

T. C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERE YÖNELİK BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME
ODAKLI BİR ÖĞRETİM TASARIMI GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

ZELİYHA ÇELİK

DANIŞMAN
DOÇ. DR. AYSUN ÖZTUNA KAPLAN

OCAK 2025

T. C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERE YÖNELİK BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME
ODAKLI BİR ÖĞRETİM TASARIMI GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

ZELİYHA ÇELİK

DANIŞMAN
DOÇ. DR. AYSUN ÖZTUNA KAPLAN

OCAK 2025

BİLDİRİM

Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tez-Proje Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırladığım bu çalışmada:

- Tezde yer verilen tüm bilgi ve belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi ve sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunduğumu ve kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değiştirmede bulunmadığımı,
- Bu tezin tamamını ya da herhangi bir bölümünü başka bir tez çalışması olarak

sunmadığımı beyan ederim.

Zeliyha ÇELİK

İTHAF

Gözlerindeki ışığın meftunu olduğum sevgili öğrencilerim,
Yusuf Alperen'im ve Elif Rana'ma ve
Sevgili canım aileme...



ÖN SÖZ

Geleceği inşa edecek, yarının dünyasına değer katma potansiyeline sahip özel yetenekli öğrencilerin; kendilerini keşfetme, dünyayı ve yaşadıkları çevreyi sorgulama ve anlamlandırma, gerçeği arama ve bulma yolculuklarında onlara eşlik edecek eğitim yaklaşımlarını oluşturmak, ülkelerin en büyük sorumluluklarından biridir. Bu öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve kendilerine has yeteneklerini ortaya çıkaracak, aynı zamanda geleceğin yetkinliklerini içeren özel eğitim müfredatlarının hazırlanması; yalnızca bu bireylerin potansiyelini açığa çıkarmakla kalmayacak, aynı zamanda karmaşık dünya problemlerine farklı bakış açılarıyla çözüm üretebilmelerini kolaylaştıracaktır. Özellikle detaycılıklarıyla karmaşık problemleri çok yönlü analiz edebilen bu bireylerin, sorunları farklı bağlamlarıyla kavrama yetilerini geliştirecek süreçleri öğretim programlarına dahil etmek büyük bir gerekliliktir. Eğitim sistemlerinin yalnızca bilgi aktarmakla yetinmeyip, bu bireylerin kendilerini gerçekleştirmelerine ve dünyaya katkı sağlayacak bireyler olarak yetişmelerine odaklanması elzemdir.

Bu çalışma, özel yetenekli bireylerin gelişim yolculuklarına anlamlı katkılar sunabilme arzusuyla hazırlanmıştır. Mesleğini yalnızca bir "öğretmen" olarak değil, her bir öğrencinin kendini keşfetme ve soru sormayı öğrenme yolculuğuna eşlik eden bir rehber olarak tanımlayan biri olarak, bu alana katkı sunmak en büyük idealimdir.

Doktora sürecinde tanıma şansını bulduğum, yaşamı anlamlandırış biçimi, eğitime bakışı, engin bilgi ve tecrübesiyle benim için büyük değer taşıyan, beni her daim motive eden kıymetli tez danışmanım Doç. Dr. Aysun Öztuna KAPLAN'a; bu araştırmanın her aşamasında sunduğu değerli katkıları ve ufku açan rehberliği için,

Tez izleme komitemde yer alarak, görüşleriyle bana farklı bakış açıları kazandıran; motivasyonumu artıran ve çalışma konumu belirlememde büyük katkı sunan Prof. Dr. Sencer ÇORLU'ya, bilgi, rehberlik ve ilham dolu yönlendirmeleri için,

Tez izleme komitemde yer alarak süreç boyunca çalışmanın gelişmesine katkı sunan değerli hocam Prof. Dr. Mustafa YILMAZLAR'a,

Veri toplama araçlarının hazırlanmasında, uzman görüşünün ötesinde destek sunarak sürece değerli katkılarda bulunan Prof. Dr. Yasemin GÜLBAHAR'a,

Çalışmanın ölçme ve değerlendirme süreçlerine yönelik katkıları ve desteği için kıymetli Doç. Dr. Fuat ELKONCA'ya,

Tez jürisinde yer alarak yapıcı değerlendirme ve önerileriyle bu çalışmanın gelişimine katkı sunan kıymetli jüri üyeleri Prof. Dr. Hikmet SÜRMELİ'ye ve Doç. Dr. Eda DEMİRHAN'a Doktora sürecim boyunca motivasyonunu ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim, öğretim tasarımı hazırlanması ve uygulanmasında büyük katkı ve emekleri bulunan değerli arkadaşım Azer YURTKULU'ya,

Öğretim tasarımı etkinlikleri sürecinde verdikleri destek için değerli öğretmen arkadaşlarım Ali SÖNMEZ'e ve Gökhan ÇİÇEK'e; tezin şekilsel düzenlemelerine katkı sağlayan kıymetli dostum Doç. Dr. Rahime CENGİZ'e ve M. Nuri SELVİ'ye,

İsimlerini burada tek tek anamasam da bu yolculuğun kıymetli bir parçası olan, destek ve motivasyonlarıyla yanımda olan sevgili arkadaşlarıma

Olgunluğu, yaşama bakışı ve kendine has huzur veren edasıyla daima bana gülümseyen; yaşının ötesindeki desteğiyle bu süreçte yanımda olan ve beni yaşama dair umutlandıran sevgili kızım Elif Rana'ya ve sadece bakışarak bile anlaşılabildiğim; duruşu ve derinliğiyle düşüncelerime yön veren, varlığıyla yolculuğuma anlam katan sevgili oğlum Yusuf Alperen'e,

Bu yolculukta desteğini her zaman yanımda hissettiren, inancını, anlayışını ve sevgisini hiç eksik etmeyen sevgili eşim Yüksel'e,

Hayatım boyunca her anımı kolaylaştırmaya kendilerini adanmış, her zaman en büyük destekçilerim olan ve bu hayatta güzele ve iyiye dair ne öğrendiysem içime tohumlarını onların ektiği sevgili annem ve babama,

Her zaman desteklerini yanımda hissettiğim, hayatımın en kıymetli parçalarından olan sevgili kardeşlerim Ertuğrul ve Seyhan'a

Her birinin gözlerinde kendi evlatlarımla gözlerini gördüğüm; bana daima daha iyi işler yapma motivasyonu veren ve geleceğe umutla bakmamı sağlayan sevgili öğrencilerime,

Teşekkür ederim.

ÖZET

ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERE YÖNELİK BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME ODAKLI BİR ÖĞRETİM TASARIMI GELİŞTİRİLMESİ

Zeliyha ÇELİK, Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Aysun ÖZTUNA KAPLAN

Sakarya Üniversitesi, 2025.

Bu çalışmanın amacı, özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme (BİD) becerilerini geliştirmeye yönelik olarak hazırlanan bir öğretim tasarımı; öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri, BİD becerilerine yönelik öz yeterlik algıları ve BİD becerilerinin gelişimi üzerindeki etkisini incelemektir.

Araştırma, Tasarım Geliştirme Araştırması (TGAM) yaklaşımı kapsamında, Eğitim Tasarım Araştırması (ETA; Educational Design Research – EDR) modeli esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunu, Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme (BYF) programına devam eden, örgün eğitimde 6. sınıf düzeyinde öğrenim gören toplam 12 özel yetenekli öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrenciler, amaçlı örnekleme yöntemlerinden tipik durum örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Öğretim tasarımı etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla hem nitel hem de nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Nitel veriler araştırmacı tarafından geliştirilen BİD gözlem formu ile yapılan gözlemler, saha çalışmaları sırasında araştırmacı tarafından tutulan ayrıntılı saha notları, öğrenciler tarafından doldurulan BİD etkinlik formları ve çalışma kağıtlarının değerlendirilmesi ile öğrenci odak görüşmelerinden elde edilen verilerden oluşmaktadır. Nicel veriler ise BİD Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği (BİDBÖA) ve UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir. Toplanan nicel veriler, SPSS 27 programı ile analiz edilmiştir.

Araştırmanın nicel analiz sonuçları, öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri ile bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz yeterlik algılarında, ön test ve son test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu ve bu farkın yüksek etki büyüklüğüne sahip olduğunu ortaya koymuştur. Nitel analiz bulguları ise öğrencilerin BİD becerilerinde belirgin bir gelişim kaydettiğini ve eleştirel düşünme becerilerinin de bu süreçte ilerleme gösterdiğini ortaya koymuştur. Nicel ve nitel verilerin bütüncül analizi,

geliştirilen öğretim tasarımının özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini anlamlı düzeyde güçlendirdiğini, bilgi işlemsel düşünmeye yönelik öz yeterlik algılarını belirgin şekilde artırdığını ve BİD becerilerinde kayda değer bir gelişim sağladığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilgi İşlemsel Düşünme, Eleştirel Düşünme, Özel Yetenekli Öğrenciler, Öğretim Tasarımı, STEM, Bilimsel Sorgulama, Fen Öğretiminde Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerinin Entegrasyonu, Eğitim Tasarım Araştırması.



ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A TEACHING DESIGN FOCUSED ON COMPUTATIONAL THINKING FOR GIFTED STUDENTS

Zeliyha ÇELİK, Doctoral Dissertation

Supervisor: Assoc.Prof. Dr. Aysun ÖZTUNA KAPLAN

Sakarya University, 2025.

The aim of this study is to examine the impact of an instructional design developed to enhance the computational thinking (CT) skills of gifted students on their critical thinking dispositions, self-efficacy perceptions related to CT, and the development of their CT competencies.

The study was conducted within the framework of the *Design-Based Research Model* (DBRM), specifically adopting the *Educational Design Research* (EDR) model as its guiding approach.

The study group consisted of 12 gifted students enrolled in the Recognizing Individual Abilities (RIA) program at a Science and Art Center (SAC), who were at the equivalent of sixth grade level in the formal education system. These students were selected using purposive sampling, specifically the typical case sampling method.

To evaluate the effectiveness of the instructional design, both qualitative and quantitative data collection tools were used. Qualitative data were gathered through observations based on the CT Observation Form developed by the researcher, detailed field notes recorded during implementation, CT activity forms and worksheets completed by the students, and student-focused interviews. Quantitative data were collected using the CT Skills Self-Efficacy Perception Scale (CT-SEPS) and the UF/EMI Critical Thinking Disposition Instrument. The quantitative data were analyzed using SPSS 27 software.

The results of the quantitative analysis revealed statistically significant differences between the pre- and post-test scores in students' critical thinking dispositions and their self-efficacy perceptions related to CT, with a high effect size. Qualitative findings also showed that students demonstrated substantial progress in their CT skills and notable improvement in their critical thinking dispositions throughout the process.

The integrated analysis of both qualitative and quantitative data demonstrated that the instructional design significantly strengthened the critical thinking dispositions of gifted

students, notably improved their self-efficacy perceptions toward computational thinking, and led to a notable and meaningful advancement in their CT skills.

Keywords: Computational Computational Thinking, Critical Thinking, Gifted Students, Instructional Design, STEM, Scientific Inquiry, Integration of Computational Thinking Skills into Science Education, Educational Design Research.



İÇİNDEKİLER

BİLDİRİM.....	i
İTHAF	ii
ÖN SÖZ	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Önemi	11
1.3. Problem Cümlesi	17
1.4. Alt Problemler	18
1.5. Varsayımlar	18
1.6. Sınırlılıklar.....	18
1.7. Tanımlar	19
BÖLÜM II.....	20
ARAŞTIRMANIN KURAMSAL ÇERÇEVESİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	20
2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi.....	20
2.1.1. Özel yetenek ve özel yetenekli bireyler.....	20
2.1.2. Özel yetenekli bireylerin eğitiminde farklılaştırma.....	23
2.1.2.1. İçerik farklılaştırması.....	24
2.1.2.2. Süreç farklılaştırması.....	25
2.1.2.3. Ürün farklılaştırması.....	25
2.1.2.4. Öğrenme ortamlarının farklılaştırması	26
2.1.3. Türkiye’de özel yetenekliler eğitimi ve BİLSEM’ler	26
2.1.4. Bilgi işlemsel düşünme kavramsal çerçevesi.....	29
2.1.4.1. Bilgi işlemsel düşünmenin kapsamı	30
2.1.4.2. Bilgi işlemsel düşünme ile ilgili öne çıkan kavramlar	37
2.1.4.3. Bilgi işlemsel düşünme boyutlarının tanımlanması	39

2.1.4.4. Bilgi işlemsel düşünmenin müfredatlara entegrasyonu.....	45
2.2. Literatür taraması.....	47
BÖLÜM III	54
YÖNTEM	54
3.1.Araştırma Modeli.....	54
3.1.1. Tasarım araştırmalarında kullanılan yöntemler	56
3.1.2.Eğitim tasarımı araştırması modeli ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öğretim tasarımının modele entegrasyonu.....	58
3.1.2.1. Öğretim tasarımı analiz-keşif aşaması:	60
3.1.2.2. Öğretim tasarımı tasarım aşaması	64
3.1.2.3. Öğretim tasarımı değerlendirme yansıma aşaması	78
3.2. Çalışma grubu.....	83
3.3. Veri Toplama.....	85
3.3.1. Nicel verilerin toplanması	88
3.3.1.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği (BİDBÖA) 88	
3.3.1.2. UF/ EMI Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği	89
3.3.2. Nitel Verilerin Toplanması.....	90
3.3.2.1. Gözlem	91
3.3.2.2. Görüşmeler	96
3.3.2.3. Dokümanlar	97
3.3.3. Verilerin analizi	98
3.3.3.1. Nicel verilerin analizi	99
3.3.3.2. Nitel verilerin analizi	106
3.4. Verilerin geçerlik ve güvenilirliği.....	108
BÖLÜM IV.....	114
BULGULAR	114
4.1. Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgular	114
4.2. Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgular	117
4.3. Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin bulgular	118
4.3.1. Canlılar Dünyası: (Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı (1. Modül) etkinliğinin bilgi işlemsel düşünme becerileri bağlamında değerlendirilmesi.....	119
4.3.1.1. Problemi tanımlama boyutuna ilişkin bulgular	120
4.3.1.2. Çözümleri üret, seç, planla boyutuna ilişkin bulgular	130
4.3.1.3. Çözümleri uygula ve otomatikleştir boyutuna ilişkin bulgular	137
4.3.1.4. Veri toplama, temsil ve analiz boyutuna ilişkin bulgular	142

4.3.1.5. Çözümleri değerlendir ve geliştirmeye devam et boyutuna ilişkin bulgular.....	149
4.3.1.6. Öz Denetim boyutuna ilişkin bulgular	154
4.3.2. Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri (2. Modül) etkinliğinin bilgi işlemsel düşünme becerileri bağlamında değerlendirilmesi	159
4.3.2.1. Problemi tanımlama boyutuna ilişkin bulgular	159
4.3.2.2. Çözümleri üret, seç, planla aşamasına yönelik bulgular	167
4.3.2.3. Çözümleri uygula ve otomatikleştir boyutuna ilişkin bulgular	180
4.3.2.4. Veri toplama, temsil ve analiz boyutuna ilişkin bulgular	183
4.3.2.5. Çözümleri değerlendir ve geliştirmeye devam et boyutuna ilişkin bulgular.....	191
4.3.2.6. Öz Denetim boyutuna ilişkin bulgular	196
4.3.3. Ekosistem: Alkım Gezegeninde Yaşam (3. Modül) bilgi işlemsel düşünme becerileri bağlamında değerlendirilmesi.....	201
4.3.3.1. Problemi tanımlama boyutuna ilişkin bulgular	202
4.3.3.2. Veri toplama, temsil ve analiz boyutuna ilişkin bulgular	212
4.3.3.3. Çözümleri üret, seç, planla boyutuna ilişkin bulgular	217
4.3.3.4. Çözümleri uygula ve otomatikleştir boyutuna ilişkin bulgular	227
4.3.3.5. Çözümleri değerlendir ve geliştirmeye devam et boyutuna ilişkin bulgular.....	233
4.3.3.6. Öz Denetim boyutuna ilişkin bulgular	240
BÖLÜM V	248
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	248
5.1. Sonuç ve tartışma	248
5.1.1. Uygulanan öğretim tasarımının özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz yeterlilik algılarına ilişkin sonuç ve tartışma	249
5.1.2. Uygulanan öğretim tasarımının öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine etkisine ilişkin sonuç ve tartışma	252
5.1.3. Öğretim tasarımının uygulama sürecine yönelik yaşanan deneyimler ve bu deneyimlerin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki yansımalarına ilişkin sonuç ve tartışma	255
5.1.3.1. Problemi tanımlama boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma.....	256
5.1.3.2. Çözümleri üret, seç, planla boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma	259
5.1.3.3. Çözümleri uygula ve otomatikleştir boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma.....	264
5.1.3.4. Veri toplama, temsil ve analiz boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma	268
5.1.3.5. Çözümleri değerlendir ve geliştir boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma	271
5.1.3.6. Öz Denetim boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma.....	275
5.1.4. Bilgi işlemsel düşünme becerilerine dair tartışma özeti.....	278
5.2. Öneriler.....	284
5.2.1. Araştırma sonuçlarına dayalı öneriler.....	285

5.2.2. Gelecek araştırmalara yönelik neriler.....	286
KAYNAKLAR.....	289
EKLER.....	318



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Görüşme Gerçekleştirilen Öğretmenlerin Özellikleri	62
Tablo 2. Öğretim Tasarımı Kuramsal Çerçevesi	66
Tablo 3. Karşılaşılan Problemler Ve Öğretim Tasarımının Uygulanması Sürecinde Alınan Aksiyonlar	80
Tablo 4. Çalışma Grubunda Bulunan Öğrencilerin Grupları ve Takma Adları	85
Tablo 5. Gözlem Formu İçeriği	94
Tablo 6. BİDBÖA Ön Teste ve Son Teste İlişkin Merkezi Dağılım Ölçüleri.....	100
Tablo 7. BİDBÖA Alt Boyutları ve Toplam Puanına İlişkin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri	102
Tablo 8. UF EMİ Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği Alt Boyutları ve Toplam Puanına İlişkin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri.....	103
Tablo 9 BİDBÖA Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları	104
Tablo 10. BİDBÖA ve Alt Boyutlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları.....	104
Tablo 11. UF-EMİ Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları	105
Tablo 12. UF-EMİ Ölçeği ve Alt Boyutlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları.....	105
Tablo 13. Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine İlişkin Öz Yeterlilik Algılarına Yönelik T-Testi Sonuçları.....	115
Tablo 14. Özel Yetenekli Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Yönelik T-Testi Sonuçları.....	117
Tablo 15. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Problemi Tanımlama Boyutuna Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	121
Tablo 16. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Üret Seç Planla Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	131
Tablo 17. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	138
Tablo 18. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Veri Toplama Temsil ve Analiz Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	142
Tablo 19 Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler ..	150

Tablo 20 Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Öz Denetim Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler.....	155
Tablo 21. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Problemi Tanımlama Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	161
Tablo 22. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Üret Seç Planla Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	168
Tablo 23 Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	180
Tablo 24. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Veri Toplama Temsil Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	184
Tablo 25. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler ..	192
Tablo 26. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Öz Denetim Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler.....	197
Tablo 27. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Problemi Tanımlama Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	203
Tablo 28 Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Veri Toplama Temsil Analiz Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler.....	213
Tablo 29 Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Üret Seç Planla Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	218
Tablo 30. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler	228
Tablo 31. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler ..	233
Tablo 32. Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Öz Denetim Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler.....	240

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. BİLSEM'de uygulanan programlar ve eğitim süreci.....	29
Şekil 2. Eğitim tasarımı araştırması jenerik modeli (McKenney ve Reeves, 2020, s. 86) ..	59
Şekil 3. Araştırma sürecinin modellemesine yönelik infografik.....	59
Şekil 4. Öğretim tasarımının kuramsal çerçevesi	65
Şekil 5. Öğretim tasarımında kullanılan pedagojik ve öğretimsel uygulamalara dayalı ilkeler	68
Şekil 6. Araştırma sürecinde kullanılan veri kaynakları.....	87
Şekil 7. Etkinlik formu problemi tanımlama kısmına ait bir örnek- ENFA Grubu.....	124
Şekil 8. Hipotez cümlesi örneği-1, Rainbow grubu.....	128
Şekil 9. Hipotez cümlesi örneği, Enfa grubu.....	128
Şekil 10. Hipotez cümlesi örneği-2, Nexus grubu.....	129
Şekil 11. Bağımlı, bağımsız değişken belirleme örneği, Rainbow Sacra grubu	129
Şekil 12. Örnek deney tasarımı 1-Rainbow grubu	132
Şekil 13. Örnek deney tasarımı-2, Nexus grubu.....	132
Şekil 14. Örnek proses şeması sayfa 1, Nexus- Rainbow Sacra.....	135
Şekil 15. Örnek proses şeması sayfa 2	136
Şekil 16. Veri toplama örneği 1-Enfa Grubu.....	144
Şekil 17. Veri toplama örneği-Rainbow Sacra Grubu.....	145
Şekil 18. Verilerin grafik ile görselleştirilmesi, Rainbow Sacra Grubu.....	148
Şekil 19. Verilerin grafik ile görselleştirilmesi, Nexus Grubu	148
Şekil 20. Problemi Tanımla (2. Etkinlik), Enfa Grubu.....	163
Şekil 21. Problemi Tanımla (2. Etkinlik), Nexus Grubu	164
Şekil 22. Problemi Tanımla (2. Etkinlik), Rainbow Sacra Grubu.....	164
Şekil 23. Hipotez cümlesi örneği-1, Enfa grubu	165
Şekil 24. Hipotez cümlesi örneği-1, Nexus grubu.....	166
Şekil 25. Beyin fırtınası sırasında tahtaya yansıtılan öğrenci önerileri	170
Şekil 26. Kıyafet seçme oyunu çalışma kâğıdı, Rainbow Sacra	172
Şekil 27. Kıyafet seçme oyunu çalışma kâğıdı, Enfa Grubu	173
Şekil 28. Kriter belirleme örneği, Nexus grubu.....	175
Şekil 29. Karar şeması örneği, Nexus Grubu	176
Şekil 30. Örnek deney tasarımı-1, Nexus grubu.....	177

Şekil 31 Örnek Deney Tasarımı-2, ENFA Grubu	178
Şekil 32. Örnek Deney Tasarımı-3, Rainbow Grubu	178
Şekil 33. Örnek bir veri tablosu, Nexus grubu	185
Şekil 34. Verileri grafiklerle görselleştirme örneği, Nexus Grubu.....	189
Şekil 35. Etkinlik formu problemi tanımlama bölümü, Nexus grubu	206
Şekil 36. Etkinlik formu problemi tanımlama bölümü, Enfa grubu.....	206
Şekil 37.Etkinlik formu problemi tanımlama bölümü, Rainbow grubu	206
Şekil 38. Sera tasarımı, Rainbow Sacra.....	208
Şekil 39.Sera tasarımı, Enfa Grubu	208
Şekil 40. Sera tasarımı, Nexus Grubu.....	209
Şekil 41.Problem tanımlama karar şeması örneği, Nexus grubu.....	210
Şekil 42. Örnek veri tablosu, Enfa grubu	216
Şekil 43. Algoritma Şeması, Enfa grubu	225
Şekil 44. Algoritma tasarımı, Rainbow Sacra	226
Şekil 45. Algoritma Şeması, Nexus grubu	226
Şekil 46. Sera tasarımı iyileştirmeler, Rainbow Sacra Grubu	235
Şekil 47. Sera tasarımı iyileştirmeler, Nexus grubu	236

SİMGELER VE KISALTMALAR

BİD	: Bilgi İşlemsel Düşünme
BİDB	: Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri
BİLSEM	: Bilim ve Sanat Merkezi
BYF	: Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme
CSTA	: Computer Science Teachers Association (Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Derneği)
ISTE	: Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
NAE	: National Academy of Engineering (Ulusal Mühendislik Akademisi)
NASEM	: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (Ulusal Fen, Mühendislik ve Tıp Akademisi)
NGSS	: Next Generations Science Standards (Yeni Nesil Fen Eğitimi Standartları)
NRC	: National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
STEM	: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (Science, technology, engineering and mathematics)
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
$\bar{X}$	: Ortalama puan
df	: Serbestlik derecesi
N	: Birey sayısı
p	: Anlamlılık değeri
r	: Etki büyüklüğü
SS	: Standart sapma
Z	: Test değeri

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1.Problem Durumu

Bilginin çok hızlı bir şekilde yenilendiği, iletişim teknolojilerinin gelişimi ile bilgi patlamasının yaşandığı bu çağa bilgi çağı denilmekte ve sanayi toplumunun bilgi toplumuna dönüştüğü bu süreçte bireylerin ve toplumların ihtiyaçları ve öncelikleri hızla değişmektedir (Altunay, 2021). Toplumların gelişmesinde ve ülkelerin geleceğinin şekillenmesinde nitelikli insan ihtiyacı için eğitimin kalitesinin artırılmasının önemi rol oynadığının farkında olan ülkeler eğitim politikalarını gözden geçirmekte ve köklü değişiklikler yapmaktadırlar (Üstündağ, 2017). Günümüz dünyasında eğitimin temel amacı, bilgiyi aktarmaktan ve tüketmekten öte bilgiyi anlamlandırabilme, kullanabilme, önemli ile önemsiz olanı ayırt edebilme, bu bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirebilme becerilerine sahip bilgiyi işleyebilen ve üretebilen nitelikli bireyler yetiştirmek olmalıdır (OECD, 2018; Özcan, 2013; Van Laar, Van Deursen ve Van Dijk ve Jos de Haan, 2017).

Son yıllarda ulusal ve uluslararası kurumlar ve araştırmacılar tarafından hazırlanan çeşitli çalışma ve raporlarda dünyadaki değişimin ve dönüşümün hızı nedeniyle verilen eğitimde bugünün ihtiyaçlarının değil yarının ihtiyaçlarının göz önüne alınmasının önemi vurgulanmaktadır (Çorlu 2014; ISTE, 2018; OECD, 2019). Çorlu (2014)'nın Bütünleşik Öğretmenlik Bilgisi adını verdiği öğretmen eğitimi ile ilgili çalışan araştırmacılara öğretmenlerin bu anlamdaki rolüne de vurgu yapan modelde öğretmen yeterliliklerinden biri, *gelecek bilgisi* olarak tanımlanmaktadır. Devletler de planlamalarını yarının ihtiyaçlarına, geleceğin mesleklerine göre yapmaktadırlar. Stratejik planlarında, eğitimin yeniden yapılandırılmasında geleceğin becerileri vurgusu ön plana çıkmaktadır. Güney Kore'de Eğitim, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı olan eğitimden sorumlu bakanlığın, Bilim, Bilgi ve İletişim ve Geleceği Planlama Bakanlığı olarak yeniden tanımlanması, Finlandiya Parlamentosu'nda 'Gelecek Çalışmaları Komisyonu'nun kurulması (Aykut, 2019) bu bağlamda oldukça dikkat çekici örnekler arasında gösterilebilir.

OECD’ de (2019, s:5) yer alan şu ifadeler;

“Öğrencileri henüz yaratılmamış işlere, henüz hayal edemediğimiz toplumsal zorlukların üstesinden gelmeye ve henüz icat edilmemiş teknolojileri kullanmaya nasıl hazırlayabiliriz? Onları, farklı bakış açılarını ve dünya görüşlerini anlamaları ve takdir etmeleri, başkalarıyla saygılı bir şekilde etkileşimde bulunmaları ve sürdürülebilirlik ve kolektif refah için sorumlu adımlar atmaları gereken birbirine bağlı bir dünyada gelişmeleri için nasıl donatabiliriz?”

eğitim sistemlerinde olması gereken amaç ve vizyon açısından dikkat çekici, bireye kazandırılması gereken becerilerin hedefini özetlemek adına oldukça önemlidir. Bu vizyonla birlikte bilgi işlemsel düşünme (BİD), yenilikçi tasarımcılık, güçlendirilmiş öğrenen (empowered learner) olma, bilgiyi düzenleme, yaratıcı iletişim kurma, küresel iş birliği yapma, tasarım odaklı düşünme, dijital vatandaş olma, yaratıcı problem çözme, eleştirel düşünme (ISTE, 2018; OECD, 2019) gibi becerilerin ön plana çıktığı görülmektedir.

Thornhill-Miller et al. (2023)’e göre, 21. yüzyılda yumuşak beceriler (soft skills), giderek sert becerilerin (hard skills) yerini almaktadır. Sert beceriler, belirli bir alanda uzmanlık gerektiren, ölçülebilir ve teknik beceriler olup genellikle standart prosedürler ve bilgi setleri çerçevesinde öğrenilirken; yumuşak beceriler, insan etkileşimine dayalı, daha esnek ve karmaşık yetkinliklerdir. Bu dönüşümde özellikle “4C” olarak bilinen yaratıcılık (creativity), eleştirel düşünme (critical thinking), iletişim (communication), ve iş birliği (collaboration) dikkat çekmektedir. Bu beceriler, bireylerin hızla değişen iş dünyasına ve toplumsal gereksinimlere etkin bir şekilde uyum sağlamasına destek olurken, yenilikçiliği ve ekip çalışmasını da teşvik ettiğini ifade eden yazarlar teknolojik ilerlemelerin hız kazandığı günümüz dünyasında bu becerilerin sadece bireysel başarı için değil, toplumsal gelişim için de kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadırlar.

Dünya Ekonomik Forumu'nun 2020 yılında yayınladığı 'İşlerin Geleceği Raporu'nda, 26 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede yapılan analizler sonucunda, 2025 yılına kadar çalışanların %50'sinin yeniden farklı beceriler kazanması gerekeceğinin öngörülmesi de oldukça dikkat çekicidir. Bu durum, iş dünyasının hızla değişen dinamikleri ile başa çıkabilmek için sürekli öğrenme ve adaptasyon yetkinliklerinin önemini de bir kez daha ortaya koymaktadır. Rapor bu bağlamda 2025 yılına kadar en çok talep görececek ilk beş beceriyi de sıralamaktadır. Bu beceriler sırayla *analitik düşünme ve yenilikçilik, etkili öğrenme ve öğrenme stratejileri, karmaşık problem çözme, eleştirel düşünme ve analiz, yaratıcılık, özgünlük ve girişimcilik* becerileridir. Bu becerilerin, teknolojik dönüşüm ve

otomasyon süreçlerinin iş dünyasında yol açtığı değişimlere uyum sağlamak için gerekli olduğu düşünülmektedir. Özellikle analitik düşünme, bireylerin verileri anlamlı bir şekilde analiz etmesini kolaylaştırırken, yaratıcı ve özgün çözümler üretebilme becerisi de inovasyonu destekleyen temel bir yetkinlik olarak öne çıkmaktadır. Listede bulunan veri analizine dayalı mesleklerin yoğunluğu da dikkat çekmektedir

Dünya Ekonomik Forumu'nun 2023 yılında yayınladığı "Geleceğin Meslekleri Raporu" nda ise işverenlerin önümüzdeki beş yıla ilişkin öngörülerine göre, çalışanların becerilerinin %44'ü geçerliliğini yitirme riski taşımaktadır. Bu değişimle birlikte, yaratıcı düşünme, analitik düşünme ve karmaşık problem çözme gibi bilişsel becerilerin önemi hızla artmaktadır. Ayrıca, teknoloji okuryazarlığı, sosyo-duygusal beceriler (merak, yaşam boyu öğrenme, dayanıklılık, esneklik, çeviklik, motivasyon ve öz farkındalık) ve sistem düşüncesi gibi yetkinlikler işverenlerin giderek daha fazla önem verdiği beceriler arasında yer almaktadır.

Tüm bu raporlar ve literatür incelendiğinde karşımıza pek çok farklı beceri çıkmaktadır. Bu becerilerden üst düzey düşünme becerilerinin bireylere kazandırılmasının önemi ise birçok araştırmada özellikle vurgulanmıştır. Üst düzey düşünme becerileri problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, karar verme becerilerini içerir (Haladyna, 1997). Bu beceriler, daha önceki yüzyıllarda toplumun küçük bir bölümü için ihtiyaç iken 21. yüzyılda bu beceriler artık toplumların hayatta kalabilmesi için "evrensel okuryazarlık" (Akgündüz ve diğerleri, 2015) olarak değerlendirilmektedir ve herkesin ihtiyaç duyacağı ifade edilmektedir.

Bugünün eğitim alan öğrencilerinin 2030 yılında yetişkin olacakları, bu süreçte ise şu an var olan bazı mesleklerin kaybolacağı, bugün var olmayan pek çok mesleğin ihtiyaç haline dönüşeceği öngörülmektedir (OECD, 2018). Bu öngörü dikkate alındığında bireylerin geleceğin beraberinde getireceği yeni durumlara uyum sağlayabilmek, yeni sorunlara çözüm üretebilmek için üst düzey becerilerin geliştirilmesine yönelik bir eğitim ve öğretim sürecinden geçmesi gerekliliği açıktır. Ülkelerin geleceğini şekillendireceği düşünülen özel yetenekli bireyler için ise bu kaçınılmazdır. 21. yüzyıl kazanımları arasında en öncelikli olan ise "bir sorun gördüğünde harekete geçerek onu çözmeye yönelik inisiyatif kullanma" becerisi, başka bir ifadeyle problem çözme becerisi olarak ifade edilmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

Gündelik hayat problemlerinin giderek karmaşık bir hal alması, problem çözmei de karmaşık bir sürece dönüştürürken, bireyler için bu zor ve karmaşık problemleri çözülebilir hale getirecek yeni düşünme süreçlerinin geliştirilmesine yönelik arayışlara da yol açmıştır. Bu bağlamda, literatür incelendiğinde BİD, tasarım odaklı düşünme, algoritmik düşünme, istatistiksel düşünme gibi yeni problem çözme becerileri dikkat çekmektedir.

Literatürde pek çok şekilde tanımlanmakla beraber en genel ifade ile problem çözme becerisi olarak ifade edilen (Wing, 2006) BİD, üst düzey düşünme becerileri arasında yer almaktadır (Çetin, 2016). İlk defa Papert tarafından 1980 yılında kullanılan kavram, Wing ile popülerleşmiştir (Grover ve Pea, 2013). Wing (2006)'e göre BİD ile karmaşık problemler kolaylıkla çözülebilir.

BİD karmaşık problemlerin sistematik bir yaklaşımla ele alınmasını sağlayan ve çözülebilir hâle getiren bir düşünme biçimi olarak tanımlanmaktadır (Kong ve Abelson, 2019; Yadav ve diğerleri, 2011). Literatürde kesin bir tanımı üzerinde tam bir fikir birliği bulunmamakla birlikte, algoritmik düşünme, soyutlama, veri analizi ve otomasyon gibi bileşenleri kapsayan disiplinler arası bir problem çözme yaklaşımı olduğu vurgulanmaktadır (Wing, 2006; Brennan ve Resnick, 2012; Barr ve Stephenson, 2011). Ogegbo ve Ramnarain (2021), literatürdeki tanımları inceleyerek BİD'in beş temel kavram gerektirdiğini belirtmektedir:

- Ayırıştırma: Karmaşık bir görevin daha küçük ve yönetilebilir bileşenlere ayrılması,
- Desen tanıma: Bir problem içindeki eğilimlerin veya tekrar eden yapıların belirlenmesi,
- Soyutlama: Karşılaştırılabilir problemler arasındaki benzerlik ve farklılıkları analiz ederek çözüme yönelik çalışmalar yürütülmesi,
- Algoritma tasarımı: Bir problemi çözmek için adım adım yönergelerin geliştirilmesi ve benzer problemlere uygulanabilir hâle getirilmesi,
- Otomasyon: Teknolojik araçlar kullanılarak problem çözümlerinin mekanize edilmesi (ISTE ve CSTA, 2011; Kalelioğlu ve diğerleri, 2016; Yadav ve diğerleri, 2018).

BİD yalnızca bilgisayar bilimiyle sınırlı olmayıp, farklı disiplinlerde de problem çözme süreçlerine entegre edilebilen bir beceri olarak öne çıkmaktadır (Barr ve Stephenson, 2011; Yadav ve diğerleri, 2018; Wing, 2006). Özellikle karmaşık sistemlerin analiz edilmesi,

modelleme yapılması ve disiplinler arası problem çözme süreçlerinin desteklenmesi açısından önemli bir yaklaşım sunmaktadır.

Türkiye'de BİD becerilerinin eğitime entegrasyonu büyük ölçüde bilişim teknolojileri dersleri ile sınırlı kalmıştır ve farklı disiplinlere yeterince yaygınlaştırılamamıştır (Arslanhan ve Artun, 2021; Cücü ve Dağ, 2023). Oysa BİD'in disiplinler arası entegrasyonu, fen bilimleri gibi alanlarda problem çözme becerilerini geliştirme noktasında önemli katkılar sunabilecek bir potansiyele sahiptir (Shute, Sun ve Asbell-Clarke, 2017).

Özel yetenekli öğrenciler, bilişsel esneklikleri ve gelişmiş problem çözme kapasiteleri sayesinde BİD'den doğrudan faydalanabilecek bir grup olarak öne çıkmaktadır. Ancak, müfredatta özel yetenekli öğrencilere yönelik BİD içeren farklılaştırılmış öğretim tasarımlarının eksikliği, bu öğrencilerin BİD'in sunduğu analitik ve sistematik düşünme bağlamında problem çözme potansiyellerini tam anlamıyla kullanmalarını zorlaştırmaktadır. Özel yetenekli öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak tanıyan ve problem çözme süreçlerini derinlemesine ele almalarını sağlayan programlara duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu durum, özel yetenekli öğrencilerin sistematik düşünme süreçlerine yönlendirilmesini ve disiplinler arası BİD odaklı eğitim programlarının geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu bağlamda, BİD'in eğitime entegrasyonu, bireylerin analitik ve yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmelerini sağlarken, gelecekte karşılaşılabilecekleri karmaşık sorunlara sistematik çözümler üretmelerine de katkıda bulunacaktır. Ancak, mevcut eğitim sistemlerinde BİD'in farklı disiplinlere entegrasyonu konusunda sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle, BİD odaklı eğitim yaklaşımlarının geliştirilmesi ve özellikle özel yetenekli öğrenciler için bu becerinin kazandırılmasına yönelik yeni öğretim tasarımlarının oluşturulması önemli bir gereklilik hâline gelmiştir.

Bilgi akışının büyük bir hızla gerçekleştiği, karar verirken ayıklanması gereken pek çok gereksiz bilginin olduğu günümüzde sağlıklı ve yaratıcı bilgi üretmek için gereken, her geçen gün önemi daha da fark edilen üst düzey becerilerden biri de eleştirel düşünmedir. Literatür incelendiğinde, eleştirel düşünmeyi tanımlamak için pek çok farklı kavram ve yaklaşım olduğu görülmektedir. Temel olarak üzerinde uzlaşılan ise pek çok düşünme becerisini birlikte kullanmayı gerektiren bir süreç olduğudur. Bir nevi zihinsel süzgeç olarak değerlendirilen eleştirel düşünme erişilecek ve anlamlandırılacak veri yoğunluğu içinden en doğru ve en güvenilir veriyi bulmak için en önemli kişisel özelliklerden biri olarak

görülmektedir (Akgündüz, 2015). BİD doğası gereği bireyleri yaratıcı ve eleştirel düşünmeye teşvik etmektedir.

Ülkelerin gelişmesinde önemli rolü üstleneceği düşünülen, muhakeme yetenekleri gelişmiş, karmaşık problemleri çözmekten, olguları derinlemesine analiz etmek ve keşfetmekten keyif alan (Koroneva, 2012) özel yetenekli öğrencilerin öğretim ortamlarının zenginleştirme uygulamalarında kendilerinin ve diğerlerinin düşüncelerini sorguladıkları ve de alternatifler içinden en makul olana karar verdikleri eleştirel düşünme eğitimi giderek önem kazanmaktadır (Kettler, 2014).

Eğitimde temel amaç, bireylere belirlenen hedefler doğrultusunda nitelikli eğitim hizmetinin sunulmasıdır. Bu da ancak doğru bireyler için, onların ilgi yeteneklerini harekete geçirecek şekilde öğretimin ayrıntılı bir şekilde planlanması ile gerçekleştirilebilir. Programların tasarlanmasında ve uygun stratejilerin belirlenmesinde ihtiyaçlar ve öğrenen özellikleri önemli öğelerdendir (Fer, 2015). Öğrenenlerin çok çeşitli ve farklı olan özellikleri, yaşantıları ve yetenekleri de program tasarım sürecine yansımalıdır (Morrison, Ross ve Kemp, 2012).

Özel yetenek; zihinsel yetenek, sanat, yaratıcılık gibi herhangi bir alanda akranlarından çok daha üst biliş performans göstermektir (Subotnik, Olszewski-Kubilius ve Worrell, 2011). Dolayısıyla özel yetenekli öğrenciler eğitimlerinde bazı özel gereksinimlere ihtiyaç duyarlar. Özel yetenekli bireyler de akranları gibi hem bugünkü hem de gelecekteki ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde eğitim alma hakkına sahiptir ve farklılaştırılmış, zenginleştirilmiş, bireysel özelliklerine, ihtiyaçlarına, ilgi ve yeteneklerine cevap veren özel bir eğitim programına ihtiyaç duymaktadırlar (Emir, 2017; Renzulli 2012; Rogers 2007).

Ülkemizdeki özel yetenekli bireylerin eğitimi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu bireylerin eğitiminde karşılaşılan en büyük sorunlardan birinin, özel yetenekli bireylere yönelik özgün ve kapsamlı eğitim programlarının eksikliği olduğu görülmektedir. Bu eksiklik hem bireylerin tam potansiyellerini gerçekleştirmelerini engellemekte hem de toplumun bu bireylerden alabileceği katkıyı sınırlandırmaktadır. Özellikle özel yetenekli bireylerin ihtiyaçlarına uygun farklılaştırılmış öğretim stratejilerinin ve içeriklerinin geliştirilmesindeki yetersizlik bu alandaki temel sorunlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Bildiren ve Çitil, 2022; Çitil, 2018; Dagyar, Kasalak, ve Özbek, 2022). MEB Stratejik Planı'nda da (2019) özel yeteneklilere yönelik eğitim içeriklerinin yetersizliğine vurgu yapılmaktadır.

Günümüzde toplumları şekillendiren bireylerin özel yetenekli öğrenciler arasında yer alması nedeniyle gelişmiş ülkeler özel yetenekli öğrencilerin eğitimini ve bu öğrencilere yönelik programların geliştirilmesini öncelemektedirler. Böylece bu öğrencilerin yeteneklerini geliştirebilmeleri ve kapasitelerini etkili bir şekilde kullanabilmeleri sağlanmaktadır (Ayvaci ve Bebek, 2019).

Türkiye'de özel yetenekli bireylerin eğitimine yönelik en yaygın kurumlar, Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM) olarak bilinmektedir. Bu merkezler, özel yetenekli öğrencilerin örgün eğitimlerinin yanı sıra bireysel yeteneklerini geliştirmelerine yönelik destekleyici programlar sunmaktadır (Kaya, 2013). BİLSEM'ler, özel yetenekli öğrencilerin eğitim ve öğretim gereksinimlerini karşılamak amacıyla yapılandırılmış en kapsamlı ve merkezi kuruluşlardır. Sundukları eğitim içerikleriyle hem bireylerin gelişimi hem de ülkenin geleceği açısından stratejik bir öneme sahiptir.

BİLSEM'lerde karşılaşılan sorunların başında tüm merkezlerde ortak ve standart bir programın uygulama zorunluluğunun bulunmaması ve öğretmenlerin özel yeteneklilerin eğitimi ile ilgili hazırbulunuşluklarının oldukça düşük olması gelmektedir. Program türleri, ders içerikleri ve proje çalışmaları büyük ölçüde öğretmenlerin tercihiyle bağlı olarak şekillenmektedir. Bu durum ve sunulan esneklik güçlü ve yaratıcı bir eğitim ortamı sunma potansiyeli taşıyırken, personel kalitesinin düşük olduğu BİLSEM'lerde eğitimin niteliksizleşmesine yol açabilmektedir (Bildiren ve Cital, 2022; Sak, 2013). Ayrıca, BİLSEM'lerde uygulanan alt programların süreleri ve genel çerçeveleri de tamamen öğretmenlerin inisiyatifine bırakılmıştır (Sak, 2013).

BİLSEM'lere yönelik eğitim öğretim programlarının oluşturulması ve uygulanması süreçleri oldukça yenidir. İlk kez 1993 yılında Özel Eğitim Rehberlik ve Danışmanlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından kurulan BİLSEM'ler, Türkiye için özel olarak tasarlanmış bir model niteliğindedir (Sak, 2013). Ancak bu kurumlar, kuruluşlarının ardından uzun bir süre boyunca etkili bir şekilde faaliyet gösterememiştir. Sak ve diğerleri (2016), BİLSEM'lerin 2000 yılına kadar neredeyse hiç aktif olmadığını ve özel yetenekli bireyler için herhangi bir somut adım atılmadığını, 2000 yılından itibaren ise Türkiye'de özel yetenekli bireyler için önemli bir gelişim süreci başladığını ifade etmektedirler. Bu dönemde, alanın gelişimine yönelik ciddi adımların atıldığı ve özellikle 2000 yılı öncesinde özel yetenekli öğrencilerin eğitimi konusunda hiçbir konferans düzenlenmemişken, 2004-2014 yılları arasında dört ulusal ve üç uluslararası olmak üzere toplam yedi konferans gerçekleştirildiğini vurgulamaktadırlar. Bu bile tek başına özel yetenekli öğrencilere yönelik oluşan yeni

vizyonu göstermektedir. Bu gelişmelerin ardından, 2013 yılında Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu, “Özel yetenekli Bireylerin Eğitimi 2013-2017 Stratejik Planı”nı yayımlamış ve bu süreçle birlikte BİLSEM sayısında hızlı bir artış gözlenmiştir (Sak, 2013). Bu artışla birlikte BİLSEM’lerin mevcut durumunun iyileştirilmesi ve eğitim programlarının yetersizliklerinin giderilmesi gerektiği fark edilmiştir. Bu bağlamda, 2015 yılından itibaren eğitim öğretim programlarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar başlatılmıştır.

2015 yılında, BİLSEM yapısının esnekliğinin keyfi uygulamalara yol açtığı değerlendirilerek, öğretim programlarının oluşturulması için ilk girişimler başlatılmış ve Bilim ve Sanat Merkezlerini Geliştirme Projesi (BİLGEP) kapsamında program /içerik geliştirme faaliyetleri yürütülmüştür (MEB, 2015a; MEB, 2015b). Daha sonraki aşamalarda, çeşitli akademisyenlerin sürece dahil edilmesiyle, 2016 yılında ilk çerçeve programların geliştirilmesine yönelik daha sistematik çalışmalar başlatılmıştır. Bu süreçte öğretmenlerin eğitim alması ve özel yeteneklilerin eğitimi alanındaki yetkinliklerinin artırılması adına her branştan programların hazırlanmasını da koordine eden iki kişiden oluşan araştırmacının da içinde yer aldığı branş koordinatörleri belirlenmiş ve program geliştirme çalışmaları ile koordinatör eğitimleri de başlamıştır (MEB, 2016).

Çerçeve programların oluşturulmasıyla birlikte, bu programlara uygun örnek etkinliklerin yazım süreçleri başlatılmıştır. Bu süreçte yazılan etkinlikler, BİLSEM modülüne yüklenmiştir. Standartlaşmayı sağlamak adına içerik geliştiren öğretmenler arasından koordinatörler seçilmiş ve bu koordinatörler, diğer öğretmenlere yönelik eğitim programları düzenlemiştir. Ancak, bu süreçte sadece öğretmen yeterlilikleri değil, aynı zamanda programların iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve öğrenci ihtiyaçlarını yeterince karşılamadığı düşüncesi nedeniyle çerçeve planlar ve örnek etkinlik kitapları sürekli olarak güncellenmiştir. 2020-2021 yılında oldukça kapsamlı çerçeve planları oluşturulmuş (MEB, 2021). Fakat öğretmenler yapılan eğitimler ve toplantılarda çerçeve planlara göre eğitim öğretim etkinliklerini yapılandırmakta oldukça zorlandıklarını dile getirmişlerdir. Bu ihtiyaç nedeniyle, 2022 yılında 19 branşa ait tekrar yenilenen çerçeve planlardaki kazanımlara uygun olarak örnek etkinlikleri içeren kitaplar yayımlanmıştır (MEB, 2022a). Bu kitaplar özel yetenekli öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlik temelli olarak hazırlanmıştır (MEB, 2022b; MEB, 2022c). Aynı dönemde yenilenen çerçeve planlar da BİLSEM modülüne yüklenmiştir. Son olarak 2024 yılında tüm branşları ve eğitim düzeylerini kapsayan ve Maarif Modeline uygun bir çerçeve öğretim programı, araştırmacının da yer aldığı bir ekip tarafından geliştirilmiş ve Talim ve Terbiye Kurulu'na

sunulmuştur. Fakat bu programların içerisinde sadece bilişim teknolojileri ve yazılım dersi içerisinde BİD'e yer verilmiştir Fen programlarında BİD entegrasyonu bulunmamaktadır (MEB, 2024). Bu süreçler, Türkiye'nin özel yetenekliler eğitiminde öğretim programı geliştirme süreçlerinin oldukça geç başladığı, yavaş ilerlediğini ama gelinen noktada çok daha profesyonelleştiğini göstermektedir.

BİLSEM'lerde program uygulamalarının esnekliği, özel yetenekli öğrencilerin bireysel gelişimlerini desteklemek açısından kritik bir faktördür. Ancak bu esneklik, çerçeve programlar ve yol gösterici etkinliklerle desteklenmeli, öğretmenlere rehberlik sağlayacak bir yapı sunulmalıdır. Torunoğlu ve Ünal (2023) tarafından yapılan araştırma da bu ihtiyacı vurgulamaktadır. Öğretmenlerin beklentilerini inceleyen çalışma, bazı öğretmenlerin esnek programların bireyselleştirilmiş eğitim için gerekli olduğunu ve örnek etkinliklerin rehberlik sağladığını düşündüğünü ortaya koyarken, diğerlerinin daha açık yönergelere ve zenginleştirilmiş etkinliklere ihtiyaç duyduğunu göstermiştir. Özellikle özel yetenekliler alanında yeni görev alan öğretmenlerin, çerçeve programları farklılaştırma ve zenginleştirme konusunda zorlandıkları gözlemlenmektedir. Bu nedenle, BİLSEM'lerde eğitimin kalitesini artırmak için esnek programların öğretmenlere rehberlik eden yapılandırılmış etkinliklerle desteklenmesi ve programların çeşitlendirilmesi gerekmektedir.

BİLSEM'ler, özel yetenekli öğrencilerin bireysel potansiyellerini en üst düzeye çıkarmak amacıyla yapılandırılmış, sistematik bir eğitim modeli sunar. Bu model, öğrencilerin yeteneklerini fark etmelerini ve geliştirmelerini sağlayan aşamalı bir yaklaşımı benimsemektedir. Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme (BYF) programı, öğrencilerin bireysel potansiyellerini tanımalarını, alana özgü beceriler kazanmalarını ve yönelimlerini belirlemelerini sağlayan temel aşamalardan biridir. BYF programının iki temel amacı vardır: İlki, öğrencilere alana özgü beceriler kazandırmak; ikincisi ise onların farklı alanları tanıyıp ilgi ve yeteneklerini keşfetmelerini sağlamaktır (MEB, 2019).

BİLSEM Yönergesine göre, BYF aşaması öğrencilerin bireysel yeteneklerini keşfetmelerini ve geliştirmelerini destekleyen yaratıcı etkinliklerden oluşur. Bu etkinlikler, öğrencilerin en ilgili ve yetenekli oldukları alanları belirlemeyi amaçlar ve her alana özgü tutum ve becerileri kazandırmayı hedefler. Planlama ve uygulama süreci ilgili alan öğretmenleri tarafından yürütülmektedir (MEB, 2019).

BYF programı iki yıl ile sınırlıdır, ancak öğrenciler genellikle her alanda sadece bir dönem ders alır ve bu süre en fazla 36 saat ile sınırlıdır. Fiziki ve öğretim koşullarına bağlı olarak

süre daha da kısalabilmektedir, bu da öğrencilerin belirli alanlarda derinleşme yerine sınırlı bir deneyim kazanmalarına neden olmaktadır.

BİLSEM’de gerçekleştirilen tüm etkinlikler, proje üretimi ve geliştirme temellidir. Öğrenciler, bu süreçte bireysel ve akademik gelişimlerini projeler yoluyla desteklemekte, özgün katkılar sağlamayı öğrenmektedirler (MEB, 2019). BYF ve diğer program aşamalarında, proje tabanlı çalışmalar ve bilimsel süreçler ön plandadır. Bu yaklaşımlar, öğrencileri bilimsel yöntemlerle tanıştırmayı, disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirmeyi ve bireysel yeteneklerine uygun projeler üretmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Nihayetinde, öğrencilerin mezuniyet sürecinde derinleştiği alanlarda özgün projeler üreterek bilimsel ve sanatsal katkılarda bulunmaları hedeflenmektedir (MEB, 2019).

Dolayısıyla, BYF aşaması, öğrencilerin temel bilimlerin metodolojisini, fenomenlere ve olgulara bilimsel bakış açısıyla yaklaşımını tanımlarını sağlayan yönlendirici bir süreçtir. Bu aşamada, öğrencilerin fen bilimlerinin temel kavramlarını, araştırma yöntemlerini ve disiplinin bilgi üretme süreçlerini kavramaları hedeflenir. Böylece, bilimsel düşünme becerileri gelişirken, ilgi ve yeteneklerini keşfetmeleri de desteklenmiş olur. Ancak, BİLSEM Fen Bilimleri Dersi Çerçeve Programı ve yardımcı ders materyalleri incelendiğinde konuların kapsamlı ve ayrıntılı olduğu görülmektedir (MEB, 2023). Bu durum, öğretmenlerin içeriği yetiştirme çabasını artırmakta ve beceri odaklı uygulamalar için yeterli zaman ayırmalarını zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak, özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde yenilikçiliği, yaratıcılığı ve karmaşık problem çözme becerilerini destekleyen, bilimsel süreç odaklı ve disiplinler arası zenginleştirme içeren programlara duyulan gereksinim, günümüzde eğitim politikalarının ve araştırmaların odak noktalarından biri olarak öne çıkmaktadır. BYF programları, özel yetenekli öğrencilerin bireysel ilgi ve yeteneklerini keşfetmeleri açısından kritik bir aşama olmakla birlikte, bu programların bilimsel süreç temelli, disiplinler arası becerileri destekleyici ve öğrencilerin fen alanındaki yetkinliklerini geliştirmeye yönelik bir yapıda tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, özel yetenekli öğrencilerin analitik düşünme, yaratıcı problem çözme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye odaklanan, zenginleştirilmiş eğitim programlarına duyulan gereksinim literatürde vurgulanmaktadır.

Özel yetenekli bireylerin eğitiminde karmaşık problem çözme yaklaşımları belirleyici bir rol oynamakta olup, Renzulli (2012), Sternberg (1985) ve Gagné (1993) gibi araştırmacılar, bireylerin yaratıcılık, analitik düşünme ve pratik zekâ gibi becerilerini geliştiren zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Güncel

araştırmalar da bu becerilerin, bireylerin hızla değişen dünyaya uyum sağlamaları ve akademik başarılarını sürdürebilmeleri açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir (OECD, 2019; WEF, 2023; ISTE, 2018). Bu doğrultuda,  ğretim programlarının, özellikle BYF sürecinde ve öncesinde, öğrencileri ileri düzeydeki öğrenme aşamalarına hazırlayacak şekilde yapılandırılması ve erken yaşlardan itibaren problem çözme odaklı yaklaşımlara öncelik verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye’de B D becerilerinin fen bilimleri derslerine entegrasyonunun sınırlı olması ve mevcut çalışmaların ağırlıklı olarak kodlama ve teknoloji kullanımına odaklanması, fen bilimlerinde bu becerinin etkin biçimde uygulanmasını kısıtlamaktadır (Arslanhan ve Artun, 2021; C c  ve Dağ, 2023). Oysa fen bilimleri, karmaşık sistemleri analiz etme, modelleme ve simülasyonlar oluşturma gibi süreçlerle doğrudan B D ile örtüşmektedir. Fen bilimleri, karmaşık sistemlerin bilimsel analizi, modelleme ve simülasyon oluşturma süreçlerinde B D becerilerinin doğrudan kullanılabilereği bir alan olarak öne çıkmaktadır. Örneğin, biyoloji alanında genetik algoritmaların ya da çevresel modellemelerin kullanımı, öğrencilerin soyut kavramları daha iyi anlamalarına katkı sağlayabilir (Shute, Sun ve Asbell-Clarke, 2017). Bu  ereve, fen bilimleri derslerinde B D’in etkin şekilde uygulanması, öğrencilerin hem analitik hem de yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak tanıyabilir.

Türkiye’de özel yetenekli öğrencilere yönelik olarak hazırlanan  ğretim programları, standart müfredattan belirli farklılıklar içermekle birlikte, B D temelli bir fen bilimleri entegrasyonuna yönelik program çalışmaları sınırlıdır. Problem   zme ve yenilikçi düşünme açısından yüksek potansiyele sahip olan bu öğrenciler, mevcut  ğretim programlarının sınırlılıkları nedeniyle söz konusu becerilerini yeterince geliştirememektedir. Bu doğrultuda, B D’i fen bilimlerine entegre eden ve özel yetenekli öğrencilere özgü olarak tasarlanan bir  ğretim programı, onların akademik yeterliliklerini artırarak eğitim gereksinimlerine daha etkin şekilde yanıt verebilir.

1.2.Çalışmanın Amacı ve önemi

Özel yetenekli öğrenciler, bir ulusun gelecekteki insan kaynağı olarak stratejik öneme sahiptir ve potansiyellerini en üst düzeye çıkaran eğitim programları ulusal kalkınma hedefleriyle doğrudan ilişkilidir (OECD, 2021). OECD’nin “OECD  lkelerinde özel yetenekli  ğrencilerin Kapsanmasına Yönelik Politika Yaklaşımları ve Girişimler” (2021)

raporunda özel yetenekli bireylerin eğitiminin sadece bireysel başarılarını artırmakla kalmayıp, toplumların ekonomik ve sosyal gelişimine de önemli katkılar sağladığı vurgulanmaktadır (OECD, 2021). Özel yetenekli öğrencilerin eğitimi, bilgi ekonomisinin gelişimi ve geleceğin problem çözücü bilim insanları, hayal gücü yüksek yaratıcılar ve çığır açan yenilikçilerin yetiştirilmesi için kritik öneme sahiptir. Birçok ülke, 1960'lardan itibaren yetenekli çocuklara yönelik özel uygulamalar başlatmıştır. Ancak, bu öğrencilerin eğitiminin nasıl sağlanacağı konusu, eğitim politikaları çerçevesinde uzun süredir tartışılmaktadır (Cleveland, 2023). Tannenbaum (2002), özel yetenekli bireylerin toplumların ekonomik kalkınması ve yenilikçilik kapasitelerinin artırılmasında merkezi bir rol oynadığını belirtmiştir. Ayrıca, insan uygarlığının ilerlemesinin büyük ölçüde özel yetenekli bireylerin bilimsel, teknolojik, ticari ve politik başarılarına dayandığını ifade etmiştir.

Gardner'a göre nitelikli insan, makinelerin yapamadığı işleri yapabilecek bilgi ve becerilere sahip olmalıdır (Akt. Akgündüz ve diğerleri, 2015). Günümüz insanının sahip olması gereken bu beceriler, 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılmaktadır. Yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim, iş birliği, özgüven, kendi kültürel değerlerini özümseme, farklı kültürlerle saygı duyma, bilim ve teknoloji okuryazarlığı, girişimcilik, özdenetim, bireysel-sosyal sorumluluk ve liderlik bu beceriler arasındadır (Çepni, Özmen ve Ayvaci, 2015).

Yeni ihtiyaçlar, giderek karmaşıklaşan problemler, dijital teknolojilerin gelişmesi, ihtiyaç duyulan işgücü niteliğinin değişmesi ile yeni beceriler ortaya çıkmakta veya var olan becerilerin önem sırası da her geçen gün değişmektedir (Van Laar, Van Deursen, Van Dijk, ve de Haan, 2020). MEB de bireylerde bu yeni becerilerin geliştirilmesine yönelik bir vizyonla, öğrenme-öğretme kuram ve uygulamalarında gerekli dönüşümü öğretim programlarına yansıtmaya başlamıştır. Örneğin 2018 yılında yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda anahtar yetkinliklerin geliştirilmesi, bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri (analitik düşünme, yaratıcı düşünme ve diğerleri), mühendislik ve tasarım becerileri (inovatif düşünme) gibi üst bilişsel becerilerin geliştirilmesini hedefleyerek, öğretmenlerin rolü de *“öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünleştirilmesi için rehberlik yaparak öğrencileri üst düzey düşünme, ürün geliştirme, buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırma”* şeklinde yeniden tanımlanmıştır (MEB, 2018, s:10). Eğitim-öğretim süreçlerinde yeni şartların gerektirdiği becerilerin kazandırılması tüm öğrenciler için önemli bir sorumluluk kabul edilmiştir. Bu becerileri

daha üst düzeyde kullanma potansiyeli ve ihtiyacı bulunan özel yetenekli öğrenciler söz konusu olduğunda, onlara ihtiyaç duydukları nitelikte eğitim hizmeti vermek ve özel yetenek alanlarıyla birlikte üst düzey becerilerini de geliştirmek, eğitim politikaları açısından sorumluluğun ötesinde hem ülke hem de bireylerin ihtiyaçları için bir zorunluluk olarak düşünülebilir. Bu nedenle bu öğrencilere yönelik farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş öğretim tasarımlarının çeşitlendirilmesi oldukça önemlidir. Nitekim 2024 Maarif Modeli kapsamında geliştirilen programlarda farklılaştırma kapsamında özel yetenekliler özelinde zenginleştirme uygulamalarına yer verilmiştir (MEB, 2024).

BİLSEM’de eğitim ve öğretim etkinlikleri öğrencinin örgün eğitim gördüğü saatler dışında, öğrencilerin yeteneklerine uygun disiplinler arası, proje tabanlı, zenginleştirilmiş ve farklılaştırılmış şekilde uygulanır. Bu etkinlikler temel olarak öğrencilerin özgün ürün, proje ve üretimlerin gerçekleşmesine yönelik olarak gerçekleştirilir (MEB, 2019). BİLSEM’de yürütülen tüm programlarda gerçekleştirilen etkinlik faaliyetlerinde proje üretme ve geliştirme çalışmaları esas alındığı yönergede açıkça ifade edilmektedir (MEB, 2019).

Popper (2016), Hayat Problem Çözmektir adlı kitabında bilimin bir problemle başladığını ifade eder ve kaşifleri dünyayı kendisinden önceki herhangi bir insandan daha farklı, daha güzel, daha uyumlu ve daha iyi gören insanlar olarak tanımlar. Proje üretme ve geliştirme vizyonu konulan özel yetenekli öğrenci için problemi tanımlama ve yaratıcı bir şekilde çözmeye olmazsa olmaz becerilerdendir. BİLSEM yönergesinde “Planlama, uygulama ve değerlendirme aşamaları öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenen, gerçek yaşam problemlerine çözüm üreten, yaratıcı düşünebilen, çevresi ile iletişim kurabilen, bilimsel araştırma ve buluş yapabilen bireyler olarak yetiştirilmelerini sağlayacak şekilde yürütülür.” (MEB 2019, s:6) ifadesinde de yer alan problem çözme, bilimsel araştırma vurgusu BİLSEM programlarının tüm aşamalarında önemli yer tutmaktadır. BİLSEM’de yürütülecek etkinliklerin yaratıcı ve eleştirel düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesini sağlayacak şekilde planlanması ve uygulanması gerektiği yine yönergede vurgulanmaktadır (MEB, 2019). Bu bağlamda özel yetenekliler için hazırlanan eğitim programlarının yaratıcı problem çözme, BİD, tasarım odaklı düşünme, eleştirel düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerini merkeze alacak şekilde hazırlanması gerektiği açıkça görülmektedir. Bu şekilde hazırlanan yenilikçi öğretim tasarımı BİLSEM vizyonunu destekleyecek bir kaynak olma özelliği gösterecektir.

Özel yeteneklilerin eğitiminde BİD’in, bu bireylerin geleceği şekillendireceği ve bilim dünyasında önemli roller üstleneceği öngörüsüyle kritik bir öneme sahip olduğu

söylenbilir. BİLSEM yönergesinde de kendilerine bu vizyon çizilen ve geleceğin bilim insanları arasında yer alacakları düşünülen bu bireyler için BİD, sadece problem çözme becerilerini geliştirmekle kalmayıp, aynı zamanda disiplinler arası çalışmalarda yenilikçi çözümler üretmelerine olanak tanıyacaktır.

Bu bağlamda, bilim dünyasında BİD'in önemine vurgu yapan Weintrop ve diğerleri (2016, s.131), konuyla ilgili şöyle bir perspektif sunmaktadır

"Bilim için manzara değişiyor. Yüksek hızlı hesaplama ve analitik yöntemlerdeki son gelişmeler, insan araştırmasının tüm spektrumlarındaki fenomenleri anlamak için güçlü araçlar yarattı. Moleküler biyoloji ve kimya gibi bazı bilimsel alanlarda bu gelişme yeni ama hızlı oldu. 1998 Nobel Kimya Ödülü, kuantum kimyasında bilgi işlemselyöntemlerin geliştirilmesindeki yenilikçi çalışmaları nedeniyle John A. Pople ve Walter Kohn'a verildi. Böylesine prestijli bir ödül, bilgi işlemin kimyasal fenomenleri araştırmak için geçerli ve titiz bir araç olarak kabul edilmesini selamladı."

