Bazı öğrenciler, hidroelektrik enerjiyi önemli bir temiz enerji kaynağı olarak belirtmişlerdir. Bu enerji türü, suyun hareketinden enerji üreterek çevreye zarar vermeyen bir yöntem olarak bilinmektedir. Hidroelektrik santraller, suyun potansiyel enerjisinden yararlanarak elektrik üretir.

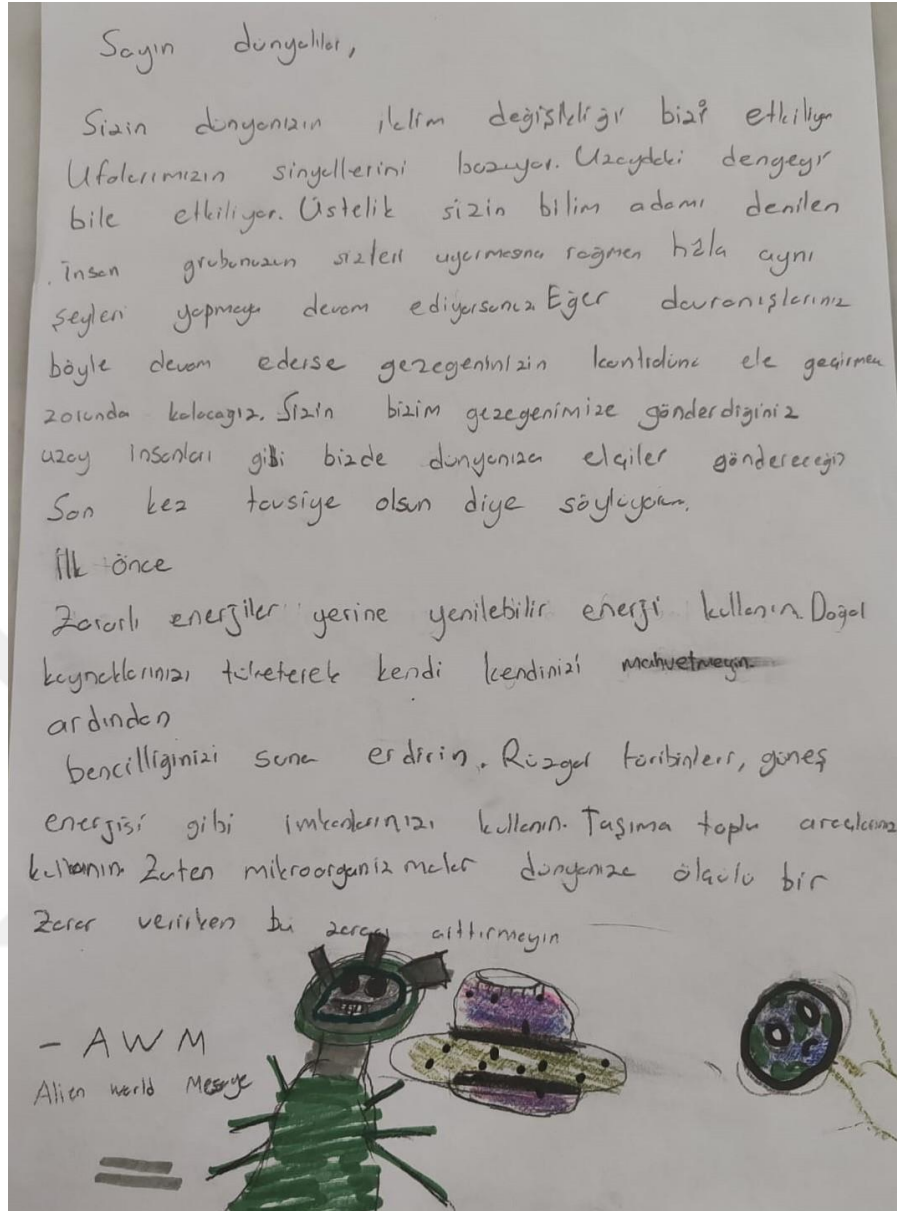
Öğrencilerin en sık merak ettiği sorulardan biri güneş enerjisinin çalışma prensibidir. Bu soru, öğrencilerin teknolojinin nasıl işlediğini anlamaya yönelik ilgilerini göstermektedir. Güneş enerjisi, fotovoltaik hücreler aracılığıyla güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürür. Öğrencilerin merak ettikleri diğer bir soru, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekte tükenme ihtimalidir. Bu soru, sürdürülebilirlik ve uzun vadeli enerji planlaması konusundaki kaygıları yansıtmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğada sürekli olarak yenilendiği için tükenmez, ancak teknolojik altyapı ve kaynakların etkin kullanımı önemlidir. Bazı öğrenciler, güneş panelleri tasarlamışlardır. Güneş enerjisi, özellikle bireysel enerji üretimi ve kullanımında önemli bir yer tutmaktadır. Öğrenciler, bu teknolojiyi daha verimli ve erişilebilir hale getirme çabasında bulunmaktadırlar. Güneş panellerinin verimliliğini artırmak için farklı malzemeler ve tasarımlar önerilmektedir. Hidroelektrik enerji sistemlerini geliştirmek için yeni fikirler ve tasarımlar da öğrencilerin dikkat çektiği konular arasındadır. Bu sistemler, suyun potansiyel enerjisinden daha etkili bir şekilde faydalanmayı amaçlamaktadır. Öğrenciler, suyun kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren yenilikçi çözümler önermektedir. Biyoteknoloji ve enerji üretimini birleştiren yenilikçi çözümler de öğrencilerin tasarımlarında yer almaktadır. Bu tür icatlar, biyolojik süreçleri kullanarak enerji üretimini hedeflemektedir. Canlı organizmaların enerji üretiminde kullanılması, yeni ve sürdürülebilir bir yaklaşım olarak görülmektedir.

Öğrencilerin biyoteknoloji ve enerji üretimini birleştiren yenilikçi yaklaşımlara olan ilgisini gösteren bu soru, enerji üretiminde biyolojik süreçlerin kullanılması üzerine odaklanmaktadır. Dünyanın güvenliğini sağlayarak kitle enerji üretebilir miyiz? Sorusu, dünyanın çekirdeğinden enerji üretimi gibi daha radikal ve uzun vadeli enerji çözümlerine olan ilgiyi yansıtmaktadır. Dünyanın içyapısındaki ısınn enerji üretiminde kullanılması, jeotermal enerjiye olan ilgiyi arttırmaktadır. Öğrencilerin verimlilik ve etkili enerji kullanımı konusundaki merakları, bu soruda kendini göstermektedir. Farklı enerji kaynaklarının verimlilikleri, teknoloji ve uygulama koşullarına göre değişiklik gösterebilir. Öğrencilerin çoğu, temiz enerji üretimi için rüzgâr türbinlerinin etkili bir çözüm olabileceğini düşünmüş ve çizimlerinde bunu ifade etmiştir. Rüzgâr türbinleri, enerji üretiminde düşük maliyetli ve çevre dostu olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Öğrenciler, daha verimli ve yenilikçi türbin tasarımları geliştirme fikrini öne çıkarmaktadır.

Öğrencilerin temiz enerji konusundaki başlangıç fikirleri, güneş, rüzgâr ve hidroelektrik enerjisi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu enerji kaynakları, yenilenebilir ve çevre

dostu olmaları nedeniyle öğrencilerin zihninde önemli bir yer tutmaktadır. Merak edilen sorular, genellikle enerji kaynaklarının çalışma prensipleri, temiz enerjinin kullanımının gerekliliği ve verimliliği üzerine yoğunlaşmaktadır. İcat önerileri ise, mevcut enerji üretim teknolojilerini daha verimli hale getirme ve yeni enerji üretim yöntemleri geliştirme üzerine odaklanmaktadır. Etkinlik sonrasında yapılan incelemeler, öğrencilerin temiz enerji hakkında daha derinlemesine bir anlayış kazanmış olduklarını göstermektedir. Bu anlayış, onların yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini, verimliliğini ve çevresel etkilerini daha iyi değerlendirmelerine yardımcı olmaktadır. Merak ettikleri sorular, genellikle yenilikçi enerji çözümleri ve temiz enerjinin yaygınlaştırılması üzerine yoğunlaşmıştır. İcat önerileri ise, mevcut enerji üretim teknolojilerini daha verimli hale getirme ve yenilikçi enerji çözümleri geliştirme üzerinedir. Bu durum, öğrencilerin temiz enerji konusundaki farkındalıklarının ve bilgi seviyelerinin artmasıyla birlikte, gelecekteki potansiyel gelişmeler için umut verici bir tablo çizmektedir.

İklim Eylemi etkinliğinin devamında öğrenciler RAFT tekniğini kullanarak bir ürün geliştirmişler, bu süreçte bilimsel yaratıcılığın özellik, ürün ve süreç boyutlarını kullanmışlardır. RAFT, öğrencilerin seçecekleri rol, izleyici ve konulardan birer tanesini belirleyerek yine seçecekleri biçimde bir ürün hazırlayabilecekleri bir tekniktir. Öğrenciler bireysel ya da grup olarak (bu etkinlikte 2 kişilik grup) RAFT tablosundan seçecekleri rol, izleyici, konu ve biçimi kullanarak bir ürün geliştirmişler, gruplar sonrasında sunumlarını öğretmenleri ve arkadaşlarıyla paylaşmışlardır. Öğrenciler bu süreçte 10 ürün üretmiştir. Örnek ürünler Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33 ve Şekil 4.34'te sunulmuştur.

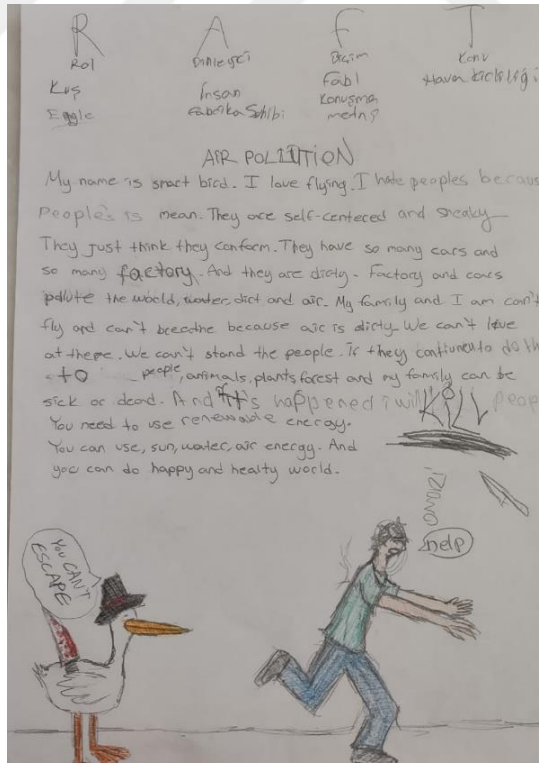


Şekil 4-28: RAFT Öğrenci Ürünü-1.

Şekil 4.28'de verilen RAFT ürününde öğrenciler, 'uzaylı' rolünü üstlenmişler ve 'dünyalılar' izleyicisi için bir uyarı mektubu yazmışlardır. Mektupta, iklim değişikliğinin uzaylıların teknolojisine ve yaşamlarına nasıl olumsuz etkiler yarattığı vurgulanmıştır. Özellikle, fosil yakıtların kullanımı nedeniyle dünya üzerindeki ekosistemlerin bozulduğuna ve bu durumun uzaylıların bile sinyallerini bozduğuna dikkat çekilmiştir. Öğrenciler, dünya insanlarını yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye ve fosil yakıtları kullanmayı bırakmaya teşvik etmişlerdir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgâr türbinleri ve güneş enerjisi gibi temiz enerji çözümlerinin benimsenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler, bu mektupta yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini ve fosil yakıtların çevresel

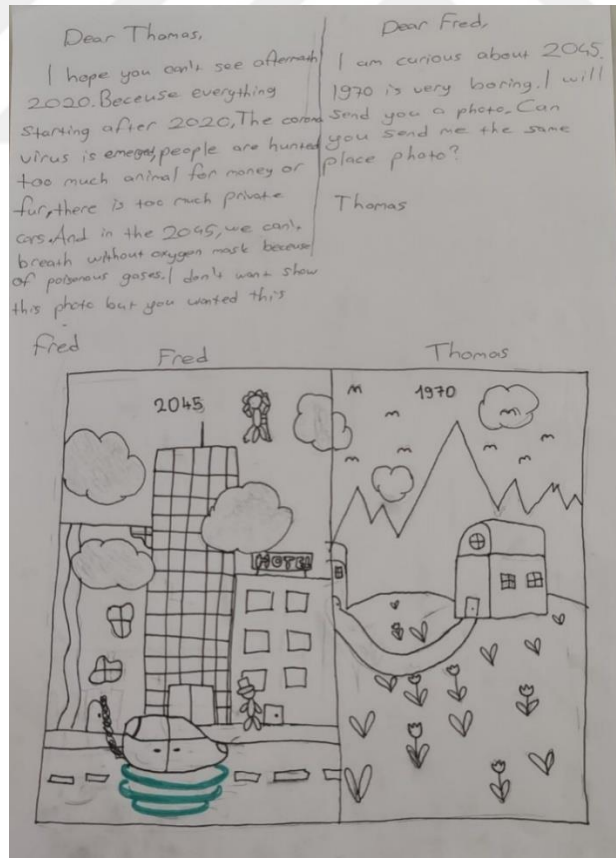
zararlarını etkili bir şekilde ifade etmişlerdir. Bu ürün, öğrencilerin çevresel farkındalıklarını geliştirdiklerini ve yaratıcı bir şekilde bu farkındalığı ifade edebildiklerini göstermektedir.

Şekil 4.29'da sunulan RAFT çalışmasında, öğrenciler "kuş" rolünü üstlenmiş ve insanlara yönelik bir fabl konuşma metni hazırlamışlardır. Metinde, bir kuşun perspektifinden hava kirliliğinin neden olduğu sorunlar ve insanların çevreye zarar veren davranışları ele alınmıştır. Kuş, fabrika ve araba gibi kirleticilerin havayı nasıl kirlettiğini, bu nedenle kendisinin ve ailesinin nefes almakta zorlandığını ve uçamadığını belirtmiştir. Ayrıca, bu durumun sadece kuşlar için değil, diğer hayvanlar, bitkiler ve hatta insanlar için de zararlı olduğunu vurgulamıştır. Kuş, insanları yenilenebilir enerji kaynakları kullanmaya teşvik etmektedir. Güneş, su ve hava gibi temiz enerji kaynaklarının kullanılmasının önemini belirtmiş ve bu şekilde hem insanlar hem de diğer canlıların mutlu ve sağlıklı bir dünya içinde yaşayabileceğini ifade etmiştir. Metnin sonunda, kirli havadan kaçmaya çalışan bir insan figürü çizilmiş ve bu çizim metnin mesajını görsel olarak pekiştirmiştir. Bu fabl tarzındaki RAFT çalışması, öğrencilerin çevre sorunlarına dair farkındalıklarını ve çözüm önerilerini yaratıcı bir şekilde ifade ettiklerini göstermektedir.

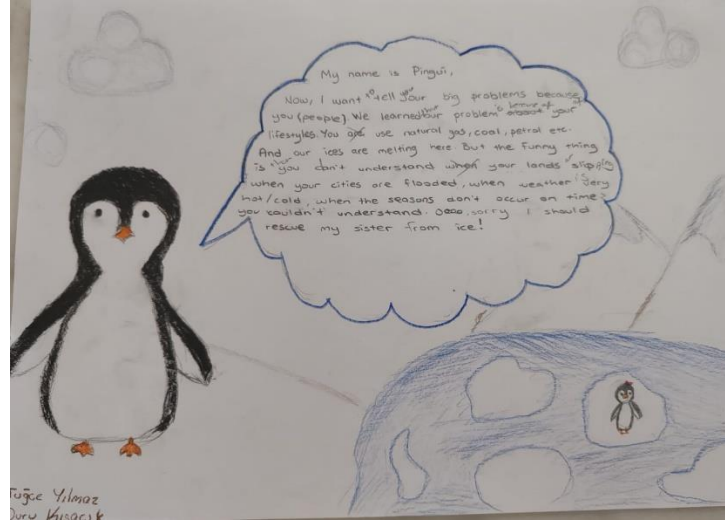


Şekil 4-29: RAFT Öğrenci Ürünü-2.

Şekil 4.30'da verilen RAFT çalışmasında, öğrenciler "Fred" ve "Thomas" isimli karakterler arasında bir mektup değişimi yaratmışlardır. Bu mektuplar, iki farklı zaman dilimini karşılaştırmaktadır: 1970 ve 2045. Fred, 2045 yılında yaşayan bir karakterdir ve Thomas'a 2020 sonrasında dünyada yaşanan değişiklikleri anlatmaktadır. Fred, koronavirüs pandemisinin ortaya çıkmasından sonra insanların hayvanları para için avlamaya başladığını, çok sayıda özel aracın çevre kirliliğine neden olduğunu ve zehirli gazlar nedeniyle oksijen maskesi olmadan nefes almanın imkânsız hale geldiğini belirtmiştir. Fred, Thomas'a bu değişikliklerin yaşandığı bir dünyanın fotoğrafını göndermiştir, ancak bu fotoğrafı paylaşmaktan rahatsız olduğunu da eklemiştir. Thomas ise 1970 yılında yaşayan bir karakterdir ve Fred'e 2045 yılına dair meraklarını dile getirmektedir. Thomas, 1970 yılının oldukça sıkıcı olduğunu belirtmiş ve Fred'den aynı yerin fotoğrafını göndermesini istemiştir. Çizim kısmında ise 2045 yılı ile 1970 yılı arasındaki farklar görsel olarak ifade edilmiştir. 2045 yılı modern binalar, kirli hava ve zincirlenmiş bir araç ile gösterilirken, 1970 yılı doğayla iç içe, temiz hava ve basit yapılarla tasvir edilmiştir.

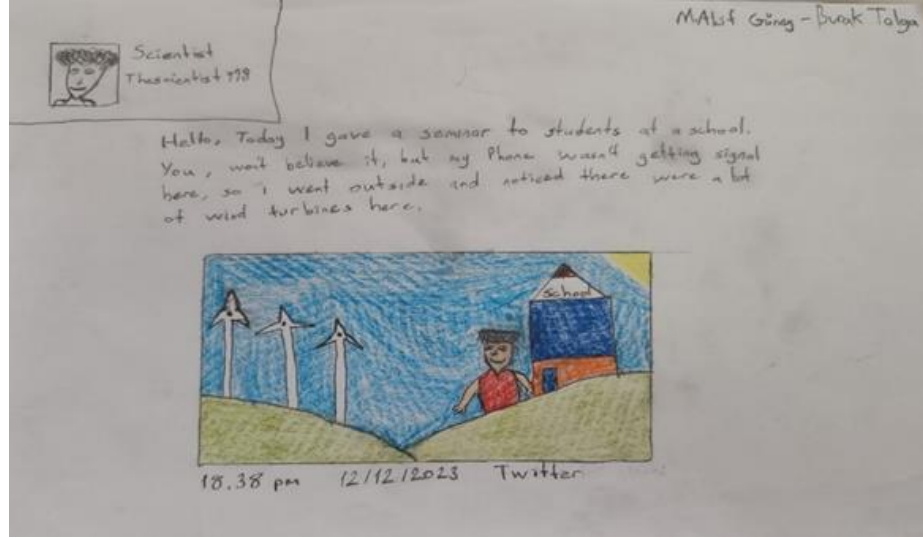


Şekil 4-30:Öğrenci Ürünü-3.



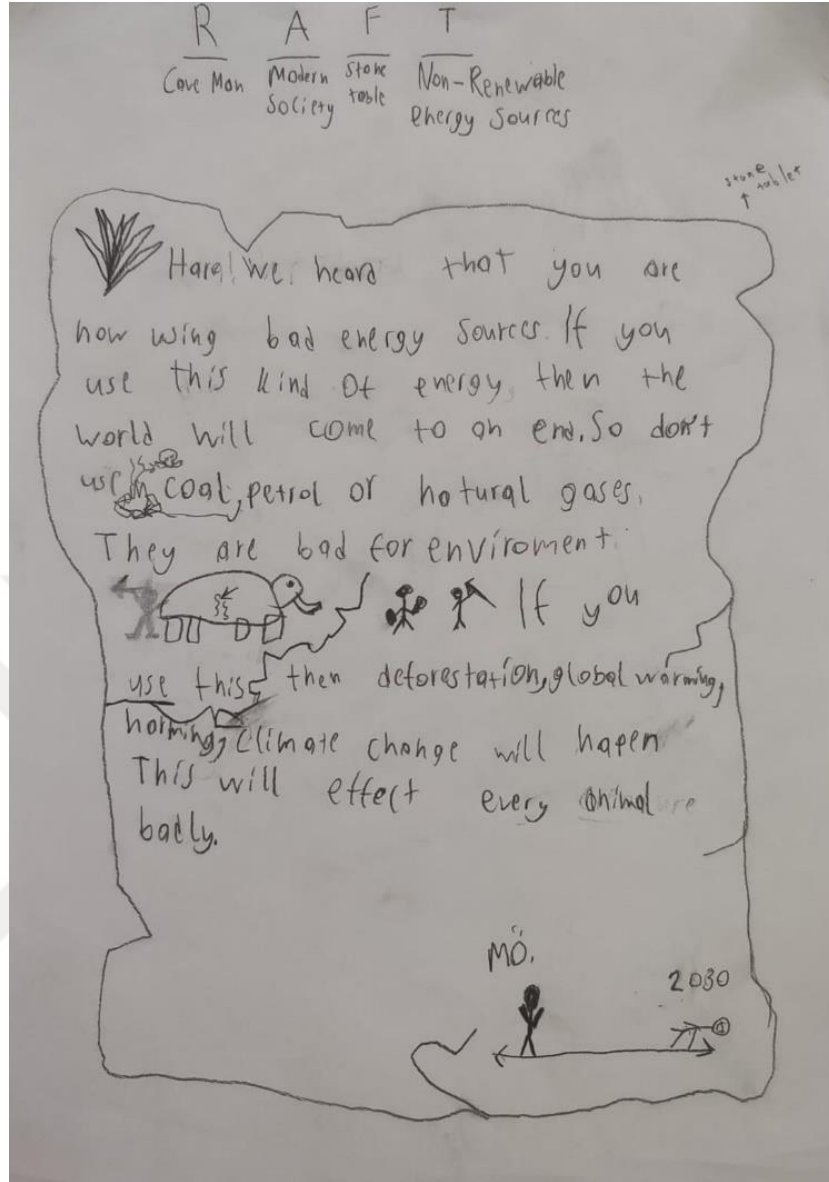
Şekil 4-31: RAFT Öğrenci Ürünü-4.

Şekil 4.31'de verilen RAFT çalışmasında öğrenciler, bir penguen karakteri olan 'Pingui'yi kullanarak iklim değişikliğine dikkat çekmektedir. Çalışmada penguen, insanların yaşam tarzları nedeniyle meydana gelen büyük çevresel sorunları dile getirmektedir. Penguen, insanların doğal gaz, kömür ve petrol gibi fosil yakıtları kullanarak çevreye zarar verdiğini ve bunun sonucunda buzullarının eridiğini belirtmektedir. Pingui, insanların bu sorunları anlayamadıklarını, toprak kaymaları, şehirlerin su baskınına uğraması, aşırı sıcak veya soğuk hava koşulları gibi olayları fark edemediklerini vurgulamaktadır. Ayrıca, mevsimlerin zamanında gerçekleşmemesi gibi durumları da anlamakta zorlandıklarını ifade etmektedir. Çalışmanın sonunda Pingui, buzdan kurtulması gereken kardeşine yardım etmek için özür diler ve konuşmasını sonlandırır. Bu çalışma, öğrencilerin iklim değişikliğinin etkilerini ve insanların bu konudaki sorumluluklarını anlamaları açısından önemli bir farkındalık yaratmaktadır. Penguen karakteri üzerinden yapılan bu anlatım, çocukların ve gençlerin dikkatini çekmek ve onların çevresel sorunlara duyarlılıklarını artırmak için etkili bir yöntemdir.



Şekil 4-32: RAFT Öğrenci Ürünü-5.

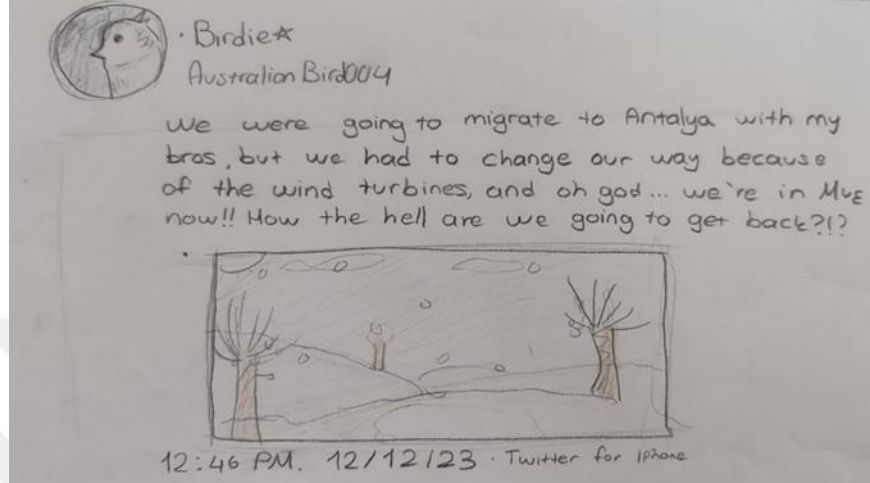
Şekil 4.32’de sunulan RAFT çalışmasında, bir bilim insanı karakteri, okulda öğrencilere rüzgâr türbinleri hakkında bir seminer vermektedir. Çalışmada kullanılan format, günümüzde popüler olan sosyal medya platformu Twitter üzerinden bir paylaşımı andırmaktadır. Bu sayede, öğrenci, modern iletişim araçlarını ve sosyal medya dinamiklerini de dikkate alarak mesajını iletmiştir. Bilim insanı, seminer sırasında telefonunun sinyal alamadığını fark eder ve dışarıya çıkarak rüzgâr türbinlerini görür. Bu durum, yenilenebilir enerji kaynaklarının gündelik hayatta ne kadar yaygınlaştığını ve hatta beklenmedik anlarda bile karşımıza çıkabileceğini vurgulamaktadır. Çalışmada kullanılan görsel, bilim insanının arka planda rüzgâr türbinlerinin olduğu bir okulda seminer verdiğini göstermektedir. Renkli ve detaylı çizim, çalışmanın dikkat çekiciliğini artırırken konunun önemini de görsel olarak desteklemektedir.



Şekil 4-33: RAFT Öğrenci Ürünü-6.

Şekil 4.33'te verilen RAFT çalışmasında, taş devri toplumunu temsil eden bir karakter, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı hakkında önemli uyarılar yapmaktadır. Öğrencinin seçtiği format, eski zamanlara ait bir taş tableti anımsatmakta olup, mesajın eski çağlardan günümüze taşındığını simgelemektedir. Metinde, kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanımı eleştirilmektedir. Bu tür enerji kaynaklarının çevreye zararlı olduğu, ormansızlaşmaya, küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olacağı vurgulanmaktadır. Çizimler, bu mesajı desteklemek için kullanılmıştır; örneğin, bir kaplumbağa ve çeşitli figürler, doğal yaşamın ve insan faaliyetlerinin temsilcileri olarak yer almaktadır. Öğrenci mesajında, fosil yakıtların dünyayı nasıl olumsuz etkilediğine dikkat çekmekte ve bu tür

enerjilerin kullanımı devam ederse dünyanın sona erebileceğini belirtmektedir. Mesajın sonunda, 2030 yılına atıfta bulunularak, gelecekte bu tür enerji kaynaklarının kullanımının doğuracağı olumsuz sonuçlara dikkat çekilmektedir. Ayrıca, tarihi ve kültürel referanslar kullanarak mesajını etkili bir şekilde iletmektedir.



Şekil 4-34: RAFT Öğrenci Ürünü-7.

Şekil 4.34'te sunulan RAFT çalışmasında, "Australian Birdboy" adlı bir kuş karakteri, rüzgâr türbinlerinin etkilerini Twitter üzerinden paylaşmaktadır. Bu çalışma, modern sosyal medya platformlarının kullanımıyla yenilenebilir enerji konusuna dikkat çekmekte ve bu tür bir enerjinin etkilerini vurgulamaktadır. Öğrencinin seçtiği format, Twitter'da bir gönderi şeklindedir ve bu, mesajın geniş bir kitleye hızla yayılabileceği bir platform seçimi açısından stratejik bir yaklaşımdır. Kuş karakteri, göç ederken rüzgâr türbinleri nedeniyle yön değiştirmek zorunda kalmıştır ve bu durum, rüzgar tribünlerinin doğrudan doğal yaşam üzerindeki etkilerini göstermektedir. Kuşun yaşadığı zorluk, yenilenebilir enerji projelerinin çevresel planlama ve biyolojik çeşitliliğe olan etkilerini tartışmaya açar. Mesajın sonunda, kuş karakteri, bu tür enerji projelerinin hayvanların doğal yaşamlarını nasıl etkileyebileceği konusunda endişelerini dile getirir.

Öğrencilerin RAFT tekniği ile hazırladığı ürünler, çevresel sorunlara ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dair farkındalıklarının yüksek olduğunu ve bu konular hakkında derinlemesine bilgi sahibi olduklarını göstermektedir. Öğrenciler, farklı roller ve izleyiciler seçerek yaratıcılıklarını ve bilimsel bilgilerini etkili bir şekilde kullanmışlardır. RAFT etkinlikleri, öğrencilerin bilimsel yaratıcılığın özellik, ürün ve süreç boyutlarını kullanarak kendilerini ifade etmelerine ve çevresel bilinç geliştirmelerine olanak tanımıştır.

Bu çalışmalar, öğrencilerin:

- Çevresel sorunlara duyarlılık geliştirdiğini ve bu sorunlar hakkında bilgi sahibi olduğunu,
- Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi olduklarını ve bu bilgiyi etkili bir şekilde aktarabildiklerini,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını eleştirel bir perspektiften değerlendirebildiklerini,
- Farklı formatlar kullanarak (mektup, konuşma metni, tweet, bilgilendirme posterleri vb.) yaratıcılıklarını ve ifade yeteneklerini geliştirdiklerini,
- Bilimsel yaratıcılığın özellik, ürün ve süreç boyutlarını kullanarak bilimsel bilgileri etkili bir şekilde sunma becerisi kazandıklarını göstermektedir.

Sonuç olarak, öğrenciler RAFT tekniği ile yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini kavramış, çevresel sorunlara yönelik farkındalık geliştirmiş ve bu bilgileri yaratıcı ve etkili bir şekilde ifade etme yeteneklerini arttırmışlardır.