Weintrop'un bu ifadeleri, BİD'in bilimsel araştırmalar ve keşiflerde sağladığı ilerlemelerin altını çizmekte, bu becerinin, geleceğin bilim insanları arasında yer alacak üstün yetenekli bireyler için ne kadar kritik olduğunu gözler önüne sermektedir.

Gerçek yaşam problemleriyle zenginleştirilmiş eğitim programları, özel yetenekli öğrencilerin bilişsel ve yaratıcı becerilerini geliştirmek için kritik bir araçtır. VanTassel-Baska ve Stambaugh (2006) problem temelli öğrenmenin özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini artırdığını ve bu tür öğrenme ortamlarının öğrencileri daha karmaşık düşünme süreçlerine yönlendirdiğini belirtmektedir. Callahan ve Hertberg-Davis (2013) 21. yüzyıl becerilerinin kazanılmasında gerçek dünya problemlerine dayalı eğitim modellerinin etkisini vurgulamakta ve bu yaklaşımın öğrencilerin yenilikçi çözümler üretme kapasitelerini geliştirdiğini belirtmektedir. Ayrıca Larmer, Mergendoller ve Boss (2015) tarafından yapılan çalışmalar, proje tabanlı öğrenme ve otantik öğrenme deneyimlerinin öğrencilerin hem akademik hem de sosyal becerilerinde önemli gelişmeler sağladığını göstermektedir. Gerçek yaşam problemleri, öğrencilerin yaşamlarına anlam katmanın yanı sıra, öğrenmenin içselleştirilmesini ve soyut kavramların somut bağlamlarla ilişkilendirilmesini sağlar. Bu nedenle, özel yetenekli öğrencilere yönelik eğitim programları, yaşam deneyimlerini genişletmek ve karmaşık sorunlara çözüm geliştirme kapasitelerini artırmak için gerçek yaşam problemleriyle zenginleştirilmelidir. Çalışma

kapsamında hazırlanan ve uygulanan öğretim tasarımının özel yetenekli öğrencilerin doğuştan getirdikleri bu yetkinliklere karşı yatkınlığını destekleyeceği, gelişimlerine katkı sağlayarak bu yetkinliklerinin geliştirilmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

BİLSEM'ler özel yetenekli öğrencilere eğitim veren en temel kurum olmasına rağmen detayları önceki başlıkta verildiği üzere, eğitim programı çalışmaları oldukça yenidir. Öğretmenler uygulayacakları programları kendileri planlamakta, yürütecekleri etkinlik faaliyetlerini kendileri belirlemektedirler. Bu durum, öğretmenlere esnek ve özgür bir planlama yapma şansı sağlasa da fiziksel koşullar ve öğretmen donanımlarının da sınırlayıcılığıyla birbirinden kopuk etkinliklerin uygulandığı bir hale dönüşmektedir. Özel Yetenekliler alanında çalışan üniversite ve BİLSEM'ler olmak üzere pek çok paydaşın katılımı ile gerçekleştirilen Üstün Zekalı ve Yetenekli Çocukların Eğitimi 1. İstanbul Çalıştay Raporu'nda (2013) özel yetenekli öğrencilerin eğitimlerine yönelik program ihtiyacından bahsedilmiş üst düzey düşünme becerilerini kapsayan farklılaştırılmış bir eğitim programı oluşturulması gereği vurgulanmıştır. Özel eğitime ihtiyaç duyan özel yetenekli öğrenciler için farklı yaklaşımlarla zenginleştirilerek hazırlanacak öğretim tasarımları, öğretmenlere de rehberlik edecektir.

Bireylerin eğitimlerini yalnızca ülke kalkınması perspektifiyle değerlendirmek eksik bir yaklaşım olacaktır. Eğitim, her bireyin kişisel potansiyelini gerçekleştirebilmesi için özelleştirilmiş bir şekilde sunulmalı ve bireylerin kendini gerçekleştirme süreçlerine katkı sağlayacak şekilde yapılandırılmalıdır. Bu yaklaşım, bireylerin yalnızca topluma olan katkılarını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda onların içsel motivasyonlarını ve yaşam doyumlarını da destekleyerek, eğitim sistemlerinin temel insan odaklı misyonunu yerine getirmesine olanak tanır. Eğitimin yalnızca ülke kalkınması bağlamında değerlendirilmesi yerine, bireylerin kişisel gelişim ve kendini gerçekleştirme süreçlerine odaklanılması gerektiği görüşü, eğitim bilimlerinde geniş kabul görmektedir. OECD'nin üstün yetenekli öğrencilerin eğitime dahil edilmesiyle ilgili bir raporunda, eğitim hakkının tüm öğrenciler için sağlanması, sosyal adalet değerlerinin benimsenmesi ve eğitimde çeşitliliğin artan önemi, üstün yetenekli bireylerin eğitimi için kapsayıcı ve adil sistemler oluşturmayı bir gereklilik haline getirdiği ifade edilmektedir. Raporda, bireylerin potansiyellerini tam anlamıyla ortaya koymaları (self-fulfilment) ve kendilerini aşarak yaşamlarına derin bir anlam katmaları (self-actualisation) gibi iki temel hedefin yaygın şekilde kabul gördüğü belirtilerek bu husus vurgulanmaktadır (OECD, 2021). Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi teorisine göre, bireylerin en üst düzeydeki ihtiyacı "kendini gerçekleştirme"dir. Bu

bağlamda, eğitim sistemlerinin bireylerin potansiyellerini en üst düzeye çıkarmayı hedeflemesi gerektiği vurgulanmaktadır. Örneğin, Çoban (2021) çalışmasında, Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinde en üst basamak olan kendini gerçekleştirme düzeyinde, bireylerin içindeki gizil yeteneklerin ortaya çıkarılmasının önemini ele almıştır. Benzer şekilde, Şengöz (2021) çalışmasında, Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi Modeli'nin bütünlük bir süreç olarak yeniden yorumlanması gerektiğini ve bireylerin kendini gerçekleştirme süreçlerinin eğitimle desteklenmesinin önemini vurgulamıştır.

Kendini gerçekleştirme, bireylerin yaşamlarına anlam katma ve potansiyellerini en üst düzeye çıkarma süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, özel yetenekli bireyler doğuştan gelen yüksek merak ve analitik düşünme becerileri nedeniyle, genellikle neden ve nasıl sorularını merkeze alarak anlam arayışına yönelmektedirler (Kurnaz ve Kaynar, 2020). Bu bireyler, karmaşık sistemler ve süreçlerle ilgilenmeye yatkın olup, bu tür yapıların derinlemesine anlaşılmasını gerektiren problemleri çözmeye doğal bir eğilim göstermektedirler. Ancak, ayrıntılı ve çok yönlü düşünme eğilimleri, karar verme süreçlerinde bazı zorluklara yol açabilmektedir. Sternberg'in düşünme stilleri kuramına göre, özel yetenekli bireyler çoğunlukla *judicial* (eleştirel ve analiz odaklı) ve *legislative* (yaratıcı ve bağımsız) düşünme stillerini tercih etmektedir (Yong, 2012). Bu durum, karar verme süreçlerinde derinlemesine düşünmeye yol açabileceğinden, bazı durumlarda *analiz felci* olarak tanımlanan bilişsel tıkanıklıklarla ilişkilendirilebilmektedir. Karar verme süreçlerini etkileyen bir diğer faktör ise mükemmeliyetçiliktir. Moon (2007), bu bireylerin en iyi kararı vermeye yönelik aşırı çaba sarf etmelerinin, karar alma sürecini uzatabileceğini öne sürmektedir. Cross (2011) ise özel yetenekli bireylerin kararlarının uzun vadeli etkilerini değerlendirme konusunda daha yetkin olduklarını, ancak bu avantajın bazen karar süreçlerini daha karmaşık hale getirerek kararsızlığa neden olabileceğini vurgulamaktadır. Öte yandan, geniş ilgi alanlarına sahip olmaları, seçenekler arasında seçim yapmayı daha da güçleştirebilmektedir (Robinson, 2008).

Bu bağlamda BİD, özel yetenekli bireylerin karmaşık problemlere yönelik sistematik analiz süreçlerini destekleyerek, problem çözme becerilerini daha etkin bir şekilde yapılandırmalarına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. BİD'in sunduğu disiplinler arası yaklaşım, bu bireylerin bilişsel süreçlerini sistematik hale getirerek, karar verme ve problem çözme süreçlerinde karşılaştıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olabilir.

BİD, karmaşık problemlerin daha küçük ve yönetilebilir bileşenlere ayrılarak sistematik bir yaklaşımla ele alınmasını ve çözülebilir hale getirilmesini sağlayan bir düşünme biçimi

olarak tanımlanmaktadır (Kong ve diğerleri, 2019; Yadav ve diğerleri, 2011). Bu bağlamda, özel yetenekli bireylerin analitik düşünme süreçlerini yapılandırarak, karmaşık sistemleri disiplinler arası bir perspektifle değerlendirmelerine katkı sağlayabilir. Özellikle karar verme sürecinde karşılaşılan aşırı analiz, mükemmeliyetçilik ve çok yönlü ilgilerden kaynaklanan zorluklar göz önüne alındığında, BİD'in sunduğu sistematik yaklaşımlar, bu bireylerin problem çözme becerilerini geliştirerek hem akademik hem de günlük yaşamlarında daha etkili kararlar almalarını destekleyebilir.

Bu süreçlerin sistematik bir yaklaşımla, özel olarak tasarlanmış bir eğitim programı aracılığıyla uygulanması, özel yetenekli öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözme sürecinde üst düzey düşünme becerileri edinmelerine katkı sağlayabilir. Analitik ve detaylı düşünme becerilerini yapılandırılmış stratejilerle desteklemek, BİD gibi problem çözme yaklaşımlarını öğrenmelerini ve etkili bir şekilde uygulamalarını teşvik eder. Böylece, karmaşık sistemleri daha kolay analiz etmeleri ve düzenlemeleri sağlanabilir. Bu stratejiler, öğrencilerin yalnızca akademik başarılarını artırmakla kalmaz, aynı zamanda günlük yaşamlarını yönetme ve karşılaştıkları zorluklarla başa çıkma becerilerini de geliştirir. Bu nedenle, BİD'in sunduğu sistematik yaklaşımların özel yetenekli bireylerin eğitimine entegre edilmesi, onların bilişsel potansiyellerini en verimli şekilde kullanmalarına olanak tanıyarak hem bireysel hem de toplumsal düzeyde önemli kazanımlar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu araştırma, özel yetenekli öğrencilerin BİD becerilerini geliştirmeye yönelik bir öğretim tasarımının oluşturulmasını amaçlamaktadır. Ortaokul düzeyinde BYF programlarında uygulanabilir nitelikte geliştirilen bu tasarım, özel yetenekli öğrencilerin karmaşık problem çözme süreçlerinde sistematik düşünme becerilerini desteklemeyi hedeflemektedir. Araştırma kapsamında geliştirilen tasarımın tüm aşamaları uygulanmış, sürecin işleyişi ve öğrenciler üzerindeki etkileri detaylı şekilde değerlendirilmiştir. Bu çalışma, BİD'in özel yetenekli bireylerin bilişsel gelişimine katkı sağlama potansiyelini ortaya koyarak, bu alandaki eğitim uygulamalarına teorik ve pratik bir temel sunmayı amaçlamaktadır.

1.3.Problem Cümlesi

Özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan öğretim uygulamasının, öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri, bilgi işlemsel

düşünmeye yönelik öz yeterlik algıları ve bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkileri ile uygulama sürecinde ortaya çıkan deneyimler nelerdir?

1.4.Alt Problemler

1. Öğretim tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme öz yeterlik algıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi var mıdır?
2. Öğretim tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi var mıdır?
3. Öğretim tasarımının uygulama sürecine yönelik yaşanan deneyimler ve bu deneyimlerin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki yansımaları nasıldır?

1.5.Varsayımlar

Bu araştırmada, katılımcıların ölçek sorularını dürüst bir şekilde yanıtladıkları varsayılmaktadır.

1.6.Sınırlılıklar

Araştırma 12 hafta boyunca toplam 36 ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Süre, görece kısa olmamakla birlikte, BİD becerilerinin temellerinin kazandırılmasına odaklanıldığı göz önünde bulundurulduğunda, belirli sınırlılıklar içerebilir.

Araştırmada kullanılan nicel ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik analizleri ölçekleri geliştiren araştırmacılar tarafından yapılmıştır. . Katılımcı sayısının sınırlı olması, farklı gruplarda benzer sonuçların elde edilip edilemeyeceği konusunda bazı sınırlılıklar oluşturabilir.

1.7.Tanımlar

Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM): Özel yetenekli öğrencilerin örgün eğitim kurumlarındaki eğitimlerini aksatmayacak şekilde, kendilerine özgü gelişim özellikleri ve eğitim ihtiyaçları doğrultusunda yeteneklerini geliştirmelerini ve kapasitelerini en üst düzeyde kullanmalarını amaçlayan bağımsız, Millî Eğitim Bakanlığı, Özel Eğitim ve Rehberlik Genel Müdürlüğü'ne (ÖRGM) bağlı özel eğitim kurumlarıdır. Bu kurumlara öğrenci yerleştirme süreci, aday gösterme, grup tarama ve bireysel değerlendirme aşamalarından oluşan çok basamaklı bir tanılama süreciyle yürütülmektedir. (MEB, 2019).

Bilgi İşlemsel Düşünme (BİD): BİD, bireylerin karmaşık problemleri çözmek için soyutlama, algoritmik düşünme, veri analizi, örüntü tanıma ve otomasyon gibi bilişsel becerileri sistemli ve yapısal bir şekilde kullanmalarını içeren disiplinler arası bir problem çözme yaklaşımıdır. Literatürde çeşitli şekillerde tanımlanmakla birlikte, BİD genel olarak analitik düşünmeyi ve dijital çağın gerekliliklerine uygun çözüm üretmeyi destekleyen bir düşünme çerçevesi olarak kabul edilmektedir (Wing, 2006; Barr ve Stephenson, 2011; Weintrop ve diğerleri, 2016).

Eleştirel Düşünme: Literatür incelendiğinde, eleştirel düşünmeyi tanımlamak için pek çok farklı kavram ve yaklaşım olduğu görülmektedir. Temel olarak üzerinde uzlaşılan ise pek çok düşünme becerisini birlikte kullanmayı gerektiren bir süreçtir. Bir nevi zihinsel süzgeç olarak değerlendirilen eleştirel düşünme erişilecek ve anlamlandırılacak veri yoğunluğu içinden en doğru ve en güvenilir veriyi bulmak için en önemli kişisel özelliklerden biri olarak görülmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

Özel Yetenekli Öğrenci: Yaşıtlarına göre daha hızlı öğrenen; yaratıcılık, sanat, liderliğe ilişkin kapasitede önde olan, özel akademik yeteneğe sahip, soyut fikirleri anlayabilen, ilgi alanlarında bağımsız hareket etmeyi seven ve yüksek düzeyde performans gösteren bireydir (MEB, 2019).

BÖLÜM II

ARAŞTIRMANIN KURAMSAL ÇERÇEVESİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Bu bölümde, araştırmanın kuramsal çerçevesi sunularak ilgili literatürde yer alan kuramlar ve yaklaşımlar detaylı bir şekilde ele alınmış ilgili bölümlerde sunulmuştur. Araştırma kapsamında, özel yetenekli öğrencilere yönelik bir öğretim tasarımı geliştirildiğinden, kuramsal çerçevede özel yeteneklilik ve özel yeteneklilerin eğitimi ele alınmıştır. Ayrıca, öğretim tasarımı Bilgi İşlemsel Düşünme (BİD) becerilerini geliştirmeye yönelik olduğundan, BİD ve öğretim tasarımı konularına yer verilmiştir. Ayrıca araştırmada eleştirel düşünme üzerindeki etkiler de sınındığından, kuramsal çerçeve eleştirel düşünme boyutunu da içerecek şekilde oluşturulmuştur.

2.1.1. Özel yetenek ve özel yetenekli bireyler

Literatürde "üstün zekâ" olarak ifade edilen kavram, 15 Ocak 2013 tarihinde Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu tarafından yayımlanan Strateji ve Uygulama Planı'nda, daha kapsayıcı ve sınıflandırıcı olmayan bir yaklaşımı benimsemek amacıyla "özel yetenek" kavramıyla değiştirilmiştir (Aydoğan ve Gültekin Akduman, 2017). Bu nedenle literatürde sıklıkla kullanılan üstün zekalı ve üstün yetenekli (gifted and talented) yerine bu çalışmada özel yetenekli kavramı kullanılacaktır. Özel yetenek, bir bireyin zihinsel yetenek, yaratıcılık, sanat veya liderlik olarak belirtilen alanlardan en az birinde akranlarına göre üstün performans göstermesi olarak tanımlanmaktadır (Subotnik ve diğerleri, 2011). Bazı araştırmacılara göre özel yetenek, bireyin doğuştan getirdiği potansiyel ile çevresel faktörlerin birleşiminden oluşan dinamik bir yapıdır (Diamond, 1988; Vygotsky, 1974). Bu nedenle, bireyin doğal yeteneklerinin uygun çevresel uyaranlarla desteklenmesi, potansiyelinin en üst düzeye çıkarılması için kritik önem taşır.

Ülkemizde olduğu gibi birçok ülkede 130 ve üzeri IQ seviyeleri genellikle özel yeteneklilikle ilişkili bir kriter olarak kabul edilir. Bu eşik, bireyin bilişsel kapasitesinin akranlarına kıyasla önemli bir üstünlük gösterdiğine işaret eder. IQ bireyin analitik düşünme, problem çözme, öğrenme ve uyum sağlama becerilerini ölçen bir araçtır. Ancak bu ölçüm tek başına özel yetenekli bireylerin belirlenmesinde yeterli bir ölçüt değildir (Clark, 2013; Tarık Önal, 2019; Renzuli, 1986).

Howard Gardner tarafından geliştirilen Çoklu Zekâ Kuramı, özel yetenek kavramını açıklamada önemli bir bakış açısı sunmaktadır. Gardner, zekâyı sadece genel bir kapasite olarak değil, farklı alanlarda birbirinden bağımsız birçok yetenek türü olarak ele almıştır. Ona göre zekâ, problem çözme, yaratıcı düşünme ve belirli bir bağlamda değerli kabul edilen ürünler yaratma becerilerini içerir. Bu becerilerin gelişimi bireyin deneyimleri, kültürü ve motivasyonu tarafından şekillendirilir (Gardner, 1983). Dolayısıyla özel yetenek, bireyin bu potansiyelini en iyi şekilde ortaya çıkarabilmesi için uygun koşullar ve destekleyici deneyimler sağlandığında gelişir.

Türkiye'de özel yeteneklilik, Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği'nde (MEB 2018, s.2) *“akranlarına göre daha hızlı öğrenen, yaratıcı ve sanatsal yetenekleri olan, liderlik özelliklerine sahip, ilgi duyduğu alanda üstün performans gösteren bireyler”* olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım, üstün yetenekli bireylerin sadece akademik başarılarıyla değil, yaratıcı düşünme, liderlik ve bağımsız çalışma gibi çok yönlü becerileriyle de öne çıktığını vurgulamaktadır.

Renzulli'nin (1986) *Üç Halka Modeli'* de üstün yetenek kavramının daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Bu modele göre üstün yeteneklilik genel zekâ, yaratıcı düşünme ve yüksek motivasyonun kesiştiği noktada ortaya çıkar. Bu üç temel bileşen, bireyin potansiyelinin farkına varması ve bunu üretkenlik alanına yönlendirmesi için gereklidir. Özel yetenekli bireylerin bu özellikleri, geleneksel öğrenme yaklaşımlarından farklı ihtiyaçlara yol açmaktadır.

Sonuç olarak özel yeteneklilik, bireyin doğuştan getirdiği potansiyeli, çevresel faktörlerin etkisi ve bireysel çabasıyla şekillenen karmaşık bir yapıdır. Bu bireylerin kendilerine has özellikleri, standart eğitim sisteminden farklı olarak bireyselleştirilmiş ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarına ihtiyaç duymalarına neden olmaktadır. Birçok araştırma, üstün yetenekli bireylerin uygun şekilde desteklendiklerinde bilim, sanat ve sosyal gelişim gibi alanlarda önemli katkılar sağlayabildiklerini göstermiştir (Clark, 1997).

Özel yetenekli bireyler entelektüel, duygusal ve sosyal alanlarda akranlarından farklılık gösterirler. Entelektüel açıdan bu bireyler üstün bilişsel kapasiteye sahiptir ve soyut düşünme, problem çözme ve analitik düşünme konularında akranlarından önemli ölçüde farklılaşırlar (Renzulli, 1986; Subotnik ve diğerleri, 2011). Öğrenme süreçlerinde yeni bilgileri hızla kavrar ve bu bilgileri eski bilgilerle ilişkilendirme ve sınıflandırma becerisi gösterirler (Stott ve Hobden, 2016). Yaratıcı düşünme becerileri ve yenilikçi çözümler üretme kapasiteleri öne çıkar. Genellemelere karşı çıkma, alternatif çözümler sunma ve bilgiye farklı açılardan yaklaşma eğilimleri ile öne çıkarlar (Clark, 1997; Renzulli, 1986). Ayrıca, yüksek merak duyguları ve keşfetme istekleri onları alışılmadık sorular sormaya ve derinlemesine bilgi aramaya yönlendirir (Korenova, 2012).

Sosyal ve duygusal özellikler açısından, üstün yetenekli bireyler genellikle güçlü liderlik yeteneklerine sahiptir ve sosyal organizasyonlarda liderlik rolleri üstlenme eğilimindedirler (Clark, 1997; MEB, 2019). Genellikle bağımsız çalışma becerileri yüksek olan bu bireyler, ilgi duydukları alanlarda kendi kendilerine öğrenme ve derinleşme eğilimindedirler (Clark, 1997; MEB, 2019).

Akademik olarak özel yetenekli bireyler belirli alanlarda ileri düzeyde bilgiye sahiptir ve genellikle temel beceriler konusunda donanımlı olarak okula başlarlar (Clark, 1997). Yüksek düzeyde zihinsel uyarıma ihtiyaç duyarlar ve karmaşık problemleri çözmekten hoşlanırlar (Çağlar, 2004; Dağlıoğlu, 2010). Bilgiyi derinlemesine öğrenme ve kapsamlı bir şekilde analiz etme eğilimindedirler (Stott ve Hobden, 2016). Özellikle yaratıcı düşünme ve soyut kavramları anlama yetenekleri sayesinde bilgiye yeni bakış açılarıyla yaklaşabilir ve yenilikçi fikirler üretebilirler (Clark, 1997; MEB, 2019).

Ancak özel yetenekli bireylerin bazı zorluklarla karşılaşabildikleri de bilinmektedir. Özellikle müfredatın onların ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalması, sıkılma ve ilgisizlik gibi sorunlara yol açabilmektedir (Renzulli, 1986). Ayrıca zihinsel kapasitelerinin ve ilgi alanlarının farklı olması akran ilişkilerinde kimi zaman uyum sorunlarına neden olabilmektedir (Clark, 1997; Dağlıoğlu, 2010).

Özel yetenekli bireyler üstün zihinsel, sosyal ve duygusal özellikleri nedeniyle standart eğitim yaklaşımlarından farklı düzenlemelere ihtiyaç duyarlar. Bu bireylerin tam potansiyellerine ulaşabilmeleri için eğitim süreçlerinin bireyselleştirilmesi, ilgi ve yeteneklerini destekleyecek şekilde tasarlanması gerekir. Zihinsel olarak yüksek düzeyde uyarılma, karmaşık problemlerle başa çıkma ve yaratıcı düşünme fırsatları sağlanması,

öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirebilir. Ayrıca eğitim programlarının sadece akademik başarıyı hedeflememesi, duygusal ve sosyal gelişimi de desteklemesi büyük önem taşımaktadır. Özel yetenekli bireylerin bireysel ihtiyaçlarına uygun zenginleştirilmiş içerik ve destekleyici öğrenme ortamları sağlanarak potansiyellerini gerçekleştirmeleri mümkündür. Böyle bir yaklaşım hem bireysel gelişimlerine hem de toplumsal ilerlemeye katkılarını destekleyecektir.

2.1.2. Özel yetenekli bireylerin eğitiminde farklılaştırma

Özel yeteneklilerin eğitiminde farklılaştırma, eğitim uygulamalarının bu öğrencilerin benzersiz ihtiyaçlarını, ilgi alanlarını ve yeteneklerini karşılayacak şekilde uyarlanması sürecini ifade eder. Özel yetenekli öğrenciler genellikle belirli alanlarda istisnai yetenekler sergilerler ve geleneksel eğitim modelleri bu öğrencilerin ilgisini tam olarak çekmeyebilir veya onları zorlayabilirler. Farklılaştırma, müfredatın onların ileri düzeydeki entelektüel, duygusal ve sosyal ihtiyaçlarına yanıt vermesini sağlayarak tam potansiyellerine ulaşmalarına olanak tanır (Tomlinson, 2001). Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde farklılaştırma, onların potansiyellerini açığa çıkarmak için kritik bir stratejidir. Eğitimciler, içeriği, süreci, ürünü ve ortamı uyarlayarak, yalnızca özel yetenekli öğrencilere meydan okuyan değil, aynı zamanda entelektüel ve duygusal gelişimlerini de besleyen öğrenme deneyimleri yaratabilirler. Bu noktada, farklılaştırma sürecinde kullanılan temel stratejilerden biri olan zenginleştirme, standart müfredata derinlik ve karmaşıklık eklemeyi içerir. Gelişmiş problem çözme görevleri, disiplinler arası projeler ve mentorluk programları gibi etkinlikler, öğrencilerin yaratıcılığını ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yardımcı olur (Renzulli, 1977). Renzulli (1977), öğrencilerin keşfetmeye yönelik ilgilerini artırmak amacıyla konuk konferansları, saha gezileri ve multimedya sunumları gibi etkinlikler düzenlenerek, konuya daha derinlemesine dalmaları teşvik edilebileceğini vurgular. Zenginleştirme ve hızlandırma stratejileri, bu öğrencilerin eğitim yolculuklarında uygun şekilde katılımını ve desteklenmesini sağlar (Colangelo, Assouline, ve Gross, 2004). Farklılaştırma sayısız fayda sunarken, zorluklar da sunar. Öğretmenler genellikle yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarını etkili bir şekilde belirlemek ve karşılamak için yeterli eğitimden genellikle yoksundur. Ek olarak, kaynak kısıtlamaları, büyük sınıflar ve esnek olmayan müfredatlar uygulamayı engelleyebilir (Tomlinson, 2001). Bu sorunların aşılabilmesi için,

özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin desteklenmesi ve farklılaştırılmış programların uygulanmasına yönelik sistematik politikaların geliştirilmesi önemlidir.

Farklılaştırma dört temel boyutta yaygın bir şekilde uygulamaya dahil edilebilir. Bunlar içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamlarının farklılaştırılmasıdır. Bu boyutlar, yetenekli öğrencilerin bireysel hazır bulunuşluklarına, öğrenme profillerine ve ilgi alanlarına uyacak şekilde tasarlanmıştır (Renzulli, 1977; Tomlinson ve Jarvis, 2013; VanTassel-Baska, 2003)

2.1.2.1. İçerik farklılaştırması

İçerik farklılaştırması, öğrencilerin bireysel yeteneklerine ve öğrenme ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sağlar. Özel yetenekli öğrenciler için bu yaklaşım, daha karmaşık ve soyut içeriğin kullanılmasını içerir. Örneğin, Renzulli'nin Üçlü Zenginleştirme Modeli'ne göre, öğrencilerin ilgi alanlarına göre derinlemesine öğrenme fırsatları sunan Tip III etkinlikleri, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini artırarak bağımsız projeler geliştirmelerine olanak tanır (Renzulli, 1977). Bu öğrenciler temel bilimsel kavramları çalışmak yerine genetik, uygulamalı fizik veya ileri biyoloji gibi konularda bağımsız projeler geliştirerek eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini derinleştirebilirler. Bu faaliyetler, öğrencilerin gerçek araştırmalar yaparak ve bulgularını anlamlı yaşam durumlarında sunarak *uygulayıcı profesyoneller* olarak hareket etmelerini gerektirir. Araştırmalar, farklılaştırılmış öğretimin özel yetenekli öğrencilerin akademik performansını da artırdığını ve onların üst düzey bilişsel ihtiyaçlarını daha etkili bir şekilde karşıladığını göstermektedir (VanTassel-Baska, Hubbard, ve Robbins, 2020). İçerik farklılaştırması uygulandığında, öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerine izin verildiği ve öğrenme sürecinin daha kapsayıcı bir şekilde yapılandırıldığı da vurgulanmaktadır (Heacox, 2012). Buna ek olarak, farklılaştırılmış içeriğin öğrencilerin motivasyonunu artırdığı ve daha derin öğrenme süreçlerine katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Tomlinson ve Jarvis, 20013).

2.1.2.2. Süreç farklılaştırması

Süreç farklılaştırması, öğrencilerin öğrenme materyalleriyle nasıl etkileşime girdiğine odaklanır ve öğrencilerin bireysel öğrenme profillerini, hızlarını ve ilgi alanlarını dikkate alır. Özel yetenekli öğrenciler genellikle daha fazla özerklik ve eleştirel düşünmeyi teşvik eden yöntemlere ihtiyaç duyarlar. Bu bağlamda, sorgulamaya dayalı öğrenme, sokratik tartışmalar ve iş birlikli problem çözme gibi yöntemlere yer verilebilir. Araştırmalar, bu yöntemlerin özel yetenekli öğrencilerin daha derinlemesine analiz yapmalarını ve yaratıcılıklarını geliştirmelerini sağladığını göstermektedir (Renzulli, 1977).

Buna ek olarak, süreç farklılaştırmasının özel yetenekli öğrencilerin sadece akademik başarılarını değil, sosyal becerilerini de geliştirdiği bildirilmiştir. Özellikle iş birliğine dayalı öğrenme etkinlikleri, bu öğrencilerin problem çözme süreçlerinde farklı bakış açıları geliştirmelerine ve takım çalışması becerilerini artırmalarına yardımcı olur (VanTassel-Baska, 2005). Ayrıca, bağımsız projelerin dahil edilmesi, özel yetenekli öğrencilerin ilgi alanlarını keşfetmeleri ve derinleştirmeleri için bir fırsat sağlar (Tomlinson, 2001). Bu farklılaştırılmış yöntemlerin uygulanması sadece öğrenme sürecini bireyselleştirmekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırır ve onlara daha anlamlı bir eğitim deneyimi sağlar.

2.1.2.3. Ürün farklılaştırması

Ürün farklılaştırması ise öğrencilerin öğrenme sürecinde edindikleri anlayışı ifade etme yolları bireysel ihtiyaçlarına göre çeşitlendirilebilmesini kapsar. Özel yetenekli öğrenciler standart testleri yapmak yerine derinlemesine sunumlar hazırlayabilir, deneyler tasarlayabilir veya becerilerini sergileyen portfolyolar geliştirebilirler. Bu yöntemler öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel analiz ve bağımsız çalışma becerilerini geliştirmelerine olanak sağlar (Tomlinson ve Jarvis, 2013). Araştırmalar, ürün farklılaştırmasının öğrencilerin bireysel ilgi alanlarını keşfetmelerini sağlarken akademik başarılarını da artırdığını göstermektedir (VanTassel-Baska ve diğerleri, 2020). Örneğin, öğrencilerin seçtikleri konulara yönelik projeler tasarlamaları ve bu projelerde çeşitli araçlar kullanmaları hem motivasyonlarını artırır hem de öğrenme sürecini daha anlamlı hale getirir (Hertberg-Davis, 2009). Ürün farklılaştırmada kullanılan portfolyolar, öğrencilerin hem

süreç boyunca hem de süreç sonunda kaydettikleri ilerlemeyi belgelemelerine olanak tanır. Bu uygulama sadece öğrenme çıktılarının çeşitlenmesini değil aynı zamanda öğrencilerin öz yönetim becerilerinin gelişmesine de olanak tanır (Kanevsky, 2011).

2.1.2.4. Öğrenme ortamlarının farklılaştırması

Öğrenme ortamı farklılaştırma, fiziksel ve psikolojik öğrenme ortamının öğrencilerin bireysel ihtiyaç ve tercihlerine göre düzenlenmesini içerir ve özel yetenekli çocuklar için kritik öneme sahiptir. Özel yetenekli öğrenciler genellikle risk almayı, bağımsız düşünmeyi ve benzer yeteneklere sahip akranlarıyla iş birliğini teşvik eden ortamları tercih ederler. Bu tür ortamlar öğrencilerin tam potansiyellerini geliştirmelerine ve daha yüksek başarı düzeylerine ulaşmalarına yardımcı olur (VanTassel-Baska, 2003). Araştırmalar olumlu öğrenme ortamlarının sadece akademik başarıyı değil aynı zamanda sosyal ve duygusal gelişimi de desteklediğini göstermektedir. Öğrenciler için esnek düzenlemeler, teknolojik araçlarla zenginleştirilmiş sınıflar ve bireyselleştirilmiş materyaller öğrenme sürecini daha verimli ve motive edici hale getirir (Gilson ve Lee, 2023). Örneğin, dijital materyallerin kullanımı ve bireysel projeler öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkıda bulunabilir (Sayıl ve Soysal, 2022). Bununla birlikte, öğrenme ortamının farklılaştırılması, öğrencilerin bireysel hızlarına ve öğrenme stillerine uyum sağlamalarına olanak tanır. Grup çalışması, bireysel görevler ve akıllı teknoloji kullanımı gibi çeşitli düzenlemeler öğrencilerin daha etkili öğrenmelerine yardımcı olur. Bu tür farklılaştırmalar hem öğrencilerin ilgisini artırır hem de öğretim sürecini daha esnek ve etkili hale getirir (Dinnocenti, 1998).

2.1.3. Türkiye’de özel yetenekliler eğitimi ve BİLSEM’ler

Türkiye’de özel yetenekli bireylerin eğitimi farklı kurum ve programlarla desteklenmektedir. Fen liseleri, özel yetenekli öğrencilere fen ve matematik alanlarında eğitim vermek üzere tasarlanmıştır. İlk fen lisesi 1964 yılında Ankara’da kurulmuştur ve öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (MEB, 2014). Özel okullar arasında TEV İnanç Türkeş Özel Lisesi (TEVİTÖL) Türkiye’de bu alanda öncü

kurumlardan biridir. 1993 yılında kurulan TEVİTÖL, sadece özel yetenekli öğrencileri kabul etmekte ve onların liderlik, yaratıcılık ve akademik potansiyellerini desteklemeyi amaçlamaktadır (Akarsu, 2004). Bunun yanı sıra, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında İstanbul'da açılan ARGEM, özel yetenekli öğrenciler için Türkiye'deki ilk resmî yatılı okul olarak faaliyet göstermektedir. BİLSEM'lerden aday gösterilen öğrenciler, ortaokul ve lise düzeyinde özel bir seçme sürecinden geçerek bu okula kabul edilmekte ve hızlandırılmış, zenginleştirilmiş bir öğretim programıyla eğitim almaktadır (Polat, Gökçe ve Erdoğan, 2023)

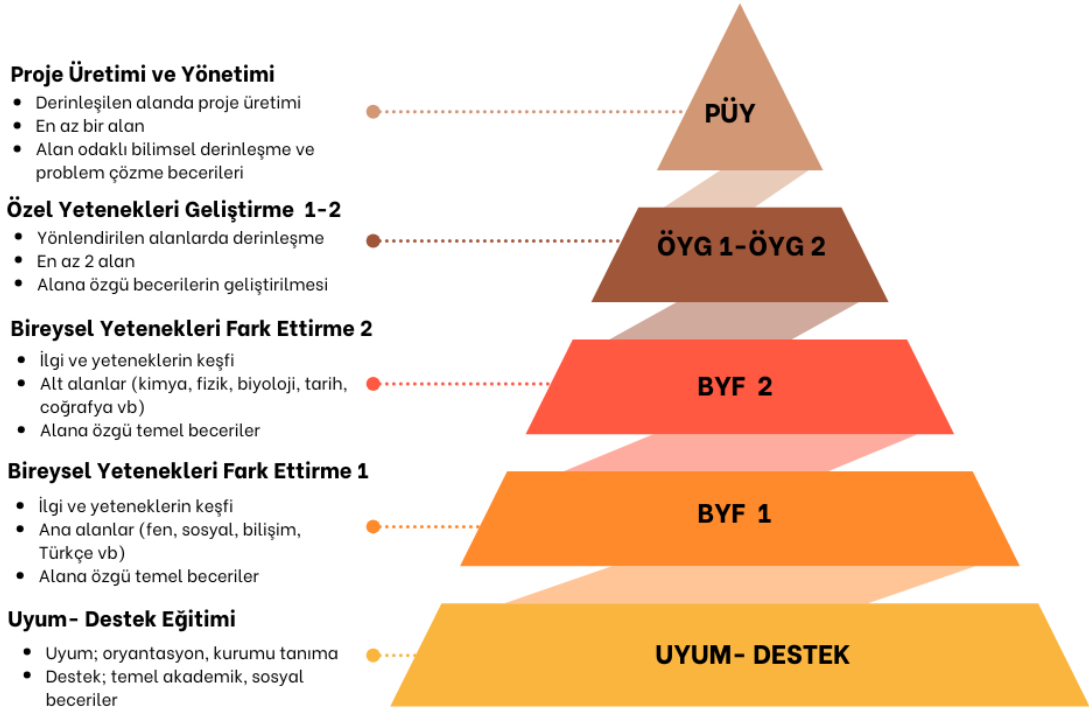
Özel yetenekli bireylerin bireysel farklılıklarına uygun bir eğitim modeli olarak öne çıkan Özel yetenekliler Eğitim Programları (ÜYEP), Anadolu Üniversitesi tarafından geliştirilen özgün bir eğitim modelidir. Bu program analitik, yaratıcı ve pratik becerilerin gelişimini destekleyen bir müfredata ve hızlandırılmış eğitim yaklaşımını benimseyen bir yapıya sahiptir (Sak ve diğerleri, 2016). Diğer yandan, örgün eğitim sistemi içerisinde özel yetenekli öğrencilere yönelik uygulamalardan biri olan Destek Eğitim Odaları, MEB tarafından hayata geçirilmiştir. Bu odalar, bireysel ihtiyaçlara göre farklılaştırılmış eğitim programları sunarak örgün eğitimdeki öğrencilere destek sağlamaktadır (MEB, 2015).

Ülkemizde özel yeteneklilerin eğitiminde en yaygın kurum BİLSEM'lerdir. Özel yetenekli bireylerin örgün eğitim dışındaki gelişimlerini desteklemek amacıyla 1995 yılından bu yana BİLSEM eğitim vermektedir. BİLSEM'ler öğrencilerin yaratıcı düşünme, bilimsel proje üretme ve bireysel yeteneklerini geliştirmeleri için zenginleştirilmiş bir eğitim modeli sunmaktadır. Bu merkezlere kabul edilen öğrenciler özel testler ve değerlendirmeler sonucunda seçilmektedir (MEB; 2019; Sak ve diğerleri, 2016).

BİLSEM'e öğrenciler, Millî Eğitim Bakanlığı'nın tanılama süreçleri ile seçilir. Genel zihinsel, resim, müzik yetenek alanlarında aday gösterilen öğrenciler, ön değerlendirme ve bireysel değerlendirme aşamalarını geçtikten sonra kayıt hakkı kazanır. Bu süreç, özel yetenekli öğrencilerin yeteneklerini fark edip geliştirmesini sağlar (MEB 2019). Bu kurumlarda özel yetenekli öğrencilerin gelişimlerini desteklemek amacıyla çeşitli programlar uygulanmaktadır. Uyum Programı ile BİLSEM'e yeni kaydolan öğrencilerin merkezi, öğretmenleri ve diğer öğrencileri tanımlarını sağlamak, sosyal ve psikolojik gelişimlerini desteklemek ve BİLSEM kültürüne uyumlarını kolaylaştırmak amaçlanır.

Destek eğitim programı, BİLSEM'lerde uyum programını tamamlayan genel zihinsel yetenek alanında tanınan öğrenciler için uygulanan ikinci aşama eğitim sürecidir. Bu program, öğrencilerin temel becerilerini tüm alanlarla ilişkilendirerek iş birliği, iletişim, problem çözme, bilimsel araştırma, yaratıcı düşünme, teknoloji okuryazarlığı ve sosyal sorumluluk gibi beceriler kazanmalarını amaçlar. Sürecin sonunda öğrenciler, BYF programına devam ederler. Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programı (BYFP), genel zihinsel yetenek alanında tanınan öğrencilerin bireysel yeteneklerini keşfetmelerini amaçlayan bir eğitim programıdır. Program öğrencilerin ilgi duydukları, yetenekli oldukları ve ileride derinlemesine çalışabilecekleri alanları fark etmelerine yardımcı olmak amacıyla farklı alanlarda tutum ve becerileri geliştirmeye yönelik etkinlikler düzenlenir. Ayrıca, disiplinler arası ilişkiler dikkate alınarak proje üretim çalışmaları yürütülür ve destek eğitim programına kıyasla daha kapsamlı çalışmalar gerçekleştirilir. Programın sonunda öğrenciler, öğretmenler kurulu tarafından çoklu değerlendirme yöntemiyle değerlendirilerek özel yetenekleri geliştirme programına yönlendirilir. BYF, öğrencilerin tüm alanları tanıyabileceği şekilde planlanmış olup iki eğitim-öğretim yılı süresince uygulanmaktadır. Özel Yetenekleri Geliştirme Programı (ÖYGP), genel zihinsel yetenek alanında tanınan ve BYF Programı'nı tamamlayan öğrencilerin, yönlendirildikleri alanlarda özel yeteneklerini geliştirmelerini amaçlayan bir eğitim programıdır. Program, öğrencilerin yönlendirildikleri alanda derinlemesine bilgi, beceri ve davranış kazanmalarını sağlamak üzere yapılandırılmıştır. Disiplinler arası ilişkiler dikkate alınarak yürütülen bu süreçte, öğrencilerin ileri düzeyde yetkinlik kazanmaları ve üretkenliklerini artırmaları teşvik edilir. Öğrenci merkezli bir yaklaşımla hazırlanan program, bilimsel temelli ve akademik gelişimi destekleyen etkinliklere dayalı olarak uygulanmaktadır. Proje Üretimi ve Yönetimi (PÜY) Programı, Özel Yetenekleri Geliştirme Programı'nı tamamlayan öğrencilerin ilgi, istek ve yetenekleri doğrultusunda bireysel veya grupla yürüttükleri bir eğitim programıdır. Program kapsamında öğrenciler, her eğitim-öğretim yılında en az bir proje hazırlar ve bu süreç danışman öğretmenlerin rehberliğinde yürütülür. Proje konuları, öncelikli olarak öğrencinin ÖYG'de eğitim aldığı alanlar arasından seçilir, ancak diğer alanlarda da projeler üretilebilir. PÜY sürecinde, öğrenciler bilimsel çalışma, üretim ve sanat etkinlikleri içeren projeler geliştirir. Öğretmenlerin bilgi aktarmaktan ziyade rehberlik yaptığı bu süreçte, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yönetmeleri teşvik edilir. Bu program süreçleri Şekil 1'de özetlenmiştir.

BİLSEM EĞİTİM AŞAMALARI



Şekil 1. BİLSEM'de uygulanan programlar ve eğitim süreci

BİLSEM'deki eğitim modeli, özel yetenekli öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve ihtiyaçlarını dikkate alan öğrenci merkezli bir yaklaşıma dayanmaktadır. Bu model disiplinler arası, zenginleştirilmiş ve farklılaştırılmış eğitim programları ile desteklenmektedir. Eğitim sürecinde öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri (problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme vb.) geliştirilirken, bilimsel araştırma, proje üretme süreçlerini deneyimlemeleri sağlanır. Özgün ürün ve projeler ortaya çıkarmayı hedefleyen bu yaklaşım, öğrencilerin disiplinler arası bilgiye ulaşmalarını ve bunu pratiğe dönüştürmelerini sağlamaktadır. Eğitim modeli, öğrencilerin süreç içerisinde yetenekleri doğrultusunda derinleşerek potansiyellerini en üst düzeyde kullanabilmelerini amaçlayan yenilikçi ve esnek bir yapıya sahiptir (MEB, 2019).

2.1.4. Bilgi işlemsel düşünme kavramsal çerçevesi

Bu kısımda BİD'in teorik temelleri ve kavramsal çerçevesi kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. İlk olarak, BİD'in tarihsel gelişimi ve bu kavramın eğitim, bilgisayar bilimleri ve

mühendislik gibi farklı disiplinlerde nasıl şekillendiği ve geliştiği vurgulanmıştır. BİD ile ilgili temel kavram ve yaklaşımlar literatürdeki farklı tanımlar çerçevesinde analiz edilecek ve bu düşünme biçiminin çok boyutlu yapısı ortaya konulmuştur. Ayrıca BİD'in eğitim sistemine entegrasyonuna ilişkin görüşler değerlendirilmiştir. Bu kapsamda BİD'in müfredatlara entegrasyon yöntemleri, ders içeriklerinde yapılandırılma şekli ve bu entegrasyon sürecinin etkilerine ilişkin literatürde yer alan bulgular ortaya konulmuştur. Son olarak, bu entegrasyonun eğitim ve öğretim süreçleri üzerindeki etkisi ve öğrenme çıktılarına katkısı analiz edilmiştir. Bu bağlamda, BİD'in bireylerin problem çözme, eleştirel düşünme, algoritmik düşünme ve dijital okuryazarlık becerilerinin gelişimine katkıları da ele alınan konular arasında olmuştur.

2.1.4.1.Bilgi işlemsel düşünmenin kapsamı

Gündelik hayat problemlerinin giderek kompleks bir hal alması, problem çözme ve kompleks bir sürece dönüştürürken, bireyler için bu zor ve karmaşık problemleri çözülebilir hale getirecek yeni düşünme süreçlerinin geliştirilmesine yönelik arayışlara da yol açmıştır. Bu bağlamda eğitimde görece yeni yaklaşımlardan biri de BİD'dir. BİD ile ilgili olarak literatürde pek çok şekilde tanımlama yapılmıştır, fakat üzerinde uzlaşılan tek bir tanım bulunmamaktadır. Bu nedenle birçok araştırmacı, kuruluş kendi tanımlarını yapmışlardır (Barr ve Stephenson, 2011; Brennan ve Resnick, 2012; Kong ve Abelson ve Lai 2019; Selby ve Woollard, 2014; Kalelioğlu ve Gülbahar, 2014; Yadav ve diğerleri, 2011). Fakat BİD'in tanımlanmaması pek çok problemi de beraberinde getirmekte ve bu alanın gelişmesi isteniyorsa tanımlanma yapmanın önemi üzerinde durulmaktadır. Bu bağlamda 2009 yılında NRC tarafından bir çalıştay gerçekleştirilmiş, fakat çalıştay katılımcıları arasında da net bir fikir birliğine varılamamıştır. Bununla birlikte, bilgi ve iletişim teknolojilerinin giderek dönüştürdüğü bir dünyada, BİD etrafında şekillenen fikirlerin taşıdığı önemin altı özellikle çizilmiştir (Kong ve Abelson, 2019; Kong ve diğerleri, 2019). Günümüzde kavramın tanımının belirlenmesine yönelik yoğun tartışmalar devam etmektedir. BİD ve unsurlarına ilişkin kesin bir tanımın eksikliği öğretmenlerin bu becerilerle donatılmış öğretmenler olarak yetişmesi için net yollar geliştirmeyi oldukça zorlaştırmaktadır (Yadav, 2011), ancak bu yönde adımlar atmak oldukça önemli ve mümkündür (Yadav, Stephenson ve Hong, 2017).

Literatürde farklı şekillerde tanımlansa da genel olarak problem çözme becerisi olarak ifade edilen BİD (Wing, 2006), üst düzey düşünme becerileri arasında önemli bir yer tutmaktadır (Çetin, 2016). Kavram ilk kez 1980 yılında Papert tarafından ortaya atılmış, ancak Wing'in çalışmalarıyla daha fazla ilgi çekmiştir (Grover ve Pea, 2013). Wing (2006), BİD'in karmaşık problemleri çözmede etkili bir yöntem olduğunu belirtmiştir.

BİD terimi, Seymour Papert'in mirası üzerine inşa edilen ve öğrenmeyi kolaylaştırmada hesaplamının ve bilgi işlemsel fikirlerin rolünü vurgulayan bir perspektifi temsil etmektedir. Modern anlamda bu terimin bilgisayarlar ve eğitimle olan ilişkisi Papert'in öncülüğüne dayanmaktadır (Kong ve diğerleri, 2019). BİD terimi ilk kez Papert'in *Mindstorms* adlı kitabında kodlama eğitimi bağlamında tanımlanmış (Göncü, Çetin ve Şendurur, 2020; Papert ve Harel, 1991) ve bu kavram Papert tarafından *prosedürel düşünme* olarak adlandırılmıştır (Grover ve Pea, 2013; Kong ve diğerleri 2019; Papert, 1980). Papert, bu kitabında prosedürel düşünmeyi güçlü bir entelektüel araç olarak savunmuş ve bireylerin bir bilgisayara benzer şekilde düşünmeyi bir strateji olarak benimsemelerini önermiştir (Papert, 1980).

Papert'in eğitime en önemli katkılarından biri, yapılandırmacı öğrenme teorisini genişleterek geliştirdiği *inşacılık* anlayışıdır. Bu teorinin, bireylerin somut ve paylaşılabılır bir ürün inşa ederek öğrenme sürecini derinleştirdiğini savunur. Papert, öğrenmenin, öğrenenin bir ürün yarattığı ve bunu başkalarıyla paylaştığı bir bağlamda gerçekleştiğini belirtmektedir. Bu ürün bir yazılım programı, fiziksel bir nesne, bir sanat eseri veya bir çözüm raporu gibi somut bir yapı olabilir. Böylece öğrenme, bireyin zihninde yalnızca soyut bir süreç olmaktan çıkıp, etkileşim ve geri bildirim aracılığıyla güçlenen dinamik bir yapıya dönüşür (Kong ve diğerleri, 2019).

Papert'in *Mindstorms* adlı kitabında dile getirdiği endişeler, günümüzde BİDB'nin programlama veya araç kullanımına indirgenmek yerine daha geniş bir düşünme çerçevesi olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu, bireylerin yalnızca teknik beceriler geliştirmesinden ziyade, problem çözme süreçlerine entegre edilebilecek entelektüel bir yaklaşımı benimsemelerini gerektiren bir eğitim anlayışını ifade etmektedir. BİD'in bu geniş çerçevesi, Papert'in 30 yıl önce başlattığı tartışmaların hala geçerli olduğunu ve bu ayrımın eğitimdeki önemini vurgulamaktadır.

Jeanette Wing, 2006 yılında yayınladığı 'Computational Thinking' adlı ufuk açıcı makalesi ile bu kavramı yeniden gündeme getirerek modern eğitim ve teknoloji dünyasına önemli bir katkıda bulunmuştur (Wing, 2006). Wing, BİD'in sadece bilgisayar bilimcilerine özgü bir

beceri değil, tüm bireyler için temel bir yetkinlik olması gerektiğini savunmuştur. Wing'in, "*BİD sadece bilgisayar bilimcileri için değil, herkes için temel bir beceridir. Okuma, yazma ve aritmetiğe ek olarak, her çocuğun analitik yeteneğine BİD'i de eklemeliyiz*" ifadesi bu vizyonu açıkça ortaya koymaktadır (Wing, 2006, s.33). Wing'in bakış açısına göre BİD okuma, yazma ve aritmetik gibi temel becerilere eklenmesi gereken bir yetkinliktir. Ancak Wing'in tanımı bu becerilerin ötesine geçmektedir; BİD, analitik yeteneklerin geliştirilmesi için gerekli olan daha geniş bir düşünme ve problem çözme çerçevesidir. Bu bağlamda Wing, BİD'i bireylerin dijital çağın karmaşık gerekliliklerine uyum sağlamasını ve başarılı olmasını sağlayacak bir yetkinlik olarak konumlandırmaktadır (Wing, 2006).

Wing'in vizyonu BİD'i sadece teknik bir beceri olarak değil, aynı zamanda soyut düşünme, problem çözme ve sistematik modelleme becerisi olarak da görmektedir. Bu yaklaşım, BİD'nin programlama veya mekanik işlevlerin ötesine geçtiğini, bireylerin yaratıcı problem çözme kapasitelerini artırmaya yönelik bir düşünme biçimi olduğunu vurgulamaktadır. Wing, *bilgisayarlar değil insanlar düşünür* felsefesiyle insan yaratıcılığına dikkat çekmekte ve BİD'i iki ana perspektiften analiz etmektedir: İnsanların hayal güçleriyle sınırlı sistemler yaratma potansiyeli ve bilgisayarların mekanik işlevlerinin ötesine geçen yaratıcılık katma yeteneği (Wing, 2006). Wing, BİD'i dijital çağda başarılı olmak için analitik düşünme becerilerini geliştiren evrensel bir yetkinlik olarak tanımlamış ve bilişim endüstrisinin hızlı yükselişinin başlangıcına paralel olarak bu kavramın eğitimdeki önemini vurgulamıştır. Wing'in vizyonu, BİD'in sadece bilgi işlemin ötesinde karmaşık sistemleri anlamayı, yenilikçi problem çözme yaklaşımları geliştirmeyi ve bireylerin teknoloji odaklı bir dünyada etkin bir şekilde yol almalarını sağlamayı içerecek şekilde yeniden tanımlanmasını içermektedir. Wing'in çalışmaları, BİD'in toplum genelinde yaygınlaştırılması ve dijital çağın ihtiyaçlarına uyarlanması için önemli bir teorik çerçeve sunmaktadır. Yadav 2017, BİD'in tanımlanmasında fikir birliği ve tam bir netlik olmasa da Wing'in fikirlerinin bu kavramı anlamlandırmada iyi bir başlangıç noktası sunduğunu ifade etmiştir.

Grover ve Pea (2013), BİD'i matematik ve fen bilimlerinin yanı sıra teknolojiyi anlamak için evrensel bir dil olarak tanımlar ve bu dilin sadece teknolojinin temellerini öğrenmeyi değil, aynı zamanda problem çözmeyi ve yaratıcı çözümler geliştirmeyi de sağladığını ifade eder. Araştırmacılara göre, BİD'in erken yaşlarda öğretilmesi, bireyleri geleceğin dijital dünyasına hazırlamak için kritik önem taşır ve BİD sadece teknik bir araç olarak değil, aynı

zamanda teknolojiyi anlama ve etkili bir şekilde kullanmanın evrensel bir yöntemi olarak da öne çıkarır.

Barr ve Stephenson (2011), BİD'i, yalnızca bilgisayar bilimiyle sınırlı olmayan disiplinler arası bir süreç olarak tanımlar. BİD'in tanımını yaparken bu süreçteki adımları, problemi formüle etme, verileri düzenleme ve analiz etme, verilerin soyutlanarak sunulması, algoritmik düşünme kullanarak çözüm yollarını otomatize etme, süreci yaygınlaştırma, şeklinde belirtmişlerdir. Onlara göre, BİD'in K-12 eğitiminde temel bir beceri olarak benimsenmesi, öğrencilerin modern dünyada analitik düşünme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmesi için kritik bir gerekliliktir (Barr, Harrison ve Conery, 2011).

Weintrop ve diğerlerinin (2016) yaklaşımları, bilgisayar bilimlerine odaklanan geleneksel BİD tanımlarından ayrılarak, matematik ve fen bilimleri bağlamında daha spesifik bir uygulama odaklı sınıflandırma sunar. Onların yaklaşımı, soyutlama ve algoritmalar gibi genel bilgisayar bilimi kavramlarına odaklanmak yerine, matematik ve bilimdeki anlamlı bağlamlarda BİD'in nasıl kullanılabileceğini vurgular. Matematikçiler ve bilim insanlarının, disiplinlerini ilerletmek için BİD'i nasıl uyguladığına dair pratik örneklerden yararlanır. Bu daraltılmış bağlam, matematik ve fen bilimlerinde BİD'in daha net bir şekilde tanımlanmasını ve karakterize edilmesini sağlar. Bu yaklaşım, BİD'i soyut bir beceri olarak değil, disipline özgü problem çözme süreçlerinde kullanılan bir araç olarak konumlandırır. Matematik ve bilim, bu bağlamda BİD kavramlarının öğretimi ve uygulaması için doğal bir çerçeve sunar ve BİD'in bu disiplinlerde nasıl öğrenileceği ve uygulanacağına dair daha odaklı bir anlayış sağlar (Weintrop ve diğerleri, 2016).

Birçok araştırmacı tarafından önemi vurgulanan BİD, pek çok uluslararası raporda yer almış, BİD'in ülkeler için önemi vurgulanmış ve çeşitli standartlar belirlenmiştir. ISTE 2016, BİD özelinde hedefler belirlemiş ve ISTE 2016 standartları içinde yer alan yedi temel standarttan biri olan, BİD'in *Bilgi İnşacısı* ve *Yenilikçi Tasarımcı* standartlarıyla güçlü bir ilişkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Bu bağlamda BİD için şu hedefler tanımlanmıştır:

- Öğrenciler, çözüm arayışı sırasında veri analizi, soyut modeller ve algoritmik düşünme gibi teknoloji destekli yöntemlere uygun problem tanımları yaparlar.
- Dijital araçları kullanarak veri toplar, analiz eder ve problem çözme süreçlerini kolaylaştırmak için bu verileri temsil ederler.

- Problemleri bileşenlerine ayırır, kilit bilgilere ulaşır ve karmaşık sistemleri anlamak veya problem çözmek için tanımlayıcı modeller geliştirirler.
- Otomasyonun nasıl çalıştığını kavrarlar ve algoritmik düşünmeyi kullanarak otomatik çözümler oluşturur ve test ederler.

Bu hedefler, öğrencilerin BİD’i sadece teknik bir beceri olarak değil, aynı zamanda disiplinler arası problem çözme aracı olarak geliştirmelerine olanak tanır (ISTE, 2016).

ISTE (Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği), 2024 yılında öğrenci standartlarını güncelleyerek, öğrencilerin dijital çağda etkili ve etik bireyler olarak yetişmelerini desteklemeyi amaçlamıştır. Bu standartlar, öğrencilerin teknolojiyle etkileşimlerini yapılandırmak ve dijital dünyada başarılı olmalarını sağlamak için bir çerçeve sunar. Bu çerçevede belirlenen yedi beceriden biri *bilgi işlemsel düşünür olmaktır*. Bu madde, öğrencilerin teknolojiyi kullanarak problem çözme, veri analizi ve algoritmik düşünme gibi becerileri kazanmasını hedefler. Ayrıntıları şu şekildedir:

- Teknoloji destekli yöntemlere (veri analizi, soyut modeller ve algoritmik düşünme gibi) uygun problem tanımları oluşturarak bu yöntemleri kullanarak çözümler keşfetmek ve geliştirmek.
- Verileri toplamak veya ilgili veri setlerini belirlemek, dijital araçlar kullanarak analiz etmek ve problem çözme ve karar alma süreçlerini kolaylaştırmak için verileri çeşitli şekillerde temsil etmek.
- Problemleri bileşenlerine ayırmak, temel bilgileri çıkarmak ve karmaşık sistemleri anlamak veya problem çözmeyi kolaylaştırmak için tanımlayıcı modeller geliştirmek.
- Otomasyonun nasıl çalıştığını anlamak ve otomatik çözümler oluşturup test etmek için algoritmik düşünmeyi kullanarak adım adım bir süreç geliştirmek.

Ulusal Araştırma Konseyi’nin (National Research Council [NRC], 2010) raporu, BİD üzerine kapsamlı bir rapor hazırlamış ve bu düşünme biçiminin kapsamını, doğasını ve eğitimdeki rolünü ayrıntılı olarak tartışmıştır (NASEM, 2010). Raporda BİD’in, bilgisayar bilimcilerinin düşünme alışkanlıklarından yola çıkarak herkesin problem çözme, sistem tasarımı ve insan davranışlarını anlamada kullanabileceği temel bir analitik beceri olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca BİD’in teknolojiyi kullanmanın ötesine geçtiği ve bireylerin soyutlama, algoritmik düşünme ve hata ayıklama gibi temel bilişsel süreçlerini geliştirdiği belirtilmiştir.

NRC, BİD'in bilgisayar okuryazarlığı (örneğin belge, sunum ve bütçe oluşturma), programlama (örneğin Java veya C++ gibi dilleri öğrenme) ve uygulama geliştirme (örneğin oyun, robot ve simülasyon tasarlama) gibi dar yaklaşımlarla karıştırılmaması gerektiğini belirtmiştir. Bu yaklaşımlar faydalı olmakla birlikte, BİD'in geniş ve disiplinler arası doğasını tam olarak yansıtmamaktadır. Raporda bilgi işlemsel düşüncenin etkilerinin biyoloji, istatistik ve yer bilimleri gibi disiplinlerden bankacılık, hukuk ve sağlık hizmetleri gibi mesleklere kadar uzandığı belirtilmiştir.

Sonuç olarak, NRC' nin raporu BİD'i sadece bilgisayar bilimcilerinin değil herkesin problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirebileceği kapsayıcı bir çerçeve olarak tanımlamaktadır. Raporda ayrıca bu düşünme biçiminin eğitime nasıl entegre edilebileceği ve diğer disiplinler üzerindeki etkilerine ilişkin öneriler de yer almaktadır (NASEM, 2010).

Brennan ve Resnick'in (2012), BİD kapsamında, öğrenme ve değerlendirme süreçlerini açıklamak için üç temel boyut/sınıflandırma önermiştir. Bu çerçevenin amacı, bir tanım oluşturma ve bu tanımın gençlerin öğrenme süreçlerini anlamlandırmada bir araç olarak kullanılması amacını taşır. Çerçeve, BİD'in yalnızca teknik özelliklerden ibaret olmadığını, aynı zamanda problem çözme, yaratıcı düşünme ve teknolojiyle iletişim yoluyla dünyayı anlamlandırmalarını sağlayan bir düşünce biçimi olduğunu vurgular. Bu tanım, BİD' i bir süreç olarak ele alır ve bilgi işlemsel kavramlar, bilgi işlemsel uygulamalar ve bilgi işlemsel bakış açıları üzerinden üç boyutlu bir yapı sunar. Böylece hem eğitimde BİD'i geliştirmeyi hem de gençlerin bu süreci geliştirme çalışmaları için geniş bir anlayış sağlar. Brennan tanımlamalarını Scracht üzerinden benzeri programlama bakış açısı ile yapmış olsa da programlamayı yalnızca bir araç olarak ele aldığını temel amacın programlama yoluyla problem çözme, yaratma ve teknolojiyle ilişki kurma gibi daha geniş düşüncesele gelişimi ortaya koymak olduğunu ifade eder.

Furber (2012), bilgisayarların modern hayatın her alanına yayılmasına paralel olarak, bilgisayar bilimi disiplininin de ilerlediğini ve dünyayı anlama ve görme biçimimize yeni, önemli perspektifler kazandırdığını ifade eder. Özellikle, BİD'in hem doğal hem de insan yapımı sistemlerde bilgilerin nasıl işlediğini anlamamıza yönelik derinlemesine ve açıklayıcı bir bakış açısı sunduğunu vurgular. Bu bağlamda, Furber, BİD'in sadece teknik bir araç değil, aynı zamanda farklı sistemlerdeki bilgi akışını ve süreçlerini analiz etmek için kullanılabilecek evrensel bir anlayış biçimi olduğunu belirtir. Ancak Furber, BİD'i daha çok bilgisayar biliminin bir alt kümesi veya temel bir düşünce biçimi olarak görür. Raporda, BİD'in diğer disiplinlere uygulanabilirliği dolaylı olarak ifade edilse de ana odak bilgisayar

bilimleri eğitimi ve bu disiplinin temel ilkeleridir. Bu nedenle, Furber'ın yaklaşımı BİD'i geniş bir çerçevede değil, daha dar bir şekilde bilgisayar bilimleri bağlamında ele alır.

Mitchel Resnick, BİD'in programlamadan daha fazlası olduğunu, ancak bunun programlamanın önemini azaltmaması gerektiğini savunur. Ona göre, programlama, tıpkı yazı yazmak gibi hem bir ifade aracı hem de yeni düşünme yolları geliştirmek için bir giriş noktasıdır. Bu nedenle, programlama, bilgi işlemsel düşüncenin önemli bir parçası ve kendini ifade etmenin güçlü bir yoludur (NRC, 2010).

Denning (2009), BİD'in köklerinin 1950'ler ve 1960'lardaki "algoritmik düşünme" kavramına dayandığını belirtmektedir. Bu kavram, sorunların çözümü için düzenli ve kesin bir adım dizisi geliştirmeyi ve gerektiğinde bu süreci otomatikleştirmek için bilgisayarları kullanmayı içermektedir.

BİD'in tanımlanması ve uygulanması farklı yöntemler, perspektifler ve odaklar etrafında ele alınsa da , literatürde genel olarak BİD'in tüm bilimlerde ve disiplinlerde merkezi bir beceri olduğu ve bilgi temelli bir toplumda herkes için temel bir yetkinlik haline geldiği evrensel olarak öğretilmesi gerektiği savunulmaktadır (Barr ve Stephenson, 2011; Cole, 2015; Czerkowski ve Lyman, 2015; Denning, 2009; Department of Education, 2013; Eickelmann, 2019; Grover ve Pea, 2013; ISTE, 2016; ISTE, 2024; Kalelioğlu, Gülbahar ve Kukul, 2016; Kong, 2016; Rich ve Hodges, 2017; Selby ve Wollard, 2013; Weintrop ve diğerleri, 2016; NRC, 2010; Wing, 2006; Yadav, Mayfield, Zhou, Hambruch ve, ve Korb, 2014). Özetle, BİD, yalnızca bilgisayar bilimlerine özgü bir beceri olmaktan çıkarak, bireylerin dijital çağın gerekliliklerini karşılamaları için gereken temel bir yetkinlik olarak genel kabul görmüştür.