Beşinci ve son etkinlik olan Temiz Su ve Sanitasyon etkinliğinde, öğrenciler öncelikle gruplar halinde İmedu’da sanal galeri yürüyüşüne katılmışlardır. Galeri yürüyüşü, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek, öğrenciler arasındaki etkileşimi artırarak iş birliğiyle öğrenmeyi teşvik etmek ve geri bildirim sürecine dâhil olmalarını sağlamak amacıyla kullanılan bir öğretim tekniğidir. Etkinliğin bu bölümünde bilimsel yaratıcılığın özellik ve süreç boyutlarına odaklanmaktadır. 3D bir sanal galeri içerisinde temiz su, temiz suya erişim ve sanitasyona yönelik görseller yer almaktadır. Her grup galeriyi dolaşarak galerideki resimler üzerindeki soruları okumuş, soruların yanıtlarını not almışlardır. Bu sorular; öğrencilerin fotoğrafta neler gördüğüne, fotoğrafta onları en etkileyen kısımlara, fotoğraf için öğrencilerin çarpıcı bir başlık önerilerine ve fotoğrafın değişmesi için öğrencilerin neler yapabileceğine odaklanmaktadır. Öğrenciler grup olarak galeriyi gezerken fotoğraflar üzerinde bu soruları düşünmüşler, notlarını almışlar ve etkinlik sonunda arkadaşlarıyla notlarını paylaşmışlardır. Bu süreçte öğrenciler birbirlerine chat bölümden yazılı ya da emojileri kullanarak dönüt verebilmişlerdir.

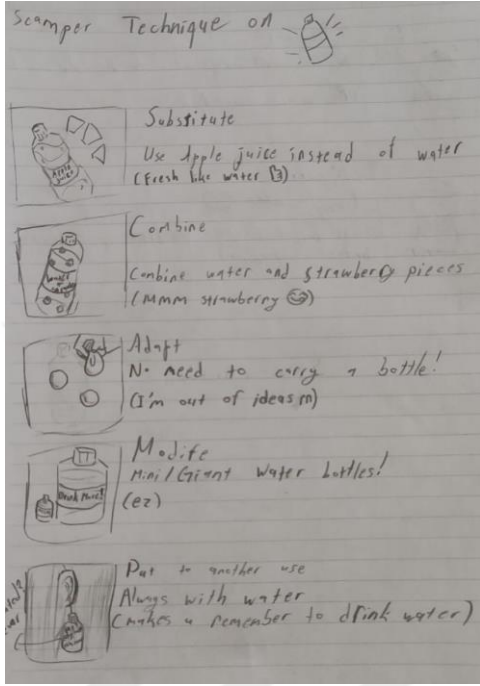
İlk fotoğrafta, temiz suya erişmek için sıra bekleyen bir grup insan ve büyük bir kovayı başının üzerinde taşıyan bir çocuk vardır. Bu durum, su kaynaklarına erişimin ne kadar zor olduğunu gözler önüne sermektedir. İkinci fotoğrafta, açık bir arazide küçük bir kova ile kirli bir su kaynağından su taşıyan bir kız çocuğu, hijyenik olmayan koşullarda su temin etmenin zorluklarını yansıtmaktadır. Üçüncü fotoğrafta, kirli bir su kaynağından su toplayan iki çocuk, yaşadıkları zor ve sağlıksız koşulları göstermektedir. Dördüncü fotoğrafta, su pompasından su doldurarak başının üzerinde taşıyan bir çocuk, suyun hijyenik olup olmadığının belirsizliği ile birlikte su taşımanın zorluğunu ortaya koymaktadır. Beşinci fotoğrafta, bir gölet veya nehirde yüzen çöp yığınları ve arka planda görülen fabrikaların bacaları, endüstriyel kirliliğin su kaynaklarına etkisini vurgulamaktadır. Altıncı fotoğrafta, büyük bir kaptaki ellerini yıkayan çocuklar, hijyen eğitiminin ve temiz su kullanımının önemini göstermektedir.

Yedinci fotoğrafta, farklı renklerde kova ve bidonlarla su taşıyan insanlar, suyun sınırlı ve paylaşılması gereken bir kaynak olduğunu ve su dağıtım sistemlerindeki eksiklikleri göstermektedir. Sekizinci fotoğrafta, hijyenik olmayan koşullarda su pompasından su çeken insanlar, temiz suya erişim sorunlarının yaygınlığını gözler önüne sermektedir. Dokuzuncu fotoğrafta, deniz yüzeyinde büyük miktarda plastik ve çöp birikintisi, çevresel kirlilik ve deniz ekosistemine zarar veren atıkların boyutunu ortaya koymaktadır. Onuncu fotoğrafta ise, kirli bir su birikintisinden su toplayan bir çocuk, sağlıksız koşullarda suya erişim mücadelesini ve çocukların maruz kaldığı riskleri göstermektedir.

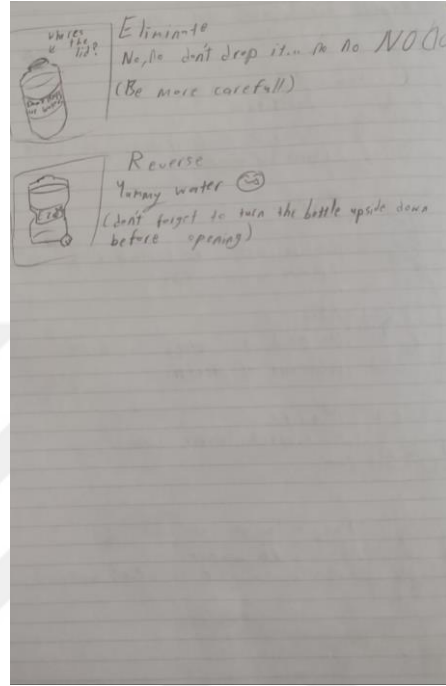
Öğrenciler, bu fotoğraflarda suya erişim zorlukları, hijyenik olmayan su kaynakları, endüstriyel kirlilik ve çevresel kirlilik gibi sorunları gözlemlemişlerdir. Fotoğraflardaki en dikkat çekici kısımlar, su taşıyan çocukların yaşadığı zorluklar, sağlıksız koşullar ve suyun kirli olmasıydı. Öğrenciler, fotoğraflar için "Su İçin Uzun Yolculuk", "Kirli Sulara Mahkum Çocuklar" gibi çarpıcı başlıklar önermişlerdir. Ayrıca, su kaynaklarının daha temiz ve erişilebilir hale getirilmesi, hijyen eğitiminin yaygınlaştırılması ve endüstriyel atıkların su kaynaklarına karışmasının engellenmesi gibi çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. Bu süreç, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirerek iş birliğiyle öğrenmeyi teşvik etmiş ve geri bildirim sürecine dâhil olmalarını sağlamıştır.

Galeri yürüyüşünden sonra öğrenciler, 2'şer kişilik gruplar halinde plastik ürün kullanımını azaltmak için SCAMPER çalışma kâğıdı kullanarak beyin fırtınası yapmışlardır.

Süreç sonunda öğrenciler, SCAMPER tekniği kullanarak ürettikleri fikirleri arkadaşlarıyla ve öğretmenleriyle paylaşmışlardır. SCAMPER ile ürün geliştirmek, bilimsel yaratıcılığın ürün boyutuna odaklanmaktadır. Öğrencilerin SCAMPER ile geliştirdikleri ürünlerden örnekler Şekil 4.35 (a,b) ve Şekil 4.36'da (a,b,c,d,e,f) sunulmuştur.



a



b

Şekil 4-35: SCAMPER Öğrenci Ürünleri-1.

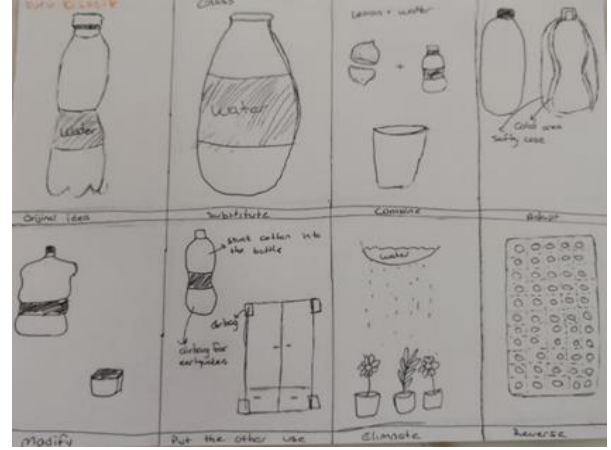
SCAMPER tekniği kullanılarak yapılan beyin fırtınası sonucunda, öğrenciler plastik ürün kullanımını azaltmak için çeşitli yaratıcı çözümler geliştirmişlerdir. "Substitute" (Yer değiştirme) aşamasında, su yerine elma suyu kullanılmasını önermişler; bu öneri, su tüketimini artırarak plastik şişe kullanımını azaltabilir ve taze elma suyunun su gibi ferahlatıcı olabileceğini belirtmişlerdir. "Combine" (Birleştirme) aşamasında, su ile çilek parçalarının birleştirilmesi önerilmiş; bu da suyun daha lezzetli hale gelmesini sağlayarak su tüketimini artırabilir ve plastik şişe kullanımını azaltabilir. "Adapt" (Uyarlama) aşamasında, su şişesi taşımaya gerek kalmaması için farklı çözümler önerilmiş ve bu da plastik şişe kullanımını doğrudan azaltmaya yönelik bir fikir olarak öne çıkmıştır. "Modify" (Değiştirme, Büyültme veya Küçültme) aşamasında, su şişelerinin boyutlarının değiştirilerek daha küçük veya daha büyük şişeler üretilmesi önerilmiş; bu da su şişelerinin tekrar kullanılabilirliğini artırarak tek kullanımlık plastik şişe kullanımını azaltabilir. "Put to Another Use" (Başka Bir Amaçla Kullanma) aşamasında, su şişelerinin başka amaçlarla kullanılmasını öneren öğrenciler, su şişelerinin hatırlatma amaçlı kullanılması ile kişilerin su içmeyi unutmamalarını

sağlayabileceğini ve böylece su tüketimini artırarak plastik şişe kullanımını azaltabileceğini belirtmişlerdir. "Eliminate" (Eleme/Çıkarma) aşamasında, su şişelerinin kapaklarının kaybolma veya düşme problemini ele alarak, kapakların kaybolmasını önlemek için daha dikkatli olunması gerektiğini ve bunun plastik kapak atıklarının azaltılmasına yardımcı olabileceğini vurgulamışlardır. "Reverse" (Tersine Çevirme) aşamasında ise, su şişesinin ters çevrilip açılmasını önererek, bu yöntemin suyun dökülmesini ve israfını engelleyebileceğini ve suyun daha lezzetli hale gelmesine katkı sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu yaratıcı yaklaşımları, plastik atıkların azaltılması ve çevre dostu alışkanlıkların yaygınlaştırılması açısından değerli katkılar sağlamaktadır.

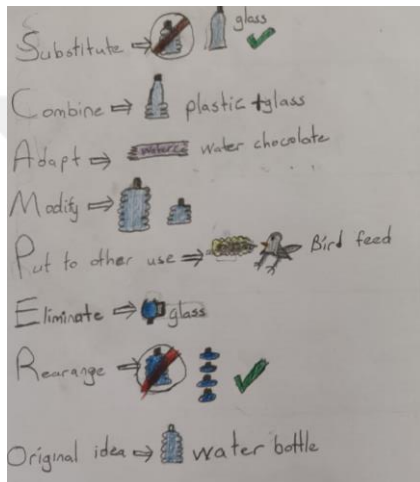




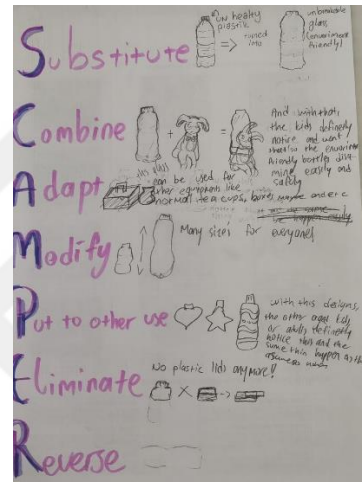
a



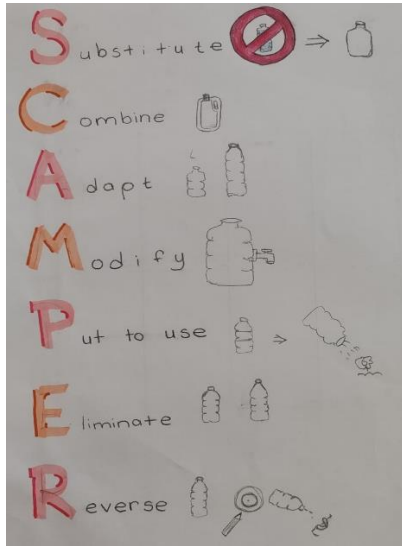
b



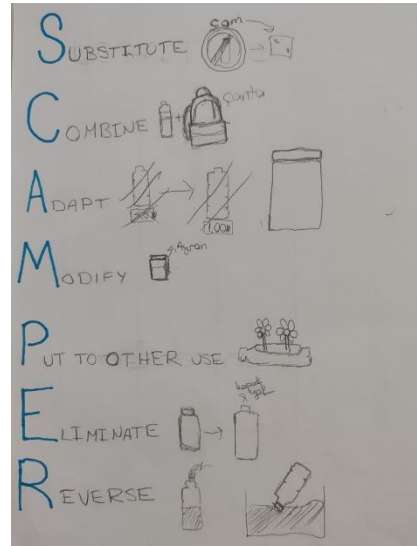
c



d



e



f

Şekil 4-36: SCAMPER Öğrenci Ürünleri-2.

Öğrencilerin SCAMPER tekniği ile geliştirdikleri fikirler plastik ürün kullanımını azaltmaya yönelik yaratıcı ve pratik çözümler sunmaktadır. Substitute (yer değiştirme) aşamasında, plastik su şişeleri yerine cam su şişelerinin kullanılması önerilmiştir. Cam şişeler,

plastikten daha çevre dostu ve geri dönüştürülebilir olduğundan, bu değişiklik plastik atıkların azaltılmasına önemli bir katkı sağlayabilir. "Combine" (Birleştirme) aşamasında ise, plastik su şişelerinin diğer işlevsel ve yenilikçi ürünlerle birleştirilmesi önerilmiştir; örneğin, su şişelerinin sırt çantası veya çikolata ile entegrasyonu gibi fikirler ortaya atılmıştır. Bu, kullanıcıların aynı anda birden fazla ihtiyacını karşılayarak plastik kullanımını azaltabilir.

"Adapt" (Uyarlama) aşamasında, öğrenciler su şişelerinin farklı amaçlarla kullanılmasını önermişlerdir. Örneğin, su şişelerinin bitki sulama kapları veya saklama kapları olarak yeniden kullanılması, tek kullanımlık plastiklerin ömrünü uzatarak atıkları azaltabilir. "Modify" (Değiştirme, Büyültme, Küçültme) aşamasında, su şişelerinin boyutlarının değiştirilerek daha büyük veya daha küçük şişeler üretilmesi önerilmiştir. Bu, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre daha uygun seçenekler sunarak plastik tüketimini optimize edebilir. "Put to Another Use" (Başka Bir Kullanıma Koyma) aşamasında, plastik şişelerin başka amaçlarla kullanılmasını, örneğin kuşyemliği olarak kullanılmasını öneren öğrenciler, şişelerin yeniden kullanılmasını sağlayarak atıkları azaltmayı hedeflemişlerdir. Son olarak, "Eliminate" (Eleme) ve "Reverse" (Tersine Çevirme) aşamalarında, plastik şişelerin tamamen ortadan kaldırılması ve cam şişelerin kullanılması, ayrıca su şişelerinin ters çevrilip açılmasının su israfını önlemesi gibi öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler, çevre dostu alışkanlıkların yaygınlaştırılması ve sürdürülebilir çözümler bulma konusundaki yetkinlikleri artırarak öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkıda bulunmaktadır.

Sonuç olarak özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını harekete geçirmeye yönelik gerçekleştirilen etkinlikler, bilimsel yaratıcılıklarını başarıyla yansıttığını göstermiştir. Öğrenciler, doğa ve çevre temalı problemler üzerinde çalışırken bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik, özgünlük gibi özellik boyutlarını; süreç boyutunda ise düşünme ve hayal gücünü etkili bir şekilde kullanmışlardır. Öğrenme ürünleri, öğrencilerin çevresel farkındalıklarının arttığını, bilimsel bilgi ve kavramları yaratıcı bir şekilde ele alabildiklerini ve bu bilgiyi çeşitli formatlarla etkili bir şekilde ifade edebildiklerini ortaya koymuştur. Çizimler, deney tasarımları ve icat önerileri, öğrencilerin ekosistem dengesi, sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji ve çevresel sorunlara yönelik çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirme konusundaki potansiyellerini yansıtmaktadır. Bu süreç, özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık kapasitelerinin geliştirilmesinde yapılandırılmış etkinliklerin ne denli etkili olduğunu vurgulamaktadır.

5. TARTIŞMA

Özel yetenekli öğrencilerle 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin öğretim sürecine etkilerinin nasıl olduğunu inceleyen bu araştırmada, araştırmacı tarafından geliştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımı on hafta boyunca deney ve kontrol grubundaki BYF öğrencilerine (ortaokul) uygulanmıştır. Her iki gruptaki öğrencilerin katılımları, öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları ön-test ve son-test olarak ölçülmüştür. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler, öğretim tasarımının uygulanma sürecine ilişkin video kayıtları, öz-değerlendirme formları ve öğrenme ürünlerinden elde edilen veriler nicel verileri desteklemek için kullanılmıştır. Elde edilen bulgular bu bölümde birleştirilerek alanyazındaki çalışmalarla tartışılmıştır.

Özel yetenekli öğrencilerin katılımlarına yönelik yapılan nicel analizler sonucunda, 3D Metaverse platformunda yapılan farklılaştırılmış fen öğretiminin, özel yetenekli öğrencilerin katılımlarını kontrol grubundaki öğretime göre daha fazla geliştirdiği belirlenmiştir. Deneysel müdahale ön-test ve son-test ölçümleriyle birlikte değerlendirildiğinde, orta düzeyde bir etki büyüklüğüne sahiptir. Bir başka deyişle, 3D Metaverse Platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi, özel yetenekli öğrencilerin katılımları üzerinde orta düzeyde bir etki oluşturmuştur. Kontrol grubundaki öğrencilerin FDKÖ son-test puanları ön-test puanlarına göre daha yüksektir, ancak son-test puanları lehine olan bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Buna rağmen, farklılaştırılmış fen öğretimi kontrol grubundaki öğrencilerin katılım puanlarının artmasını sağlamıştır.

BYF programında öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin katılımlarını attırmada 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin, farklılaştırılmış fen öğretime kıyasla daha etkili olduğu sonucu nitel bulgularla desteklenmiştir. Görüşme yapılan öğrenciler bilişsel, davranışsal, duyuşsal ve sosyal katılımlarına ilişkin görüş bildirmişlerdir. Öğrencilerin derin düşünme süreçlerini uygulamaları, zihinsel çaba harcamaları, hatalarını anlamaya çalışmaları gibi görüşleri bilişsel katılımlarına ilişkin göstergelerdendir. Öğrenciler, öğrenme etkinliklerine katıldıklarını, etkinlikleri tamamladıklarını ve sınıf ile IVR kullanım kurallarına dikkat ettiklerini ifade ederek davranışsal katılımlarını belirtmişlerdir. Aynı zamanda, öğrenciler 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimini eğlenceli bulduklarını,

kendilerini iyi, ilgili ve mutlu hissettiklerini, yeni şeyler öğrenmekten zevk aldıklarını ve dersi dört gözle beklediklerini belirtmişlerdir. Bu ifadeler, öğrencilerin duyuşsal katılımlarını göstermektedir. Fikirlerini başkalarının fikirleri üzerine inşa etmeleri, arkadaşlarıyla çalışmayı sevmeleri ve işbirlikli öğrenme etkinliklerine katılımlarıyla ilgili ifade ettikleri görüşler öğrencilerin sosyal katılımlarını yansıtmaktadır. Öğrenciler, öz-değerlendirme formu doldurma, takım çalışması, zamanı etkili kullanma ve fikir üretme konularında zorlandıklarını ve önceden bildikleri konuları tekrar etmekten sıkıldıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, IVR kullanımı sırasında iki öğrenci baş ağrısı ve mide bulantısı yaşadığını ifade etmiştir. Bu durum, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimine yönelik olarak öğrencilerin bazı olumsuz duygu ve düşüncelere sahip olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin davranışları, yüz ifadeleri, tartışmaları, çalışma süreçleri, öğrenci-öğrenci ve öğretmen-öğrenci etkileşimleri analiz edilerek bilişsel, davranışsal, duygusal ve sosyal katılımlarına dair kanıtlar elde edilmiştir. 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi sürecinde öğrencilerin derin düşünme, seçim yapabilme ve zihinsel çaba gösterme gibi unsurlar bilişsel katılımlarını yansıtmaktadır. Davranışsal katılımları ise sınıf kurallarına uymaları, öğrenme etkinliklerine aktif katılmaları ve davranışsal çaba göstermeleriyle belirginleşmiştir. Öğrencilerin derslere, arkadaşlarına, öğretmenlerine ve öğrenme süreçlerine karşı ilgi, coşku ve keyif gibi olumlu duyguları, dersleri dört gözle beklemeleri, yeni şeyler öğrenmekten zevk almaları, kendilerini iyi hissetmeleri ve empati kurdukları anlar video kayıtlarında gözlemlenmiştir. Bu durumlar, öğrencilerin duyuşsal katılımlarını yansıtmaktadır. Ayrıca, öğretmen ve akranlarıyla etkileşimleri, fikir alışverişleri, grup çalışmaları ve işbirlikli öğrenme etkinliklerine dâhil olmaları öğrencilerin sosyal katılımlarının göstergeleridir.

Nicel ve nitel verilerin analizi sonucunda, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin katılımlarını arttırmada farklılaştırılmış fen öğretimine göre daha etkili olduğu sonucuna varılabilir. Alanyazın incelendiğinde, 3D Metaverse Platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin katılımlarına etkisini inceleyen bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Bununla birlikte, elde edilen bu sonuç Metaverse'ün bileşenleri olan VR/IVR, AR ve XR'ın öğrenci katılımıyla ilişkili olan bazı değişkenler üzerine etkisini inceleyen araştırmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir (Byeon, 2022; Kim & Kim, 2022; Laurens-Arredondo, 2021; Shim ve diğ., 2003; Tanik Önal ve Önal, 2021; Ucar ve diğ., 2017; Wang ve diğ., 2018).

Örneğin, Ucar ve diğerlerinin (2017) çalışmalarında, özel yetenekli ortaokul öğrencileri kimyasal bağlar konusunu Metaverse'ün en çok kullanılan bileşeni IVR ile öğrenmişlerdir. Öğrenciler kontrol grubuna göre almış oldukları eğitime yönelik daha olumlu düşüncelere sahip olduklarını ve eğitimi ilgi çekici bulduklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadeleri duygusal katılımlarının bir göstergeleri olarak yorumlanabilir.

Wang ve diğerleri (2018), özel yetenekli ilkokul öğrencilerinin kalsiyum döngüsünü öğrenirken Metaverse bileşenlerinden VR'yi kullanmaları öğrenme motivasyonları ve ilgilerini arttırmış, aynı zamanda öğrenme sürecinde öğrenciler derin düşünme süreçlerini uygulamışlardır. Bu sonuç öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal katılımları üzerinde Metaverse'ün etkili olduğunu göstermektedir. Metaverse platformu kullanılarak uygulanan sorgulama temelli biyoloji programının fen alanında özel yetenekli ilkokul öğrencileri üzerindeki etkilerini araştıran Byeon (2022), Metaverse platformunda uygulanan eğitimin öğrencilerin öğrenme motivasyonları, göreve bağlılıkları ve sosyal etkileşimleri üzerinde olumlu etki oluşturduğu sonucuna ulaşmıştır. Byeon'un (2022) ulaştığı sonuçlar, Metaverse'ün özel yetenekli öğrencilerin davranışsal, duyuşsal ve sosyal katılımlarına olumlu etki edebileceğini göstermesi açısından güncel araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Alali ve diğ. (2024), Metaverse teknolojisinin özel yetenekli ilkokul öğrencilerine yönelik matematik eğitiminde dikkat çekici, etkileşimli ve sürükleyici öğrenme deneyimleri sunduğunu belirtmektedir. Metaverse'ün sunduğu simülasyonlar ile VR ve AR destekli sanal ortamlar, özel yetenekli öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımlarını artırma potansiyeline sahiptir (Alali ve diğ., 2024). Bu doğrultuda, alanyazındaki çalışmaların sonuçları mevcut araştırmanın sonuçlarıyla uyumludur.

Metaverse'ün özel yetenekli ortaokul öğrencilerin katılımını artırdığına dair elde edilen bulgu, farklı öğretim seviyelerindeki tipik gelişim gösteren öğrencilerin katılımlarına Metaverse'ün etkisini inceleyen bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Al-kfairy ve diğ., 2024; Beck ve diğ., 2023; Chen ve diğ., 2022; Huang ve diğ., 2023; Jalhotra ve diğ., 2024; Joshi ve diğ., 2024; López-Belmonte ve diğ., 2023; Luo ve diğ., 2024; Makransky ve Lillehort, 2018; Makransky ve Mayer, 2022; Oumaima ve diğ., 2023; Saphira ve diğ., 2024; Sarma ve diğ., 2024; Stenberdt & Makransky, 2023; Pellas, 2017; Villegas-Ch ve diğ., 2024; Zhang ve diğ., 2023). Örneğin, Papanastasiou ve diğ. (2019) Metaverse'ün VR bileşeninin bilişsel katılımı artırarak öğrencilerin bilgiye daha derinlemesine ulaşmalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Makransky ve Lillehort (2018), IVR'nin öğrenme

sürecine katkı sağlayarak bilişsel çaba ve görevin bilişsel değerini artırdığını bulmuşlardır. Bu araştırmaların sonuçları Metaverse'ün bilişsel katılım üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır.

Chen ve diğerlerinin (2022) çalışması, 3D Metaverse platformunda derslere katılan üniversite öğrencilerinin derslerden keyif aldıklarını ve derse yönelik ilgilerinin arttığını göstermektedir. Aynı şekilde, Makransky ve Mayer (2022) VR sayesinde öğrencilerin daha yüksek düzeyde öğrenmekten zevk aldıklarını ve öğrenme motivasyonlarının arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaların bulguları, Metaverse'ün bilişsel katılım üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaları açısından güncel araştırmanın sonuçlarıyla uyumludur. Öğrencilerin sosyal etkileşimleri ve işbirlikli çalışmalarının Metaverse ile desteklendiği çalışmalar da vardır. Örneğin, Al Yakin ve Seraj (2023) çalışmalarında, Metaverse'ün kişiselleştirilmiş yapısı ve işbirlikli öğrenme etkinlikleriyle öğrencilerin sosyal katılımlarını artırabileceğini göstermiştir. Grover ve diğerleri (2023) ise Metaverse'ün öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretmen etkileşimlerini güçlendirdiğini ve bu etkileşimlerin öğrenmeye ve sosyal katılıma katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Metaverse'ün eğitim alanında kullanıldığı çalışmalar en az davranışsal katılıma odaklanmaktadır (Asiksoy, 2023). Bu doğrultuda, Metaverse'ün davranışsal katılımın yanı sıra bilişsel, duyuşsal ve sosyal katılım üzerindeki etkilerinin incelendiği daha fazla deneysel araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Ak ve diğ., 2024; Jalhotra ve diğ., 2024; López-Belmonte ve diğ., 2023, Shi & Park, 2024). Metaverse'ün fen öğretimine entegrasyonu, öğrenci katılımını artırarak akademik başarıyı ve öğrenme çıktılarını iyileştirme potansiyeline sahiptir. Ayrıca sürükleyici ve etkileşimli deneyimler sunarak öğrencilerin bilimsel kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte Metaverse tabanlı fen öğretiminin etkililiği üzerine daha fazla araştırma yapılmalıdır (Saphira ve diğ., 2024). 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin öğrenci katılımı üzerine etkisinin incelendiği bu araştırmanın sonuçlarının alanyazına katkı sağladığı düşünülmektedir.

Alanyazındaki çalışmalar Metaverse tabanlı öğretimin öğrenci katılımını artırdığını ve bu bulguların, güncel araştırmanın sonuçlarıyla tutarlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ancak Zhang ve diğerlerinin (2023) çalışması, Metaverse tabanlı öğretimin öğrencilerin duyuşsal katılımları üzerinde önemli bir artış sağlarken, bilişsel ve davranışsal katılımları üzerinde etkili olmadığını göstermektedir. Bu araştırmanın sonuçlarıyla güncel araştırmanın sonuçları arasındaki bu uyumsuzluk, Metaverse'ün öğrenme-öğretme süreçlerinde nasıl

kullanıldığı ve hangi pedagojik yaklaşımların benimsendiği ile ilgili olabilir (López-Belmonte ve diğ., 2023). Ayrıca, Metaverse'ün öğretim sürecinde etkili bir şekilde kullanılabilmesi, teknolojik altyapı ve öğretmenlerin bu teknolojiyi kullanma becerilerine de bağlıdır (Jalhotra ve diğ., 2024). Bu unsurlardaki farklılıklar, araştırmaların sonuçlarını etkilemiş olabilir. Güncel araştırmada, iki özel yetenekli öğrenci IVR kullanımı sonrasında baş ağrısı ve mide bulantısı yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Tekel ve Yaman (2023), Metaverse'ün eğitsel avantajlarının yanı sıra sağlık problemlerine yol açabileceğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda, özel yetenekli öğrencilerin özellikle psikomotor ve duysal alanlardaki aşırı duyarlılık özellikleri dikkate alınmalıdır. Bazı özel yetenekli öğrenciler, görme, işitme, dokunma gibi aşırı duyarlılıkları nedeniyle IVR başlıkları ile Metaverse'e girdiklerinde sağlık sorunları yaşamış olabilirler. Hein ve diğerleri (2023), IVR kullanımı sırasında bireyin gerçek hayatta hareket hastalığına (örneğin, araba veya deniz tutması) yatkın olması durumunda baş dönmesi, mide bulantısı ve göz yorgunluğu gibi problemler yaşayabileceğini belirtmişlerdir. Güncel araştırmada IVR başlığı olarak Oculus Quest 2 kullanılmıştır. Her ne kadar Oculus Quest 2 yeni nesil IVR teknolojilerinden biri olsa da kullanım sırasında bazı öğrencilerin sağlık sorunları yaşayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Deney grubundaki özel yetenekli öğrenciler, araştırmacı tarafından tasarlanan ve Imedu Metaverse platformuna yüklenen 3D sahneleri Oculus Quest 2 IVR başlıkları ile deneyimlemiştir. Deney grubundaki öğrencilerin katılımlarındaki artışın, kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha fazla olmasında, IVR deneyimlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Metaverse'ün araştırmalarda en çok kullanılan teknolojisi IVR'dir (Lin ve diğ., 2024). IVR'ın VR'den farkını sürükleyicilik (immersion) oluşturmaktadır. Sürükleyicilik, bilişsel ve fiziksel çaba gerektiren görevlere aktif olarak katıldığımızda (eylem hissi/agency), deneyimi oluşturan unsurların anlamına ve hikâyesine odaklandığımızda (anlatı/narrative) ve o ortamda gerçekten fiziksel ya da sosyal olarak varmış gibi hissettiğimizde (system/sistem) gerçekleşir (Pedrosa & Morgado, 2023). Metaverse, sürükleyicilik dikkate alınarak tasarlandığında öğrencilerin bilişsel, davranışsal, duygusal ve sosyal katılımlarını arttırma potansiyeline sahiptir (Çiğdem & Öncü, 2023).