Bu çalışmada, BİD yalnızca teknik bir beceri olarak değil, karmaşık problem çözme süreçlerinde sistematik bir düşünme biçimi olarak ele alınmıştır. Öğrencilerin problemi tanımlamak için soyutlamalar yapması, çözüm sürecinde sıralı adımlar (algoritmalar) oluşturması, veri toplaması ve analiz etmesi, örüntüleri tanımlaması, problemleri çözmeyi kolaylaştıracak modeller geliştirmesi ve gerekli durumlarda otomatik çözümler tasarlayarak test etmesi esas alınmıştır. Bu bağlamda çalışma, Wing (2006), Brennan ve Resnick (2012), Barr ve Stephenson (2011), Weintrop ve diğerleri (2016) ile Kalelioğlu ve Gülbahar (2014) tarafından ortaya konulan BİD'in disiplinler arası bir problem çözme aracı olarak ele alınması gerektiği görüşüne dayanmaktadır. Öğrencilerin bilgisayarlı ve bilgisayarsız yöntemleri kullanarak süreci deneyimlemeleri, BİD'in yalnızca bilgisayar bilimlerine özgü

bir yetkinlik olmadığını, aksine farklı alanlardaki problemlere uygulanabilen geniş bir düşünme çerçevesi sunduğunu göstermektedir.

2.1.4.2. Bilgi işlemsel düşünme ile ilgili öne çıkan kavramlar

Jeannette Wing, BİD’i herkes için temel bir beceri olarak tanımlar ve problem çözme, soyutlama ve sistem tasarımında yer alan zihinsel süreçleri vurgulamaktadır. Bu düşünme biçiminin temelinde yer alan *ayrıştırma, desen tanıma, soyutlama ve algoritma tasarımı* olmak üzere dört temel bileşenden oluştuğuna dikkat çekmektedir. Ayrıştırma, problemleri yönetilebilir parçalara ayırmayı; desen tanıma, eğilimleri ve düzenlilikleri belirlemeyi; soyutlama, karmaşıklığı azaltarak temel öğelere odaklanmayı; algoritma tasarımı ise adım adım çözümler geliştirmeyi ifade eder. Wing’e göre bu kavramlar, BİD’in disiplinler arası uygulanabilirliğini ve problem çözme süreçlerindeki gücünü ortaya koymaktadır (Wing, 2006).

Csizmadia ve diğerleri (2015), BİD’i, öğrencilerin ürün veya kanıt üretimine odaklanmaktan ziyade bir düşünme süreci gerçekleştirmesi olarak görmektedir. Onlara göre BİD, öğrencilerin mantıksal akıl yürütmeye dayalı bilişsel beceriler geliştirmelerine odaklanır ve bu beceriler öğrenme ile anlamayı destekler. BİD, problem çözme ve sistemleri daha iyi anlamayı sağlayan bir düşünme becerisi olarak tanımlanır ve genel olarak algoritmik düşünme becerisi, ayrıştırma becerisi, genelleme becerisi, soyutlama becerisi, değerlendirme becerisi unsurlarını içerir. Bu bakış açısına göre, BİDB sadece bilgisayar bilimi içeriğiyle sınırlı değildir; aksine, müfredatın tüm alanlarında ve yaşamın genelinde problem çözme ve düşünme becerilerini güçlendiren temel unsurlardır. BİD; sistemler, algoritmalar, soyutlamalar ve veri setleri gibi geniş bir yelpazeye uygulanabilir ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine disiplinler arası bir katkı sunar. Bu şekilde, Csizmadia ve diğerleri (2015) BİD’i eğitimde temel bir düşünme aracı olarak tanımlamaktadır.

Weintrop ve diğerleri (2016), BİD üzerine kapsamlı bir literatür incelemesi yaparak bu alandaki merkezi beceri ve uygulamaları belirlemiştir. Süreç, Ulusal Araştırma Konseyi’nin (NRC) raporlarıyla başlayarak, bilgisayar bilimi ve mühendislik alanlarındaki içerik çerçevelerini (örneğin, CS İlkeleri Projesi ve ACM/IEEE-CS Müfredatı) analiz etmeyi kapsamıştır. Elde edilen bulgular, matematik ve fen disiplinlerine odaklanarak 10 temel BİD becerisinden oluşan bir ön setin geliştirilmesiyle sonuçlanmıştır ve bu set, taksonominin

temelini oluşturmuştur. Taksonomi dört ana kategoriye ayrılmıştır: *Veri uygulamaları, modelleme ve simülasyon uygulamaları, bilgi işlemsel problem zme uygulamaları ve sistem düşünme uygulamaları*. Bu kategorilerin her biri, beş ila yedi uygulamadan oluşan alt kümelere sahiptir. NGSS'in belirlediği çerçeveyi izleyen çalışma, bilimsel araştırmaya katılımın yalnızca beceri değil, aynı zamanda her uygulamaya özgü bilgi gerektirdiğini vurgulamak amacıyla, bu unsurları "*beceriler*" veya "*kavramlar*" yerine "*uygulamalar*" olarak tanımlamayı tercih etmiştir.

NRC (Ulusal Araştırma Konseyi) raporu, BİD'in Kapsamı ve Doğası zerine alıştay Raporu, NRC raporu, BİD'in farklı disiplinlerde kullanılan bileşenlerini *sorun zme ve hata ayıklama, test etme, veri madenciliği ve bilgi alma, eşzamanlılık ve paralellik ve modelleme* olarak sıralamakta ve bu bileşenlerin kullanım alanlarını ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır. Raporda, bu bileşenlerin *problem zme, veri işleme, sistem modelleme ve algoritmik düşünme* gibi temel becerilerle nasıl ilişkili olduğu ve disiplinler arası etkileri vurgulanmaktadır. Gerçek dünyadaki sistemlerin analizinden robotik projelere, bilgi yönetiminden animasyon ve müzik senkronizasyonuna kadar uzanan rneklerle, BİD'in farklı alanlarda nasıl yenilikçi ve etkili çözümler sunduğu somut bir şekilde ele alınmıştır. Bu yaklaşım, BİD'in yalnızca bir teknoloji becerisi değil, aynı zamanda geniş bir uygulama yelpazesine sahip güçlü bir düşünme yöntemi olduğunu ortaya koymaktadır.

Yadav ve diğerleri (2014), BİD'in temelini oluşturan bilişsel süreçleri problem tanımlama ve ayrıştırma, soyutlama, mantıksal düşünme, algoritmalar ve hata ayıklama başlıkları altında ele almıştır: Bu süreçler, karmaşık problemleri anlamak, temel unsurları belirlemek, sistematik bir çerçevede çözüm üretmek ve olası hataları tespit ederek düzeltmek için bir rehber sunar. Çalışmada, bu kavramların, öğrencilerin analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirecek şekilde nasıl öğretilebileceği, günlük yaşamdan örneklerle ve etkileşimli aktivitelerle detaylandırılmıştır.

Rao ve Bhagat (2024), BİD'in, dijital çağın problem zme süreçlerinde etkili bir yöntem olduğunu ve dört temel teknik içerdiğini ifade etmektedir: *Ayrıştırma, rnt tanıma, soyutlama ve algoritma tasarımı*. Bu tekniklerin, sistematik ve etkili bir problem zme erevesi sunduğunu vurgulayan yazarlar, aynı zamanda bu becerilerin pedagojik stratejiler ve değerlendirme uygulamalarıyla desteklenerek dijital çağın gerekliliklerine uygun hale getirilmesi gerektiğini belirtmektedir.

Barr ve Stephenson (2011), BİD'i, yalnızca bilgisayar bilimiyle sınırlı olmayan, disiplinler arası bir süreç olarak tanımlar. Bu sürecin temel kavramlarına ve yeteneklerine *BİD Kavramları ve Yetenekleri* adını vermişlerdir. Bu kavramlar; veri toplama, veri analizi, veri temsili, soyutlama, model doğrulama, otomasyon, test ve doğrulama, algoritmalar ve süreçler, problem ayrıştırma, kontrol yapıları, paralelleştirme ve simülasyon gibi geniş bir yelpazeyi kapsar. Bu unsurlar, BİD'in farklı disiplinlerde uygulanabilirliğini ve eğitimde sistematik bir çerçeve sunma potansiyelini göstermektedir.

Kalelioğlu ve Gülbahar (2015), BİD sürecini, soyutlama, algoritma tasarımı, otomasyon, veri düzenleme, ayrıştırma, eş zamanlı çalışma, örüntü tanıma, örüntü genelleme ve modelleme gibi dokuz alt boyut altında ele almıştır. Bu boyutlar, problem çözme süreçlerinde bireylerin bilişsel yeteneklerini desteklemeyi ve farklı disiplinlerde uygulanabilir bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir. Çalışmada bu alt boyutların eğitim süreçlerine entegrasyonu ile öğrencilerin problem çözme, analiz ve yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik katkılarının önemi vurgulanmıştır. Sadece tanım değil BİD'i oluşturan kavramların sınıflandırmaları ile ilgili olarak da birlik sağlanamamıştır.

Selby ve Woollard (2014), BİD'i tanımlamak ve yapılandırmak amacıyla 39 farklı akademik yayını sistematik bir şekilde incelemiş ve bu alanda bir uzlaşma oluşturmaya çalışmıştır. Çalışma, BİD'in yalnızca bilgisayar bilimi bağlamında değil, geniş bir problem çözme çerçevesinde ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Literatür incelemesine dayanarak *ayrıştırma, örüntü tanıma, soyutlama, algoritma tasarımı, otomasyon, değerlendirme ve genelleme* olmak üzere yedi temel unsur tanımlamışlardır. Bu unsurlar, BİD'in disiplinler arası bir problem çözme yaklaşımı olarak anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Araştırmacılar, bu unsurların eğitim stratejilerine entegre edilerek öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirecek şekilde kullanılması gerektiğini savunmaktadır.

2.1.4.3. Bilgi işlemsel düşünme boyutlarının tanımlanması

Literatürde öne çıkan BİD boyutları ve kavramları çeşitli araştırmalarda ele alınmış ve farklı yönleriyle tanımlanmıştır. Bu çalışmada, BİD' in literatürde öne çıkan bileşenleri olan soyutlama, ayrıştırma, veri düzenleme/veri uygulamaları, örüntü tanıma, hata ayıklama, algoritma tasarımı, otomasyon, değerlendirme, mantıksal akıl yürütme, eşzamanlı

Çalışma/paralel dūřünme ve modelleme kavramları incelenmiştir. Aşağıda, bu kavramların tanımları ve literatürdeki yeri detaylandırılmaktadır.

Soyutlama, BİD'in temel bileşenlerinden biri olarak karmaşık problemleri anlamak ve çözmek için gereksiz ayrıntıları eleyerek önemli bilgilere odaklanma ve karmaşıklığı yönetme sürecini ifade eder. Bu kavramın temeli bilgisayar bilimlerine özgü olmakla birlikte, farklı disiplinlerde problem çözme sürecini kolaylaştırmak için kritik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Yadav ve diğlerleri (2014) soyutlamayı karmaşık sistemlerin temel yönlerini izole ederek net özümmleri geliştirme süreci olarak tanımlamış ve bu becerinin günlük hayattan örneklerle öğretilbileceğini belirtmiştir. Selby ve Woollard (2014) ise Wing'in (2006) soyutlamayı 'karmaşıklığı yönetmek' olarak tanımlamasından yola çıkarak bu sürecin farklı soyutlama katmanlarını aynı anda dūřünmeyi ve bu katmanlar arasındaki ilişkileri tanımlamayı içermesi gerektiğini vurgulamıştır. Csizmadia, Curzon, Dorling, Humphreys, Ng, Selby ve Woollard, 2015 de soyutlamayı karmaşık yapıları basitleştirerek problem çözmeyi kolaylaştıran bir beceri olarak değerlendirmiş ve Londra Metrosu haritasını sadece gerekli bilgileri sunarak karmaşıklığı azaltan bir örnek olarak göstermiştir. Weintrop ve diğlerleri (2016) ise soyutlamanın bilgi işlemsel modellerle birlikte çalışarak karmaşık yapıların anlaşılmasını sağladığını ifade etmiş ve bu süreçte, öğrencilerin karmaşık sistemlerin temel unsurlarını ayıklayarak sadeleştirilmiş temsiller oluşturduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, özellikle model tabanlı öğrenme süreçlerinde soyutlamanın sadece karmaşıklığı yöneten değil, aynı zamanda öğrencilerin eleştirel dūřünme ve analiz becerilerini de geliştiren pedagojik bir araç olduğu açıkça ifade edilmektedir (Weintrop ve diğlerleri, 2016). Tüm bu yaklaşımlar, soyutlamanın öğrencilerin karmaşıklığı yönetebilmelerini ve disiplinler arası özümmleri üretebilmelerini sağlayan bir dūřünme becerisi olduğunu göstermektedir.

Ayrıştırma, BİD'in temel bir unsuru olarak, karmaşık problemleri daha küçük, daha yönetilebilir parçalara ayırma sürecidir. Bu süreç, her bir parçanın bağımsız olarak ele alınmasını sağlayarak problemin genel çözümüne ulaşmayı kolaylaştırır. Problemleri alt görevlere bölerek çözüm sürecini organize eden bir beceri olarak ifade edilmektedir. Bu becerinin özellikle günlük hayattan örneklerle öğretildiğinde etkili olduğu vurgulanmıştır. Örneğin, kahvaltı hazırlamak gibi bir görev 'çay yapmak' ve 'tost hazırlamak' gibi alt görevlere bölünerek daha basit bir şekilde ele alınabilir (Csizmadia ve diğlerleri, 2015; Yadav ve diğlerleri, 2014). Karmaşık sistemlerin çözümünde kritik bir araç olmasının yanı sıra ayrıştırma, veri toplama ve analiz etme süreçlerinde de önemli bir rol oynar. Bu süreçte

işlevsel yapıların belirlenmesi, parçalar arasındaki ilişkilerin anlaşılması ve problemin daha yönetilebilir bir yapıya dönüştürülmesi önemlidir (Labusch, Eickelmann ve Vennemann, 2019; Selby ve Woollard, 2014). Weintrop ve diğerleri (2016) ayrıştırmayı, karmaşık sistemleri parçalarına ayırmak ve bu parçaların nasıl ilişkili olduğunu anlamak için bilgi işlemsel modellerle desteklenen bir süreç olarak tanımlamaktadır. Bu süreç, görsel ve analitik destek sağlayarak karmaşık sorunların daha iyi anlaşılmasını sağlar (Weintrop ve diğerleri, 2016).

Veri düzenleme/Veri uygulamaları, BİD'in önemli boyutlarından biridir ve karmaşık problemlerin çözülmesinde ve bilimsel araştırmaların yürütülmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu süreç, veri toplamak, düzenlemek, analiz etmek ve görselleştirmek ve yeni bilgi üretmek için bilgi işlemsel araçların kullanılmasını içerir. Duschl ve diğerleri (2007) bilimsel problem çözme süreçlerinde veri ve kanıtların merkezi öneminin altını çizmiş ve bunların anlamlı çıkarımlar yapmak için kullanılması gerektiğini vurgulamıştır. NGSS (Yeni Nesil Fen Standartları) (2013), hesaplama teknolojilerindeki ilerlemelerin bilim insanlarının daha önce mümkün olmayan büyük veri kümeleri üzerinde çalışmasına olanak sağladığını ve bunun BİDB'nin geliştirilmesi için kritik önem taşıdığını belirtmiştir.

Weintrop ve diğerleri (2016) veri uygulamalarını matematik ve fen sınıflarında BİD'in ayrılmaz bir parçası olarak tanımlamış ve veri analizi, görselleştirme ve modelleme süreçlerinin öğrenme etkinlikleriyle ilişkilendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu bağlamda, veri toplama ve analizinden görsel temsiller oluşturarak sonuç çıkarmaya kadar her adımın öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini desteklediği belirtilmektedir. Labusch ve diğerleri (2019), BİD süreçlerinde karmaşık veri setlerinin basitleştirilmesi ve problemlerin çözümünde kullanılması açısından veri organizasyonunun önemli olduğunu vurgulamıştır.

Sonuç olarak, problem çözme süreçlerinde BİD'in kritik bir bileşeni olan veri uygulamaları, öğrencilerin veri yönetimi, analizi ve iletişimi yoluyla anlamlı çözümler geliştirmelerini sağlar. Bilgi işlemsel araç ve teknolojilerle desteklenen bu süreç, sadece bilgi üretmeyi değil, aynı zamanda bu bilgiyi disiplinler arası problemlere uygulamayı da mümkün kılmaktadır.

Örüntü tanıma, BİD'in temel bileşenlerinden biri olan örüntü tanıma, problemler, durumlar ve veriler arasındaki düzenlilikleri ve benzerlikleri tanıma ve bu düzenliliklerin çözüme nasıl katkı sağlayacağını anlama ve elde edilen bu bilgiyi genelleştirme becerisini ifade eder. Wing (2006) bu beceriyi, problemlerin ortak yönlerini fark ederek onları genelleştirme ve

daha geniş bağlamlara uygulama süreci olarak tanımlamış ve BİDB'nin merkezinde yer aldığını vurgulamıştır. Örüntü tanıma, problemler arasındaki benzerlikleri fark etme, bu benzerliklere dayalı çözümler geliştirme ve bir problemin önemli özelliklerini çıkararak bu bilgiyi yeni problemlere uygulama sürecidir (Csizmadia ve diğerleri, 2015; Yadav ve diğerleri, 2014). Csizmadia ve diğerleri (2015), bu sürecin problem çözme hızlandırdığını ve yaratıcı düşünme süreçlerine katkı sağladığını belirtmiş ve hava durumu verilerindeki düzenlilikleri analiz ederek meteorolojik tahminlerde bulunmayı bu beceriye örnek olarak sunmuşlardır. Selby ve Woollard (2014) örüntü tanımanın karmaşık problemleri analiz ederek daha geniş çözümler üretmede kritik öneme sahip olduğunu ve öğrencilerin anlamlı ilişkiler kurmasına olanak sağladığını belirtmiştir. Labusch ve diğerleri (2019) bu becerinin DNA dizilerindeki tekrarlayan örüntülerin belirlenmesi gibi bilim bağlamındaki uygulamalarla ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Weintrop ve diğerleri (2016) örüntü tanımayı karmaşık sistemlerin düzenliliklerini anlamak için bilgi işlemsel modellerle desteklenen bir süreç olarak ele almış ve bu becerinin görsel-analitik destekle öğrencilerin sistematik düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir.

Hata ayıklama, BİD'in temel bileşenlerinden biri olarak, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde karşılaştıkları hataları tespit etme, bu hataların nedenlerini analiz etme ve uygun çözümler geliştirme becerisini ifade eder. Bu süreç, öğrencilerin hatalardan öğrenmelerini sağlayarak çözüm üretme süreçlerini daha sistematik hale getirir (Selby ve Woollard, 2014; Yadav ve diğerleri, 2014). Hata ayıklama aynı zamanda, süreçleri test ederek değerlendirme ve iyileştirme yoluyla problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi içerir. Bu beceri yalnızca izole bir etkinlik değil, yinelemeli problem çözmenin ayrılmaz bir parçası olarak görülmektedir (Labusch ve diğerleri, 2019; NRC, 2010). Weintrop ve diğerleri (2016), hata ayıklamayı, öğrencilerin bilgi işlemsel modeller ve çözümler üzerinde karşılaştıkları sorunları analiz etme ve bu hataları düzelterek problem çözme süreçlerini geliştirme becerisi olarak tanımlamış ve bu sürecin öğrencilerin eleştirel düşünme ve çözüm geliştirme kapasitelerini arttırdığını belirtmiştir.

Algoritma tasarımı, problemlerin çözümlerine yönelik sistematik, açıkça tanımlanmış, adım adım talimatlar geliştirme süreci olarak tanımlanır ve BİD'in temel bir bileşenidir (Wing, 2006, 2011). Bu süreç, yalnızca çözümleri oluşturmayı değil, aynı zamanda bu çözümlerin doğruluk, verimlilik ve kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesini de içerir. (Labusch ve diğerleri, 2019; Selby ve Woollard, 2014). Algoritma tasarımı, öğrencilerin belirli bir problemi çözmek için prosedürler geliştirmelerini ve bu prosedürlerin benzer problemler için

genellenebilir hale gelmesini sağlar (NRC, 2010; Csizmadia ve diğerleri, 2015). Yadav ve diğerleri (2014) algoritma tasarımı, öğrencilerin günlük yaşamdaki problemleri (örneğin, bir noktadan diğerine yön oluşturma) adım adım işlem dizileriyle çözmelerine yardımcı olan bir beceri olarak tanımlamıştır. Algoritmik düşünme, sadece programlama bağlamında değil, çeşitli disiplinlerde tekrarlayan problemleri çözmek için uygulanabilir. Bu süreç, bilgi işlemsel modellerin kullanımıyla birleştirildiğinde, öğrencilerin karmaşık süreçleri anlamalarını ve çözümlerini daha iyi ifade etmelerini sağlar (Weintrop ve diğerleri, 2016). Wing (2006, 2011) de algoritmik düşünmenin programlamanın ötesine geçtiğini ve problem çözme süreçlerini daha sistematik hale getirdiğini vurgulamıştır.

Otomasyon, BİD' in temel unsurlarından biridir ve tekrarlayan, veri yoğun işlemleri hızlı, verimli ve doğru bir şekilde gerçekleştirmeyi mümkün kılan bir süreçtir. Wing (2006) otomasyonu, problem çözmeyi ve sistem tasarımı daha etkili hale getiren ve insan kapasitesini genişleten bir araç olarak tanımlamaktadır. NRC (2010) otomasyonu, büyük miktarda veriyi işlemek ve karmaşık bilimsel problemlerin çözümünü kolaylaştırmak için kullanılan önemli bir hesaplama yöntemi olarak görmektedir. Labusch ve diğerleri (2019) otomasyonu, öğrenciler tarafından geliştirilen algoritmaların bilgisayarlar tarafından eksiksiz ve doğru bir şekilde çalıştırılması süreci olarak tanımlamıştır. Bu tanımlar, otomasyonun sadece tekrar eden görevleri kolaylaştırmakla kalmadığını, aynı zamanda sistematik ve genelleştirilebilir çözümler sağlayarak hesaplama süreçlerine değer kattığını göstermektedir.

Değerlendirme, BİD'in temel boyutlarından biri olarak çözümlerin doğruluğunu, verimliliğini ve uygunluğunu sistematik olarak analiz etme sürecini ifade eder. Wing (2006) değerlendirmeyi, algoritmaların ve sistemlerin etkinliğini test ederek en uygun çözümü belirleme süreci olarak tanımlamaktadır. NRC (2010) değerlendirmeyi, çözüm süreçlerinin eleştirel bir şekilde incelenmesi ve bu süreçte problem çözme becerilerinin geliştirilmesi için önemli bir araç olarak görmektedir. Csizmadia ve diğerleri (2015) değerlendirme sürecinin çözüm kriterlerinin belirlenmesi, seçenekler arasında denge kurma ve çözümlerin etkili bir şekilde uygulanabilirliğinin test edilmesi aşamalarını içerdiğini vurgulamıştır. Selby ve Woollard (2014) ise değerlendirme sürecini, çözümlerin test edilmesi, iyileştirilmesi ve diğer BİD süreçleriyle bütünleşik bir yapı oluşturma açısından önemli bir bileşen olarak değerlendirmektedir. Bu tanımlar, değerlendirme sürecinin sadece çözümlerin doğruluğunu ölçmediğini, aynı zamanda bilgi işlemsel süreçlerin sistematik optimizasyonuna da katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Mantıksal akıl yürütme, problem çözme süreçlerinde mantıklı çıkarımlar ve analitik düşünce becerilerini kullanarak anlamlı sonuçlara ulaşmayı ifade eder. Bu beceri, özellikle algoritma testi, hata ayıklama ve kodlama süreçlerinde önemli bir rol oynar. Öğrencilerin, bir algoritmanın neden başarısız olduğunu tespit ederek uygun çözümler önermesi, bu becerinin somut bir örneğidir. Mantıksal düşünme, yalnızca bilgi işlem süreçlerinde değil, fen bilimleri gibi farklı disiplinlerde deney sonuçlarını değerlendirme ve tahmin etme gibi alanlarda da uygulanabilir (Csizmadia ve diğerleri, 2015; Yadav ve diğerleri 2014).

Eşzamanlı çalışma/paralel düşünme, birden fazla görevin aynı anda yürütülmesini ifade eden önemli bir BİD becerisidir. Bu kavram, özellikle karmaşık problemlerin çözümünde görevlerin eş zamanlı olarak organize ve koordine edilmesinde kritik bir rol oynar. Eş zamanlı çalışma, matematik ve fen derslerinde birden fazla süreci eş zamanlı olarak yönetmek için gerekli bir beceri olarak tanımlanmıştır. Bu kavram, belirli bir amaç doğrultusunda farklı süreçlerin eş zamanlı olarak tamamlanmasını destekleyen bir yaklaşım olarak ele alınmakta ve öğretim süreçlerinde bu tür becerilerin uygulamalı etkinliklerle desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Csizmadia ve diğerleri, 2015; Yadav ve diğerleri, 2014). Selby ve Woollard (2014) paralel düşünmeyi özellikle bilgisayar bilimleri bağlamında veri işleme ve çoklu görev yönetimi gibi alanlarda kritik bir süreç olarak değerlendirmiş ve öğrencilerin bu beceriyi geliştirebilmeleri için algoritmik ve analitik yaklaşımlara odaklanılmasını önermiştir. Labusch ve diğerleri (2019) de eş zamanlı çalışmanın karmaşık veri işleme süreçlerini yönetmek ve bu süreçleri daha etkili hale getirmek için önemli bir araç olduğunu vurgulamıştır. Eş zamanlı çalışma/paralel düşünme hem eğitimde hem de problem çözme süreçlerinde disiplinler arası bir beceridir.

Modelleme, karmaşık süreçleri daha iyi anlamak ve çözümler geliştirmek için temel bir BİD becerisidir. Weintrop ve diğerleri (2016) modellemeyi, öğrencilerin karmaşık sistemlerin temel unsurlarını basitleştirerek daha anlaşılır temsiller oluşturmalarını sağlayan pedagojik bir araç olarak tanımlamış ve analitik düşünme becerilerinin geliştirilmesinde bilgi işlemsel modellerin önemini vurgulamıştır. Labusch ve diğerleri (2019) modelleme becerisinin bilimsel ve matematiksel süreçlerin temsil edilmesinde kritik bir rol oynadığını ve bu sürecin model tasarımı, uygulama ve değerlendirme adımlarından oluştuğunu belirtmiştir. Kalelioğlu ve Gülbahar (2015) modellemeyi öğrencilerin gerçek dünya süreçlerini anlamalarını ve analiz etmelerini sağlayan bir beceri olarak tanımlamış ve bilgisayar destekli modellerin soyut kavramları somutlaştırma gücünü vurgulamıştır. Wing (2006) modelleme ve simülasyonların BİD'in ayrılmaz bir parçası olduğunu ve bilimsel araştırmalarda

karmaşık süreçlerin anlaşılmasına katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Csizmadia ve diğerleri (2015) modellemeyi, öğrencilerin deneysel tasarımları anlamalarını ve bu süreçleri simüle ederek etkili çözümler geliştirmelerini sağlayan bir araç olarak değerlendirmiştir. Bu beceri, disiplinler arası bir bağlamda öğrencilerin problem çözme, analiz ve eleştirel düşünme kapasitelerini geliştirmek için önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır.

2.1.4.4. Bilgi işlemsel düşünmenin müfredatlara entegrasyonu

Son otuz yıldır yapılan kapsamlı araştırmalar, BİD ile ilgili öğretim ve öğrenme becerileri, kavramları ve uygulamalarına dair sorunlara odaklanmıştır (Grover ve Pea, 2013). BİD'i anlamak ve değerlendirmek için çerçeveler geliştirme çabalarının yanı sıra, K-12 öğrenme bağlamlarında bilgi işlemsel yeterlilikleri teşvik etmek amacıyla tasarlanan yeni öğrenme ortamları, araçları ve etkinliklerin sürekli olarak geliştirilmesi devam etmektedir (Weintrop ve diğerleri, 2016).

Bu alanda gerçekleştirilen entegrasyon uğraşlarından bazıları, Scratch ve Alice gibi grafiksel programlama ortamları; STELLA ve NetLogo gibi bilgi işlemsel modelleme araçları; Arduino ve diğer dijital prototipleme programlama araçları; Quest Atlantis ve RoboBuilder gibi eğitsel video oyunları; WISE, Genscope, GasLab, Frog Pond-Evolution ve WorldWatcher gibi rehberli bilimsel sorgulama ortamları üzerine odaklanarak bu programlama araçlarının eğitim süreçlerine entegrasyonu üzerine yoğunlaşmaktadır (Barab, Thomas, Dodge, Carteaux ve Tuzun, 2005; Buechley, Eisenberg, Catchen ve Crockett, 2008; Cooper, Dann ve Pausch, 2000; Edelson, Gordin ve Pea, 1999; Horn, Brady, Hjorth, Wagh ve Wilensky, 2014; Horwitz, Schwartz, Kindfield, Yessis, Hickey, Heidenberg ve Wolfe, 1998; Linn, Clark ve Slotta, 2003; Resnick, Silverman, Kafai, Maloney, Monroy-Hernández, Rusk ve Silverman, 2009; Richmond, Peterson, Vescuso ve Maville, 1987; Weintrop ve Wilensky, 2013; Wilensky, 1999a, 1999b)

BİD'in K-12 müfredatına entegrasyonu, öğrencilerin problem çözme, soyutlama, modelleme ve algoritmik düşünme gibi temel beceriler kazanmasını sağlayarak disiplinler arası öğrenme süreçlerini güçlendirmeyi hedeflemektedir. Bu entegrasyon, öğrencilerin yalnızca araç kullanıcıları değil, aynı zamanda araç geliştiricileri olmalarını destekleyen bir yaklaşıma dayanmaktadır (Barr ve Stephenson, 2011; Yadav, Stephenson ve Hong, 2017). Ayrıca, BİD'in yalnızca bilgisayar bilimiyle sınırlı kalmaması gerektiği, bunun yerine fen,

matematik, sosyal bilimler ve dil sanatları gibi farklı disiplinlerde uygulanabilir bir problem çözme yöntemi sunduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle, BİD'in fen eğitimi gibi alanlarla entegrasyonu büyük önem taşımakta ve müfredata dahil edilmesi gereken kritik bir beceri olarak görülmektedir (Barr ve Stephenson, 2011; Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas, ve Clark, 2013).

Fen eğitimiyle BİD'in entegrasyonu, bilimsel modelleme ve temsil becerilerini güçlendiren bir yapı sunarak, öğrencilerin bilimsel süreçleri daha derin bir şekilde anlamalarına olanak sağlamaktadır. Bu entegrasyon, eğitimi daha anlamlı ve etkileşimli hale getirerek öğrencilere disiplinler arası düşünme becerileri kazandırmayı hedefler (Sengupta ve diğerleri, 2013). Matematik ve fen bilimleri bağlamında BİD, yalnızca öğrenme süreçlerini derinleştiren bir araç değil, aynı zamanda problem odaklı ve otantik öğrenme ortamlarını zenginleştiren bir çerçeve sunmaktadır (Weintrop ve diğerleri, 2016). Bilgi işlemsel bileşenler, karmaşık yapıların dağılımını ve düzenini anlamlandırmada zengin öğrenme deneyimleri sunarak veri analizi, sıcaklık ya da bölme gibi konuların derinlemesine kavranmasını desteklemektedir. Böylelikle, BİD yalnızca teknik bir beceri olmaktan öte, matematik ve fen bilimleri incelemelerinde kritik bir araç olarak öne çıkmaktadır (Weintrop ve diğerleri, 2016).

Bu kapsamda, Eickelmann (2019) literatürde BİD'in entegrasyonu konusunda üç temel yaklaşım sunmaktadır. İlk yaklaşıma göre, BİD disiplinler arası bir yetkinlik olarak ele alınmalı ve farklı ders bağlamlarında öğretilmelidir. Bu yaklaşım, Barr ve Stephenson'un (2011) çalışmalarıyla desteklenmektedir. İkinci yaklaşımda ise BİD, bilgisayar biliminin temel bir parçası olarak değerlendirilmeli ve algoritmik problem çözme, modelleme ve programlama gibi süreçlerle ilişkilendirilmelidir. Bu perspektif, Aho (2012) ve Kong (2016) gibi çalışmalar tarafından savunulmaktadır. Üçüncü yaklaşım ise BİD'in bağımsız bir öğrenme alanı olarak ele alınması gerektiğini belirtmekte ve Rich ve Hodges'in (2017) BİD'i teknolojiyi bilinçli kullanmak için bir anahtar yetkinlik olarak tanımladığı yaklaşımla paralellik göstermektedir.

BİD'in müfredatlara entegrasyonunda öğretmenlerin desteklenmesi de büyük bir önem taşımaktadır. Yaşa uygun materyaller, profesyonel gelişim fırsatları ve sınıf içi uygulama rehberliği gibi mekanizmalar, öğretmenlerin mevcut yöntemlerini BİD unsurlarını içerecek şekilde genişletmelerine yardımcı olabilir. Bunun yanı sıra, mevcut ders içeriklerinin BİD ile uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir (Barr ve Stephenson, 2011). Eğitim politikalarında yapılacak değişikliklerin yanı sıra, BİD'nin müfredata dahil edilmesinin

paydaşlar arasında iş birliğiyle gerçekleştirilmesi önerilmektedir (Barr ve Stephenson, 2011; Bower ve diğerleri, 2017).

Uygulamada birçok ülke, BİD'i eğitim sistemlerine dahil etme konusunda somut adımlar atmıştır. Örneğin, İngiltere'nin BİD'in her bir aşaması için hedefler belirlediği yeni bilgisayar müfredatı, Avustralya'nın, Finlandiya ve ABD'nin BİD'e güçlü bir şekilde odaklanan güncellenmiş müfredatı, Singapur'un okul öncesinden itibaren BİD'i müfredatın bir parçası haline getirme stratejileri bu alandaki uluslararası çabaların somut örnekleri arasında yer almaktadır (Bower ve diğerleri, 2017, Faber, Wierdsma, Doornbos, van der Ven, ve de Vette, 2017; Seow, Looi, How, Wadhwa ve Wu, 2019). Bu tür girişimler, BİD'in farklı disiplinlerde uygulanabilirliğini artırmakta ve öğrencilerin bilimsel, bilişsel ve dijital yetkinliklerini geliştirmede oynadığı kritik rolü gözler önüne sermektedir.

2.2. Literatür taraması

BİDB'nin müfredata entegrasyonu ve özel yetenekli bireylerin eğitim programlarındaki yansımalarına dair literatür taranmış ve aşağıda iki bölüm halinde verilmiştir.

2.2.1. Bilgi işlemsel düşünme müfredat entegrasyonu

BİD'in potansiyel faydalarının fark edilmesi, özellikle K-12 STEM müfredatlarında BİD'in yer almasına yönelik bir dönüşüm başlatmıştır. Araştırmacılar, raporlar (ISTE, NRC, NGSS vb) BİD'in K-12 sınıflarına taşınmasının aciliyetini sürekli vurgulamakta, öğrencilerin erken yaşlardan itibaren bu kavramlarla tanışmasının onların problem çözme ve algoritmik düşünme becerileri üzerinde uzun vadeli etkileri olacağını savunmaktadır. Bununla birlikte, uygulama düzeyinde mevcut çabalar yetersiz kalmıştır. K-12 sınıflarında temel BİD kavramlarının öğretimi konusunda yeterince materyal geliştirilmemiş ve öğretmenlerin bu konudaki farkındalığı yeterince artırılmamıştır. Ayrıca, BİD'in diğer disiplin müfredatlarına entegre edilmesi için yapılan çalışmalar oldukça sınırlı düzeyde kalmıştır. Bu durum, yalnızca teknolojik yeterlilik değil, aynı zamanda disiplinler arası bir bakış açısının kazandırılması açısından da büyük bir fırsatın kaçırılmasına yol açmaktadır. BİD'in eğitim sistemine tam entegrasyonu, öğrencilerin günümüz dünyasının karmaşık sorunlarına daha

etkili çözümler üretebilmeleri için kritik bir adım olarak değerlendirilmektedir (Zhang ve Biswas, 2019). Aşağıda entegrasyon çabalarına dair örnekler sunulmuştur.

Hindistan'da BİDB'yi geliştirmek için başlatılan Computer Masti Projesi, CMC (Computational Media and Computing) müfredatını tanımlamış ve 2007'den itibaren uygulanmaya başlanmıştır. Program, bilgisayar okuryazarlığından öte düşünme becerilerine (ör. algoritmik düşünme, problem çözme, sistematik bilgi toplama) odaklanır. Öğrenciler, küçük yaşlardan itibaren gerçek dünya bağlamında düşünme becerileriyle tanışırken, Scratch gibi araçlarla programlama öğrenirler. 2018 itibarıyla 700'den fazla okulda uygulanmış ve 1,5 milyondan fazla öğrenciye ulaşmıştır. Bu proje, öğretmen eğitimini de kapsayarak düşünme becerilerinin müfredata entegre edilmesini sağlamıştır (Iyer, 2019).

Sengupta ve diğerleri (2013), BİD ve bilimsel modellemeyi K-12 fen eğitimiyle entegre etmeye yönelik, bilimsel sorgulamaya dayalı yenilikçi bir yaklaşım geliştirmiştir. Çalışma, 24 6. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiş ve öğrenciler deney (rehberlik alan grup, n=15) ve kontrol (sınıf grubu, n=9) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. CTSiM (Computational Thinking in Simulation and Modelling) adlı görsel programlama tabanlı öğrenme ortamı kullanılarak, öğrencilerin fizik (kinematik) ve biyoloji (ekoloji) modüllerinde modelleme ve simülasyon yapmaları sağlanmıştır. Kinematik modülünde öğrenciler hız ve hareket kavramlarını sürekli değişim bağlamında ele alırken, ekoloji modülünde bir balık tankı ekosisteminin dinamiklerini mikro ve makro düzeyde modellemişlerdir. Deney grubundaki öğrenciler birebir rehberlik alarak modellerini oluşturmuş ve uzman modellerle karşılaştırma yapmıştır. Sonuçlar, rehberlik alan grubun hem fen hem de BİDB'de anlamlı kazanımlar sağladığını, CTSiM ortamının ise bu entegrasyonu desteklemede etkili olduğunu göstermiştir.

Sengupta ve diğerleri (2013), BİD ve bilimsel modellemenin K-12 fen müfredatına entegrasyonunda bazı zorluklara dikkat çekmiştir. Öğrencilerin programlama öğrenmedeki zorlukları, öğretmenlerin sınırlı programlama bilgisi nedeniyle oluşan öğretim yükü ve fen ile programlama kavramlarının birlikte öğretilmesinin karmaşıklığı, bu entegrasyonun önündeki temel engeller olarak belirtilmiştir. Ayrıca, karmaşık fen kavramlarının modellenmesi ve uzun dönemli öğrenme süreçlerinin gerekliliği, bu tür bir entegrasyonun dikkatli bir tasarım ve destek gerektirdiğini göstermektedir. Ancak, makale, CTSiM gibi araçların ve birebir rehberlik desteğinin bu zorlukları aşmada etkili olabileceğini vurgulamaktadır.

Yadav ve diğerleri (2014), öğretmen adaylarına yönelik geliştirdikleri programda, günlük yaşam problemlerini BİDB ile çözmeye odaklanan çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu program, öğretmen adaylarının BİD'in temel kavramlarını anlamalarını ve kendi öğretim alanlarında uygulamalarını sağlamayı hedeflemiştir. Çalışmada sunulan örnekler, BİD'in bilgisayar kullanımından bağımsız olarak öğretilbileceğini vurgulamaktadır. Örneğin, bilet alma senaryosu ile bir grup insanın bilet kuyruğunda nasıl daha verimli organize edilebileceği analiz edilerek paralel işlemeyi anlamaları sağlanmıştır. Lamba problemi ile öğretmen adaylarından, çalışmayan bir masa lambasının yanmamasının nedenini adım adım analiz etmeleri ve hata ayıklama becerilerini geliştirmeleri istenmiştir. Ayrıca, binary arama etkinliğinde uzun bir liste içerisinde bilgi arama süreçlerini keşfederek algoritmalar üzerine çalışmalar yapmışlardır. Yine, günlük yaşam bağlamında son giren ilk çıkar (LIFO) ve ilk giren ilk çıkar (FIFO) kavramlarının uygulanabilirliği üzerine düşünceleri sağlanmıştır. Bu örneklerin hiçbirisi bilgisayar kullanımını gerektirmemiştir; bunun yerine, öğretmen adaylarının BİD'in pratik uygulamalarını anlamalarına yönelik bir öğrenme ortamı sunulmuştur. Program, bu bağlamda, BİD'in öğretim süreçlerine disiplinler arası bir yaklaşım olarak entegrasyonunu desteklemektedir.

Zhang ve Biswas (2019), STEM ve BİD'in entegrasyonunu incelemek için Güneydoğu ABD'deki bir ortaokulda bir sınıf çalışması yürütmüştür. Çalışmaya 52 6. sınıf öğrencisi ve toplam 14 okul günü süren bir öğrenme programı dahil edilmiştir. Öğrenciler, CTSiM (Simülasyon ve Modellemede BİD) adı verilen bilgisayar tabanlı bir öğrenme ortamı kullanarak STEM ve BID kavramlarını birlikte öğrenmişlerdir. CTSiM, öğrencilerin ajan tabanlı modelleme ve blok tabanlı programlama dili aracılığıyla bilimsel olayları modellemelerini sağladı. Bu süreçte hem STEM hem de BİD uygulamaları STEM+BİD çerçevesi kullanılarak birlikte öğretilmiştir. Çalışmada, öğrencilerin Mekanik ve Difüzyon gibi STEM alanlarındaki bilgi düzeylerini ve BID kavramlarını anlamalarını değerlendirmek için bir ön test ve son test uygulanmıştır. Maksimum puanları sırasıyla 28, 12 ve 34 olan testleri analiz etmek için Wilcoxon Sıra Toplamı Testi kullanılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin STEM içerik bilgisi (mekanik ve difüzyon) ve BID kavramlarında önemli öğrenme kazanımları elde ettiklerini göstermiştir. Bu öğrenme kazanımları orta düzeyde bir etki büyüklüğü ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, STEM ve BİD kavramlarının bütünleşik öğrenilmesinin öğrencilerin modelleme performansını ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Araştırmacılar gelecekte STEM'i işbirlikçi öğrenme gibi yöntemlerle uyumlu hale getirmeyi ve farklı STEM alanlarına (örneğin lise

fiziği) genişletmeyi hedeflemektedir. Bu çerçevede, CTSiM'in farklı bağlamlarda uygulanabilirliği ve etkililiği araştırılmaya devam edecektir (Zhang ve Biswas, 2019).

Wang, Shen ve Chao (2022), STEM eğitimine bilgi işlemsel düşüncenin entegrasyonu ile ilgili yaptıkları literatür incelemesinde önemli bulgulara ulaşmışlardır. Çalışmaların çoğunluğu, bilgi işlemsel düşünceyi genel bir beceri olarak tanımlarken, yalnızca birkaçı STEM bağlamında spesifik tanımlar geliştirmiştir. En popüler öğretim modeli problem temelli öğretim olup, oyun tasarımı, robotik ve bilgi işlemsel modelleme gibi konular bu bağlamda sıkça tercih edilmiştir. Öğrenci öğrenimini değerlendiren çalışmalar ise farklı amaç ve formatlarla gerçekleştirilmiş, ancak yalnızca üçte biri bilgi işlemsel düşünce ve STEM entegrasyonunu bütüncül bir şekilde ele almıştır. Ayrıca, çalışmaların yaklaşık dörtte biri gruplar arasında öğrenme süreçleri ve sonuçları arasındaki farkları rapor ederken, çok azı pedagojik tasarımların eşitliği artırma potansiyelini incelemiştir. Bu bulgular, bilgi işlemsel düşüncenin STEM eğitiminde operasyonelleştirilmesi, değerlendirilmesi ve daha geniş katılımı teşvik edecek stratejilerin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Wang ve diğerleri, 2022)

Aytekin (2022) tarafından yürütülen bu doktora çalışmasında, BİDB'nin fen bilimleri öğretimine entegrasyonuna yönelik öğretim modülleri geliştirilmiş ve bu modüllerin 6. sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenme, BİDB ve yaratıcı problem çözme becerileri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma, Kocaeli Körfez ilçesinde bir ortaokulda öğrenim gören 90 öğrenciyi kapsamış ve ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma grupları; bilgisayarlı öğretim modülünün uygulandığı deney 1 grubu (n=30), bilgisayarsız öğretim modülünün uygulandığı deney 2 grubu (n=30) ve Türkiye ortaokul fen müfredatına uygun sorgulamaya dayalı etkinliklerin uygulandığı kontrol grubu (n=30) olmak üzere üç gruptan oluşmuştur. Veriler, araştırmacı tarafından geliştirilen *Dolaşım Sistemi Kavramsal Öğrenme ve BİD Becerileri Ölçeği* ile bir başka araştırmacıdan alınan *Yaratıcı Problem Çözme Özellikleri Envanteri* aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonuçları, deney 1 ve deney 2 gruplarının dolaşım sistemi kavramsal öğrenme ve BİDB açısından kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca dolaşım sistemi kavramsal öğrenme açısından en başarılı grup bilgisayarlı modül uygulanan deney 1 grubu olurken, BİDB açısından en başarılı grup bilgisayarsız modül uygulanan deney 2 grubu olmuştur. Yaratıcı problem çözme becerileri açısından deney 2 ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık bulunmuş ve bu alanda en başarılı grup deney 2 grubu olmuştur.

Feldhausen, Weese ve Bean (2018), STEM etkinlikleri aracılığıyla öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine (BİDB) yönelik öz yeterlik algılarını artırmayı amaçlayan bir çalışma yürütmüştür. Çalışma, 2016 ve 2017 yıllarında düzenlenen bir STEM yaz kampında gerçekleştirilmiş ve beşinci ile dokuzuncu sınıflara devam eden 89 öğrenciye yönelik iki farklı müdahale tasarımı uygulanmıştır. Müdahalelerden biri Scratch tabanlı programlama etkinliklerini, diğeri ise Arduino mikrodeneleyicileriyle gerçekleştirilen fiziksel hesaplama odaklı etkinlikleri içermektedir. Her müdahale dört hafta süresince, haftada dört oturum şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları, öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz yeterlik algılarında, özellikle soyutlama ve veri işleme gibi bileşenlerde istatistiksel olarak anlamlı artışlar olduğunu ortaya koymuştur. Ancak problem çözme bağlamında benzer bir artış gözlenmemiştir. Bu bulgular, programlama etkinliklerinin BİD'e yönelik öz yeterlik algısını artırmada etkili olduğunu, ancak problem çözme gibi daha bütüncül süreçlerde aynı etkiyi göstermeyebileceğini düşündürmektedir.

Ma ve diğerleri (2021), Scratch kullanılarak hazırlanan problem çözme odaklı öğretim yönteminin öğrencilerin BİDB ve BİD öz yeterlikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. 2018 yılında, 63 5.sınıf öğrencisiyle yarı deneysel bir desen kullanılarak yürütülen araştırmada, deney grubundaki öğrenciler BİD öz yeterliği, algoritmik düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinde anlamlı gelişmeler göstermiştir. Bununla birlikte, yaratıcı düşünme ve iş birliği öz yeterlikleri üzerinde anlamlı bir etki gözlemlenmemiştir. Çalışma, probleme dayalı öğretim yaklaşımının, bilişsel beceriler ve öz yeterlik gelişimi açısından etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

2.2.2. Özel yeteneklilere yönelik yapılan bilgi işlemsel düşünme temelli çalışmalar

Özel yetenekli öğrencilere yönelik BİDB ile ilgili çalışmalar mevcut durumu ortaya koymaya yönelik ve BİDB'lerin farklı derslere entegrasyonuna yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalardan oluşmaktadır. Mevcut durumu ortaya koyan çalışmalar arasında grafik problemlerine BİDB ile yaklaşımı inceleyen (Wetzel ve Milicic, 2020), yaratıcılık ve BİDB arasındaki ilişkiye odaklanan (Kirişçi, 2023) ve matematik başarısı, işbirlikli öğrenme becerileri ve BİDB arasındaki bağlantıları inceleyen (Çiçek, 2023) çalışmalar öne çıkmaktadır.

BİDB entegrasyonuna yönelik yapılan çalışmalar ise daha çok bilişim derslerine odaklanmıştır. Bilişim dersleri üzerine yapılan çalışmalar teknolojik platformların yoğun olarak kullanıldığı projeleri içermektedir. Bu çalışmalarda Lego Mindstorms EV3, MIT App Inventor, Google COLAB, R, fiziksel programlama araçları ve çeşitli Web 2.0 araçlarının entegrasyonu yoluyla, özel yetenekli öğrencilerin algoritmik düşünme, problem çözme ve programlama becerilerinin geliştirilmesinin desteklendiği bildirilmiştir (Avcu ve Ayverdi, 2020; Choi, Go, ve Gil, 2024; Küçük ve Sönmez 2023; Le ve Pinkwart, 2019; Sen, Sonay, ve Kiray, 2021). Bu çalışmalar, kodlama ve programlama temelli yaklaşımların, öğrencilerin bilgisayar teknolojileri becerilerinin gelişimine olan katkısını ve bu becerilerin geliştirilmesindeki önemini ortaya koymaktadır.

Özel yetenekli öğrencilere yönelik olarak BİD fen entegrasyonu üzerine yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu alandaki az sayıdaki çalışmalardan biri, farklılaştırılmış fen derslerinin özel yetenekli öğrencilerin akademik başarıları ve BİDB üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırmadır (Karakaş Mısır, 2023). Diğer bir çalışma ise fiziksel programlama süreçlerini biyobozunur ve akıllı ambalaj tasarımıyla birleştirerek STEM etkinliklerini ele almıştır (Ayverdi, Şahin ve Sarı, 2023). Bu sınırlı sayıdaki araştırma, BİD'in fen bilimlerine entegrasyonunu artırmak için daha kapsamlı ve çeşitli çalışmalara ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.

Ayverdi ve diğerleri (2023), özel yetenekli öğrencilerle biyolojik olarak parçalanabilen ve akıllı ambalaj tasarımı temelli bir STEM etkinliği gerçekleştirmiştir. Araştırmaya, Türkiye'de bir Bilim ve Sanat Merkezi'ne (BİLSEM) devam eden 7. ila 9. sınıf seviyelerindeki sekiz özel yetenekli öğrenci katılmıştır. Öğrenciler, fiziksel programlama ve BİD süreçlerini kullanarak, sıcaklık ve gaz sensörleriyle donatılmış biyolojik olarak parçalanabilir ambalajlar tasarlamışlar ve bu prototiplerle gıdaların bozulmasını gözlemlemişlerdir. Süreçte bilimsel araştırma, mühendislik tasarımı ve kodlama gibi disiplinler arası yöntemlerden yararlanılmıştır. Fiziksel programlama ve STEM süreçleri aracılığıyla BİD entegrasyonu sağlanmış; öğrenciler algoritma geliştirme, veri toplama ve modelleme gibi becerileri pratik uygulamalarla pekiştirmiştir. Sonuçlar, karanfil özü kullanılan polimerlerin gıdaların bozulmasını en uzun süre engellediğini ve etkinliğin öğrencilerin BİDB'lerini geliştirdiğini göstermiştir.

Karakaş Mısır (2023) tarafından yapılan çalışmada özel yetenekli öğrenciler için Paralel (Koşut) Eğitim Modeli temelinde bilgisayarsız BİD ile farklılaştırılmış fen bilimleri programının, öğrencilerin BİDB ve akademik başarıları üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Araştırma, Tokat BİLSEM' de 6. sınıf düzeyinde eğitim gören, 12' si deney, 12' si kontrol grubunda olmak üzere toplam 24 özel yetenekli öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna bilgisayarsız BİDB'nin entegre edildiği farklılaştırılmış eğitim uygulanırken, kontrol grubuna müdahale edilmemiştir. Çalışma kapsamında, *Vücudumuzdaki Sistemler* ünitesine yönelik olarak araştırmacı tarafından geliştirilen Akademik Başarı Testi ve Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği kullanılmıştır. Sonuçlar, farklılaştırılmış eğitimin deney grubu lehine anlamlı bir etki yarattığını, öğrencilerin akademik başarılarını ve BİDB'lerini geliştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, yaratma basamağına odaklanan etkinlikler, öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını ve özgün düşünme becerilerini desteklemiştir.

Wetzel ve Milicic (2020) tarafından Almanya'daki Goethe Üniversitesi'nde gerçekleştirilen araştırma, bilgisayar bilimi alanında üstün zekâlı öğrencilere yönelik olarak düzenlenen bir zenginleştirme programına katılan 17 yaşındaki üç öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, öğretmenlerinin önerisiyle aday gösterilmiş ve bir seçim komitesi tarafından motivasyon mektupları ile bilişsel yetenekleri temel alınarak değerlendirilip programa kabul edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin BİDB'yi bir grafik problemine yaklaşırken nasıl kullandıklarını anlamaktır. Araştırmada bireysel görüşme yöntemi kullanılmış ve katılımcılara, bir sokak haritasını analiz ederek basitten karmaşığa değişen sorular sorulmuştur. Sorular, haritadaki unsurları betimleme gibi basit görevlerden iki şehir arasındaki en kısa yolu bulmaya yönelik stratejiler geliştirme gibi daha karmaşık problemlere kadar uzanmıştır. Görüşmeler sırasında, öğrencilerin algoritmik düşünme, hata ayıklama ve genelleme alanlarında ileri düzey beceriler sergilediği, ancak soyutlama konusunda temel düzeyde kaldığı gözlemlenmiştir (Wetzel ve Milicic, 2020).

Literatür taraması sonucunda, özel yetenekli öğrencilerle ilgili yapılan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'de bu alanda yapılan çalışmaların büyük bir kısmı, farklı beceriler ile BİDB arasındaki ilişkileri incelemeye odaklanmış ve bilişim alanı ile programlama becerilerini merkeze almıştır. Uluslararası düzeyde de özel yetenekli bireylerle ilgili BİDB'ye yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışma, mevcut literatürdeki çalışmalardan, bilgisayarlı ve bilgisayarsız yöntemlerin bir arada kullanılması, bilişim yerine düşünme becerileri odaklı olması, iteratif bir yaklaşım ile kademeli zorluk seviyelerinde hazırlanmış öğretim tasarımı aracılığıyla BİDB'yi geliştirmeyi hedeflemesi ve bilgisayarsız etkinliklerde kullanılan farklı materyallerle zenginleştirme unsurları içermesi yönünden ayrılmakta ve özgün bir katkı sunduğu düşünülmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1.Araştırma Modeli

Bu araştırmada özel yetenekli öğrencilerin BİDB'lerini geliştirmeye yönelik BYF kapsamında kullanılacak bir öğretim tasarımı geliştirilmiş, uygulanmış ve değerlendirilmiştir. Bu sebeple araştırma, bir tasarım geliştirme araştırma modeli (TGAM) olarak gerçekleştirilmiştir. Tasarım araştırmaları ilk kez 1992'de Brown ve Collins tarafından *tasarım deneyleri* terimi olarak ele alınmış olup eğitim-öğretim tasarımlarının test edilmesi ve geliştirilmesi için biçimlendirici bir araştırma yürütmenin bir yolu olarak geliştirilmiştir (Collins, Joseph ve Bielaczyc, 2004; Reeves, McKenney ve Herrington, 2010). Süreç içerisinde *tasarım temelli araştırma*, *geliştirme/gelişim araştırmaları*, *biçimlendirici değerlendirme*, *biçimlendirici araştırma*, *eğitim tasarımı araştırması*, *mühendislik araştırması*, *katılımcı eylem araştırması*, *tasarım tabanlı uygulama araştırması*, *tasarım ve geliştirme araştırması* gibi çok çeşitli adlandırmalarla literatürde yerini bulmuştur (McKenney ve Reeves, 2018; Plomp, 2013; Reeves, McKenney ve Herrington, 2010; Richey ve Klein, 2007; van den Akker, Gravemeijer, McKenney ve Nieveen, 2006; Wang ve Hannafin, 2005). Dolayısıyla tasarım araştırmalarının tanımlamaları da aynı ölçüde farklılaşmaktadır. Burada eğitim-öğretim sürecinde geliştirilen tasarımların içeriği hakkında detaylı bilgi vermesi sebebiyle Plomp (2013)'un ve Wang ve Hannafin (2005)'in tanımlarına yer verilmiştir.

Plomp (2013, s.15), tasarım araştırmalarını “*Karmaşık bir eğitim sorununa bir çözüm olarak bir müdahale tasarlamak ve geliştirmek (programlar, öğretme-öğrenme stratejileri ve materyalleri, ürünler ve sistemler gibi), yanı sıra bu müdahalelerin özellikleri ve bunları tasarlama ve geliştirme süreçleri hakkındaki bilgilerimizi ilerletmek veya alternatif olarak teoriler geliştirmek veya doğrulamak amacıyla eğitim müdahaleleri (örneğin, öğrenme süreçleri, öğrenme ortamları ve benzerleri hakkında) tasarlamak ve geliştirmek*” olarak tanımlar. Wang ve Hannafin (2005) ise tasarım araştırmalarını “*Tasarım temelli araştırma, sistematik, esnek ve yinelemeli bir şekilde gözden geçirme, analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama yoluyla eğitim uygulamalarını iyileştirmeyi amaçlayan, gerçek dünya*

ortamlarında araştırmacılar ve uygulayıcılar arasındaki iş birliğine dayalı olarak tasarım ilkeleri veya teorilerinin oluşmasını sağlayan bir araştırma metodolojisidir (s.2)” şeklinde tanımlarlar.

Tanımlardan anlaşılacağı üzere eğitim araştırmalarında gerçekleştirilen tasarımlar bir program, bir öğretim stratejisi, öğretim materyali vb. ürünler olabilmektedir. Ayrıca tasarımla ilgili alternatif teorilerin geliştirilmesi ve/veya doğrulanması için gerçekleştirilen eğitim müdahalelerine de vurgu yapılmaktadır. Bununla birlikte araştırmanın sistematik olduğu kadar esnek ve yinelemeli yapısına dikkat çekilmektedir. Bu araştırmada da ürün olarak bir öğretim tasarımı geliştirilmiş ve geliştirilen tasarımın tamamı uygulamaya tabi tutularak tasarlama ve geliştirme süreci hakkındaki bilgiler elde edilmiş ve doğrulanmıştır. Bu geliştirme ve doğrulama sürecinde ise esneklik ve yinelemeli bir şekilde gözden geçirme ile iyileştirmeler yapılarak tasarıma son hali verilmiştir.

McKenney ve Reeves (2014), eğitim tasarımı araştırmalarının karmaşık eğitim sorunlarına yönelik çözümlerin yinelemeli olarak geliştirilmesi için bir ortam sağladığını ifade eder. Eğitim tasarımı araştırmalarında eğitim ürünleri (örneğin, çok kullanıcı bir sanal dünya öğrenme oyunu), süreçler (örneğin, çevrimiçi kurslarda öğrenci öğrenmesini desteklemek için bir strateji), programlar (örneğin, öğretmenlerin daha etkili sorgulama stratejileri geliştirmesine yardımcı olmayı amaçlayan bir dizi atölye çalışması) veya politikalar (örneğin, yıl boyu eğitim) ile ilgili sorunların çözümünde işe koşulabileceğini belirtirler. McKenney ve Reeves (2014)’in açıklamaları ışığında bu araştırmanın ürünü olan BİDB geliştirmeye yönelik hazırlanan öğretim tasarımının özel yetenekli öğrencilerin BYF sürecindeki eğitimleri için kullanılabilecek alternatif bir program niteliğinde olduğu söylenebilir.

Tasarım araştırmalarına yönelik terminoloji ve tanımlamalar her ne kadar çeşitlilik arz etse de Van den Akker vd. (2006), önceki çalışmalara dayanarak çoğu tasarım araştırmaları için geçerli olan bir dizi özelliği ana hatları ile karakterize etmenin mümkün olduğunu belirtirler. Bu özellikler (s.5):

- Müdahaleci olması
- Tekrarlamalı olması
- Süreç odaklı olması
- Fayda odaklı olması
- Teori odaklı olması şeklindedir.

Tasarım araştırmalarının müdahaleci doğası araştırmanın gerçek dünyada bir müdahale tasarlamasını amaçlamasıdır. Tekrarlamalı olması, araştırmanın döngüsel bir tasarım, değerlendirme ve düzeltme içermesini ifade eder. Süreç odaklılık, müdahalelerin anlaşılmasına ve iyileştirilmesine odaklanma anlamına gelmektedir. Tasarımda tek başına bir girdi-çıktı ölçümünden kaçınılmalıdır. Fayda odaklı yapısı, bir tasarımın değeri, kısmen gerçek bağlamlardaki kullanıcılar için pratikliği ile ölçülür. Teori odaklılık ise tasarımın teorik önermelere (en azından kısmen) dayanması ve tasarımın sahada denenmesinin teori oluştırmaya katkıda bulunmasının bir göstergesi anlamına gelmektedir.

Bu araştırmada, tasarım geliştirme araştırmaları için sözü edilen tüm özellikleri taşımasına zen gösterilmiştir. Araştırma kapsamında geliştirilen ğretim tasarımı gerçek dünyada karşılıklı bulabilecek bir müdahaleyi içermektedir. Tasarımın prototip olarak geliştirildikten sonra tamamı uygulanarak aşama değerlendirilmiş ve döngüsel bir şekilde değerlendirme ve düzeltmelere tabi tutulmuştur. Dolayısıyla süreç odaklılık özelliği de bu şekilde yerine getirilmiştir. Müdahaleler esnasında tasarımın anlaşılması ve iyileştirilmesi sağlanmıştır. Bu sebeple de tasarım ile ilgili değerlendirmeler sadece girdi-çıktı ölçümlerinden ibaret olmamıştır. Girdi ve çıktı, araştırmada geliştirilmesi hedeflenen değişkenlerin (BİDB, eleştirel düşünme) basit bir ölçümünü içermemekte olup bu ölçümlerin sonuçlarını anlamlı kılacak şekilde uygulama süreci ile aydınlatılmıştır. Öğretim tasarımının uygulanmasını içeren süreç ayrıntılı bir şekilde açıklanarak fayda sağlama potansiyeli arttırılmıştır. Son olarak tasarımın geliştirilmesinde ve değerlendirilmesinde güçlü bir teorik alt yapı ile desteklenmesi sağlanmıştır.

Araştırmada bir model olarak benimsenen TGAM araştırmalarında farklı işlevleri gerçekleştirmek için farklı ve birden fazla araştırma yöntemlerine başvurulacağına dair açıklamalar bulunmaktadır. Bir sonraki başlıkta bu açıklamalar ve bu araştırmada işe koşulan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir.

3.1.1. Tasarım araştırmalarında kullanılan yöntemler

Reeves, McKenney ve Herrington (2010), TGAM araştırmalarında araştırmacının araştırma amacını açıkça anladıktan sonra, belirli bir araştırma yöntemi seçmesi gerektiğini, seçilebilecek birçok yöntem olduğunu, literatür taraması, tarihsel analiz, deneysel çalışmalar, görüşmeler, gözlemler, doküman analizi ve yapı skmn bunlardan sadece

birkaçı olduğunu vurgulamaktadırlar. Creswell ve Plano-Clark (2006)' dan aktararak eğitim tasarımı araştırmalarının neredeyse her zaman karma yöntemleri içerdiğini de eklemektedirler.

Buradan hareketle tasarım geliştirme araştırma modelinin temele alındığı araştırmalarda araştırmanın amacına uygun olarak bir veya birden fazla araştırma yöntemine başvurulabileceği söylenebilir. Plomp (2013, s.14), TGAM'da başvurulabilecek yöntemleri ve işlevlerini aşağıdaki gibi açıklar:

- *Tarama*: Tanımlamak, karşılaştırmak, değerlendirmek
- *Durum çalışmaları*: Tanımlamak, karşılaştırmak, açıklamak
- *Deneyler*: Açıklamak, karşılaştırmak
- *Eylem araştırması*: Pratik bir soruna çözüm tasarlamak/geliştirmek
- *Etnografya*: Betimlemek, açıklamak
- *İlişkisel araştırma*: Tanımlamak, karşılaştırmak
- *Değerlendirme araştırması*: Bir programın etkinliğini belirlemek

Açıklamalardan görüldüğü gibi TGAM araştırmalarında nicel ve/veya nitel araştırma yöntemleri işe koşulabilmektedir. Bu araştırmada prototip olarak geliştirilen öğretim tasarımı, eylem araştırmasının ilkelerine uygun bir şekilde uygulamaya tabi tutularak yine eylem araştırmasının döngüsel yapısının sağladığı avantajlarla son halini almıştır. Tasarımın öğrencilerin BİDB algıları ve eleştirel düşüncelerine etkisinin sınanmasında ise *tanımlama, karşılaştırma ve değerlendirme* işlevlerini karşılayan tarama yönteminden faydalanılmıştır.