Güncel araştırmada, tasarlanan 3D sahnelerin IVR ile Imedu platformunda uygulanma sürecinin, öğrencilerin sürükleyici bir deneyim yaşamalarına olanak sağladığı düşünülmektedir. 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin öğrencilerin katılımları üzerindeki başarısı, IVR'de öğrenmenin nasıl gerçekleştiğine

odaklanan Bilişsel Duygusal Sürükleyici Öğrenme Modeli (CAMIL) ile açıklanabilir. CAMIL'e göre, IVR deneyimlerinden öğrenci katılımının ve öğrenme çıktılarının nasıl etkilendiğini anlamak için bazı bilişsel ve duyuşsal faktörlerin etkileşimini anlamak gerekmektedir (Petersen ve diğ., 2022). Sürükleyicilik, kontrol faktörleri ve temsil edilebilirlik CAMIL'in öncül bileşenleridir. Sürükleyicilik, öğrencinin çevresel uyaranlara olan tepkisinin yoğunluğunu artırarak daha derin bir öğrenme deneyimi sağlamak anlamı taşımaktadır. Kontrol faktörleri, öğrencinin sanal ortamda belirli faktörleri kontrol edebilme yeteneğidir. Bu faktörler, eylem hissinin en önemli belirleyicileri olup sürükleyici öğrenme ortamlarında öğrencilerin motivasyon ve katılımlarını arttırmaktadır. Temsil edilebilirlik sanal ortamın gerçek dünyaya ne kadar benzediğiyle ilgilidir. Kontrol faktörleri, öğrencinin sanal ortamda ne kadar kontrol sahibi olduğunu (eylem hissi), temsil edilebilirlik sanal ortamda öğrencinin ne kadar var olduğunu hissettiğini (varlık hissi) etkilemektedir. Eylem hissi ve varlık hissi; ilgi, içsel motivasyon, öz-yeterlilik, bedensel varlık, bilişsel yük ve öz-düzenleyici öğrenme deneyiminin niteliğini belirleyen temel bileşenleri etkilemektedir. Sonuç olarak, bilişsel ve duyuşsal bu faktörler öğrenme çıktıları üzerinde etkili olmaktadır (Makransky & Petersen, 2021). Güncel araştırmada tasarlanan IVR deneyimi, Kaz Dağları, okyanus, şehir sahnesi, çiftlik sahnesi gibi gerçek ortamların temsillerini içermektedir. Öğrencilerin sahnelerdeki nesnelerle etkileşim kurabilmeleri, istedikleri gibi yürüyebilmeleri, uçabilmeleri, teleport özelliği ile istedikleri yerlere ışınlanabilmeleri ve seçtikleri ya da tasarladıkları avatarlarla sahneleri birinci veya üçüncü şahıs gözünden deneyimleyebilmeleri sağlanmıştır. Ayrıca, Oculus Quest 2 IVR başlıkları ile yüksek çözünürlükte ve hızda öğrencilere 3D öğrenme deneyimi sunulmuştur. Bu bağlamda, araştırmacının tasarladığı 3D öğrenme deneyiminin, sürükleyicilik, temsil edilebilirlik ve kontrol faktörlerini dikkate alarak tasarlandığı için CAMIL'e göre öğrenci katılımı üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

IVR deneyimi sürecinde yaşanan varlık hissi ve eylem hissi öğrencilerin motivasyonu da etkilemektedir. Bir başka deyişle, öğrencinin kendisini sanal ortamda ne kadar var hissettiği ve eylemleri üzerindeki kontrol yeteneği, motivasyonunu etkilemektedir (Makransky & Petersen, 2021). Saeed ve Zyngier (2012), motivasyonun etkili öğrenci katılımının ön koşulu olduğunu belirtmektedir. Özel yetenekli öğrenciler de tüm öğrenciler gibi öğrenme sürecine aktif katılımlarını destekleyen motive edici öğrenme ortamlarına ihtiyaç duymaktadırlar (Mofield & Phelps, 2021). Bu şekilde özel yetenekli öğrencilerin yaşadığı sıkılma, derse karşı ilgisizlik, beklenmedik başarısızlık ve dersten kopma problemleri

önlenebilir (Kanevsky & Keighley, 2003; McCormick & Plucker, 2013; NAGC, 2019; Ronksley-Pavia & Neumann, 2020; Siegle ve diğ., 2010).

Öğretmenler öğretim programlarının uygulanması sürecinde özel yetenekli öğrencilere otonomi ve otantiklik sağladıklarında bu öğrenciler motive olmaktadır. Otonomi özel yetenekli öğrencilerin neye ve nasıl çalışacakları, öğrendiklerini nasıl gösterecekleri üzerinde kontrol sahibi olmalarını ifade etmektedir (Clinkenbeard, 2012; Kahyaoğlu, 2013; Kanevsky, 2011). Öğrencinin kontrol sahibi olabileceği unsurlar arasında konu seçimleri, konunun derinliği, öğretimin hızı, süresi ve öğretimin yoğunluğu sayılabilir (Zimlich, 2016). Bu doğrultuda öğrencilere sağlanan otonomi katılım düzeylerini ve başarılarını arttırmaktadır (Fakolade & Adeniyi, 2010). Otantiklik ise öğrencilerin gerçek dünyada etkili olabileceğine inandıkları projelerde çalışmaları, otantik ürünler ortaya koymaları ve bu ürünleri gerçek katılımcılara veya izleyicilere sunmaları ile gerçekleşmektedir (Callahan ve diğ., 2015; Eriksson, 2022; Zimlich, 2016). Bunlar dışında öğrenme görevlerini gerçekleştirebileceklerine dair kendilerini yeterli hissetmeleri, zorlayıcı, karmaşık ve ilgi çekici görevlerle günlük yaşamla bağlantılı çalışmaları ve öğrenme ortamındaki kişilerle etkileşim kurabilmeleri, öğrenme stillerine uygun öğrenme seçenekleri ve ilgili öğretmenler özel yetenekli öğrencilerin motivasyonlarını arttırmaktadır (Delisle, 2012; Fredricks ve diğ., 2010). Bunun yanı sıra, bir görevin sağladığı doğrudan ya da dolaylı faydaya ilişkin inançları, yani değer sistemleri, öğrenenlerin motivasyonları üzerinde etkili olmaktadır (Wigfield & Eccles, 2002). Bu unsurlar, özel yetenekli öğrencilerin motivasyonunu ve katılımını artırmada kritik rol oynamaktadır. Bu çalışmada özel yetenekli öğrencilerin katılımlarının gelişmesinde bu unsurlar etkili olmuş olabilir.

Farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı özel yetenekli öğrencilere otonomi, otantiklik, derinlik ve karmaşıklık, yeterli düzeyde zorlayıcı ve ilgi çekici görevler sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Özel yetenekli öğrenci grubuna uygulanmış olan tasarım, Öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenleriyle iletişim kurmalarına da imkân tanımıştır. Öğrencilerin sürdürülebilirlik ve özellikle SKA'larla ilgili gerçek yaşam konularına ilgi duymaları, bu konular üzerinde düşünmeleri, özgün ürünler geliştirmeleri ve bu ürünleri gerçek bir izleyici kitlesine sunmaları sağlanmıştır. Sürdürülebilirlik konuları, disiplinlerarası yapısı, sorgulayıcı ve yaratıcı düşünmeye olanak tanınması ve duyuşsal özelliklerle uyumlu olması nedeniyle özel yetenekli öğrencilerin ilgisini çekmektedir (Gibson ve diğ., 2008, 2009; Hartsell, 2006; Scotch ve diğ., 2017; Slade, 2021). Fen bilimleri ve sürdürülebilirlik eğitimi birleştirildiğinde

veya sürdürülebilirlik konuları fen eğitimine entegre edildiğinde, bilimsel merakları ve bilişsel yetenekleriyle fen bilimlerine ilgi duyan özel yetenekli öğrencilerin motivasyonlarının ve katılımlarının arttığı düşünülmektedir (Camcı Erdoğan, 2014a; Taber, 2007). Tüm bu unsurlar, bilinçli bir şekilde farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımı kullanıldığında, öğrencilerin katılımı olumlu yönde etkilenecektir. Bu doğrultuda, hem kontrol grubu hem de deney grubundaki öğrencilerin katılımlarının gelişmesinde farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımının etkisi olduğu düşünülmektedir. Özel yetenekli öğrenciler hazırbulunuşluk düzeyleri, ilgi ve öğrenme profillerine göre farklılaştırılmış fen öğretimine ihtiyaç duyarlar (VanTassel-Baska, 2023). Bu nedenle kontrol grubundaki öğrencilerle geleneksel öğretim yapılmamış, her iki gruptaki öğrencilere de farklılaştırılmış öğretim tasarımı uygulanmıştır. Teknoloji kullanımı özel yetenekli öğrencilerin katılımı ve motivasyonu üzerinde önemli bir faktördür (Chen, 2013; Zimlich, 2016). Deney grubundaki gelişmenin fazla olmasının nedeni deney grubundaki öğrencilerin Metaverse platformunda IVR deneyimi yaşamalarıdır.

Araştırmanın öğrenci katılımıyla birlikte bir diğer önemli bağımlı değişkeni öz-düzenleyici öğrenme becerisidir. Özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerine ilişkin yapılan analizlerde, 3D Metaverse platformunda uygulanan farklılaştırılmış fen öğretiminin bu becerileri daha fazla geliştirdiği tespit edilmiştir. Uygulanan eğitsel müdahalenin, öz-düzenleyici öğrenme becerileri üzerinde anlamlı ve güçlü bir etki yarattığı görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrencilerin FBÖDÖ son test puanları, ön test puanlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak son test lehine olan bu artış istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir. Bununla birlikte, farklılaştırılmış fen öğretiminin, kontrol grubundaki öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerisi puanlarında bir artış sağladığı belirlenmiştir.

Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişiminde 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin, farklılaştırılmış fen öğretimine kıyasla daha etkili olduğu sonucunu, yarı-yapılandırılmış görüşmelerden ve öz-değerlendirme formlarından elde edilen nitel bulgular da desteklemektedir. Görüşmeden elde edilen bulgulara göre, özel yetenekli öğrenciler hedef belirleme, planlama, tekrarlama, not alma, kaynak yönetimi, biliş-üstü öz-düzenleme, zaman düzenleme, ayrıntılandırma, arkadaştan/akrandan öğrenme, çaba düzenleme, çevreyi düzenleme gibi stratejileri kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretim tasarımının uygulanması sürecinde deney grubundaki özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini

kullanma durumları her etkinliğin sonunda doldurmuş oldukları öz-değerlendirme formlarıyla belirlenmiştir. Görüşme bulgularını ve nicel verileri destekler şekilde, öğrenciler formlarında öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Bunlara ek olarak, öğrenciler sebat ettiklerini, öğrenmelerini transfer ettiklerini, öğrenme süreçlerinde görselleştirme yaptıklarını ve öz-yeterlilik sergilediklerini ifade etmişlerdir.

Nicel ve nitel bulgular doğrultusunda, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin, özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerileri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatür taramasında, 3D Metaverse platformunda yürütülen farklılaştırılmış fen öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerine etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum, çalışmanın alanyazına özgün bir katkı sağladığını göstermektedir. Bu bulgu, farklı öğretim seviyelerindeki tipik gelişim gösteren öğrencilerle 3D Metaverse platformları veya Metaverse teknolojileri kullanılarak yapılan bazı çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Al-Duhani ve diğ., 2024; Arıcı, 2024; Chen & Hsu, 2023; Jiang ve diğ., 2018; Liu ve diğ., 2022; Sakdavong ve diğ., 2018; Wang ve diğ., 2023; Wu ve diğ., 2023; Zhao ve diğ., 2023). Örneğin, fen dersinde Metaverse'ün en çok kullanılan teknolojisi IVR'nin öz-düzenleyici öğrenmeyi teşvik etme potansiyelini inceleyen Jiang ve diğ. (2018) çalışmalarında, Metaverse'deki etkileşimlerin ortaokul öğrencilerinin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirdiğini belirlemişlerdir.

Bu araştırma, IVR'nin öğrencilerin derin bilişsel işlem yapmalarını, öğrenme stratejilerini (not alma, öz izleme, kaynak yönetimi gibi) daha etkili kullanmalarını ve öğrenme süreçlerini izlemelerini teşvik ederek bu becerileri desteklediğini göstermiştir. Aynı şekilde Metaverse teknolojilerinden biri olan VR tabanlı uygulamaların üniversite öğrencilerinin öz-düzenleyici öğrenme becerilerine etkisini inceleyen Chen ve Hsu (2023), akış ve varlık hissinin öz-yeterliliği, bedensel varlık ve öz-yeterliliğin öz-düzenleme becerilerini geliştirdiğini belirlemişlerdir. Al-Duhani ve diğ. (2024) de oluşturdukları web tabanlı sanal sanal laboratuvarın sekizinci sınıf öğrencilerinin bilişsel farkındalık, çaba düzenleme, arkadaşan/akrandan öğrenme ve zaman yönetimi gibi öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmede fiziksel laboratuvarından daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ateş (2024) ters-yüz öğrenme yaklaşımının normal yetenek düzeyindeki öğrencilerin, Nacaroglu ve Bektaş (2023) ise özel yetenekli öğrencilerin fen dersine yönelik öz-düzenleyici öğrenme becerileri üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Her ne kadar bu çalışmalar

doğrudan 3D Metaverse ortamlarını incelemese de teknoloji temelli uygulamaların öz-düzenleyici öğrenme becerisini geliştirmede etkili olduğunu göstermeleriyle mevcut araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir. Ters yüz öğrenme üzerine yapılan bu çalışmalar, aynı zamanda öğrencilerin Metaverse tabanlı öğrenmeye aşinalık kazanmaları için Metaverse'e giriş niteliğindeki çalışmalar olarak değerlendirilebilir (Lopez-Belmonte ve diğ., 2022).

Ters-yüz öğrenme yaklaşımında genellikle web tabanlı öğrenme platformları ve video teknolojisi kullanılmaktadır. Ancak Metaverse, IVR ve AR gibi sürükleyici teknolojileri kapsamaktadır. Bu şekilde tasarlanan öğrenme ortamları sürükleyici yapıları, bağımsız, öz-yönelimli ve öz-denetimli öğrenmeyi desteklemeleri ve görsel, işitsel ve dokunsal duyuları harekete geçirmeleri nedenleriyle öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilemektedir (Arıcı, 2024, Cela-Ranilla ve diğ., 2024; Makransky & Petersen, 2021; Rammos & Bratitsis, 2019; Sakong ve diğ., 2023; Tsai, 2023; Villegas-Ch ve diğ., 2024; Zhang, 2023). Öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini uygulamaları, Metaverse ortamındaki öğrenme etkinliklerini daha verimli ve bağımsız bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu durum, öğrencilerin hem öz-düzenleyici öğrenme becerilerinde hem de akademik performanslarında anlamlı bir gelişme sağlayabilir (Çiğdem & Öncü, 2023). IVR Metaverse teknolojisinin kullanıldığı güncel araştırmanın, öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişiminde bu nedenlerle etkili olduğu düşünülmektedir. Ek olarak, alanyazındaki çalışmalar Metaverse'ün öz-düzenleyici öğrenme becerileri üzerinde etkilerini inceleyen ilk çalışmalardır. Bu nedenle öğretimden öğrenmeye geçişi destekleyebilecek potansiyele sahip olan Metaverse'ün (Bartolomé & Steffens, 2011), öz-düzenleyici öğrenme becerisi üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik daha fazla çalışmanın yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Alanyazındaki çalışmalar, Metaverse tabanlı öğretimin öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini arttırdığını ve bu bulguların, güncel araştırmanın sonuçlarıyla tutarlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Chen ve diğerleri (2022), üniversite öğrencilerinin 3D Metaverse platformunda aldıkları eğitimin, öz-düzenleyici öğrenme ile ilişkili bir kavram olan öz-yönelimli öğrenme üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada, öz-yönelimli öğrenme açısından geleneksel eğitim ortamı ile 3D Metaverse platformunda eğitim alan öğrenciler arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu bulgu, Metaverse tabanlı öğretimin her zaman öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinde belirgin bir gelişim

sağlamayabileceğini göstermektedir. Çünkü bilişsel yük, sosyal dikkat dağıtıcı unsurlar ve bireysel farklılıklar, Metaverse’de öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimini engelleyebilir (Muslihati ve diğ., 2023a, 2023b). Mevcut araştırmada, Imedu’daki 3D sahneler bilişsel yükü ve dikkat dağıtıcı unsurları azaltacak şekilde Multimedya Öğrenmenin Bilişsel Teorisi’ne (CMTL) göre tasarlanmıştır (Mayer, 2021). Bu unsurların özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimini kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Bireysel farklılıklar da öz-düzenleyici öğrenmede kritik rol üstlenmektedir. Çalışma belleği ve yürütücü işlevlerdeki bireysel farklılıklar Metaverse’de öğrenme üzerinde etkilidir (Lawson & Mayer, 2024). Özel yetenekli öğrenciler, sözel ve görsel çalışma belleği, dikkat, bilişsel esneklik, problem çözme ve muhakeme becerileri açısından tipik gelişim gösteren akranlarına göre yüksek düzeyde performans göstermektedir (Bucaille ve diğ., 2021; Roca ve diğ., 2020; Rodríguez-Naveiras ve diğ., 2023). Bu durum deney ve kontrol gruplarındaki özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimini kolaylaştırmış olabilir. Çalışma belleği ve yürütücü işlevlerin yanı sıra, özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini akranlarına göre daha etkili bir şekilde kullanmaları ve bu stratejileri yeni görevlere daha iyi aktarabilmeleri, öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişiminde etkili olmuş olabilir (Paz-Baruch & Hazema, 2023; Risemberg ve diğ., 1992; Tortop, 2015). Bu doğrultuda, hem deney hem de kontrol grubundaki özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerileri gelişirken, Metaverse’ün bu becerilere yönelik sağladığı avantajlar sayesinde deney grubundaki öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin daha fazla gelişmiş olabileceği düşünülmektedir.

3D Metaverse platformunda uygulanan farklılaştırılmış fen öğretiminin, farklılaştırılmış fen öğretimine göre özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini daha fazla geliştirmesi, CAMIL ile de açıklanabilir. Öğrenciler 3D Metaverse platformu olan Imedu’da IVR başlıkları ile öğrenme deneyimi yaşamışlardır. Bu sayede öğrencilerin deneyimledikleri varlık ve eylem hissi, ilgi ve içsel motivasyonlarıyla birlikte öz-yeterlilikleri ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerini de etkilemektedir (Makransky & Petersen, 2021). Öz-düzenleme, öğrencilerin üst-bilişsel, motivasyonel ve davranışsal düzeylerde öğrenme süreçlerine bilinçli katılımını ifade eder (Johnson, 2012; Oppong ve diğ., 2019; Zimmerman, 1989). Aynı zamanda öz-yeterlilik öz-düzenleyici öğrenmenin önemli bir bileşenidir (Al-Duhani ve diğ., 2024). IVR'nin içsel motivasyon, ilgi, öz-yeterlilik ve öz-düzenleyici öğrenme üzerindeki etkileri birlikte değerlendirildiğinde, deney grubundaki özel

yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinde, kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha belirgin bir gelişim gözlenmesi açıklanabilir.

Deney grubundaki öğrenciler farklılaştırılmış fen öğretim tasarımının uygulanması sürecinde, her bir ders etkinliğinin sonrasında öz-değerlendirme formu doldurmuşlardır. Öz-değerlendirme formu, öğrencilerin bir etkinlik sürecinde yaşadıkları öğrenme deneyimini kapsamlı bir şekilde değerlendirmelerine yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır. Form, öğrencilerin etkinlik sırasında hissettikleri duygularını, karşılaştıkları zorluklara verdikleri tepkileri, arkadaşları ve öğretmenleriyle kurdukları iletişimi, bireysel ve grup çalışmaları süresince izledikleri yolları sorgulamayı hedeflemiştir. Ayrıca öğrencilerden, etkinlikte öğrendikleri bilgileri önceki bilgilerle ilişkilendirmeleri, bu bilgileri nerede ve nasıl kullanabileceklerini düşünmeleri beklenilmiştir. Bununla birlikte, form öğrencinin fikir üretme süreçlerini, zaman yönetimini, etkinlik öncesinde ve sonrasında aldığı destekleri, kullandığı öğrenme stratejilerini (tekrarlama, örgütleme gibi), öğrendiklerini sorgulayıp sorgulamadıklarını ve görevlerini anlayıp anlamadıklarını değerlendirmelerine yönlendirmektedir. Öz-değerlendirmenin öğretim uygulamalarına dâhil edilmesi öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmektedir (Harris & Brown, 2018; Siegesmund, 2017; Vasu ve diğ., 2022). He ve diğerlerinin (2024) çalışmasına göre yüksek başarı gösteren öğrenciler, biçimlendirici değerlendirmeler sonrasında daha yapılandırılmış öz-düzenleyici öğrenme davranışları sergilemişlerdir. Bu nedenle, öz-değerlendirme formlarının deney grubundaki öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmede etkili olduğu düşünülmektedir.

Deney grubunun yanı sıra kontrol grubundaki özel yetenekli öğrencilerin de öz-düzenleyici öğrenme becerisi puanlarında artmış olmuştur. Özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve başarı beklentileri, dersin öğrencinin ilgisini çekip çekmemesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Ben-Eliyahu, 2017). Bu sebeple, farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımının içeriğinin özel yetenekli öğrencilerin ilgisini çekecek şekilde sürdürülebilirlik konularından oluşması öz-düzenleyici öğrenme becerileri üzerinde etkili olmuş olabilir (Scotch ve diğ., 2017). Ayrıca öğrenen merkezli, işbirlikli ve otonom öğrenmeyi teşvik edecek şekilde tasarlanmış yapılandırmacı öğrenme ortamı öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini kullanmalarına imkân tanımış olabilir (Wang ve diğ., 2024). Hem deney hem kontrol gruplarına uygulanan farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımında, sorgulamaya dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, sanal alan turları, deneysel tasarımı,

yaratıcı düşünme teknikleri, grafik organize ediciler gibi yöntem ve tekniklerin bireysel ve grup şeklinde uygulanmasının öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişiminde etkili olduğu düşünülmektedir (Biswas ve diğ., 2009; De Silva, 2020; Hartman, 2001; Oppong ve diğ., 2019; Paethrangsi ve diğ., 2024; Reis, 2021; Travers & Sheckly, 2000; Yoon, 2009).

Öğrencilerde öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimi, doğrudan öz-düzenleyici öğrenme stratejilerinin öğretilmesi, bu stratejileri destekleyen bir sınıf ortamının oluşturulmasıyla sağlanabilir (De Corte, 2019; Dignath & Veenman, 2021). Öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla, öğretmenlerin öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini müfredat etkinliklerine entegre etmesi ve öğrencilere, öğrenme süreçlerini uygulama ve bu süreçler üzerine düşünme fırsatları sunması önem arz etmektedir (Nilson & Zimmerman, 2013). Güncel araştırmada, farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı kapsamında öğrencilere öz-düzenleyici öğrenme stratejilerini uygulayabilecekleri bir öğrenme ortamı sunulmuştur. Bu süreçte öğrenciler not tutarak bilgiyi yapılandırmış, öğrenme hedefleri belirlemiş, bilgiyi örgütleyip ayrıntılandırmış, ayrıca kaynakları, zamanı ve çevreyi etkin bir şekilde yönetmişlerdir. Öğrendiklerini yansıttıkları, yardım aldıkları ve kritik düşünme süreçlerini içselleştirdikleri bu ortam, öğrencilerin derin düşünme ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerini geliştirmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu öğrenme ortamının, öz-düzenleyici öğrenmeyi destekleyen özellikleriyle deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişimi üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Deney grubundaki özel yetenekli öğrencilerin katılımları ve öz-düzenleyici öğrenme becerileriyle birlikte, bilimsel yaratıcılıkları da kontrol grubundaki öğrencilere göre daha fazla gelişmiştir. Deneysel müdahalenin zamanla birlikte (ön-test ve son-test) bilimsel yaratıcılık üzerinde büyük bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin de BYT son test puanları, ön-test puanlarına göre anlamlı derecede yüksektir. Bir başka deyişle, kontrol grubundaki öğrencilerle gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi de öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının gelişimini sağlamıştır. 3D Metaverse platformunda uygulanan farklılaştırılmış fen öğretiminin farklılaştırılmış fen öğretimine kıyasla daha etkili olduğu nitel bulgularla desteklenmiştir. Öğrenciler görüşmelerde, bilimsel yaratıcılığın süreç (düşünme, hayal gücü), özellik (akıcılık, esneklik, özgünlük) ve ürün (teknik üretim, bilimsel bilgi, bilimsel olgu, bilimsel problem) boyutlarını kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca, motivasyonlarının ve meraklarının geliştiğini, yaratıcı düşünme tekniklerinin kullanılmasının

faidalarını deneyimlediklerini ve neden-sonuç ilişkisi kurma becerilerini geliştirdiklerini belirtmişlerdir.

Deney grubundaki öğrencilerin geliştirdikleri öğrenme ürünlerinin bilimsel yaratıcılıklarını kullanma durumlarını nasıl yansıttığı betimsel olarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, farklılaştırılmış öğretim tasarımında yer alan etkinliklerin, öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını özellik (akıcılık, esneklik, özgünlük), süreç (analiz, sentez, hayal gücü) ve ürün (icat geliştirme, problem çözme) boyutlarında etkili bir şekilde kullanmalarını sağladığı görülmüştür. Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! etkinliğinde öğrencilerin ürettikleri fikirler ve ekosistem temalı çizimler, doğa bilinci ve sürdürülebilirlik anlayışlarını yansıtmıştır. Ayrıca, SKA-15 hedefi doğrultusunda geliştirdikleri yenilikçi icatlar, çevresel sorunlara yönelik yaratıcı ve işlevsel çözümler sunarak problem çözme ve uygulama becerilerini ortaya koymuştur. Değişen Okyanuslarımız etkinliği ise öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını daha çok ürün ve süreç boyutlarında sergileyerek, sağlıklı okyanusları zengin biyolojik çeşitlilik ve temiz su kavramlarıyla ilişkilendirmelerini sağlamıştır. Deney tasarımları ve SKA-14 hedefi doğrultusunda geliştirilen yenilikçi icatlar, okyanus asitlenmesi ve deniz kirliliği gibi çevresel sorunlara yönelik yaratıcı ve bilimsel çözümler sunmuştur. İklim Eylemi Etkinliği kapsamında, iklim değişikliğine dair yanıtlanmamış bilimsel soruları araştıran öğrenciler, fosil yakıt kullanımı, okyanus asitlenmesi, yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel farkındalık gibi konuları kapsamlı bir şekilde ele almışlardır. Balık Kılıcı şablonları ile iklim değişikliğinin nedenlerini ve sonuçlarını analiz eden öğrenciler, probleme dayalı öğrenme süreci aracılığıyla çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Hazırlanan araştırma raporları ve çözüm önerileri, iklim değişikliğiyle mücadelede toplu taşımanın yaygınlaştırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve bireysel farkındalığın artırılması gibi somut öneriler sunmuştur.

Temiz ve Yenilenebilir Enerji etkinliğinde, 3-2-1 Köprüsü tekniğiyle öğrencilerin başlangıçtaki fikirleri ve öğrenme sürecindeki gelişimleri analiz edilmiş, güneş, rüzgâr ve hidroelektrik enerjisi gibi temiz enerji kaynaklarına yönelik farkındalıklarının arttığı gözlemlenmiştir. RAFT tekniğiyle öğrenciler, farklı roller ve izleyicilere yönelik yaratıcı ürünler (mektup, konuşma metni, tweet, bilgilendirme poster vb.) hazırlayarak çevresel sorunları eleştirel bir şekilde değerlendirmiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini etkili bir şekilde vurgulamıştır. Temiz Su ve Sanitasyon etkinliğinde, öğrenciler sanal galeri yürüyüşü ve SCAMPER tekniği kullanarak bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmişlerdir. Sanal

galeride, temiz su ve hijyenle ilgili görseller üzerinden suya erişim zorlukları, hijyen eksikliği, endüstriyel kirlilik gibi sorunları analiz etmiş, çarpıcı başlıklar ve çözüm önerileri sunmuşlardır. SCAMPER çalışmalarıyla öğrenciler, plastik ürün kullanımını azaltmaya yönelik yenilikçi fikirler geliştirmişlerdir. Öneriler arasında cam şişe kullanımı, su şişelerinin farklı amaçlarla yeniden değerlendirilmesi, plastik kapak atıklarının azaltılması ve su israfını önlemeye yönelik çözümler yer almıştır. Bu etkinlikler öğrencilerin yaratıcı ve sürdürülebilir çözümler üretme becerilerini desteklemiştir.

Nicel ve nitel verilerin analizine göre, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin, özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Alanyazında, 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılığı üzerindeki etkisini ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, bu sonuç farklı eğitim seviyelerindeki tipik gelişim gösteren öğrenciler üzerinde 3D Metaverse platformları veya Metaverse teknolojilerinin kullanıldığı ve yaratıcılığı temel alan çalışmaların sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir (Barabanschikov & Selivanov, 2022; Bourgeois-Bougrine ve diğ., 2022; Chen ve diğ., 2024; Damasevicius & Sidekerskiene, 2024, Gong ve diğ., 2022; Gong & Georgiev, 2020; Huang ve Chang, 2023; Jalhotra ve diğ., 2024; Liu ve diğ., 2023; Nanjappan ve diğ., 2020; Yang ve diğ., 2018; Yinhui ve diğ., 2024; Wang ve diğ., 2024). Örneğin, çok kullanıcı sanal ortamların yaratıcılığı nasıl etkilediğini araştıran Bourgeois-Bougrine ve diğerleri (2020), sanal ortamda çalışan katılımcıların yaratıcılığın akıcılık ve özgünlük boyutlarında yüz yüze çalışan katılımcılara göre daha başarılı olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, Nanjappan ve diğ. (2020) çalışmalarında, VR teknolojisinin yaratıcılığı artırabileceğini, doğa, şehir parkı, ofis olmak üzere farklı sanal ortamların yaratıcılık üzerine etkilerini inceleyerek göstermişlerdir. IVR tabanlı öğretimin ilköğretim öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerileri üzerindeki etkilerini inceleyen Chen ve diğ. (2024), VR tabanlı öğretime göre IVR tabanlı öğretimin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini daha çok geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Hong ve Kim'in (2010) çalışmasında ise sanal gerçeklik deney programına üç ay boyunca katılan lise öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarında anlamlı bir değişiklik gerçekleşmediği belirlenmiştir. Güncel çalışmada bilimsel yaratıcılığın gelişmesi 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretim tasarımının yapısı ile ilgili olabilir. Wang ve diğerleri (2024), Metaverse teknolojilerinin sorgulama-keşif ve görev odaklı

yöntemlerle birleştirildiğinde yaratıcılığı geliştirdiğini belirtmektedirler. Ayrıca, bu teknolojiler işlemsel bilgi öğretimine kıyasla bildirimsel bilgi öğretimi sürecine uygulandığında öğrencilerin yaratıcılığını daha fazla teşvik etmektedir. Dağıtılmış sanal gerçeklik teknolojileri diğer teknolojilere kıyasla yaratıcılık üzerinde daha yüksek bir etki derecesine sahiptir (Wang ve diğerleri, 2024). Keşif-sorgulama ve görev odaklı yaklaşımlar, IVR'nin bildirimsel bilginin keşfinde kullanılması ve dağıtılmış yani birden çok kullanıcının aynı ortamda olmasına izin veren VR kullanımının, güncel araştırmada bilimsel yaratıcılığın gelişmesini etkilediği düşünülmektedir.

Deney grubundaki özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının daha fazla gelişmesi, Metaverse ortamındaki görsel, işitsel ve dokunsal öğelerin yanı sıra, 3D nesnelerin başarılı bir şekilde modellenmesi, kaliteli animasyonlar, IVR'ın sunduğu yüksek düzeyde sürükleyicilik ve etkileşim ile bedensel varlık ve varlık hissinin yaratıcılığı destekleyici etkileriyle açıklanabilir (Barabanschikov & Selivanov, 2022; Chen ve diğ., 2024; Liu ve diğ., 2023). Metaverse'ün IVR teknolojisi, bireylerin öz algısını dönüştürme, yaratıcılık süreçlerini geliştirme, görev motivasyonunu artırma, iş birliği ve sosyal etkileşimi optimize etme, çevresel koşulları iyileştirme ve problem çözme süreçlerini kolaylaştırma gibi çeşitli yollarla yaratıcılığı destekleme potansiyeline sahiptir (Gong & Georgiev, 2020; Thornhill-Miller & Dupont, 2016). Metaverse gibi sürükleyici sanal ortamlar, kullanıcılara gerçek dünyada mümkün olmayan deneyimler sağlayarak problem çözme, ürün geliştirme ve yaratma kapasitelerini önemli ölçüde genişletmektedir (Reis ve diğ., 2024). Güncel araştırmada 3D Metaverse platformu ve IVR teknolojisi aracılığıyla özel yetenekli öğrencilere sunulan sürükleyici öğrenme deneyimlerinin bilimsel yaratıcılıklarını desteklediği düşünülmektedir. Reis ve diğ. (2024), sürükleyici teknolojilerin yaratıcılık üzerindeki etkilerinin anlaşılmasının, inovasyon, bilimsel ilerleme ve eğitim açısından kritik olduğunu belirtmektedirler. Bu nedenle, sürükleyici teknolojilerin bilimsel yaratıcılık üzerine etkisini araştıran daha fazla sayıda araştırma yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Yürütülen araştırmada, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerinde anlamlı gelişmeler kaydedildiği tespit edilmiştir. Özel yetenekli öğrenciler, bilimsel yaratıcılık açısından normal yetenek düzeyindeki öğrencilere göre daha yaratıcıdır (Shin ve diğ., 2002). Bu durum, özel yetenekli öğrencilerin tanınması ve eğitim süreçlerinde bilimsel yaratıcılığın önemini vurgulamaktadır (Mukhopadhyay & Sen, 2013). Özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını geliştirmek, yeteneklerini ilerletmelerine ve gerçek dünya

problemlerini çözmelerine olanak tanımaktadır (Renzulli, 2012; Simonton, 2021). Ancak geleneksel eğitim ortamları bu fırsatları her zaman sunmadığından, yaratıcı strateji ve müdahalelerle eğitim deneyimlerini zenginleştirmek önemlidir (Cramond, 2005; Sternberg, 2005). Mevcut araştırmada, deney ve kontrol gruplarındaki özel yetenekli öğrencilere bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, SCAMPER, RAFT, kişisel analogi gibi yaratıcı düşünmeyi geliştiren öğretim teknikleri uygulanmıştır. (Washington & Anderson, 2016). Toplumu ilgilendiren güncel konular üzerinde çalışma, balık kılçığı gibi grafik organize ediciler kullanma, deney tasarlama, bilimsel araştırma yapma, bilimsel hayal gücünü geliştirme etkinlikleri ve içerik ile yaratıcılık standartlarını birleştirme gibi yöntemlerle özel yetenekli öğrencilerin, bilimsel bilgiye ve yaratıcılığa dayalı öğrenme deneyimleri yaşamaları sağlanmıştır (Akhan ve diğ., 2022; Cevher Aydın, 2022; Hadzigeorgiou ve diğ., 2012; Han ve diğ., 2002; Sidek ve diğ., 2020; Washington ve Anderson, 2016; Thompson, 2017; Usta & Akkanat, 2014; Wai & Brown, 2021). Bu unsurların deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının gelişiminde etkili olduğu düşünülmektedir. Bilimsel yaratıcılık motivasyondan da etkilenmektedir (Hu & Adey, 2002; Usta & Akkanat, 2014). Sürdürülebilirlik konuları üzerinde çalışmak özel yetenekli öğrencilerin ilgilerini çekmekte ve bu konular üzerinde çalışmaya onları motive etmektedir (Scotch ve diğ., 2017). Bu bağlamda bilimsel yaratıcılıklarının gelişimleri üzerinde onları motive eden sürdürülebilirlik konuları üzerinde çalışmak da etkili olmuş olabilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada, 3D Metaverse platformunda özel yetenekli öğrencilerle yürütülen farklılaştırılmış fen öğretiminin öğretim sürecine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, deney grubundaki özel yetenekli öğrencilerin katılım, öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının kontrol grubundaki öğrencilere göre daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Bu bulgular, nitel verilerle de desteklenmiştir. Bu araştırma, Türkiye'nin batısında yer alan yoğun nüfuslu bir ilde öğrenim gören 40 özel yetenekli öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Bu durum sonuçlarının genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Araştırma sonuçları araştırmanın bağımlı değişkenleri bağlamında şu şekildedir:

Öğrenci Katılımına İlişkin Sonuç:

1. 3D Metaverse platformunda gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretimi, özel yetenekli öğrencilerin katılımını kontrol grubundaki öğretime kıyasla daha fazla geliştirmiştir.
2. Deney grubundaki öğrencilerin katılımındaki artış orta düzeyde bir etki büyüklüğüne sahiptir.
3. Kontrol grubundaki öğrencilerin son-test katılım puanlarında artış görülmesine rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
4. Öğrenciler, bilişsel katılım kapsamında derin düşünme, zihinsel çaba ve hataları anlama süreçlerini vurgulamışlardır.
5. Duyuşsal katılım, öğrencilerin derslere karşı ilgi, coşku ve mutluluk hissetmeleriyle desteklenmiştir.
6. Sosyal katılım, akranlarıyla işbirliği yapma, grup çalışmaları ve fikir alışverişinde bulunma gibi davranışlarla gözlemlenmiştir.
7. Öğrenciler IVR teknolojisinin dikkat çekici ve motive edici olduğunu belirtmişlerdir.

Öz-düzenleyici Öğrenme Becerilerine İlişkin Sonuç:

1. 3D Metaverse platformunda yapılan farklılaştırılmış fen öğretimi, özel yetenekli öğrencilerin öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kontrol grubundaki öğretime kıyasla daha fazla geliştirmiştir.
2. Kontrol grubundaki öğrencilerin son-test öz-düzenleyici öğrenme puanlarında artış gözlemlenmiş ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
3. Deney grubundaki öz-düzenleyici öğrenme becerilerindeki gelişim, yüksek düzeyde bir etki büyüklüğüne sahiptir.
4. Öğrenciler hedef belirleme, planlama, zaman yönetimi, not alma ve çaba düzenleme gibi stratejileri aktif olarak kullandıklarını ifade etmişlerdir.
5. Öz-değerlendirme formları, öğrencilerin öz-düzenleme becerilerini geliştirmede etkili olmuştur.
6. Görüşmelerde öğrenciler, öğrenme süreçlerinde sebat ettiklerini, bilgiyi transfer ettiklerini ve öğrenme süreçlerinde görselleştirme yaptıklarını belirtmişlerdir.

Bilimsel Yaratıcılığa İlişkin Sonuç:

1. Deney grubundaki öğrencilerin bilimsel yaratıcılık puanları, kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha fazla artış göstermiştir.
2. Kontrol grubundaki öğrencilerin bilimsel yaratıcılık puanları da anlamlı şekilde artmıştır, ancak deney grubundaki artış daha belirgindir.
3. Deney grubu öğrencileri, bilimsel yaratıcılığın özellik (akıcılık, esneklik, özgünlük), süreç (analiz, sentez, hayal gücü) ve ürün (icat geliştirme, problem çözme) boyutlarını aktif olarak kullandıklarını ifade etmişlerdir.
4. Öğrenciler, sürdürülebilirlik konuları çerçevesinde yenilikçi çözümler ve otantik ürünler geliştirmişlerdir.
5. 3D Metaverse ortamındaki sürükleyici öğrenme deneyimleri, öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerini desteklemiştir.

6. SCAMPER, RAFT ve grafik organize ediciler gibi yaratıcı düşünme teknikleri, öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını teşvik etmiştir.

Araştırmanın sonuçları doğrultusunda araştırmacılara, öğretim tasarımcıları ve öğretmenlere ve özel yetenekli öğrencilere hizmet veren kurumlara yönelik öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler şu şekildedir:

Araştırmacılara Öneriler:

1. Bu araştırmada, 3D Metaverse platformundaki farklılaştırılmış fen öğretiminin özel yetenekli öğrenciler üzerindeki etkileri katılım, öz-düzenleyici öğrenme ve bilimsel yaratıcılık açısından incelenmiştir. Bu kapsamda yapılacak başka çalışmalarda öğretim tasarımının içeriğine yönelik değişkenler üzerindeki etkileri araştırılabilir. Örneğin, sürdürülebilirlik odaklı fen öğretimi tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin doğayla ilişkili olma, çevreye yönelik tutumlar, sürdürülebilir yaşam farkındalığı, iklim değişikliği farkındalığı, sürdürülebilir davranışlar gibi değişkenlere üzerindeki etkileri incelenebilir.
2. Farklı fen konularının veya sürdürülebilir kalkınma hedeflerine değinen konuların öğretimine yönelik farklı öğretim tasarımları geliştirilebilir.
3. Bu araştırmada deney ve kontrol grubunda 20'şer öğrenci yer almıştır. Deney ve kontrol gruplarında daha fazla sayıda öğrencinin yer aldığı araştırmalar kurgulanabilir. Özel yetenekli öğrencilerle birlikte tipik gelişim gösteren akranlarına farklılaştırılmış fen öğretim tasarımları uygulanabilir ve çeşitli değişkenler açısından karşılaştırılmalar yapılabilir. Böylece, özel yetenekli öğrenciler açısından 3D Metaverse platformlarında gerçekleştirilen farklılaştırılmış fen öğretim tasarımlarının etkililiğine yönelik yeni kanıtlar elde edilebilir.
4. Güncel araştırma BYF programında öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Destek eğitim programı, özel yetenekleri geliştirme programı ve proje üretimi ve yönetimi programlarındaki öğrencilere yönelik farklılaştırılmış fen öğretimi tasarımları geliştirilip, 3D Metaverse platformunda IVR desteği ile uygulanabilir.

5. Farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı tamamen 3D Metaverse platformunda çevrimiçi olarak da uygulanabilir. Bu süreç IVR ile desteklenebilir.
6. Öğrenci katılımı ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerinin ölçümünde, likert tipi ölçekler, yarı-yapılandırılmış görüşmeler, video kayıtları, öz-değerlendirme formları kullanılmıştır. 3D Metaverse platformlarında öğrenme analitiklerinin incelenmesi ile öğrencilerin katılım ve öz-düzenleyici öğrenme becerilerini kullanma durumları hakkında incelemeler yapılabilir. Bu kapsamda öğrencilerin 3D Metaverse platformlarında materyallere tıklama sayıları, aldıkları notlar, birbirileriyle etkileşimleri, sohbet bölümündeki yazdıkları, platformlara ilikin bölümlerde geçirdikleri süreler, kullandıkları emojiler, birbirlerine verdikleri dönütler, öğrencilere sunulan materyallere örneğin mini sınavlara (quiz) verdikleri cevaplar vb. incelenebilir.
7. Bu araştırmada Imedu 3D Metaverse platformu kullanılmıştır. Başka araştırmalarda, FrameVR, Spatial, VRChat, AltSpaceVR gibi 3D Metaverse platformları kullanılabilir. Bu platformların bazıları öğrenme analitiklerine ulaşma imkânı sağlamaktadır. IVR başlığı olarak bu araştırmada Oculus Quest2 kullanılmıştır. Bu başlığın bir üst versiyonu olan Oculus Quest 3 yeni araştırmalar da kullanılabilir ve katılımcılar için yalnızca IVR değil XR tasarımları da geliştirilip uygulanabilir.
8. Metaverse ortamlarında bilişsel yük ve dikkat dağıtıcı unsurların öğrencilerin katılım ve öz-düzenleyici öğrenme becerileri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar gerçekleştirilebilir.
9. Öğrencilerin bilimsel yaratıcılığı kullanma durumları öğrenme ürünlerinin betimsel analizi ile de incelenmiştir. Farklı çalışmalarda öğrenme ürünleri, dereceli puanlama anahtarları ve/veya mutabakata dayalı değerlendirme (CAT) tekniği ile incelenebilir.
10. Bu araştırmada öğretim tasarımı 10 hafta boyunca özel yetenekli öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerin katılım, öz-düzenleyici öğrenme ve bilimsel yaratıcılıklarındaki gelişmelerin uzun dönemli etkileri araştırılabilir. Yenilik etkisi, yeni bir yöntem veya teknolojinin ilk kullanımında, merak ve heyecandan kaynaklanan geçici öğrenme veya performans artışıdır. Daha uzun süreli araştırmalarda yenilik etkisinin azaldığından emin olunabilir.

11. IVR desteğiyle 3D Metaverse platformunda uygulanan öğretime karşılık farklı teknolojilerle (örneğin, 360⁰ video, fotoğraf vb.) uygulanan öğretim süreçlerinin etkileri karşılaştırılabilir.
12. Bu araştırmada, bazı öğrenciler IVR kullanımı sırasında baş ağrısı ve mide bulantısı yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Bu durum gelecek araştırmalarda dikkate alınmalıdır. Metaverse teknolojilerinin öğrencilerin sağlıklarına etkileri de incelenmelidir.

Öğretim Tasarımcılarına ve Öğretmenlere Öneriler:

1. Bu araştırmada, Imedu'daki öğrenme ortamı (3D modeller, animasyonlar, ortamın yapısı, etkileşimler vb.) sürükleyicilik, kontrol faktörleri ve temsil edilebilirlik gibi unsurlar dikkate alınarak, varlık hissi ve eylem hissi oluşturmaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu bağlamda CAMIL dikkate alınmıştır. CAMIL'e göre yapılan tasarımın katılım, öz-düzenleyici ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkisi görülmüştür. Bu nedenle, 3D Metaverse platformlarında kullanılmak üzere gerçekleştirilecek tasarımların CAMIL'e uygun olarak ve multimedya öğrenmenin ilkelerine uygun olarak yapılması önerilebilir.
2. Imedu'daki öğrenme ortamının tasarımında Low Poly (düşük poligonlu, çizgi film tasarımına benzeyen anlayış) tasarım anlayışı kullanılmıştır. Bu anlayışa göre yapılan tasarımlar, Metaverse ortamında daha hızlı çalışmakta ve IVR cihazlarıyla optimize edilebilmektedir. Aynı zamanda bu tasarımlar ile daha gerçekçi ve yüksek poligonlu tasarımlar arasında öğrenme açısından bir fark oluşturmamaktadır. Bu araştırmada bu tasarım anlayışı ile tasarlanan öğrenme ortamının araştırmanın bağımlı değişkenleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Low poly anlayış 3D Metaverse platformlarındaki başka tasarımlarda da kullanılabilir. Ayrıca tony poly (daha gerçekçi tasarım) gibi tasarım anlayışlarının da kullanıldığı çalışmalar yapılabilir, tasarım anlayışlarının bazı değişkenlere etkisi de karşılaştırmalı olarak kurgulanan çeşitli araştırmalarda incelenebilir.
3. Güncel araştırmada, hem deney hem de kontrol grubunda farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı uygulanmıştır. Farklılaştırılmış fen öğretim tasarımı, özel yetenekli öğrencilerin ilgi ve öğrenme profilleri dikkate alınarak özel yetenekli öğrenciler için geliştirilen program modellerinden yararlanılarak geliştirilmiştir. İçerik, süreç, ürün ve

öğrenme ortamında farklılaştırma yapılmıştır. Öğretim tasarımcıların özel yetenekli öğrencilere yönelik öğretim tasarımları hazırlarken güncel araştırmadaki gibi farklılaştırılma yapılmasına dikkat etmeleri önemlidir. İçerik farklılaştırmada ileri düzey içeriğin sunulmasına, derinlik ve karmaşıklığa; süreç farklılaştırmada sanal alan gezileri, sorgulamaya dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, grafik düzenleyiciler, yaratıcı düşünme teknikleri gibi yöntem ve tekniklerin kullanılması; ürün farklılaştırmada otantik ürünlerin geliştirip otantik sunuculara sunulmasına yönelik öğrencilere imkânların sağlanması; ortam farklılaştırmada özellikle Metaverse’de yararlanılması ve öğrenci katılımını arttıracak bir öğrenme ortamı yaratılması önerilmektedir.

4. Güncel araştırmada fen eğitimi ile sürdürülebilirlik eğitimi birleştirilmiş ve içerik SKA-6, 7, 13, 14 ve 15’i kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Öğretim tasarımlarında sürdürülebilirlik konularına yer verilmesi ve başka öğretim tasarımlarında farklı SKA’larla ilgili etkinliklere yer verilmesi önerilebilir.
5. Öğretmenler özel yetenekli öğrencilerin katılımları, öz-düzenleyici öğrenme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi için güncel araştırma kapsamında geliştirilen öğretim tasarımı uygulamaları veya araştırma kapsamında geliştirilen öğretim tasarımı örnek alarak yeni tasarımlar geliştirilebilirler.
6. IVR deneyiminden önce öğrencilere IVR kullanımı ile bilgiler verilmeli ve küçük çaplı uygulamalar yapılmalıdır. IVR uygulamalarına başlanılmadan öğrencilerin IVR başlıklarına hassasiyetleri olup olmadığı (mide bulantısı, baş ağrısı vb.) anlaşılmalıdır. Özel yetenekli öğrencilerin duyuşal (dokunma, ses vb.) duyarlılık alanları olabileceği dikkate alınmalıdır.

BİLSEM’lere ve Özel Yetenekli Öğrencilere Eğitim Veren Kurumlara İlişkin Öneriler:

1. Özel yetenekli öğrencilerin eğitimi için Metaverse tabanlı platformların geliştirilmesine yatırım yapılmalıdır.
2. Oculus Quest 2 ve 3 gibi IVR başlıklarının BİLSEM’lerde çeşitli atölyelerde kullanıldığı bilinmektedir. IVR başlıklarının sayısının arttırılması ve bu teknolojiyle daha fazla sayıda özel yetenekli öğrencinin buluşturulması önerilebilir.

3. Güncel araştırmada geliştirilen öğretim tasarımı özel yetenekli öğrencilere eğitim veren kurumlarda uygulanabilir. Bu araştırma kapsamında geliştirilen tüm materyaller özel yetenekli öğrencilere eğitim veren kurumlarla paylaşılabilir.
4. Öğretmenlerin Metaverse teknolojilerini etkili bir şekilde kullanabilmeleri için eğitimler düzenlenebilir.
5. Bu araştırma kapsamında geliştirilen öğretim tasarımı, öğrencilerin fen dersindeki bilişsel, duyuşsal, davranış ve sosyal katılımlarını; öz-düzenleyici öğrenme becerilerini ve bilimsel yaratıcılıklarını sergilemelerine imkân tanımaktadır. Bu değişkenler fen alanında özel yetenekliliğin önemli bileşenleridir. Bu nedenle güncel araştırmadaki öğretim tasarımı uygulanırken fen alanında özel yetenekli olan öğrenciler tanımlanabilir.

KAYNAKLAR

- Adams, C. M. (2022). Programming models and program design. In *NAGC pre-k–grade 12 gifted education programming standards* (pp. 176-213). Newyork: Routledge.
- Adams, C. M. 2021, *The gifted programming standards and their relationship to content standards*. In *Methods and materials for teaching the gifted* (pp. 103-125). Newyork: Routledge.
- Ahn, S. J. G., Bailenson, J. N., & Park, D. 2014, Short-and long-term effects of embodied experiences in immersive virtual environments on environmental locus of control and behavior. *Computers in human behavior*, 39, 235-245.
- Akerlof, K., Maibach, E. W., Fitzgerald, D., Ceden, A. Y., & Neuman, A. 2013, Do people “personally experience” global warming, and if so how, and does it matter?. *Global environmental change*, 23(1), 81-91.
- Akhan, N. E., Çiçek, S., & Kocaağa, G. 2022, Critical and creative perspectives of gifted students on global problems: Global climate change. *Thinking skills and creativity*, 46, 101131.
- Akpan, B. 2017, Science education for sustainable development. In *Science education* (pp. 493-504). Rotteram: Brill.
- Al-Duhani, F., Saat, R. M., & Abdullah, M. N. S. 2024, Effectiveness of web-based virtual laboratory on grade eight students’ self-regulated learning. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, 20(3), em2410.
- Alencar, E. M. 2007, Características sócio-emocionais do superdotado: questões atuais. *Psicologia em estudo*, 12, 371-378.
- Alkan, V., Şimşek, S., & Erbil, B. A. 2019, Karma yöntem deseni: Öyküleyici alanyazın incelemesi. *Eğitimde nitel araştırmalar dergisi*, 7(2), 559-582.
- Altınoğlu Dikmeer, İ. 2020, Wechler çocuklar için zekâ ölçeği -IV (WÇZÖ-IV / WISC-IV). M. Artıran (Ed.), *Çocuk ve ergenlerde psikolojik değerlendirme araçları ve yöntemleri uygulamacının el kitabı* içinde (ss.49-61). İstanbul: Der Kitapevi.
- Al-Yakin, A., & Seraj, P. M. I. 2023, Impact of metaverse technology on student engagement and academic performance: the mediating role of learning motivation. *International journal of computations, information and manufacturing (IJCIM)*, 3(1), 10-18.
- Amabile, T. 2011, *Componential theory of creativity* (pp. 538-559). Boston, MA: Harvard Business School.

- Appleton, J. J., Christenson, S. L., Kim, D., & Reschly, A. L. 2006, Measuring cognitive and psychological engagement: Validation of the student engagement instrument. *Journal of school psychology*, 44(5), 427-445.
- Aritan, M. 2020, *Çocuk ve ergenlerde psikolojik değerlendirme araçları ve yöntemleri uygulamacının el kitabı*. İstanbul: Der Kitapevi.
- Asiksoy, G. 2023, Empirical studies on the Metaverse-based education: A systematic review. *International journal of engineering pedagogy*, 13(3), 120-133.
- Assmus, D. 2018, Characteristics of mathematical giftedness in early primary school age. In: Singer, F. (eds) *Mathematical creativity and mathematical giftedness*. ICME-13 Monographs. Ploiești: Springer.
- Assouline, S. G., Foley Nicpon, M., & Whiteman, C. S. 2011, Cognitive and psychosocial characteristics of gifted students with written language disability: A reply to Lovett's response. *Gifted child quarterly*, 55(2), 152-157.
- Aşar, G. 2020, Stanford Binet zekâ testi. M. Artıran (Ed.), *Çocuk ve ergenlerde psikolojik değerlendirme araçları ve yöntemleri uygulamacının el kitabı* içinde (ss.61-73). İstanbul: Der Kitapevi.
- Avcu, Y. E., & Emir, S. 2021, Çoklu zekâ kuramı. D. Hotaman (Ed.), *Öğrenme psikolojisi: kavramlardan kuramlara* içinde (ss.401-434). İstanbul: Efe Akademi Yayınları.
- Ayas, M. B., & Sak, U. 2014, Objective measure of scientific creativity: Psychometric validity of the Creative Scientific Ability Test. *Thinking skills and creativity*, 13, 195-205.
- Ayaydın, Y., Gezer, S. U., & Sesen, B. A. 2023a, A Study on sustainable living awareness of gifted secondary school students. *Research on education and psychology*, 7(Special Issue 2), 602-624.
- Ayaydın, Y., Ün, D., Acar-Şeşen, B., Usta-Gezer, S., & Camcı-Erdoğan, S. 2018, Environmental awareness and sensitivity of the gifted students: Science and art explorers in the nature. *Bartın university journal of faculty of education*, 7(2), 507-536.
- Ayaydın, Y., Sesen, B. A., Erdogan, S. C., Ün, D., & Özçiris, H. 2023b, The effect of out-of-school learning activities on gifted students' affective and behavioral tendencies towards the environment. *Journal of science learning*, 6(1), 48-58.
- Aydın, A. H. C. (2023). An analysis of the studies in the field of scientific creativity of the gifted. *E-International Journal of Educational Research*, 14(5),1-22.
- Aydın, F., Coskun, M., Kaya, H., & Erdonmez, I. 2011, Gifted students' attitudes towards environment: A case study from Turkey. *African journal of agricultural research*, 6(7), 1876-1883.
- Ayverdi, L., & Öz Aydın, S. 2022, Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin eğitiminde FeTeMM yaklaşımına dayalı bir öğretim tasarımının öğretim sürecine etkileri. *Hacettepe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 37(1), 254-273.

- Ayverdi, L., Asker, E., Aydın, S. Ö., & Sarıtaş, T. 2012, İlköğretim öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıkları ile fen ve teknoloji dersi akademik başarıları arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *İlköğretim online*, 11(3), 646-659.
- Ayverdi, L., Avcu, Y. E., & Karakış, H. 2023, Dijital farklılaştırma. S. Demir (Ed.), *Kuramdan uygulamaya sınıf için uygulamalar* içinde (ss.17-43), Ankara:Nobel Akademik Yayıncılık.
- Azevedo, R. 2008, The role of self-regulated learning about science with hypermedia. *Recent innovations in educational technology that facilitate student learning*, 127-156.
- Baer, J. 2016, Domain specificity of creativity: Theory, research, and practice. *Retrieved*, 12, 2018.
- Bakar, F., Avan, Ç., & Aydın, B. 2018, Üstün yetenekli öğrenciler ve normal akranlarının geri dönüşüm ve çevresel etkileri üzerine tutumlarının karşılaştırılması. *Kastamonu education journal*, 26(3), 935-944.
- Balaban, H. 2023, The effect of context-based approach on gifted students' understanding the topic of global warming. *Journal of computer and education research*, 11(22), 572-595.
- Baltacı, A. 2019, Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır?. *Ahi evran üniversitesi sosyal bilimler enstitüsü dergisi*, 5(2), 368-388.
- Barabanschikov, V. A., & Selivanov, V. V. 2022, Mental States and Creativity of the Subject in a Didactic VR Environment of Various Immersiveness. *Experimental psychology (russia)*, 15(2), 4-19.
- Bartolomé, A., & Steffens, K. 2011, Technologies for self-regulated learning. In *Self-regulated learning in technology enhanced learning environments* (pp. 21-31). Nottingham: Brill.
- Beecher, M., & Sweeny, S. M. 2008, Closing the achievement gap with curriculum enrichment and differentiation: One school's story. *Journal of advanced academics*, 19(3), 502-530.
- Ben-Eliyahu, A. 2017, Individual differences and learning contexts: A self-regulated learning perspective. *Teachers college record*, 119(13), 1-20.
- Ben-Eliyahu, A. 2019, A situated perspective on self-regulated learning from a person-by-context perspective. *High ability studies*, 30(1-2), 199-236.
- Bildiren, A. 2018, Developmental characteristics of gifted children aged 0–6 years: parental observations. *Early child development and care*, 188(8), 997-1011.
- Bildiren, A., Firat, T., & Kavruk, S. Z. 2023, Developmental characteristics of a 0-to 3-year-old gifted child based on video analysis. *Gifted education international*, 39(3), 459-481.
- Birleşmiş Milletler (BM). (2016). *Sustainable development goals: 17 goals to transform our world*.

Birleşmiş Milletler (BM). 1987, *Report of the world commission on environment and development: Our common future*. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>, [Ziyaret tarihi: 19 Ocak, 2024].

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (UNESCO). 2014, *UNESCO roadmap for implementing the global action programme on education for sustainable development*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation, Paris. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514e.pdf>, , [Ziyaret tarihi: 19 Eylül, 2024].

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (UNESCO). 2020, *Education for sustainable development: A road map ESD for 2030*. https://www.mext.go.jp/content/20210511-mxt_koktou01-000014826_1.pdf, [Ziyaret tarihi: 19 Ocak, 2024].

Biswas, G., Roscoe, R., Jeong, H., & Sulcer, B. (2009, December). Promoting self-regulated learning skills in agent-based learning environments. In *Proceedings of the 17th international conference on computers in education* (pp. 67-74). Hong Kong: Asia-Pacific Society for Computers in Education.

Bodur, N. C., Tüysüz, C., & Turan, M. D. 2023, “Kutuplar: keşfedilmeyi bekleyen topraklar” etkinliğinin özel yetenekli 6. sınıf öğrencilerinin iklim değişikliği farkındalığına etkisinin incelenmesi. *Uşak üniversitesi eğitim araştırmaları dergisi*, 9(3), 144-161.

Bourgeois-Bougrine, S., Richard, P., Burkhardt, J. M., Frantz, B., & Lubart, T. 2020, The expression of users’ creative potential in virtual and real environments: An exploratory study. In *Creative learning in digital and virtual environments* (pp. 96-117). Newyork: Routledge.

Branch, R. M. 2009, *Instructional design: The ADDIE approach*. Newyork: Springer.

Brody, L., & Stanley, J. 2005, Youths who reason exceptionally well mathematically and or verbally. *Conceptions of giftedness*, 2, 20-37.

Brown, E. F. 2023, Characteristics and curricular needs of advanced learners. In J. VanTassel-Baska and C. A. Little (Eds.), *Content-based curriculum for advanced learners*(4th ed., pp. 37-53). Newyork: Routledge.

Bryman, A. 2006, Integrating quantitative and qualitative research: How is it done?. *Qualitative research*, 6(1), 97-113.

Burkhardt, J. M., & Lubart, T. 2010, Creativity in the age of emerging technology: Some issues and perspectives in 2010. *Creativity and innovation management*, 19, 160–66.

Bümen, N. (2005). *Okulda çoklu zekâ kuramı*. (3. Baskı). Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2022), *Bilimsel araştırma yöntemleri* (32.Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Byeon, J. H. 2022, The effect of biology inquiry program using metaverse platform on the affective field of elementary science gifted student. *journal of learner-centered curriculum and instruction*, 22(13), 641-657.