Eylem araştırması eğitimin ve uygulamaların niteliğini anlamak, iyileştirmek için genellikle problemle karşılaşan öğretmen tarafından sınıf veya okul ortamında yürütülen döngüsel bir çalışma süreci olarak tanımlanmaktadır (Johnson, 2019). Uygulayıcının aynı zamanda veri toplayıcı olarak işlev gördüğü eylem araştırmalarının program geliştirme, geliştirilen programı uygulama ve değerlendirme alanlarında işe koşulmasının öğretime ve öğretmenlerin mesleki gelişimine büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2021).

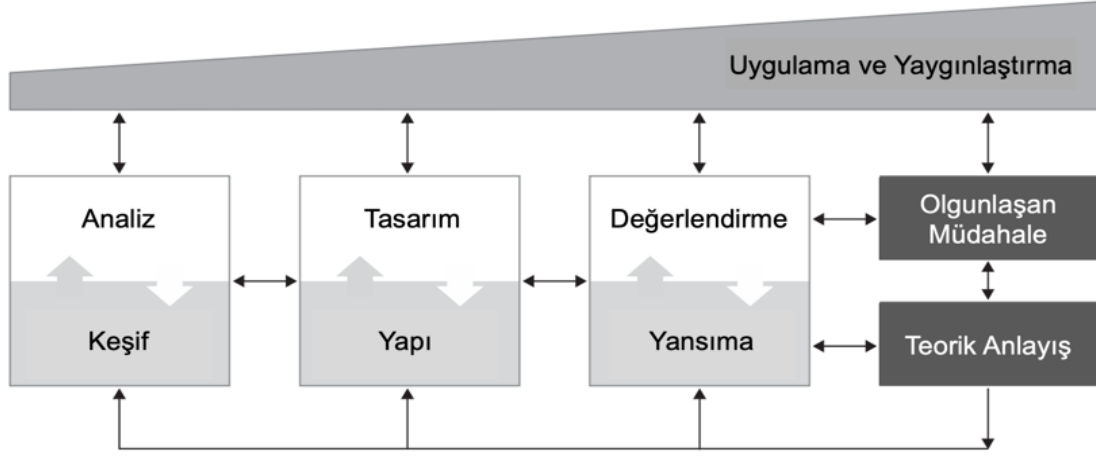
Eylem araştırmasının döngüsel yapısı, her aşamada yeni soruların veya konuların ortaya çıkmasına olanak tanır (Kemmis ve McTaggart, 2000). Bu süreç, sorunların yüzeysel değil, daha karmaşık ve sistematik bir şekilde ele alınmasını gerektirir. Eylem araştırması, genellikle başlangıçta tanımlanan problemin ötesine geçerek, bağlama özgü faktörleri ve

ilişkili konuları da dikkate alır (Stringer, 2014). Eylem araştırmasının bu yapısı, araştırma kapsamında geliştirilen öğretim tasarımının etkililiğini artıracak avantajlar oluşturmıştır.

Kemmis ve McTaggart (2000), eylem araştırmasının doğasını döngüsel ve katılımcı bir süreç olarak tanımlarken, belirli bağlamlarda nicel verilerin eylem araştırmasına dahil edilmesinin önemine vurgu yaparlar. Eylem araştırması genel olarak planlama, uygulama, gözlem ve yansıtma olmak üzere dört temel aşamadan oluşur ve bu döngüsel süreç her aşamada katılımcıların aktif katılımını ve öğrenme sürecini teşvik eder, nicel veriler gözlem ve yansıtma aşamasında uygulanan müdahalelerin etkilerini ölçmek için kullanılır. Kemmis ve McTaggart'a göre (2000) eylem araştırmasında katılımcılar yalnızca veri sağlayıcı değil, aynı zamanda süreç üzerinde etkili olan aktif karar vericiler olduğundan, bu iş birlikli yaklaşım, nitel verilerin genellikle merkezi bir rol oynamasını sağlar. Yazarlar bunların dışında özetle, eylem araştırmasının bağlamsal bilgiye dayanması nedeniyle nitel verilere öncelik verse de gerçekleştirilen müdahalelerin ölçülmesinde, bulguların genellenebilirliğinin artırılmasında, gözlemlerin desteklenmesi ve sorgulanmasında nicel verilerin de destekleyici olarak kullanılması gerektiği vurgularını yaparlar. Bu çalışmada da öğretim tasarımının uygulanmasında eylem araştırması süreci işe koşulmuş, Kemmis ve McTaggart (2000)'in önerileri doğrultusunda sadece nitel veriler kullanılmamış, nicel veri toplama araçlarına da başvurulmuştur. Tarama ve eylem araştırmasının TGAM aşamalarına nasıl entegre edildiği, hangi adımların izlendiği, benimsenen tasarım araştırması döngüsü üzerinden akışta açıklanmıştır.

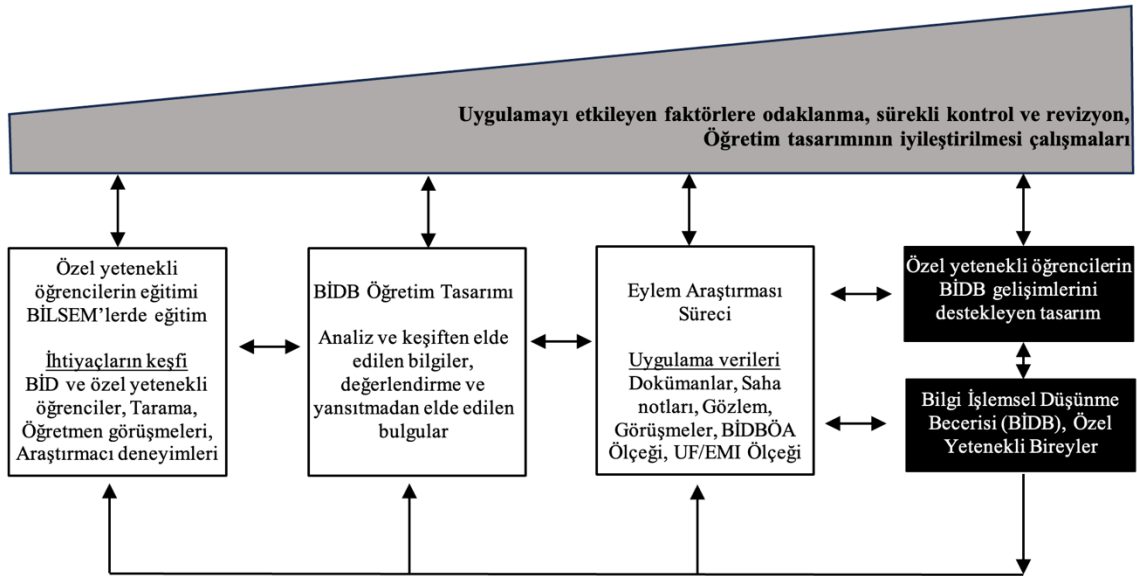
3.1.2. Eğitim tasarımı araştırması modeli ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öğretim tasarımının modele entegrasyonu

Araştırmada McKenney ve Reeves'in (2020) tasarım temelli araştırma modeli benimsenmiştir. McKenney ve Reeves'in (2020) Eğitim Tasarımı Araştırması (ETA) Jenerik Modeli Şekil 2'de gösterilmiştir. Modelde görüldüğü gibi eğitim tasarımında temelde üç aşama bulunmaktadır. Bu aşamalar iç içe geçmiş *analiz-keşif*, *tasarım-yapı*, *değerlendirme-yansıtma* şeklindedir. İlgili aşamaları uygulama ve yaygınlaştırma çalışmaları, olgunlaşan müdahale ve teorik anlayış boyutları çerçevelemektedir. Tüm aşama ve boyutlar arasında karşılıklı etkileşim ve döngü mevcuttur.



Şekil 2. Eğitim tasarımı araştırması jenerik modeli (McKenney ve Reeves, 2020, s. 86)

Araştırma sürecinde izlenen çalışmaların McKenney ve Reeves'in (2020) modelindeki aşamalara entegrasyonuna ilişkin infografik ise Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Araştırma sürecinin modellemesine yönelik infografik

Araştırma kapsamında, özel yetenekli öğrencilerin BİD becerilerini geliştirmeye yönelik olarak geliştirilen öğretim tasarımının oluşturulma sürecinde, Şekil 2'de sunulan jenerik model temel alınmış ve aşağıda sıralanan adımlar izlenmiştir.

3.1.2.1.Öğretim tasarımı analiz-keşif aşaması:

Eğitim Tasarım Araştırması (ETA) çerçevesinde, analiz aşamasının temel amacı, çözülmesi gereken problemin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasıdır (McKenney ve Reeves, 2020). Bu süreçte, problemin meşruiyeti (literatürde bir boşluk doldurup doldurmadığı ve gerçek bir ihtiyaçtan kaynaklanıp kaynaklanmadığı), araştırılabilirliği (mevcut yöntemlerle incelenebilir olup olmadığı) ve araştırma değeri (hem teorik hem de pratik katkı sağlayıp sağlamayacağı) detaylı bir şekilde değerlendirilir. Ayrıca, katılımcı saha gözlemleri gibi yöntemler aracılığıyla problemin bağlamı ve paydaşların deneyimleri derinlemesine incelenir (McKenney ve Reeves, 2020). Bu araştırmanın analiz aşamasında gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Sorunun tespiti: Sorunun tespitinde literatür taranmış, öğretmenlerle görüşmeler yapılmış ve BİLSEM’de 16 yıldır öğretmenlik yapan araştırmacının deneyimleri ile öğretim tasarımına konu olan problem ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. İlgili literatür taramasından elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiş olup, araştırmaların detayları kuramsal çerçeve bölümünde kapsamlı şekilde incelenmiştir.

Raporlar (OECD, Dünya Ekonomik Forumu, MEB vb.): Bu raporlar, eğitim sistemlerinin bireyleri geleceğin bilinmeyen mesleklerine ve karmaşık problemlerine hazırlaması gerektiğini vurgulamaktadır. 21. yüzyıl becerileri kapsamında analitik düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve disiplinler arası ilişkilendirme gibi becerilerin geliştirilmesi önceliklidir. Özellikle özel yetenekli öğrencilerin eğitimi bağlamında, OECD (2021) raporu, mevcut eğitim programlarının öğrencilerin bireysel potansiyellerini geliştirmede yetersiz kaldığını ve farklılaştırılmış eğitim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye’de Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan yönergelerde, BİLSEM programlarının bilimsel araştırma, problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirecek şekilde tasarlanması gerektiği belirtilmektedir.

İlgili Araştırmalar (Çitil ve Bildiren, 2022; Dagher ve diğerleri, 2022 Renzulli, 2002 Özçelik, 2018, vb.): İlgili araştırmalar, özel yetenekli bireyler için geliştirilen eğitim programlarının bireysel farklılıkları dikkate alan; öğrencilerin kendilerini gerçekleştirmelerine ve potansiyellerini aşmalarına olanak tanıyan; problem çözme ve bilimsel süreç becerilerini destekleyen bir yapıda olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, üstün yetenekli öğrencilere yönelik eğitimde farklılaştırılmış ve

zenginleştirilmiş programlara duyulan gereksinim vurgulanmakta; mevcut uygulamalara ilişkin sınırlılıklar ise çeşitli akademik çalışmalarda dile getirilmektedir. Özetle, aşağıda yer alan bulgular ön plana çıkmaktadır.

- Özel yetenekli bireylerin eğitiminde farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş programlara duyulan ihtiyacın tam olarak karşılanamaması,
- Özel yeteneklilere yönelik uygulanan programların öğretmen inisiyatifine bağlı şekillenmesi nedeniyle uygulamada tutarsızlıkların yaşanması,
- Problem çözme, bilimsel araştırma ve yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik yapılandırılmış programların eksikliği,
- Mevcut sistemde, özel yetenekli öğrencilerin gereksinimlerine uygun kapsamlı programların eksikliği
- Öğretmen yetkinlikleri nedeniyle mevcut programların uygulanması sürecinde yaşanan problemler

Öğretmen görüşleri: Problemin tespitinde, literatürle birlikte araştırmacının deneyimlerinden ve öğretmen görüşlerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, fen bilimleri dersiyle birlikte BYF2 ve ÖYG düzeyinde fizik, kimya ve biyoloji derslerine giren fen bilimleri öğretmenleriyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerin amacı, BİLSEM’deki BYF program ihtiyaçlarını, öğrencileri boylamsal olarak izleyen öğretmenlerin görüşlerine dayanarak belirlemek ve böylece hem programı hem etkilerini hem de ihtiyaçları değerlendirebilmektir. Görüşmeler yarı yapılandırılmış şekilde tasarlanan Ek 7. Öğretmen görüşme formu aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda, bilişim öğretmenleriyle de görüşmeler yapılmış; bu görüşmeler, öğrencilerin bilişim derslerinde yaptıkları çalışmalarda ve ürettikleri projelerde disiplinler arası bir bakış açısı sergileyip sergilemediklerini ve bu konudaki eksikliklerini analiz etmeye odaklanmıştır. Tüm bu görüşmeler, örneklem doyumuna ulaşıldığında sonlandırılmıştır. Örneklem doyumu, nitel araştırmalarda veri toplama sürecinde yeni bilgi ya da tema ortaya çıkmadığında ve mevcut verilerin araştırma sorularını yeterince yanıtladığı noktada ulaşılan bir durum olarak tanımlanmaktadır (Guest, Bunce ve Johnson, 2006; Fusch ve Ness, 2015; Hennink, Kaiser ve Marconi, 2017). Bu süreç, veri toplama sürecinin güvenilirliğini artırmıştır. Örneklem grubunun özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Görüşmelerden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiş, öğretmen görüşmeleri ile gerçekleştirilen ihtiyaç analizi raporunun ayrıntıları da Ek-1’de sunulmuştur.

Tablo 1.

Görüşme Gerçekleştirilen Öğretmenlerin Özellikleri

Katılımcılar	Branş	Eğitim Düzeyi	Cinsiyet	Bilsemde Çalışma Süresi (Yıl)	Çalıştığı Bölge
Katılımcı 1	Fen Bilimleri	Lisans	Erkek	5	Ege
Katılımcı 2	Fen Bilimleri	Yüksek Lisans	Kadın	11	Akdeniz
Katılımcı 3	Fen Bilimleri	Yüksek Lisans	Kadın	9	Marmara
Katılımcı 4	Fen Bilimleri	Yüksek Lisans	Erkek	6	Doğu Anadolu
Katılımcı 5	Fen Bilimleri	Lisans	Kadın	8	Karadeniz
Katılımcı 6	Bilişim	Lisans	Erkek	4	Marmara
Katılımcı 7	Bilişim	Yüksek Lisans	Erkek	10	Marmara
Katılımcı 8	Bilişim	Yüksek Lisans	Kadın	5	Ege

- Fen öğretim programının kavram odaklı yapısı ve yoğun bilişsel içeriği, uygulamalı öğrenme süreçleri için yeterli zaman ayrılmasını kısıtlamaktadır.
- BYF uygulama süresinin sınırlı olması, ders içeriklerinin kavramsal yoğunluğu nedeniyle öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, problem çözme yetkinlikleri ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey becerileri geliştirmeleri için yeterli zaman ayrılmasını zorlaştırmaktadır.
- Programın bilgi yoğun ve standartlaştırılmış yapısı, bireysel farklılıklara duyarlı esnek öğrenme ortamlarının oluşturulmasını güçleştirmektedir. Bu durum, öğrenme süreçlerinin etkinliğini azaltmakta ve öğrencilerin üst programlara geçişlerinde bilimsel süreç becerileri, problem çözme ve proje geliştirme konularında yetersizlik yaşamalarına neden olmaktadır.
- Programda yer alan üst düzey düşünme becerileri etkinliklerinin öğrenciler açısından ilgi çekici olmadığı, dolayısıyla derslere yönelik motivasyon kaybına yol açtığı belirtilmiştir. Öğretmenler, mevcut eksiklikleri giderebilmek amacıyla program dışında farklı etkinlikler uyguladıklarını ifade etmiştir.
- Fen bilimleri programında BİDB'ye yer verilmediği belirtilmiştir.
- Öğretmenler, BİD becerilerine ilişkin kendi bilgi düzeylerinin sınırlı olduğunu dile getirmiştir.

Bilişim öğretmenlerinin görüşleri:

- Bilişim öğretmenleriyle yapılan görüşmeler, öğrencilerin bilişim derslerindeki performanslarına ilişkin çeşitli eksiklikleri ortaya koymaktadır.
- Öğrencilerin özgün projeler üretememelerinin, temel olarak gerçek yaşam bağlamlarıyla ve diğer disiplinlerle yeterince ilişki kuramamalarından kaynaklandığı ifade edilmiştir.
- Bilişim dersleri kapsamında, öğrencilerin karmaşık problemleri çözmek için disiplinler arası düşünme ve bilişim teknolojilerine entegre etme becerilerinde eksiklikler yaşadığı belirtilmiştir.
- Bu durum, bilişim derslerinin öğrencilerin farklı disiplinlerle bağlantı kurarak problem çözme becerilerini geliştirmede ve disiplinler arası proje üretmede yetersiz kaldığını göstermektedir.

Araştırmacının deneyimleri:

- Fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleriyle paralel olarak, BYF programının sınırlı sürelerle (dönemlik) uygulanması, mevcut içerikteki yoğun kavram odaklı yapıyla birleştiğinde, uygulamalı çalışmalara ve beceri geliştirmeye yeterli zaman ayrılmasını zorlaştırmaktadır.
- Bu durum, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, problem çözme yetkinliklerini ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey becerilerini geliştirmesini sınırlamakta, teorik bilginin derinlemesine anlaşılmasını ve gerçek dünyada uygulanmasını güçleştirmektedir.
- Programa ayrılan sürenin kısıtlı olması, öğrencilerin daha fazla kavram öğrenmesi yerine fen bilimlerinin metodolojisini anlamalarına ve fen bilimlerine özgü becerileri kazanmalarına yönelik uygulamalı etkinliklere odaklanmasını sınırlandırmaktadır.
- Mevcut yapı, öğretmenlerin bireysel farklılıkları gözetken esnek bir süreç yürütmelerini güçleştirmektedir.
- Üst programlara geçiş yapan öğrencilerin temel bilimsel süreç becerilerini edinmede zorlandıkları, disiplinler arası bağlamlarla ilişki kurmakta güçlük çektikleri ve problem çözme becerilerinde yetkinliklerinin sınırlı olduğu gözlemlenmiştir.
- Özellikle ÖYG aşamasında öğrencilerin yönlendirildiği alanlarda derinleşme ve yetenek geliştirme süreçleri uygulanmasına rağmen, karmaşık problemlere

sistematik bir şekilde yaklaşmakta zorlandıkları ve problem temelli etkinliklerde desteklenmeye ihtiyaç duydukları görülmüştür.

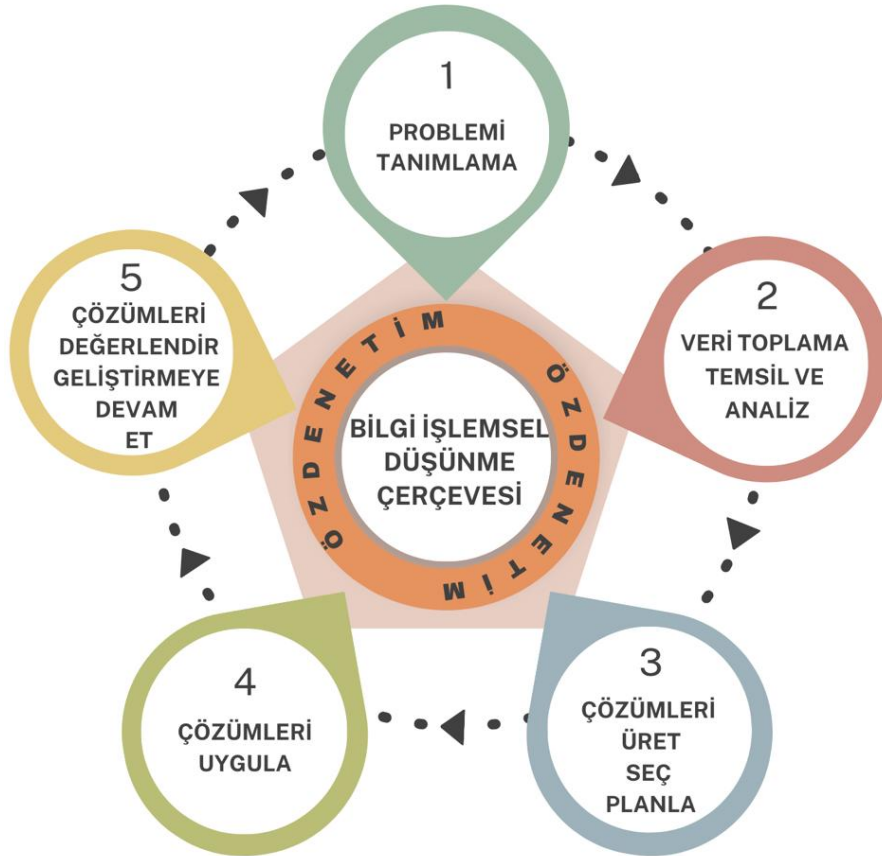
- Öğrencilerin karmaşık problemlere yönelik çözümler üretirken, problemi analiz etmek ve süreci detaylandırmak yerine, daha doğrudan ve yüzeysel çözümler sundukları ifade edilmiştir.
- Fen bilimleri alanlarındaki (fizik, kimya, biyoloji) karmaşık problemlere bilişim teknolojilerini entegre etme ve disiplinler arası ilişkilendirme yapma konusunda eksiklikler bulunduğu ifade edilmiştir.
- Araştırmacının gözlemlerine göre, özel yetenekli öğrenciler için problem çözme ve bilimsel sorgulama süreçlerinin desteklenmesi önemli görülmekte olup, mevcut uygulamalarda bu becerilerin geliştirilmesine yönelik çeşitli sınırlılıkların bulunduğu ifade edilmiştir.
- Bu bağlamda, öğrencilerin analitik düşünme ve yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik eğitim süreçlerinin desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

3.1.2.2.Öğretim tasarımı tasarım aşaması

ETA sürecinde tasarım aşaması, analizden elde edilen bulguların ışığında çözüm önerilerinin geliştirilmesi, bu önerilerin teorik çerçeveye ilişkilendirilmesi ve iteratif bir süreçle test edilip iyileştirilmesiyle ilerler. Bu aşama hem teorik olarak temellendirilmiş hem de pratikte uygulanabilir çözümler üretmeyi amaçlar. Tasarım süreci genellikle katılımcı bir yaklaşımla, paydaşların katkılarıyla şekillenir ve yinelenen tasarım döngüleriyle sorunların çözümüne yönelik somut uygulamalar geliştirir (McKenney ve Reeves, 2020). Bu aşama, teorik bilgi ve pratik uygulama arasında bir köprü kurmayı hedefler ve her yeni döngüde tasarımları daha etkili hale getirmek için sürekli iyileştirme içerir.

Bu çalışma kapsamında yukarıda bahsedilen problemlerin çözümüne yönelik olarak BİD becerilerinin entegre edildiği Fen Bilimlerine yönelik bir BYF öğretim tasarımının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu başlık altında BİD becerilerinin geliştirilmesi için oluşturulan öğretim tasarımının dayandığı temel ilkeler ve kuramsal çerçeve ele alınmaktadır. Tasarım sürecinde, pedagojik yaklaşımların ve eğitim teorilerinin etkili bir şekilde birleştirilmesi hedeflenmiştir. Kuramsal temel hem BİD hem de fen bilimleri eğitiminin disiplinler arası entegrasyonuna dayanmaktadır.

Tasarımın kuramsal çerçevesi: Bu çalışma kapsamında BİD çerçevesi oluşturulurken, literatürdeki birçok kaynak taranmış ve temel olarak Kalelioğlu, Gülbahar ve Kukul'un (2016) problem çözme sürecine dayalı BİD çerçevesi kullanılmıştır. Ancak, hedeflenen öğretim tasarımının bilimsel düşünme ve bilimsel araştırma süreçlerini daha derinlemesine kapsamalarının BİLSEM'ler için temel bir ihtiyaç olması nedeniyle, bu çerçevede ve içeriklerinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler, BİD süreçlerin bilimsel süreçlerle daha güçlü bir şekilde entegre edilmesini sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Böylece, hazırlanan çerçeve ve bu çerçeveye göre belirlenen beceri ve öğrenme çıktıları, uygulayıcılar için daha pratik hale getirilmiştir. Özellikle fen bilimleri alanındaki farklı modüller ile BİD becerilerinin kolaylıkla entegre edilmesi mümkün kılınmıştır. Ayrıca, bu çerçeve, bilim ve sanat merkezlerinin esnek program ihtiyacını karşılamayı ve bireysel farklılıklara göre program hazırlama süreçlerini desteklemeyi de hedeflemektedir.



Şekil 4. Öğretim tasarımının kuramsal çerçevesi

Çerçeveye BİLSEM öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünür olabilmesi için oldukça önemli olduğu değerlendirilen öz denetim boyutu da eklenmiştir. Özdenetim başlığındaki beceriler , alt beceriler, ISTE ve CSTA (Computer Science Teachers Association) raporları ile literatürde yer alan diğer çalışmalar, özellikle Weintrop ve diğerleri (2016) çalışması dikkate alınarak oluşturulmuştur. Ancak, bu beceriler ve alt beceriler yalnızca bu kaynakların taranması ile sınırlı olmayıp, ilgili literatürdeki diğer bulgular da göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. BİD fen bilimleri entegrasyonu için oluşturulan genel çerçeve Şekil 4’te çerçeve başlıkları altında yer alan bileşenler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2.

Öğretim Tasarımı Kuramsal Çerçevesi

Problemi tanımlama	Veri Toplama Temsil ve Analiz	Çözümleri Üret Seç Planla	Çözümleri Uygula	Çözümleri Değerlendir ve Gelişmeye Devam et	Öz Denetim
<u>Soyutlama</u>	<u>Veri Uygulamaları</u>	<u>Mantık Yürütme</u>	<u>Otomasyon (Otomatikleştirme)</u>	Test Etme	<u>Motivasyonu</u>
• Basitleştirme				Hata	<u>Yönetme</u>
• Odaklanma	• Veri toplama	• Çözüm için	• Tekrarlayan	Ayıklama	• Israrıcı Olma
• Tanımlama	• Düzenleme	mantıksal	işlemleri	Genellene	• Deneme
<u>Ayrıştırma</u>	• Sunma	yol üretme	bilgisayar	Yapma	Yanılma
• Problemi	<u>Örüntü Tanıma</u>	• Karar Verme	kullanarak yapma		• Belirsizlikle baş etme
Parçalara Bölme	• Örüntü		<u>Modelleme ve Benzetim</u>		<u>Bilişsel Farkındalık</u>
• Alt problemleri belirleme	Bulma		• Gerçek Yaşamı		• Kendini Değerlendirme
	Genelleme		Örnekleme		

*İtalik yazılan kısımlar araştırmacı tarafından eklenmiştir.

Bu tasarımda, her aşama çerçevede ayrı başlıklar altında sunulmuş olsa da uygulamada süreçler birbirleriyle iç içe geçmiş ve sürekli bir etkileşim halinde gerçekleşmiştir. Örneğin, hata ayıklama ve test etme süreçleri, bilimsel araştırmalarda deneysel tasarımın, çözüm

retmenin bir parçası olarak eş zamanlı bir şekilde kullanılabilmektedir. Bu yaklaşım, bilimsel hedeflere ulaşmak için süreçlerin dinamik bir bütünlük içinde işlediği bir yapı sunar.

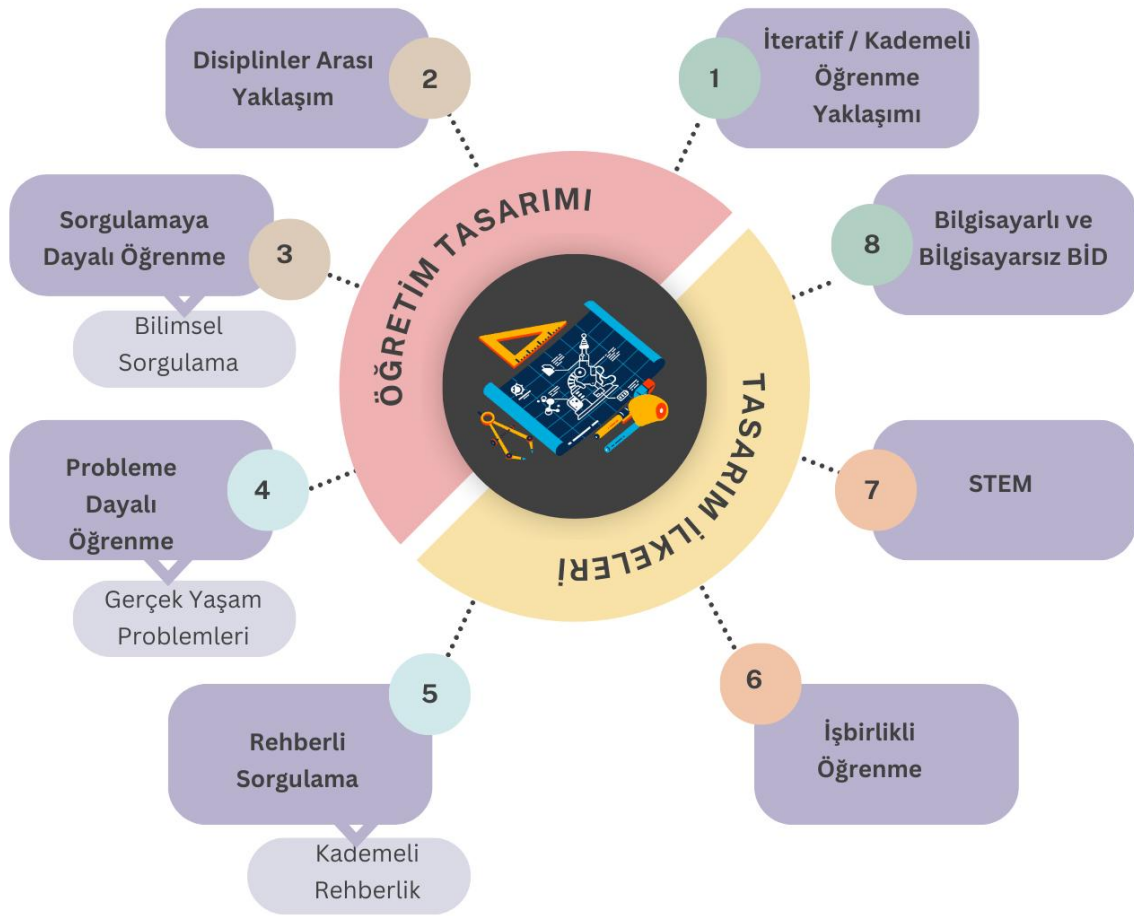
Weintrop ve diğerlerinin (2016) alışmasında da benzer şekilde, taksonomik kategorilerin ayrı ayrı sunulmasına rağmen uygulamada bu kategorilerin birbirleriyle ilişkili olduğu ve genellikle bir arada kullanıldığı vurgulanmış ve tasarımlarının temel özelliğinin, süreçlerin birbiriyle etkileşim halinde işleyerek bilimsel düşünme ve problem çözme süreçlerini desteklemesi olduğu vurgulanmıştır.

Tasarıma Genel Bakış: Bu ğretim tasarımı, 12 hafta (36 saat) süresince uygulanmak üzere planlanmış olup, fen bilimleri dersine BİD entegrasyonunu sağlamak amacıyla, bilimsel sorgulama temelli yaklaşımlar ve STEM odaklı etkinliklerle yapılandırılmıştır. Tasarımın temel amacı, ğrencilerin BİD becerilerini geliştirirken, bu süreçte bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme ve karmaşık problem çözme becerilerini de desteklemektir. Tasarım sürecinde, disiplinler arası yaklaşım, gerçek yaşam problemlerine odaklanma, sorgulamaya dayalı öğrenme ve iteratif-kademeli rehberlik gibi temel ilkeler gözetilmiştir. Bu ilkeler, BİD'in fen bilimleri bağlamında anlamlı bir şekilde uygulanmasını hedeflemiş ve ğrenci merkezli bir öğrenme ortamı oluşturulmasına rehberlik etmiştir.

Canlılar Dünyası (Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı), Sürdürülebilirlik (Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri) ve Ekosistem (Alkım Gezegeninde Yaşam) modülleri, fen bilimleri öğrenme ıktıları ile BİD becerilerini harmanlayarak öğrencilerin disiplinler arası bir yaklaşımla gerçek dünya problemlerine çözüm geliştirmelerine, sistematik düşünme yeteneklerini geliştirmelerine olanak tanımayı hedeflemiştir.

Tasarım hazırlanırken, sistem düşüncesi de göz önünde bulundurulmuş, küçük ölçekli sistemlerden (biyolojik ve enerji sistemleri) geniş ve karmaşık sistemlere (ekosistem) doğru bir ilerleme sağlanmıştır. Canlılar Dünyası modülünde biyolojik sistemlerin temel bileşenleri ve süreçleri ele alınırken, Sürdürülebilirlik modülünde öğrencilerin küresel ısınma bağlamında enerji tasarrufu problemlerine yönelik çözümler geliştirmesi sağlanmıştır. Ekosistem modülü ise, öğrencilerin edindikleri becerileri daha geniş bir bağlamda uygulamalarını sağlayarak ekosistemlerin karmaşık yapısını analiz etmelerine ve sistem tasarımı yapmalarına olanak tanıyacak şekilde yapılandırılmıştır.

Tasarımda yer verilen ilkeler, yaklaşım ve yöntemler: Bilgi işlemsel düşünme (BİD) becerilerinin ğretim tasarımına entegre edilmesinde, çeşitli ilkeler, yaklaşım ve yöntemler benimsenmiştir. Bunlar şekil 5' te verilmiştir.



Şekil 5. Öğretim tasarımında kullanılan pedagojik ve öğretimsel uygulamalara dayalı ilkeler

Bu ilkelerin ilki, *disiplinler arası yaklaşımdır*. Öğretim tasarımı disiplinler arası bir yaklaşımla hazırlanmıştır. İlk modülde kimya, biyoloji, matematik ve teknoloji arasında yoğun bir etkileşim bulunmaktadır. İkinci modülün merkezinde ise fizik, kimya alanları yer almakta yine matematik ve teknoloji bağlamları süreci desteklemektedir. Üçüncü modül STEM yaklaşımıyla hazırlanmış biyoloji, kimya, fizik, teknoloji bağlamları birlikte kullanılmıştır. Her bir modülde BİD temel bileşendir. BİD'in yalnızca bilgisayar bilimiyle sınırlı kalmayıp fen bilimleri, matematik, biyoloji gibi alanlarla entegre edildiğinde daha anlamlı ve etkili olduğu literatürde vurgulanmaktadır. Disiplinler arası bir bağlamda, öğrenciler farklı alanlardan gelen bilgileri bir araya getirerek problem çözme becerilerini geliştirme fırsatı bulurlar ve böylece öğrencilerin öğrenme süreçlerinin zenginleşmesini sağlayacağı literatürde ifade edilir (Barr ve Stephenson, 2011; Eickelmann, 2019; Labusch ve diğerleri, 2019; NRC, 2010; Sengupta ve diğerleri, 2013). Bu tür bir yaklaşım,

öğrencilerin yalnızca teknik becerilerini değil, aynı zamanda karmaşık problemlere disiplinler arası çözümler geliştirme yetkinliklerini de artırır.

Tasarımda yer alan bir diğer önemli yaklaşım ise *probleme dayalı öğrenmedir*. Tüm modüller bir gerçek yaşam senaryosu ile başlamaktadır ve bu senaryoya uygun olarak öğrencilerin *gerçek yaşam problemlerini* çözmelerine odaklanmaktadır. Birinci modülde öğrenciler, bir maya fabrikasında görev yapan AR-GE görevlileri olarak; ikinci modülde, küresel iklim krizi bağlamında bir köyde ortaya çıkan problemleri çözmek için kurulan bir ekip üyesi olarak, üçüncü modülde ise Türkiye Uzay Ajansı'nda çalışan ve yeni keşfedilmiş bir gezegende sera kurmak için AR-GE yapan bir ekip üyesi olarak görev almış ve problem çözme becerilerini kullanmışlardır.

Gerçek yaşam bağlamlarında yapılandırılan bu etkinlikler, öğrencilerin öğrendiklerini anlamlı bağlamlarda uygulamalarını sağlarken, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini destekler. Bu tür etkinliklerin, öğrenci motivasyonunu artırarak öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirdiği; ayrıca hata ayıklama, veri analizi gibi süreçleri güçlendirdiği ve BİD'i daha etkili hale getirdiği belirtilmektedir (Callahan ve Hertberg-Davis, 2013; Donoghue ve diğerleri, 2021; Israel-Fishelson, Moon, Tabak ve Weintrop, 2024; Seow ve diğerleri, 2019; Wilensky ve diğerleri, 2014; Weintrop ve diğerleri, 2016; Yadav ve diğerleri 2014). Gerçek yaşam problemleri, öğrencilerin ilgisini çekerek, öğrenmeyi daha kalıcı ve etkili hale getirmektedir. Özellikle özel yetenekli öğrencilere yönelik gerçekleştirilecek çalışmaların karmaşık problem çözme becerilerini içermesi oldukça önemli bir zenginleştirme süreci olarak ifade edilmektedir (Renzuli, 1977).

Öğretim tasarımı da yer alan *sorgulamaya dayalı öğrenme* yaklaşımı, özel yetenekli öğrencilerin öğrenme süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından tanımlanan BİLSEM programlarının temel işlevleri ve hedefleriyle pedagojik olarak uyumlu bir yapı sunmaktadır (MEB, 2019). Öğretim tasarımı da yer alan özellikle Canlılar Dünyası (Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı) ve Sürdürülebilirlik (Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri) modülleri, öğrencilerin hipotez kurma, deney tasarlama ve sonuç çıkarma gibi bilimsel sorgulama süreçlerini yoğun bir şekilde kullandığı etkinlikleri içermektedir. Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde, öğrenme ortamlarının farklılaştırılması ve zenginleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu tür ortamlar, öğrencilere karmaşık problemleri çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı çözümler üretme fırsatları sunar. Coleman (2016), özel yetenekli ve yüksek potansiyele sahip küçük

çocukların potansiyellerini tanımak ve geliştirmek için uygulamalı ve sorgulamaya dayalı bilim yöntemlerinin etkili bir araç olduğunu belirtmiştir.

Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencilerin aktif katılımıyla bilgi oluşturma süreçlerini temel alan bir öğretim yaklaşımıdır. Bu yöntem, öğrencilerin hipotez kurma, deney tasarlama ve sonuç çıkarma gibi süreçleri öğrenme deneyimlerine dahil ederek, bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Keselman (2003), sorgulamaya dayalı öğrenmeyi, öğrencilerin bilgi oluşturma sürecinde profesyonel bilim insanlarının yöntemlerini izlediği bir strateji olarak tanımlamaktadır. Bu süreç, öğrencilerin hipotezler formüle etmesi, deney yapması ve gözlemlerle test etmesi gibi adımları içerir. Ayrıca, Pedaste, Mäeots, Leijen ve Sarapuu (2012) sorgulamaya dayalı öğrenmenin bilgiye ulaşmayı ve problem çözmeyi sağlayan bir model sunduğunu vurgulamış, bu süreci hipotez geliştirme, deney tasarlama, gözlem yapma ve sonuçları analiz etme gibi aşamalara ayırmıştır.

Bilimsel sorgulama, sorgulamaya dayalı öğrenmenin daha spesifik bir uygulamasıdır ve öğrencilerin bilimsel süreçleri uygulamalarını sağlar. Hazırlanan öğretim tasarımında öğrencilerin bilimsel sorgulama yoluyla hipotez oluşturma, veri toplama, analiz yapma ve sonuç çıkarma gibi süreç becerilerini geliştirmesi hedeflenmektedir. Bu yaklaşım, BİD ve bilim entegrasyonunun kritik bir unsuru olarak da öne çıkar. Araştırmalar, bilimsel sorgulama temelli öğrenme ortamlarının, geleneksel bilimsel yöntemler ile modern hesaplamalı dünyanın talepleri arasındaki boşluğu kapatma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Resnick ve diğerleri., 2009; Weintrop ve Wilensky, 2013). Bilimsel sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarında öğrencilerin veri toplama, analiz etme, örüntü tanıma ve sonuç çıkarma süreçlerinde daha derinlemesine düşünme becerileri geliştirdiği ifade edilmektedir (Barab ve diğerleri, 2005; Buechley ve diğerleri, 2008; Cooper ve diğerleri, 2000; Linn ve diğerleri, 2003; Resnick ve diğerleri, 2009; Richmond ve diğerleri, 1987; Weintrop ve Wilensky, 2013; Wilensky, 1999a, 1999b). Öğretim tasarımı bilimsel sorgulama süreçlerini BİD süreçleri ile entegre eden bir yapı ortaya koymaktadır.

Hazırlanan öğretim tasarımı, *rehberli sorgulama ve kademeli rehberlik* ilkeleri temel alınarak yapılandırılmıştır. Tüm etkinliklerde, öğrencilerin zorlandıkları durumlarda doğrudan bilgi aktarımı yerine, öğrencilerin kendi düşünme süreçlerini etkinleştirmelerine olanak sağlayacak rehberli sorgulama yöntemleri uygulanmıştır. Bu yaklaşım, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini ve öğrenme sorumluluklarını geliştirmeyi hedeflemiştir. Tasarım, başlangıçta daha yoğun rehberlik sunan etkinliklerle başlamış, ilerleyen modüllerde bu rehberlik düzeyi kademeli olarak azaltılarak öğrencilerin bağımsız öğrenme

süreçlerini yönetmelerine fırsat tanınmıştır. Özellikle ilk modülde rehberlik daha yapılandırılmış bir şekilde sağlanırken, sonraki modüllerde bu yapılandırma giderek azaltılarak, öğrencilerin bağımsız karar alabilecekleri ve bireysel öğrenme sorumluluğu üstlenebilecekleri bir noktaya ulaşmaları sağlanmaya çalışılmıştır.

Rehberli sorgulama, öğrencilerin bilgi oluşturma ve problem çözme süreçlerinde daha karmaşık kavramları anlamalarına yardımcı olmak için öğretmen rehberliğini içeren bir yaklaşımdır. Bu yöntemde öğretmen, öğrencilerin sorgulama sürecinde yönlendirme yaparak, hipotez geliştirme, veri toplama ve sonuç çıkarma gibi süreçlerde rehberlik eder. Özellikle bilimsel sorgulama temelli öğrenme ortamlarında, rehberli sorgulama öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırır. Bu yöntem hem bilgiye ulaşma hem de öğrencilerin sorgulama becerilerini geliştirme açısından kritik bir role sahiptir.

Kademeli rehberlik ise, öğretmen rehberliğinin aşamalı olarak azaltılarak, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yönetmelerini sağlayan bir yaklaşımdır (Pedaste ve diğerleri, 2015; Shute ve diğerleri, 2017). Bu yöntem, öğrencilerin bağımsız problem çözücüler haline gelmesini desteklerken, hata ayıklama, sıralama ve algoritma tasarımı gibi BİD becerilerinde aşamalı ilerlemeyi teşvik eder (Bers ve diğerleri, 2014). Rehberli sorgulama ile başlayan süreç, kademeli rehberlikle desteklendiğinde öğrencilerin öğrenme süreçleri üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmalarına ve bağımsız düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak tanır.

Netz (2014), farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş öğretim ortamlarının, özel yetenekli öğrencilerin hem birbirleriyle hem de öğretmenlerle sosyal diyalektik tartışmalar yapabilecekleri bir bağlam sağlaması gerektiğini savunur. Bu tür bir yaklaşım, öğrencilere çok yönlü düşünme ve tartışma becerilerini geliştirme imkânı sunar. Bu bağlamda hazırlanan öğretim tasarımında rehberli sorgulama ve kademeli rehberlik yöntemlerinin uygulanması, öğrencilerin yalnızca bireysel öğrenme süreçlerini değil, aynı zamanda sosyal tartışma ve eleştirel düşünme becerilerini de geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Rehberli sorgulama ve kademeli rehberlik birlikte, öğrencilerin hem öğretmen desteği ile karmaşık kavramları öğrenmesini hem de bağımsız bir öğrenci haline gelmelerini sağlayan etkili pedagojik araçlardır. Bu yaklaşımlar, yapılandırılmış rehberlik ile başlayan öğrenme süreçlerinin, öğrencilerin özgüven kazandığı ve kendi öğrenme yollarını keşfettiği bir noktaya evrilmesine katkıda bulunur. Özellikle bilimsel sorgulama içeren BİD süreçleri,

rehberli öğretim yaklaşımları ile desteklendiğinde, öğrencilerin hem bilgi işlemsel hem de bilimsel becerilerini güçlendirdiği görülmüştür (Sengupta ve diğerleri, 2013).

Bilgisayarlı ve bilgisayarsız yaklaşımların entegrasyonu, BİD öğretim tasarımı dengeli ve kapsamlı bir öğrenme deneyimi sunar. Bu tasarımda, bilgi işlemsel düşünme (BİD) becerilerini desteklemek amacıyla, bilgisayarsız (unplugged) ve bilgisayarlı (plugged) etkinliklere yer verilmiştir. Bilgisayarsız etkinlikler, öğrencilerin BİD'in temel ilkelerini kavramalarını, bu beceriyi bir sistematik düşünme yaklaşımı olarak edinmelerini kolaylaştırmak ve öz yeterlilik algılarını güçlendirmek için planlanmıştır. Bilgisayarlı etkinlikler ise, öğrencilerin bu becerileri daha karmaşık problemlerin çözümünde kullanmalarını ve gerçek dünya bağlamlarında uygulamalarını sağlamak amacıyla yapılandırılmıştır. Bu iki yöntemin birlikte kullanılması öğrencilere hem temel kavramları anlamaya yönelik bir zemin hem de pratik uygulamalar için güçlü bir araç sunar.

Bilgisayarsız etkinliklerin, BİD'in temel ilkelerinin anlaşılmasını ve öğrencilerin özyeterlik algılarının güçlendirilmesini sağlarken, bilgisayarlı etkinlikler daha karmaşık problemlerin çözümünde öğrencilere güçlü bir destek sağladığı belirtilmiştir (Bell ve Roberts, 2016; Çiftçi ve Topçu, 2022; Hermans ve Aivaloğlu, 2017; Sâri ve diğerleri, 2024). Bu iki yöntemin birlikte kullanılması, öğrencilerin kavramsal anlayış ve pratik becerilerini eş zamanlı olarak geliştirmelerine olanak tanıyarak öğrencilerin hem basit hem karmaşık problem çözme süreçlerinde etkili bir destek sağlayacağı vurgulanmaktadır (Caeli ve Yadav, 2020; Sâri ve diğerleri, 2024).

İş birlikli öğrenme, tasarımda işe koşulan bir diğer yöntemdir. İş birliği, BİD bağlamında problem ayrıştırma, modülerleştirme, paralel hesaplama ve eşli programlama gibi süreçlerde etkinliği artıran ve gereklilik arz eden bir uygulamadır. Bu bağlamda, iş birliği odaklı yaklaşımlar, bilgi işlemsel problem çözme süreçlerinde önemli bir yer tutmaktadır (Grover ve Pea, 2018). Bu nedenle, BİD öğretim tasarımı iş birliğini teşvik edecek ve öğrencilerin bu süreçlere aktif katılımını sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Öğrenciler tüm etkinliklerde gruplar halinde çalışmış, her grubun belirli görevleri üsteleneceği sonucunda ise tüm grupların birlikte bir ürün çıkaracağı bir yapılandırma gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım BİD ile karmaşık problem çözmede eş zamanlı çalışma ilkesinin uygulanmasını da sağlamıştır. Gruplar oluşturulurken özellikle bilişim alanında yetkinliği daha yüksek olan öğrenciler farklı gruplara yerleştirilerek akran öğrenmesini de desteklemek hedeflenmiştir. Ayrıca ISTE (2016), öğrenciler için belirlediği önemli standartlardan biri olarak global

işbirlikçi olmaları gerekliliği ifade edilmiştir. Öğrencilerin başkalarıyla iş birliği yaparak, takım çalışmalarına verimli katılarak, öğrenimlerini zenginleştirecekleri ifade edilmektedir.

Hazırlanan öğretim tasarımı STEM, öğrencilerin disiplinler arası problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmek için bir uygulama olarak benimsenmiştir. Bu uygulama, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir araya getirerek, öğrencilerin gerçek dünya problemlerine yönelik sistematik çözümler geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Öğretim tasarımı, STEM etkinlikleri öğrencilerin bilişimsel düşünme (BİD) becerilerini geliştirmeleri amacıyla yapılandırılmıştır. Özellikle üçüncü modülde STEM uygulamaları, öğrencilerin algoritma tasarımı, modelleme ve otomatikleştirme gibi becerilerini daha karmaşık bir bağlamda geliştirmelerine olanak tanımıştır.

Literatür, STEM ve BİD entegrasyonunun eğitimdeki önemini güçlü bir şekilde vurgulamaktadır. Grover ve Pea (2018), BİD'in STEM bağlamında daha derin öğrenmeyi desteklediğini ve STEM disiplinlerinin de BİD becerilerini erişilebilir ve uygulanabilir hale getiren doğal bir bağlam sunduğunu belirtmektedir. STEM ve BİD arasındaki bu simbiyotik ilişki, öğrenme süreçlerinde disiplinler arası bir bağlam oluşturarak hem akademik başarıyı hem de öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini artırmaktadır. Hutchins ve diğerleri (2020) ise STEM ve bilişimsel düşünmenin sinerjik bir şekilde birleştiği öğrenme ortamlarının, öğrencilerin algoritma geliştirme, problem çözme ve modelleme becerilerinde derinleşmelerini desteklediğini ifade etmektedir.

Bu bağlamda STEM uygulamaları, öğretim tasarımı yalnızca bilişimsel düşünme becerilerinin gelişimini desteklemekle kalmamış, aynı zamanda öğrencilerin fen bilimleri ve matematik gibi STEM disiplinlerindeki öğrenmelerini derinleştirerek gerçek dünya problemlerine yönelik yenilikçi çözümler geliştirmelerini teşvik etmiştir. Öğrencilere disiplinler arası ve uygulamalı bir öğrenme deneyimi sunan bu yaklaşım, öğretim tasarımının temel bileşenlerinden biri olmuştur.

Hazırlanan öğretim tasarımı STEM, öğrencilerin disiplinler arası problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmek için kullanılan yöntemlerden biri olmuştur. Bu uygulama, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir araya getirerek, öğrencilerin gerçek dünya problemlerine yönelik sistematik çözümler geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Öğretim tasarımı, STEM etkinlikleri öğrencilerin bilişimsel düşünme (BİD) becerilerini geliştirmeleri amacıyla yapılandırılmıştır. Özellikle

üçüncü modülde STEM uygulamaları, öğrencilerin algoritma tasarımı, modelleme ve otomatikleştirme gibi becerilerini daha karmaşık bir bağlamda geliştirmelerine olanak tanımıştır.

Literatürde STEM ve BİD entegrasyonunun eğitimdeki önemini güçlü bir şekilde vurgulamaktadır. Literatürde BİD'in STEM bağlamında daha derin öğrenmeyi desteklediğini ve STEM disiplinlerinin BİD becerilerini erişilebilir ve uygulanabilir hale getiren doğal bir bağlam sunduğunu belirtmektedir (Grover ve Pea, 2018; Lee, Grover, Martin, Pillai, ve Malyn-Smith, 2020). Bu karşılıklı destek, K-12 eğitiminde bilişimsel becerilerin yaygınlaştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır STEM ve BİD arasındaki bu simbiyotik ilişki, öğrenme süreçlerinde disiplinler arası bir bağlam oluşturarak hem akademik başarıyı hem de öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini artırmaktadır (Grover ve Pea, 2018). Hutchins ve diğerleri (2020) ise STEM ve BİD'in sinerjik bir şekilde birleştiği öğrenme ortamlarının, öğrencilerin algoritma geliştirme, problem çözme ve modelleme becerilerinde derinleşmelerini desteklediğini ifade etmektedir. Bu bağlamda STEM uygulamaları, öğretim tasarımında yalnızca bilgi işlemsel becerilerinin gelişimini desteklemekle kalmamış, aynı zamanda öğrencilerin fen bilimleri ve matematik gibi STEM disiplinlerindeki öğrenmelerini derinleştirerek gerçek dünya problemlerine yönelik yenilikçi çözümler geliştirmelerini teşvik etmiştir. Öğrencilere disiplinler arası ve uygulamalı bir öğrenme deneyimi sunan bu yaklaşım, öğretim tasarımının temel bileşenlerinden biri olmuştur.

İteratif/kademeli öğrenme yaklaşımı, BİD becerilerinin öğretiminde önemli bir yer tutar. Öğrencilerin basitten karmaşığa ilerleyen bir süreçte algoritma tasarımı, mantıksal akıl yürütme ve problem çözme becerilerini geliştirdikleri iteratif öğrenme döngüleri, bu yaklaşımın temelini oluşturur. Yapılandırılmış ve kademeli bir destekle, zorluk derecesi gittikçe artan etkinliklerle öğrencilerin BİD becerilerinin kazanımında derin öğrenmeleri desteklenmekte ve karmaşık problemlere yönelik çözümler geliştirebilme becerileri güçlendirilmektedir (Marcum-Dietrich ve diğerleri., 2024; Hsu, Chang ve Hung, 2018). Hazırlanan öğrenme tasarımı, bu iteratif yaklaşımı temel alarak, üç modül çerçevesinde yapılandırılmıştır: Canlılar Dünyası (Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı), Sürdürülebilirlik (Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri) ve Ekosistem (Alkım Gezegeninde Yaşam). Modüller, fen bilimleri ve BİD becerilerini disiplinler arası bir bağlamda harmanlayarak öğrencilerin gerçek dünya problemlerine çözüm geliştirmelerine olanak tanımaktadır. İlk modülde yoğun rehberlik ve yapılandırılmış etkinliklerle

kavramların temelleri oluşturulmuş, ikinci modülde rehberlik düzeyi azaltılarak süreçler daha bağımsız bir şekilde derinleştirilmiş, üçüncü modülde ise öğrencilerin karmaşık sistemler tasarladığı ve otomasyon süreçlerine giriş yaptığı bir yapı hedeflenmiştir.

İlk modül olan Canlılar Dünyası (Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı) öğrencilerin temel kavramları anlamalarına ve bu kavramları sistematik bir şekilde içselleştirmelerine odaklanmıştır. Bu süreçte, yoğun öğretmen rehberliği ile öğrencilerin problemi tanımlama, veri toplama, veri temsil ve analiz becerileri deneysel bağlamda geliştirilmiştir. Öğrenciler, örüntü tanıma, hata ayıklama ve test etme gibi süreçleri deneysel çalışmalar sırasında uygulamış, ancak otomasyon ve kodlama gibi bilgisayar ortamında uygulamalar bu aşamada yer almamıştır. Algoritma döngüleri ve örüntü tasarlama becerileri, bilgisayarsız etkinliklerle kavramsal düzeyde ve uygulamalı olarak işlenmiştir. Ayrıca, dijital araçlar yalnızca veri toplama, düzenleme ve görselleştirme süreçlerinde kullanılmıştır. Bu modülde, öğrencilerin soyutlama, ayırıştırma, örüntü bulma ve mantık yürütme gibi temel bilişsel becerileri tanımları sağlanmıştır.

İkinci modül olan Sürdürülebilirlik (Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri) modülünde ilk modülde geliştirilen beceriler daha az rehberlik ve daha az yapılandırılmış bir süreçle gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler, yine deneysel bağlamda örüntü tanıma, hata ayıklama, test etme ve problem çözme gibi süreçlere odaklanmış, ancak bu süreçleri daha bağımsız bir şekilde gerçekleştirmişlerdir. Algoritma döngüleri ve örüntü tasarlama becerileri, bu modülde da bilgisayarsız etkinliklerle uygulamalı olarak işlenmeye devam etmiş, öğrenciler bu becerileri kavramsal düzeyde derinleştirmiştir. Dijital araçlar ise veri toplama, düzenleme ve görselleştirme süreçlerinde daha yoğun olarak kullanılmıştır. Bu modülde, öğrencilerin çözüm geliştirme ve planlama becerilerini daha sistematik bir şekilde uygulamaları sağlanmıştır.

Ekosistem (Alkım Gezegeninde Yaşam) üçüncü ve en karmaşık modüldür ve öğrencilerin önceki modüllerde kazandıkları becerileri bağımsız bir şekilde uygulamalarını ve karmaşık sistemler tasarlamalarını sağlamıştır. Bu modülde, öğrenciler dijital araçlarla otomasyon ve kodlama süreçlerine giriş yapmış; mBlock gibi yazılımlar kullanarak algoritma döngüleri oluşturmuş, bu döngüleri karmaşık problemlerin çözümüne uyarlamışlardır. Algoritma tasarımı, modelleme, benzetim, hata ayıklama ve test etme gibi süreçler bilgisayar ortamında uygulanmış, öğrenciler bağımsız çalışarak karmaşık sistemler geliştirmiştir. Bu aşamada, öğrenciler yalnızca problem çözme değil, aynı zamanda sistem tasarımı, karar verme ve otomasyon süreçlerini optimize etme becerilerini geliştirme fırsatı bulmuşlardır. Öğretmen

rehberliği bu modülde minimum düzeye indirilmiş, öğrenciler kendi öğrenme süreçlerini bağımsız olarak yönetmiştir.

Bu ilkeler doğrultusunda geliştirilen  ğretim tasarımı,  ğrencilerin B D becerilerini kazanmalarına ve bunları disiplinler arası, gerçek yaşam problemlerinde uygulamalarına olanak sağlayarak daha etkili ve anlamlı bir öğrenme deneyimi sunmaktadır. Tasarım bu ilkeler doğrultusunda hazırlanarak öncelikle pilot uygulama gerçekleştirilmiş ve pilot uygulamalar sonunda tasarıma son şekli verilmiştir.

Pilot uygulama: Bu ilkeler doğrultusunda hazırlanan  ğretim tasarımının ilk modülü, pilot uygulama sürecinde test edilmiştir. Pilot  alışma, tasarım aşamasında belirlenen asıl çalışma grubundan farklı bir  ğrenci grubu ile gerçekleştirilmiş ve etkinliklerin ilk prototipleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, BYF Programında Bilim ve Sanat Merkezine (B LSEM) devam eden 6. sınıf düzeyindeki 12 öğrenciden oluşan bir grup ile çalışma y r t lm ştir. Pilot uygulama, 4 hafta boyunca toplam 12 saat süresince gerçekleştirilmiştir.

Bu pilot uygulama sırasında, öğrencilerin temel bilimsel süreç becerileri ve B D becerilerinde beklenenden daha düşük bir hazır bulunuşluk düzeyine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Özellikle, bilimsel süreç becerileri kapsamında problemi belirleme, hipotez oluşturma, veri toplama, analiz etme, görselleştirme ve deneysel süreçleri gerçekleştirme becerilerinde belirgin eksiklikler tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, B D becerileri açısından da sıralama, algoritmik düşünme, hataları fark etme ve ayıklama gibi temel unsurlarda öğrencilerin beklenenden daha düşük bir performans sergiledikleri gözlemlenmiştir. Bu bulgular, etkinliklerin yeniden yapılandırılmasını ve öğrencilerin mevcut hazır bulunuşluk düzeyine daha uygun hale getirilmesini gerekli kılmıştır. Pilot  alışma sonrasında  ğretim tasarımında çeşitli düzenlemeler yapılmış, etkinlikler hem öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun hale getirilmiş hem de B D ve bilimsel süreç becerilerinin etkili bir şekilde kazandırılmasını destekleyecek şekilde yeniden yapılandırılmıştır. Bu düzenlemeler aşağıdaki başlıklar altında gerçekleştirilmiştir:

- *Rehberlik Mekanizmalarının Yeniden Yapılandırılması:* Etkinliklerin başlangıç aşamalarında, öğrencilerin yönlendirme ihtiya ını karşılamak amacıyla rehberlik düzeyi artırılmıştır. Bu kapsamda, öğrencilere daha fazla yönlendirme ve destek sağlanmış; rehberlik düzeyinin süreç içerisinde kademeli olarak azaltılmasına karar verilmiştir. Bu yaklaşım, öğrencilerin rehberlik desteği ile temel becerileri

kazandıktan sonra daha bağımsız bir şekilde problem çözme süreçlerine dahil olmalarını desteklemek amacıyla planlanmıştır.

- *Zorluk Seviyesinin Dengelenmesi:* Öğrenme etkinliklerinin zorluk seviyesi, öğrencilerin bilişsel gelişim süreçlerini desteklemek ve problem çözme becerilerini pekiştirmek amacıyla pedagojik ilkelere uygun olarak tasarlanmıştır. Bu bağlamda, etkinlikler öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirecek şekilde yapılandırılmış ve öğrenme sürecinde optimal bir zorlanma düzeyi sağlanması hedeflenmiştir. Ancak, aşırı bilişsel yüklenmenin öğrenme motivasyonunu olumsuz etkilememesi için etkinliklerin zorluk seviyesi, öğrencilerin üstesinden gelebileceği fakat gelişimlerini destekleyecek bir seviyede dengelenmiştir. Böylece, öğrencilerin öğrenme sürecinde uygun seviyede zorlanarak yeni beceriler kazanmaları, derinlemesine kavrayış geliştirmeleri ve akademik öz yeterliliklerini artırmaları hedeflenmektedir.
- *Etkinliklerin Modifikasyonu:* İlk Etkinliklerin Modifikasyonu: İlk modülde, öğrencilerin veri toplama, analiz ve görselleştirme gibi bilimsel süreç becerilerine daha etkin katılım göstermelerini sağlamak amacıyla görsel destekler ve yol gösterici yönergeler eklenmiştir. Örneğin; deney düzeneği tasarımı, öğrencilerin süreç becerilerini adım adım geliştirebilmeleri için daha yapılandırılmış bir biçimde planlanmıştır. Pilot uygulama sırasında, öğrencilerin deney düzeneğini kendi başlarına tasarlamakta zorlandıkları gözlemlenmiştir. Ancak, doğrudan bir çözüm sunmak yerine, öğrencilerin akıl yürütmelerini, çaba göstermelerini ve deneyimlemelerini sağlamak amacıyla tasarım sürecine devam etmeleri teşvik edilmiştir. Öğrencilerin çözüm arayışlarını sürdürmelerinin ardından, sürecin daha anlaşılır hale gelmesi için önceden hazırlanmış deney düzeneğinin fotoğrafı paylaşılmıştır. Bu yaklaşımla, öğrencilerin problem çözme sürecine aktif katılım göstermelerini sağlarken, aynı zamanda yapılandırılmış rehberlik ile desteklenmeleri hedeflenmiştir.
- *Simülasyon ve Bilgisayar Destekli Modelleme Temelli Modülün Tasarımdan Çıkarılması:*
Pilot çalışma sırasında, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin beklenenden düşük olduğu ve 36 ders saatlik uygulama süresi içinde BYF öğretim tasarımının etkin bir şekilde tamamlanamayacağı belirlenmiştir. Bu nedenle, simülasyon ve modelleme temelli modül tasarımdan çıkarılmıştır.

- Söz konusu modül, BİD ve bilimsel sorgulama becerilerini geliştirme potansiyeline sahip olmasına rağmen, zaman yönetimi kısıtları ve öğrencilerin temel düzeyde süreçlerde yaşadığı zorluklar göz önünde bulundurularak öğretim tasarımıyla çıkarılmıştır. Bu karar doğrultusunda, diğer modüllerin daha kapsamlı ve odaklı bir şekilde yapılandırılması planlanmıştır.

3.1.2.3. Öğretim tasarımı değerlendirme yansıma aşaması

ETA, teorik bilgi ile pratik çözümleri birleştirerek hem eğitimdeki karmaşık sorunlara çözüm üretmeyi hem de bu çözümlerden yeni bilgiler edinmeyi hedefler. Bu yaklaşım, genellikle döngüsel bir süreç olarak işler ve her aşamada hem teorik hem de pratik çıktılar sunar (McKenney ve Reeves, 2020). Değerlendirme ve yansıma aşaması, ETA sürecinin en kritik bileşenlerinden biridir. Bu aşama, tasarım sürecinde geliştirilen prototiplerin veya müdahalelerin test edilmesi ve iyileştirilmesi için gereken empirik verileri sağlar. Ayrıca, sürecin ilerleyişine dair önemli geri bildirimler sunar ve bu geri bildirimler doğrultusunda tasarımlar optimize edilir.

Değerlendirme aşamasının temel amacı, müdahalelerin işe yarayıp yaramadığını, nasıl çalıştığını ve neden etkili olduğunu anlamaktır. Yansıma ise, bu bulguların teorik bağlamda anlamlandırılmasını ve gelecekteki uygulamalara rehberlik edecek şekilde genelleştirilmesini mümkün kılar (McKenney ve Reeves, 2020). Bu aşama, tasarımın etkinliğini artırmak için sadece tasarıma dair eleştirel bir değerlendirme değil, aynı zamanda süreç boyunca elde edilen bulguların bilimsel anlayışa katkı sağlamasını da hedefler.

Tasarımın uygulanması sırasında, öğrencilerin BİDB'deki performansları gözlemlenmiş ve süreç boyunca çeşitli eksiklikler tespit edilmiştir. Bu eksiklikler aşağıda verilen temel sorun alanlarında toplanmıştır. Bu sorunlar, döngüsel modüller boyunca tasarımın iteratif yapısına uygun olarak alınan aksiyonlarla giderilmeye çalışılmıştır. Tespit edilen sorunlar, bu sorunlara yönelik alınan aksiyonlar Tablo 2'de detaylı şekilde sunulmaktadır

1. *Problemi Tanımlama (Soyutlama)*: Öğrencilerin problemleri soyutlama süreçlerinde zorluk yaşadığı belirlenmiştir.
2. *Çözümleri Üret, Seç ve Planla (Mantık Yürütme, Algoritma Tasarlama)*: Kriter belirleme ve karar verme süreçlerinde eksiklikler gözlemlenmiştir. Adım adım sıralama becerilerinde yetersizlikler tespit edilmiştir.