- Callahan, C. M., & Hertberg-Davis, H. L. (Eds.). 2012, *Fundamentals of gifted education*. Oxford, UK: Routledge.
- Callahan, C. M., Moon, T. R., Oh, S., Azano, A. P., & Hailey, E. P. 2015, What works in gifted education: Documenting the effects of an integrated curricular/instructional model for gifted students. *American educational research journal*, 52(1), 137-167.
- Calvert, J., & Hume, M. 2022, Immersing learners in stories: A systematic literature review of educational narratives in virtual reality. *Australasian journal of educational technology*, 38(5), 45-61.
- Camcı Erdoğan, S. 2014b, *Bilimsel yaratıcılığı temel alan farklılaştırılmış fen ve teknoloji öğretiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin başarı, tutum ve yaratıcılığına etkisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Camcı-Erdoğan, S. 2014a, The necessity of differentiation in science education for gifted and talented students. *Journal for the education of gifted young scientists*, 2(2), 1-10.
- Can, A. 2024, *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (12. Basım). Ankara: Pegem Akademi.
- Cao, W., & Yu, Z. 2023, The impact of augmented reality on student attitudes, motivation, and learning achievements—a meta-analysis (2016–2023). *Humanities and social sciences communications*, 10(1), 1-12.
- Carlsen, L., & Bruggemann, R. (2021). Inequalities in the European Union—A Partial Order Analysis of the Main Indicators. *Sustainability*, 13(11), 6278.
- Cash, R. M. 2016, *Self-regulation in the classroom: Helping students learn how to learn*. Minneapolis: Free Spirit Publishing.
- Ceci, S. J. 1990, *On intelligence more or less: A bio-ecological treatise on intellectual development*. Prentice Hall.
- Cevher Aydın, A. H. 2023, An analysis of the studies in the field of scientific creativity of the gifted. *E-international journal of educational research*, 14(5), 1-22.
- Ceylan, Ö. 2021, *Özel yetenekli öğrencilerin erişilerinin, eleştirel düşünme becerilerinin ve değerlerinin farklılaştırılmış fen bilimleri programı aracılığıyla geliştirilmesi: Bir eylem araştırması*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ceylan, Ö. 2022, The effect of the waste management themed summer program on gifted students' environmental attitude, creative thinking skills and critical thinking dispositions. *Journal of adventure education and outdoor learning*, 22(1), 53-65.
- Chandler, K. L. 2012, Science curriculum for the gifted: Innovations for meeting student needs. *Journal of science education in japan*, 36(2), 113-121.
- Chen, J., Yun Dai, D., & Zhou, Y. 2013, Enable, enhance, and transform: How technology use can improve gifted education. *Roeper review*, 35(3), 166-176.

- Chen, S. J., Chen, C. Q., & Shan, X. F. 2024, The effects of an immersive virtual-reality-based 3d modeling approach on the creativity and problem-solving tendency of elementary school students. *Sustainability*, 16(10), 4092.
- Chen, Y. L., & Hsu, C. C. 2020, Self-regulated mobile game-based English learning in a virtual reality environment. *Computers & education*, 154, 103910.
- Chen, Y., Lin, W., Zheng, Y., Xue, T., Chen, C., & Chen, G. 2022, Application of active learning strategies in metaverse to improve student engagement: An immersive blended pedagogy bridging patient care and scientific inquiry in pandemic. *Available at SSRN* 4098179.
- Choi, S. Y., Won, A. R., Chu, H. E., Cha, H. J., Shin, H., & Kim, C. J. 2021, The impacts of a climate change SSI-STEAM program on junior high school students' climate literacy. *Asia-pacific science education*, 7(1), 96-133.
- Christenson, S. L., & Reschly, A. L. 2012, Check & connect: Enhancing school completion through student engagement. In *Handbook of youth prevention science* (pp. 327-348). Routledge.
- Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wiley, C. 2012, Preface. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *The handbook of research on student engagement* (pp. v-ix). NewYork, NY: Springer.
- Clark, B. 2015, Üstün zekâlı öğrencileri anlamak. F. Kaya., Ü. Ogurlu (Editörler), *Üstün zekâlı olarak büyümek içinde* (ss.1-34). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Clinkenbeard, P. R. 2012, Motivation and gifted students: Implications of theory and research. *Psychology in the schools*, 49(7), 622-630.
- Coban, M., Bolat, Y. I., & Goksu, I. 2022, The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 36, 100452.
- Cohen, J. 1973, Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor ANOVA designs. *Educational and psychological measurement*, 33(1), 107-112.
- Conrad, M., Kablitz, D., & Schumann, S. 2024, Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings. *Computers & Education: X Reality*, 4, 100053.
- Cotabish, A. 2021, Science curricular considerations for advanced learners. In *Content-based curriculum for high-ability learners* (pp. 277-302). Newyork: Routledge.
- Cotabish, A., Dailey, D., Miller, R., Coxon, S. V., & Adams, C. M. (2021). The Next Generation Science Standards and High-Ability Learners. In *Teaching gifted children* (pp. 275-282). Newyork: Routledge.
- Cramond, B. 2005, *Fostering creativity in gifted students*. Newyork: Prufrock Press Inc.
- Creswell, J. 2021, *Karma yöntem araştırmalarına giriş* (Çeviri Editörü: Mustafa Sözbilir). Ankara: Pegem Akademi.
- Creswell, J. W. 2011, *Controversies in mixed methods research*. California: The SAGE.

Creswell, J.W., Plano Clark, V.L., Gutmann, M. ve Hanson, W. 2003, In Advanced mixed methods research designs. A. Tashakkori and C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 209- 240). CA: Thousand Oaks.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. 2018, *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). California: Sage.

Çalıkoğlu, B. S. 2014, *Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerde derinlik ve karmaşıklığa göre farklılaştırılmış fen öğretiminin başarı, bilimsel süreç becerileri ve tutuma etkisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çiğdem, H., & Öncü, S. 2023, Learner engagement in the Metaverse: A community of inquiry for self-regulated learners. In *Shaping the future of online learning: education in the Metaverse* (pp. 17-36). Pensilvanya :IGI Global.

Dai, D. Y. 2018, A history of giftedness: A century of quest for identity. In S. I. Pfeiffer, E. E. Shaunessy-Dedric, & M. E. Foley-Nicpon (Eds.), *APA handbook of giftedness and talent* (pp. 231–245). Massachusetts: American Psychological Association.

Dalgarno, B., & Lee, M. J. 2010, What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British journal of educational technology*, 41(1), 10-32.

Damaševičius, R., & Sidekerskienė, T. 2024, Virtual worlds for learning in metaverse: a narrative review. *Sustainability*, 16(5), 2032.

Davaslıgil, Ü. 2004, Üstün olma niteliğini kazanma. M. Şirin., A. Kulaksızoğlu., ve A. Bilgili (Editörler). *Türkiye üstün yetenekli çocuklar kongresi seçilmiş makaleler kitabı*. İstanbul: Çocuk Vakfı Yayınları, ss.233-241.

Davis, G. A., Rimm, S. B., & Siegle, D. B. 2014, *Education of the gifted and talented: Pearson new international edition*. London: Pearson Higher Ed.

De Corte, E. 2019, Learning design: Creating powerful learning environments for self-regulation skills. *Вопросы образования*, (4 (eng)), 30-46.

De Silva, D. V. M. 2020, Developing self-regulated learning skills in university students studying in the open and distance learning environment using the KWL method. *Journal of learning for development*, 7(2), 204-217.

Delisle, J. R. 2012, Reaching those we teach: The five Cs of student engagement. *Gifted child today*, 35(1), 62-67.

Demir, S. 2021, The effects of differentiated science teaching according to the grid model. *Pegem journal of education and instruction*, 11(4), 147-159.

Demir, S., & Konik, A. (2023). *Social emotional problems causing stress in gifted students*. *International journal of contemporary approaches in education (IJCAE)*, 2(1), 1 -17.

Demirel, Ö., Başbay, A., & Erdem, E. 2006, *Eğitimde çoklu zekâ: Kuram ve uygulama*. Ankara: Pegem Akademi.

- Dhahri, S., & Omri, A. 2018, Entrepreneurship contribution to the three pillars of sustainable development: What does the evidence really say?. *World development*, 106, 64-77.
- Dhimolea, T. K., Kaplan-Rakowski, R., & Lin, L. 2022, A systematic review of research on high-immersion virtual reality for language learning. *TechTrends*, 66(5), 810-824.
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Costantini, G., Riva, G., Bricolo, E., & Villani, D. 2024, Learning in the Metaverse: Are university students willing to learn in immersive virtual reality?. *Cyberpsychology, behavior, and social networking*, 27(1), 28-36.
- Dignath, C., & Veenman, M. V. 2021, The role of direct strategy instruction and indirect activation of self-regulated learning—Evidence from classroom observation studies. *Educational psychology review*, 33(2), 489-533.
- Efklides, A. 2019, Gifted students and self-regulated learning: The MASRL model and its implications for SRL. *High ability studies*, 30(1-2), 79-102.
- Egana del Sol, P. A. 2020, Education for sustainable development: Strategies and key issues. In *Quality education* (pp. 258-272). Cham: Springer International Publishing.
- Eker, A. 2023, Farklılaştırılmış öğretim stratejileri. H. Sarı ve C. Şentürk (Eds.), *Genel ve özel eğitimde farklılaştırılmış öğretim: Araştırma temelli uygulamalı örneklerle içinde* (ss.99-129). Ankara: Vize Akademik Yayıncılık.
- Elme, L., Jørgensen, M. L., Dandanell, G., Mottelson, A., & Makransky, G. 2022, Immersive virtual reality in STEM: is IVR an effective learning medium and does adding self-explanation after a lesson improve learning outcomes?. *Educational technology research and development*, 70(5), 1601-1626.
- Emir, S. 2021, *Üstün zekâlı ve yetenekliler için program farklılaştırma*. Ankara. Vize Akademik Yayınları.
- Ericsson, K. A., & Pool, R. 2016, *Peak: How to master almost anything*. Canada: Houghton Mifflin.
- Eriksson, G. 2022, Pretense or belief: Creating meaningful scenarios and simulations for authentic learning about diverse underserved gifted students. *Education sciences*, 12(8), 532.
- Eripek, S. (2019). *Zihin yetersizliği olan bireyler ve eğitimleri*. (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Ertmer, P. A., Quinn, J. A., & Glazewski, K. D. 2017, *The ID Casebook: Case studies in instructional design*. New York: Routledge.
- Esen, T. 2011, *Üstün yetenekli öğrencilerin çevreye yönelik bilgi ve tutumlarının incelenmesi*, Yüksek lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Fakhriyah, F., Masfuah, S., Roysa, M., Rusilowati, A., & Rahayu, E. S. 2017, Student's science literacy in the aspect of content science?. *Jurnal pendidikan ipa Indonesia*, 6(1), 81-87.
- Fakolade, O. A., & Adeniyi, S. O. 2010, Efficacy of enrichment triad and self-direct models on academic achievement of gifted students in selected secondary schools in Nigeria. *International journal of special education*, 25(1), 10-16.

- Fauville, G., Queiroz, A. C. M., & Bailenson, J. N. 2020, Virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness. *Technology and health*, 91-108.
- Field, A. 2009, *Discovering statistics using SPSS*. London (UK): Sage Publications Ltd.
- Finn, J. D. 1989, Withdrawing from school. *Review of educational research*, 59(2), 117-142.
- Firmender, J. M., Reis, S. M., & Sweeny, S. M. 2013, Reading comprehension and fluency levels ranges across diverse classrooms: The need for differentiated reading instruction and content. *Gifted child quarterly*, 57(1), 3-14.
- Fraenkel, J., Wallen, N., & Hyun, H. 1993, *How to design and evaluate research in education 10th ed.* Newyork: McGraw-Hill Education.
- Fredricks, J. A., & McColskey, W. 2012, The measurement of student engagement: A comparative analysis of various methods and student self-report instruments. In S. Christenson, A. L. Reschy, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 763–783). Newyork: Springer.
- Fredricks, J. A., Alfeld, C., & Eccles, J. (2010). Developing and fostering passion in academic and nonacademic domains. *Gifted child quarterly*, 54(1), 18-30.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research*, 74(1), 59-109.
- Gagné, F. (2010). Motivation within the DMGT 2.0 framework. *High ability studies*, 21(2), 81-99.
- Gagné, F. (2023). The Differentiated Model of Giftedness and Talent 1. In *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 165-192). Newyork: Routledge.
- Gai, M., & Wang, G. (2016). Artistic low poly rendering for images. *The Visual Computer*, 32, 491-500.
- Gallagher, S. (2021). Guiding gifted students toward science expertise. In *The handbook of secondary gifted education* (pp. 333-366). Newyork: Routledge.
- Gao, Y., Wu, D., & Zhou, L. 2022, How to improve immersive experience?. *IEEE Transactions on Multimedia*.
- Gardner, H. 2011, *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. (3. edition).Perseus Book Group: Basic Books.
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. 1999, Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The internet and higher education*, 2(2-3), 87-105.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. 2012, *Educational research: Competencies for analysis and applications*. Pearson.
- Gibbs, R., & Poskitt, J. 2010, Student engagement in the middle years of schooling (Years 7-10): A. *Report to the Ministry of Education*.

- Gibson, K. L., & Landwehr-Brown, M. 2009, Moral development in preparing gifted students for global citizenship. *Morality, ethics, and gifted minds*, 301-312.
- Gibson, K. L., Rimmington, G. M., & Landwehr-Brown, M. 2008, Developing global awareness and responsible world citizenship with global learning. *Roeper review*, 30(1), 11-23.
- Gong, Z., & Georgiev, G. V. 2020, Literature review: Existing methods using VR to enhance creativity. In *proceedings of the sixth international conference on design creativity (ICDC 2020)* (pp. 117-124).
- Gong, Z., Wang, M., Nanjappan, V., & Georgiev, G. V. (2022, June). Instrumenting virtual reality for priming cultural differences in design creativity. In *Proceedings of the 14th Conference on Creativity and Cognition* (pp. 510-514).
- Gorski, A. T., Ranf, E. D., Badea, D., Halmaghi, E. E., & Gorski, H. 2023, Education for sustainability—Some bibliometric insights. *Sustainability*, 15(20), 14916.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. 2013, *Using SPSS for windows and macintosh*. London: Pearson.
- Gregory, G. H. (2013). *Differentiated instructional strategies professional learning guide: One size doesn't fit all*. Dallas: Corwin Press.
- Grover, P., Phutela, N., & Guess, W. (2023, December). Metaverse and Students Engagement—Instructors' Perspective. In *2023 IEEE Pune Section International Conference (PuneCon)* (pp. 1-6). IEEE.
- Guo, H., Ma, Y., Wang, A., Zhu, X., Deng, L., & Fan, W. (2021, September). Immersive Virtual Reality in K-12 and Outcomes: A Meta-analysis. In *2021 4th International Conference on Information systems and computer aided education* (pp. 2928-2934).
- Güçyeter, Ş., Kanlı, E., Özyaprak, M., & Leana-Taşçılar, M. Z. 2017, Serving gifted children in developmental and threshold countries Turkey. *Cogent education*, 4(1), 1332839.
- Gündoğdu, R. 2020, Zekâ ve yeteneğin değerlendirilmesi. Y. Yavuzer ve Z. Karataş (Eds.), *Psikolojik testler: İlkeler, uygulama ve tanıtım* içinde (ss.163-210). Ankara: Pegem Akademi.
- Gündüz, T. 2010, Üstün zekâlı çocuklarda ahlâk gelişimi ve eğitimi. *İÜ ilahiyat fakültesi dergisi*, 1(1), 157-177.
- Gürel, E., & Tat, M. 2010, Çoklu zekâ kuramı: Tekli zekâ anlayışından çoklu zekâ yaklaşımına. *Journal of international social research*, 3(11), 336-356.
- Hadzigeorgiou, Y., Fokialis, P., & Kabouropoulou, M. 2012, Thinking about creativity in science education. *Creative education*, 3(05), 603-611.
- Hajj-Hassan, M., Chaker, R., & Cederqvist, A. M. 2024, Environmental education: A systematic review on the use of digital tools for fostering sustainability awareness. *Sustainability*, 16(9), 3733.
- Han, K. S., Kim, B. N., Choe, S. U., & Jung, H. C. 2002, Development of programs to enhance the scientific creativity-based on theory and examples. *Journal of the korean earth science society*, 23(4), 334-348.

- Harris, L. R., & Brown, G. T. 2018, *Using self-assessment to improve student learning*. Newyork: Routledge.
- Harrison, C. 2004, Giftedness in early childhood: The search for complexity and connection. *Roeper review*, 26(2), 78-84.
- Harrison, R. L. 2013, Using mixed methods designs in the Journal of Business Research, 1990–2010. *Journal of business research*, 66(11), 2153-2162.
- Harrison, R. L., & Reilly, T. M. 2011, Mixed methods designs in marketing research. *Qualitative Market research: an international journal*, 14(1), 7-26.
- Hartman, H. J. 2001, Developing students' metacognitive knowledge and skills. *Metacognition in learning and instruction: Theory, research and practice*, 33-68.
- Hartsell, B. 2006, Teaching toward compassion: Environmental values education for secondary students. *Journal of secondary gifted education*, 17(4), 265-271.
- He, S., Epp, C. D., Chen, F., & Cui, Y. 2024, Examining change in students' self-regulated learning patterns after a formative assessment using process mining techniques. *Computers in human behavior*, 152, 108061.
- Hein, O., Rauschnabel, P., Hassib, M., & Alt, F. (2023, August). Sick in the car, sick in vr? understanding how real-world susceptibility to dizziness, nausea, and eye strain influences vr motion sickness. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 552-573). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Hesam, M., & Abedi, A. 2020, Enhancing academic engagement of underachieving gifted students: The effects of Martin's educational program. *Journal of education and health promotion*, 9, 1-5.
- Hite, R., Feck, J., Huebner, T., Johnson, M., & Ligon, B. 2024, Creating a Buzz About Community-Engaged Research: Supporting gifted and talented students' science learning with emerging technologies. *Science and children*, 61(1), 38-43.
- Hockett, J. A., & Brighton, C. M. 2021, General curriculum design: Principles and best practices. In *Introduction to curriculum design in gifted education* (pp. 41-62). Newyork: Routledge.
- Hodgson, P., Lee, V. W., Chan, J. C., Fong, A., Tang, C. S., Chan, L., & Wong, C. 2019, Immersive virtual reality (IVR) in higher education: Development and implementation. *Augmented reality and virtual reality: The power of AR and VR for business*, 161-173.
- Hoh, P. S. 2005, The linguistic advantage of the intellectually gifted child: An empirical study of spontaneous speech. *Roeper review*, 27(3), 178-185.
- Hong, C. P., & Kim, Y. Y. 2010, The effect of a virtual reality experiment program on the science achievement, science related attitude and scientific creativity: Centering the chemistry unit in the 10th grade science textbook. *현장과학교육*, 4(2), 80-90.

- Hong, E., & Aquí, Y. 2004, Cognitive and motivational characteristics of adolescents gifted in mathematics: Comparisons among students with different types of giftedness. *Gifted child quarterly*, 48(3), 191-201.
- Hsu, W. C., Tseng, C. M., & Kang, S. C. 2018, Using exaggerated feedback in a virtual reality environment to enhance behavior intention of water-conservation. *Journal of educational technology & society*, 21(4), 187-203.
- Hu, W., & Adey, P. 2002, A scientific creativity test for secondary school students. *International journal of science education*, 24(4), 389-403.
- Hu, W., Wu, B., Jia, X., Yi, X., Duan, C., Meyer, W., & Kaufman, J. C. 2013, Increasing students' scientific creativity: The “learn to think” intervention program. *The journal of creative behavior*, 47(1), 3-21.
- Huang, X., Huss, J., North, L., Williams, K., & Boyd-Devine, A. 2023, Cognitive and motivational benefits of a theory-based immersive virtual reality design in science learning. *Computers and education open*, 4, 100124.
- Hunt, E. 2010, *Human intelligence*. Cambridge :Cambridge University Press.
- Hwang, G. J., & Chien, S. Y. 2022, Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and education: artificial intelligence*, 3, 100082.
- Ibrahim, M., Antonenko, P. D., Greenwood, C. M., & Wheeler, D. 2012, Effects of segmenting, signalling, and weeding on learning from educational video. *Learning, media and technology*, 37(3), 220–235.
- Inman, T. F., & Breedlove, L. 2021, Professional Learning for the Parent:: How Educators Can Support Parents. In *Best practices in professional learning and teacher preparation* (pp. 113-130). Newyork: Routledge.
- Jacobs, H. H., & Borland, J. H. 1986, The interdisciplinary concept model: Theory and practice. *Gifted Child Quarterly*, 30(4), 159-163.
- Jang, H., Kim, E. J., & Reeve, J. 2012, Longitudinal test of self-determination theory's motivation mediation model in a naturally occurring classroom context. *Journal of educational psychology*, 104(4), 1175.
- Jarvis, J. M. (2021). Preparing and sustaining differentiated learning environments. In *Methods and materials for teaching the gifted* (pp. 209-230). Newyork: Routledge.
- Jawabreh, R., Danju, İ., & Salha, S. 2022, Exploring the characteristics of gifted pre-school children: Teachers’ perceptions. *Sustainability*, 14(5), 2514.
- Jiang, Y., Clarke-Midura, J., Baker, R. S., Paquette, L., & Keller, B. 2018, How immersive virtual environments foster self-regulated learning. In *Digital technologies and instructional design for personalized learning* (pp. 28-54). Pennsylvania: IGI Global.
- Johnsen, S. K. 2022, The assessment standard in gifted education: Identifying gifted students. *NAGC Pre-K–Grade 12 gifted education programming standards*, 94-127.

- Johnson, G., & Davies, S. 2014, Self-regulated learning in digital environments: Theory, research, praxis. *British journal of research*, 1(2), 1-14.
- Johnson, J. 2018, Gifted learners as global citizens: global education as a framework for gifted education curriculum. culminating projects in teacher development. *Master Tesis*, St. Cloud State University.
- Johnson, N. 2012, Examining self-regulated learning in relation to certain selected variables. *Acta didactica napocensia*, 5(3), 1-12.
- Jolly, J. L. 2021, Physical development of gifted students. In *The development of the high ability child* (pp. 34-47). Newyork: Routledge.
- Jusuf, H., Istiyowati, L. S., Fauzi, M., Magdalena, M., & Indrajit, R. E.2023, Metaverse-based learning in the digital era. *JTP-Jurnal teknologi pendidikan*, 25(3), 334-346.
- Kahyaoglu, M. 2013, A comparision between gifted students and non-gifted students' learning styles and their motivation styles towards science learning. *Educational research and reviews*, 8(12), 890.
- Kalınkara, Y., & Özdemir, O. 2022, Metaverse teknolojileri ve eğitimde kullanımı. In Y. Doğan & N. Şen Ersoy (Eds.), *Eğitimde Metaverse: Kuram ve uygulamalar* (pp.51-71). Ankara: Efe Akademi Yayınları.
- Kanevsky, L. (2013). *The tool kit for high end curriculum differentiation*. Burnaby, Can: Simon Fraser Univ.
- Kanevsky, L. 2011, Deferential differentiation: What types of differentiation do students want?. *Gifted child quarterly*, 55(4), 279-299.
- Kanevsky, L., & Keighley, T. 2003, To produce or not to produce? Understanding boredom and the honor in underachievement. *Roeper review*, 26(1), 20-28.
- Kanlı, E., & Emir, S. 2013, The effect of problem based learning on gifted and normal students' achievement and creativity levels. *Necatibey faculty of education electronic journal of science & mathematics education*, 7(2), 18-45.
- Kaplan Sayı, A. 2022a, *Üstün yetenekli çocuğun yaşam üçgeni*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Kaplan Sayı, A. 2022b, Digital differentiation as a form of pedagogical creativity. In A. Raj (Eds.), *Creativity as progressive pedagogy: Examinations into culture, performance, and challenges* (pp. 126- 154). Pensilvanya: IGI Global.
- Kaplan, S. N. 2009, Layering differentiated curricula for the gifted and talented. In F. A. Karnes & S. M. Bean (Eds.), *Methods and materials for teaching the gifted* (3rd ed., pp. 107-145). Prufrock Press.
- Karahan, E., & Ünal, A. 2019, Gifted students designing eco-friendly STEM projects. *Eğitimde nitel araştırmalar dergisi*, 7(4), 1553-1570.
- Karakaş Mısır, S. 2023, *Koşut (Paralel) eğitim programı modeline göre farklılaştırılmış fen bilimleri dersinin özel yetenekli öğrencilerin akademik başarıları, bilgi işlemsel düşüncelerine etkisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Kaufman, A. S. 2009, *IQ testing 101*. Newyork: Springer Publishing.

- Kaufman, S. B., & Sternberg, R. J. 2008, Conceptions of giftedness. In *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research, and best practices* (pp. 71-91). Boston, MA: Springer US.
- Kelemen, G., 2014, *Identification and education of the gifted children*, Lap Lambert Academic Publishing is a trademark of: Omni Scriptum GmbH & Co. KG
- Khademi A. M., Piryaee, S., & Kamelifar, L. 2018, Designing a causal model for fostering academic engagement and verification of its effect on educational performance. *International journal of psychology (IPA)*,12(1), 136-161.
- Kim, E. J., & Kim, H.-K. 2022, Perceptions of the middle school gifted-students and pre-teachers about the convergence class programs using realistic contents. *Journal of the korean chemical society*, 66(2), 96–106.
- Kim, H. J., Kim, M. J., & Lim, C. 2020, The relationship between scientific content knowledge and scientific creativity of science-gifted elementary students-focusing on the subject of biology. *Journal of korean elementary science education*, 39(3), 382-398.
- Kitano, M. K. 1985, Issues and problems in establishing preschool programs for the gifted. *Roeper review*, 7(4), 212-213.
- Kitsantas, A., Bland, L., & Chirinos, D. S. 2017, Gifted students' perceptions of gifted programs: An inquiry into their academic and social-emotional functioning. *Journal for the education of the gifted*, 40(3), 266-288.
- Klahr, D. 2000, *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge: The MIT Press.
- Kleinlogel, E. P., Mast, M. S., Renier, L. A., Bachmann, M., & Brosch, T. 2023, Immersive virtual reality helps to promote pro-environmental norms, attitudes and behavioural strategies. *Cleaner and responsible consumption*, 8, 100105.
- Korkut, Ş. 2022, Environmental sensitivity of gifted children: a picture analysis based research. *Journal of gifted education and creativity*, 9(3), 243-259.
- Krajcik, J. S., & Sutherland, L. M. 2010, Supporting students in developing literacy in science. *science*, 328(5977), 456-459.
- Krombholz, H. 2018, Development of motor talents and nontalents in preschool age—An exploratory study. *Cogent psychology*, 5(1), 1434059.
- Kutlu Abu, N. 2018, *Üstün yetenekli öğrencilerin kaynaştırılmasına yönelik farklılaştırılmış fen etkinliklerinin değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Amasya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kuzgun, Y. & Deryakulu, D. 2004, Bireysel farklılıklar ve eğitime yansımaları. Yıldız Kuzgun & Deniz Deryakulu (Eds.), *Eğitimde bireysel farklılıklar içinde* (ss.1-11). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo, S. 2021, Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of educational evaluation for health professions*, 18(32), 1-13.

- Lakin, J. M., & Wai, J. 2020, Spatially gifted, academically inconvenienced: Spatially talented students experience less academic engagement and more behavioural issues than other talented students. *British journal of educational psychology*, 90(4), 1015-1038.
- Landis, R. N., & Reschly, A. L. 2013, Reexamining gifted underachievement and dropout through the lens of student engagement. *Journal for the education of the gifted*, 36(2), 220-249.
- Lau, K. W., & Lee, P. Y. 2015, The use of virtual reality for creating unusual environmental stimulation to motivate students to explore creative ideas. *Interactive learning environments*, 23(1), 3-18.
- Laurens-Arredondo, L. (2021, November). Mobile augmented reality adapted to the gentry-gable motivation model. An Experience of Gifted Students. In *2021 40th International conference of the chilean computer science society (SCCC)* (pp. 1-8). IEEE.
- Lawson, A. P., & Mayer, R. E. 2024, Individual differences in executive function affect learning with immersive virtual reality. *Journal of computer assisted learning*, 40(3), 1068-1082.
- Lee, K. S., Choi, K. H., & Lee, H. J. 2011, Career development of Korean science-gifted students from elementary through high school years. *Journal of the korean association for science education*, 31(1), 48-60.
- Lee, L. E., Meyer, M. S., & Crutchfield, K. 2021, Gifted classroom environments and the creative process: A systematic review. *Journal for the education of the gifted*, 44(2), 107-148.
- Lim, H., Choi, S. Y., Park, H. Y., & Yeo, S. I. 2019, Understanding of applicants for science gifted education on the phenomena and problems of global warming. *Journal of energy and climate change education*, 9, 293-301.
- Lin, C., Hu, W., Adey, P., & Shen, J. 2003, The influence of CASE on scientific creativity. *Research in science education*, 33, 143-162.
- Lin, H., Wan, S., Gan, W., Chen, J., & Chao, H. C. 2022, Metaverse in education: Vision, opportunities, and challenges. *arXiv preprint arXiv:2211.14951*.
- Lin, X. P., Li, B. B., Yao, Z. N., Yang, Z., & Zhang, M. 2024, The impact of virtual reality on student engagement in the classroom—a critical review of the literature. *Frontiers in Psychology*, 15, 1360574.
- Liu, J., Burkhardt, J. M., & Lubart, T. 2023, Boosting creativity through users' avatars and contexts in virtual environments—A systematic review of recent research. *Journal of intelligence*, 11(7), 144.
- Liu, Z., Yu, P., Liu, J., Pi, Z., & Cui, W. 2023, How do students' self-regulation skills affect learning satisfaction and continuous intention within desktop-based virtual reality? A structural equation modelling approach. *British journal of educational technology*, 54(3), 667-685.

- Lopez-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Carmona-Serrano, N., & Moreno-Guerrero, A. J. 2022, Flipped learning and e-learning as training models focused on the metaverse. *Emerging science journal*, 6, 188-198.
- Lovecky, D. V. 1992, Exploring social and emotional aspects of giftedness in children. *Roeper review*, 15(1), 18-25.
- Lovecky, D. V. 1997, Identity development in gifted children: Moral sensitivity. *Roeper review*, 20(2), 90-94.
- Lubart, T. 2017, The 7 C's of creativity. *The journal of creative behavior*, 51(4), 293-296.
- Lubart, T., & Thornhill-Miller, B. 2019, Creativity: An overview of the 7C's of creative thought. *The psychology of human thought: An introduction*, 277-305.
- Lui, A. L., Not, C., & Wong, G. K. 2023, Theory-based learning design with immersive virtual reality in science education: A systematic review. *Journal of science education and technology*, 32(3), 390-432.
- Luna, A., Colón, A. M. O., & Moreno, J. R. 2023, Immersive technologies in self-regulated learning: Systematic review of scientific literature. *Digital education review*, 44, 105-113.
- Maddocks, D. L. 2020, Cognitive and achievement characteristics of students from a national sample identified as potentially twice exceptional (gifted with a learning disability). *Gifted child quarterly*, 64(1), 3-18.
- Maker, J. C., & Schiever, S. W. 2005, *Teaching models in education of the gifted*. ProEd.
- Makransky, G., & Lilleholt, L. 2018, A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational technology research and development*, 66(5), 1141-1164.
- Makransky, G., & Mayer, R. E. 2022, Benefits of taking a virtual field trip in immersive virtual reality: Evidence for the immersion principle in multimedia learning. *Educational psychology review*, 34(3), 1771-1798.
- Makransky, G., & Petersen, G. B. 2021, The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational psychology review*, 33(3), 937-958.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. 2019, Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learn. Instr.* 60, 225-236.
- Malina, R. M. 2004, Motor development during infancy and early childhood: Overview and suggested directions for research. *International journal of sport and health science*, 2, 50-66.
- Maples-Keller, J. L., Bunnell, B. E., Kim, S.-J., and Rothbaum, B. O. 2017, The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders. *Harv. Rev. Psychiatry* 25, 103-113.
- Markowitz, D. M., & Bailenson, J. N. 2021, Virtual reality and the psychology of climate change. *Current opinion in psychology*, 42, 60-65.

Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., & Bailenson, J. N. 2018, Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in psychology*, 9, 2364.

Marland, S. P. 1972, *Education of the gifted and talented*. (2 Vols.). Report to congress of the United States Commissioner of Education, Washington, DC: US Government Printing Office.

Marzetta, K., Mason, H., & Wee, B. 2018, ‘Sometimes they are fun and sometimes they are not’: concept mapping with english language acquisition (ELA) and gifted/talented (GT) elementary students learning science and sustainability. *Education sciences*, 8(1), 13.

Matthews, M. S. 2021, Science curriculum for gifted learners. In *Introduction to curriculum design in gifted education* (pp. 175-193). Newyork: Routledge.

Mayer, R. E. 2021, Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Eds.), *TheCambridge handbook of multimedia learning* (3rd ed., pp. 57–72). Cambridge : Cambridge University Press.

McCollister, K., & Sayler, M. F. 2010, Lift the ceiling increase rigor with critical thinking skills. *Gifted child today*, 33(1), 41-47.

McCormick, K. M., & Plucker, J. A. (2013). Connecting student engagement to the academic and social needs of gifted and talented students. In *Creatively gifted students are not like other gifted students* (pp. 121-135). Boston: Brill.

McKillup, S. 2012, *Statistics explained: An introductory guide for life scientists* (Second edition). United States: Cambridge University Press.

Merriam, S. B. 1998, *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from" Case Study Research in Education."*. Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St, San Francisco, CA 94104.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) 2018, Fen bilimleri dersi öğretim programı. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf> 2022, Çevre eğitimi ve iklim değişikliği dersi öğretim programı. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=1143> adresinden 01.10.2024 tarihinde ulaşılmıştır.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) 2024a, Fen bilimleri dersi öğretim programı. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari/fen-bilimleri-dersi> adresinden 30.09.2024 tarihinde ulaşılmıştır.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) 2024b, Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi. https://umraniyebilimvesanatmerkezi.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/34/21/765047/dosyalar/2024_02/02140122_bilsemyonergesi.pdf?CHK=443dd9a9a803913863764d6fbf8f2633 adresinden 30.09.2024 tarihinde erişilmiştir.

Mofield, E., & Phelps, V. 2021, *Collaboration, coteaching, and coaching in gifted education: Sharing strategies to support gifted learners*. Newyork: Routledge.

Morrison, G. R., Ross, S. M., & Kemp, J. E. 2012, *Etkili öğretim tasarımı* (Çev. İlhan Varank ve diğerleri). İstanbul: Bahçeşehir Yayınları.

Morton, S., Pencheon, D., & Squires, N. 2017, Sustainable Development Goals (SDGs), and their implementation: A national global framework for health, development and equity needs a systems approach at every level. *British medical bulletin*, 124(1), 81-90.

Muali, C., Setyosari, P., Purnomo, P., & Yuliati, L. 2020, Effects of mobile augmented reality and self-regulated learning on students' concept understanding. *International journal of emerging technologies in learning (iJET)*, 15(22), 218-229.

Mukhopadhyay, R., & Sen, M. K. 2013, Scientific creativity-A new emerging field of research: Some considerations. *International journal of education and psychological research*, 2(1), 1-9.

Muslihati, M., Hotifah, Y., Hidayat, W. N., Sobri, A. Y., Valdez, A. V., Ilmi, A. M., & Saputra, N. M. A. 2023a, How to prevent student mental health problems in metaverse era?. *Jurnal Kajian bimbingan dan konseling*, 8(1), 33-46.

Muslihati, M., Hotifah, Y., Hidayat, W. N., Valdez, A. V., Purwanta, E., Miftachul'Ilmi, A., & Saputra, N. M. A. 2023b, Predicting the mental health quality of adolescents with intensive exposure to metaverse and its counseling recommendations in a multicultural context. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 42(1), 38-52.

Mustafa, S., Fanaj, N., & Melonashı, E. 2021, Issues of moral development and education in gifted and talented youth. *Polis*, 20(2), 56-72.

Mutlu, F., & Nacaroglu, O. 2019, Examination of perceptions of gifted students about climate change and global warming. *Journal of baltic science education*, 18(5), 780-192.

Mystakidis, S. 2022, Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497.

Nacaroglu, O. 2020, *Özel yetenekli öğrencilerin madde ve değişim ünitesindeki başarılarına ve özdenleme becerilerine ters yüz öğrenme modelinin etkisi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Nacaroglu, O., & Bektaş, O. 2023, The effect of the flipped classroom model on gifted students' self-regulation skills and academic achievement. *Thinking skills and creativity*, 47, 101244.

Nacaroglu, O., & Bozdağ, T. 2020, Özel yetenekli öğrencilerin çevre sorunlarına yönelik algılarının kelime ilişkilendirme testi kullanılarak incelenmesi. *Gazi üniversitesi gazi eğitim fakültesi dergisi*, 40(2), 385-409.

Nacaroglu, O., & Karaaslan, G. 2020, Özel yetenekli öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik bilişsel yapılarının incelenmesi. *Gümüşhane üniversitesi sosyal bilimler dergisi*, 11(Ek), 1-13.

Nanjappan, V., Uunila, A., Vaulanen, J., Välimaa, J., & Georgiev, G. V. 2023, Effects of immersive virtual reality in enhancing creativity. *Proceedings of the design society*, 3, 1585-1594.

National Association for Gifted Children. 2019, What is giftedness? Retrieved from <https://www.nagc.org/resources-publications/resources/what-is-giftedness>

Neber, H., & Schommer-Aikins, M. 2002, Self-regulated science learning with highly gifted students: The role of cognitive, motivational, epistemological, and environmental variables. *High ability studies*, 13(1), 59-74.

NGSS Lead States. 2013, *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.

Nguyen, T.-H., & Pham, X.-L. 2024, Enhancing social presence in online learning through metaverse platform. *Policy futures in education*, 54(0), 1–18.

Nilson, L. B., & Zimmerman, B. J. 2013, *Creating self-regulated learners: Strategies to strengthen students' self-awareness and learning skills*. Newyork: Routledge.

Olszewski-Kubilius, P., & Lee, S. Y. 2004, The role of participation in in-school and outside-of-school activities in the talent development of gifted students. *Journal of secondary gifted education*, 15(3), 107-123.

Oppert, M. L., O'Keeffe, V., Bensnes, M. S., Grecu, A. L., & Cropley, D. H. 2023, The value of creativity: A scoping review. *Journal of creativity*, 33(2), 100059.

Oppong, E., Shore, B. M., & Muis, K. R. 2019, Clarifying the connections among giftedness, metacognition, self-regulation, and self-regulated learning: Implications for theory and practice. *Gifted child quarterly*, 63(2), 102-119.

Oumaima, E., Abdelhak, C., & Youssef, S. (2023, December). Exploring social learning through virtual reality: How technology can enhance collaboration and learner engagement. In *2023 7th IEEE Congress on Information Science and Technology (CiSt)* (pp. 442-444). IEEE.

Özarslan, M. 2022, Environmental problems according to the gifted and talented students and their solution proposals: A qualitative research. *International journal of new trends in arts, sports & science education (IJTASE)*, 11(4), 201-216.

Özdemir, G. 2017, *Üstün yetenekli öğrencilere yönelik zenginleştirilmiş öğretim programının bilimsel süreç becerilerine ve başarıya katkısına ilişkin eylem araştırması*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Özden Çınar, T., Yazıcı, H., & Kaya, M. T. 2022, Opinions of gifted students on augmented reality application in social studies course1. *E-international journal of educational research*, 14(2), 254-271.

Özden, Y. 2014, *Öğrenme ve öğretme* (12. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

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.

Özgüngör, S. 2021, Bilişsel gelişim. D. M. Siyez (Ed.), *Çocuk ve ergen gelişimi: Çok boyutlu bir bakış* içinde (ss. 240-299). Ankara: Pegem Akademi.

Özgüven, İ. E. 2020, *Psikolojik testler*. (16. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Özkan, U. B. 2019, *Eğitim bilimleri araştırmaları için doküman inceleme yöntemi*. Ankara: Pegem Akademi.

Paethrangsi, N., Teekasap, S., & Khiewpan, R. 2024, Empowering students' autonomous learning through self-regulation, metacognitive strategies, and collaborative learning environments. *Journal of liberal arts RMUTT*, 5(1), 69-79.

Pande, P., Thit, A., Sørensen, A. E., Mojsoska, B., Moeller, M. E., & Jepsen, P. M. 2021, Long-Term Effectiveness of Immersive VR Simulations in Undergraduate Science Learning: Lessons from a Media-Comparison Study. *Research in learning technology*, 29.

Pangsapa, P., Wong, P. P. Y., Wong, G. W. C., Techanamurthy, U., Mohamad, W. S. W., & Jiandong, D. S. (2023, March). Enhancing Humanities Learning with Metaverse Technology: A Study on Student Engagement and Performance. In *2023 11th International Conference on Information and Education Technology (ICIET)* (pp. 251-255). IEEE.

Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., & Papanastasiou, E. 2019, Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual reality*, 23(4), 425-436.

Park, J. 2010, 'Practical ways for teaching and evaluation scientific creativity', XIV IOSTE Symposium: Socio-cultural and Human Values in Science and Technology Education. Bled, Slovenia.

Park, K. J., & Chung, D. H. 2014, The characteristics of earth system thinking of science gifted students in relation to climate changes. *Journal of gifted/ talented education*, 24(2), 271–288.

Paz-Baruch, N., & Hazema, H. 2023, Self-regulated learning and motivation among gifted and high-achieving students in science, technology, engineering, and mathematics disciplines: examining differences between students from diverse socioeconomic levels. *Journal for the education of the gifted*, 46(1), 34-76.

Pedrosa, D., & Morgado, L. (2023, February). Immersive Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality for Self-regulated Learning: A Review. In *EAI International Conference on Technology, Innovation, Entrepreneurship and Education* (pp. 64-81). Cham: Springer Nature Switzerland.

Pellas, N. 2016, Unraveling a progressive inquiry script in persistent virtual worlds: theoretical foundations and decision processes for constructing a socio-cultural learning framework. In *Web design and development: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 610-647). IGI Global.

Peters, S. J., & Brulles, D. 2021, *Designing gifted education programs and services: From purpose to implementation*. Newyork: Routledge.

Peters, S. J., Matthews, M. S., McBee, M. T., & McCoach, D. B. 2021, *Beyond gifted education: Designing and implementing advanced academic programs*. Newyork: Routledge.

- Petersen, G. B., Klingenberg, S., Mayer, R. E., & Makransky, G. 2020, The virtual field trip: Investigating how to optimize immersive virtual learning in climate change education. *British Journal of educational technology*, 51(6), 2099-2115.
- Petersen, G. B., Petkakis, G., & Makransky, G. 2022, A study of how immersion and interactivity drive VR learning. *Computers & education*, 179, 104429.
- Peterson, J., Duncan, N., & Canady, K. 2009, A longitudinal study of negative life events, stress, and school experiences of gifted youth. *Gifted Child Quarterly*, 53(1), 34-49.
- Pfeiffer SI, Shaunessy-Dedrick E, Foley-Nicpon M, eds. 2018. *APA Handbook of Giftedness and Talent*. Washington, DC: Am. Psychol. Assoc.
- Phelps, V. 2022, *Successful online learning with gifted students: Designing online and blended lessons for gifted and advanced learners in grades 5–8*. Routledge.
- Piechowski, M. M. 1997, Emotional giftedness: An Expanded View.
- Piirto, J. 2009, The personalities of creative writers. (Eds. S. B. Kaufman and J. C. Kaufman), In *The psychology of creative writing* (pp.3-22). Cambridge University Press.
- Pirker, J., & Dengel, A. 2021, The potential of 360 virtual reality videos and real VR for education—a literature review. *IEEE computer graphics and applications*, 41(4), 76-89.
- Plass, J. L., & Hovey, C. 2022, The emotional design principle in multimedia learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorello (Eds.), *Cambridge handbook of multimedia learning* (3rd ed., pp. 324–336). Cambridge: Cambridge University Press.
- Plechata, A., Morton, T., Perez-Cueto, F. J., & Makransky, G. 2022a, Why just experience the future when you can change it: Virtual reality can increase pro-environmental food choices through self-efficacy. *Technology, mind, and behavior*, 3(4).
- Plechata, A., Morton, T., Perez-Cueto, F. J., & Makransky, G. 2022b, Virtual reality intervention reduces dietary footprint: Implications for environmental communication in the Metaverse.
- Plechata, A., Morton, T., Perez-Cueto, F. J., & Makransky, G. 2022c, A randomized trial testing the effectiveness of virtual reality as a tool for pro-environmental dietary change. *Scientific reports*, 12(1), 14315.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. 2004, Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational psychologist*, 39(2), 83-96.
- Ponce, O. A., & Pagán-Maldonado, N. 2015, Mixed methods research in education: Capturing the complexity of the profession. *International journal of educational excellence*, 1(1), 111-135.
- Porath, M. 1996, Narrative performance in verbally gifted children. *Journal for the education of the gifted*, 19(3), 276-292.

- Preckel, F., Götz, T., & Frenzel, A. 2010, Ability grouping of gifted students: Effects on academic self-concept and boredom. *British Journal of educational psychology*, 80(3), 451-472.
- Rahman, K. R., Shitol, S. K., Islam, M. S., Iftekhar, K. T., & Saha, P. 2023, Use of metaverse technology in education domain. *Journal of Metaverse*, 3(1), 79-86.
- Reeve, J., & Tseng, C. M. 2011, Agency as a fourth aspect of students' engagement during learning activities. *Contemporary educational psychology*, 36(4), 257-267.
- Reis, I. W., Romeiro, A. E., Berg, C. H., & Ulbricht, V. R. 2024, Sociodigital experiences and creativity in the metaverse: An integrative review. *Heliyon*, 10, e29047.
- Reis, S. M. 2021, Self-regulated learning and academically talented students. In *Parenting Gifted Children* (pp. 42-52). Newyork: Routledge.
- Reis, S. M., & Renzulli, J. S. 2004, Current research on the social and emotional development of gifted and talented students: Good news and future possibilities. *Psychology in the schools*, 41(1), 119-130.
- Reis, S. M., & Renzulli, J. S. 2023, Giftedness. In *The palgrave encyclopedia of the possible* (pp. 624-631). Cham: Springer International Publishing.
- Reis, S. M., Renzulli, S. J., & Renzulli, J. S. 2021, Enrichment and gifted education pedagogy to develop talents, gifts, and creative productivity. *Education sciences*, 11(10), 615.
- Reiser, R. A. 2012, What field did you say you were in? Defining and naming our field. In R. A. Reiser and J. V. Dempsey (Eds.). *Trends and issues in instructional design and technology* (p.1-7). Pearson Education, Boston, USA.
- Renzulli, J. S. 2012, Reexamining the role of gifted education and talent development for the 21st century: A four-part theoretical approach. *Gifted child quarterly*, 56(3), 150-159.
- Renzulli, J. S. 2021, The Three-Ring Conception of Giftedness: A Developmental Model for Promoting Creative Productivity 4. In *Reflections on gifted education* (pp. 55-90). Newyork: Routledge.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. 2014, *The schoolwide enrichment model: A how-to guide for educational excellence* (3rd ed.) Newyork:Prufrock Press.
- Renzulli, J. S., Gubbins, E. J., McMillen, K. S., Eckert, R. D., & Little, C. A. 2009, *Systems and models for developing programs for the gifted and talented*. Newyork: Routledge.
- Richardson, J. T. 2011, Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational research review*, 6(2), 135-147.
- Risemberg, R., & Zimmerman, B. J. 1992, Self-regulated learning in gifted students. *Roeper review*, 15(2), 98-101.
- Roberts, J. L., & Inman, T. F. 2023, *Strategies for differentiating instruction: Best practices for the classroom*. Taylor & Francis.

- Robinson, A. 1986, Elementary language arts for the gifted: Assimilation and accommodation in the curriculum. *Gifted child quarterly*, 30(4), 178-181.
- Robinson, A., & Tabler, A. 2021, Survey of curriculum models in gifted education: frameworks for developing and implementing differentiated curricula. In *Introduction to curriculum design in gifted education* (pp. 95-126). Newyork: Routledge.
- Rocha, A., Almeida, L., & Perales, R. 2020, Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities. *Journal for the education of gifted young scientists*, 8(4), 1397-1409.
- Rodríguez-Naveiras, E., Verche, E., Hernández-Lastiri, P., Montero, R., & Borges, Á. 2019, Differences in working memory between gifted or talented students and community samples: A meta-analysis. *Psicothema*, 31(3), 255-262.
- Roeper, A., Silverman, L. 2009, Giftedness and moral promise. In: Cross, T., Ambrose, D. (eds) *Morality, ethics, and gifted minds* (pp.251-264). London: Springer.
- Rogers, K. B. 2007, Lessons learned about educating the gifted and talented: A synthesis of the research on educational practice. *Gifted child quarterly*, 51(4), 382-396.
- Ronksley-Pavia, M., & Neumann, M. M. 2020, Conceptualising gifted student (dis) engagement through the lens of learner (re) engagement. *Education sciences*, 10(10), 274.
- Root-Bernstein, R. S., & Root-Bernstein, M. 2001, *Sparks of genius: The thirteen thinking tools of the world's most creative people*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. 2000, Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67.
- Saban, A. 2010, *Çoklu zekâ kuramı ve Türk eğitim sistemine yansımaları*. (6. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Saeed, S., & Zyngier, D. 2012, How motivation influences student engagement: A qualitative case study. *Journal of Education and learning*, 1(2), 252-267.
- Sak, U. 2014, *Üstün zekâlılar: Özellikleri, tanılanmaları, eğitimleri*. (4. Baskı). Ankara: Vize Yayıncılık.
- Sak, U. 2018, *Yaratıcılık: Gelişimi ve geliştirilmesi*. Ankara: Vizetek Yayıncılık.
- Sak, U., Ayas, M. B., Sezerel, B. B., Öpengin, E., Özdemir, N. N., & Gürbüz, Ş. D. 2015, Gifted and talented education in Turkey: Critics and prospects. *Talent*, 5(2), 110-132.
- Sak, U., Bal 2016, Anadolu Sak zekâ ölçeği (ASİS) uygulayıcı kitabı. *Eskişehir: Anadolu Üniversitesi ÜYEP Merkezi*.
- Sakdavong, J. C., Burgues, M., & Huet, N. (2019, May). Virtual Reality in Self-regulated Learning: Example in Art Domain. In *CSEDU (2)* (pp. 79-87).
- Sakong, R., Kanjug, I., Singma, S., & Moeikao, N. 2023, Development Metaverse Learning Environment Base On Station Rotation Model To Promote Scientific Literacy And Self-

Directed Learning On Topic Sequence Of Geo-logical Event For 10th Grade Students. *IIAI Letters on Informatics and Interdisciplinary Research*, 4, 1-8.

Samuels, K., & Seymour, R. 2015, The middle school curriculum: engineering anyone?. *Technology & engineering teacher*, 74(6).

Sanad, F. S., Aljasim, F. A., & AlHendal, H. S. 2021, The effect of an enrichment unit on climate change awareness and basic science process skills among gifted female primary school students. *International Journal of childhood, counselling & special education (CCSE)*, 3(1),32-46.

Sanchez-López, A. L., Jáuregui-Jáuregui, J. A., García-Carrera, N. A., & Perfecto-Avalos, Y. (2024, February). Evaluating effectiveness of immersive virtual reality in promoting students' learning and engagement: a case study of analytical biotechnology engineering course. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1287615). Frontiers Media SA.

Sandelowski, M. 2000, Combining qualitative and quantitative sampling, data collection, and analysis techniques in mixed-method studies. *Research in nursing & health*, 23(3), 246-255.

Sarı., H., & Toprak, H. H. 2023, Farklılaştırılmış öğretim: Tanımlar, amaçlar, temel ilkeler. H. Sarı ve C. Şentürk (Eds.), *Genel ve özel eğitimde farklılaştırılmış öğretim: Araştırma temelli uygulamalı örneklerle içinde* (ss.31-49). Ankara: Vize Akademik Yayıncılık.

Saricam, H., & Sahin, S. H. 2015, The relationship between the environmental awareness, environmental attitude, curiosity and exploration in highly gifted students: Structural equation modelling. *Educational process: International journal*, 4(1-2), 7-17.

Schroth, S. T., & Helfer, J. A. 2017, Gifted & green: Sustainability/environmental science investigations that promote gifted children's learning. *Gifted child today*, 40(1), 14-28.

Schutte, N. S., & Stilinović, E. J. 2017, Facilitating empathy through virtual reality. *Motiv. Emot.* 41, 708–712.

Scurati, G. W., Bertoni, M., Graziosi, S., & Ferrise, F. 2021, Exploring the use of virtual reality to support environmentally sustainable behavior: A framework to design experiences. *Sustainability*, 13(2), 943.

Seçer, İ. 2015. *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Seels, B., & Glasgow, Z. 1998, *Making instructional design decisions* (Second edition). New Jersey: Prentice-Hall.

Shapiro, B. K., Palmer, F. B., Antell, S. E., Bilker, S., Ross, A., & Capute, A. J. 1989, Giftedness: Can it be predicted in infancy?. *Clinical pediatrics*, 28(5), 205-209.

Shim, K. C., Kim, H. S., & Park, Y. C. 2000, Science education and virtual reality. *Application of Multi-media in biology education, summer program of korean society of biology education*, 25-37.

- Shin, J. E., Han, K. S., Jung, H. C., Park, B. G., & Choe, S. U. 2002, What are the Differences Between Scientifically Gifted and Normal Students in the Aspects of Creativity?. *Journal of The korean association for science education*, 22(1), 158-175.
- Sidek, R., Halim, L., Buang, N. A., & Arsad, N. M. 2020, Fostering scientific creativity in teaching and learning science in schools: A systematic review. *Jurnal penelitian dan pembelajaran IPA*, 6(1), 13-35.
- Siegesmund, A. 2017, Using self-assessment to develop metacognition and self-regulated learners. *FEMS microbiology letters*, 364(11), fnx096.
- Siegle, D., & McCoach, D. B. 2005, Making a difference: Motivating gifted students who are not achieving. *Teaching exceptional children*, 38(1), 22-27.
- Siegle, D., Rubenstein, L. D. V., Pollard, E., & Romey, E. 2010, Exploring the relationship of college freshmen honors students' effort and ability attribution, interest, and implicit theory of intelligence with perceived ability. *Gifted child quarterly*, 54(2), 92-101.
- Silverman, L. K. 1994, The moral sensitivity of gifted children and the evolution of society. *Roeper review*, 17(2), 110-116.
- Simonton, D. K. 2021, Giftedness, talent, and genius: Untangling conceptual confusions. *Conceptions of giftedness and talent*, 393-406.
- Sisk, D. A. 1982, Caring and sharing: Moral development of gifted students. *The elementary school journal*, 82(3), 221-229.
- Sisk, D. A. 2007, Differentiation for effective instruction in science. *Gifted education international*, 23(1), 32-45.
- Sisk, D. A. 2009, *Making great kids greater: Easing the burden of being gifted*. Dallas: Corwin Press.
- Skinner, E. A., Kindermann, T. A., & Furrer, C. J. 2009, A motivational perspective on engagement and disaffection: Conceptualization and assessment of children's behavioral and emotional participation in academic activities in the classroom. *Educational and psychological measurement*, 69, 493-525.
- Slade, M. L. 2021, Global Citizenship as a Means for Teaching Environmental Education to Gifted Learners. In *Building STEM skills through environmental education* (pp. 1-13). IGI Global.
- Smith, S. 2017, Responding to the unique social and emotional learning needs of gifted Australian students. *Social and emotional learning in Australia and the Asia-Pacific: Perspectives, programs and approaches*, 147-166.
- Smutny, J. & Von Fremd, S. E. 2004, *Differentiating for the young child*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Sobocinski, M., Dever, D., Wiedbusch, M., Mubarak, F., Azevedo, R., & Järvelä, S. 2024, Capturing self-regulated learning processes in virtual reality: Causal sequencing of multimodal data. *British journal of educational technology*, 55(4), 1486-1506.

- Somuncuoğlu, D. 2005, Duygusal zekâ yeterliliklerinin kuramsal çerçevesi ve eğitimdeki rolü. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir eğitim fakültesi dergisi*, 11, 269-293.
- Son, M. J. 2009, *A study of Korean students' creativity in science using structural equation modeling* (Doctoral dissertation, The University of Arizona).
- Soni, L., & Kaur, A. (2023, May). Strategies for implementing metaverse in education. In *2023 International Conference on Disruptive Technologies (ICDT)* (pp. 390-394). IEEE.
- Spangenberg, P., Geiger, S. M., & Freytag, S. C. 2022, Becoming nature: Effects of embodying a tree in immersive virtual reality on nature relatedness. *Scientific Reports*, 12(1), 1311.
- Spearman, M., & Eckhoff, A. 2012, Teaching young learners about sustainability. *Childhood Education*, 88(6), 354-359.
- Stenberdt, V. A., & Makransky, G. 2023, Mastery experiences in immersive virtual reality promote pro-environmental waste-sorting behavior. *Computers & education*, 198, 104760.
- Sternberg, R. J. (Ed.). 1999, *Handbook of creativity*. Cambridge University.
- Sternberg, R. J. 2002, Beyond g: The theory of successful intelligence. In *The general factor of intelligence* (pp. 459-492). Newyork: Psychology Press.
- Sternberg, R. J. 2017, ACCEL: A new model for identifying the gifted. *Roeper review*, 39(3), 139–152.
- Sternberg, R. J., & Ambrose, D. (Eds.). 2021, *Conceptions of giftedness and talent*. Palgrave Macmillan Cham.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. 1999, The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 3-15). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L., & Bundy, D. A. 2001, The predictive value of IQ. *Merrill-palmer quarterly*, 47(1), 1-41.
- Stoeger, H., Fleischmann, S., & Obergriesser, S. 2015, Self-regulated learning (SRL) and the gifted learner in primary school: The theoretical basis and empirical findings on a research program dedicated to ensuring that all students learn to regulate their own learning. *Asia pacific education review*, 16, 257-267.
- Subotnik, R. F., & Jarvin, L. 2005, Beyond expertise. *Conceptions of giftedness*, 343-357.
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. 2011, Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological Science in the public interest*, 12(1), 3-54.
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. 2018, Talent development as the most promising focus of giftedness and gifted education. In S. I. Pfeiffer, E. Shaunessy-

- Dedrick, & M. Foley-Nicpon (Eds.), *APA handbook of giftedness and talent* (pp. 231–245). American Psychological Association.
- Sumida, M. 2017, Science education for gifted learners. In *Science education* (pp. 479-491). Leiden: Brill.
- Sun, S. Y., & Peng, L. H. 2020, Study of the virtual reality education and digitalization in China. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1456, No. 1, p. 012042). Bristol: IOP Publishing.
- Szymanski, A. 2021, Social and emotional issues in gifted education. In *Critical issues and practices in gifted education* (pp. 417-429). Newyork: Routledge.
- Şentürk, C. 2023, Farklılaştırılmış öğretimin temelleri. H. Sarı ve C. Şentürk (Eds.), *Genel ve özel eğitimde farklılaştırılmış öğretim: Araştırma temelli uygulamalı örneklerle içinde* (ss.13-31). Ankara: Vize Akademik Yayıncılık.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. 2013, *Using multivariate statistics* (Vol. 6, pp. 497-516). Boston, MA: Pearson.
- Taber, K. S. 2007, Science education for gifted learners? In K. S. Taber (Ed.), *Science education for gifted learners* (pp. 1-14). London: Routledge.
- Tallent-Runnels, M. K., & Yarbrough, D. W. 1992, ,Effects of the future problem solving program on children's concerns about the future. *Gifted child quarterly*, 36(4), 190-194.
- Tanık Önal, N. 2017, *Üstün zekâlı öğrenciler için fen bilgisi eğitimi: öğrenci, veli ve öğretmen görüşleri*. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü.
- Tanık Önal, N. 2021, Özel yetenekli öğrenciler için çevre eğitimi. *International journal of geography and geography education*, 43, 122-135.
- Tanik Onal, N., & Buyuk, U. 2021, Science education for gifted students: opinions of students, parents, and teachers. *European journal of educational sciences*, 8(1), 15-32.
- Tanik Önal, N., & Önal, N. 2021, The effect of augmented reality on the astronomy achievement and interest level of gifted students. *Education and information technologies*, 26(4), 4573-4599.
- Tekel, K. Y., & Yaman, Y. 2023, Metaverse risk perceptions of gifted students. *International Journal of contemporary educational research*, 10(4), 1035-1049.
- Temiz, Z. 2021, Erken çocukluk döneminde sürdürülebilirlik için eğitim. D. Kahrıman-Pamuk (Ed.), *Erken çocukluk döneminde çevre eğitimi içinde*(ss. 71-85).Ankara: Anı Yayıncılık.
- Templeton, C., & Kessinger, M. W. 2020, Virtual reality: Learning by seeing in 3D. In *Handbook of research on software for gifted and talented school activities in k-12 classrooms* (pp. 94-119). IGI Global.
- Thoma, S. P., Hartmann, M., Christen, J., Mayer, B., Mast, F. W., & Weibel, D. 2023, Increasing awareness of climate change with immersive virtual reality. *Frontiers in virtual reality*, 4, 897034.

- Thompson, T. 2017, Teaching creativity through inquiry science. *Gifted child today*, 40(1), 29-42.
- Tirri, K. 2010, Combining excellence and ethics: Implications for moral education for the gifted. *Roeper review*, 33(1), 59-64.
- Titrek, O. 2016, *IQ'dan EQ'ya: Duyguları zekice yönetme*. (5. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Tolppanen, S., Kang, J., & Tirri, K. 2023, Climate competencies of finnish gifted and average-ability high school students. *Education sciences*, 13(8), 840-855.
- Tomlinson, C. A. 2001, *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms* (2nd ed.). Alexandria, VA: ASCD.
- Tomlinson, C. A. 2014, *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed.). Alexandria, VA: ASCD.
- Tomlinson, C. A., & Imbeau, M. B. 2010, *Leading and managing a differentiated classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Tomlinson, C. A., & Moon, T. R. 2013, *Assessment and student success in a differentiated classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Tomlinson, C. A., & Reis, S. M. (Eds.) 2004, *Differentiation for gifted and talented students*. Dallas: Corwin Press.
- Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K., ... & Reynolds, T. 2003, Differentiating instruction in response to student readiness, interest, and learning profile in academically diverse classrooms: A review of literature. *Journal for the education of the gifted*, 27(2-3), 119-145.
- Toraman, S. 2021, Karma yöntemler araştırması: Kısa tarihi, tanımı, bakış açıları ve temel kavramlar/Mixed methods research: A brief history, definitions, perspectives, and key elements. *Nitel sosyal bilimler*, 3(1), 1-29.
- Torrance, E. P. 1988, The nature of creativity as manifest in its test-ing. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp.43–73). New York: Cambridge University Press.
- Tortop, H. S. 2007, The meaningful field trip of gifted students about renewable energy resources. *Abant İzzet Baysal üniversitesi eğitim fakultesi dergisi*, 12(1), 181-196.
- Tortop, H. S. 2015, A comparison of gifted and non-gifted students' self-regulation skills for science learning. *Journal for the education of gifted young scientists*, 3(1), 42-57.
- Travers, N. L., & Sheckley, B. G. 2000, Changes in students' self-regulation based on different teaching methodologies. Paper presented at the 40th Association for Institutional Research Forum, Information for the Next 100 Years, Cincinnati, Ohio; May 21 - May 24, 2000.
- Treffinger, D. J., Young, G. C., Nassab, C. A., & Wittig, C. V. 2004, *Enhancing and expanding gifted programs: The levels of service approach*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Tsai, Y. C. 2023, Learner-centered analysis in educational metaverse environments: Exploring value exchange systems through natural interaction and text mining. *Journal of Metaverse*, 3(2), 121-132.