3. *Veri Uygulamaları (Veri Toplama, Veri Düzenleme, Veri Sunma)*: Veri toplama süreçlerinde sorunlar yaşanmıştır. Dijital araç kullanımı konusunda zayıflıklar gözlemlenmiştir.
4. *Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et (Test Etme, Hata Ayıklama)*: Hata kaynaklarını fark etmede ve hata ayıklama süreçlerinde yetersizlikler görülmüştür.
5. *Motivasyon ve Öz Denetim (Isıracı Olma, Deneme Yanılma, Belirsizlikle Baş Etme)*: Öğrencilerin çabuk pes ettiği ve doğruya ulaşamayacaklarına dair inanç eksiklikleri gözlemlenmiştir.
6. *Grup Çalışması ve Katılım*: Grup içi katılımı dengesizlikler ve bazı öğrencilerin daha az aktif olması sorunları tespit edilmiştir.
7. *Değerlendirme Süreci*: Öğrenciler tarafından yapılan yazılı modül değerlendirmesinin yeterince derinlemesine bilgi sağlamadığı belirlenmiştir.

Tablo 3.

Karşılaşılan Problemler Ve Öğretim Tasarımının Uygulanması Sürecinde Alınan Aksiyonlar

Boyut ve Beceriler	Sorun	Alınan Aksiyonlar
1. Problemi Tanımlama (Soyutlama)	Problemi soyutlamada karşılaşılan zorluklar	- Daha önce farklı aşamalarda kullanılan karar şeması (yapılandırılmış destek yapıları (scaffolding), problemi tanımlama sürecine entegre edildi.
2. Çözümleri Üret, Seç ve Planla (Mantık Yürütme, Algoritma Tasarlama)	Kriter belirleme ve karar verme sorunları	- Karar şemalarının işlevini anlamaları için yapılandırılmış bir oyun oynatıldı. - Yarı yapılandırılmış algoritmik düşünmeye dayalı karar şemaları hazırlandı ve öğrencilerin bu şemalarla belirledikleri kriterlere dayalı sistematik karar vermesi sağlandı.
	Adım adım sıralama becerilerindeki eksiklikler	- Deneysel süreç rehberlik eşliğinde tekrarlanarak proses şemaları yeniden oluşturuldu. - Gruplar, birbirlerinin deneylerini proses şemalarına göre gerçekleştirip kontrol listeleri aracılığı ile denetleyerek proses şemalarını yeniden yapılandırdı.

		-İkinci etkinlikte tasarımlarını ayrıntılı çizmelerine rağmen, proses şeması ile kısaca aşamaları ifade etmeleri istenmiştir.
3. Veri Uygulamaları (Veri Toplama, Veri Düzenleme, Veri Sunma)	Veri toplama becerilerindeki eksiklikler	- Çalışma kağıtları güncellendi ve veri toplama tabloları eklendi. -Veri toplama süreçlerine yönelik kademeli rehberlik yapılarak süreç tekrarlandı, hatalarını fark etmeleri sağlandı.
	Dijital araç kullanımındaki zayıflıklar	- Dijital araçları kullanma konusunda çekincesi olan öğrencilerin verileri elle görselleştirmeleri sağlandı ve bu süreci dijital araçlarla karşılaştırarak farkı anlamaları teşvik edildi. - Dijital araç kullanımı süreçlerinde daha fazla rehberlik sağlandı.
4. Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et (Test Etme, Hata Ayıklama)	Hata ayıklama becerilerindeki eksiklikler	- Proses şemalarına hata kaynaklarına dair yol gösterici notlar eklemeleri istendi. - Hata ayıklama süreçleri tüm aşamalarda sistematik olarak uygulandı. - Tasarımlardaki hataları belirlemek için sunumlar ve grup değerlendirmeleri gerçekleştirildi. -Hata olasılıklarını ön görerek sistematik olarak test etmenin önemine yönelik rehberlik yapıldı.

5. Motivasyon ve Öz Denetim (Israrcı Olma, Deneme Yanılma, Belirsizlikle Baş Etme)	Öğrencilerin çabuk pes etmesi ve ısrarcı olmaması	- Öğrencilere doğrudan yönergeler verilmek yerine, zorluklarla başa çıkmaları için kademeli rehberlik yapıldı.
	Problemleri çözerken doğruya ulaşamayacaklarına dair inanç eksikliği	- Zorluklarla baş etmeleri için motive edilmiş ve kendilerinin üstesinden gelmesini sağlayana kadar süreci tekrar deneyimlemeleri sağlanmıştır.
6. Grup Çalışması ve Katılım	Bazı öğrencilerin grup içi çalışmalarda daha az aktif olması	- Grup içi görev dağılımı yapılarak "veri analisti", "hata ayıklayıcı", "proses mühendisi" ve "algoritma tasarımcısı" gibi roller verildi. Bu roller her etkinlikte değiştirildi.
7. Değerlendirme Süreci	Tema değerlendirmelerinde derinlemesine bilgi alınamaması	- Yazılı modül değerlendirmelerinin yerine odak grup görüşmeleri planlandı.

Alınan aksiyonlar doğrultusunda geliştirilen öğretim tasarımı, başlangıçtan itibaren beceri odaklı olarak yapılandırılmış; her bir beceriye ait göstergeler, tasarım sürecinin başında uzman görüşleri doğrultusunda gözlem formu oluşturmak amacıyla detaylı biçimde tanımlanmıştır. Bu süreçte uzman grubunda; BİD alanında akademik çalışmaları bulunan ve bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi alanında uzmanlaşmış bir akademisyen ile özel yetenekli öğrencilerle çalışan, BİD alanında akademik çalışmaları bulunan ve fen eğitimi alanında uzmanlaşmış iki akademisyen yer almıştır.

Ancak bu tasarıma bağlı olarak hazırlanan çerçeve öğretim programı, başlangıçta kazanım odaklı bir yaklaşımla yapılandırılmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Maarif Modeli'nin ilan edilmesinin ardından, bu program da tasarımla bütünlük sağlayacak biçimde beceri odaklı olarak yeniden düzenlenmiştir. Bu revizyon süreciyle birlikte, öğretim tasarımında yer verilen göstergeler, her bir becerinin süreç bileşenlerini oluşturmada temel alınmıştır. Uzman katkısıyla birlikte, göstergelerin süreç odaklı bir yapıda düzenlenmesi ve öğretim tasarımının ilgili becerilere ulaşmayı hedeflemesi, revizyon sürecinin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamıştır.

Ayrıca, Maarif Modeli'nde yer almayan BİD temelli özel alan becerileri ve bunlara ilişkin süreç bileşenleri, araştırmacı tarafından geliştirilmiş; uzman görüşleri doğrultusunda son haline getirilerek öğretim tasarımına entegre edilmiştir. Hazırlanan öğretim tasarımı çerçevesi, modüllerin beceri ve süreç bileşeni temelli olarak yenilenmesini sağlamış ve son tasarıma ait detaylar Ek-2'de sunulmuştur.

3.2. Çalışma grubu

Çalışma grubunu, BİLSEM'e BYF programı düzeyinde devam eden 12 özel yetenekli 6.sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilerin 7'si kız, 5'i erkek olup, gönüllülük esasına göre seçilmişlerdir. Çalışma grubunun belirlenmesinde, amaçsal örnekleme yöntemlerinden tipik durum örnekleme kullanılmıştır. Araştırma kapsamında tipik durum örneklemesinin tercih edilme nedeni, araştırma bağlamının derinlemesine incelenmesi ve araştırma sorularına en uygun yanıtların elde edilmesi açısından anlamlı olmasıdır. Olası ve seçkisiz olmayan bir örnekleme yaklaşımı olan amaçsal örnekleme, çalışmanın amacına bağlı olarak bilgi açısından zenginlik gösteren durumların seçilerek derinlemesine araştırılmasına olanak

tanıyan bir örnekleme türüdür. Bu yöntem, belirli özelliklere sahip olan özel durumlarda çalışılmak istendiğinde tercih edilir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2016)

Tipik durum örnekleme, belirli bir grubun veya durumun özelliklerini temsil eden bireylerin seçilmesine dayanır ve özellikle belirli bir bağlamın ayrıntılı olarak analiz edilmesi gerektiğinde uygun bir yöntem olarak kabul edilir (Yıldırım ve Şimşek, 2021).

Türkiye genelinde tüm BİLSEM'lere aynı kriterlere göre öğrenci kabul edilmekte olup, çalışma grubunun seçildiği BİLSEM'de BYF düzeyinde öğrenim gören öğrenciler, diğer BİLSEM'lerde aynı programı takip eden öğrencilerle benzer özellikler taşımaktadır. Bu nedenle, çalışma grubunun seçildiği BİLSEM'deki öğrenciler, Türkiye genelindeki BYF düzeyine devam eden öğrencilerle benzer bir örneklem oluşturmakta ve araştırmanın bağlamını temsil etme açısından uygunluk göstermektedir.

Bu durum, çalışma grubunun tipik durum örnekleme yöntemi ile belirlenmesinin uygunluğunu desteklemektedir. Tipik durum örneklemesinin bu yönleri, araştırma bulgularını hem programın genel ilkeleri hem de uygulama süreçleri açısından daha anlamlı kılarken, genelleme yapma amacından ziyade bağlama özgü derinlemesine bir anlayış geliştirmeye; BYF programındaki öğrencilerin bireysel özelliklerini ve bu programın etkilerini anlamaya yönelik bir çabaya hizmet etmektedir (Patton, 2002; Yıldırım ve Şimşek, 2021).

Ayrıca, çalışma grubu gönüllülük esasına göre oluşturulmuştur. Bu durum, araştırmanın etik kurallara uygun olarak yürütülmesini sağlamak ve çalışma grubunun araştırma problemine odaklı bilgi sunmasını mümkün kılmaktadır. Bu şekilde belirlenen örneklem, BYF programının genel uygulama çerçevesini temsil etme potansiyeline sahiptir.

Çalışma grubundan elde edilen bulgular sunulurken, öğrencilerin bireysel özelliklerini ve süreç boyunca gösterdikleri değişimleri daha iyi yansıtabilmek amacıyla, *öğrenci 1*, *öğrenci 2* gibi numaralandırmalar yerine takma adlarla kodlama yöntemi kullanılmıştır. Bu yaklaşım, öğrencilerin verdikleri tepkilerin ve süreç içerisindeki gelişimlerinin okuyucular tarafından daha kolay anlaşılmasını sağlamak amacıyla tercih edilmiştir.

Tablo 4.

Çalışma Grubunda Bulunan Öğrencilerin Grupları ve Takma Adları

Enfa Grubu	Rainbow Sacra Grubu	Nexus Grubu
Tuna	Kaya	Dağhan
Doruk	Lale	Aras
Fırat	Toprak	Asya
Irmak	Yasemin	Poyraz

Bunun yanı sıra, öğrenciler sürecin başında belirli gruplara ayrılmış ve tüm süreç boyunca aynı gruplarla çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Gruplar oluşturulurken, örneklemin izin verdiği ölçüde kız-erkek dengesi gözetilmiş ve bilişim alanındaki atölyelere katılan öğrencilerin aynı grupta yer almamasına özen gösterilmiştir. Çalışmada yer alan üç gruba da öğretim tasarımındaki tüm modüller eş zamanlı olarak uygulanmış; modüllerin yürütüldüğü tüm süreç boyunca, bu üç grupta yer alan toplam 12 öğrenci birlikte, aynı ortamda çalışmıştır. Her grup, kendi belirlediği isimleri kullanmış olup, bu grup isimleri ve gruplarda yer alan öğrencilerin takma adları Tablo 4’te sunulmuştur

3.3. Veri Toplama

BİDB’nin özellikle disiplinler arası entegrasyonuna yönelik araştırmaların derinlemesine bir bakış açısı sunması için farklı veri kaynaklarının kullanılması oldukça önemlidir. Gülbahar ve diğerleri (2019), BİD’in çok boyutlu bir yapı içerdiğini ve bu nedenle tek bir ölçme aracıyla tam olarak değerlendirilemeyeceğini, performans değerlendirmeleri, rubrikler, portfolyo çalışmaları gibi farklı yöntemlerin kullanılması gerektiğini savunur. BİDB’ye yönelik öz-yeterlik algısını ölçmek için geliştirdikleri ölçeğe dair yaptıkları değerlendirmelerde bu tür becerilerin nitel ve nicel yaklaşımlarla birleştirilerek daha güvenilir sonuçlar elde edilebileceğini açıkça vurgulamaktadırlar. Gover (2015), BİDB’nin ölçümünde çoklu yöntemlerin önemine dikkat çekerek, yalnızca nicel yöntemlerin kullanılmasının bu becerilerin bağlama özgü ve yaratıcı doğasının gözden kaçırılmasına neden olacağını bu nedenle gözlem, görüşme, öğrenci projeleri gibi yöntemlerle bu

boşlukların kapatılması gerektiğini ifade eder. Tang ve diğerleri (2020) tarafından yürütülen ve BİDB'nin değerlendirilmesine yönelik ampirik araştırmaların kapsamlı bir şekilde incelendiği araştırmada gerçekleştirilen sistematik derlemede BİDB'nin değerlendirilmesinde sıklıkla geleneksel performans değerlendirmelerinin kullanıldığını, tutumları ölçmek için de anketlerin kullanıldığını ifade eder. Geleneksel testlerin objektif sonuçlar sağladığını performans değerlendirmelerinin ise becerileri daha iyi yansıtacağı vurgusunu yapar. Wilensky ve Weintrop (2017), yapılandırmacı yaklaşımlar ile BİD'in geliştirilmesi ve değerlendirilmesinin hem öğrenciler hem de eğitimciler için değerli fırsatlar sunduğunu belirtir. BİDB'nin değerlendirilmesinde, öğrenci merkezli, süreç odaklı ve çok boyutlu yöntemlerin benimsenmesi gerektiğini, süreç odaklı değerlendirme yöntemlerinin, öğrencilerin sadece nihai sonuçlarına değil, bu sonuçlara ulaşırken izledikleri yolların analizine de olanak tanıdığını vurgular.

Tüm bu değerlendirmelerden BİDB'nin ve karmaşık problem çözme süreçlerinin değerlendirilmesinde, süreç odaklı bir yaklaşım benimsenmesi gerektiği, bunun da nitel ve nicel yöntemlerin çoklu veri kaynaklarıyla entegre edilmesiyle sağlanabileceği vurgusu öne çıkmaktadır. Öğrencilerin, öğrenme süreçleri; oluşturdukları projeler, modeller, simülasyonlar, grup çalışmaları ve öğrenci geri bildirimleri gibi çok boyutlu çıktılar üzerinden değerlendirilmesi önerilmektedir. Performans değerlendirmeleri, projeler, modeller ve simülasyonlar, grup çalışmaları, süreç kayıtları ve paydaş görüşleri gibi araçların bir arada kullanılması hem öğrencilerin bireysel gelişiminin hem de bağlama özgü sonuçların detaylı bir şekilde analiz edilmesine ve kapsamlı sonuçlar ortaya konulmasına olanak tanır (Wilensky ve Weintrop, 2017; Zhong ve diğerleri, 2024)

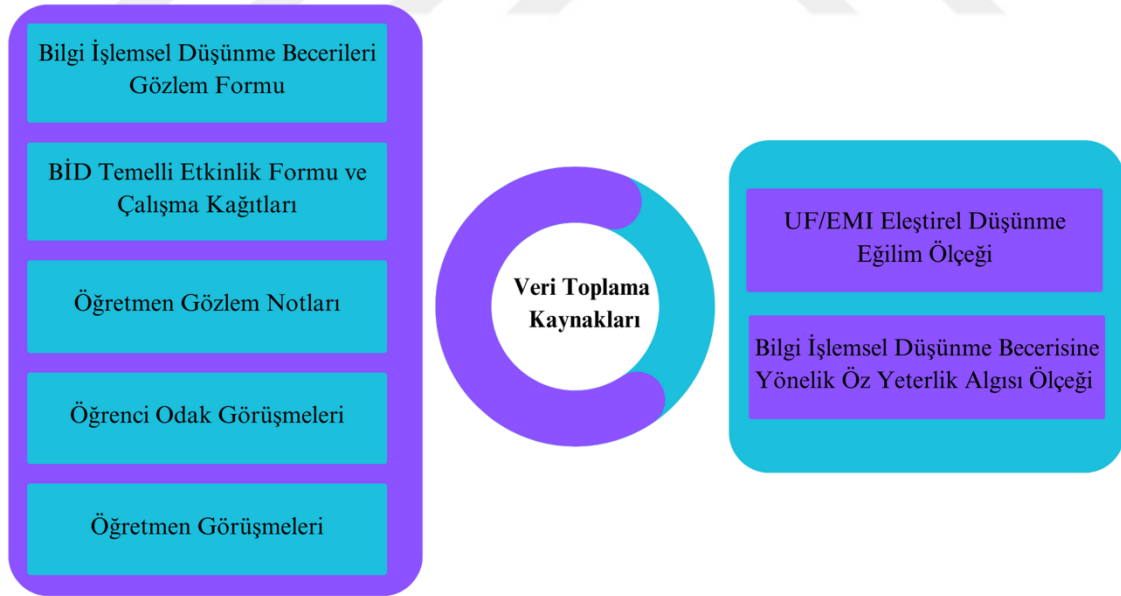
Bu araştırmada, nitel ve nicel veriler bir arada kullanılarak öğretim tasarımının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Nitel ve nicel verilerin bir arada kullanılması, öğretim tasarımının değerlendirilmesinde kapsamlı bir anlayış sunar. Nicel veriler, öğrenci başarı oranları veya anket puanları gibi somut göstergeler sağlar. Bununla birlikte, yalnızca nicel verilere odaklanmak, öğretim kalitesi veya öğrenci deneyimi gibi derinlemesine anlamayı gerektiren unsurları göz ardı edebilir. Nitel veriler ise öğrenci ve öğretmenlerin görüşleri, duygusal tepkiler ve deneyimlere dayalı olarak zengin bağlamsal bilgiler sunar (Boyle ve Cook, 2022)

Bu iki veri türünün bir arada kullanımı, öğretim tasarımının güçlü ve zayıf yönlerini daha iyi anlamak ve iyileştirme önerileri geliştirmek için gereklidir. Örneğin, nicel analizler genel eğilimleri ve başarı oranlarını gösterirken, nitel analizler bu sonuçların arkasındaki nedenleri

açıklayabilir (Yang ve Xu, 2021) Araştırmalar, nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanılmasının daha bütüncül değerlendirme sonuçları sunduğunu ve bu sonuçların hem öğretim yöntemlerini hem de öğrenci deneyimlerini iyileştirmek için daha etkili olduğunu göstermektedir (Huili, Jing ve Xiaodong, 2010)

Araştırma kapsamında öğrencilerin öğrenme süreçleri; oluşturdukları projeler, gerçekleştirdikleri deneysel süreçler, modeller, grup çalışmaları, etkinlik ve çalışma kağıtları, yapılan gözlemler ve öğrenci geri bildirimleri gibi çok boyutlu çıktılar üzerinden değerlendirilmiştir. Öğrencilerin performanslarının değerlendirilmesinde bu araçlarla birlikte nicel ölçme araçları da kullanılmıştır. BİDB'ye dayalı karmaşık problem çözme süreçleri çok katmanlı ve bağlama özgü bir yapıya sahip olduğundan, araştırmanın derinlemesine ve bağlamsal bir anlayış geliştirebilmesi için nitel ve nicel veri toplama araçları bir arada kullanılması kritik bir öneme sahiptir.

Bu yaklaşımla hem sürecin kapsamlı bir analizinin yapılması hem de bağlama özgü içgörülerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Şekil 6' da araştırmada kullanılan ölçme araçlarını ve bunların genel yapısını özetleyen görsel bir temsil sunulmuştur.



Şekil 6. Araştırma sürecinde kullanılan veri kaynakları

Özel yetenekli öğrencilerin karmaşık problemleri çözme süreçlerinde BİDB'yi kullanmalarını geliştirmek üzere hazırlanan ve uygulanan öğretim tasarımı ilişkin bu

tasarım geliştirme araştırmasında kullanılan veri toplama araçları ve veri toplama süreçlerine ilişkin detaylar aşağıda ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

3.3.1. Nicel verilerin toplanması

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Yönelik Özyeterlilik Algısı Ölçeği (BİDBÖA), eleştirel düşünme eğilimlerine etkisinin belirlemek amacıyla da Uf/Emı Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçeklere ait ayrıntılar başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

3.3.1.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlilik Algısı Ölçeği (BİDBÖA)

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlilik Algısı Ölçeği (BİDBÖA) (Ek-3), Gülbahar, Kert ve Kalelioğlu (2019) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik olarak geliştirilmiştir. Ölçeğin güvenirlik ve geçerlik çalışmaları, Ankara ve İstanbul'dan toplam 17 ortaokuldan 952 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Üç uzman tarafından soru havuzu oluşturulmuş, kesişen sorular çıkarılmıştır. Kapsam ve görünüş geçerliliği için uzmanlardan alınan görüşlere göre düzenleme yapılmış ve 49 maddelik bir ölçek formu ortaya çıkmıştır. Form uzman görüşleri doğrultusunda yaş grubu da dikkate alınarak 3'li likert (1-Evet, 2-Kısmen, 3- Hayır) olarak tasarlanmıştır. Açımlayıcı faktör analizi yapılmış ve ölçeğin beş (5) faktörlü yapısı netleşmiştir. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda 10 madde ölçekten çıkarılmıştır.

Daha sonra oluşan bu beş (5) faktörlü yapının ölçekte bulunan maddeler ile uyumu doğrulayıcı faktör analizi ile incelenmiştir. Bu aşamada da regresyon değerleri düşük üç madde kapsam geçerliliğini düşürmemek için formdan çıkarılmıştır. Yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sonrasında ortaya çıkan faktör yapısı, faktörlerin altındaki soru sayıları ve alt faktörlere ilişkin Cronbach's Alpha (α) değerleri (iç tutarlık katsayıları) şu şekildedir. Algoritma Tasarlama Yeterliği alt boyutu 9 maddeden oluşmaktadır ve iç tutarlık katsayısı 0,930'dur. Problem Çözme Yeterliği alt boyutu 10 maddeden oluşmaktadır ve iç tutarlık kat sayısı 0,880'dir. Veri İşleme Yeterliği alt boyutu 7 maddeden oluşmaktadır iç

tutarlık katsayısı 0,856'dır. Temel Programlama Yeterliği alt boyutu 5 maddeden oluşmaktadır ve iç tutarlılık kat sayısı 0,838'dir. Özgüven Yeterliği alt boyutu ise 5 maddeden oluşmaktadır ve iç tutarlılık katsayısı 0,762'dir. Tüm ölçek 36 maddeden oluşmaktadır ve ölçeğin iç tutarlılık katsayısı ,943'tür. Yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sonrası 36 maddelik, ortaokul öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünmeye yönelik özyeterlik algılarını ölçen 5 alt boyuttan oluşan bir ölçek geliştirilmiştir.

Araştırmacılar, geliştirilen ölçeğin 10-14 yaş grubundaki öğrencilerin BİDB'ye yönelik öz yeterlik algılarını ölçmek için kullanılabileceğini ifade etmekle beraber BİDB'nin soyut bir beceri olmasından dolayı farklı ölçme değerlendirme araçlarıyla birlikte kullanılmasının gerekliliğine vurgu yapmışlardır.

Bu çalışma kapsamında ölçeğin iç tutarlılığı, Cronbach's Alpha katsayısı ile değerlendirilmiştir. Cronbach's Alpha, ölçek maddeleri arasındaki tutarlılığı belirleyen ve ölçme aracının güvenirliğini değerlendirmede yaygın olarak kullanılan bir katsayıdır. Büyüköztürk'e (2014) göre, 0,70 ve üzerindeki değerler genel olarak yeterli güvenirlik düzeyini göstermektedir. Ancak bu sınır mutlak kabul edilmemekte; özellikle psikolojik ve eğitimsel ölçme araçlarında 0,60 ve üzerindeki değerler de güvenirlik açısından kabul edilebilir düzeyde görülmektedir.

Bu doğrultuda, çalışma kapsamında kullanılan örnekleme yönelik olarak iç tutarlılık analizi yapılmış; ölçeğin ön test Cronbach's Alpha katsayısı 0,871, son test katsayısı ise 0,707 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, ölçeğin bu çalışma bağlamında da güvenilir bir ölçme aracı olduğunu ve özellikle ön testte daha yüksek düzeyde iç tutarlılık sağlandığını ortaya koymaktadır.

3.3.1.2. UF/ EMI Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği

Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği (UF/EMI) (Ek-4) bireylerin eleştirel düşünme eğilimlerini ölçmek üzere Florida Üniversitesi araştırmacıları tarafından geliştirilmiş, Ertaş Kılıç ve Şen (2014) tarafından Türkçe'ye uyarlanmıştır. Uyarlama sürecinde dilsel yeterlilik, yapı geçerliği ve güvenirliği kapsamlı istatistiksel yöntemler aracılığı ile değerlendirilmiş ve kültürel bağlama uygun bir şekilde optimize edilmiştir. Ölçek 5'li likert tipinde katılımcıların, *Kesinlikle Katılmıyorum (1)* ile *Kesinlikle Katılıyorum (5)* arasında bir puanlama yapacağı şekilde hazırlanmıştır. Ölçekte eleştirel düşünme eğilimlerini yansıtan;

katılım, bilişsel olgunluk ve yenilikçilik olmak üzere üç temel boyut yer almaktadır. Bu alt boyutlar katılım, bilişsel olgunluk ve yenilikçilik boyutlarıdır. Ölçekte toplam 25 madde yer almaktadır ve her madde alt boyutlardan birine karşılık gelecek şekilde düzenlenmiştir.

Güvenirlilik ve geçerlik çalışmaları kapsamında orijinal versiyon ile Türkçe versiyon arasındaki tutarlılık test edilmiş ve iki versiyon arasında anlamlı bir ilişki olduğu teyit edilmiştir. Ölçeğin kuramsal modeli doğrulayıcı faktör analizi ile test edilmiş ve üç boyutlu yapının Türkçe versiyonda da korunduğu görülmüştür. Ölçeğin Cronbach Alpha katsayısı ölçeğin geneli ve alt boyutları için 0,70 ile 0,90 arasında bulunmuş ve ölçeğin güvenilirliği tespit edilmiştir. Bu ölçeğin çalışma grubuna uygunluğu konusunda ölçeği hazırlayan araştırmacılardan görüş alınmış ve ölçeğin bu grup için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği için de örnekleme özgü güvenirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin ön test Cronbach's Alpha katsayısı 0,926, son test katsayısı ise 0,942 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, ölçeğin hem ön test hem de son test uygulamalarında yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir.

3.3.2. Nitel Verilerin Toplanması

Araştırma kapsamında kullanılan nitel veri toplama araçları temel olarak *gözlem, görüşme ve dokümanlara* dayanmaktadır. Bu yöntemler ve kullanılan araçlarla ilgili detaylar başlıklar halinde sunulmuştur.

Gözlem süreçlerinde Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Gözlem Formunda (BİDBGF) (Ek-5) yer alan parametreler dikkate alınarak veri toplanmış, ancak süreç boyunca dikkat çeken tüm noktalar da ayrıca not edilmiştir. Değerlendirme aşamasında tema ve kodların oluşturulması sürecinde gözlem formunda tanımlanan göstergeler referans olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte gözlem formunda yer almayan ancak süreçte öne çıkan ve dikkat çekici bulunan durumlar analizlerde ayrıca ele alınmış ve raporlanmıştır. Bu yaklaşım, gözlem formunun sağladığı sistematik yapı ile saha gözlemlerinin esnekliğini birleştirerek daha kapsamlı bir analiz yapılmasına olanak sağlamıştır.

Görüşmeler, öğretim tasarımıya yönelik ihtiyaçları belirlemek amacıyla öğretmenlerle görüşme formları aracılığıyla sistematik olarak yapılmış ve kaydedilmiştir. Ayrıca, ders sonunda öğrencilerle gerçekleştirilen odak grup görüşmelerinde, öğretim tasarımıyla ilgili

alan etkinlikler, bu etkinliklerin onların öğrenme süreçlerindeki etkisi, motivasyonları, zorlandıkları noktalar ve genel değerlendirmeleri ele alınmıştır.

Doküman analizi kapsamında, öğrencilerin etkinlik formlarında yer alan bilgiler, tasarımları, bölümlere verdikleri cevaplar, çalışma kâğıtlarında doldurdukları etkinlikler ve ürettikleri ürünler analiz edilmiştir. Bu dokümanlar, öğrencilerin öğrenme süreçlerini ve etkinliklere verdikleri tepkileri analiz etmek amacıyla sistematik olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen tüm nitel veriler, araştırma sorularını yanıtlamak üzere bütüncül bir şekilde analiz edilmiştir.

3.3.2.1. Gözlem

Bu araştırmada temel veri toplama araçlarından biri olarak kritik bir öneme sahip olan gözlem, olayların, süreçlerin ve katılımcıların davranışlarının bulundukları doğal ortamlarında sistematik olarak incelenmesini sağlayan nitel bir veri toplama yöntemidir. Bu yöntem, nitel araştırmalarda sıkça kullanılır ve araştırmacıya doğrudan veri toplama imkânı sunarak çevresel bağlamlar ve sosyal dinamikler hakkında sözlü ifadelerin ötesine geçen zengin bir bilgi sağlar (Creswell ve Poth, 2018; Yıldırım ve Şimşek, 2021). Öngörülme durumların gözlem sürecinde tespit edilmesi araştırmanın derinleşmesini sağlar (Kümbetoğlu, 2021). Gözlem, özellikle sözlü olarak ifade edilemeyen, katılımcıların farkında olmadan sergiledikleri davranışları anlamaya yardımcı olur (Merriam ve Tisdell, 2016). Bununla birlikte gözlem, araştırma süreçlerinde önemli bir veri toplama aracı olmasının yanında bazı sınırlılıklara da sahiptir. Bu sınırlılıklar arasında gözlemcinin öznelliği, genelleme zorlukları, katılımcıların doğal davranışlarının değişmesi (Hawthorne etkisi) ve veri kaydının zorlukları yer almaktadır (Creswell ve Poth, 2018; Patton, 2014).

Gözlemle ilgili sınırlılıkların farkında olmak ve bu sınırlılıkların üstesinden gelme yöntemlerini analiz edip, süreçte dikkate almak oldukça önemlidir. Gözlemler, gözlemcinin önyargılarından dünyayı algılayış biçimlerinden etkilenebilir ve bu durum gözlem yapan kişinin nesnelliğini azaltabilir (Patton, 2014). Bu sınırlılığı gidermek için gözlem süreçlerinin standartlaştırılması ve birden fazla gözlemci kullanılarak veri doğrulama, çeşitleme süreçlerinin uygulanması önerilir (Creswell ve Poth, 2018). Gözlem süreçlerinin standartlaştırılması için önceden belirlenmiş göstergelere ve formlara dayalı veri toplama yöntemi olan yapılandırılmış gözlemler gerçekleştirilmesi sistematik bir çerçeve sunarak bu sınırlılığın giderilmesini sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bununla birlikte

yapılandırılmamış gözlemlerde araştırmacı daha esnek bir yaklaşım izler ve süreci anlık olarak gözlemleyerek dikkate değer unsurları kaydeder (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Gözlem sürecinin diğer sınırlılıklarından biri de katılımcıların gözlemlendiklerinin farkında olduklarında davranışlarını değiştirme olasılığıdır. Bu durum gözlemin sürekli ve yapılması veya örtük olarak yapılması ile aşılabılır (Stringer, 2014). Creswell (2012)'e göre gözlemler oldukça zaman alıcıdır ve genellikle birden fazla gözlemci veya teknik eleman gerektirmektedir, karmaşık ve hızlı değişen durumları anında kaydetmek zor olabilir (Patton, 2014). Bu sınırlılıklar teknoloji kullanımı video/ses kayıtları gibi araçlarla giderilebilir, gözlem sırasında notlar alınarak, gözlem sonrası daha detaylı analiz yapılabilir ve elde edilen gözlem verileri bu araçlar yardımı ile detaylandırılabilir (Clark ve Ivankova 2018; Merriam ve Tisdell, 2016).

Araştırmacının gözlem yaptığı ortamın bir parçası olarak aktif bir rol üstlendiği, katılımcılarla doğrudan etkileşim kurduğu gözlem türü katılımcı gözlem olarak ifade edilmektedir. Özellikle eğitim, antropoloji ve sosyoloji alanlarında yaygın olarak kullanılan bu yöntem (Kümbetoğlu, 2021), araştırmacının gözlem sürecine dahil olarak bağlamsal ve derinlemesine bilgi toplamasına imkân sağlar (Merriam ve Tisdell, 2016; Patton, 2015). Stringer (2014), gözlemcinin araştırmada katılımcı olarak yer alması veri toplama sürecine müdahale ederek objektifliği etkileyebileceğini ifade eder ve sınırlılıkları gidermek için gözlem protokollerinin standartlaştırılması, farklı veri kaynaklarının bir arada kullanılması (üçgenleme) ve uzun süreli gözlem yaparak öznelliğin azaltılmasının gerektiğini savunur. Patton (2014), bu durumda çeşitlemenin önemine dikkat çekerek gözlem verilerinin mülakatlar, anketler ve doküman analizleri gibi diğer veri toplama yöntemleriyle desteklenmesi ve verilerin güvenilirliğinin bu şekilde artırılması gerektiğine özellikle dikkat çeker.

Gözlem süreçlerinde alınan notlar, araştırmanın amacına ve bağlamına göre farklı kategorilere ayrılabilir; genel olarak *saha notları* ve *gözlem notları* olarak sınıflandırılırlar. Saha notları genel bağlamı, sosyal dinamikleri ve araştırmacının kişisel izlenimlerini içerirken, gözlem notları daha spesifik olarak gözlemlenen davranışlara, olaylara ve etkileşimlere odaklanır (Merriam ve Tisdell, 2016). Araştırmacılar, bağlamın derinlemesine anlaşılması gerektiğinde saha notlarına ağırlık verebilirken, sistematik ve yapılandırılmış veri toplama durumlarında gözlem notlarını tercih edebilirler (Patton, 2014). Özellikle nitel araştırmalarda bu iki not türü birbirini tamamlayıcı niteliktedir ve bir araştırma sürecinde

her iki yöntemin birlikte kullanılması daha kapsamlı ve güvenilir sonuçlar sağlayabilir (Creswell ve Poth, 2018).

Bu araştırmada temel veri araçlarından biri olarak kullanılan gözlem süreçlerinde araştırmacı *katılımcı gözlemci* olarak yer almıştır. Araştırmacı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış gözlemi bir arada kullanmış, böylece yapılandırılmış gözlemler araştırma kapsamında standartlaşmış veriler sunarken, yapılandırılmamış gözlemler de bağlamsal olarak beklenmedik bilgilerin yakalanmasını sağlamıştır. Böylece önceden belirlenmiş göstergelerle elde edilen verilerin bağlamsal bilgilerle zenginleştirilmesi hedeflenmiştir. Araştırmacı çalışma kapsamında gerçekleştirdiği gözlem süreçlerinde hem ortamın genel yapısını, öğrenciler arasındaki dinamiklerini kapsayan saha notlarını hem de öğrencilerde gözlemlenen spesifik davranışlara dair *gözlem notlarını* bir arada tutmuştur.

Bu araştırmada araştırmacı, aynı zamanda uygulamayı yürüten öğretmendir. Araştırmacının katılımcı gözlemci olarak sürece dâhil olması hem öğretim sürecini yürütme hem de öğrencilerin davranışlarını doğal ortamda gözlemlene imkânı sunmuştur. Bu çift rol, araştırma tasarımında açık biçimde tanımlanmış; gözlem verileri sistematik biçimde kaydedilmiş ve öznel etkilerin azaltılması amacıyla bağımsız bir gözlemciden destek alınarak veri geçerliliği güçlendirilmiştir. Metin boyunca bu rol *araştırmacı* ifadesiyle tanımlanmış ve kullanılmıştır. Bu çerçevede, gözlem sürecinde kullanılacak yapının oluşturulması için sistematik bir hazırlık süreci yürütülmüştür.

Araştırmada, gözlem süreçlerindeki çeşitli sınırlılıkların etkisini azaltmak amacıyla bir dizi önlem geliştirilmiştir. Bu doğrultuda, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini fen temelli bir program bağlamında gözlemleyebilmek için kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş ve uzman görüşleri doğrultusunda BİDB'ye ilişkin boyutlar, beceriler ve alt beceriler tanımlanmıştır. Tanımlanan bu becerilere özgü göstergeler geliştirilerek, gözlem sürecinde kullanılmak üzere kapsamlı bir gözlem formu oluşturulmuştur. Gözlem formunun kapsamı, yapısal bütünlüğü ve göstergelerin alana uygunluğu; biri bilişim ve öğretim teknolojileri alanında, BİD becerileri üzerine uzmanlaşmış bir araştırmacı ile özel yetenekli öğrencilere yönelik BİD konularında akademik çalışmaları bulunan iki fen eğitimi uzmanı olmak üzere toplam üç alan uzmanı tarafından değerlendirilmiş; yapılan değerlendirmeler sonucunda uzmanlar arasında görüş birliği sağlanmıştır. Öğrencilerin karmaşık problem çözme süreçleri ve fen bilimleri bağlamındaki etkinlikleri sırasında BİDB'nin sistematik biçimde gözlemlenmesine olanak tanıyan bu form, özellikle kapsamlı yapısı ve bağlama özgü tasarımıyla literatürde öncü bir uygulama niteliği taşımaktadır.

Uzman görüşlerine dayalı olarak yapılandırılan bu formun, özellikle nitel araştırmalar için bağlamsallaştırılmış ve kuramsal temellere dayalı veri toplama imkânı sunduğu değerlendirilmektedir

BİDBGF’de *Problemi Tanımlama, Veri Toplama, Temsil ve Analiz, Çözümleri Üret, Seç Planla, Çözümleri Uygula, Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et, Öz Denetim* boyutları altında yer alan beceri, alt beceri ve bunlara ait göstergelerden oluşmuştur. Form Ek-5’te verilmiştir. Formda BİDB’ye yönelik toplam 48 madde yer almaktadır. Tablo 5’ te gözlem formuna ait gözlem formu içeriği özet olarak verilmiştir.

Tablo 5.

Gözlem Formu İçeriği

Boyutlar ve Beceriler	Alt Beceriler	Gösterge Sayısı
Problemi Tanımlama		
Soyutlama	Basitleştirme	1
	Odaklanma	1
	Tanımlama	5
	Problemi parçalara bölme	1
	Alt problemleri belirleme	2
Toplam		10
Veri Toplama Temsil		
Veri Düzenleme	Veri toplama	3
	Düzenleme	2
	Sunma	1
Örüntü Tanıma	Örüntü bulma	3
	Örüntü genelleme	3
Toplam		12
Çözümleri Üret Seç Planla		
Mantık Yürütme	Çözüm için mantıksal yol üretme	1
	Karar verme	3
Algoritma Tasarlama	Gerekli adımları sıralama	1
	Tasarlama	3
Eş Zamanlı Çalışma	Zamanlama	1
	Aynı anda tamamlama	2

Toplam		11
Çözümleri Uygula		
Otomatikleştirme	Tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak yapma	3
Modelleme ve Benzetim	Gerçek yaşamı örnekleme	2
Toplam		5
Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et		
Çözümleri Değerlendirme	Test etme	1
	Hata ayıklama	2
	Genelleme yapma	2
Toplam		5
Öz Denetim		
Motivasyonu Yönetme	Israrcı olma	1
	Deneme yanılma	1
	Belirsizlikle baş etme	1
Bilişsel Farkındalık	Kendini değerlendirme	2
Toplam		5

Bu yöntemin sınırlılıklarından bir diğeri, gözlemlerin araştırmacının önyargılarından etkilenmesi ve öznel yorumlara açık olmasıdır. Bu sınırlılığı azaltmak amacıyla, öğretim tasarımının tüm uygulama sürecine bağımsız bir gözlemci dâhil edilmiştir. Bu gözlemci; daha önce öğrencilerin fen derslerine girmiş, özel yetenekli öğrencilerle sekiz yıllık deneyime sahip, öğrenciler tarafından tanınan bir öğretmendir. Uygulama öncesinde araştırmacı ile öğretim tasarımını birlikte inceleyerek değerlendirmiş; gözlem formlarının hazırlanmasında görüşüyle katkı sunmuştur. Sürece hâkim olan gözlemci, gözlemlerini araştırmacıdan tamamen bağımsız bir şekilde kendi gözlem defterine kaydetmiştir. Her haftanın sonunda, gözlemci ve araştırmacı tarafından elde edilen gözlemler karşılaştırılmış; gözlenen davranışlara ilişkin yorum ve tespitler arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir. Gözlemciler arası tam uyum sağlanmış olup, bu durum gözlem verilerinin nesnelliğini ve güvenilirliğini artırmıştır. Birden fazla gözlemcinin sürece dâhil edilmesi, verilerin çapraz doğrulama (triangulation) yöntemiyle değerlendirilmesine olanak sağlamış; veri kaynakları arasında yüksek düzeyde tutarlılık elde edilmiştir (Merriam ve Tisdell, 2016). Bu yaklaşım, gözlem sürecinin öznel etkilerden arındırılmasına katkı sunarak araştırma bulgularının güvenilirliğini ve geçerliliğini güçlendirmiştir.

Araştırma kapsamında yürütülen gözlemler, öğretim tasarımının tüm uygulama süreci boyunca kesintisiz olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcı öğrencilerin gözlemlenmesi, kendi doğal öğrenme ortamlarında, daha önce tanıdıkları öğretmenlerle birlikte yürütülen yoğun ve öğrenci merkezli bir program bağlamında gerçekleştirilmiştir. Bu koşullar sayesinde, öğrencilerin gözlem sürecinden etkilendiklerine veya gözlem varlığına bağlı olarak davranışlarında bir değişiklik gösterdiklerine ilişkin herhangi bir belirti gözlenmemiştir. Gözlemlerin dersin doğal akışı içerisinde yapılmış olması, elde edilen verilerin bağlamsal geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmıştır.

3.3.2.2. Görüşmeler

Görüşmeler, araştırmacı tarafından belirli bir konu hakkında derinlemesine bilgi toplamak, katılımcıların anlatıları sayesinde onların deneyim ve bakış açılarını, kişisel görüşlerini anlamak için bireylerle veya grupla yüz yüze veya iletişim araçlarıyla gerçekleştirilen veri toplama yöntemidir (Creswell, 2013; Denzin ve Lincoln, 2018).

Bu çalışmada, özel yetenekli öğrencilerin eğitim ihtiyaçlarını daha iyi anlamak ve bu doğrultuda öneriler geliştirmek amacıyla öğretmenlerle bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Özel yetenekli öğrencilerin BYF düzeyindeki eğitim ihtiyaçlarını belirlemeye yönelik olarak hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu, alan uzmanlarının değerlendirmeleri doğrultusunda son haline getirilmiştir (Ek-6). Söz konusu form, öğrencilerin üstün yetenek, yaratıcılık ve göreve bağlılık gibi bireysel özelliklerinin yanı sıra; üst düzey düşünme becerileri ile problem çözme yeterliliklerini, mevcut programın etkililiği ve yeterliliği bağlamında değerlendirmeye olanak sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır.

Formun kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla, daha önce Bilim ve Sanat Merkezlerinde görev yapmış ve şu anda fen eğitimi alanında akademik çalışmalarını sürdüren üç alan uzmanının görüş ve önerilerine başvurulmuştur. Uzmanlardan elde edilen geri bildirimler doğrultusunda, formda gerekli düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.

Görüşme formu; öğretmenlerin, öğrencilerin eğitim süreçlerine ilişkin gözlemlerine dayalı derinlemesine bilgi sunmalarını amaçlayan açık uçlu ana sorular ile bu soruları detaylandırmaya yönelik sondalama sorularından oluşmaktadır. Yarı yapılandırılmış formun esnek yapısı, öğretmenlerin kendi deneyimlerini özgürce ifade edebilmelerine olanak

tanırken, aynı zamanda görüşmenin belirli bir çerçeve dahilinde ilerlemesini sağlayarak odaktan sapmasını önlemiştir.

Görüşme süreci, özel yetenekli öğrencilerin eğitim ihtiyaçlarını çok boyutlu biçimde değerlendirmeyi amaçlayan yapılandırılmış bir metodolojik yaklaşım sunmuştur. Görüşmeler yaklaşık 45 dakika sürmüştür; sesli olarak kayıt altına alınmış, ardından çözümlemesi yapılarak analiz sürecine dahil edilmiştir. Araştırma kapsamında öğrencilerle modül sonlarında odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde kullanılmak üzere öğrencilerin performanslarını, deneyimlerini ve süreçle ilgili düşüncelerini anlamak amacıyla yarı yapılandırılmış bir odak grup görüşme formu hazırlanmış ve uzman görüşlerine başvurularak son hali verilmiştir. Bu form, öğrencilerin etkinlik sırasında kendilerini değerlendirmelerine, öğrenme süreçleri hakkında farkındalık kazanmalarına ve deneyimlerini paylaşmalarına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Görüşme formunda, öğrencilerin etkinlik öncesi bilgi düzeylerini, etkinlik sırasında edindikleri yeni bilgi ve becerileri, karşılaştıkları zorlukları ve süreç boyunca güçlü oldukları yönleri değerlendirmelerine olanak tanıyan açık uçlu sorulara yer verilmiştir.

Ayrıca gerçekleştirilen görüşmelerde, öğrencilerin etkinlikler sırasında en çok keyif aldıkları ya da en çok zorlandıkları yönleri ifade etmelerine olanak tanınmış; böylece etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkileri çok boyutlu olarak değerlendirilmiştir. Kullanılan formun esnek yapısı, öğrencilerin yanıtlarını detaylandırmalarını ve kendilerini daha özgür biçimde ifade etmelerini kolaylaştırmıştır. Bu süreçte yalnızca etkinlik süresince gösterilen katkılar değil, aynı zamanda benzer etkinliklerin gelecekte nasıl geliştirilebileceğine ilişkin öğrenci görüşleri ve önerileri de ele alınmıştır. Görüşmeler, öğrencilerin öz değerlendirme yapmalarına imkân tanıyarak öğrenme sürecine aktif katılımlarını desteklemiştir.

3.3.2.3. Dokümanlar

Doküman, nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılan bir veri toplama yöntemidir. Bu yöntem, mevcut yazılı, görsel veya dijital materyallerin sistematik olarak analiz edilmesi ve araştırma sorularına yanıt aranması sürecini içerir (Bowen, 2009). Araştırmacılar dokümanlardan elde ettikleri verileri kodlayarak tematik analizler yapabilir ve belirli bir konuyu derinlemesine anlayabilirler. Örneğin, etkinlik formları ve çalışma kağıtları gibi materyaller, öğrencilerin öğrenme sürecindeki davranışlarını, düşüncelerini ve performanslarını değerlendirmek için

değerli kaynaklar olarak kullanılabilir (Creswell, 2013). Belge analizi, bağlam oluşturmak, mevcut bilgiye erişmek ve diğer veri toplama yöntemlerini desteklemek, çeşitleme yapmak için nitel araştırmalarda kritik bir rol oynar.

Bu araştırmada her etkinlik için öğrenciler tarafından doldurulan etkinlik formları, çalışma kağıtları önemli veri kaynaklarındandır. Bu kaynaklar doküman analizi yöntemiyle ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Söz konusu belgeler, gözlem formunda tanımlanan ana boyutlar çerçevesinde sınıflandırılmış her bir etkinlik, gözlem formunda belirtilen boyutlar altındaki beceriler ve göstergeler doğrultusunda analiz edilmiştir. Bu yapı, etkinliklerin öğrencilerin öğrenme süreçlerine, problem çözme becerilerine ve BİDB'ye katkılarının çok boyutlu olarak anlaşılmasını sağlamıştır.

Doküman analizi sırasında gözlem formunda tanımlanan göstergelerin dışında dikkat çeken diğer unsurlar ayrıca ele alınmıştır. Örneğin, öğrencilerin formlara yansıyan özgün görüşleri, beklenmedik performans göstergeleri araştırmaya ek bir katman sağlamıştır. Bu yöntem sadece yapılandırılmış göstergelere odaklanmakla kalmamış, aynı zamanda belgelerde yer alan nitel verilerin zenginliğini de ortaya çıkarmayı amaçlamıştır.

Sonuç olarak, etkinlik formları ve çalışma kâğıtları üzerinde yapılan bu doküman analizi, etkinliklerin sadece planlanan boyutlara göre değil, uygulamada ortaya çıkan dinamiklere göre de değerlendirilmesine olanak sağlamış ve elde edilen bulgular etkinliklerin öğrencilerin öğrenme süreçlerine katkısını daha kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur.

3.3.3. Verilerin analizi

Bu çalışmada öğrencilerin beceri düzeylerinde meydana gelen değişim ve gelişim süreçlerini değerlendirmek amacıyla nicel ve nitel veri analizleri gerçekleştirilmiştir. Nicel veriler, öğrencilerin hedef becerilere ilişkin mevcut durumlarını ve süreç sonunda ortaya çıkan durumu nesnel bir şekilde değerlendirmek için analiz edilmiştir. Bu analizler, ölçme araçlarından elde edilen sonuçların istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesini kapsamıştır.

Nitel veriler ise öğrencilerin gelişim sürecini bağlamsal olarak anlamak amacıyla analiz edilmiştir. Bu veriler, süreç boyunca yapılan gözlemler, öğrenci geri bildirimleri ve etkinliklerden elde edilen çıktılarından oluşmaktadır. Nitel analizler, öğrencilerin deneyimlerini, tepkilerini ve süreçteki değişimlerini derinlemesine anlamaya yönelik tematik analiz teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.3.1. Nicel verilerin analizi

Bilgi işlemsel Düşünme Yönelik Öz Yeterlilik Algısı Ölçeği (BİDBÖA) (Ek-3) ve UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği (Ek-4) aracılığıyla elde edilen verilerin betimlenmesi ve istatistiksel analizi SPSS 27.00 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde anlamlılık değeri $p=.05$ olarak kabul edilmiştir.

BİDBÖA Ölçeği, üçlü Likert tipi olarak yapılandırılmış olup ölçek formunda *evet* 1 puan, *Kısmen* 2 puan, *hayır* ise 3 puan olacak şekilde ifade edilmiştir. Ancak veri analiz sürecinde bu puanlama ters çevrilmiş; *evet* 3 puan, *Kısmen* 2 puan, *hayır* ise 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Ölçek, beş alt boyut ve toplam 36 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte ters puanlama gerektiren herhangi bir madde bulunmamaktadır.

Ölçekte yer alan *Algoritma Tasarlama Yeterliği*, *Problem Çözme Yeterliği*, *Veri İşleme Yeterliği*, *Temel Programlama Yeterliği* ve *Özgüven Yeterliği* boyutlarının her biri için alınan puanlar ayrı ayrı toplanarak ilgili boyutun toplam puanı hesaplanmıştır. Alt boyutlardan elde edilen puanların toplamı ise BİDBÖA toplam puanını oluşturmaktadır. Yapılan analizlerde hem alt boyutlardan elde edilen toplam puanlar hem de ölçeğin geneline ilişkin toplam puanlar kullanılmıştır.

Nicel verilerin analizinde kullanılacak yöntemi belirlemek amacıyla öncelikle verilerin istatistiksel betimlenmesi gerekmektedir. Araştırma bulgularını anlamlandırmanın ilk adımı olan betimleyici istatistikler, verilerin genel yapısını ve temel eğilimlerini ortaya koyarak daha ileri analizler için zemin hazırlar. Bu süreç, verilerin ana eğilimlerini ve dağılımlarını anlamak, daha ileri analizler için uygun yöntemleri seçmek için kritik öneme sahiptir ve ileri düzey analizlerin güvenilirliğini artırır (Creswell ve diğerleri, 2012; Field, 2018; Salkind ve Frey, 2019).

Betimleyici istatistik daha sonra gerçekleştirilecek ileri veri analizlerini belirlemek için gereklidir. Parametrik testlerin geçerli sonuçlar verebilmesi için temel olarak ölçeğin en az aralık veya oran düzeyinde olması verilerin normal dağılıma sahip olması gerekmektedir (Can, 2019; Creswell, 2003). Ölçek verilerinin sürekli olması ilk sayıltıyı karşıladığından ileri analizler öncesi çalışmada yer alan değişkenlerin aldıkları değerlerin normallik sayıltılarını karşılayıp karşılamadığı test edilmiştir. Bu amaçla verilerin merkezi dağılım ölçüleri (çarpıklık ve basıklık) ve normallik testleri ile gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle merkezi eğilim ve dağılım ölçüleri ile normalliğin kontrolü (veya çarpıklık ve basıklık katsayılarına göre normalliğin kontrolü) gerçekleştirilmiştir ve detaylar aşağıda sunulmuştur.

Bir veri setinin normal dağılıma uygunluk göstermesi için çarpıklık ve basıklık katsayılarının ± 2 aralığında yer alması genel olarak kabul edilebilir bir ölçüt olarak değerlendirilmektedir. Çarpıklık katsayısı 0'a ne kadar yakınsa, dağılımın simetrikliğinin o denli yüksek olduğu kabul edilir. Buna ek olarak, çarpıklık ve basıklık katsayılarının standart hatalarına oranı ile elde edilen z değerlerinin $\pm 1,96$ aralığında bulunması, verilerin normal dağılımdan anlamlı düzeyde sapmadığını göstermektedir (Field, 2018; Wiedermann, 2015; Verma, 2019). Daha spesifik olarak, normal dağılıma sahip bir veri setinde ortalamadan $\pm 1,96$ standart sapma uzaklıktaki değerler, dağılımdaki gözlemlerin yaklaşık %95'ini kapsamaktadır. Bu durum, verilerin büyük çoğunluğunun belirli bir aralık içinde yer aldığını ve normal dağılım varsayımının sağlandığını göstermektedir. Bu tür değerlendirme aralıkları, parametrik testlerin geçerliliği ve güvenilirliği açısından önem arz etmektedir (Avados, 2017; George ve Mallery, 2010).

BİDBÖA Ölçeği ve UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği ön test ve son test verilerinin normallik sayıltılarını karşılayıp karşılamadığını test etmek amacıyla gerçekleştirilen çarpıklık basıklık katsayıları belirlenmiş ve Tablo 6' da bu katsayılar sunulmuştur.

Tablo 6.

BİDBÖA Ön Teste ve Son Teste İlişkin Merkezi Dağılım Ölçüleri

		N	Çarpıklık	Std.Hata	z değeri	Basıklık	Std.Hata	z
BİDBÖA	Ön Test	12	.273	.637	.429	-.256	1.232	.208
	Son Test	12	-.197	.637	.309	-1.552	1.232	1.260
UF/EMI	Ön Test	12	.097	.637	.152	.244	1.232	.0198
	Son Test	12	-.877	.637	-1,376	.061	1.232	.0049

Tablo 6 incelendiğinde, BİDBÖA Ölçeği'ne ait ön test ve son test toplam puanlarına ilişkin çarpıklık değerlerinin sırasıyla 0.273 ve -0.197; basıklık değerlerinin ise -0.256 ve -1.552 olduğu görülmektedir. Hem çarpıklık hem de basıklık katsayıları ± 2 aralığında, bu katsayıların standart hataya oranları olan z değerleri ise $\pm 1,96$ sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu bulgular doğrultusunda, ilgili veri setinin normal dağılım gösterdiği

söylenabilir. Özellikle çarpıklık değerlerinin 0 (sıfır)'a oldukça yakın olması, normallik varsayımını desteklemektedir.

Aynı tabloda UF/EMİ Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği'nden elde edilen verilere incelendiğinde ise, ölçeğe dair ön test ve son test çarpıklık değerlerinin sırasıyla 0.097 ve -0.877 olduğu, basıklık değerlerinin ise -0.244 ve -0.061 olduğu görülmektedir. Bu değerler de hem çarpıklık hem de basıklık açısından ± 2 , z değerleri bakımından ise ± 1.96 aralığında yer almaktadır. Dolayısıyla, bu veri seti için de normallik varsayımının sağlandığı ifade edilebilir. Özellikle çarpıklık değerlerinin simetriye oldukça yakın olması, dağılımın normal yapıya uygunluğunu pekiştirmektedir.

Aynı grup (veri kaynağı) üzerinde yapılan iki farklı ölçüm arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek amacıyla parametrik bir test olan ilişkili (bağımlı) örneklemeler için t testi kullanılır. Bu testin güvenilir sonuçlar verebilmesi için ilişkili (bağımlı) örneklemeler için t testi (Paired Samples t Test), aynı grup üzerinde yapılan iki farklı ölçüm arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını test etmek için kullanılır. Bu testin güvenilir sonuçlar verebilmesi için bazı temel koşul ve varsayımların sağlanması gerekir. Bu koşullar; ölçümlerin eşleştirilmiş olması (yani her katılımcının her iki ölçümde de yer alması), fark puanlarının birbirinden bağımsız olması, örneklemin evrenden rastgele seçilmiş olması ve fark puanlarından oluşan veri setinin normal dağılım göstermesidir. Fark puanları aynı örnekleme ait son test ve ön testten elde edilen veri çiftinin birbirinden çıkarılmasıyla elde edilir (Can, 2019; Field, 2013; Gerald, 2018). Diğer varsayımlar araştırmanın tasarım sürecinde gerçekleştirilmiş olduğundan fark puanlarının normalliği sınanması gerekmektedir. Bu amaçla fark puanlarından oluşan veri setinin öncelikle çarpıklık ve basıklık katsayıları belirlenmiş ve çarpıklık ve basıklık indeksi hesaplanmıştır. Tablo 7'de BİDBÖA Ölçeği toplam puanları ve alt boyutlara ilişkin ön test-son test fark puanlarının çarpıklık ve basıklık katsayıları verilmiştir.

Tablo 7.

BİDBÖA Alt Boyutları ve Toplam Puanına İlişkin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

Değişkenler	N	Çarpıklık	Std. Hata	z değeri	Basıklık	Std.Hata	z
Algoritma Tasarlama Yeterliği	12	-.351	.637	-.551	-.482	1.232	.001
Problem Çözme Yeterliği	12	.147	.637	.231	-.814	1.232	-.001
Veri İşleme Yeterliği	12	.879	.637	1.380	.020	1.232	>.001
Temel Programlama Yeterliği	12	.435	.637	.683	-1.070	1.232	-.869
Özgüven Yeterliği	12	.607	.637	.953	.455	1.232	>.001
BİDBÖA Toplam	12	-.351	.637	-.551	-.482	1.232	>.001

BİDBÖA toplam puanları ile alt boyutlara ilişkin ön test-son test fark puanlarının çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayıları incelendiğinde, temel programlama yeterliliği değişkeni dışında kalan tüm değişkenlerin değerlerinin ± 1 aralığında yer aldığı belirlenmiştir. Bu bulgu, söz konusu değişkenlerin normal dağılıma oldukça yakın bir dağılım gösterdiğini ve parametrik testlerin uygulanabilirliğini desteklediğini göstermektedir (Field, 2013). Temel programlama yeterliliği alt boyutuna ait basıklık katsayısının ise +1'e yakın bir değerde olduğu ve genel kabul gören ± 2 sınırları içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, tüm çarpıklık ve basıklık değerlerinin kendilerine ait standart hatalara bölünmesiyle elde edilen z değerlerinin de $\pm 1,96$ aralığında olduğu görülmektedir. Bu değerler, verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığını bir kez daha teyit etmektedir. Sonuç olarak hem toplam puanlar hem de alt boyutlara ilişkin fark puanları üzerinden yapılan betimsel istatistiksel analizlere dayalı olarak, verilerin normalliği sağladığı ve parametrik testlerin kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

UF EMİ Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği Alt Boyutları ve Toplam Puanına İlişkin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri ise ve Tablo 8' de gösterilmektedir.

Tablo 8.

UF EMİ Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği Alt Boyutları ve Toplam Puanına İlişkin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

Değişkenler	N	Çarpıklık	Std. Hata	z değeri	Basıklık	Std.Hata	z
Katılım	12	.245	.637	-.385	-1.721	1.232	-1.397
Bilişsel Olgunluk	12	-.376	.637	-.59	-.335	1.232	-.272
Yenilikçilik	12	.419	.637	.658	-.468	1.232	-0.380
UF/EMİ Toplam	12	.349	.637	.548	-1.217	1.232	.988

Tablo 8 incelendiğinde, UF EMİ Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği'ne ait ön test-son test fark puanlarının çarpıklık ve basıklık katsayılarına ilişkin değerlendirmelere göre; katılım, bilişsel olgunluk, yenilikçilik ve toplam puan değişkenlerinin çarpıklık değerleri ± 1 aralığında yer almaktadır. Bu durum, ilgili değişkenlerin normal dağılıma oldukça yakın olduğunu göstermektedir (Field, 2013). Basıklık değerleri açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerin değerleri ± 2 sınırları içerisinde kalmakta ve bu durum kabul edilebilir düzeyde olduklarını göstermektedir. Katılım alt boyutuna ait basıklık değeri -1.721 ile -2'ye oldukça yakın olmakla birlikte, söz konusu sınırlar dahilindedir. Çarpıklık ve basıklık katsayılarının standart hatalarına bölünmesiyle elde edilen z değerlerinin tamamı ± 1.96 aralığında yer almaktadır. Bu bulgu, veri setinin normallik varsayımını karşıladığını desteklemektedir.

Sonuç olarak, hem UF-EMİ Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği hem de BİDBÖA Ölçeğine ait toplam fark puanları ile alt boyutlara ilişkin fark puanların çarpıklık ve basıklık değerlerine dayalı betimsel analizleri, verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığını ortaya koymuştur.

Verilerin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek amacıyla hem betimsel istatistikler (çarpıklık ve basıklık değerleri) hem de istatistiksel normallik testlerinden yararlanılmıştır. İlk olarak, toplam fark puanları ve alt boyutlara ilişkin fark puanlarının çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiş; elde edilen sonuçlar verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığını göstermiştir. Bu bulguların ardından, normalliği desteklemek amacıyla istatistiksel testler de uygulanmıştır. SPSS programında yer alan Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri bu amaçla kullanılmaktadır. Literatürde, örneklem büyüklüğü 30'un altında olduğunda Shapiro-Wilk testinin daha uygun olduğu belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2014; Can, 2019).

Bu çalışmada örneklem sayısı 30'un altında olduğu için normallik değerlendirmesinde Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. İlgili test sonuçlarına Tablo 9'da (BİDBÖA ön test ve son test verileri) ve Tablo 10'da (BİDBÖA ve alt boyutlarına ilişkin fark puanlar) yer verilmiştir.

Tablo 9

BİDBÖA Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları

Değişkenler		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
BİDBÖA	Ön Test	.117	12	.200	.962	12	.813
	Son Test	.210	12	.152	.881	12	.089

Shapiro-Wilk normallik testine göre, p değerinin (anlamlılık düzeyinin) .05'ten büyük olması, verilerin normal dağılıma uygun olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2014; Can, 2019). Tablo 9 incelendiğinde, ön test ve son test puanlarına ilişkin p değerlerinin 0.05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, ilgili verilerin normallik varsayımını karşıladığı ifade edilebilir.

Tablo 10.

BİDBÖA ve Alt Boyutlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları

Değişkenler	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
Algoritma Tasarlama Yeterliği	.157	12	.200	.940	12	.497
Problem Çözme Yeterliği	.156	12	.200	.967	12	.873
Veri İşleme Yeterliği	.201	12	.195	.879	12	.086
Temel Programlama Yeterliği	.197	12	.200	.924	12	.324
Özgüven Yeterliği	.154	12	.200	.929	12	.370
BİDBÖA	.189	12	.200	.932	12	.402

Tablo 10’da BİDBÖA ölçeği ve alt boyutlarına ilişkin fark puan verilerinin Shapiro-Wilk normallik testi ile yapılan betimsel analizleri sonucunda, tüm değişkenlere ait anlamlılık düzeylerinin $p > .05$ olduğu görülmektedir. Bu durum, veri setlerinin normal dağılım gösterdiğine işaret etmektedir. BİDBÖA ölçeğinden elde edilen nicel verilere ilişkin yapılan betimsel ve istatistiksel analizlerin tamamı, söz konusu veri setlerinin normal dağılım varsayımını karşıladığını açık biçimde ortaya koymuştur. Bu nedenle, BİDBÖA verileriyle yürütülecek ileri analizlerde parametrik testler kullanılacaktır.

Tablo 11.

UF-EMİ Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları

Değişkenler		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
Eleştirel	Ön Test	.119	12	.200*	.973	12	.940
	Son Test	.209	12	.154	.917	12	.261

Tablo 11’de, UF-EMİ Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği’nin ön test ve son test puanlarına ilişkin Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları ayrıntılı biçimde sunulmaktadır. Tablo dikkatle incelendiğinde hem ön test hem de son test puanlarına ait p değerlerinin .05’ten büyük olduğu görülmektedir. Bu durum, her iki ölçüm türü açısından verilerin normal dağılım gösterdiğini ve parametrik analiz yöntemlerinin uygulanabilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 12.

UF-EMİ Ölçeği ve Alt Boyutlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları

Değişkenler	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
Katılım	.208	12	.161	.865	12	.056
Bilişsel Olgunluk	.166	12	.200*	.961	12	.795
Yenilikçilik	.183	12	.200*	.950	12	.633
UF/EMİ Toplam	.216	12	.128	.933	12	.410

Tablo 12'de yer alan UF-EMİ ölçeği ve alt boyutlarına ilişkin fark puanlara ait normallik testi bulguları incelendiğinde ise, Bilişsel Olgunluk, Yenilikçilik ve UF-EMİ Toplam puanlarına ait p değerlerinin Shapiro-Wilk testine göre .05'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Katılım boyutu için elde edilen $p = .056$ olup anlamlılık düzeyine oldukça yakın olmakla birlikte, yine de .05'in üzerinde bir değere sahip olması nedeniyle bu boyutun da normal dağılım varsayımını karşıladığı kabul edilmektedir.

Çalışmada kullanılan örneklem sayısı 12'dir ve hem BİDBÖA hem de UF-EMİ ölçeklerine ilişkin yapılan normallik analizleri sonucunda, veri setlerinin parametrik testlerin kullanımına uygun olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ileri analizlerde parametrik testlerden biri olan bağımlı örneklem için t -testi tercih edilmiştir. Yaygın kanının aksine, küçük örneklem büyüklüklerinde de t -testinin kullanılabileceği literatürde belirtilmektedir. de Winter (2013), veri setleri normal dağılım gösterdiği sürece, örneklem büyüklüğü 5'in altında olsa dahi t -testinin geçerli ve güvenilir sonuçlar verebileceğini, hata oranlarının kabul edilebilir sınırlar içinde kaldığını ifade etmektedir. Ayrıca, bu tür durumlarda testin anlamlı sonuçlar verebilmesi için etki büyüklüğünün yüksek olmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda, çalışmada elde edilen etki büyüklüğü değerlerine bulgular bölümünde yer verilmiştir.

3.3.3.2. Nitel verilerin analizi

Patton (2014), nitel analiz ve eylem araştırmasının çok yönlü, esnek ve yaratıcı bir çaba gerektirdiğini vurgular. Ona göre her nitel analiz, araştırmacının analitik zekâsı, becerileri ve sezgileriyle şekillenen benzersiz bir yapı sunar. Nitel analizde verilerin sistematik bir şekilde betimlenmesi, örüntü ve kategorilerin keşfedilmesi ve sonuçların yorumlanması araştırmanın başarısını belirleyen kritik aşamalardır. Patton'un özellikle tematik analiz ve içerik analizinde esneklik ve çeşitliliğe yaptığı vurgu, nitel araştırmanın derinlemesine ve bağlam odaklı doğasını ortaya koymaktadır. Bu süreçte analizin doğruluğu ve anlamlılığı hem verilerin zenginliği hem de araştırmacının bilimsel yaklaşımıyla doğrudan ilişkilidir.

Nitel analizde, araştırmanın amacına ve veri türüne bağlı olarak farklı yaklaşımlar kullanılabilir. *Betimsel analiz*, önceden belirlenmiş bir çerçeveye (örneğin gözlem formu veya teorik model) dayalı olarak verilerin düzenlenmesini ve yorumlanmasını içerir. Bu yöntem, verilerin sistematik olarak kategorize edilmesini ve çerçeveye uygun olarak

özetlenmesini sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2021). *İçerik analizi*, metinlerdeki, belgelerdeki veya görüşme dökümlerindeki temel modüllerin, örüntülerin ve kategorilerin keşfedilmesini sağlar ve genellikle hem tümevarım hem de tümdengelim yaklaşımları kullanılır (Hsieh ve Shannon, 2005). *Tematik analiz*, verilerdeki anlamlı kalıpları ve modülleri keşfetmeye odaklanır ve genellikle açık kodlama ve verilerdeki ilişkilerin tanımlanmasını gerektirir (Braun ve Clarke, 2006).

Daha geniş bir perspektifle ele alındığında, içerik analizi, kullanılan yöntem ve araştırmanın amacına bağlı olarak farklı kategorilerde ifade edilmektedir. Yönlendirilmiş içerik analizi, verilerin belirli bir teori veya model çerçevesine göre analiz edilmesini ve bu çerçevenin dışında göze çarpan unsurların kodlanarak yeni bağlamların keşfedilmesini içerir (Hsieh ve Shannon, 2005). Keşfedici içerik analizi ise herhangi bir teorik çerçeveye bağlı kalmadan tamamen verilerden yeni modüller ve bağlamlar türetmeyi amaçlar. Bu yaklaşım, açık uçlu bir süreç aracılığıyla verilerdeki örüntüleri, kategorileri ve anlamları ortaya çıkarmaya odaklanır (Braun ve Clarke, 2006).

Bu çalışmada verilerin analizinde üç farklı yaklaşım bir arada kullanılmıştır. Araştırma kapsamında geliştirilen BİDBGF’de yer alan boyutlar, beceriler, alt beceriler ve göstergeler analiz sürecinin temelini oluşturmuştur. Çalışmanın başında saha notları, belgeler ve sınıf içi alınan kayıtların çözümlemeleri gözlem formundaki bu kategoriler doğrultusunda düzenlenmiş ve *betimsel analiz* yöntemiyle yapılandırılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu aşamada veriler, gözlem formunun belirlediği çerçeveye göre sistematik olarak sınıflandırılmıştır. Böylece verilerin anlamlı bir yapıya oturtulması ve başlangıç kategorilerine uygun olarak değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Ancak araştırma sürecinde toplanan veriler bu kategorilerle sınırlı kalmamıştır. BİDBGF’deki göstergelerin öngörmediği ya da doğrudan ilişkili olmayan ancak dikkat çekici olduğu düşünülen durum ve bağlamlar yönlendirilmiş *içerik analizi* yöntemiyle ele alınmıştır (Hsieh ve Shannon, 2005). Bu yaklaşım hem gözlem formundaki çerçevenin sınırlarının test edilmesine hem de bu çerçeveye yeni bakış açıları getirilmesine olanak sağlamıştır. Örneğin, öğrencilerin belirli bir etkinlikte sergiledikleri beklenmedik bir beceri ya da süreçte karşılaşılan özgün bir zorluk bu yöntemle kodlanarak analiz edilmiştir.

Öğretim ihtiyaçlarının belirlenmesi için öğretmen görüşleri, öğrencilerle etkinliklerin sonlarında gerçekleştirilen odak görüşmelerden elde edilen verilerin analizi *keşfedici (indüktif) analiz* ile gerçekleştirilmiştir. Süreç boyunca saha gözlemleri ile toplanan veriler

de aynı zamanda keşfedici bir yaklaşımla analiz edilmiştir. Betimleyici ve yönlendirici içerik analizlerinin ötesine geçilerek verilerden tamamen yeni bağlamlar ve kavramlar türetilmiş; bu unsurlar keşifsel içerik analizi yöntemiyle sistematik olarak ele alınmıştır (Braun ve Clarke, 2006). Örneğin gözlem formunda yer almayan ancak öğrencilerin süreçteki etkileşimlerini ve uygulama sırasındaki motivasyonlarını yansıtan durumlar bu analiz sürecinde ortaya çıkmıştır. Bu süreçte veriler dikkatli bir şekilde kodlanarak tekrar eden örüntüler tespit edilmiş ve bunlar analiz sonucunda yeni modüller olarak ifade edilmiştir.

Araştırmada bu üç yöntem bütünleşik bir şekilde kullanılmıştır. İlk olarak veriler, gözlem formunda temel alınan kategoriler doğrultusunda sistematik olarak analiz edilmiş; bu çerçevenin dışında kalan unsurlar keşfedici bir şekilde ele alınmıştır. Daha sonra her bir yöntemden elde edilen sonuçlar birleştirilerek hem verilerin mevcut kategoriler dahilinde anlamlandırılması hem de süreç içinde ortaya çıkan yeni bağlam ve modüllerin keşfedilmesi mümkün olmuştur. Bu bütüncül yaklaşım, verilerin hem genellenebilir hem de bağlamsal olarak zenginleştirilebilir olmasını sağlamıştır.

3.4. Verilerin geçerlik ve güvenirliği

Geçerlik, bir ölçme aracının veya bir araştırmanın gerçekten ölçmek istediği kavramı veya teorik yapıyı, ne kadar iyi bir şekilde ölçtüğünü, ölçme derecesini belirleyen, bulguların doğruluğunu, güvenirliğini ve bağlama uygunluğunu değerlendiren bir ölçüttür (Büyüköztürk, 2007; Creswell, 2013; Cronbach ve Meehl, 1955; Yıldırım Şimşek, 2018). Geçerlik hem nicel hem nitel araştırmalarda kritik bir öneme sahiptir ve kullanılan yöntemlere, gerçekleştirilen uygulamaların bağlamına göre farklı şekillerde ele alınır.

Nicel araştırmalarda geçerlik kullanılan bir ölçüm aracının doğruluğu ve genellenebilirliği ile ilgilidir. Kerlinger (1986), geçerliği, bir ölçümün amacına uygunluk derecesi, güvenilir sonuçlar üretme kapasitesini değerlendiren bir kriter olarak tanımlamış ve ölçüm sonuçlarının bilimsel doğruluğunu vurgulamıştır. Cronbach ve Meehl (1955), geçerliği, bir testin teorik bir yapıyı ölçme kapasitesi olarak ifade etmiş ve özellikle yapısal geçerliğin (construct validity) önemine dikkat çekmiştir. Cook ve Campbell (1979) ise geçerliği, araştırma bulgularının genellenebilirliği ve içsel tutarlılığı bağlamında ele almış, iç geçerliği bağımsız değişkenin gerçekten bağımlı değişken üzerinde etkili olup olmadığını belirleme yeteneği olarak açıklamıştır. Büyüköztürk (2007) ise geçerliği, bir ölçüm aracının yalnızca

doğru bilgi sağlaması değil, aynı zamanda ölçmek istediği kavramı kapsayıcı şekilde değerlendirme kapasitesi olarak tanımlar.

Büyüköztürk (2007) geçerliliği, bir ölçme aracının doğruluğunu farklı açılardan değerlendiren üç ana başlık altında sınıflandırmaktadır. *İçerik geçerliliği*, bir ölçme aracının hedeflediği konunun tüm boyutlarını kapsayıp kapsamadığını sorgular ve genellikle uzman görüşleri ile değerlendirilir. *Yapı geçerliliği*, ölçüm aracının ölçmeyi amaçladığı teorik yapıyı ne ölçüde doğru temsil ettiğini belirler ve faktör analizi gibi istatistiksel yöntemlerle test edilir. *Kriter geçerliliği*, bir ölçüm aracının sonuçlarının geçerli başka bir ölçüm aracıyla uyumunu inceler. Bu tür geçerlilik çalışmaları, bir ölçüm aracının bilimsel doğruluğunun ve güvenilirliğinin kanıtlanmasında kritik öneme sahiptir. Araştırma kapsamında kullanılan ölçeklerin geçerlilik kriterlerine ilişkin değerlendirmeler ilgili bölümlerde sunulmuştur.

Bunların dışında araştırmanın yöntemsel doğruluğunu değerlendiren bir diğer geçerlilik türü de *iç geçerliliktir*. İç geçerlilik, araştırmanın metodolojik olarak doğru sonuçlar üretme kapasitesini ifade eder. Başka bir deyişle, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde gerçekten etkili olup olmadığını değerlendirir ve araştırmada kullanılan yöntemlerin güvenilirliğini sorgular (Campbell ve Stanley, 1963). *İç geçerlilik* özellikle deneysel çalışmalar için kritiktir çünkü dış faktörlerin etkisinin kontrol edilip edilmediğini ve sonuçların sadece araştırmanın değişkenlerinden kaynaklanıp kaynaklanmadığını test eder. Bu açıdan iç geçerlilik, ölçüm araçlarının geçerliliğinden ziyade araştırmanın genel tasarımının doğruluğunu ele alır.

Nicel verilerin toplanmasında iç geçerliliğin sağlanmasında çeşitli sınırlılıklar ve tehditler bulunur, geçerliliğin sağlanması için bu tehditlere karşı alınan önlemler alınması gerekir. Bu tehditler katılımcıların seçimiyle ilgili olarak *seçim yanlılığı*, uygulayıcı farklılığı nedeniyle *ölçüm yanlılığı* katılımcıların zaman içinde doğal olarak değişmesi *olgunlaşma etkisi*, teste aşinalıktan kaynaklanan *deneme yanlılığı* ayrıca a bağımsız bir faktör olarak *katılımcı kaybı* olarak sıralanabilir (Anastasi ve Urbina, 1997; Campbell ve Stanley, 1963; Creswell, 2013). Bu tehditlere yönelik olarak alınan tedbirler aşağıda sıralanmıştır.

- Katılımcılar BYF programına devam eden tüm öğrenci ve velilerine gönderilen bir form yardımıyla gönüllülük esasına göre belirlenmiştir. Ayrıca çalışma tek grup üzerinden yürütüldüğünden başlangıçta gruplar arasında farklılık bulunması problemi bu çalışmada yaşanmamıştır. Böylece seçim yanlılığından kaynaklanabilecek sınırlılık giderilmiştir.

- Ön testler ve son testler tüm öğrencilere aynı anda, araştırmacı tarafından standartlaşmış bir şekilde uygulanmış, zaman içinde tutarsız şekilde uygulama söz konusu olmamıştır. Böylece ölçüm yanlılığından kaynaklanabilecek sınırlılıklar giderilmeye çalışılmıştır.
- Öğretim tasarımının uygulanması 12 hafta sürmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin büyüme veya öğrenme gibi doğal değişimlerini kapsayan olgunlaşma etkisinin bir sınırlılık oluşturmayaacağı düşünülmektedir.
- Ön testler uygulanırken öğrencilere testin sonuçlarının neyi amaçladığı ayrıntılı anlatılmayarak deneme yanlılığının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Campbell ve Stanley (1963), kör uygulamaların metodolojik yanlılıkları azaltmada etkili olduğunu belirtir.
- Araştırma süreci boyunca katılımcı kaybı yaşanmamış, bu nedenle iç geçerlilik için herhangi bir sınırlılık meydana getirmemiştir.

Güvenirlilik, bir ölçüm aracının ölçmeyi amaçladığı özelliği tutarlı ve tekrarlanabilir bir şekilde ölçme derecesidir. Yani, aynı koşullar altında uygulandığında, ölçüm aracının sonuçlarının değişmez ve güvenilir olması beklenir. Kerlinger (1986) güvenilirliği 'bir ölçüm aracının ölçüm hatalarını en aza indirerek istikrarlı sonuçlar üretme yeteneği' olarak tanımlamaktadır. Güvenirlilik, bilimsel araştırmalarda elde edilen verilerin geçerliliğini destekleyen önemli bir göstergedir.

Araştırmada kullanılan ölçme araçları geliştiricileri tarafından geçerlik ve güvenirlilik testleri gerçekleştirilmiş ve ilgili bölümde detayları sunulmuştur. İlgili literatürde bu ölçeklerin Cronbach's Alpha iç tutarlılık katsayıları gibi güvenirlilik göstergeleriyle yeterli düzeyde güvenilir oldukları belirtilmiştir. Güvenirlilik için araştırmacının aldığı tedbirler aşağıda sunulmuştur.

- Ölçeklerin güvenirliliğine ek olarak verilerin dağılımlarını test etmek ve analizlerin doğruluğunu artırmak amacıyla normallik testlerini gerçekleştirilmiş ve ilgili kısımda ayrıntıları verildiği üzere test sonuçları normal dağılım göstermiş ve parametrik testlerin kullanımına imkân tanımıştır.
- Ölçüm sonuçlarının doğru bir şekilde analiz edilmesi için veri girişinde hatalı veriler olup olmadığı kontrol edilmiş, hatalı verilerin olmadığı ve tam veri setiyle çalışıldığı teyit edilmiştir.

Nitel analizde geçerlik ve güvenirlilik nicel araştırmalardan farklıdır. Nitel çalışmalarda geçerlik, araştırmanın bağlama uygun bir şekilde yürütülüp yürütülmediğini, sonuçların katılımcıların deneyimlerini doğru bir şekilde temsil edilip edilmediğini ifade eder. Creswell

(2013), nitel geçerliliği, araştırmanın *bulgularının inandırıcı ve doğru olması* olarak tanımlar. Lincoln ve Guba (1985) ise geçerliliği, nitel araştırmalar için *inandırıcılık* (credibility) kavramıyla eşdeğer görür. Patton (2014) varılan sonucun güvenilirliğinin artırılması için üçgenlemenin önemine vurgu yaparak, nitel analizlerin doğruluğunun ve gerçekliğinin teyit edilmesinde yöntem üçgenlemesi, kaynakların üçgenlenmesi, analizci çeşitlemesi ve kuram/bakış üçgenlemesinin önemini ifade eder.

Johnson (2019), bir eylem araştırmasında verilerin toplanmasının ve analizinin doğru ve inandırıcı olmasını merkeze alır ve daha fazla doğruluk ve inanırılık oluşturmak için yöntemleri önerir. Aşağıda bu öneriler doğrultusunda araştırmacının aldığı tedbirlere yer verilmiştir.

- *Dikkatli Veri Toplama:* Gözlemler dikkatli ve kapsamlı bir şekilde kaydedilmiş, araştırmanın her aşaması belgelenmiştir. Bu, Johnson'ın (2019) verilerin detaylı dokümantasyonu önerisiyle uyumludur. Miles ve Huberman (1994), ayrıntılı kayıt tutmanın nitel araştırmalarda *tekrarlanabilirlik* için kritik olduğunu belirtir. Çalışma kapsamında gözlem notları oldukça dikkatli ve ayrıntılı bir şekilde kaydedilmiştir. Sadece yazılı değil sesli kayıt da alınmıştır.
- *Nesnel Betimleme:* Gözlemler betimlenirken araştırmacı, öznel değerlendirmelerden arınarak nesnel bir dil kullanmaya özen göstermiştir. Bu, Johnson'ın (2019) araştırmacı tarafsızlığına yaptığı vurguyu destekler. Lincoln ve Guba (1985), araştırma sürecinde tarafsızlığın sağlanmasının *geçerliliği* artıracağını vurgular.
- *Veri Kaynaklarının Çeşitlendirilmesi:* Araştırmada gözlem notlarının yanı sıra etkinlik formları, çalışma kağıtları, ses kayıtları ve portfolyolar gibi farklı veri kaynakları kullanarak veri çeşitliliği sağlanmıştır. Bu, Johnson (2019) veri kaynaklarının çeşitlendirilmesinin inanırılığı artırdığı yönündeki önerisiyle paraleldir. Patton (2014) farklı veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanılmasının, nitel çalışmalarda *geçerli sonuçlar* elde etmek için kritik bir yöntem olduğunu ifade eder.
- *Doğaya ve Yaş Grubuna Uygun Veri Seçimi:* Araştırmada kullanılan veri kaynakları, çalışmanın bağlamına ve öğrencilerin yaş grubuna uygun şekilde belirlenmiştir. Johnson (2004), verilerin bağlama uygunluğunu, araştırma kalitesini artıran önemli bir faktör olarak vurgular.
- *Uzun Süreli Gözlem:* Gözlem sürecinin yaklaşık 12 hafta sürmesi, verilerin güvenilirliğini artırmış ve bulguların daha sağlam bir temele dayanmasını sağlamıştır.

Lincoln ve Guba (1985) uzun süreli gözlemin, inanırlık (credibility) açısından kritik bir öneme sahip olduğunu vurgular.

Yukarıda belirtilen tedbirlere ilave olarak aşağıda literatürle temellendirilen tedbirler alınmıştır.

- *Gözlem Formunun Kapsamlı Hazırlanması:* Gözlem formu kapsamlı literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanmıştır. Anastasi ve Urbina (1997), içerik geçerliğinin, ölçüm aracının değerlendirmek istediği konunun tüm boyutlarını ne derece kapsadığını ifade ettiğini ve önemini belirtir. Uzman görüşleri, bu kapsamlılığı sağlamada oldukça önemlidir. Creswell (2013), araştırmanın başında kapsamlı bir veri toplama aracının hazırlanmasının geçerliliği arttırdığını ifade eder.
- *Araştırmacı Dışında Bir Gözlemcinin Dahil Edilmesi:* Tüm araştırma süreci boyunca ikinci bir gözlemci tarafından bağımsız olarak gözlem yapılmış ve notlar alınmıştır. Miles ve Huberman (1994), birden fazla gözlemcinin kullanılmasının, veri toplama ve analiz süreçlerinin güvenilirliğini artırdığını ifade eder.
- *Gözlemcilerin Veri ve Kod Uyumu:* Gözlemler aynı hafta içinde araştırmacı ve gözlemci tarafından birlikte değerlendirilerek veri uyumu ve kod uyumu kontrol edilmiştir. Patton (1999), araştırmacılar arasında veri uyumunun kontrol edilmesinin bulguların inanırlığını desteklediğine vurgu yapmıştır.
- *Verilerin Farklı Yöntemlerle Kaydedilmesi:* Araştırma sürecinde gözlem yapılırken aynı zamanda ses kaydı da alınmış ve metodolojik çeşitleme gerçekleştirilmiştir. Patton (2014) ses kayıtlarının çözümlenmesinin nitel araştırmalarda verilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırdığını vurgular.
- *Verilerin Sistemik Olarak Analize Hazırlanması:* Tüm gözlem notları ve diğer veriler düzenli bir şekilde bilgisayar ortamına aktarılmış ve analiz için kodlanmıştır. Creswell (2013), verilerin düzenli olarak saklanması ve analiz için uygun hale getirilmesi, nitel çalışmalarda *sürecin şeffaflığını* sağladığını ifade eder.
- *Yoğun Betimleme Kullanımı:* Gözlemlerde süreç mümkün olduğunca ayrıntılı betimlenmiş, dikkat çekici durumlar not alınarak ses kayıtlarından betimlemelerin ayrıntıları gözlem notlarına aktarılmıştır. Geertz (1973), yoğun betimlemenin, bir olgunun yalnızca yüzeysel tanımlamalarını değil, bağlamın detaylı bir şekilde açıklanarak bulguların daha *anlaşılır ve bağlama uygun* hale getirilmesini amaçladığını ve derin anlamları açıklamak için kritik öneme sahip olduğunu ifade eder.

Özetle çalışmanın *geçerlilik ve güvenilirliğini* artırmak için çeşitli yöntem ve stratejiler uygulanmıştır. İlk olarak, gözlem formu kapsamlı bir literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanarak *kapsam geçerliliği* sağlanmış, gözlem formunun kapsamlı ve sistematik bir şekilde tasarlanması, araştırma bulgularının ilgili kavramları doğru bir şekilde yansıtmasını katkı sunmuştur. Araştırmancının gözlem sürecine sadece araştırmacıyla birlikte bir gözlemcinin daha dahil edilmesi ve bağımsız bir şekilde gözlem yaparak gözlemlerini bağımsız olarak not alması araştırmanın *güvenilirliğini* artırmıştır. İkinci gözlemcinin sürece dahil olması ve bağımsız olarak tutulan notlarının karşılaştırılması kodlama sürecindeki *tutarlılığı* artırmıştır. Bu süreç, araştırmacılar arasında kodlayıcılar arası *güvenirliliği sağlamak* için aynı hafta içinde veri uyumu kontrolleriyle desteklenmiş ve *analizci çeşitlemesine* katkı sunmuştur.

Çalışmada farklı veri kaynaklarının bir arada kullanılması, *yöntem çeşitlemesi* yoluyla bulguların *doğruluğunu ve inandırıcılığını* artırmıştır. Gözlem notları, ses kayıtları, etkinlik formları, çalışma kâğıtları ve portfolyolar gibi çoklu veri kaynakları, aynı olguyu farklı perspektiflerden inceleyerek daha bütüncül bir analiz yapılmasını sağlamıştır. Özellikle ses kayıtlarının deşifre edilmesi verilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmış hem yöntem çeşitleme hem de kaynak çeşitlemesi ile inandırıcılık desteklenmiştir.

Gözlemler sırasında, yoğun betimleme kullanılarak süreç mümkün olduğunca ayrıntılı bir şekilde kaydedilmiş ve kayda değer durumlar ayrıntılı olarak not edilmiştir. Bu yöntem araştırmada bağlamsallaştırmayı sağlamış ve bulguların *anlaşılabilirliğini* artırmıştır. Ayrıca uzun süreli bir gözlem sürecinin (12 hafta) gerçekleştirilmesi, veri toplama sürecinin bağlamsal uygunluğunu pekiştirmiş ve araştırma sonuçlarının daha sağlam temellere dayanmasını sağlamıştır.

Sonuç olarak, bu yöntemlerle, bağlama uygun veri toplama araçları ve çoklu veri kaynakları kullanılarak araştırmanın *geçerliliği* artırılırken, veri uyum kontrolleri, metodolojik çeşitlilik ve uzun süreli gözlemler yoluyla da *güvenilirlik* sağlanmıştır. Tüm bu uygulamalar, araştırma bulgularının hem inandırıcılığını hem de bilimsel sağlamlığını desteklemiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmanın nicel verilerinin toplanmasında Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği (BİDBÖA) ve UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmanın nitel bulguları ise öğrenciler tarafından etkinlik süresince doldurulan ve araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlik formları ve çalışma kağıtları, araştırmacı tarafından tutulan saha notları, derste alınan kayıtların çözümlemelerinden elde edilen verilerin bütüncül olarak hem betimsel hem de içerik analizi yöntemleriyle analiz ve değerlendirilmesiyle ortaya çıkmış ve ilgili alt problemin altında sunulmuştur.

4.1. Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgular

Birinci Alt Problem: Öğretim tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme öz yeterlik algıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi var mıdır?

Uygulanan öğretim tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine (BİDB) yönelik öz yeterlik algıları üzerindeki etkisini incelemeye yönelik olarak yürütülen çalışmada, elde edilen verilerin betimsel analizleri sonucunda dağılımın normal olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ileri düzey istatistiksel analizlerde, parametrik testlerden biri olan ilişkili (bağımlı) örneklem *t*-testi (Paired Samples *t*-Test) tercih edilmiştir. Öğretim tasarımının, öğrencilerin BİDB'ye yönelik öz yeterlik algıları üzerindeki etkisi; *algoritma tasarlama, problem çözme, veri işleme, temel programlama* ve *özgüven* alt boyutlarında, ön test ve son test puanları arasındaki farklara dayalı olarak Tablo 13'te sunulmuştur.

İlişkili örneklem *t*-testi, karşılaştırılan ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemeye yöneliktir; ancak bu farkın büyüklüğü hakkında doğrudan bilgi sağlamaz (Can, 2019). Bu nedenle, istatistiksel olarak anlamlı bulunan farklara ilişkin etki büyüklüğü de hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü çeşitli yöntemlerle hesaplanabilmekle birlikte, bu çalışmada Cohen'in *d* katsayısı esas alınmış ve bu katsayı, ön

test ve son test ortalamaları arasındaki farkın, fark puanlarının standart sapmasına bölünmesiyle elde edilmiştir (Morris ve DeShon, 2002). Ayrıca etki büyüklüğü değerlerinin yüksek olması, özellikle küçük örneklem büyüklüklerinde yapılan analizlerde bulguların güvenilirliğini desteklemektedir. De Winter'ın (2013) son derece küçük ($n < 5$) örneklem büyüklükleriyle gerçekleştirdiği simülasyon temelli çalışmalarda da vurgulandığı üzere, etki büyüklüğünün yüksek olması, t -testinin istatistiksel gücünü artırmakta ve parametrik testlerin kullanımını metodolojik olarak geçerli kılabilir.

Etki büyüklüğü, işaretinden bağımsız olarak değerlendirilir ve teorik olarak her değeri alabilir. d değerinin 0 (sıfır) olması, örneklem ortalamasının karşılaştırıldığı sabit değere eşit olduğunu gösterir. Genel kabul gören sınıflamaya göre; $d = 0.20$ küçük, $d = 0.50$ orta, $d = 0.80$ büyük ve $d > 1.00$ çok büyük etki olarak yorumlanmaktadır (Green ve Salkind, 2005; Morgan vd., 2004; akt. Can, 2019).

Tablo 13.

Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine İlişkin Öz Yeterlilik Algılarına Yönelik T-Testi Sonuçları

Değişkenler	Test	N	X	SS	sd	t	p	Etki büyüklüğü (Cohen d)
Algoritma	Ön Test	12	22.25	3.57	11	-4.57	.001	1.320
Tasarlama	Son Test	12	26.18	1.12	11			
Yeterliği								
Problem Çözme	Ön Test	12	23.83	2.55	11	-5.75	.002	1.658
Yeterliği	Son Test	12	28.33	1.50	11			
Veri İşleme	Ön Test	12	17.67	2.61	11	3.94	.000	1.137
Yeterliği	Son Test	12	20.75	.45	11			
Temel	Ön Test	12	10.92	2.94	11	-4.15	.002	1.197
Programlama	Son Test	12	13.75	1.22	11			
Yeterliği								
Özgüven Yeterliği	Ön Test	12	13.08	1.44	11	-4.60	.001	1.328
	Son Test	12	15.00	.00	11			
BİDBÖA Toplam	Ön Test	12	87.75	8.75	11	-8.65	.000	2.496
	Son Test	12	104.00	3.10	11			

Tablo 13 incelendiğinde, öğrencilerin algoritma tasarlama yeterliliği için ön test ortalamasının 22.25, son test ortalamasının ise 26.18 olduğu görülmektedir ($t_{(11)} = -4.571, p < .01$). Bu alt boyuta ilişkin ön test ve son test standart sapmaları sırasıyla 3.57 ve 1.12 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, öğrencilerin algoritma tasarlama yeterliliğinde anlamlı bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu değişime ilişkin etki büyüklüğü 1.320 olarak hesaplanmış ve söz konusu etkinin düzeyinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Problem çözme yeterliliği boyutunda, ön test ortalaması 23.83, son test ortalaması ise 28.33'tür ($t_{(11)} = -5.75, p < .01$). Bu testlerin standart sapmaları sırasıyla 2.55 ve 1.50'dir. Ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş; etki büyüklüğü 1.658 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, öğretim tasarımının öğrencilerin problem çözme yeterlilikleri üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Veri işleme yeterliliğine ilişkin ön test ortalaması 17.67, son test ortalaması ise 20.75'tir ($t_{(11)} = -3.94, p < .01$). İlgili standart sapmalar 2.61 ve 0.45 olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular, öğretim süreci sonunda anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir. Bu artışın etki büyüklüğü 1.137 olarak belirlenmiş ve bunun yüksek düzeyde bir etkiyi temsil ettiği görülmüştür.

Temel programlama yeterliliği açısından, öğrencilerin ön test ortalaması 10.92, son test ortalaması ise 13.75'tir ($t_{(11)} = -4.15, p < .01$). Bu boyuta ilişkin ön test ve son test standart sapmaları sırasıyla 2.94 ve 1.22'dir. İstatistiksel olarak anlamlı bu farkın etki büyüklüğü 1.197 olarak hesaplanmış ve oldukça yüksek düzeyde bir değişime işaret etmiştir.

Özgüven yeterliliği boyutunda, ön test ortalaması 13.08, son test ortalaması ise 15.00'tir ($t_{(11)} = -4.60, p = .001$). Standart sapmalar sırasıyla 1.44 ve 0.00 olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu boyutta başlangıçta yüksek puanlara sahip olmalarına rağmen, öğretim tasarımı sonrasında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Etki büyüklüğü 1.328 olarak belirlenmiş ve bu farkın oldukça güçlü bir etki düzeyini temsil ettiği görülmüştür.

Son olarak, öğrencilerin BİDB'ye yönelik toplam öz yeterlilik algısı için ön test ortalaması 87.75, son test ortalaması ise 104.00'tür ($t_{(11)} = -8.646, p < .01$). Ön test ve son testin standart sapmaları sırasıyla 8.75 ve 3.10'dur. Bu alt boyutlara benzer şekilde, toplam puanlar arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiş; etki büyüklüğü ise 2.496 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, öğretim tasarımının öğrencilerin genel BİDB öz yeterlilik algısı üzerinde çok güçlü bir etkisi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

4.2.Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgular

İkinci Alt Problem: Öğretim tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi var mıdır?

Araştırmanın ikinci alt problemi olan, uygulanan öğretim tasarımının özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını araştırmaya ilişkin gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen verilerin betimsel analizi sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiş ve ileri analizlerde parametrik bir test olan ilişkili(bağımlı) örneklem için t testi (Paired Samples t Test) kullanılmıştır. Öğretim tasarımının özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi, katılım, bilişsel olgunluk ve yenilikçilik alt boyutlarında elde edilen ön test ve son test sonuçlarındaki farka dair istatistiksel analiz gerçekleştirilerek, sonuçlar Tablo 14’ de verilmiştir. Gerçekleştirilen t testi, birbiriyle karşılaştırılan ön ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını açıklar fakat farkın büyüklüğü ile ilgili bir bilgi içermez (Can, 2019). Bu nedenle istatistiksel olarak anlamlı farka sahip olan veri setlerindeki farkın etki büyüklükleri (Cohen d) hesaplanmıştır.

Tablo 14.

Özel Yetenekli Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Yönelik T-Testi Sonuçları

Değişkenler	Test	N	X	SS	sd	t	p	Etki büyüklüğü (Cohen d)
Katılım	Ön Test	12	42.08	6.29	11	-5.745	.000	1.658
	Son Test	12	48.58	6.01	11			
Bilişsel Olgunluk	Ön Test	12	26.25	4.35	11	-5.149	.000	1.486
	Son Test	12	29.75	3.22	11			
Yenilikçilik	Ön Test	12	28.17	3.51	11	-3.220	.008	0.930
	Son Test	12	30.92	3.40	11			
Eleştirel Düşünme Eğilimi	Ön Test	12	96.50	13.22	11	-5.436	.000	1.569
	Son Test	12	109.25	11.68	11			

Tablo 14 incelendiğinde, öğrencilerin katılım alt boyutuna ilişkin ön test puan ortalamasının 42.08, son test puan ortalamasının ise 48.58 olduğu görülmektedir ($t_{(11)} = -5.745, p < .010$). Bu boyuta ait standart sapmalar ön testte 6.29, son testte ise 6.01 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, katılım boyutuna ilişkin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Katılım boyutu için etki büyüklüğü 1.658 olarak bulunmuş ve bu değer, öğretim tasarımının söz konusu boyut üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bilişsel olgunluk alt boyutunda öğrencilerin ön test puan ortalaması 26.25, son test puan ortalaması ise 29.75'tir ($t_{(11)} = -5.149, p < .01$). Bu boyuta ilişkin standart sapmalar sırasıyla 4.35 ve 3.22 olarak belirlenmiştir. Ön test ve son test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bilişsel olgunluk alt boyutu için hesaplanan etki büyüklüğü 1.486'dır ve bu değer, öğretim tasarımının bu boyutta meydana getirdiği etkinin çok büyük olduğunu göstermektedir.

Yenilikçilik alt boyutuna ilişkin olarak, öğrencilerin ön test puan ortalaması 28.17, son test puan ortalaması ise 30.92'dir ($t_{(11)} = -3.220, p < .01$). Standart sapmalar ön test için 3.51, son test için ise 3.40 olarak hesaplanmıştır. Ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Yenilikçilik boyutuna ilişkin etki büyüklüğü 0.930'dur ve bu değer, öğretim tasarımının bu boyutta büyük düzeyde bir etki yarattığını göstermektedir.

Son olarak, öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimine yönelik elde ettikleri toplam puanların ön test ortalaması 96.50, son test ortalaması ise 109.25'tir ($t_{(11)} = -5.436, p < .01$). Bu değişkene ilişkin standart sapmalar sırasıyla 13.22 ve 11.68 olarak bulunmuştur. Ön test ve son test puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Eleştirel düşünme eğilimine yönelik etki büyüklüğü 1.569 olarak hesaplanmış ve bu değer, öğretim tasarımının öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

4.3. Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin bulgular

Üçüncü alt problem: Öğretim tasarımının uygulama sürecine yönelik yaşanan deneyimler ve bu deneyimlerin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki yansımaları nasıldır

Öğretim tasarımının uygulanmasını içeren eylem araştırması aşamasında öğretim tasarımının uygulanma süreci ve bu süreçte öğrencilerin BİD becerileri ile ilgili araştırmacı deneyimleri her bir modül için ayrı ayrı sunulmuştur. Bunun sebebi, etkinliklerin bir modül etrafında devam eden birçok alt etkinliği ve çalışmayı içeren uzun bir süreçte gerçekleşmiş olmasıdır. Eylem araştırması süreci boyunca gerçekleştirilen eylemler, süreçte ortaya çıkan aksaklıklar ve tasarımın işlemeyen boyutları, bu aksaklıklara yönelik alınan aksiyonlar açıklanmıştır. Aynı zamanda her etkinliğe dair bulguların ayrı ayrı verilmesinin daha okuyucu dostu ve yol gösterici olacağı düşünülmüştür.

4.3.1. Canlılar Dünyası: (Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı (1. Modül) etkinliğinin bilgi işlemsel düşünme becerileri bağlamında değerlendirilmesi

Bu modül, canlıların ortak özelliklerini, sınıflandırılması, maya gibi mikroorganizmaların yaşam döngüsünü ve fermentasyon süreçlerini kapsayan modülleri içermektedir.

Etkinliğin başlangıcında, canlıların temel biyolojik özellikleri (beslenme, solunum, üreme) ele alınmış ve bu özelliklerin maya gibi mikroorganizmalar üzerindeki yansımalarını incelemeye odaklanılmıştır. Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri dikkate alınarak, canlıların sınıflandırılması ve mayanın canlı olup olmadığı üzerine tartışmalar gerçekleştirilmiş, böylece bilimsel kavramlar ile günlük yaşam arasındaki bağlantıları keşfetmeleri sağlanmıştır. Etkinliğin devamında, öğrenciler bir senaryo çerçevesinde bir maya fabrikasında AR-GE ekibi üyesi olarak karşılaştıkları problemlere çözüm üretmeye yönlendirilmiştir. Bu süreçte bilimsel yöntem adımları, deney tasarımı, hipotez kurma, değişken belirleme ve veri toplama gibi BİD becerileri vurgulanmıştır. Öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla proses şeması oluşturma, diğer grupların tasarımlarını değerlendirme ve hata ayıklama çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca, deneysel süreçlerde öğrencilerin verileri uygun yaklaşımlarla toplaması, tablo ve grafiklerle görselleştirerek sunması ve bu veriler üzerinden çıkarımlara ulaşması beklenmiştir. Bu süreç, öğrencilerin veri düzenleme, analiz etme ve sonuçlarını sunma becerilerini geliştirmeyi desteklemiştir. Modül altında yer alan etkinlikler temel olarak öğrencilere bilimsel yöntem, sistem yaklaşımı ve BİD becerilerini kazandırmayı hedeflemektedir.

Modül boyunca elde edilen veriler BİDB'nin boyutları dikkate alınarak değerlendirilmiş ve ilgili boyutlara yönelik bulgular akışta sunulmuştur.

4.3.1.1. Problemi tanımlama boyutuna ilişkin bulgular

Problemi tanımlama becerilerinin gelişimine yönelik gerçekleştirilen süreci içeren etkinlerin ilk bölümlerinde öğrencilere bir yaşam problemi içeren senaryo verilerek süreç içerisinde aşamalı olarak problemi tanımlamaları istenmiştir. Senaryolar genel bir problem ile başlayıp senaryonun ilerleyen bölümlerinde öğrencilerin genel problemin belirli bir kısmına odaklanmalarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (Ek-8).

İlk modül bir maya üretim fabrikasının araştırma geliştirme biriminin bazı işletmelerden gelen mayanın yeterince iyi mayalanma sağlamadığı problem senaryosuyla başlamaktadır. Bu kısımda başlangıçta problem analiz edilirken canlılık, canlılarda üreme gibi konulara değinilmiş, öğrencilerden senaryonun ilk bölümünde öncelikle verilenlere dayalı olarak problemi derinlemesine analiz etmeleri, problemin kaynakları ve olası nedenleri konusunda tahminde bulunmaları, problemin ana hatlarını (çerçevesini) belirlemeleri beklenmiştir.

Senaryonun ikinci kısmı ile öğrenciler mayanın en hızlı üreyeceği şartları tespit etmeye yönlendirilmiştir. Öğrencileri belirli bir probleme odaklamak için senaryo içerisinde bilgiler verilmiş; bu bilgileri dikkate alarak problemi tanımlamaları ve gerekli bilgiye odaklanmaları ve problem cümlelerini oluşturmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Bu yönlendirme, etkinlik süresinin uzamaması için gerçekleştirilmiştir.

Problemi tanımlama boyutunda yer alan süreçlerde öğrencilerin etkinlik formlarının ilgili bölümleri üzerinde çalışmalarını ve problemi tanımlamaları istenmiştir. Öğrencilerin problemi tanımlamaya yönelik olarak etkinlik formunun ilgili kısımlarında verdikleri cevaplar, ders içerisinde araştırmacı tarafından tutulan gözlem notları, ders sürecinde alınan sesli ve görüntülü kayıtlardan elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler, öğrencilerin BİD'in ilk basamağı olan Problemi Tanımlama boyutundaki soyutlama ve ayırtırma becerileri ile bu becerilerin alt boyutları olan basitleştirme, odaklanma ve tanımlama yetilerini gözlemlemeye yönelik hazırlanan formda belirtilen göstergeler esas alınarak yapılmıştır.

Gözlem formunda yer alan becerilere karşılık gelen göstergeler kodlanmış, toplanan nitel verilerin analizinde bu kodlardan faydalanılmıştır. Problemin tanımlanması aşaması ile ilgili boyutlar, beceriler ve bu becerilere ilişkin göstergeler Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Problemi Tanımlama Boyutuna Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Soyutlama	Basitleştirme	PSB1	1. Problemi basit ve anlaşılır bir biçime indirgeyerek açıklar
	Odaklanma	PSO2	2. Problemin çözümü için gerekli olan bilgiye odaklanır.
	Tanımlama	PST1	3. Problemin ne olduğunu tanımlar.
		PST2	4. Sorunla ilgili olan ve olmayan değişkenleri ayırt edebilir.
		PST3	5. Problemle ilgili gereksiz ayrıntıları göz ardı eder.
		PST4	6. Daha önce benzer problemlerin nasıl çözüldüğünü dikkate alır.
		PST5	7. Karmaşık sistemleri anlamak veya problem çözmeyi kolaylaştırmak için açıklayıcı modeller geliştirir.
Ayrıştırma	Problemi Parçalara Bölme	PAP1	8. Problemleri daha küçük ve yönetilebilir alt problemlere ayırır.
	Alt Problemleri Belirleme	PAA1	9. Üzerinde çalışacağı alt problemi belirler.
		PAA2	10. Üzerinde çalışacağı bağımsız ve bağımlı değişkenleri belirler.

Problemin tanımlanması aşaması ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur:

- Öğrenciler problemi derinlemesine analiz edememiştir.
- Gruplar konunun odağından uzak ve genel problemler oluşturmuşlardır (PSO1).
- Gruplar problemle ilgili gereksiz ayrıntıları kısmen göz ardı edebilmiştir (PSO2)
- Gruplar problem tanımlayamamış, uygun araştırma problemini oluşturamamıştır (PST1)
- Problemi yönetilebilir küçük alt problemlere ayırmakta güçlük çekmişlerdir (PAP1).
- Problem çözmeyi kolaylaştırıcı açıklayıcı modeller geliştirememişlerdir (PST5).
- Gruplar hipotez cümleleri oluşturamamıştır (PST5).

Araştırmacıyı söz konusu durumların tespitine ve bunların çözümü için aldığı aksiyonlara götüren süreç akışta adım adım açıklanmıştır.

Gruplarla öncelikle senaryoda verilen problemin tanımlanması için, problemin genel çerçevesini anlamaya yönelik bir beyin fırtınası gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte bazı öğrencilerin problemi derinlemesine analiz edemedikleri ve yüzeysel değerlendirmelerde bulundukları görülmüştür. Örneğin, bazı öğrenciler *“Fabrikalardaki makineler bozuktur, mayalar taşınırken bir şey olmuştur, makine bakımları yapılmamıştır, mayada gelişim bozukluğu vardır, yeterli maya kullanılmamıştır”* şeklinde yorumlar yapmışlardır. Bununla birlikte, problemi derinlemesine analiz eden öğrenciler de olmuştur. Bu öğrencilerin ifadelerinden bazıları ise *“Mayaların genetik yapısı bozulmuş olabilir, uygun sıcaklık ve nem ayarlanmamış olabilir, mayalama yapılan ortamda mayalanmayı engelleyen kimyasallar bulunuyor olabilir”* şeklinde olmuştur. Beyin fırtınasında olası nedenler tartışıldıktan sonra senaryonun ikinci kısmı öğrencilerle birlikte okunmuş ve problem, senaryo aracılığıyla mayanın üremesi için gerekli en iyi şartların belirlenmesi ve buna uygun bir kullanım kılavuzu hazırlanmasına yönlendirilmiştir. Öğrencilerden buna yönelik araştırma problemleri yazmaları istenmiştir.

Gruplara, kendilerine dağıtılan etkinlik formlarında problemi açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edecek bir problem cümlesi yazmaları görevi verilmiştir. Ancak, öğrencilerin bu konuda zorlandıkları gözlemlenmiş ve problem cümlesi oluşturamayanlara, problemi soru cümlesi olmaksızın basit ve net bir şekilde ifade edebilecekleri belirtilmiştir. Dersin başında maya mantarlarının üremesine etki eden faktörlerin tartışılmasına rağmen, grup içi tartışmalarda öğrencilerin problemi çözmek için gerekli bilgiye odaklanamadıkları (PSO2) ve problemi net bir şekilde tanımlayamadıkları (PST3) belirlenmiştir. Bu durumun üzerine rehberli sorgulama yöntemine başvurulmasına karar verilmiştir.

Rehberli sorgulama kapsamında, öğrencilerden başlangıçta yapılan beyin fırtınasında ortaya çıkan fikir ve açıklamaları dikkate alarak yeniden düşünmeleri istenmiş ve *“Mayalanma hızını etkileyen faktörler nelerdi?”* sorusu yöneltilmiştir. Tüm gruplar, bu soruya ortak bir şekilde *“ortam koşullarının uygun olmaması”* yanıtını vermiştir. Rehberli sorgulama sürecinden bir kesit aşağıda örneklendirilmiştir

“Aras: Problem ortam koşullarının yetersizliği değil mi hocam?”

Lale: Yani uygun koşulların oluşturulamaması. Tahtaya bu koşulları yazdık.

Araştırmacı: Evet mayalanma için gerekli koşulları tartıştık fakat bir problemle ilgili konuşurken, neden-sonuç ilişkisi kurmamız gerekir. “Ortam koşullarının uygun olmaması” ifadesi bu neden sonuç ilişkisi kurmamızı sağlıyor mu? Çözüm için bir

öneride bulmanıza yardımcı oluyor mu? Gereksiz ayrıntıları göz ardı etmenizi sağlıyor mu?

Doruk: Sağlamıyor evet ama ne diyebiliriz ki başka, uygun koşullar işte!

Araştırmacı: Ortam koşullarının uygun olmaması" gibi genel ifadeler, bir problemin nedenlerini ve olası çözümlerini netleştirmemizi zorlaştırır. Mayalanma sürecinde etkili olan belirli koşullardan bahsetmeliyiz. Hangi koşulun yetersiz olduğunu belirtmeden, problemi net bir şekilde tanımlamamız zor olur ve çözüme yönelik adımlarımız belirsiz kalır.

Ömer: (Bu sırada grup arkadaşlarına) Dedim ben size neyi test edeceğiz? Uygun koşulların ayrıntılarını yazmamız lazım, demin hoca bunun üzerinde durdu dinlemiyorsunuz beni, kılavuza uygun koşul mu yazacağız?

[Bu açıklama sonrası öğrenciler bu ifadenin genel bir ifade olduğu ve gereksiz ayrıntıları da içerdiğini fark ettiler]

Araştırmacı: Çocuklar sizin de fark ettiğiniz gibi uygun olmayan ortam koşulları çok genel bir ifadedir. Problemin tam olarak ne olduğunu belirtmez ve bu problemin çözümü için hangi adımların atılması gerektiğine dair bir yönlendirme yapmaz. Cevabınızda hangi koşulların uygun olmayabileceğini belirtmediğiniz sürece araştırmanın problemini net bir şekilde ifade etmeniz ve uygun çözümler üretebilmeniz mümkün olmaz.” (Araştırmacı Saha Notları, 9 Şubat 2023)

Bu açıklamalar sonrasında öğrenciler etkinlik formlarındaki ilgili kısmı grup olarak doldurmuşlardır. Bu aşamada öğrencilere herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde ise tüm grupların asıl konunun odağından uzak veya genel bir takım problem tespitlerinde bulundukları görülmüştür. Örneğin, öğrencilerin senaryo sonrası mayalanma için hangi tür besinin daha etkili olabileceğine yönelik bir problem belirlemeleri beklenirken öğrenciler bu problem cümlesini yazamadıkları gibi problemin ‘besin yetersizliği’ olabileceğini ifade etmişlerdir. Grupların verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde, öğrencilerin problemi basit ve anlaşılır bir şekilde ifade etmekte zorlandıkları (PS1), problemin çözümü için gerekli bilgiye odaklanmakta ciddi güçlükler yaşadıkları (PSO1) ve problemle ilgili gereksiz ayrıntıları ayıklamakta başarısız oldukları (PST3) belirlenmiştir. Bu bulgular, öğrencilerin soyutlama becerilerinin basitleştirme, odaklanma ve tanımlama alt becerilerinde geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Şekil 7’de Enfa grubu tarafından etkinlik formundaki ilgili bölüme verilen örnek cevaplar yer almaktadır.

Problemi Tanımla	1- Yeterli nem olmaması 2- Suyun yeterli sıcaklığa ulaşmaması 3- Yeterli besinin olmaması 4- Son kullanma tarihinin geçmesi 5- Maya mantarının deposunda yeterli besin olmaması
------------------	---

Şekil 7. Etkinlik formu problemi tanımlama kısmına ait bir örnek- ENFA Grubu

Öğrencilerin cevapları dikkate alınarak araştırmacının probleminin tanımlanmasına ve problemin çözümü için gerekli olan bilgi ve değişkenlere odaklanmalarına yönelik yeniden daha derinlemesine bir rehberli sorgulama gerçekleştirilmiştir. Bu rehberli sorgulama örneği, etkinlik sürecinin işleyişini ve dersin yapısını ortaya koymak amacıyla aşağıda sunulmuştur. Bu örnek, öğrencilerin problemi çözme sürecinde problem tanımlama adımlarını nasıl izlediklerini göstermektedir.

“Araştırmacı: Çocuklar, sizden problemi tanımlamanızı ve bir problem cümlesi yazmanızı istemiştım ama siz fermantasyon sürecini etkileyebilecek bazı koşullar belirlemiştiniz, yazdıklarınızdan yola çıkarak bunları birlikte değerlendirelim. Listede 'yeterli nem olmaması', 'suyun yeterli sıcaklığa ulaşmaması', 'yeterli besin maddesi olmaması' gibi ifadeler var. Ancak bu ifadeler hala çok genel değil mi? Problemi daha dar bir şekilde, belirli koşullara odaklanarak tanımlayabilir miyiz?

Aras (canı sıkkın): “Ne demek hocam, sadece bir koşul seçip onun etkisini mi yazacağız?” Hocam, problemi bir netleştiremedik!

Araştırmacı: 'Aynen öyle! Aslında bahsetmiştim bunlardan biraz. Araştırma problemimizi daha net hale getirmek çözümleri daha net görmemizi sağlar. Örneğin, sıcaklığın fermantasyon sürecini nasıl etkilediğini veya gıda türünün fermantasyonu nasıl etkilediğini inceleyebiliriz. Böylece tek bir değişkene odaklanarak sorumuzu daha dar bir şekilde tanımlayabiliriz.

Nil: 'O zaman 'Sıcaklık değiştikçe fermantasyon hızı değişir mi' gibi bir soru yazabilir miyiz?

Araştırmacı: 'Evet, güzel! Belki de 'Ortam sıcaklığı fermantasyon hızını nasıl etkiler' şeklinde düzenlersek daha doğru olur. Bu sadece sıcaklığın etkisini analiz etmemizi sağlar. Besin türü için nasıl bir soru formüle edebiliriz?

Rüzgâr: “Şöyle olabilir mi: “Farklı gıda türleri fermantasyon hızını nasıl etkiler?

Araştırmacı: 'Evet Rüzgâr, bu da çok güzel bir soru! Böylece hangi besin türünün fermantasyonu hızlandırdığına odaklanabiliriz. Şimdi bu iki araştırma problem cümlesini sıcaklık ve besin türüne odaklanarak tahtaya yazalım.

Araştırmacı: Bu arada, yazdıklarınızı değerlendirmeye devam edelim. 'Burada örneğin “son kullanma tarihi” ifadesini de görüyorum. Sizce bu fabrikaların yaşadığı sorunla ve dolayısıyla araştırmamızın problemiyle ne kadar ilgili?

Poyraz: 'Bence son kullanma tarihi mayanın kalitesi için önemli olabilir ama fabrikaların sorunu bu değil. Bizim görevimiz onların fermantasyon sürecini doğru koşullarda yapmalarını sağlamak değil mi hocam?

Öğretmen: Aynen öyle Poyraz. Biz şu anda fabrikalar için uygun fermantasyon koşullarını belirlemeye çalışıyoruz ve bu koşulların fermantasyon üzerindeki etkisini inceliyoruz. 'Son kullanma tarihi' mayanın kalitesini etkileyen bir başka faktör olabilir, ancak bu araştırmanın odağı dışında. Bu tür genel veya ilgisiz ifadeleri ayıklamak, sorunu daha net tanımlamamıza yardımcı olur.

Örneğin bir de maya deposunda yeterli besin maddesi bulunmaması gibi bir madde var. Bunun araştırmamızın problemiyle ne kadar ilgili olduğunu düşünüyorsunuz?

Irmak (biraz utanarak): 'Bence o biraz alakasız olmuş hocam. Yani maya deposunda değil fermantasyon ortamında besin olması lazım.

Araştırmacı: 'Evet, bu çok doğru Irmak. Biz şu anda fermantasyon ortamındaki kullanılan besin türü, sıcaklık gibi koşulları inceliyoruz. 'Mayanın kendi deposunda yeterli besin olmaması' bu araştırmanın odağına girmiyor ve araştırmamız için gereksiz bir detay.

Toprak: “Yani sadece sıcaklık ve besin türü gibi fermantasyon sürecini doğrudan etkileyen koşulları yazmalıyız.”

Araştırmacı: “Aynen öyle Toprak. Böylece araştırma problemimizi daha net tanımlayabiliriz. Şimdi listemizden 'maya deposunda yeterli besin bulunmaması' gibi ilgisiz bilgileri çıkaralım ve araştırma sorularımızı odaklanmamız gereken koşullara göre yazalım”.

Aras: “Yani sadece sıcaklık ve besin türüne odaklanıp diğerlerini göz ardı ediyoruz değil mi öğretmenim?”

Araştırmacı: “Aynen öyle Aras” (Araştırmacı Saha notları, 9 Şubat 2023)

Öğrencilerle yapılan sorgulamada, araştırma problemi olarak belirlenen *"Sıcaklık değişimi mayalanmayı nasıl etkiler?"* ve *"Farklı besin türleri mayalanma hızını nasıl etkiler?"* ifadeleri tahtaya yazılmıştır. Bu sayede öğrencilerin araştırmalarını daha spesifik ve odaklı bir noktaya yönlendirmeleri amaçlanmıştır.

Rehberli sorgulama sürecinin ardından, araştırmanın problem cümlesi doğru bir şekilde belirlendikten sonra, öğrencilerden bu değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya yönelik alt problemleri çözmek için sınanabilir öneriler geliştirmeleri ve hipotezlerini etkinlik formunun ilgili bölümüne yazmaları istenmiştir.

Grupların oluşturduğu hipotez cümleleri analiz edildiğinde hem yapı hem de içerik açısından sınanabilir bir hipotez cümlesi oluşturamadıkları görülmüştür. İfadelerin içerik analizi sonucunda, öğrencilerin problemi daha küçük ve yönetilebilir alt problemlere ayıramadıkları (PAP1), karmaşık sistemleri anlamak veya problem çözümünü kolaylaştırmak için açıklayıcı modeller geliştirmekte zorlandıkları (PST7) ve ayırıştırma becerilerinin geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Öğrenciler, problemin çözümüne yönelik sınanabilir bir model oluşturmak yerine ya genel ve soyut ifadelerle *“Hızlı mayalanma için sıcaklık etkisi ve besin çeşidi önemli etkidir”* (Rainbow Sacra Grubu) şeklinde yüzeysel tespitlerde bulunmuşlar ya da değişkenleri net olmayan ve doğrudan ilgili olmayan *“İçinde farklı besin miktarı olan kapları bekletelim, bir süre sonra en verimli besin miktarını bulalım”* (Enfa Grubu) gibi deney tasarımları önermişlerdir. Bu sürece dair araştırmacı tarafından tutulan saha notları aşağıda sunulmuştur.

“Öğrencilerle problemi tanımladıktan sonra gerçekleştirilen hipotez yazma süreci, benim açımdan oldukça şaşırtıcı bir şekilde ilerlemiştir. Öğrencilerin BİLSEM'de aldıkları dersler nedeniyle bu kavramlara aşina olmalarını bekliyordum. Ancak, rehberli sorgulama sürecinde önemli noktalar tartışılmış olmasına rağmen, öğrencilerin hala hipotezle ilgisiz konuları hipotez cümlesine yazmaları dikkat çekici

ve benim için beklenmedik bir durum olmuştur. Gruplarda genel bir kargaşa ve dağınıklık hâkim. Öğrenciler birbirlerini dikkatle dinlememekte, çoğu zaman yalnızca kendi düşüncelerini ifade etme çabası içine girmektedir. Özellikle Dağhan, Doruk, Lale ve kısmen Aras'ın kendilerini arkadaşlarından daha yetkin gördükleri açıkça fark ediliyor. Bu öğrenciler, bir yandan bilgiye hâkim olduklarına dair arkadaşlarına karşı özgüven sergilerken, diğer yandan hata yapmaktan ve bunun sonucunda utanmaktan çekindikleri de açıkça görülüyor.

Gruplar arasında dolaşırken, bazı öğrencilerin gözümün içine bakarak beni dikkatle izlediğini fark ettim, hata yapma endişesiyle benim nasıl tepki verdiğimi izlemeye çalıştıkları sordukları sorulardan (Neden baktınız? Ne oldu hocam? Yanlış mı yazdık? gibi) hemen göze çarpıyor. Buna karşın, bazı öğrenciler sürece katılım göstermiyor ve daha çok arkadaşlarını gözlemliyor.” (Araştırmacı Saha Notları, 9 Şubat, 2023)

Öğrencilerin problem tanımı ve hipotez oluşturma süreçlerinde hem kavramsal hem de duygusal zorluklar yaşadığı düşünülmektedir. Öğrencilerin derslerde bu kavramlara aşına olmalarına rağmen bir hipotezi yazma sürecinde ilgisiz konuları ifade etmeleri *problem çözme becerilerinde* daha fazla rehberliğe ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur. Rehberli sorgulamaya rağmen hem problemi tanımlamada hem de hipotez kurmada eksikliklerin ve odaklanmanın sorunlarının devam etmesi bu konuların daha derinlemesine ve daha yapılandırılmış ele alınması gerektiğini düşündürmektedir. Ayrıca öğrencilerde grup dinamiklerinin de yeterince gelişmediğini iş birliği becerilerinin desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Bazı öğrencileri mükemmeliyetçi yaklaşımları, hata yapma korkusu yaşamalarına ve eleştirilere karşı hassas olmalarına yol açmaktadır; bu durum, öğrenme süreçlerini engelleyebilir. Özgüven eksikliği veya çekingenlik nedeniyle bazı öğrencilerin sürece katılmayarak sessiz kalmaları da dikkat çekmektedir. Bu öğrencilerin güvenli bir ortamda kendilerini ifade edebilmeleri için desteklenmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Bu süreç sonunda gerçekleştirilen rehberli sorgulama ile gruplar, tam anlamıyla bir hipotez cümlesi oluşturmaları da sınanabilir ifadeler geliştirmeyi başarmış ve problemi tanımlayarak yönetilebilir alt parçalara ayırmışlardır. Bu bağlamda, Nexus grubunun eksikliklere rağmen sınanabilir hipotezler geliştirme konusunda diğer gruplara göre daha hızlı ilerlediği ve günlük yaşamdan edindikleri deneyimlere dayanarak sıcaklık gibi değişkenleri belirleme çabası gösterdiği gözlemlenmiştir. Şekil 8’de, Şekil 9’da ve Şekil 10’da grupların etkinlik formundan örnekler görülmektedir. Üstteki ifadeler ilk yazdıkları

ifadelerdir, kırmızı kalemle yazılan ifadeler ve düzeltmeler ise rehberlik sonrasında yazmaya/düzeltmeye çalıştıkları ifadeleri göstermektedir

Hızlı mayalanma için sıcaklık etkisi ve besin çeşidi önemli etkenlerdir.

Bunlara dikkat edilerek btr kılavuz oluşturulmalıdır.

Hipotez

(Tanımlama) En hızlı mayalanma 15° ile 45° arasında gerçektir.

Bir paket may 2.5 çay kaşığı maya için en hızlı mayalanma 2 çay kaşığı şekerde gerçekleşir.

Glikozla ~~şeker~~ mayalanma ~~ile~~ şeker ile mayalanmaya göre daha hızlıdır.

Şekil 8. Hipotez cümlesi örneği-1, Rainbow grubu

Hipotez
(Tanımlama)

1- Mayanın en iyi mayalandığı sıcaklık ve nem oranını bulmak için deney yapalım. $25-30^{\circ}\text{C}$ 'de sıcaklıklarda bulalım.

2- 4 farklı ~~ışık~~ içinde maya olan kapları sıcaklıkları ve nem oranı farklı ortamlarda bekletelim. Bu sayede en uygun sıcaklık ve nem oranını bulmuş oluruz.

3- İçinde farklı besin miktarı olan kapları ~~beğlenirim~~ ^{Deneyiği döşer} bir süre. En verimli besin miktarını bulalım.

~~mayanın en hızlı ve verimli~~
~~gerekli besin~~ ~~glikoz~~ ~~şeker~~ ~~glikoz~~
Besin ~~şeker~~ ~~glikoz~~ ~~şeker~~ ~~glikoz~~

Şekil 9. Hipotez cümlesi örneği, Enfa grubu

mayalama sıcaklığının 40 olmalıdır
şeker ile beslendirilmesi' ile daha hızlı mayalan

* mayalarda en hızlı üreme 35°-45° derecede
gerçekleşir

* mayaların şeker besini ile beslendirilmesi
üremeyi hızlandırır

Şekil 10. Hipotez cümlesi örneği-2, Nexus grubu

Rehberli sorgulama ile oluşturulan hipotezler sonrasında öğrencilerden üzerinde çalışacakları alt problemi belirlemeleri, sınamak istedikleri hipotezin bağımlı ve bağımsız değişkenini tespit etmeleri istenmiştir. ENFA grubunun başlangıçta bağımlı ve bağımsız değişkeni belirlemekte kısmen zorlandıkları görülmüştür (PAA2). Gruplar bağımsız değişkenlerden biri olan besin türünü başlangıçta ayrı ayrı ifade etmemişler; fakat sorgulama sonrası bağımlı ve bağımsız değişkenleri tespit etmişlerdir. Tüm gruplar bağımlı ve bağımsız değişkeni aynı şekilde ifade etmiştir. Etkinlik formunun ilgili kısmına ait bir örnek Şekil 11'de verilmiştir. Gruplar bağımlı değişkenin mayalama hızı veya üreme hızı olduğunu belirtmişlerdir. Rehberli sorgulama sonrasında bu değişkenin ölçüsünün ne olduğuna dair sadece Nexus doğru cevap verebilmiş ve gaz çıkışı olduğunu söylemiştir.

Bağımsız Değişken	1- Sıcaklık 2- Besin Şeker ve Glikoz
Bağımlı Değişken	1- Üreme Hızı 2- Üreme Hızı

Şekil 11. Bağımlı, bağımsız değişken belirleme örneği, Rainbow Sacra grubu

Özet olarak, birinci etkinlikte problem belirleme aşamasında, öğrencilerin problemi tanımlamaya yönelik tüm becerilerde belirgin zorluklar yaşadıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin, problemi başlangıçta derinlemesine analiz edemedikleri ve daha çok problemin nedenine ilişkin yüzeysel çıkarımlarla sınırlı kaldıkları tespit edilmiştir. Senaryo ve etkinlik ilerledikçe rehberli sorgulama sürece eklenmiş, ortaya çıkan sorunlara yönelik nedenler öğrenciler ile tartışılmıştır. Fakat öğrenciler tüm bu tartışmalar sonrasında soyutlama becerisi altında yer alan problemi basitleştirme, problemin çözümü için gerekli bilgiye odaklanma, problemi tanımlama alt becerilerinde oldukça güçlük yaşadıkları görülmüştür. Öncesinde gerçekleştirilen rehberli sorgulamalar sayesinde problemi ayırttırma becerisi altında yer alan problemi parçalara bölme ve alt problemi belirleme alt becerilerinde ise diğer becerilere göre daha iyi bir performans gösterdikleri görülmüştür. Bu süreçleri ancak rehberlik ile tamamlayabilmişlerdir.

4.3.1.2. Çözümleri üret, seç, planla boyutuna ilişkin bulgular

Bu etkinlikte, *Çözümleri Üret, Seç ve Planla* boyutu ile *Çözümleri Uygula* ve *Çözümleri Değerlendir* boyutlarındaki süreçler etkinliklerin doğası gereği sürekli bir etkileşim içinde gerçekleşmiştir. Sürecin daha net bir şekilde anlaşılması için o aşamalarla ilgili gerçekleştirilen çalışmalara da gerekli durumlarda diğer aşamalarda yer verilmiştir. Ancak, süreçte elde edilen bulgular her bir aşamanın dair belirlenen ve gözlem formunda ifade edilen beceriler ve bu becerilere ait göstergeler doğrultusunda o aşamaya dair başlık altında sunulmuştur.