- Tucker, B., & Lu Haferistein, N. 1997, Psychological intensities in young gifted children. *Gifted child quarterly*, 41(3), 66-75.
- Turan Gürbüz, G., Açıkgül Fırat, E., & Aydın, M. 2020, The adaptation of math and scienceengagement scales in the context of science course: a validation and reliability study. *Adiyaman univesity journal of educational sciences*, 10(2), 122-131.
- Ucar, E., Ustunel, H., Civelek, T., & Umut, I. 2017, Effects of using a force feedback haptic augmented simulation on the attitudes of the gifted students towards studying chemical bonds in virtual reality environment. *Behaviour & information technology*, 36(5), 540-547.
- Ugulu, I. 2020, Gifted students' attitudes towards science. *International journal of educational sciences*, 28(1-3), 7-14.
- Ugulu, İ. (2013). Üstün zekâlı/yetenekli öğrenciler ile normal gelişim gösteren öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarının karşılaştırılması. *Buca eğitim fakültesi dergisi*, 35, 1-14.
- Ullén, F., Hambrick, D. Z., & Mosing, M. A. (2016). Rethinking expertise: A multifactorial gene–environment interaction model of expert performance. *Psychological bulletin*, 142(4), 427-446.
- Uluç, S., Öktem, F., Erden, G., Gençöz, T., & Sezgin, N. 2011, Wechsler Çocuklar için Zekâ Ölçeği-IV: Klinik bağlamda zekanın değerlendirilmesinde Türkiye için yeni bir dönem. *Türk Psikoloji Yazilari*, 14(28), 49.
- Ulus, L., Yaman, Y., & Yalçıntaş Sezgin, E. 2019, Sense of humour in gifted children. *Turkish journal of giftedness and education*, 9(1), 61-78
- Usta, E., & Akkanat, Ç. 2015, Investigating scientific creativity level of seventh grade students. *Procedia-Social and behavioral sciences*, 191, 1408-1415.
- Ülger, B. B. 2019, *Üstün yetenekli öğrencilere yönelik farklılaştırılmış sorgulama temelli fen bilgisi ders modüllerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkililiğinin değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ün Açıkgöz, K. 2014, *Aktif öğrenme*. (13. Baskı). Biliş Özel Eğitim.
- Ürek, H. 2017, *Kimyasal değişim temalı farklılaştırılmış etkinliklerin 7. sınıf özel yetenekli öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve farkındalıklarına etkisi*, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Vaivre-Douret, L. 2011, Developmental and cognitive characteristics of “high-level potentialities”(highly gifted) children. *International journal of pediatrics*, 2011(1), 420297.
- VanTassel-Baska, J. 2003, Selecting instructional strategies for gifted learners. *Focus on exceptional children*, 36(3), 1-12.
- VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. 2007, Toward best practice: An analysis of the efficacy of curriculum models in gifted education. *Gifted child quarterly*, 51(4), 342-358.
- VanTassel-Baska, J., & Little, C. A. (Eds.). 2021, *Content-based curriculum for high-ability learners*. Newyotrk: Routledge.

- VanTassel-Baska, J., & Wood, S. M. 2009, The integrated curriculum model. İçinde S. Renzulli, EJ Gubbins, KS McMillen, RD Erkert ve CA Little. *Systems and models for developing the gifted and talented*, 2, 659-693.
- Vare, J. W. 1979, Moral education for the gifted: A confluent model. *Gifted child quarterly*, 23(3), 487-499.
- Vasu, K. A. P., Mei Fung, Y., Nimehchisalem, V., & Md Rashid, S. 2022, Self-regulated learning development in undergraduate ESL writing classrooms: Teacher feedback versus self-assessment. *RELC journal*, 53(3), 612-626.
- Vespi, L., & Yewchuk, C. 1992, A phenomenological study of the social/emotional characteristics of gifted learning disabled children. *Journal for the education of the gifted*, 16(1), 55-72.
- Vidergor, H. E. 2018, *Multidimensional curriculum enhancing future thinking literacy: teaching learners to take control of their future*. Rotterdam: Brill.
- Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. 2016, Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of science and mathematics education*, 14(4), 659-680.
- Vogt, A. G. 2021, *Fostering deep Learning in immersive virtual reality: Interplay of learner's Characteristics with Internal and external support [doctoral dissertation]*. Faculty of Engineering, Computer Science and Psychology at Ulm University. Oparu. <https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/handle/123456789/44276>
- Vygotsky, L. S. 1978, *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wadsworth, B. J. (2015). *Piaget'in duyuşsal ve bilişsel gelişim kuramı*. (Çev Ed. Ziya Selçuk). Ankara: Pegem Akademi
- Wai, J., & Brown, M. I. 2021, Developmental histories facilitating the emergence of creative scientific expertise: The role of developed cognitive talents, education, and social and cultural contexts. *Frontiers in psychology*, 12, 716529.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. 2009, Aligning potential & passion for promise: A model for educating intellectually talented youth. J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert and C. A. Little (Eds.), In *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp.693-706). Newyork: Routledge.
- Walshe, N. 2008, Understanding students' conceptions of sustainability. *Environmental education research*, 14(5), 537-558.
- Wan, S. W. Y. 2017, Differentiated instruction: Hong Kong prospective teachers' teaching efficacy and beliefs. *Teachers and teaching*, 23(2), 148-168.

- Wang, M. T., Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L., & Linn, J. S. 2016, The math and science engagement scales: Scale development, validation, and psychometric properties. *Learning and instruction*, 43, 16-26.
- Wang, S. T., Liu, L. M., & Wang, S. M. (2018, June). The design and evaluate of virtual reality immersive learning-the case of serious game "Calcium looping for carbon Capture". In *2018 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE)* (pp. 1-4). IEEE.
- Wang, W. L. 2022, Socioaffective factors related to engagement in regular classes of academically gifted adolescent students in Taiwan. *Social behavior and personality: An international journal*, 50(4), e11223.
- Wang, W. S., Pedaste, M., Lin, C. J., Lee, H. Y., Huang, Y. M., & Wu, T. T. 2024. Signaling feedback mechanisms to promoting self-regulated learning and motivation in virtual reality transferred to real-world hands-on tasks. *Interactive Learning Environments*, 1-16.
- Wang, Y., Liu, W., Yu, X., Li, B., & Wang, Q. 2024. The impact of virtual technology on students' creativity: A meta-analysis. *Computers & education*, 215, 105044.
- Wardman, J. 2018, Supporting the affective needs of gifted learners. In *Exploring gifted education* (pp. 66-81). Newyork: Routledge.
- Washington, A. M., & Andersen, L. 2016, Efficacy of Creative Training for Gifted Science Students. In *Interplay of creativity and giftedness in science* (pp. 71-85). Rotterdam: Brill.
- Watters, J., & Diezmann, C. 2003, The gifted student in science: Fulfilling potential. *Australian science teachers' journal*, 49(3), 46-53.
- Webb, J. T. 1994, *Nurturing social emotional development of gifted children* (pp. 525-538). Reston, VA: ERIC Clearinghouse.
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. 2002, The development of competence beliefs, expectancies for success, and achievement values from childhood through adolescence. In A. Wigfield & J. S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 91-120). Academic Press.
- Winne, P. H. 2005, Key Issues in modeling and applying research on self-regulated learning. *Applied psychology*, 54(2), 232-238.
- Winne, P. H. 2011, "A cognitive and metacognitive analysis of self-regulated learning," in *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance*, eds B. J. Zimmerman and D. H. Schunk (New York, NY: Routledge), 15-32.
- Winne, P. H. 2019, Self-regulated learning in research with gifted learners. *High ability studies*, 30(1-2), 277-287.
- Winocur, S. L., & Maurer, P. A. 1991, Critical thinking and gifted students: Using impact to improve teaching and learning. *Handbook of gifted education*, 308-317.
- Wormeli, R. 2011, Differentiated instruction: Setting the pedagogy straight. *Middle ground*, 15(2), 39-42.
- Worrell, F. C., Subotnik, R. F., Olszewski-kubilius, P., & Dixson, D. D. 2019, Gifted students. *Annual reviews of psychology*, 70, 551-576.

- Wu, W. L., Hsu, Y., Yang, Q. F., Chen, J. J., & Jong, M. S. Y. (2023). Effects of the self-regulated strategy within the context of spherical video-based virtual reality on students' learning performances in an art history class. *Interactive learning environments*, 31(4), 2244-2267.
- Xie, T., Li, Y., & Tang, Y. 2023, Effects of using immersive virtual reality for science education on learning outcomes: A randomized controlled pilot study. *IEEE Transactions on learning technologies*, 16(6), 1045-1056.
- Yaman, Y. 2014, *Beyin temelli fen öğretiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akademik başarılarına, yaratıcılıklarına, eleştirel düşüncelerine ve tutumlarına etkisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yang, X., Lin, L., Cheng, P. Y., Yang, X., Ren, Y., & Huang, Y. M. 2018, Examining creativity through a virtual reality support system. *Educational Technology Research and Development*, 66, 1231-1254.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. 2013, *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. Basım). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, İ. 2021, Bireyi tanıma teknikleri. G. Can (Ed.), *Okullarda psikolojik danışma ve rehberlik içinde* (ss. 160-215). Ankara: Pegem Akademi.
- Yılmaz, S. B., & Emir, S. 2024, Comparison of the 21st century skills and climate literacy: a study on the gifted and undiagnosed gifted secondary school students. *Journal of Hasan Ali Yücel faculty of education*, 21(1), 21-31.
- Yinhui, N. K., Yunus, M. M., Rafiq, K. R. M., & Awang, M. M. 2024, Sustaining STEAM education and creativity through metaverse applications: A Systematic review (2019-2023), 14(5), 662-680.
- Yoon, C. H. 2009, Self-regulated learning and instructional factors in the scientific inquiry of scientifically gifted Korean middle school students. *Gifted child quarterly*, 53(3), 203-216.
- Yu, J. E. 2022, Exploration of educational possibilities by four metaverse types in physical education. *Technologies*, 10(5), 104-115.
- Yusof, R., Mokhtar, M., Sulaiman, S. N. A., & Mohtar, M. 2020, Consistency between personality career interest with sciences field among gifted and talented students. *Journal for the education of gifted young scientists*, 8(3), 1147-1161.
- Zeidner, M., & Stoeger, H. 2019, Self-Regulated Learning (SRL): A guide for the perplexed. *High ability studies*, 30(1-2), 9-51.
- Zhang, W., Xiao, S., & Shi, X. (2015, September). Low-poly style image and video processing. In *2015 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)* (pp. 97-100). IEEE.
- Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. 2022, The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-18.
- Zhang, Y., Luo, H., Liu, Y., & Cheng, W. (2023, November). Is Metaverse Better than Video Conferencing in Promoting Social Presence and Learning Engagement?. In *2023*

International Conference on Intelligent Education and Intelligent Research (IEIR) (pp. 1-5). IEEE.

Zhao, J. H., Panjaburee, P., Hwang, G. J., & Wongkia, W. 2023, Effects of a self-regulated-based gamified virtual reality system on students' English learning performance and affection. *Interactive learning environments*, 1-28.

Ziegler, A., Vialle, W., & Wimmer, B. 2013, The actiotope model of giftedness. *Exceptionality in East Asia. Explorations in the actiotope model of giftedness*, 1-17.

Zimlich, S. L. 2016, Motivating gifted students: Technology as a tool for authenticity and autonomy. *International journal of learning, teaching and educational research*, 15(13), 1-11.

Zimmerman, B. J. 1989, A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329.

Zimmerman, B. J. 2000, Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp.13–39). San Diego, CA: Academic Press.

Zimmerman, B. J. 2002, Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, 41(2), 64-70.

Zimmerman, B. J., & Moylan, A. R. 2009, Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In *Handbook of metacognition in education* (pp. 299-315). Newyork: Routledge.

EKLER

EK 1
ÖLÇME ARAÇLARI

Tez Başlığı: 3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Özel Yetenekli Öğrencilerin Katılımlarına, Öz-Düzenleyici Öğrenme Becerilerine ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi

Fen Dersi Katılım Ölçeği (FDKÖ);

1. Fen dersi için çalışırım ve bunun doğru olduğundan eminim.
2. Bir problemi çözmek için farklı çözüm yolları düşünürüm.
3. Yeni öğrendiğim şeylerle daha önce öğrendiklerimi ilişkilendirmeye çalışırım.
4. Bir şeyi yanlış yaptığımda hatalarımı anlamaya çalışırım.
5. Bir problemi çözmek yerine direkt cevabın söylenmesini tercih ederim.
6. Ders çalışmanın zor olduğunu düşünmem.
7. Çalışacağım konu zor olduğunda konunun sadece kolay kısımlarına çalışırım.
8. Dersi geçecek kadar çalışırım.
9. Fen dersine konsantre olurum.
10. Fen dersini öğrenmek için çaba harcarım.
11. Bir şey zor olsa bile denemeye devam ederim.
12. Ödevlerimi zamanında tamamlarım.
13. Sınıf dışında da fen dersi hakkında konuşurum.
14. Fen dersine katılmam.
15. Dikkatimi toplamam gerektiğinde başka şeyler yaparım.
16. Anlamazsam hemen pes ederim.
17. Fen dersini dört gözle beklerim.
18. Fen hakkında yeni şeyler öğrenmekten zevk alırım.
19. Fen dersinde neyin öğretildiğini anlamak isterim.
20. Fen dersindeyken kendimi iyi hissedirim.
21. Fen dersinde kendimi sık sık usanmış hissedirim.
22. Fen dersinin sıkıcı olduğunu düşünürüm.
23. Fen dersinde olmak istemem.
24. Fen öğrenmeyi umursamam.
25. Fen dersindeyken kendimi sık sık keyifsiz hissedirim.
26. Fen ile ilgili yeni şeyler öğrendiğimde endişelenirim.
27. Kendi fikirlerimi, başkalarının fikirleri ile yapılandırırım.
28. Fen dersinde başkalarının fikirlerini anlamaya çalışırım.
29. Fen bana yardımcı olabilecek kişilerle çalışmayı tercih ederim.
30. Fen dersinde zorlanan kişilere yardım etmeye çalışırım.
31. Başkalarının fikirlerini umursamam.
32. Başkalarıyla çalışırken, fikirlerimi paylaşmam.
33. Sınıf arkadaşlarımla çalışmayı sevmem.

Fen Bilimleri Öz-düzenleme Ölçeği (FBÖDÖ),

1. Fen bilimleri dersine çalışırken, önemli bilgileri içimden defalarca tekrar ederim.
2. Fen bilimleri dersine çalışırken, daha önce okuduklarımı ve aldığım notları gözden geçirir ve en önemli noktaları belirlemeye çalışırım.
3. Fen bilimleri dersine çalışırken, dersle ilgili okumaları ve ders sırasında aldığım notları defalarca okurum.
4. Fen bilimleri dersine çalışırken, dersle ilgili okuduklarımı ve derste aldığım notları inceleyerek önemli noktaların özetini çıkarırım.
5. Fen bilimleri dersine çalışırken iyi anlamadığım kavramları belirlemeye çalışırım.
6. Fen bilimleri dersi sırasında başka şeyler düşündüğüm için önemli kısımları sıklıkla kaçıırım.
7. Çalışma planıma bağlı kalmak benim için zordur.
8. Genelde derse gelmeden önce konuyla ilgili bir şeyler okurum fakat okuduklarımı çoğunlukla anlamam.
9. Eğer bir konu zorsa ya çalışmaktan vazgeçerim ya da yalnızca kolay kısımlarını çalışırım.
10. Başka faaliyetlerle uğraştığım için çoğu zaman fen bilimleri dersine yeterince zaman ayıramıyorum.
11. Fen bilimleri sınavından önce notlarımı ya da okuduklarımı gözden geçirmek için fazla zaman bulamam.
12. Fen bilimleri dersinde işlenen konuları anladığımdan emin olabilmek için kendi kendime sorular sorarım.



13. Fen bilimleri dersindeki önemli kavramları hatırlamak için anahtar kelimeleri ezberlerim.
14. Fen bilimleri dersine çalışırken notlarımı gözden geçirir ve önemli kavramların bir listesini çıkarırım.
15. Fen bilimleri dersinde önemli kavramların listesini çıkarır ve bu listeyi ezberlerim.
16. Ders sırasında not alırken kafam karışsa, notlarımı dersten sonra düzenlerim.
17. Fen bilimleri derslerini düzenli olarak takip ederim.
18. Konu çok sıkıcı olsa da ilgimi çekmese de konuyu bitirene kadar çalışmaya devam ederim.
19. Fen bilimleri dersine çalışırken, çalışmalarımı yönlendirebilmek için kendime hedefler belirlerim.
20. Fen bilimleri dersinde, okuduklarımdan edindiğim fikirleri sınıf içi tartışma gibi çeşitli faaliyetlerde kullanmaya çalışırım.
21. Fen bilimleri dersine çalışırken, dersten, okuduklarımdan, sınıf içi tartışmalardan ve diğer kaynaklardan edindiğim bilgileri bir araya getiririm.
22. Yeni bir konuyu detaylı bir şekilde çalışmaya başlamadan önce çoğu kez konunun nasıl organize edildiğini anlamak için ilk olarak konuyu hızlıca gözden geçiririm.
23. Fen bilimleri dersine çalışırken, konuları sadece okuyup geçmek yerine ne öğrenmem gerektiği konusunda düşünmeye çalışırım.
24. Fen bilimleri dersi için bir şeyler okurken, o anda okuduklarımla daha önceki bilgilerim arasında bağlantı kurmaya çalışırım.
25. Fen bilimleri dersinde öğrendiklerimle ilgili ortaya çıkan fikirlerimi sürekli olarak gözden geçirmeye çalışırım.

Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT)

Görev 1: Lütfen, bir cam parçası için mümkün olduğunca çok bilimsel kullanım alanı yazın.
Örneğin deney tüpü yapmada vs.

Görev 2: Uzayda yolculuk yapmak ve bir gezegene gidebilmek için bir uzay gemisi alabilseyiz, hangi bilimsel sonuçları araştırmak istersiniz? Lütfen yazabildiğiniz kadar çok soru yazın.

Örneğin gezegende yaşayan canlı var mıdır?

Görev 3: Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel hale getirmek için mümkün olduğunca çok sayıda yenilik düşünün.

Örneğin lastiklere yansıtıcı (reflektör) yapın, böylece karanlıkta görülebilirler.

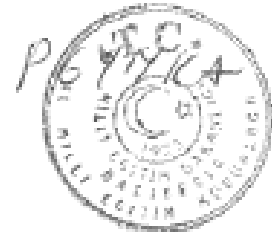
Görev 4: Yerçekimi olmadığını varsayarak Dünya'nın nasıl olacağına tarif ediniz.

Örneğin, insanlar havada askıda kalabilirlerdi.

Görev 5: Mümkün olduğunca çok yöntem kullanarak bir kareyi dört eşit parçaya bölün. Cevabınızı kâğıt üzerine çizerek gösterin.

Görev 6: İki çeşit peçete var. Hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edebilirsiniz? Lütfen mümkün olduğunca çok sayıda yöntem, araç, ilke ve basit işlem yazınız.

Görev 7: Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Resmini çizerek, her bir parçasının adını ve işlevini okla göstererek belirtiniz.



Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu;

1. 3D Metaverse platformunda işlediğiniz fen derslerini düşünmenizi istiyorum. Daha önceki fen derslerinizle karşılaştırdığınızda ne tür benzerlik ve farklılıklardan söz edebilirsiniz?
2. 3D Metaverse platformunda işlediğiniz fen derslerini sizden değerlendirmenizi istesem, neler söyleyebilirsiniz?

Sonda: En çok neler hoşunuza gitti?

Size neler kattı?

Olumlu yönler?

Olumsuz yönler?

Neler hissettiniz?

Neler yaptınız?

Çabanız nasıldı?

Dikkatinizi toplayabildiniz mi?

Arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle iletişim ve etkileşiminiz nasıldı?

Zorluk çektiğiniz konular?

Neler ilginizi çekti?

3. 3D Metaverse platformunda ders işlemekten önce derse nasıl hazırlandınız? Bu süreçte yardıma ihtiyacınız oldu mu? Açıklayınız.
4. 3D Metaverse platformunda işlenen fen derslerini düşündüğünüzde en çok aklınızda ne kaldı? Unutmadığınız bir anınızı benimle paylaşır mısınız?
5. 3D Metaverse platformunda işlenen fen derslerinin öz-düzenleyici öğrenme becerilerinize olabilecek katkıları hakkında neler söyleyebilirsiniz?

Sonda: Tekrarlama stratejilerini (önemli noktaların altını çizme, yüksek sesle okuma, not alma vb.) kullandınız mı? Örnek veriniz.

Sonda: Önceki öğrenmeleriniz ile yeni öğrenmeleriniz arasında ilişki kurdunuz mu? Örnek veriniz.

Sonda: Gruplama, şemalaştırma, metinden ana fikir çıkarma, diyagramlar, şekiller çizme gibi stratejileri kullandınız mı? Örnek veriniz.

Sonda: "Neden böyle?" veya "Bu nasıl işliyor?" şeklinde öğrendiklerini sorgulamalar yaptınız mı? Örnek veriniz.

Sonda: Zamanı verimli kullanıyorsunuz mu? Nasıl?

Sonda: Dersleri işlerken sürecinde kimden nasıl yardım aldınız?

6. 3D Metaverse platformunda işlenen fen derslerinin bilimsel yaratıcılığınızı geliştirmeye katkı sağladığınız düşünüyor musunuz?

Sonda: Çok sayıda bilimsel fikirler üretmek açısından?

Farklı kategorilerde bilimsel fikirler üretmek açısından?

Detaylı bilimsel fikirler üretmek açısından?

Örijinal bilimsel fikirler üretmek açısından?

7. Bundan sonra fen derslerinizin 3D Metaverse platformunda işlenmesini ister misiniz? Açıklayınız.

Sonda: Başka derslerin?



Video Kayıt İnceleme Formu,

Bilişsel Katılım (öğrencilerin seçim yapabilmeleleri, derin düşünme süreçlerini uygulamaları, bilinçli hedefler belirlemeleri, öz-düzenleyici öğrenme davranışları ve öğrendiklerinde ustalıklarını sergilemeleri-özerlik ve ustalaşma) gösterilen davranışları not ediniz.

Davranışsal Katılım (çaba-dikkat-hazır bulunma X dersten kopuş, derse hazırlıksız gelme, pes etme, dikkatin dağılması) gösterilen davranışları not ediniz.

Duyuşsal Katılım (içeriğe, derse, öğrenme görevlerine ve öğrenme sürecine karşı ilgi, coşku ve keyif alma gibi olumlu duygular) gösterilen davranışları not ediniz.

Sosyal Katılım (akranlar ve yetişkinlerle sosyal etkileşimlerin kalitesinin yanı sıra, sosyal ilişkilerin yapılandırılması ve sürdürülmesine yönelik istekli olmak) gösterilen davranışları not ediniz.



Öz-değerlendirme Formu;

Öğrencinin Adı Soyadı :
Etkinlik Adı :

Yönerge: Bu öz değerlendirme formu sizin "....." etkinliğinde yaşadığınız öğrenme sürecini değerlendirmeye yönelik hazırlanmıştır. Görüşlerinizi aşağıdaki soruları cevaplayarak belirtiniz.

1. Bu etkinlikte neler hissettim? En keyif aldığım ve en sıkıldığım anlar nelerdi?

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

2. Bu etkinlikteki zorlandığım bölümler nelerdi? Zorlandığım durumlarda nasıl bir çaba gösterdim ve nasıl bir tutum takındım? Sonuçta neler oldu?

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

3. Bu etkinlikte arkadaşlarımla ve öğretmenimle nasıl iletişim kurdum? Bireysel olarak ve grup arkadaşlarımla nasıl bir çalışma süreci geçirdim?

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

4. Bu etkinlikte öğrendiklerimle daha önce bildiklerim arasında nasıl bir ilişki vardı?

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

5. Bu etkinlikte öğrendiklerimi nerede ve nasıl kullanabilirim?

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

6. Bu etkinlikteki fikir üretme ve tasarım süreçlerindeki durumuma ilişkin değerlendirmem nasıldır? Çok sayıda fikir ürettim mi? Farklı kategorilerde fikirler ürettim mi? Arkadaşlarımdan farklı fikirler ürettim mi? Fikirlerimi detaylandırdım mı?

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

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



7. Bu etkinlikte bençe nasıldım? Bu etkinliği tekrar yapsaydım, neleri farklı yapardım?

8. Bu etkinlikte önemli bulduğum ve anlamakta zorluk çektiğim kısımlar nelerdi? Bunları not aldım mı?

9. Etkinliklerdeki görevlerde zamanı etkili kullandım mı? Öğrenme alanlarına/lokasyonlara zamanında girdim mi?

10. Öğrenme alanlarına girmeden önce nasıl bir hazırlık süreci geçirdim? Neleri hazır ettim? Öğretmenimin oturumunu başlatmasını beklerken neler yaptım?

11. Etkinlik öncesinde ve sonrasında kimden nasıl yardım aldım?

12. Etkinlik sırasında ve sonrasında konuyu öğrenirken neler yaptım? (Stratejiler: tekrarlama, örgütlenme vb.)

13. Etkinlikte öğrendiklerimi sorguladım mı? Bir ya da birkaç örnek vermem gerekirse.....

14. Etkinlik öncesinde etkinlik rehberini inceleyip etkinliğin nasıl organize edildiğini ve görevlerimi anladım mı?



EK 2

**ÖĞRETMENLER 2030: K12 OKUL ÖĞRETMENLERİ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ve
SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI EĞİTİMİNE KATILIM
SERTİFİKASI**



Boğaziçi Üniversitesi
Yaşamboyu Eğitim Merkezi



T.C.
Boğaziçi Üniversitesi

KATILIM BELGESİ

Yunus Emre Avcu

Yaşamboyu Eğitim Merkezi tarafından
25 Nisan - 30 Mayıs 2023
tarihleri arasında gerçekleştirilen
Öğretmenler 2030: K12 Okul Öğretmenleri İklim Değişikliği
ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
eğitimine katılmıştır.

Dr. Tamer Atabarut
BÜYEM / UN SDSN Türkiye YK Üyesi



Belge Kodu: ÖÖÖ:D23:K101187

EK 3

DENEY GRUBUNDAKİ ÖĞRENCİLERİN IMEDU 3D METAVERSE PLATFORMU İÇERİSİNDE AVATARLARININ BAKIŞ AÇILARINDAN GÖRDÜKLERİNE YÖNELİK ÖRNEK GÖRSELLER

The image shows a screenshot of the IMEDU 3D Metaverse Platform interface. The top navigation bar includes a home icon, a 'Spaces' icon, and a 'Catalog' icon. The main content area displays three virtual field trips: 'Temiz Su ve Sanitasyon (5. Etkinlik)', 'Temiz ve Yenilenebilir Enerji (4. Etkinlik)', and 'İklim Eylemi (3. etkinlik)'. Each activity card includes a thumbnail image, a title, a description, and a 'Start session' button. The bottom section shows a detailed view of the 'Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! (1. Etkinlik)' activity, including a description, objectives, and a list of tasks for participants.

Temiz Su ve Sanitasyon (5. Etkinlik)

by imedu 3 locations English 07-12-2023 SP-ISTAN00086

ETKİNLİĞİ ADI: Temiz Su ve Sanitasyon HEDEF KİTLE: Ortaokul 5,6. ve 7. sınıf öğrencileri SÜRE: 8-10' ÖĞRENME ALANI/KONUSU: Fen Bilimleri, Çevre Bilimleri, Biyokimya, Kimya, SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİ: Temiz Su ve Sanitasyon (SKA-6) KAVRAM/TEMA: Değişim BÜYÜK FIKIR (GEÇERLİ OLANI İŞARETLEYİNİZ) BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 3: Değişim kaçınılmazdır BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir

Temiz ve Yenilenebilir Enerji (4. Etkinlik)

2 locations English 24-09-2023 SP-ISTAN00072

Instruction & demonstration Self-learning adventure Virtual field trip Shared

ETKİNLİĞİ ADI: Erişilebilir ve Temiz Enerji HEDEF KİTLE: Ortaokul 5,6. ve 7. sınıf öğrencileri SÜRE: 8-10' ÖĞRENME ALANI/KONUSU: Fen Bilimleri, Çevre Bilimleri, Biyokimya, Kimya, SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİ: Erişilebilir ve Temiz Enerji (SKA-7) KAVRAM/TEMA: Değişim BÜYÜK FIKIR (GEÇERLİ OLANI İŞARETLEYİNİZ) BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 3: Değişim kaçınılmazdır BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir

İklim Eylemi (3. etkinlik)

3 locations English 04-11-2023 SP-ISTAN00077

ETKİNLİĞİ ADI: İklim Eylemi HEDEF KİTLE: Ortaokul 5,6. ve 7. sınıf öğrencileri SÜRE: 8-10' ÖĞRENME ALANI/KONUSU: Fen Bilimleri, Çevre Bilimleri, Biyokimya, Kimya, SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİ: İklim Eylemi (SKA-13) KAVRAM/TEMA: Değişim BÜYÜK FIKIR (GEÇERLİ OLANI İŞARETLEYİNİZ) BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 3: Değişim kaçınılmazdır BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir

Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! (1. Etkinlik)

English September 14, 2023 SP-ISTAN00067

Instruction & demonstration Self-learning adventure Virtual field trip Shared

ETKİNLİĞİ ADI: Kaz Dağları Milli Parkını Ziyaret Edelim! HEDEF KİTLE: Ortaokul 5,6. ve 7. sınıf öğrencileri SÜRE: 8-10' ÖĞRENME ALANI/KONUSU: Fen Bilimleri, Biyoloji, Ekoloji, SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI İLE OLAN İLİŞKİSİ: SKA-15. KAVRAM/TEMA: Değişim BÜYÜK FIKIR (GEÇERLİ OLANI İŞARETLEYİNİZ) BF 1: Değişim değişime yol açar BF 2: Değişim olumlu veya olumsuz olabilir BF 3: Değişim kaçınılmazdır BF 4: Değişim zamanla gerçekleşir BF 5: Değişim gelişim için gereklidir BF 6: Değişim çatışmaların sonucunda ortaya çıkar BF 7: Değişim planlanabilir ya da kendiliğinden gerçekleşebilir BF 8: Değişim ilerlemeye yol açar TEMEL SORU: İnsan-doğa etkileşimi karasal yaşamı nasıl etkiler?