Çözümleri üret, seç ve planla aşamasında, öğrencilerden etkinliğin içeriği bağlamında hipotezlerini test etmek için çözümler geliştirmeleri, bu çözümlerine yönelik deneyler tasarlamaları, deneysel adımları açık ve anlaşılır bir şekilde sıralamaları ve planladıkları çözüme yönelik eş zamanlı çalışma stratejileri oluşturması beklenmektedir.

Öğrencilerin etkinlik formundaki çözüm üretme, seçme ve planlamaya yönelik ifadeleri, etkinlik esnasında tutulan gözlem notları, etkinlik sürecinde öğrencilerden konu ile ilgili alınan geri bildirimler değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler BİD Gözlem Formunda, *Çözümleri Üret Seç Planla* boyutunda yer alan beceriler ve kodlar dikkate alınarak gerçekleştirilmiş, bulguların okuyucu için daha anlaşılır olmasını sağlamak amacıyla Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Üret Seç Planla Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Mantık Yürütme	Çözüm için mantıksal yol üretme	ÜMM1	1. İlgili olay, problem ya da durumu analiz ederek alternatif çözüm yolları önerir.
	Karar Verme	ÜMK1	2. Uygun çözüm yoluna karar vermek için kriterler belirler.
		ÜMK2	3. Önerdiği çözüm önerilerini mantıksal kriterler çerçevesinde karşılaştırır.
		ÜMK3	4. İlgili olay, problem ya da durumun tüm yönlerini ele alıp mantıklı bir sonuca varır
Algoritma Tasarlama	Gerekli Adımları Sıralama	ÜAA1	5. Bir problemi çözmek veya bazı sonuçlara ulaşmak için atması gerekli adımları sıralar.
	Tasarlama	ÜAT1	6. Problemin farklı yönlerini göz önüne alarak uygun çözüm yolu geliştirir.
		ÜAT2	7. Bir problemin çözümüne yönelik adımları en verimli şekilde düzenler.
		ÜAT3	8. Tasarladığı çözüm yollarını sırasıyla aşamalı bir şekilde uygular.
Eş Zamanlı Çalışma	Zamanlama	ÜEZ1	9. Amaca ulaşmak için birden fazla işlem gerektiğinde zamanlama konusunda planlama yapar
	Aynı anda tamamlama	ÜEA1	10. Gerçekleştirilecek işlemlerin sıra ile mi yoksa aynı anda mı tamamlanması gerektiğine karar verir.
		ÜEA2	11. Eş zamanlı tamamlanması gereken işlemleri belirler

BİD etkinlik formu ve gözlem verileri doğrultusunda, *Çözümleri Üret, Seç ve Planla* aşamasına yönelik eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıda sunulmuştur.

- Deneysel tasarımlarda tüm grupların tasarımları oldukça yüzeysel olmuştur.
- Problem durumu analiz edilerek alternatif çözümler üretilmemiştir (ÜMM1).
- Problemi çözmek için gerekli adımlar sıralanamamıştır (ÜAA1).
- Problemin farklı yönlerinin ele alınmaması sebebiyle uygun çözüm yolu gerçekleştirilememiştir (ÜAT1).
- Problemin çözümüne yönelik adımlar düzenlenememiştir (ÜAT2).

Şekil 12’de ve Şekil 13’te grupların örnek deney tasarımları görülmektedir. Ancak grupların tasarımlarında gerekli birçok ayrıntının yer almadığı dikkat çekmektedir. Deney çalışmasında kullanılacak malzemeler, ölçümlerin nasıl yapılacağı, kontrol değişkeninin etkisi ve deney sonucunu etkileyebilecek diğer faktörler gibi kritik unsurlar tasarımlarda göz

ardı edilmiştir. Nexus grubu, mayalanma hızını bir ölçüt olarak balon hacmindeki artış üzerinden değerlendirmiştir. Ancak, diğer gruplar deney tasarımlarında mayalanma hızını hangi kritere göre belirleyeceklerine dair herhangi bir açıklamada bulunmamışlardır.

2 ayrı kabın içine eşit miktarda Maya konulur.
Bir kabın içindeki mayaya glikoz, diğer kabın içindeki kaba şeker ilave edilir.
2 kabında içine eşit ölçüde su konulur.
Kapların ağzı kapatılır. ^{2 ayrı kabın içine eşit miktarda su, şeker, maya konur.}
Mayalanma gözlenirken süre tutulur.
Hangisinin daha hızlı ^{aldığı} ^{mayalanma} belirtilir.

Şekil 12. Örnek deney tasarımı 1-Rainbow grubu

500 ml'lik bir erlene 100 ml suyu ^{35 - 65°} derece iken 25g şekeri homojen bir şekilde çözündürüp ardından 50g hamur mayasını ekleyip üzerine balon kapatacak ne miktarda gaz çıkışı olduğunu anlatarak ölçme miktarını ^{ya da} ölçülecek miktarı.

iki adet 500 ml'lik erlenlerden besin olarak Birine şeker diğerine glikoz konulur. İki erlene de 100 ml su konulur. Sonrasında 15g maya her iki erleneye ^{tekrardan} konur.

Şekil 13. Örnek deney tasarımı-2, Nexus grubu

Gruplar deneysel tasarımlarını hazırladıktan sonra, araştırmacı öğrencilere tasarımlarındaki eksiklikleri fark etmeleri ve bu eksikliklerle yüzleşmeleri amacıyla şu tür sorular yöneltilmiştir: “35-65 derece derken neyi kastediyorsunuz? Mayalanma hızını ölçerim demişsiniz; bunu nasıl gözlemlemeyi planlıyorsunuz? Balonun şişme hızını nasıl gözlemlemeyi düşünüyorsunuz? Deneyi hangi malzemelerle yapmayı planlıyorsunuz? Size böyle bir deney tasarımı verseler, bu deneyi gerçekleştirebilir misiniz yoksa yeni sorular sormanız mı gerekir? Sıcaklık aralığını seçerken hangi kriterleri göz önünde bulundurdunuz? Deneyin sonuçlarını nasıl kaydetmeyi planlıyorsunuz?” Bu sorular, öğrencilerin deney tasarımlarını eleştirel bir gözle yeniden değerlendirmelerini sağlamak ve tasarımlarındaki eksikliklere dair sonraki süreçlere rehberlik etmek amacıyla yönlendirilmiştir.

Deney tasarımlarının, araştırmacı tarafından yöneltilen soruların cevaplarını içerip içermediği ve deney tasarımlarının araştırma problemine cevap verebilirliği gruplar arasında tartışılmıştır. İlk etkinlikte öğrencilerin deney tasarımlarında belirgin eksiklikler olduğu ve rehberlik gereksiniminin ortaya çıktığı görülmüştür. Bu bağlamda, tartışmanın ardından, araştırmacı tarafından daha önce tasarlanmış bir deney düzeneğinin fotoğrafı öğrencilere gösterilmiştir. Fotoğraf üzerinden tasarımın ayrıntıları değerlendirilmiş, öğrencilerden bu düzeneği kurmaları, deneysel süreci planlamaları ve gerçekleştirmeleri istenmiştir. Öğrencilerin, çözüm yollarını planlarken algoritma tasarlama becerisini kazanmaları ve bu beceriye ait göstergelere (ÜAA1, ÜAT1, ÜAT2, ÜAT3) yönelik performanslarını geliştirmeleri amacıyla bir uygulama tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bu kapsamda, öğrencilerle birlikte tahtada basit bir proses şeması hazırlanmıştır. Daha sonra, farklı algoritma tasarımları öğrencilerle paylaşılmış ve proses şeması ile algoritma tasarımının benzerlikleri ile sürece katkıları tartışılmıştır.

Ardından, önceden hazırlanmış boş bir proses şeması formu (Ek-9) öğrencilere verilmiş, deneysel süreci yeniden planlamaları ve süreç boyunca her adımı bu proses şemasına kaydetmeleri istenmiştir. Etkinlik, grupların öncelikle kendi deneylerini gerçekleştirecekleri ve bu süreçte iki sütundan oluşan bir proses şeması dolduracakları şekilde planlanmıştır. Proses şemasının birinci sütununa, deneyi gerçekleştirirken yaptıkları adımları kaydetmeleri istenmiştir. Daha sonra her grup, hazırladığı proses şemasını başka bir grupta paylaşmış ve diğer grup, bu şemaya dayanarak ilk grubun deneyini gerçekleştirmiştir. Deneyi gerçekleştiren gruptan, proses şemasında yer alan adımları kontrol kutucuklarında işaretlemeleri ve eksik veya net olmayan noktaları tespit ederek bunları ikinci sütuna

eklemeleri istenmiştir. Bu uygulama ile öğrencilerin, çözüme yönelik gerçekleştirdikleri tasarımlarda izlemesi gereken adımları fark etmeleri, çözüme yönelik deneysel süreç planlamayı öğrenmeleri, proses şemalarındaki eksiklikleri fark ederek tamamlamaları hedeflenmiştir. Deneysel süreç ve proses şemalarına ilişkin bulgular, etkinlik akışı boyunca detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Gruplar, kendilerine görseli verilen deney düzeneğini inceleyerek gerekli malzemelerle deney düzeneklerini kurmuşlardır. Deney düzenekleri kurulurken, hata ayıklayıcı rolündeki öğrencilerden, grup içerisindeki diğer üyelerle iş birliği yaparak olası hataları tespit etmeye liderlik etmeleri ve bu hataları proses şemasına not etmeleri istenmiştir. Aynı şekilde, gruptaki veri analistinden, veri toplama sürecini yönetmeye liderlik etmesi ancak bu süreci grup üleriyle iş birliği içinde gerçekleştirmesi beklenmiştir. Deney düzeneklerinin kurulması ve çalıştırılması sürecinde araştırmacı yönlendirme yapmamış, yalnızca katılımcıların yönelttiği sorulara yanıt vermekle yetinmiştir.

Pilot uygulama sürecinde, öğrencilerin deney düzeneğini kurma ve çalıştırma aşamalarında güçlük yaşadıkları gözlemlenmiştir. Deneysel çalışmanın bazı uygulamalarında; bağlantı noktalarından hava sızması, mezürün suya ters yerleştirilmesi sırasında içinde hava kalması ve su sıcaklığının önceden ayarlanmaması gibi nedenlerle başarısızlıklar yaşanmıştır. Öğrenciler, olası hata kaynaklarına dikkat etmeleri konusunda uyarılmış; ancak bu hatalara ilişkin spesifik örnekler verilmemiştir. Bunun yerine, hata nedenlerinin grup çalışmasıyla tespit edilmesi ve proses şemalarına kaydedilmesi istenmiştir.

Tüm uyarılara rağmen, öğrencilerin aceleci davrandıkları ve deney düzeneğinde ortaya çıkabilecek olası hata kaynaklarını belirlemede zorlandıkları gözlemlenmiştir. İlk denemede hiçbir grup deneysel çalışmayı başarıyla tamamlayamamıştır. Grupların yeterli planlama yapmadan deneye başladıkları, gerekli başlangıç sıcaklığını ayarlamadıkları, hava kaçağı olan parçaların izolasyonunu yeterince sağlamadıkları ve veri toplama sürecini önceden yapılandırmadıkları için, istenen nitelikte veriler elde edilememiştir. Bu gerekçelerle deneysel süreç yeniden uygulanmıştır. Bu durum pilot çalışmada da gözlemlenmiş olmasına rağmen, öğrencilerin söz konusu eksiklik ve hatalarla birebir yüzleşmelerinin öğrenme deneyimlerini zenginleştireceği öngörülerek, karşılaşılabilecekleri olası problemler ve hata kaynakları hakkında önceden herhangi bir uyarıda bulunulmamış; bu süreci doğrudan deneyimlemeleri özellikle teşvik edilmiştir.

Bu etkinlik, öğrencilerin deneysel süreçteki adımların belirgin ve sistemli bir şekilde tanımlanmasının önemini kavramalarını, ayrıca eksik tanımlanan adımların deneyin başarısı üzerindeki etkisini fark etmelerini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.

Şekil 14. Örnek proses şeması sayfa 1, Nexus- Rainbow Sacra

Grupların deney tasarımları, ilk ve ikinci proses şemaları ile deneyi gerçekleştirme süreçleri değerlendirilerek yapılan analiz sonucunda, öğrencilerin Çözümleri Üret, Seç, Planla boyutu kapsamında yer alan mantık yürütme becerisine ilişkin çözüm için mantıksal yol üretme ve karar verme alt becerileri ile algoritma tasarlama becerisi altında yer alan gerekli adımları sıralama ve adımları tasarlama alt becerilerine karşılık gelen ÜMM1, ÜMK1, ÜMK2, ÜMK3, ÜAA1, ÜAT1, ÜAT2 ve ÜAT3 kodlu göstergelerde sürecin başında düşük düzeyde performans sergiledikleri; ancak uygulama süreci boyunca bu becerilerde belirgin bir gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Diğer taraftan eş zamanlı çalışma becerisine ilişkin zamanlama ve aynı anda tamamlama alt becerilerine karşılık gelen göstergelerde ise, öğrencilerin etkinliğin başlangıcından itibaren diğer becerilere kıyasla daha yüksek düzeyde bir performans sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır

4.3.1.3. Çözümleri uygula ve otomatikleştir boyutuna ilişkin bulgular

Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir aşamasında, öğrencilerden tasarladıkları deneyleri gerçekleştirmeleri; bu doğrultuda modelleme ve benzetim becerilerini kullanmaları ve tekrarlayan işlemleri bilgisayar destekli araçlarla yürütmeleri beklenmiştir. Sistemlerin otomatikleştirilmesine yönelik doğrudan bir uygulama gerçekleştirilmemiş olsa da otomasyona ilişkin beceriler veri toplama süreçleri üzerinden dolaylı olarak desteklenmiş ve bu süreçlerden elde edilen bulgular temel alınarak değerlendirilmiştir.

Modelleme ve benzetim becerileri ise öğrencilerin deneysel tasarımları ve deneyleri uygulama süreçlerinde sergiledikleri performanslar dikkate alınarak değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Her bir öğrenci grubu, öncelikle kendi deneysel süreçlerini uygulayarak proses şemaları oluşturmuş; ardından bu şemaları diğer gruplarla değiş tokuş ederek birbirlerinin deneysel süreçlerini gerçekleştirmiştir. Bu uygulamalar sırasında gözlemlenen performanslar, Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir aşamasında tanımlanan beceriler temel alınarak değerlendirilmiştir. Söz konusu becerilere ve bu becerilere karşılık gelen kodlara Tablo 17’de ayrıntılı biçimde yer verilmiştir.

Tablo 17.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Otomatikleştirme	Tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak yapma	UOT1	1. Tekrarlayan işlemleri fark eder.
		UOT2	2. Tekrarlayan veya sıralı işlemleri yapan bilgisayarlar veya sistemler önerir.
		UOT3	3. Tekrar eden ve benzer işlemler için bilgisayarları kullanır.
Modelleme ve Benzetim	Gerçek Yaşamı Örnekleme	UMG1	4. Gerçek yaşama dair olay ve süreçleri modeller.
		UMG2	5. Simülasyonlar veya modeller kullanarak deneyleri gerçekleştirir.

Grupların proses şeması ile gerçekleştirdikleri çözümleri uygulama sürecinde tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur:

- Olay ve sürece dair modelleme (UMG1) ile modelleri kullanarak deney gerçekleştirme (UMG2) göstergelerine yönelik öğrenci performanslarının, sürecin başlangıcında düşük düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, uygulama süreci boyunca gerçekleştirilen tekrarlı etkinlikler sayesinde öğrencilerin bu göstergelere yönelik performanslarında belirgin bir gelişim gözlemlenmiştir.
- Öğrenciler, tekrarlayan işlemleri fark etmekte zorlanmışlardır (UOT1).
- Öğrenciler, rehberlik sonrası tekrarlayan işlemleri yapmak üzere sistem önerebilmişlerdir (UOT2).
- Öğrenciler, rehberlik ile tekrar eden ve benzer işlemler için deney bilgisayarını kullanabilmişlerdir (UOT3).

Öğrenciler, veri toplama sürecinde tekrarlayan ölçüm döngüsünü yeterince hesaplayamamış (UOT1) ve cihazlarını on saniyelik kısa aralıklarla veri alacak şekilde ayarlamışlardır. Bu durum, sıcaklık artışına karşılık gelen hacim verilerini zamanında okuyup kaydetmelerinde güçlük yaşamalarına neden olmuştur. Her sıcaklık artışında veri kaydı yapmaya çalışmışlar; ancak sıcaklık bilgisayarlı sensörlerle otomatik olarak ölçülürken, hacim verisinin öğrenciler

tarafından mezür üzerindeki gaz hacmini manuel olarak izleyerek kaydedilmesi, bazı ölçümlerin atlanmasına yol açmıştır.

Araştırmacının rehberliğiyle, sıcaklık verisinin kısa aralıklarla ölçülmesi yerine daha uygun zaman aralıklarında veri alınmasının hem veri kaybını önleyeceği hem de süreci daha verimli hale getireceği öğrenciler tarafından fark edilmiştir. Başlangıçta tekrarlayan işlemleri belirlemekte zorlanan öğrenciler, rehberlik sürecinin ardından bu işlemleri daha etkili biçimde düzenleyebilmek için stratejiler geliştirmeye başlamışlardır. Sürece ilişkin araştırmacı tarafından tutulan saha notları ile gerçekleştirilen rehberli sorgulamanın ayrıntıları aşağıda sunulmaktadır.

“Deneyisel çalışmalarını yürüten gruplar, veri toplama sürecindeler ve oldukça zorlandıkları görünüyor. Enfa grubunda bir anda bir telaş hali hâkim oldu. Irmak veri kağıdına değerleri kaydetmeye çalışıyor, Tuna ve Doruk masada karşılıklı durarak mezürdeki gaz hacmini okumaya çalışıyor, Fırat ise deney bilgisayarından sıcaklık değerlerini takip ediyor ve belirli aralıklarla "Şimdi!" diyerek hacim ölçümü için sinyal veriyor. Ancak sıcaklık verisini çok sık aralıklarla alacak şekilde ayarladıkları ve bilgisayara yetismeye çalıştıkları için, başlangıç sıcaklıklarında, hacim değişiminin yavaş olduğu aşamalarında sorun yaratmayan bu süreç, hacim değişiminin hızlanmasıyla birlikte karmaşaya dönüşmüş görünüyor. Grup, "Şimdi!" komutundan sonra veriyi okuyamadan yeni bir "Şimdi!" komutuyla karşılaşılıyor ve birkaç kez hacim verisini kaydedemedi.

Bu durum, grup üyelerini "Veri kaçırdık, deneye yeniden mi başlayacağız?" endişesiyle paniğe sevk etti. Morallerin düşmeye başladığı açıkça görülüyor. Sanırım bu noktada grupların, özellikle Enfa grubunun, küçük bir desteğe ihtiyacı var. ☺ (Araştırmacı Saha Notu, 16 Şubat 2023)

Öğrencilerin bu süreçte zorlandıklarının gözlemlenmesi üzerine, araştırmacı rehberli bir sorgulama süreci başlatmıştır. Bu süreçte, öğrencilerin karşılaştıkları zorlukları anlamalarına, çözüm yollarını keşfetmelerine ve düşünme süreçlerini derinleştirmelerine yardımcı olmak amacıyla yönlendirici sorular kullanılmıştır. Rehberli sorgulama sırasında yapılan yönlendirmeler ve detaylar aşağıda sunulmuştur.

“Araştırmacı: Tamam, derin bir nefes alın, endişelenmeyin. Sanırım biraz desteğe ihtiyacınız var. Neler oluyor burada?

Doruk: Öğretmenim sıcaklık sürekli artıyor biz de bu sırada veri almayı kaçırıyoruz.

Araştırmacı: Hımm anlıyorum. Peki, sıcaklık artarken hacmi neden okuyamıyorsunuz? Sorun ne olabilir?

Fırat: Mezürden boşalan suyun hacmini doğru okumaya çalışırken yenisini okumamız gerekiyor.

Doruk Hacmi okumamız gerekiyor ama her seferinde kaçırıyoruz.

Araştırmacı: İlginç, peki verileri bu kadar sık okumanızın sebebi nedir?

(Öğrenciler biraz sessiz kalır.)

Araştırmacı: Yani, neden bu kadar sık veri alıyorsunuz?

Öğrenci: Aslında bilmiyoruz, hocam. Öyle alalım diye düşündük.

Araştırmacı: Hmm, farkında mısınız, sıcaklık her arttığında aynı işlemi tekrar tekrar yapmaya çalışıyorsunuz. Bu tekrarlayan süreci daha verimli hale getirmek için nasıl bir çözüm bulabilirsiniz? Aranızdaki veri analisti kimdi?

Irmak: Ben, öğretmenim.

Araştırmacı: Harika, o zaman size sorayım, sizce bu tekrar eden süreci yönetmenin daha verimli bir yolu var mı? Verileri nasıl daha düzenli hale getirebilirsiniz?

(Veri analisti öğrenci bir süre duraklar, düşünür ve bir çözüm bulmaya çalışır).

Irmak (biraz düşündükten sonra): Hocam deney bilgisayarının veri alma süresini daha uzun ayarlayabilirdik başlangıçta.

Araştırmacı: Kesinlikle! Fakat paniğe kapılmadan durumu değerlendirseydiniz başka bir yol daha bulabilirdiniz sanki ne dersiniz? İyi bir problem çözücü, her zaman yeni yollar keşfetmeye açıktır!

Araştırmacı: Şöyle düşünün; cihazı ayarladınız tamam fakat okuduğu her sıcaklık artışı için hacim verisi kaydetmek zorunda mısınız? Veri okuma sıklığını siz belirlediniz cihazda sonuçta öyle değil mi?

Irmak Hmm. Evet hocam. O zaman belki her sıcaklık artışında okumak yerine belli bir aralığı belirleyip sadece o sıcaklıklarda veri alabilirdik.

Araştırmacı: İyi fikir! Her sıcaklık artışında veri almaya çalışmak yerine, örneğin her iki derecede bir okumayı deneyebilirdiniz. Bu şekilde hacim verisini kaçırma olasılığınız azalır.

Tuna: Evet, öğretmenim. Her iki derecelik artışlarla veri alsaydık daha kolay olurdu? Veri almayı bıraktığımız için şimdi yeniden yapmamız gerekecek deneyi.

Araştırmacı: Evet çocuklar, bu şekilde tekrarlayan süreçleri fark etmek, daha kontrollü verimli hale getirmek oldukça önemli. Şimdi bu planla çalışmanıza devam edelim ve veri toplananın nasıl daha verimli hale getirebileceğinizi görelim!”

Süreçte öğrencilerde meydana gelen gelişimle ilgili araştırmacının tuttuğu saha notu aşağıda sunulmuştur.

“Öğrenciler, başlangıçta her sıcaklık artışında veri kaydetmeye çalışarak aynı işlemi sürekli tekrar ediyorlardı. Bu durum, işlem yoğunluğuna ve veri kaçırma sorunlarına yol açtı. Sonuç olarak, öğrenciler sürekli tekrarlayan bir “veri toplama döngüsü” içinde sıkışıp kaldılar. Rehberlik süreci sırasında, öğrencilerin her sıcaklık artışında aynı işlemi tekrarlamamanın veri kaybı riski oluşturabileceğini fark etmeleri sağlandı. Bu süreçte, rehber sorular ve yönlendirmelerle öğrenciler, işlemi belirli bir düzene göre optimize etmenin daha verimli bir yaklaşım olduğunu kendi düşünce süreçleriyle keşfettiler. Bu deneyim, öğrencilerin yalnızca veri kaydetme değil, aynı zamanda tekrarlanan işlemleri daha etkili hale getirme becerilerini de geliştirmelerine katkı sağladı.” (Araştırmacı Saha Notları, 23 Şubat 2023)

Çözümlerin uygulanması sürecinde, kendilerine rehberlik edilmesine rağmen, tekrarlayan veri döngülerini fark etmediklerinden (UOT1), öğrenciler veri toplamayı otomatikleştirmek için deney bilgisayarı kullanmayı başlangıçtaki tasarımlarında önermemiş (UOT2), bunun yerine termometre ile sıcaklık ölçmeyi planlamışlardır. Deney bilgisayarı kullanırken zorlanmış (UOT2), özellikle deney bilgisayarındaki zamanlama kısmını saniyede bir veya on saniyede bir veri alacak şekilde ayarladıkları için yönetilemez bir veri yığını oluşturmuşlardır.

Öğrenciler, gerçek yaşama dair süreçleri deneysel olarak modellemekte (UMG1) ve tasarlanan deneyleri gerçekleştirmekte (UMG2) oldukça zorlanmışlardır. Bu süreçte araştırmacı, pek çok saha notu tutmuş ve öğrencilerin deneyimlerine dair detaylı gözlemler yapmıştır. Araştırmacının bu süreçle ilgili tuttuğu saha notlarından bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

“Öğrenciler, hacim ölçümünü nasıl yapacaklarını planlamadan deney sürecine başladıkları için rehberli sorgulama yapıldı; süreç durdurulamadığından gaz çıkışı başladı ve veri kaybettiler”, “deneysel süreç başlamasına rağmen öğrenciler hacim ölçmüyor, sıcaklık ve zaman ölçüyorlar, bunu niye yaptıklarının farkında değiller”, “hiçbir grup deney düzeneğini ilk seferde kurmayı başaramadı ve deneyi tek seferde gerçekleştiremedi; planlama yapmadıkları, hata kaynaklarını göremedikleri için kurdukları sistem çalışmadı ve tüm gruplar yeniden deney düzeneklerini kurmak zorunda kaldılar.” (Araştırmacı Saha Notları, 16- 23 Şubat 2023)

Özetle, grupların Çözümleri Uygula boyutunda yer alan otomatikleştirme becerisine ilişkin tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak gerçekleştirme alt becerilerinde düşük düzeyde performans sergiledikleri; modelleme ve benzetim becerileri kapsamında yer alan gerçek

yaşamı örnekleme alt becerilerinde ise beklenen düzeye ulaşamadıkları ve süreci etkili bir şekilde yürütebilmek için rehberliğe ihtiyaç duydukları sonucuna ulaşmışlardır.

4.3.1.4. Veri toplama, temsil ve analiz boyutuna ilişkin bulgular

Veri toplama, temsil ve analiz aşamasında, öğrencilerden beklenen; deneysel süreçlerde veri toplamaları, topladıkları verileri düzenlemeleri, uygun tablo ve grafiklerle sunmaları, veriler arasındaki örüntüleri fark etmeleri ve bu örüntüler üzerinden genellemelere ulaşmalarıdır. Bu kapsamda elde edilen veriler, BİDB Gözlem Formunun ilgili boyutunda yer alan beceri, alt beceri, gösterge ve gösterge kodları temel alınarak analiz edilmiştir. Bulguların okuyucu tarafından daha açık ve sistematik bir şekilde izlenebilmesi amacıyla detaylar Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Veri Toplama Temsil ve Analiz Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Veri Düzenleme	Veri Toplama	VDV1	1. Amaca uygun verileri bir araya getirir.
		VDV2	2. Verileri toplamak için uygun yaklaşımları seçer.
		VDV3	3. İlgili kaynaklardan ya da araştırma sonucunda gerekli verileri toplar.
	Düzenleme	VDD1	4. Uygun grafikler, çizelgeler ya da tablolar kullanarak verileri görselleştirir.
		VDD2	5. Verileri düzenlemek için dijital araçları kullanır.
	Sunma	VDS1	6. Verileri uygun grafikler, çizelgeler, kelimeler veya resimler halinde betimler.
Örüntü Tanıma	Örüntü Bulma	VÖB1	7. Veriler ya da şekiller arasındaki örüntüleri farkına varır.
		VÖB2	8. Verileri özelliklerine göre sınıflandırır.
		VÖB3	9. Verilere ait ortak özelliklerin farkına varır.
	Örüntü Genelleme	VÖG1	10. Sınıflandırılmış veriyi anlamlandırır.
		VÖG2	11. Veriye dayalı modeller oluşturur.
		VÖG3	12. Veriye dayalı sonuç çıkarır.

Veri toplama, temsil ve analiz boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Öğrencilerin, veri düzenleme becerilerini uygulama sürecinde zorlandıkları gözlemlenmiştir.
- Rehberlik olmadan, veri toplamak için uygun yaklaşımları belirlemede (VDV2), amaca uygun verileri bir araya getirmede (VDV1) ve araştırma süreci için gerekli verileri seçip toplamda (VDV3) güçlük yaşadıkları belirlenmiştir.
- Topladıkları verileri uygun tablo ve grafiklerle görselleştirme sürecinde (VDD1) rehberlik desteği olmadan ilerlemekte zorlandıkları gözlemlenmiştir.
- Verileri düzenlemek amacıyla dijital araçları kullanma konusunda (VDD2) sınırlı bir performans sergiledikleri tespit edilmiştir.
- Rehberlik desteği olmadan, verileri grafikler aracılığıyla açık ve anlamlı biçimde betimlemede (VDS1) güçlük yaşadıkları görülmüştür.
- Veriler arasındaki örüntüleri fark etme (VÖB1), verileri özelliklerine göre sınıflandırma (VÖB2) ve verilere ait ortak özellikleri tanıma (VÖB3) süreçlerinde rehberlik olmaksızın ilerlemekte zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Öğrenciler, veri toplama süreçlerinde beklenmedik ölçüde zorlanmışlardır. BİLSEM’de uygulanan programların bilimsel araştırma temelli yapısı gereği, öğrencilerden bu sürece daha yüksek bir hazır bulunuşluk düzeyiyle katılmaları beklenmiştir. Tüm gruplar hipotezlerini ve değişkenlerini rehberlik desteğiyle belirlemiş olmalarına rağmen, bu bilgilerden yola çıkarak hangi verileri toplamaları gerektiğini tespit etmekte güçlük yaşamışlardır. Bazı gruplar alakasız veriler kaydetmiş, bazıları ise deneyin amacına doğrudan hizmet eden temel verilere tablolarında hiç yer vermemiştir. Bu durum, öğrencilerin hipotez–veri ilişkisini kurmada ve bağlam temelli veri toplama sürecini planlamada desteğe ihtiyaç duyduklarını ortaya koymaktadır.

Deney sistemini doğru şekilde kurmuş olmalarına rağmen, mayalanmanın temel göstergesi olan gaz hacmi verisi hiçbir grup tarafından dikkate alınmamış ve kayıt altına alınmamıştır. Tüm grupların benzer güçlüklerle karşılaştığı gözlemlenmiştir. Bu duruma ilişkin örnekler, Şekil 16’da Enfa grubuna, Şekil 17’de ise Rainbow Sacra grubuna ait veri toplama çalışma kâğıtlarında; ilk ve ikinci veri toplama denemelerine ait görseller aracılığıyla sunulmuştur.

ENFA grubunun, şekerle beslenen mayanın üreme hızını ölçmeye yönelik gerçekleştirdiği deneysel çalışmanın veri tablosu incelendiğinde, ilk uygulamada yalnızca sıcaklık artışı

kaydettikleri görülmüştür. Gruba yöneltilen “Bu veriyi almanızdaki amaç nedir? Sıcaklık değişimi tek başına size neyi gösterecek? ” sorusuna yanıt veremedikleri gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Rainbow Sacra grubu da başlangıçta yalnızca zaman ve sıcaklık verilerini kaydetmiş; gaz hacmini dikkate almamış ve gaz çıkışının başladığı noktaya yalnızca *başladı* ifadesini yazarak, gaz üretimine ilişkin ölçülebilir veri toplayamamıştır.

Ek 1-C: Mayalanma- Veriler

Sıcaklık

Grup: ENFA

Zaman

Hacim

22.21	26.44	28.37	00:00	48 ml
22.21	26.62	29.13	01:00	50 ml
22.31	26.82	29.18	02:00	50 ml
22.28	26.87	29.28	03:00	52 ml
22.26	27.18	29.38	04:00	54 ml
22.26	27.35	29.53	05:00	56 ml
22.28	27.51	29.64	06:00	58 ml
22.36	27.68	29.76	07:00	60 ml
22.43	27.86	29.84	08:00	62 ml
22.56		30.1	09:00	66 ml
22.63		30.22	10:00	69 ml
22.81		30.36	11:00	72 ml
22.89		30.49	12:00	77 ml
23.13		30.63	13:00	78 ml
23.14		30.8	14:00	80 ml
23.6		30.95	15:00	85 ml
23.83				
24.01				
24.23				
24.44				
24.67				
24.87				
25.27				
25.48				
25.69				
25.89				
26.06				
26.24				

Not: 22.21, 22.28, 22.31, 22.36, 22.43, 22.56, 22.63, 22.81, 22.89, 23.13, 23.14, 23.6, 23.83, 24.01, 24.23, 24.44, 24.67, 24.87, 25.27, 25.48, 25.69, 25.89, 26.06, 26.24

Not: 26.44, 26.62, 26.82, 26.87, 27.18, 27.35, 27.51, 27.68, 27.86

Not: 28.37, 29.13, 29.18, 29.28, 29.38, 29.53, 29.64, 29.76, 29.84, 30.1, 30.22, 30.36, 30.49, 30.63, 30.8, 30.95

Not: 00:00, 01:00, 02:00, 03:00, 04:00, 05:00, 06:00, 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15:00

Not: 48 ml, 50 ml, 50 ml, 52 ml, 54 ml, 56 ml, 58 ml, 60 ml, 62 ml, 66 ml, 69 ml, 72 ml, 77 ml, 78 ml, 80 ml, 85 ml

Not: 26.44, 26.62, 26.82, 26.87, 27.18, 27.35, 27.51, 27.68, 27.86

Not: 28.37, 29.13, 29.18, 29.28, 29.38, 29.53, 29.64, 29.76, 29.84, 30.1, 30.22, 30.36, 30.49, 30.63, 30.8, 30.95

Not: 00:00, 01:00, 02:00, 03:00, 04:00, 05:00, 06:00, 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15:00

Not: 48 ml, 50 ml, 50 ml, 52 ml, 54 ml, 56 ml, 58 ml, 60 ml, 62 ml, 66 ml, 69 ml, 72 ml, 77 ml, 78 ml, 80 ml, 85 ml

Şekil 16. Veri toplama örneği 1-Enfa Grubu

Nexus grubu, glikoz besininin maya üremesi üzerindeki etkisini test etmeye yönelik gerçekleştirdiği deneysel çalışmada, başlangıçta yalnızca zaman ve sıcaklık verilerini tabloya kaydetmiş; gaz hacmi verisini ise hiç kaydetmemiştir. Besin türünün etkisini inceleyen grupların, tasarım sürecinde kontrol değişkeni olan sıcaklığın sabit tutulması gerektiği çıkarımına ulaşmış olmalarına rağmen, uygulama aşamasında bu değişkeni sabit tutmadıkları gözlemlenmiştir.

Ek 1-C: Mayalanma- Veriler		Sıcaklık-Üreme	Rainbow Sacra	
1. Çalışma		Grup:	2. Çalışma	
Birlik			Sıcaklık	
10 sn	13,94 °C		13°C	0
20 sn	13,94 °C		15°C	0
30 sn	14,04 °C		17°C	0
40 sn	14,27 °C		19°C	0
50 sn	14,54 °C		21°C	0
60 sn	14,77 °C		23°C	2 mL
70 sn	15,07 °C		25°C	5 mL
80 sn	15,51 °C		27°C	7 mL
90 sn	16,05 °C		29°C	11 mL
100 sn	16,58 °C		31°C	14 mL
110 sn	17,11 °C		33°C	18 mL
120 sn	17,65 °C		35°C	22 mL
130 sn	18,09 °C		37°C	27 mL
140 sn	18,51 °C		39°C	32 mL
150 sn	18,95 °C		41°C	37 mL
160 sn	19,37 °C		43°C	41 mL
170 sn	19,75 °C		45°C	45 mL
180 sn	20,13 °C		47°C	47 mL
190 sn	20,45 °C		49°C	52 mL
200 sn	20,71 °C		51°C	54 mL
210 sn	20,94 °C		53°C	55 mL
220 sn	21,12 °C		55°C	55 mL
230 sn	21,47 °C	Birlik	57°C	55 mL
240 sn	21,72 °C		59°C	55 mL
250 sn	21,98 °C		61°C	55 mL
	21,73 °C		63°C	55 mL
	21,51 °C			

Şekil 17. Veri toplama örneği-Rainbow Sacra Grubu

Yapılan gözlemler, öğrencilerin deney öncesinde veri toplama sürecine yönelik herhangi bir planlama yapmadıklarını, olası hata kaynaklarını öngöremediklerini ve deney sistemini başlatma konusunda aceleci davrandıklarını ortaya koymuştur. Hipotezlerinde belirttikleri sıcaklık aralığını dikkate almaksızın, deneylere doğrudan oda sıcaklığında başladıkları; deneysel süreç başladıktan sonra planlama yapmaya çalıştıkları için verileri uygun zamanda toplayamadıkları tespit edilmiştir.

Bu eksiklikleri gidermek amacıyla tüm gruplarla rehberli sorgulama gerçekleştirilmiştir. Sorgulama sırasında öğrencilere, "Sıcaklık aralığını belirlerken hangi kriterleri dikkate aldınız? Zamana karşı sıcaklık değişimini kaydederek neyi gözlemlemeyi amaçlıyorsunuz? Gaz hacmini verilerinize neden dahil etmediniz? Aldığınız değerlerle üreme miktarını nasıl bulmayı planlıyorsunuz? Verilerinizi nasıl analiz etmeyi düşünüyorsunuz?" gibi sorular yöneltilmiştir. Bu süreçte öğrenciler, değişkenlerini ve veri toplama yöntemlerini yeniden gözden geçirmiş; özellikle kontrol değişkenlerinin önemini fark ederek, hipotez ve deney

tasarımlarındaki eksiklikleri belirleme fırsatı bulmuşlardır. Rehberli sorgulama sürecinin ardından deneysel çalışma yeniden başlatılmış, bu sayede öğrencilerin verileri daha doğru ve sistematik bir şekilde toplaması sağlanmıştır.

Gruplar, Veri Toplama, Temsil ve Analiz aşamasının örüntü tanıma becerisi kapsamında yer alan örüntü bulma ve örüntü genelleme alt becerilerinde beklenenin altında bir performans sergilemişlerdir. Öğrencilerden, elde edebilecekleri veriler doğrultusunda belirli bir örüntü ortaya çıkacağını öngörmeleri ve deneysel çalışmayı bu öngörüye göre planlamaları beklenmiştir. Ancak bu beklenti karşılanamamış; deneysel süreç sırasında bu duruma ilişkin olarak Nexus grubuyla aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir:

“Aras: Hocam kaç dereceye kadar ölçüm almaya devam edeceğiz.

Araştırmacı: Buna siz karar verebilirsiniz. Sizce buna nasıl karar vereceğiz?

Poyraz: Mayalar ölünceye kadar mı? Çok ısıtırsak ölürlər herhalde.

Araştırmacı: “Siz bu deneyde hangi değişkeni gözlemlemeyi amaçlıyorsunuz?

Deneyinizin amacı bakterilerin öldüğü sıcaklığı belirlemek mi?”

Dağhan: Üremenin en hızlı olduğu sıcaklığı.

Araştırmacı: O halde tekrar düşünün deneyi ne zaman bitirebiliriz? Üreme hızını nasıl izliyoruz?

Aras: Hocam, şimdi anladım; bu soruyu yeterince analiz etmeden sormuşuz. Verilere bakacağız değerler arasında fark azalmaya başladığı zaman deneyi bitirebiliriz.

Araştırmacı: Evet gençler, üreme tamamen sona erinceye kadar veri kaydı yapabiliriz; ancak bu, deneyin amacına ulaşmak için gerekli görünmüyor. Birim zamanda çıkan gaz hacmi azalmaya başladığında, bir süre daha veri topladıktan sonra deneyi sonlandırabilirsiniz.”

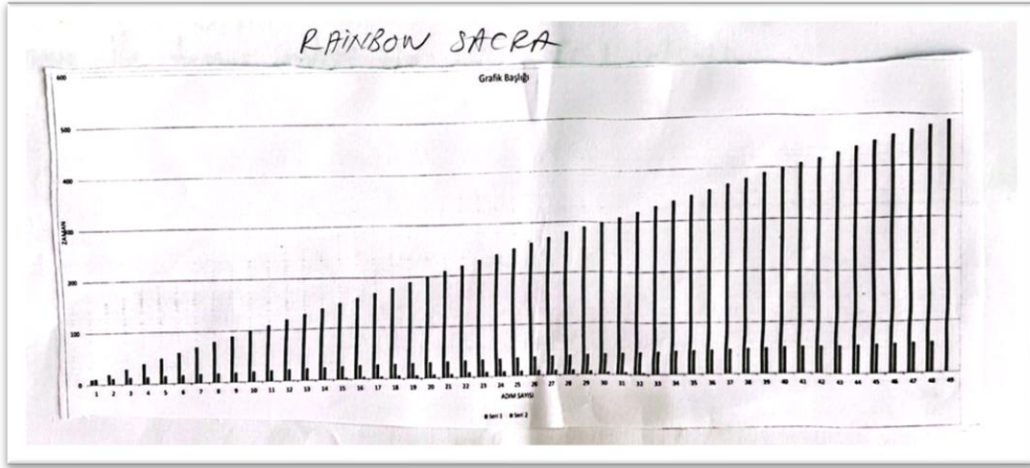
Grupların deneysel çalışmaları tamamlandıktan sonra, elde edilen verileri görsel olarak daha anlaşılır ve yorumlanabilir hâle getirmek, örüntüleri ortaya koymak, farklı veri gruplarını karşılaştırmak ve büyük/kapsamlı veri kümelerini sadeleştirerek sunmak amacıyla grafik oluşturmanın gerekliliği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda öğrencilere, verilerine dayanarak nasıl bir grafik bekledikleri sorulmuştur. Nexus ve Enfa grupları, verilerini incelemiş ancak herhangi bir yordama yapmadan yalnızca çizgisel bir grafik beklediklerini ifade etmişlerdir. Tüm grupların X ve Y eksenine hangi verilerin yerleştirileceği konusunda kararsız kaldıkları gözlemlenmiştir.

Grupların, veriler arasındaki örüntüleri tam olarak fark edemedikleri (VÖB1), verileri yalnızca kısmen sınıflandırabildikleri (VÖB2) ve verilere ait ortak özellikleri sınırlı ölçüde tanımlayabildikleri (VÖB3) görülmüştür. Ayrıca, elde ettikleri verilerden oluşan örüntüleri

genelleme ve veriye dayalı çıkarımlarda bulunma sürecinde (VÖG3) aceleci davrandıkları; ancak verileri daha dikkatli incelediklerinde doğru sonuca ulaşabildikleri tespit edilmiştir.

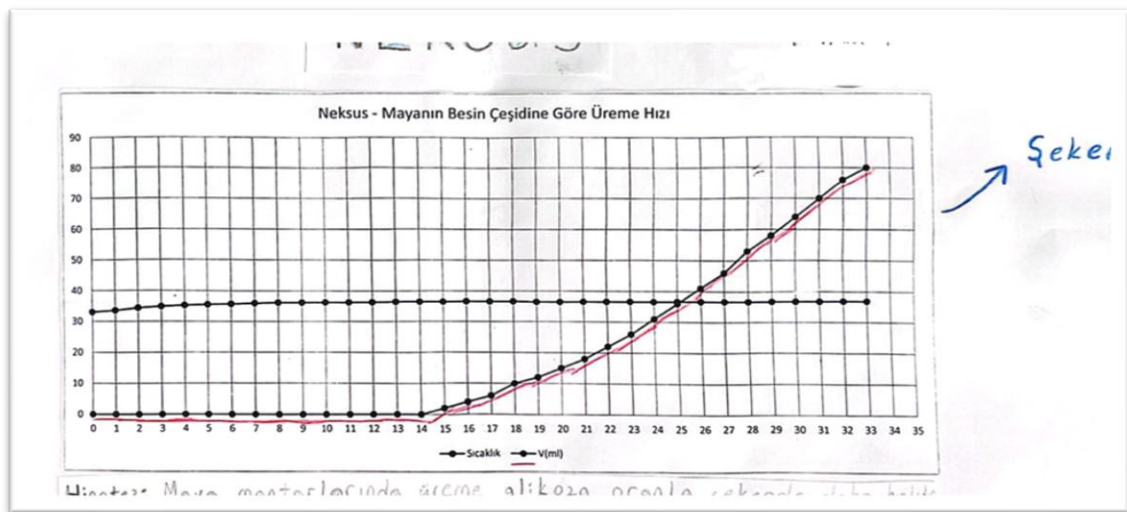
Değerlendirme sonrası gruplardan, verilerini elektronik tablo yazılımı kullanarak işlemeleri ve verilerden grafik oluşturmaları istenmiştir. Bazı gruplar bu süreci daha hızlı bir şekilde tamamlarken, bazı gruplar ve özellikle bazı öğrenciler verileri dijital ortamda görselleştirme süreçlerinde zorluk yaşamıştır. Bu süreçte Rainbow Sacra grubundan bir öğrenci (Kaya), “Grafiği bilgisayarda çizmesek olmaz mı” diyerek durumu ortaya koymuştur. Araştırmacı öğrenciye bu isteğinin nedenini sorduğunda ise Kaya: “*Bilgisayarlarda iş yapmayı sevmiyorum. Bilgisayarın içine giren her şey kayboluyor gibi hissediyorum hocam, kafam çok karışıyor.*” diyerek bilgisayarla iş yapmaktan kaçındığını ifade etmiştir. Araştırmacı, “*Grafik çizmek için başka yöntemler de var, ancak bu yöntemler daha çok zamanınızı alır.*” şeklinde bir açıklama yapmış, öğrenci ise “*Olsun, ben razıyım.*” diyerek milimetrik kâğıt ile çalışmayı tercih etmiştir. Grup arkadaşları, grafiğin elle çizilmesinin süreci uzatacağını ve herhangi bir hata yapıldığında düzeltmenin zor olacağını belirterek itiraz etmiş olsalar da ilgili öğrenci gruptan ayrı olarak grafiği milimetrik kâğıt üzerinde manuel olarak hazırlamayı tercih etmiştir. Araştırmacı, öğrencinin bu süreci doğrudan deneyimlemesine olanak tanımış ve bu yolla bilgisayar destekli uygulamaların zaman yönetimi, hata düzeltme kolaylığı ve genel verimlilik açısından sağladığı avantajları öğrencinin kendisinin keşfetmesini hedeflemiştir. Bu yaklaşım, öğrencinin grafik oluşturma sürecine ilişkin farklı yöntemleri karşılaştırarak daha bilinçli tercihler yapmasına katkı sunmayı amaçlamıştır.

Deneysel çalışmaların ardından gruplar, elde ettikleri verileri inceleyerek bu verileri en uygun şekilde nasıl görselleştirebileceklerine ilişkin karar vermiş; dijital ortamda uygun grafik türünü belirleyerek veri görselleştirme sürecini gerçekleştirmişlerdir. Nexus ve Enfa grupları, grup içi tartışmalar yoluyla verileri analiz ederek grafiklerini oluşturabilmişlerdir. Ancak Rainbow Sacra grubu, grafik türünü belirleme ve verileri grafikte ifade etme sürecinde zorlanmıştır. Bu durum, grupların veri analizi ve verileri grafikte ifade etme konusundaki yetkinlik düzeylerinin farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Şekil 18 ve Şekil 19’da sırasıyla Rainbow Sacra ve Nexus grubunun verilerine ait çizdikleri grafikler yer almaktadır.



Şekil 18. Verilerin grafik ile görselleştirilmesi, Rainbow Sacra Grubu

Şekil 18’de yer alan Rainbow Sacra grubuna ait grafik incelendiğinde, öğrencilerin deneyin temel hedefi olan sıcaklık artışına karşılık gaz hacmindeki değişimi ilişkilendirmek yerine, yalnızca sıcaklık verilerini yansıttıkları ve hacim verisini dışarıda bıraktıkları görülmektedir. Grafikte kullanılan eksen etiketleri, birim bilgileri ve veri başlıkları eksiktir; bu da öğrencilerin grafik oluştururken deneysel veriler arasında anlamlı bir ilişki kurmakta zorlandıklarını göstermektedir. Neredeyse hiç hacim verisi içermemesi, grafik üzerinde deneyin amacına yönelik yorum yapılmasını engellemiştir. Bu durum, öğrencilerin veriyi sadece biçimsel olarak temsil etmeye çalıştıklarını, ancak grafiksel gösterimi anlamlı bir analiz aracı olarak kullanamadıklarını ortaya koymaktadır.



Şekil 19. Verilerin grafik ile görselleştirilmesi, Nexus Grubu

Şekil 19’da yer alan *Nexus* grubunun grafiği ise daha gelişmiş bir yapıya sahiptir. Bu grup, sıcaklık ve gaz hacmi verilerini aynı zaman eksenine göre grafikte ifade ederek bu iki değişken arasındaki ilişkiyi yansıtmaya çalışmıştır. Grafik incelendiğinde, sıcaklığın sabit kalmasına karşın hacim artışının zamanla birlikte yükseldiği görülmektedir. Bu durum, sıcaklık değişkeninin kontrol edildiği ve gaz hacminin besin türüne bağlı olarak arttığı yönünde yorumlanabilir. Bu bağlamda grafik, hipotezin test edilmesine katkı sağlayacak örüntüler sunacak niteliktedir.

4.3.1.5. Çözümleri değerlendir ve geliştirmeye devam et boyutuna ilişkin bulgular

Çözümleri değerlendir ve geliştirmeye devam et boyutu, hata ayıklama, test etme ve genelleme becerilerinin odak noktası olduğu bir süreçtir. Ancak, bu beceriler yalnızca bu aşamaya özgü olmayıp, çözümleri üret, seç ve planla; çözümleri uygula, veri toplama, temsil ve analiz gibi farklı aşamalarda ve bağlamlarda da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle, süreçlerin bir bütün olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri boyutlarından biri olan Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et boyutundaki test etme ve hata ayıklama becerileri, etkinlik boyunca öğrencilerin aktif olarak kullandıkları temel unsurlar arasında yer almıştır. Araştırmacı, öğretim tasarımının uygulanması sırasında bu becerilerin, özellikle fen etkinlikleri bağlamında tüm süreçlerde etkin bir şekilde kullanılmasının gerekliliğini vurgulamıştır. Bu bölümde, etkinlik sürecinde hata ayıklama ve test etme becerilerinin farklı bağlamlardaki kullanımına ilişkin bulgular ele alınmıştır.

Etkinlik sürecinde, öğrenciler deneysel tasarımlarını hazırlamış, kendilerine verilen örnek bir deney düzeneği rehberliğinde düzeneklerini kurmuş ve deneysel süreçleri gerçekleştirmişlerdir. Bu süreçte, proses şeması oluşturmuş, arkadaşlarının hazırladığı proses şemalarını takip ederek süreçleri yürütmüş ve bu şemaları değerlendirerek eksiklikleri tespit etmişlerdir. Ayrıca, veri toplama sürecini gerçekleştirerek elde ettikleri verileri analiz etmek için süreçlerini gözden geçirmişlerdir.

Tüm bu aşamalarda, hata ayıklama ve test etme becerileri etkin bir şekilde işe koşulmuş ve süreç boyunca kritik bir öneme sahip olmuştur. Özellikle deney düzeneğinin kurulması ve veri toplama aşamalarında hata kaynaklarının fark edilmesi ve düzeltilmesi, problemin çözümünün başarıyla gerçekleştirilebilmesi için hayati bir role sahiptir. Bu nedenle, hata

ayıklama ve test etme becerileri, etkinlik boyunca temel bir yapı taşı olarak öne çıkmıştır. Bu boyuta ait beceriler, alt beceriler ve becerilere ait gösterge ve kodları Tablo 19’ da sunulmuştur.

Tablo 19

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Çözümleri Değerlendirme	Test Etme	DDT1	1. Çözüm için hazırladığı adımları ya da kodlamayı test eder.
	Hata Ayıklama	DDH1	2. Çözüm için hazırladığı adımlardaki ya da kodlamadaki hataları fark eder
		DDH2	3. Çözüm için hazırladığı adımlardaki ya da kodlamadaki hataları düzeltir.
	Genelleme Yapma	DDG1	4. Bir çözümü farklı bağlamlardaki problemleri çözmek için uygular.
		DDG2	5. Çözüme yönelik bir takım soyutlama ve genellemelere giderek ilke ve yasalara ulaşır.

Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

Süreç boyunca grupların, Test Etme ve Hata Ayıklama becerisine ait tüm göstergelerde düşük düzeyde performans sergiledikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin bu aşamada, bir an önce sonraki adıma geçme eğiliminde oldukları ve bu nedenle ilgili göstergelere yeterli düzeyde odaklanmadıkları görülmüştür.

- Gruplar deneysel çalışma boyunca plansız ve aceleci davranarak çözüm için hazırladıkları adımları test etmemişlerdir (DDT1).
- Gruplar çözüm için hazırladıkları adamlardaki hataları fark etmekte zorlanmışlardır (DDH1),
- Çözüm için hazırladıkları adımlardaki hataları fark ettikten sonra öğretmen rehberliğiyle düzeltmişlerdir (DDH2).

- Öğrenciler deneyimlerini farklı bağlamlardaki problemleri çözmek için kullanabileceklerini (DDG1) fark etmişlerdir
- Öğrenciler çözüme, sürece ve elde ettikleri sonuca yönelik birtakım genellemelere (DDG2) kısmen gidebilmişlerdir.

Gruplar deney düzeneklerini kurarak deneysel süreçleri gerçekleştirmişler ve bu süreçte proses şemalarına her adımı ayrıntılı bir şekilde yazmaları istenmiştir. Daha sonra gruplar birbirlerinin proses şemalarına göre diğer deneysel süreci gerçekleştirmeleri, bu sırada proses şemasındaki adımları da değerlendirmeleri istenmiştir. Bu süreçte Nexus grubu proses şemasını takip etmekte, çözüm için hazırlanan adımları test etmekte (DDT1) oldukça zorlanmışlardır. Bu süreçte proses şemasındaki hataları da fark edememişlerdir. Enfa ve Rainbow sacra grubu ise proses şemasını kısmen takip etmiş, çözüm için hazırlanan adımları kısmen test edebilmişlerdir (DDT1). Bu konu ile ilgili araştırmacının saha notlarından birkaçı aşağıda sunulmuştur.

“Nexus grubu diğer grup tarafından hazırlanan proses şemasını takip etmekte zorlanıyor. Proses şemasındaki adımları takip ederek deneysel süreci gerçekleştirmesi hataları fark ederek test etmesi gerekirken proses şemasına bakmadan deney düzeneğini kendileri kuruyor.”

“Enfa grubu proses şeması hazırlamakta zorlansa da diğer grubun proses şemasındaki adımları takip edip test etmekte kısmen daha iyiler. Arkadaşlarının hava kaçmaması için j boruyu bantlamaları gerektiğini belirtmediklerini, deneye başlama sıcaklığından bahsetmediklerini, ölçümleri hangi cihazla alacaklarına adımlarda yer vermedikleri gibi birkaç hususu fark edebildiler ve proses şemasına not ettiler”

“Rainbow Sacra grubu hata yapmak konusunda oldukça endişeli görünüyorlar, hataları fark etmekte zorlanıyorlar” (Araştırmacı Saha Notları 16-23 Şubat 2023)

Öğrencilerin ilk deneysel çalışmada kafa karışıklığı yaşadıklarında hem proses şemalarını hem de deney düzeneklerindeki hataları gözden geçirmek yerine çalışmayı bir an önce bitirmek istemişlerdir. Bu nedenle deneysel adımlardaki hatalarını fark edememişlerdir (DDH1) ve deneysel çalışmadaki hataları düzeltemedikleri için sistemleri çalışmamıştır. Bu konu ile ilgili araştırmacı tarafından tutulan saha notu aşağıda sunulmuştur.

“Rainbow Sacra grubu, sistemi kurduktan sonra bileşenlerini kontrol etmeden deneye başladılar. Gaz çıkışıyla birlikte mezürdeki suyun azalması gerekiyordu, fakat mezürde hiçbir hareket olmadığını fark ettikçe öğrencilerin huzursuzlandıklarını ve motivasyonlarını kaybettiklerini görüyorum. Bu durum,

grup içinde konuşmaların azalması, dikkatlerinin dağılması ve yüz ifadelerinin hayal kırıklığını yansıtan bir hale bürünmesiyle iyice belirginleşti. Süreci uzaktan takip etmeye devam ettim sonunda Kaya, arkadaşlarına “Zaten ben bu deneylerin çıktığını hiç görmedim ki.” diyerek hayal kırıklığını ifade dile getirdi. Sonuç alamama nedenlerinin hataları ayıklamamak ve sistemin düzgün çalışıp çalışmadığını test etmemek olduğunun farkında değiller. Bu aşamada müdahale etmek ve öğrencileri hatalarıyla yüzleştirmek, bu süreçte faydalı olacak” (Araştırmacı Saha Notları 16 Şubat 2023, Aralık 202)

Araştırmacı deneysel süreçte beklenen gaz çıkışını gözlemleyemeyen Rainbow Sacra grubuyla hatalarını fark etmeleri ve çözüm geliştirmeleri için rehberli sorgulama gerçekleştirmiştir. Bu süreçte öğrenciler, deneyin başarısızlığının deneyin yapılamaz olmasından değil, kendi hatalarını fark edip düzeltememelerinden kaynaklandığını anlamışlardır. Bu farkındalık, düşen motivasyonlarını yeniden artırmış ve sürece daha istekli katılmalarını sağlamıştır. Araştırmacının bu süreçle ilgili olarak tuttuğu gözlem notlarından bir örnek aşağıda verilmiştir.

“Rehberli sorgulama sonrasında Rainbow sacra grubunda bir hareketlilik başladı. Rehberli sorgulama öncesinde motivasyonu düşen Toprak, sorgulama sonrasında grup arkadaşlarını deneyi tekrar yapmak için motive etmeye çalışıyor, kendisi deney düzeniğinin parçalarını kontrol ediyor. Lale kısmen motive olmuş bir tutum sergilerken, Kaya isteksiz, Yasemin ise nötr bir tavır sergiliyor. Toprak, “Hataları önceden tahmin etmeliydik, görmediğimiz için böyle oldu. Deneyimizi tekrar yapalım.” diyerek arkadaşlarını harekete geçirmeye çalışıyor.” (Araştırmacı Saha Notları, 16 Şubat 2023)

Deneysel süreçler boyunca gruplar, hata kaynaklarını fark etmeleri ve bu kaynakları tespit ederek düzeltmeleri konusunda yönlendirilmiş ve teşvik edilmiştir. Öğrenciler, hata kaynaklarını keşfettikçe, süreçte ne kadar detaylı düşünmeleri ve sürece eleştirel yaklaşımları gerektiğinin farkına varmış ve araştırmacının desteğiyle sistemlerindeki hataları gidermişlerdir.

Öğrencilerin karşılaştıkları hata kaynakları arasında; boruların bağlantı noktalarından hava sızması, mezürü su tankına ters çevirirken suyun bir kısmının boşalması, veri toplama planı yapmadıkları için zaman kaybedip bu sırada kaydetmeleri gereken veriyi kaybetmeleri, soğuk suyu dışarıda bekleterek ısınmasına neden olup yanlış ortam sıcaklığında deneye başlamaları, veri toplama yöntemlerini net bir şekilde belirlemedikleri için güvenilir olmayan veri toplamaları ve deneyin başlangıç sıcaklığını planlamadıkları için hipotezlerini

doğru şekilde test edememeleri gibi çeşitli örnekler bulunmaktadır. Bu tür hatalar nedeniyle öğrenciler, deneylerini birkaç kez tekrarlamak zorunda kalmış ve bu süreç, hem hata ayıklama, test etme farkındalığı hem de deneysel süreçlerin doğru şekilde yürütülmesi açısından öğrenme fırsatı sağlamıştır.

Deneysel çalışmaların ilk aşamasında yaşanan sorunlar nedeniyle süreci tamamlayamayan grupların, deneylerin çaprazlandığı ikinci uygulama sürecinde hata ayıklama konusunda çok daha dikkatli ve sistemli davrandıkları gözlemlenmiştir. Bu deneyim, öğrencilerin hata kaynaklarını önceden öngörmenin, süreci planlamanın ve gerektiğinde hata ayıklayarak çözüm üretmenin önemini fark etmelerini sağlamıştır. Etkinlik süresince farklı aşamalarda öğrenciler tarafından dile getirilen bu farkındalığa ilişkin bazı örnek geri bildirimler aşağıda sunulmuştur:

Enfa grubundan Tuna, *'Bir şeyi baştan çok dikkatli yapmamız gerekiyor, sonradan telafisi zor oluyor. Hata kaynaklarını baştan görmeliymişim hocam'* diyerek deneylerde dikkatli olmanın ve potansiyel hata kaynaklarını önceden tespit etmenin önemini vurgulamıştır. Lale, *"Hata ayıklamayı bilişim derslerinde duymuştum ve orada bana daha kolay geliyordu, çünkü sorunlar daha belirgindi. Ancak fen dersinde hata kaynakları daha karmaşık olduğu için daha dikkatli olmam ve hataları fark etmeye daha fazla önem vermem gerektiğini anladım. Bu süreçte, hataları görüp düzeltmenin ne kadar önemli olduğunu fark ettim."* diyerek, fen bilimleri derslerindeki hata ayıklama sürecinin bilişim derslerine göre daha karmaşık ve çok boyutlu olduğunu ifade etmiştir. Lale'nin bu farkındalığı, fen bilimlerinde hata ayıklamanın zorluklarını ve bu beceriyi geliştirme ihtiyacını anlamasına katkı sağlamıştır.

Benzer şekilde, Enfa grubundan Doruk veri toplarken bazı ölçümleri kaçırdıklarını fark ettiğinde, *"Keşke baştan daha planlı olsaydık da veri kaybetmeseydik"* diyerek sürecin başında yapılan hataların deneyin sonucunu nasıl etkilediğini ifade etmiştir. Nexus Grubu'ndan Dağhan, deney sonucu alınamayınca düzeneğin parçalarını test ederken bir parçayı yanlış yerleştirdiğini fark etmiş ve *"Bir dahaki sefere her parçayı nasıl taktığımı iki kez kontrol edeceğim"* diyerek adım adım kontrol yoluyla hata ayıklamanın önemini kavramıştır.

Öğrencilerin paylaştığı bu deneyimler, hata kaynaklarını öngörmenin, sürece hazırlıklı başlamanın ve hataları zamanında ayıklamanın bilimsel araştırma süreçlerindeki kritik önemine dair güçlü bir farkındalık geliştirdiklerini ortaya koymaktadır. Öğrenciler, dikkatli

planlamanın, hata ayıklama sürecinin ve olası hata kaynaklarını önceden tahmin etmenin, başarılı ve sürdürülebilir bir bilimsel çalışmanın vazgeçilmez unsurları olduğunu doğrudan deneyimleyerek öğrenmişlerdir.

Öğrenciler, mayalanma hızını sıcaklık ve besin türüne göre inceleme sürecinde, bu faktörlerin yalnızca maya değil, diğer mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini de tartışmaya başlamışlardır. Örneğin, Enfa Grubu, “*Başka mikroorganizmalar da sıcaklığa göre farklı hızlarda üreyebilir mi?*” sorusunu ortaya atarak, çözümü farklı biyolojik bağlamlara uyarlamayı düşünmüştür. Bu bulgular, öğrencilerin bilimsel yöntemleri mevcut problemle sınırlı kalmadan, diğer benzer biyolojik süreçlere de uygulayabilecekleri bir düşünme biçimini (DDG1) geliştirdiklerini göstermektedir. Bu sorudan yola çıkarak, öğrenciler sistemlerin belirli bir denge içerisinde çalıştığını ve küçük etkilerin daha büyük sonuçlara yol açabileceğini fark etmişlerdir. Süreç boyunca kendilerine yöneltilen sorular aracılığıyla bu ve benzeri ilkelere (DD2) ulaşabilmişlerdir.

Özetle, öğrencilerin çözümleri değerlendirme süreçlerinde test etme ve hata ayıklama becerilerinde belirgin şekilde zorlandıkları; bu nedenle süreçleri tekrar tekrar deneyimlemek durumunda kaldıkları ve rehberliğe ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir. Buna karşın, genelleme yapma becerilerinde sergiledikleri performansın, diğer alt becerilere kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

4.3.1.6. Öz Denetim boyutuna ilişkin bulgular

Özdenetim boyutu, kuramsal çerçevenin merkezinde yer almakta ve tüm süreç boyunca her aşamada işe koşulması gereken temel becerileri içermektedir. Öğrencilerin karmaşık problemleri çözebilmesi için ısrarcı olma, deneme-yanılma yöntemlerini kullanma, belirsizlikle başa çıkabilme ve kendi potansiyellerini doğru bir şekilde değerlendirme becerileri kritik öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin birinci modül boyunca gerçekleştirilen etkinliklerde özdenetim boyutunda göstermiş oldukları performanslar temel olarak Tablo 20’de verilen göstergelere göre değerlendirilmiştir. Bu boyut ilgili olduğu düşünülen gözlem notları, etkinlikler esnasında alınan kayıtların çözümlenmesinden elde edilen veriler ve ders içerisinde ve etkinlik sonunda gerçekleşen diyaloglardan örnekler

aşağıda sunulmuştur. Bu süreçte elde edilen verilere sürecin farklı aşamalarında elde edildiğinden veri örnekleri farklı becerileri de kapsamaktadır.