Designed by Dr. Yunus Emre Avcu

Details [Instructions for participants](#) [Instructions for educators](#)

Instructions

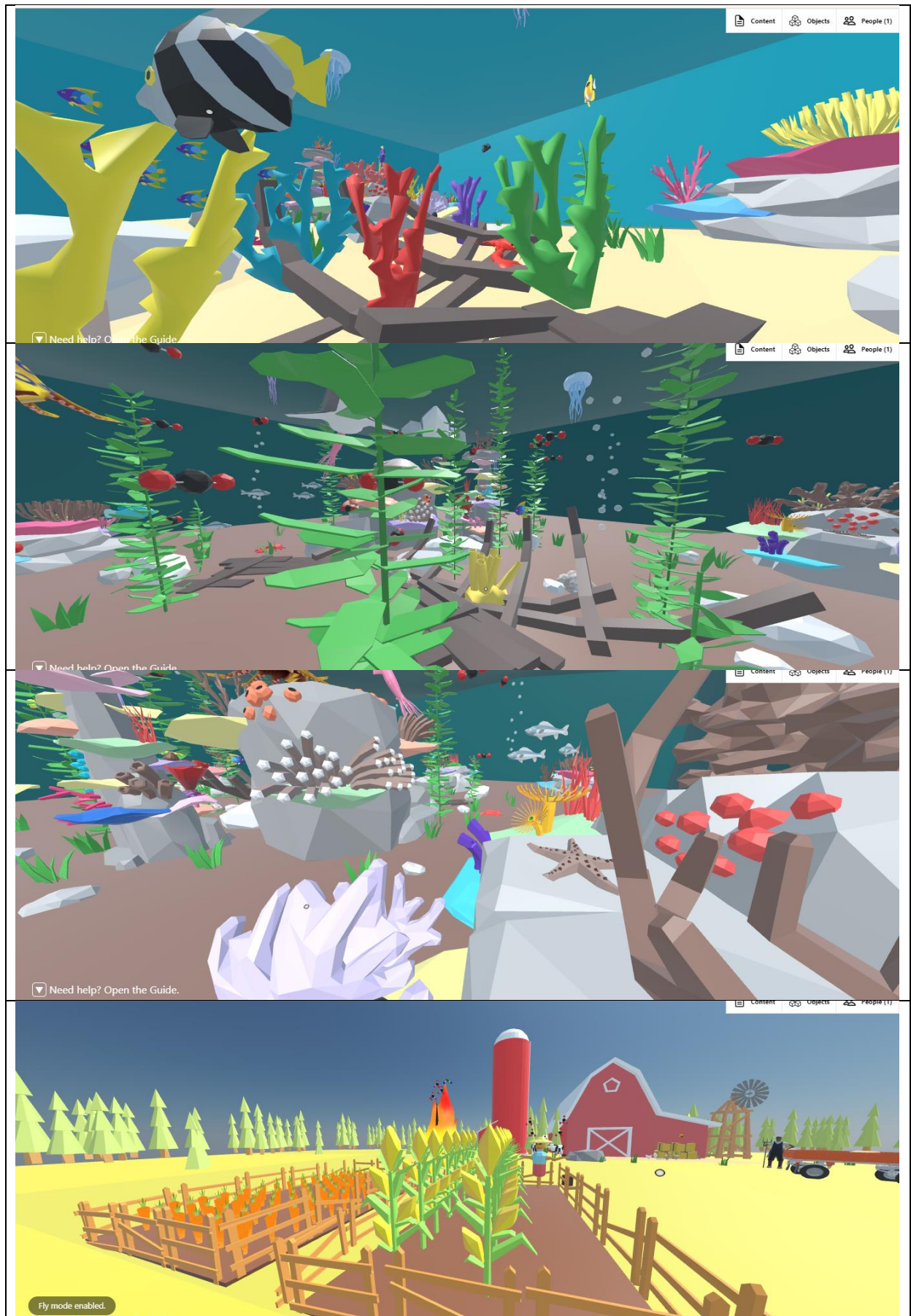
Kaz Dağları Milli Parkı etkinliğinde, Kaz Dağları Milli Parkını üç farklı zamanda ziyaret edeceğiz. Her bir ziyaretinizde orman ekosistemine odaklanacağınız alan canlı ve cansız organizmalara, doğal yaşam, çevre ve atmosfer koşullarına odaklanacağız.

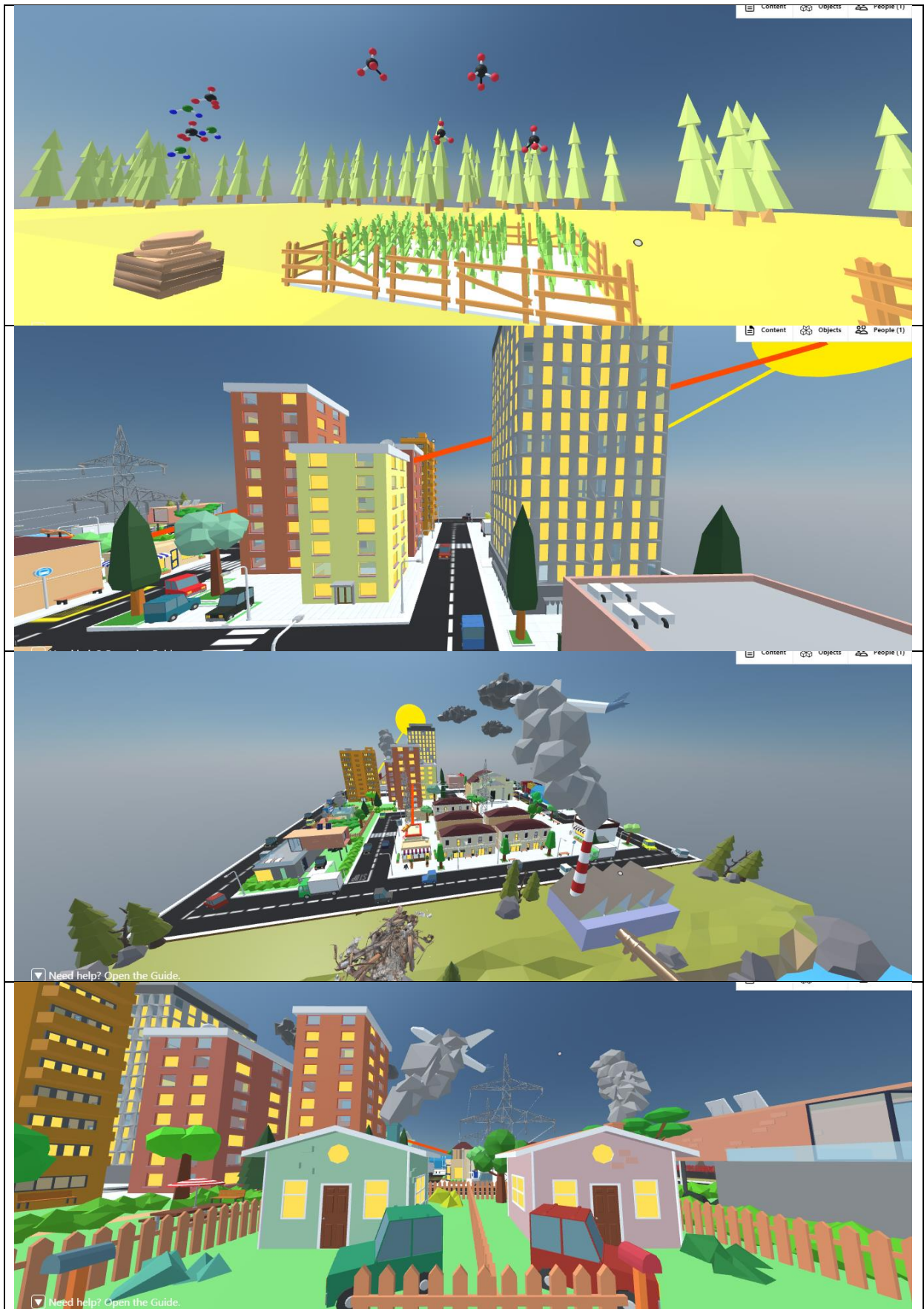
Tasks

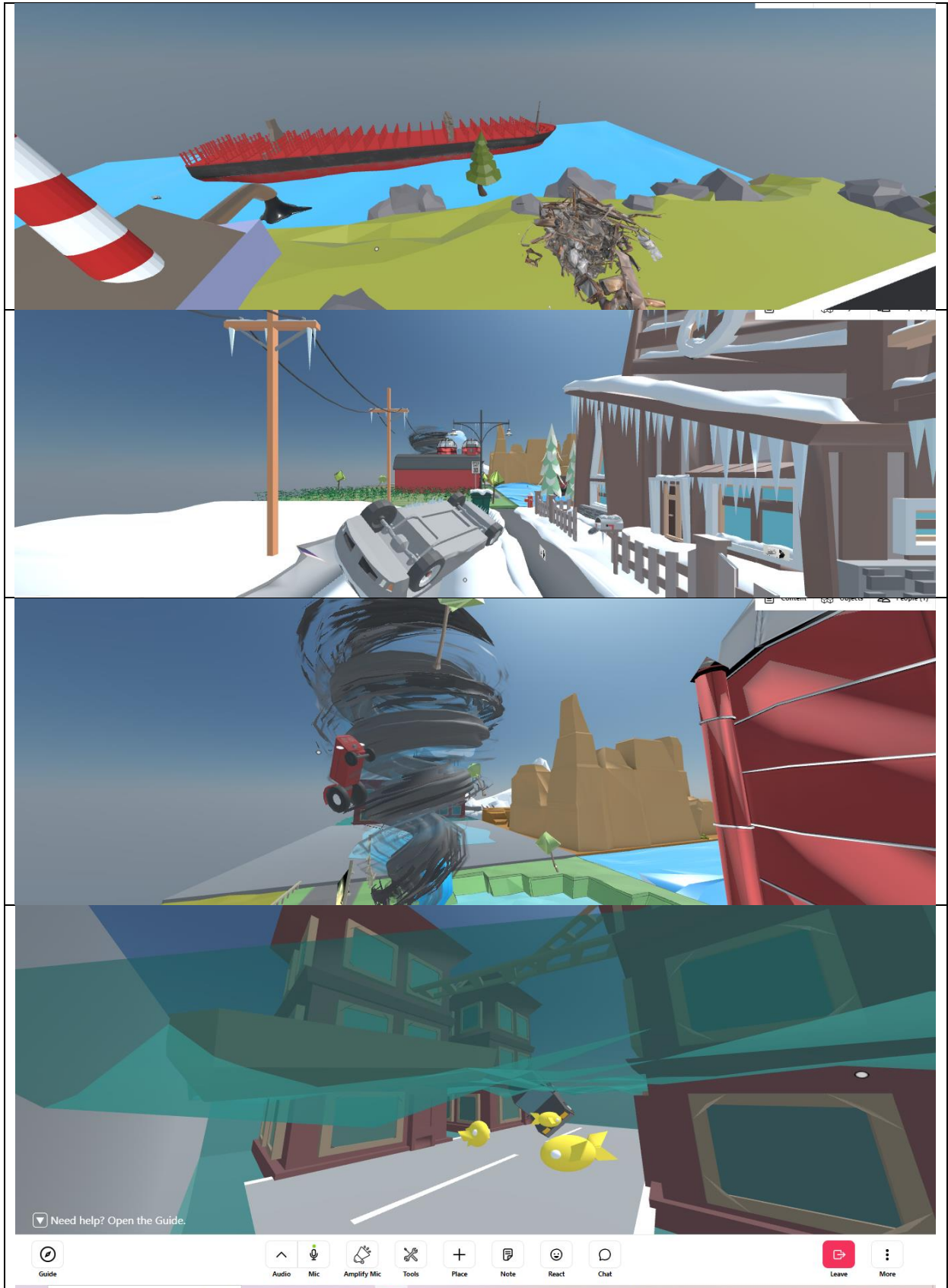
- Kaz Dağları Milli Parkı faunası ve florasına ilişkin hangi canlılarla karşılaştınız? Lokasyon 1'de hangi canlı ve cansız organizmaları fark ettiniz? Bu organizmalar neler yapıyorlar?
- Lokasyon 1'de gözlemlendiğiniz cansız ve canlı varlıklar arasında ne tür ilişkiler var?
- Ağaçların doğal yaşam, çevre ve atmosfer için önemi nedir?
- Kaz Dağları Milli Parkındaki orman ekosistemine odaklandığınız ormanların biyoçeşitliliği desteklediğine dair hangi ipuçlarına ulaştınız?
- Lokasyon 1'deki orman ekosisteminde her şeyin doğal dengede olduğunu/iiklimin stabil olduğunu gösteren en az 3 kanıt sununuz.

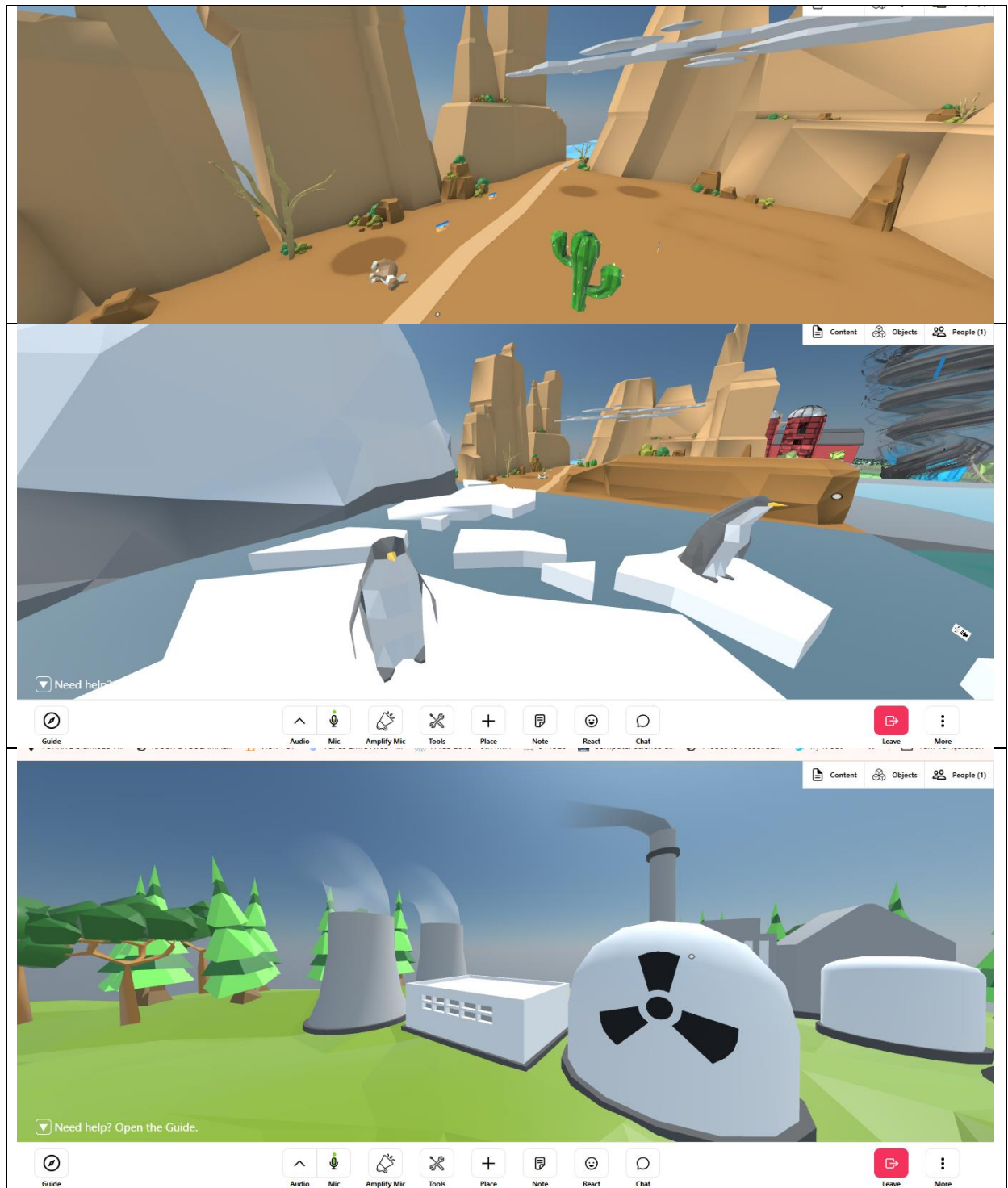


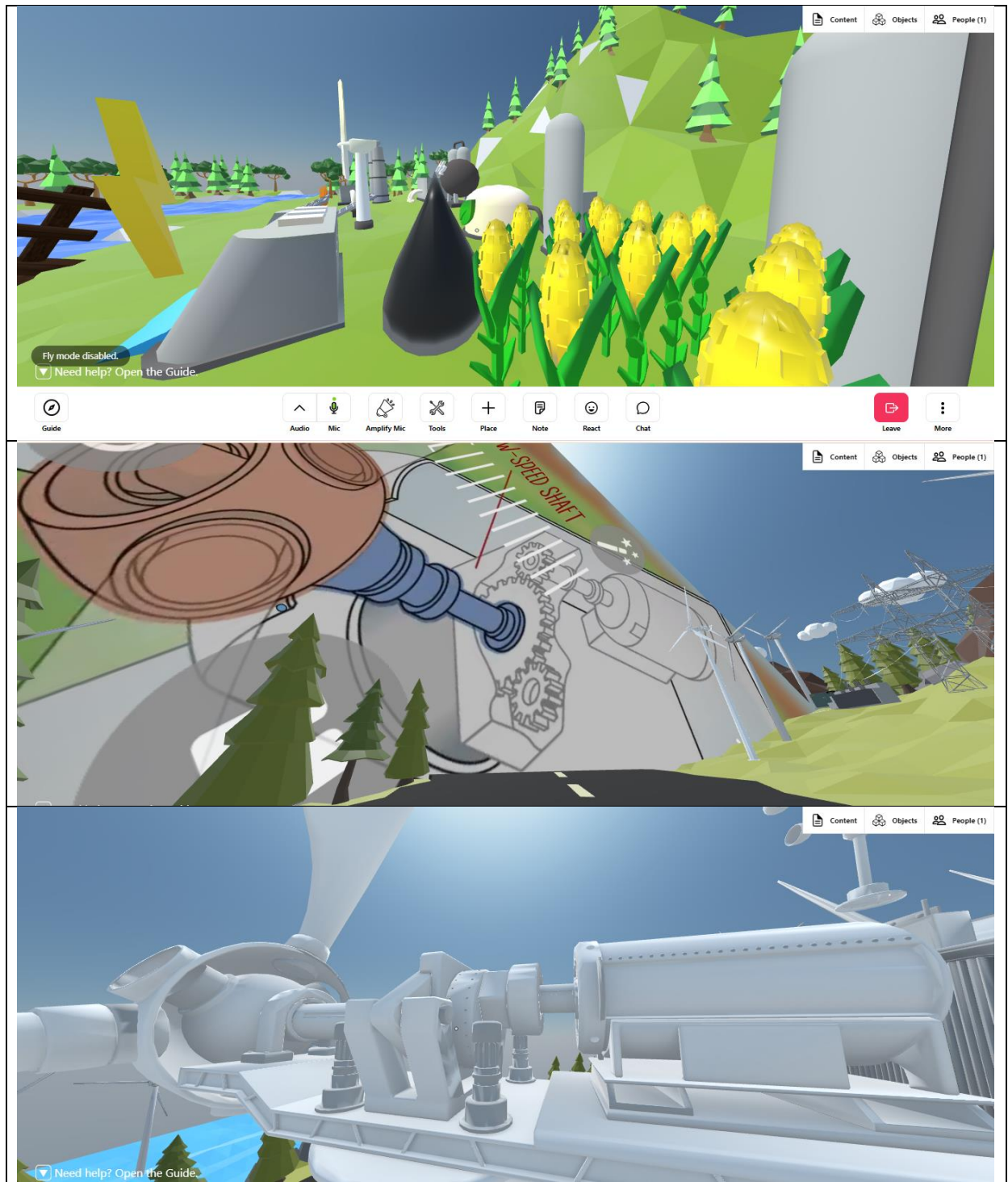


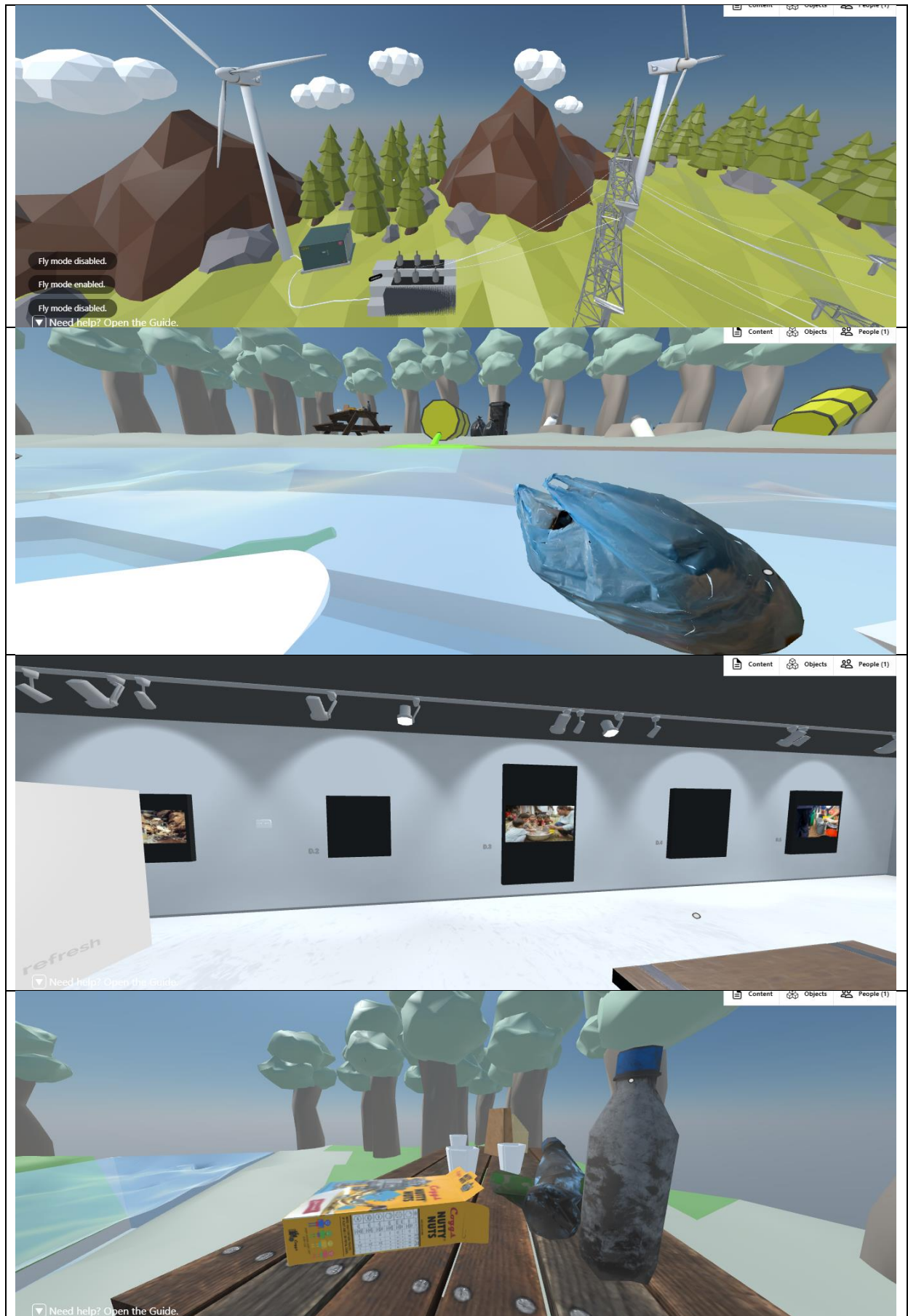


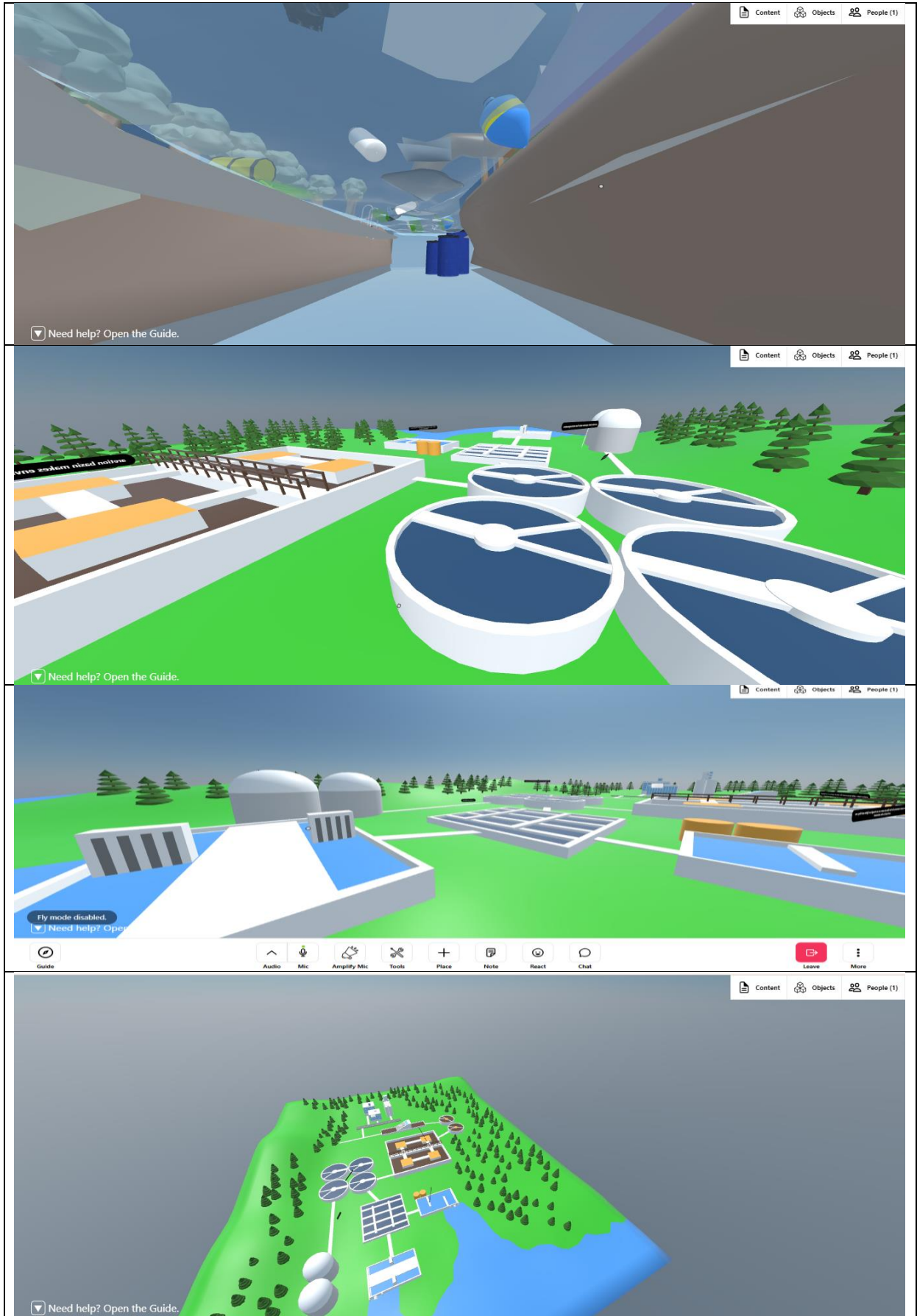












İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

Doktora Tezi_Benzerlik Raporu

ORJİNALLİK RAPORU

%9

BENZERLİK ENDEKSİ

%7

İNTERNET KAYNAKLARI

%7

YAYINLAR

%3

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

Submitted to Canakkale Onsekiz Mart University

Öğrenci Ödevi

%1

2

dspace.balikesir.edu.tr

İnternet Kaynağı

%1

3

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

%1

4

dergipark.org.tr

İnternet Kaynağı

<%1

5

Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)

Öğrenci Ödevi

<%1

6

Avcu, Yunus Emre. "Özel yetenekli Öğrenciler İçin Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Alanına Yönelik bir Öğretim Tasarımının Geliştirilmesi", Balıkesir University (Turkey), 2024

Yayın

<%1

7

www.e-ijer.com

İnternet Kaynağı

<%1

fmgtegitimikongresi.com

KURUM İZNİ YAZILARI

Uyarı: Canlı ve cansız deneklerle yapılan tüm çalışmalar için kurum izin belgelerinin eklenmesi zorunludur. Gizlilik ve mahremiyet içeren durumlarda kurum adı kapatılmalıdır.

☒ Kurum izni gerekmektedir.

☐ Kurum izni gerekmemektedir.

Yunus Emre AVCU
(İmza)





T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-99191664-605.01-93199687
Konu : Araştırma İzni

28/12/2023

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21/01/2020 tarih ve 2020/2 sayılı Genelgesi.
b) İstanbul Üniversitesi Rektörlüğünün 07/12/2023 tarih ve 855590 sayılı yazısı.

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı	Yunus Emre AVCU
Danışmanı	Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YAMAN
Kurumu/Üniversite/Görev Yeri	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Alan/Bölüm	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tez, Araştırma veya Anketin Konusu	"3D Metaverse Platformunda Gerçekleştirilen Farklılaştırılmış Fen Öğretiminin Özel Yetenekli öğrencilerin Katılımlarına, Öz Düzenleyici Öğrenme Becerilerine ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi"
Başvuru Tarihi	07.12.2023
Başvuru Sayısı	91674010
Komisyon Toplantı Tarihi	22.12.2023
Çalışma Başlama Tarihi	25.12.2023
Çalışma Bitiş Tarihi	24.05.2024
Veri Toplama Araçları	- Fen Dersi Katılım Ölçeği - Fen Bilimleri Öz- Düzenleme Ölçeği - Bilimsel Yaratıcılık Testi - Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu - Video Kayıt İnceleme Formu - Öz- değerlendirme Formu - Ürün Değerlendirme Formu
Araştırma Türü	Doktora Tezi
ÇALIŞMA YAPILACAK EĞİTİM KURUMLARININ LİSTESİ	
Balıkesir Altınayül ve Karesi ilçeleri resmi bilim sanat merkezlerinde öğrenim gören öğrencilere uygulanacaktır.	

07/12/2023 tarihli araştırma izni başvurusu 21.01.2020 tarih ve 2020/2 sayılı araştırma, yarışma ve sosyal etkinlik izinlerine ilişkin genelge kapsamında değerlendirilmiştir. Lisans, lisansüstü, TÜBİTAK çalışmalarına ve seminer ödevlerine veri toplamak amacıyla, araştırma önerisinin ve veri toplama araçlarının içerik ve kapsam yönünden Türk Millî Eğitiminin amaçlarına uygun olduğu, millî ve manevî değerlere aykırı ve kişilik haklarını zedeleyecek herhangi bir unsur taşımadığı görülmüştür.

Bu belge gıvendi elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Kaşaplar Mahallesi Sındığı Caddesi No:1 Merkez/BALIKESİR

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meh-ebys>

Telefon No : (0 266) 277 10 49

E-Posta : stratijegitim@meb.gov.tr

Kep Adresi : meb@trn1.kep.tr

İnternet Adresi : balikesir.meb.gov.tr

Bilgi için: Hasan KARADEMİR

Unvan : V.H.K.İ.

Faks : (0 266) 277 10 66

Bu e-imza gıvendi elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evs.meb.gov.tr/adresizden> 528b-1d23-3eda-827e-653e koda ile doğrulanabilir.

Bu belge gıvendi elektronik imza ile imzalanmıştır.

Bakanlığımıza bağlı okul ve kurumlarda yapılacak Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik izinleri ilgi (a) genelge gereğince yukarıdaki bilgileri belirtilen çalışmanın, eğitim kurumlarında, okul/kurum müdürlüklerinin denetiminde, öğrenci ve velilerin kişisel bilgilerinin alınmaması/verilmemesi kaydı ile yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Özcan ÖZEN
İl Millî Eğitim Müdürü V.

OLUR
28/12/2023
Yusuf İzzet KARAMAN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek : Anket Formu (7 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Kaaplar Mahallesi Sındığı Caddesi No:1 Merkez/BALIKESİR

Belge Doğrulama Adresi : <http://www.turkiye.gov.tr/meb-abya>

Bilgi için: Hasan KARADEMİR

Telefon No : (0 266) 277 10 49

Unvan : V.H.K.İ.

E-Posta: stratijigelistirme10@meb.gov.tr

İnternet Adresi: balikesir.meb.gov.tr

Faks: (0 266) 277 10 66

Kep Adresi : meb@hsgb1.kep.tr