Tablo 20

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Öz Denetim Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Boyut	Öz Denetim		
Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Motivasyonu Yönetme	Israrcı Olma	ÖMI1	1. Karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşmak için ısrar eder.
	Deneme Yanılma	ÖMD1	2. Karmaşık bir problemle karşılaştığında çözüme ulaşana kadar farklı yolları denemeye devam eder.
	Belirsizlikle Baş etme	ÖMB1	3. Bir problemi çözerken farklı yollar ve yaklaşımlar bulmak için istek duyar.
Bilişsel Farkındalık	Kendini	ÖBK1	4. Bir problemle karşılaştığında çözüm üretip üretemeyeceğine ilişkin doğru karar verir
	Değerlendirme	ÖBK2	5. Bir problemin çözümüne ilişkin olarak neyi bilip neyi bilmediğinin farkındadır.

Veri toplama, temsil ve analiz boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Öğrenciler, karmaşık problemlerle karşılaştıklarında çözüme ulaşmak için ısrarcı davranmamış; sıklıkla pes etme eğiliminde olmuşlardır (ÖMI1).
- Karmaşık bir problemle karşılaştıklarında, çözüme ulaşana kadar farklı yolları denemeye devam etme konusunda zorlandıkları gözlemlenmiştir (ÖMD1).
- Bir problemi çözerken, başlangıçta farklı yollar ve yaklaşımlar üretme konusunda kısmi bir istek geliştirdikleri görülmüştür (ÖMB1).
- Bir problemle karşılaştıklarında, çözüm üretip üretemeyeceklerine ilişkin karar verme sürecinde güçlük yaşadıkları belirlenmiştir (ÖBK1).
- Problemin çözümüne yönelik olarak neyi bilip neyi bilmedikleri konusunda yeterli bilişsel farkındalığa sahip olmadıkları gözlemlenmiştir (ÖBK2)

Öğrencilere verilen problem başlangıçta oldukça karmaşık gelmiş ve zorlandıkları noktalarda, özellikle Rainbow Sacra ve ENFA grubu, pes etme eğilimleri göstermiştir. Gruplar, deney düzeneğini kurmalarına rağmen gaz çıkışını görebileceklerine dair inançlarının olmadığını ifade eden cümleler kurmuşlardır. ENFA grubu, deney düzeneğini kurduktan sonra veri almaya başlamış, ancak süre geçmesine rağmen herhangi bir gaz çıkışı gözlemleyemeyince motivasyonları düşmüş ve hayal kırıklığına uğramışlardır. Bu sırada öğrencilerle araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibi olmuştur.

“Doruk (Enfa): Hocam bizim deneyimiz olmadı.

Fırat: Of zaten olmayacağı belliydi, sistem çok karmaşık.

Tuna (Enfa): Maya kabarmış görünüyor, neden üremedi anlamıyorum. Maya bozuk muydu acaba?

Araştırmacı: Mayanın üremediği sonucuna nasıl vardınız?

Öğrenciler (birkaç öğrenci): Siz gaz çıkacak dediniz ama çıkmadı (Araştırmacı demiş oldu, çıkarımlarını sahiplenmediler ☺)

Yasemin (Rainbow Sacra): Gaz çıksa bile mezürdeki suyu nasıl boşaltacak, gücü yeter mi ki ona?

Araştırmacı: Mayanın bozuk olduğundan, üremediğinden veya gaz çıksa bile suyun boşalmayacağından bahsettiniz. Peki, bu süreçte kontrol etmediğiniz veya gözden kaçırmış olabileceğiniz başka bir şey olabilir mi?:)

Kaya (Rainbow Sacra): Hocam, bunu önceden de yaşadım. Ne zaman deney yapsak, sonuç alamıyoruz. Televizyonda her şey çok güzel görünüyor ama okulda yaptığımızda olmuyor.

Öğrenciler: ...

Araştırmacı: Kaya, bu duygularını anlıyorum; bazen deneylerin sonuçları beklediğimiz gibi olmayabilir ve bu durum hayal kırıklığı yaratabilir. Ancak, bilimde her zaman doğru sonucu ilk denemede almak gerekmez. Televizyonda gördüğümüz deneyler, birçok deneme ve düzeltme sürecinden sonra elde edilen sonuçları gösterir. Bizim yaptığımız gibi, süreç boyunca hataları fark etmek, düzeltmek ve tekrar denemek, bilimsel düşüncenin en önemli parçasıdır. Şimdi bu deneyde gözden kaçırmış olabileceğimiz bir şey var mı diye birlikte bakalım. Eğer bir hata bulursak, bu bizim öğrenmemizi sağlar. Sizce şu ana kadar fark etmediğiniz bir şey olabilir mi?”

Araştırmacının hata kaynaklarını analiz etmeye yönelik yönlendirmesi sonucunda gruplar, sistematik bir şekilde arıza kaynaklarını incelemiş ve J borusunun hava sızdırdığını, bir hortumun yerinden çıktığını tespit etmişlerdir. Bu hata kaynaklarının belirlenmesi,

öğrencilerin deneyi yeniden yapma motivasyonlarını artırmıştır. Nexus grubu, ilk başarısız denemenin ardından pes etmeyip hızlıca düzeneği yeniden kurarak süreci sürdürmüştür.

Ancak, Enfa ve Rainbow Sacra gruplarının genel olarak başlangıçta karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşamadıkları durumlarda pes etme eğilimi gösterdikleri (ÖMI1), karmaşık problemleri çözmek için farklı yollar denemeye istekli olmadıkları (ÖMD1), karşılaştıkları problemleri çözme konusunda başarısız olacaklarına dair bir algı geliştirdikleri (ÖBK1), ayrıca bir problemin çözümüne ilişkin olarak neyi bilip bilmediklerini fark edemedikleri (ÖBK2) gözlemlenmiştir. Nexus grubu ise kısa süreli bir hayal kırıklığı yaşamış olsa da birbirlerini motive ederek hızlıca işe koyulmuş, problemi çözmeye yönelik daha kararlı bir tutum sergilemiştir. Nexus grubunun motivasyonu yönetebilme ve bilişsel farkındalığı, diğer gruplara kıyasla daha yüksek seviyede gözlemlenmiştir.

Çalışmanın son bölümünde, gruplar birbirlerinin proses şemalarını kullanarak deneyleri gerçekleştirmiş ve bu süreçte karşılaştıkları zorlukları aşmak için önemli deneyimler kazanmışlardır. Başlangıçta zorlandıkları hataları fark edip düzelttiklerinde, deneyi başarıyla tamamlamış ve beklenen sonuçları elde etmişlerdir. Bu, öğrencilerin motivasyonlarını artıran önemli bir etken olmuştur. Özellikle Rainbow Sacra grubundan Kaya ve Nexus grubundan Poyraz'ın paylaştıkları ifadeler, hataları giderme ve doğru sonuca ulaşmanın motivasyonlarını nasıl olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Aşağıdaki diyalog, bu sürecin öğrenciler üzerindeki etkisini somut bir şekilde yansıtmaktadır.

Rainbow Sacra grubu deneysel süreci gerçekleştirirken, duygularını paylaşmaya oldukça istekli ve açık olan Kaya araştırmacıya yönelerek aşağıdaki diyalogu başlatmıştır.

“Kaya: Hocam, artık veri toplamayı beklemek çok eğlenceli.

Araştırmacı: Keyif aldığını görebiliyorum, Kaya. İlk derslerde böyle hissetmiyordun sanırım, değil mi?

Kaya: Hocam, benim ilk derslerde çok moraim bozuluyordu eve dönerken.

Araştırmacı: Neden moralin bozuluyordu?

Kaya: Sorunlara çözüm bulamayınca umutsuzluğa kapılıyordum. Diğer etkinlikte de çözemeyeceğim problemi diye canım sıkılıyordu.

Araştırmacı: Derse gelmek mi istemiyordun yoksa?;

Kaya: Hayır öğretmenim, derse gelmek istiyordum da endişeleniyordum işte. Yine hata mı yapacağız diye düşünüyordum.

Araştırmacı: Ama bir şey değişmiş, değil mi? Şu an ne düşünüyorsun peki?

Kaya: İlk başta sürekli sorun çıkıyordu, karmaşık şeyleri yapamayacağız diye umutsuzluğa kapılıyordum. Şimdi ise bu konuda daha iyi oldum.

Araştırmacı: Gerçekten çok büyük bir ilerleme göstermişsin, Kaya. Bu hem çabanın hem de ısrarcı olmanın sonucu. Peki, ne değişti?

Kaya: Yapa yapa, deneye deneye sorunları, hataları bulduk. Pes edecekken bizi uyardınız. Bulduğumuz sorunları düzelttikçe de işler düzelmeye başladı. Bir de ben zaten öyleyim. Bir kere yapamayınca bir daha işe koyulmam. Ama öyle olmuyormuş işte.

Araştırmacı: Bir şeyleri ilk denemede başaramamak aslında çok normal, özellikle bilimde. Hata yaptıkça ve hataları düzelttikçe bir şeyler öğreniyoruz, değil mi?

Kaya: Evet, pes etmezsem sonucu güzel oluyor. Pes etmemeyi, ısrarcı olmayı öğrendim. İşte, bir hava kabarcığı daha geliyor ve bunu görmek çok heyecanlı... ☺

O sırada Nexus grubundan bir öğrenci Poyraz:

“Hocam, sonucun çıktığını görmek gerçekten çok güzel. Daha önce sonuçları beklerken hep hata yapacağımı ve doğru sonuca ulaşamayacağımı düşünüyordum. Deney yaparken zorlandığımda, kesin her şey yanlış olacak diye endişeleniyordum. Ama şimdi sonuca ulaşabileceğimi ve başarabileceğimi öğrendim. Gayret etmenin ve pes etmemenin ne kadar önemli olduğunu fark ettim. Vay be, sonuca ulaştık arkadaşlar, değil mi? Her şey çok karmaşıktı ama başardık hocam!”

Özetle etkinliğin başlangıcında, öğrencilerin çoğunun karmaşık problemlerle uğraşırken pes etme eğilimi gösterdikleri gözlemlenmiştir. Karmaşık problemler karşısında farklı yollar denemeye devam etmekte zorlanmış ve araştırmacının rehberliği ile motivasyona ihtiyaç duymuşlardır. Problemi çözerken farklı yollar ve yaklaşımlar denemek için rehberliğe gereksinim duydukları ve bu süreçte BİD çerçevesi özdenetim boyutunda yer alan ısrarcı olma, deneme-yanılma ve belirsizlikle baş etme gibi motivasyonu yönetme becerilerinin sınırlı olduğu görülmüştür. Öğrencilerin başlangıç etkinliklerinde araştırmacıdan net talimatlar almayı tercih ettikleri ve bu talimatlara göre deneysel prosedürleri gerçekleştirmeye yöneldikleri dikkat çekmiştir. Süreci bağımsız bir şekilde tamamlama ve başarıya ulaşma inançları ise yine başlangıçta düşük düzeydedir.

Etkinliğin ilerleyen aşamalarında, hata kaynaklarını ayıklamaları ve bu sürecin sonuçlarını gözlemlmeleriyle birlikte motivasyonu yönetme becerilerinde belirgin bir artış

görülmüştür. Ancak, öğrencilerin kendini değerlendirme ve bilişsel farkındalık becerilerinin beklenenden düşük olduğu; problemlere çözüm üretemeyeceklerini düşündükleri ve problemin çözümüne ilişkin yetkinliklerinin farkında olmadıkları anlaşılmaktadır.

4.3.2. Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri (2. Modül) etkinliğinin bilgi işlemsel düşünme becerileri bağlamında değerlendirilmesi

Bu etkinlik sürdürülebilirlik, iklim değişikliği, enerji verimliliği modüllerini içermektedir. Etkinliğin ilk bölümünde iklim değişikliği, iklim değişikliğinin sebepleri ve sürdürülebilirlik konularına yer verilmiştir. Daha sonra enerji verimliliğine ve sürdürülebilir kaynaklara yönelik olarak gerçek bir yaşam problemi verilmiş; öğrencilerin verilen gerçek yaşam problemini BİDB'yi işe koşarak çözmeleri istenmiştir. Süreç boyunca karmaşık problemlerin çözümünde BİDB'yi geliştirmeye yönelik bir eylem gerçekleştirilmiştir.

Problemi çözme süreçlerinde araştırmanın problemini tespit etmeleri, problemin değişkenlerini belirlemeleri, problemin çözümüne yönelik hipotez oluşturabilmeleri, belirledikleri hipotezler doğrultusunda çözüm için önerecekleri malzemeyi test etmeye yönelik deney tasarımları, elde ettikleri verilerden dijital tablo ve grafikler oluşturmaları, verileri toplarken ve analiz ederken dijital araçları aktif kullanmaları beklenmektedir. Bu süreçler sonucunda problemin çözümüne yönelik olarak uygun malzemeyi önermeleri beklenmektedir.

4.3.2.1. Problemi tanımlama boyutuna ilişkin bulgular

İkinci modülde de ilk modülde olduğu gibi öğrencilere genel bir problem içeren senaryo verilerek öğrencilerin iklim değişikliği, enerji verimliliği, sürdürülebilirlik konularına dikkatlerinin çekilmesi planlanmıştır. Bu etkinlikte senaryo iklim değişikliği ve etkilerini sorgulayacakları bir senaryo ile başlayıp genel bir problemi analiz edip ilerleyen bölümlerde öğrencilerin genel problemin belirli bir kısmına odaklanmalarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır ve bu kısım aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Etkinlik, bilime meraklı ve köyüne birçok yenilik kazandırmış bir muhtarın hikayesiyle başlamıştır. Tarımla geçinen köyüne ürün saklama depoları yapılmasına öncülük eden

muhtar, popüler bir bilim dergisinde iklim değişikliği ve gelecekteki etkileri üzerine bir makale okumuştur. Öğrencilerden, geçmiş bilgilerine dayalı olarak makalede yer alabilecek içerikleri tahmin etmeleri; geçmiş bilgilerine dayanarak iklim değişikliği, olası nedenleri ve sonuçları üzerine çıkarımlarda bulunmaları beklenmiştir.

Senaryonun giriş bölümünde, iklim değişikliği nedeniyle bölgede mevsim normallerinin üzerinde sıcaklıklar yaşanacağı, özellikle yaz mevsiminin olağandışı sıcak geçeceği belirtilmiştir. Bu durumun, enerji talebinde ani bir artışa yol açacağı ve bölgede enerji sıkıntısı yaşanması riskini doğuracağı vurgulanmıştır. Ayrıca gıda depolarında saklanan ürünlerin sıcaklık artışı nedeniyle bozulma riski taşıdığı, bu nedenle enerji ve soğutma sistemlerine olan ihtiyacın artacağı ifade edilmiştir. Öğrencilerden bu temel sorunlardan yola çıkarak, sıcaklık artışının neden olduğu olası sorunları derinlemesine analiz etmeleri ve bu sorunların üstesinden gelmek için hangi çözümlerin geliştirilebileceğini tahmin etmeleri istenmiştir.

Senaryonun ilerleyen bölümlerinde, enerji krizinin yol açtığı zorluklar detaylandırılmış ve ani enerji kesintilerinin gıda depolarında yaratabileceği sorunların önlenmesi üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda öğrencilerden, enerji tasarrufu sağlamak amacıyla depolarda yalıtım için kullanılabilecek, sürdürülebilir ve köylülerin kolayca ulaşabileceği malzemeleri tespit etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin senaryoda yer alan genel problemten spesifik bir alt probleme odaklanmalarını sağlamak için gerekli yönlendirmeler yapılmıştır.

Son olarak, zaman sınırlaması dikkate alınarak, senaryoda öğrencilerin çözüme yönelik fikirler geliştirmelerine yardımcı olacak hedefe yönlendirici bilgiler sunulmuştur. Bu yapılandırma sayesinde öğrencilerin doğrudan uygulamaya geçmeleri ve senaryoda verilen verilere dayanarak çözüm önerileri geliştirmeleri hedeflenmiştir.

Problemi tanımlama sürecinde öğrencilerden beklenen problemi soyutlamak amacıyla, problemi basit ve anlaşılır şekilde tanımlamaları, problem için gerekli bilgiye odaklanmaları, problemi tanımlamaları ve problemi yönetilebilir parçalara ayıştırmalarıdır.

Araştırmacının saha notları, öğrencilerin etkinlik formlarındaki ilgili bölümleri ve ders kayıtlarının çözümlemeleri değerlendirilmiştir. Betimsel analizde, gözlem formunda yer alan boyut, beceriler ve alt beceriler dikkate alınmış; BİD'in problemin tanımlanması boyutuna ait beceriler ve göstergeler Tablo 21'de sunulmuştur.

Tablo 21.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Problemi Tanımlama Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Soyutlama	Basitleştirme	PSB1	1. Problemi basit ve anlaşılır bir biçime indirgeyerek açıklar
	Odaklanma	PSO2	2. Problemin çözümü için gerekli olan bilgiye odaklanır.
	Tanımlama	PST1	3. Problemin ne olduğunu tanımlar.
		PST2	4. Sorunla ilgili olan ve olmayan değişkenleri ayırt edebilir.
		PST3	5. Problemle ilgili gereksiz ayrıntıları göz ardı eder.
		PST4	6. Daha önce benzer problemlerin nasıl çözüldüğünü dikkate alır.
		PST5	7. Karmaşık sistemleri anlamak veya problem çözmeyi kolaylaştırmak için açıklayıcı modeller geliştirir.
Ayrıştırma	Problemi Parçalara Bölme	PAP1	8. Problemleri daha küçük ve yönetilebilir alt problemlere ayırır.
	Alt Problemleri Belirleme	PAA1	9. Üzerinde çalışacağı alt problemi belirler.
		PAA2	10. Üzerinde çalışacağı bağımsız ve bağımlı değişkenleri belirler.

Problemin tanımlanması aşaması ile ilgili eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur:

- Öğrenciler, problemi oldukça iyi düzeyde ve derinlemesine analiz etmişlerdir.
- Öğrenciler, problem cümlesini temel düzeyde bir sorgulama ile rahatlıkla yazabilmişlerdir (PSO1).
- Öğrenciler, problemin çözümü için gerekli bilgiye temel düzeyde bir sorgulama ile kolaylıkla odaklanabilmişlerdir (PSO2).
- Öğrenciler, problemi basit ve anlaşılır bir biçimde ifade etmekte kısmen zorlanmışlardır (PSO2).
- Öğrenciler, problemi temel düzeyde bir sorgulama ile tanımlayabilmişlerdir (PS4).
- Öğrenciler, problemi açıklayıcı modeller ve hipotezler geliştirerek ifade edebilmişlerdir (PST5).

- Öğrenciler, hipotez cümlesi kurabilmişlerdir.
- Öğrenciler, problemleri daha küçük ve yönetilebilir parçalara kolaylıkla bölebilmişlerdir (PAP1).
- Öğrenciler, üzerinde çalışacakları bağımlı ve bağımsız değişkenleri kolaylıkla belirleyebilmişlerdir (PAP2).

Araştırmacıyı söz konusu durumların tespitine ve bunların çözümü için aldığı aksiyonlara götüren süreç akışta adım adım açıklanmıştır:

Sürecin başında, tüm gruplarla birlikte gerçekleştirilen beyin fırtınası oturumunda, öğrencilerin problemi birinci etkinliğe kıyasla çok daha derinlemesine analiz ettikleri ve değerlendirmelerini daha detaylı ve kapsamlı bir şekilde geliştirdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin problemle ilgili yaptığı derinlemesine değerlendirmelere şu ifadeler örnek olarak verilebilir: *“Aşırı enerji talebi nedeniyle üretim ile tüketim dengesi olmazsa elektrik kesintileri olur, bu kesinti anında başka bir enerji kaynağı devreye girmeli, özellikle hassas gıdalar sıcakta çabuk bozulur, sıcaklık artınca nem de artabilir bu da gıdaların bozulmasına neden olabilir. Ani elektrik kesintisi olursa cihazlar bozulabilir, tamir etmek zaman alır, alternatif enerji kaynakları kullanılmalı.”* Bununla birlikte, problemle ilgili daha yüzeysel değerlendirmelerde bulunan öğrenciler de olmuştur. Bu tür değerlendirmelere şu ifadeler örnek verilebilir: *“Elektrik kesilince yiyecek depoları ısınır ve gıdalar bozulur, insanlar aç kalır, hava daha sıcak olunca daha çok enerji harcanır.”*

Beyin fırtınası ve rehberli sorgulama süreçlerinde, gıda depolarında meydana gelebilecek problemler ve olası çözümler tartışıldıktan sonra, senaryonun son kısmı okunmuş ve problem, anlık enerji kesintilerine karşı tedbir alınması ve enerji tasarrufu sağlanması amacıyla depolarda yalıtım için sürdürülebilir ve ulaşılabilir malzemelerin belirlenmesine odaklanmıştır. Öğrencilerden, köyde yaşanan bu probleme yönelik çözüm üretmek amacıyla bir araştırma yapmaları ve uygun malzemeleri belirlemeleri istenmiştir. Bu süreçte, gruplara etkinlik formları dağıtılmış ve araştırma süreçlerini bu formlara kaydetmeleri talep edilmiştir.

Gruplardan, öncelikle araştırmalarına temel oluşturacak araştırma problemlerini belirlemeleri ve ardından bu problemi, kendilerine verilen etkinlik formlarında basit ve anlaşılır bir problem cümlesi olarak ifade etmeleri istenmiştir. Problem belirleme süreci boyunca araştırmacı, sınıf içerisinde gruplar arasında dolaşarak süreci gözlemlemiştir. Bu etkinlikte, öğrencilerin bir önceki etkinliğe kıyasla grup içi tartışmalara daha aktif

katıldıkları gözlemlenmiştir. Ancak, öğrencilerin başlangıçta problemi açık ve sade bir şekilde ifade etmekte zorlandıkları (PSB1) ve problemin çözümü için gerekli olan bilgiye odaklanmakta güçlük çektikleri (PSO1) belirlenmiştir. Ayrıca, problemi tanımlama sürecinde (PST1) zorluk yaşayan öğrencilerin, araştırmacı tarafından sunulan düşünmeye yönlendirici ipuçları aracılığıyla süreci daha başarılı bir şekilde yönetebildikleri gözlemlenmiştir. Enfa ve Rainbow Sacra grupları, araştırma problem cümlelerini kısa sürede oluşturabilmiş; buna karşın Nexus grubu başlangıçta güçlük yaşamış, ancak sürecin sonunda problem cümlesini başarıyla ifade edebilmiştir. Bu sürece ilişkin olarak araştırmacı tarafından tutulan saha notu aşağıda sunulmuştur.

“Gruplar başlangıçta yine genel, büyük probleme odaklandılar. Problem cümlelerini küresel iklim değişikliği, enerji krizi üzerinden, onları çözmeye yönelik kurmaya çalıştılar. Müdahale sonrası Enfa ve Rainbow Sacra araştırma problemine ulaştı; fakat Nexus ise hala biraz zorlanıyor” (Araştırmacı Saha Notları, 8 Mart 2023)

Şekil 20, Şekil 21 ve Şekil 22’de grupların etkinlik formunun ilgili bölümüne müdahale öncesi ve sonrası verdikleri cevaplar görülmektedir. Kırmızı kalemle yazılı kısımlar grupların müdahale sonrası verdiği cevapları ifade etmektedir.

Problemi Tanımla	Yalıtım için işeyarabilecek malzemelerin bazılarının uygun bazılarının uygun olmaması ve tespit edilmesi. Enerji tasarrufu için bina ısı yalıtımında kullanılabilecek malzemeler nelerdir?
------------------	--

Şekil 20. Problemi Tanımla (2. Etkinlik), Enfa Grubu

Problemi Tanımla	iklim değişikliğinin olumsuz yönlerinde azaltmak amacıyla yapılan enerji tasarrufunda kullanılmas ı gereken malzemeler. Enerji Tasarrufunda kullanılabilcek yalıtım malzemeleri nelerdir.
------------------	--

Şekil 21. Problemi Tanımla (2. Etkinlik), NexusGrubu

2. Etkinlik: İZOLASYON Gruptaki öğrencilerinin isimleri:	
Problemi Tanımla	Enerji tasarrufu sağlanması için depoda hangi yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır?

Şekil 22. Problemi Tanımla (2. Etkinlik), Rainbow Sacra Grubu

Gruplar, araştırmanın problem cümlesini doğru bir şekilde belirledikten sonra, öğrencilerden bu problemle ilgili sıranabilir önerilerde bulunarak hipotezlerini belirlemeleri ve etkinlik formunun ilgili bölümüne yazmaları istenmiştir. Bu süreç çözümleri üret seç planlama aşamasıyla iç içe gerçekleşmiştir. Hipotezin problemin çözümüne odaklanacak şekilde yapılandırılabilmesi amacıyla, öncelikle yalıtım malzemeleri belirlenmiş, ardından hipotez oluşturma sürecine geçilmiştir. Malzeme seçimine ilişkin bahsi geçen bu süreç, ilgili bölümde ayrıntılı olarak açıklanacaktır. Hipotez belirleme sürecinde öğrencilerin etkili bir grup tartışması gerçekleştirdikleri ve tartışmalar sonucunda mantıklı çıkarımlarda bulundukları gözlemlenmiştir. Rainbow Sacra grubunda araştırma probleminin hipotezi ile

ilgili gerçekleşen tartışmaya yönelik araştırmacı tarafından tutulan saha notu aşağıda sunulmuştur.

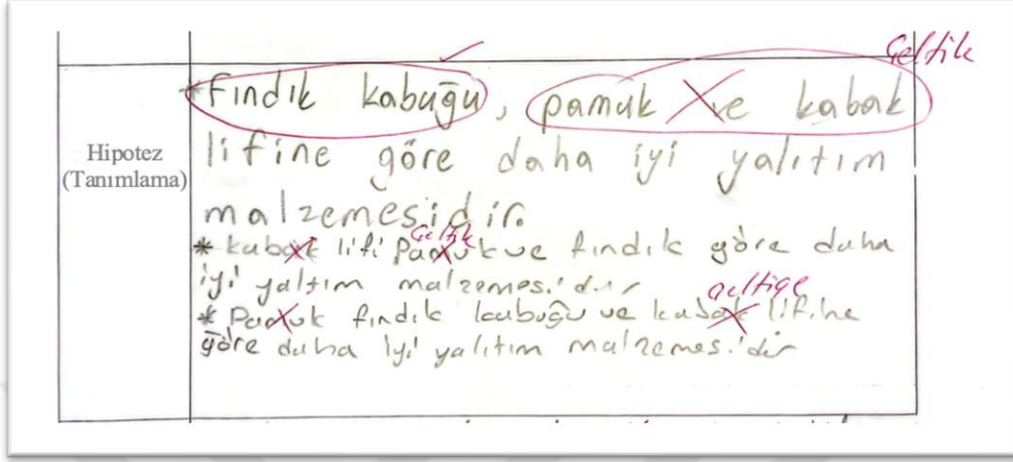
“Rainbow Sacra grubundan Toprak, bu etkinlikte önceki süreçlere kıyasla oldukça aktif bir rol üstleniyor. Araştırmacının grup içi katılımı teşvik etmeye yönelik verdiği geri bildirimlerin etkili olduğu açıkça gözlemleniyor. Daha önce fikirleri konusunda özgüvensiz ve düşüncelerinin arkasında durmayan bir tutum sergileyen Toprak, bu kez grupta lider pozisyonundaki arkadaşının kurduğu hipoteze eleştirel bir yaklaşımla, “İyi bir yalıtım yapar ne demek? Bir şeyle karşılaştırmamız, bir şeyle ölçmemiz gerekiyor. Neye göre iyi? Bence karşılaştırma yapmamız gerekiyor ya da yalıtım yapar yapmaz şeklinde düzeltmemiz lazım” diyerek itirazda bulundu ve bu itirazında ısrarcı davrandı. Bu durum, Toprak’ın sadece özgüvenini kazandığını değil, aynı zamanda eleştirel düşünme becerilerini de etkin bir şekilde kullanmaya başladığını gösteriyor. Toprak’ın kararlılığı, grup üyelerini hipotezi yeniden tartışmaya yöneltti. Grup üyeleri şu anda bunu tartışıyor.” (Saha Notları, 15 Mart 2024)

Tartışma sonucunda Rainbow grubu “Strafor köpük iyi bir yalıtım malzemesidir.” şeklinde ifade ettikleri hipotezi “Strafor köpük ısı yalıtımı yapar.” şeklinde değiştirmişlerdir. Gruplar başlangıçta hipotezlerinde birden fazla bağımsız değişkene yer vermişler; daha sonra fark edip düzeltmişlerdir. Hipotez cümleleri analiz edildiğinde tüm grupların problemi daha küçük yönetilebilir alt problemlere ayırabildikleri (PAP1), karmaşık sistemleri anlamak, problem çözmeyi kolaylaştırmak için hipotezleri aracılığıyla Nexus ve Rainbow Sacra grubunun kısmen, Enfa grubunun ise iyi derecede açıklayıcı modeller geliştirdikleri (PST5) görülmüştür. Dolayısıyla problemi tanımlamada önemli bir bileşen olan soyutlama ve ayırıştırma becerilerinin ilk etkinliğe göre geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Hipotez (Tanımlama)	1- Bina ısı yalıtımında toprak kullanırsak hen enerjiden tasarruf etmiş honda iyi yalıtım yapmış oluruz.
	2- Bina ısı yalıtımında misir koçanları iç katmanda kullanırsak daha az ısı geçirir.
	3- Bina ısı yalıtımında sili kon kullanırsak daha az ısı ya daha az ısı geçirir.
	4- Bu 3 malzemeyi art arda kullanırsak daha iyi bina yalıtımı yapmış oluruz.

Şekil 23. Hipotez cümlesi örneği-1, Enfa grubu

Grupların ifadelerinde hatalar olmakla birlikte hipotez cümleleri bir önceki etkinlikte kurdukları hipotez cümlelerine göre oldukça başarılıdır. Şekil 23'te ve Şekil 24'te grupların etkinlik formunda ifade ettikleri hipotez örnekleri görülmektedir.



Şekil 24. Hipotez cümlesi örneği-1, Nexus grubu

Rehberli sorgulama ile oluşturulan hipotezler sonrasında öğrencilerden üzerinde çalışacakları alt problemi belirlemeleri, sınamak istedikleri hipotezin bağımlı ve bağımsız değişkenleri tespit etmeleri istenmiştir. Gruplar tarafından belirlenen bağımlı ve bağımsız değişkenler etkinlik formunun ilgili bölümüne yazılmıştır. Tüm grupların problemleri daha küçük ve yönetilebilir alt problemlere ayırabildikleri (PAP1), üzerinde çalışacağı alt problemi belirleyebildikleri (PAA1), üzerinde çalışacağı bağımsız ve bağımlı değişkenleri belirleyebildikleri (PAA2) görülmüştür.

Özetle, ikinci etkinlikte öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme (BİD) Problemi Tanımlama Boyutunda yer alan tüm becerilerde ilerleme kaydettikleri görülmüştür. Öğrenciler, problemi derinlemesine analiz eden ifadeler kullanmış, yüzeysel çıkarımların sayısında belirgin bir azalma olmuştur. Minimal düzeyde öğretimsel ipuçlarıyla desteklenen bu süreçte, öğrenciler problemleri açık ve anlaşılır bir biçimde ifade ederek basitleştirme, çözüm için gerekli bilgiye odaklanma, ilgili ve ilgisiz değişkenleri ayırt edip gereksiz ayrıntıları dışlama ve açıklayıcı modeller geliştirme gibi soyutlama becerilerini belirli düzeylerde ortaya koymuşlardır. Bu bağlamda, bazı grupların söz konusu becerileri kısmen sergilediği, bazı grupların ise orta düzeyde bir performans gösterdiği gözlemlenmiştir.

Ayrıca, öğrenciler problemi yönetilebilir alt problemlere ayırarak parçalara bölme; bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirleme ve alt problemleri saptama gibi ayrıştırma becerilerinde oldukça iyi bir performans göstermiştir. Problemi Tanımlama Boyutunda yer alan odaklanma ve tanımlama becerilerinde belirgin bir gelişme kaydedilmiş olsa da öğrencilerin bu becerileri gerçekleştirmede hala kısmen zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, soyutlama gerçekleştikten sonra öğrencilerin problemi ayrıştırma boyutunda çok daha başarılı bir performans sergiledikleri tespit edilmiştir

4.3.2.2. Çözümleri üret, seç, planla aşamasına yönelik bulgular

Çözümleri Üret, Seç ve Planla aşamasında, öğrencilerden etkinliğin bağlamına uygun olarak hipotezlerini test etmek amacıyla çeşitli çözümler üretmeleri, bu çözümler için belirledikleri kriterlere dayalı bir karşılaştırma yaparak en uygun çözümü seçmeleri ve bu süreçte karar verme becerilerini etkin bir şekilde kullanmaları beklenmiştir. Ayrıca, seçtikleri çözüm önerisini uygulamaya yönelik deneyler tasarlamaları, deneysel adımları açık ve net bir şekilde sıralamaları ve eş zamanlı çalışma stratejileri geliştirmeleri beklenmiştir.

Bu etkinlikte, *Çözümleri Üret, Seç ve Planla* boyutuna ilişkin süreç iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, araştırmacı tarafından önceden yapılandırılmış şekilde geliştirilen, algoritmik düşünmeye dayalı bir karar şeması kullanılmıştır. Öğrenciler, bu aracı yapılandırarakyalıtım malzemesi seçimi için gerekli kriterleri belirlemiş, belirlenen kriterlere göre şemayı doldurmuş ve karar şemasını referans alarak malzemeleri sistematik bir şekilde değerlendirmiştir. Bu süreç, öğrencilerin malzemeleri karşılaştırarak objektif bir şekilde seçim yapmalarına olanak tanımalarını sağlarken, öğrencilerin karar verme süreçlerini sistematik hale getirmeleri amaçlanmıştır.

İkinci aşamada, hipotez oluşturulup bağımlı ve bağımsız değişkenler belirlendikten sonra, öğrencilerden seçilen malzemelerinyalıtım özelliklerini test etmeye yönelik deneysel tasarımlar geliştirmeleri istenmiştir. Bu süreç öğrencilerinyalıtım malzemelerini test etmek amacıyla deneysel adımları planlamaları ve tasarımlarını etkinlik formuna açık ve net bir şekilde ifade etmelerini içermektedir. Bu boyuta ilişkin bulgular, her iki aşamada gerçekleştirilen süreçlerden elde edilmiştir.

Öğrencilerin etkinlik formunda yer alan ifadeleri; etkinlik sırasında araştırmacı tarafından tutulan saha notları ve alınan kayıtların çözümlemeleri ve öğrencilerin geri bildirimleri

değerlendirilmiştir. Betimsel analizler, *Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu (BİDGF)*'de belirtilen beceriler temel alınarak bütüncül bir yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. BİDGF'de, Çözümleri Üret, Seç ve Planla boyutuna ilişkin beceriler ve kodları Tablo 22'de sunulmuştur

Tablo 22.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Üret Seç Planla Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

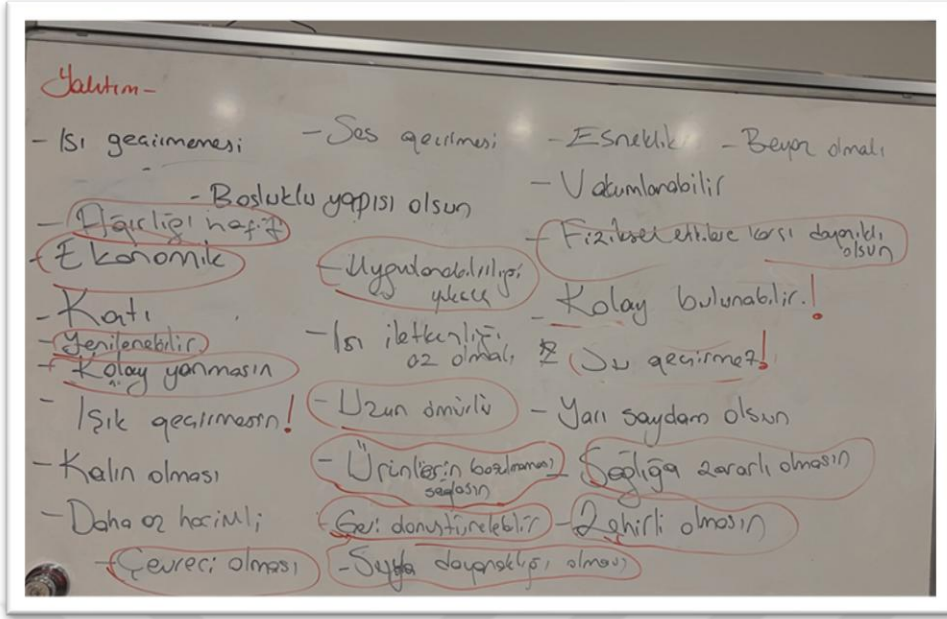
Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Mantık Yürütme	Çözüm için mantıksal yol üretme	ÜMM1	1. İlgili olay, problem ya da durumu analiz ederek alternatif çözüm yolları önerir.
	Karar Verme	ÜMK1	2. Uygun çözüm yoluna karar vermek için kriterler belirler.
		ÜMK2	3. Önerdiği çözüm önerilerini mantıksal kriterler çerçevesinde karşılaştırır.
		ÜMK3	4. İlgili olay, problem ya da durumun tüm yönlerini ele alıp mantıklı bir sonuca varır
Algoritma Tasarlama	Gerekli Adımları Sıralama	ÜAA1	5. Bir problemi çözmek veya bazı sonuçlara ulaşmak için atması gerekli adımları sıralar.
	Tasarlama	ÜAT1	6. Problemin farklı yönlerini göz önüne alarak uygun çözüm yolu geliştirir.
		ÜAT2	7. Bir problemin çözümüne yönelik adımları en verimli şekilde düzenler.
		ÜAT3	8. Tasarladığı çözüm yollarını sırasıyla aşamalı bir şekilde uygular.
Eş	Zamanlama	ÜEZ1	10. Amaca ulaşmak için birden fazla işlem gerektiğinde zamanlama konusunda planlama yapar
Zamanlı Çalışma	Aynı anda tamamlama	ÜEA1	11. Gerçekleştirilecek işlemlerin sıra ile mi yoksa aynı anda mı tamamlanması gerektiğine karar verir.
		ÜEA2	12. Eş zamanlı tamamlanması gereken işlemleri belirler

BİD etkinlik formu incelendiğinde çözümlerin üretilmesi aşamasına yönelik eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıda belirtilmiştir.

- Gruplar problem durumunu analiz ederek alternatif çözümleri kısmen üretebilmişlerdir (ÜMM1).
- Gruplar çözüm yollarına karar vermek için uygun kriterler belirleyebilmişlerdir (ÜMK1).
- Gruplar deneysel tasarımlarında ilk etkinliğe göre daha fazla detaya yer vermişlerdir (ÜAA1).
- Gruplar problemi çözmek için gerekli adımların birçoğunun temel düzeyde gerçekleştirilen rehberlikle sıralayabilmişlerdir (ÜAA1).
- Gruplar problemin çözümüne yönelik adımları kısmen, verimli şekilde düzenleyebilmişlerdir (ÜAT2)
- Gruplar, birden fazla işlem yapmak gerektiğinde zamanlama konusunda planlama yapabilmişlerdir (ÜEZ1).
- Gruplar gerçekleştirilecek işlemlerin tamamlanma sırasını belirleyebilmişlerdir (ÜEA1).
- Gruplar eş zamanlı gerçekleştirilecek işlemleri zorluk yaşamadan belirleyebilmişlerdir (ÜEA2).

İlk aşamada, öğrencilerle birlikte oluşturulan problem cümleleri ve senaryoda belirtilen koşullar doğrultusunda, ısı yalıtımı için kullanılacak malzemelerde bulunması gereken özelliklere ilişkin bir beyin fırtınası etkinliği gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte öğrenciler, çeşitli özellikleri özgürce öne sürmüş; bu öneriler tahtaya yazılarak sınıf ortamında tartışmaya açılmıştır. Öğrenciler, ortaya konan fikirler üzerine karşılıklı görüş alışverişinde bulunmuş ve önerilen özelliklerin uygunluğunu birlikte değerlendirmişlerdir. Şekil 25, beyin fırtınası sürecinde öğrenciler tarafından öne sürülen bu özellikleri göstermektedir.

Daha sonra öğrencilere, ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilecek seçenekleri belirleme ve bu malzemelerden hangilerinin bir sonraki aşama olan yalıtım testlerinde kullanılacağına karar verme görevi verilmiştir. Bu süreçte, gruplar arasında malzeme seçimine ilişkin çeşitli tartışmalar yaşanmış ve bazı anlaşmazlıklar ortaya çıkmıştır. Bu durum üzerine, araştırmacı sürece sorgulayıcı bir yaklaşımla müdahale ederek, öğrencileri daha sistematik ve gerekçeye dayalı bir karar verme sürecine yönlendirmiştir.



Şekil 25. Beyin fırtınası sırasında tahtaya yansıtılan öğrenci önerileri

Araştırmacı, öğrencilerin malzeme seçiminde dikkate alınacak kriterleri belirlemelerine yönelik rehberlik sağlamış ve süreci daha yapılandırılmış hale getirmek için bir dizi yönlendirici soru sormuştur. Bu sorgulama yöntemi, öğrencilerin düşüncelerini netleştirmelerine, alternatifleri daha kapsamlı değerlendirmelerine ve grup içinde ortak bir karara varmalarına önemli ölçüde katkı sağlamıştır.

“Araştırmacı: Arkadaşlar, yalıtım malzemesi seçerken bazı zorluklar yaşadığınızı fark ettim. Karar verme sürecinde özellikle hangi noktada zorlandığınızı söyleyebilir misiniz?”

Poyraz: Evet öğretmenim, çok fazla öneri var, kafamız karıştı.

Aras: Mesela, bir arkadaşımız taş önerdi ama bence bu hiç mantıklı değil; taş çok ağır, hafif bir şey seçmemiz daha iyi olmaz mı?

Dağhan: Ama öğretmenim, köyde her yerde bulunuyor ve dayanıklı diye düşünmüştüm, o yüzden önerdim.

Eda Nur: Dayanıklı olması, her yerde bulunması önemli ama bence hafif de olmalı.

Aras: Hem taş gözenekli de değil, yalıtım yapabilir mi bilemedim, ama hiç sanmam.

Irmak: Bizim grupta da plastik şişe önerisi geldi, ama bence çevreye zararlı.

Doruk: Hafif ve atık olduğu için ucuz, bence harika bir seçim (gülerek).

Araştırmacı: Görüyorum ki herkesin önceliği farklı. Peki, bu süreçte ilerlemek için, malzemelerde aradığınız en önemli özellikleri belirleyerek bir kriter listesi

oluşturmayı denemeye ne dersiniz? Böyle bir liste karar verme sürecinizi daha sistematik hale getirebilir.

Lale: Kriter listesi hazırlamak bize nasıl yardımcı olacak?

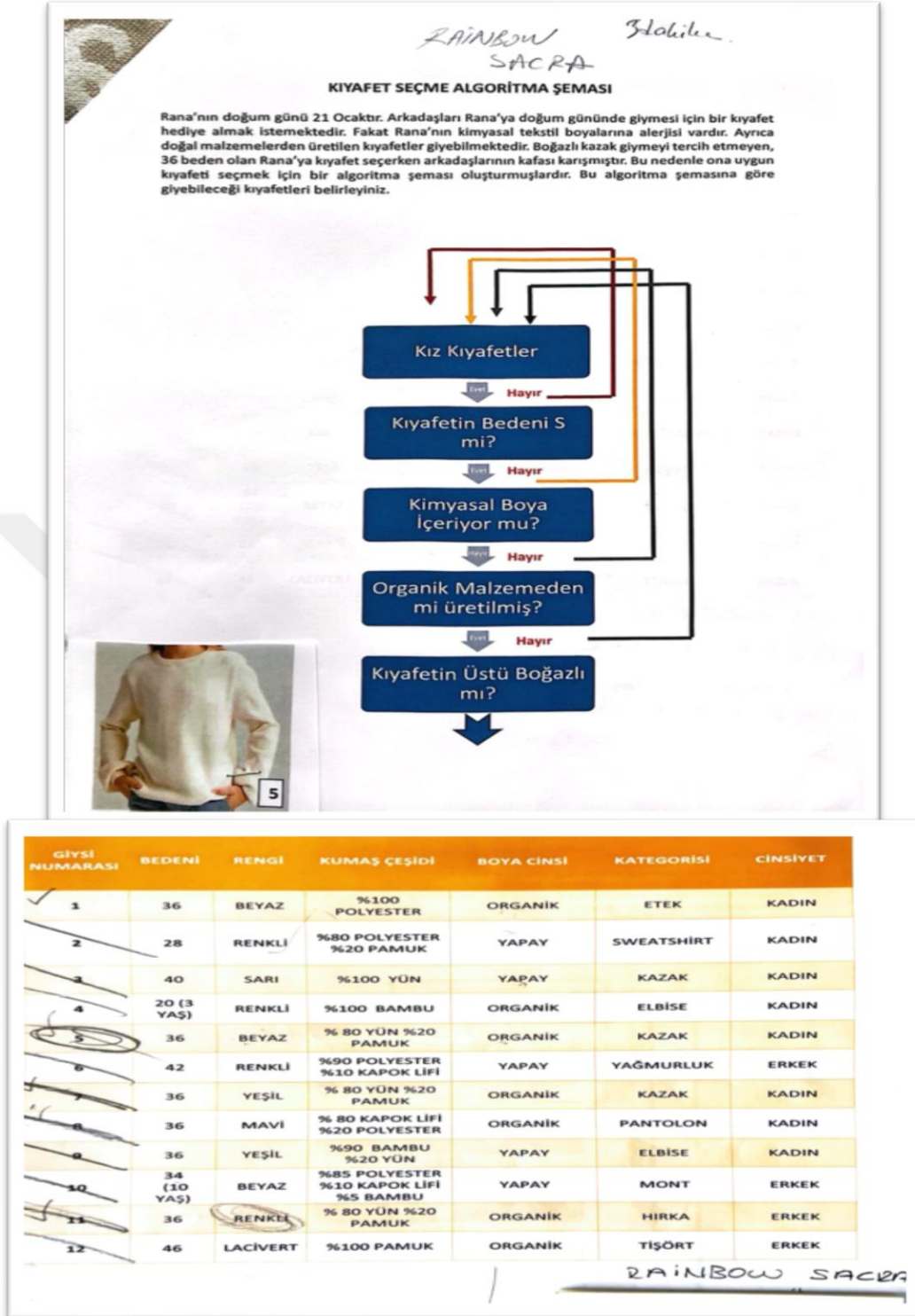
Araştırmacı: Çok iyi bir soru! Eğer malzeme seçiminde hangi özelliklerin olmazsa olmaz olduğuna karar verirsiniz, bu kriterleri kullanarak seçenekleri daha objektif bir şekilde değerlendirebilirsiniz. Bu, karar vermenizi hem daha kolay hem de daha tutarlı hale getirebilir.

Poyraz: Tamam, o zaman herkes en önemli bulduğu özellikleri söylesin ve birlikte bir liste yapalım.

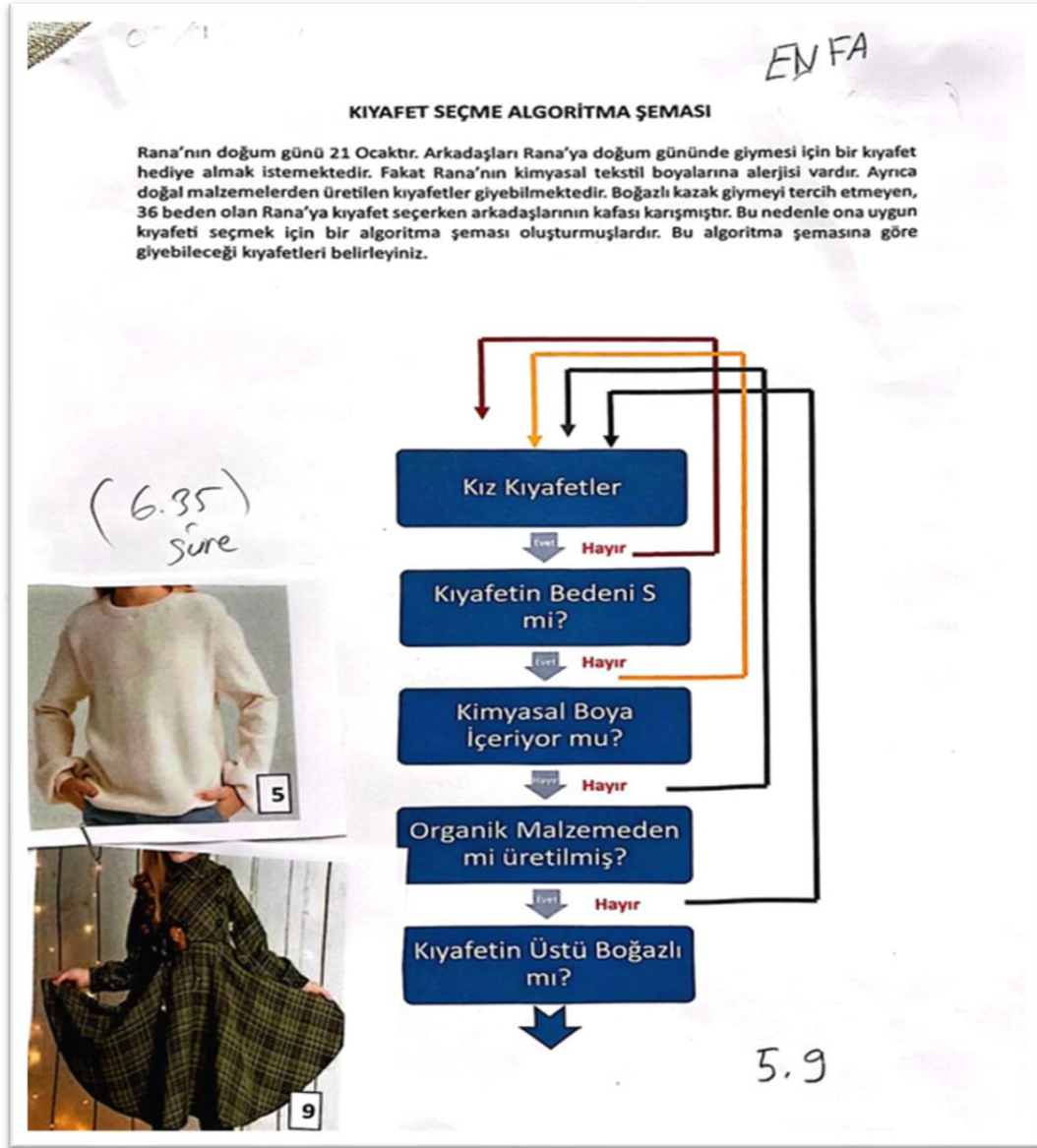
Araştırmacı: Harika bir öneri! Bundan önce kriterlerin karar vermeyi gerçekten kolaylaştırıp kolaylaştırmadığını keşfetmek için küçük bir oyun oynayalım mı? Ne dersiniz.”

Rehberli sorgulama sırasında kriter belirleme ve karar verme sürecini tartışan öğrenciler, şu becerilerini bir oyun bağlamında deneyimlemek üzere bir etkinliğe yönlendirilmişlerdir. Bu aşamada, öğrencilerle *Rana 'ya Doğum Günü Hediyesi Seçme* adlı bir oyun oynatılmıştır. Bu etkinlikte, öğrencilerden bir arkadaşlarına doğum günü hediyesi olarak bir kıyafet seçmeleri istenmiştir. Her gruba, 12 farklı kıyafetin ve bu kıyafetlere ait özelliklerin yer aldığı bir çalışma kâğıdı verilmiştir. Ayrıca, Rana'nın ihtiyaç ve tercihlerine yönelik bilgiler ile yapılandırılmış bir karar verme şemasını içeren kıyafet seçme algoritması da çalışma kâğıtları arasında yer almıştır (Ek-10).

Gruplar, verilen bilgiler ve algoritma şeması doğrultusunda, belirledikleri kriterleri kullanarak uygun kıyafeti seçmiş ve karar verdikleri anda seçimlerini araştırmacıya bildirmişlerdir. Tüm grupların seçimlerini tamamlamasının ardından oyun sona ermiştir. Oyun sırasında, öğrencilerin seçim yapma süreleri de çalışma kâğıtlarına not edilmiştir. Bu etkinlik, öğrencilerin yapılandırılmış bir karar verme süreci içinde algoritmik düşünme becerilerini uygulamalarına olanak sağlamak ve belirledikleri kriterlere göre seçim yapmanın karar verme sürecini nasıl kolaylaştırdığını deneyimlemelerini amaçlamaktadır. Bu süreç, öğrencilerin karmaşık karar verme süreçlerini daha etkili ve sistematik bir şekilde yönetme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Aşağıda, Şekil 26 ve Şekil 27’de, Enfa ve Rainbow Sacra gruplarına ait çalışma kâğıtları örnek olarak sunulmuştur.



Şekil 26. Kıyafet seçme oyunu çalışma kâğıdı, Rainbow Sacra



Şekil 27. Kıyafet seçme oyunu çalışma kâğıdı, Enfa Grubu

Öğrenciler oyun deneyimleri ile ilgili olarak araştırmacının tuttuğu saha notu aşağıda sunulmuştur

“Rana'nın Doğum Günü Hediyesi Seçme oyununda Rainbow cinsiyetle başladı ve diğer kriterlere bağlı kalarak sonuca ulaştı. ENFA grubu Dağhan'ın etkisiyle algoritma şemasına hiç bakmadan karar verdiler. Bu şemaya gerek olmadığını düşünüyorlar. Zamanla yarıştıkları için doğru kıyafet yanında yanlış kıyafeti de seçtiler. Nexus grubu cinsiyetle başladı ama grup birden karıştı, herkes kıyafetleri başka bir kriterle ayırıyor, grup üyeleri bir bini dinlemediği için kriter şemasına uygun ilerleyemediler ama sonuçta doğru kıyafeti seçebildiler. Rainbow Sacra 3

dakikada, Nexus 5 dakika 20 saniyede, ENFA ise 6 dakika 35 saniyede çalışmayı bitirdiler.” (Araştırmacı Saha Notu, 8 Ocak 2024)

Oyun sonrasında öğrencilerle süreç üzerine yapılan tartışmalarda, grupların karar verme sürecindeki yaklaşımları ve deneyimleri değerlendirilmiştir. Rainbow Sacra Grubu, kıyafet seçiminde belirlenen kriterleri sistematik bir şekilde ele alarak, şemayı takip ettiklerini ve bu yöntemle kıyafetleri eleyerek sonuca hızlı ve doğru bir şekilde ulaştıklarını ifade etmiştir. ENFA Grubu, başlangıçta algoritma şemasına göre hareket etmeye çalıştıklarını, ancak grup içinde yaşanan karışıklıklar nedeniyle herkesin farklı bir kritere odaklandığını ve şemayı takip etmekte zorlandıklarını belirtmiştir. Nexus Grubu ise algoritma şemasına göre başlamalarına rağmen, sürecin bir noktasında sıralamayı takip edemediklerini, ancak kriterleri takip ederek uzun sürede de olsa doğru sonuca ulaştıklarını ifade etmiştir.

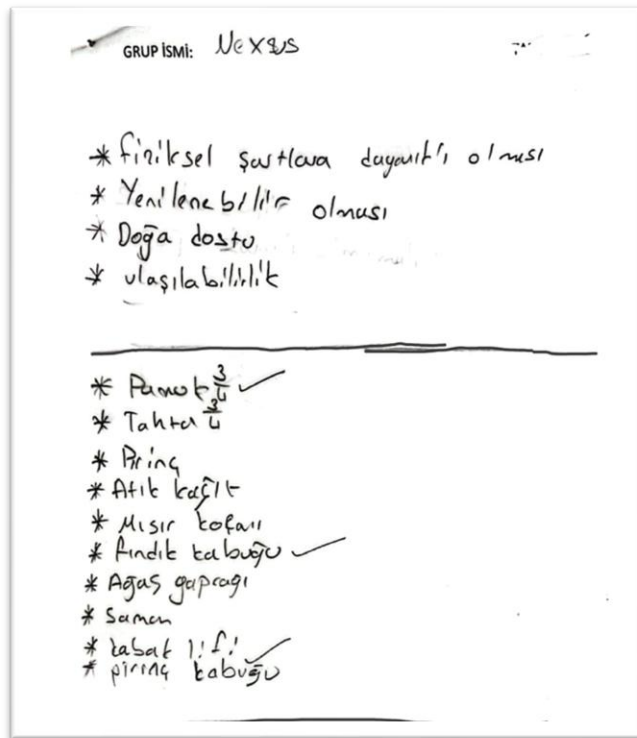
Tartışma sırasında öğrenciler, belirlenen kriterlerin seçim sürecini büyük ölçüde kolaylaştırdığı, ancak önceliklerin net bir şekilde sıralanmasının ve eleyerek ilerlemenin süreci daha etkili hale getirdiği konusunda ortak bir sonuca ulaşmışlardır. Özellikle sistematik ve aşamalı bir yaklaşım izleyen grupların, süreci daha kısa sürede ve daha az hata ile tamamladığı gözlemlenmiştir. Öğrenciler, karar şemasının algoritma şeklinde yapılandırılmasının yalnızca süreci kolaylaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda zaman kaybını önemli ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir.

Daha sonra, öğrencilerle yalıtım malzemesi seçiminde benzer bir karar şemasının kullanılıp kullanılmayacağı üzerine bir tartışma yapılmıştır. Bu süreçte, gruplara yarı yapılandırılmış bir yalıtım malzemesi ön değerlendirme karar şeması verilmiştir (Ek-11). Bu karar şeması, komut hücreleri ve kriter hücreleri öğrencilerin doldurması için boş bırakılmış şekilde tasarlanmıştır. Öğrenciler, ısı yalıtım malzemesi seçiminde kriterler belirlemiş ve bu kriterleri önceliklendirerek karar şemasını yapılandırmışlardır. Algoritmik karar şemasını doldurarak malzeme seçimlerini sistematik bir şekilde gerçekleştirmişlerdir. Süreç sonunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, grupların uygun çözüm yolları önermek için kriterler belirleyebildikleri (ÜMK1) ve daha önceki beyin fırtınası sırasında belirlenen kriterler arasından önemli ve önemsiz olanları ayırt edebildikleri görülmüştür. Özellikle, beyin fırtınasında öne sürdükleri yalıtım materyallerine ilişkin "yarı saydam olması", "ışık geçirmesi" ve "ses geçirmesi" gibi önemsiz kriterleri değerlendirme sürecine dahil etmedikleri, bunun yerine küçük rehberliklerle kendilerince önemsiz olanları eleyip önemli gördükleri kriterlere odaklandıkları tespit edilmiştir (ÜMK1). Tüm gruplar, belirledikleri kriterlerle, küçük rehberlik ve yönlendirmeler doğrultusunda karar şemasını başarıyla

hazırlamışlardır. Bu süreci göaraştırmacı tarafından aşağıda verilen saha notu kaydedilmiştir.

“Karar şeması hazırlamaktan keyif aldıkları görünüyor; oldukça odaklanmış bir şekilde çalışıyorlar ve grup içinde sürekli bir etkileşim içerisinde. Her yeni görev sonrası oluşan kafa karışıklığı bu süreçte yok gibi görünüyor ne yaptıklarını bildiklerini gösteren bir duruş sergiliyorlar. Nexus Grubu hararetili bir tartışma içindeydi ve tartışma sonunda bir kutucuğa iki kriter yazıp yazamayacaklarını sordular. “Yazdıklarınızdan hangisine göre komutu değerlendireceksiniz? Devam etmeye veya başa dönmeye nasıl karar vereceksiniz?” soruları üzerine hemen durumu fark ettiler. Akıllarında kutucuklardan daha fazla kriter olduğunu söylediler. O halde nasıl bir çözüm önerebilirsiniz sorusu üzerine “Kutucuk sayısını artırabiliriz” önerisinde bulundular, fakat artırmadan karar şemasının mevcut haliyle devam ettiler, kriterler üzerinde uzlaşmış olmalı. Gruplar, daha bağımsız bir şekilde kendi kararlarını oluşturuyor ve süreç boyunca sistematik bir ilerleme kaydettikleri görülüyor.” (Araştırmacı Saha Notu, 15 Mart 2024)

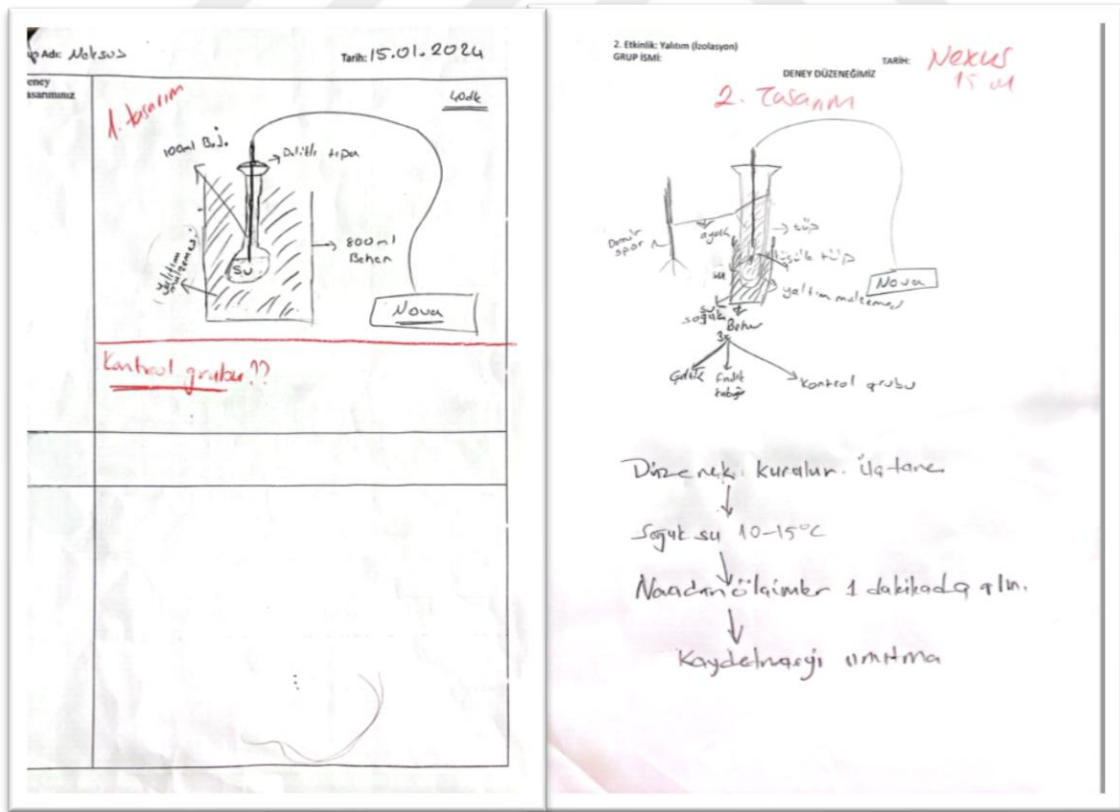
Karar şeması hazırlanırken Nexus Grubu bir karar şemasının yapısını ve komutların ne olması gerektiği konusunda kararsız kalmışlar, kısa bir sorgulama ile “evet” ve “hayır” dan oluşan komutları belirleyebilmişlerdir.

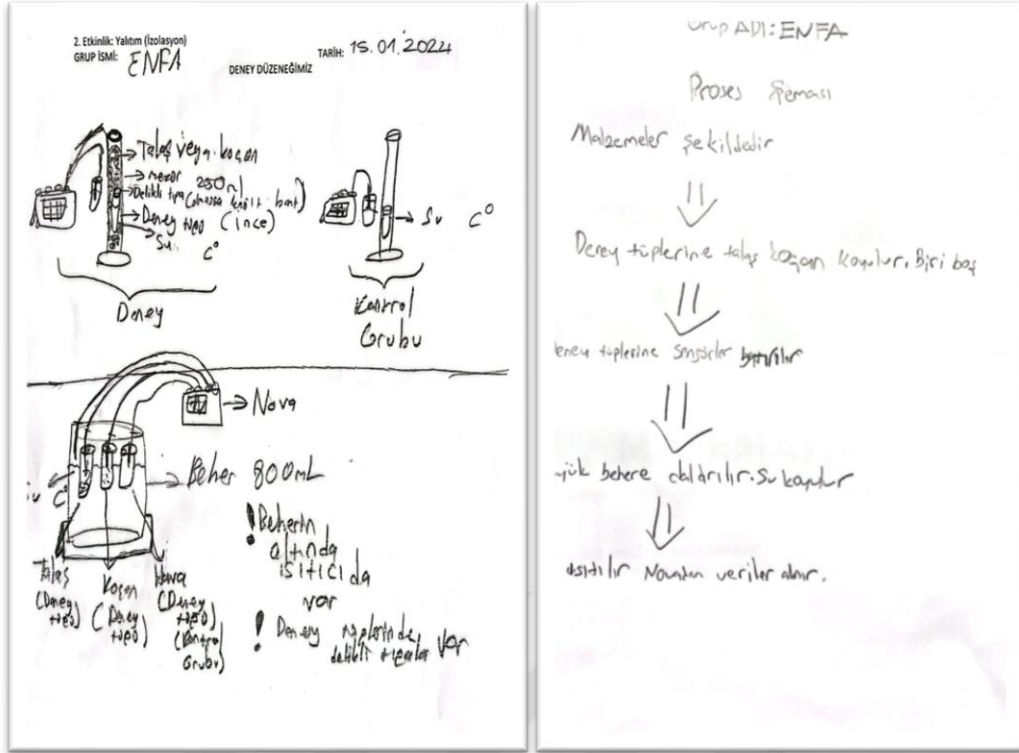


Şekil 28. Kriter belirleme örneği, Nexus grubu

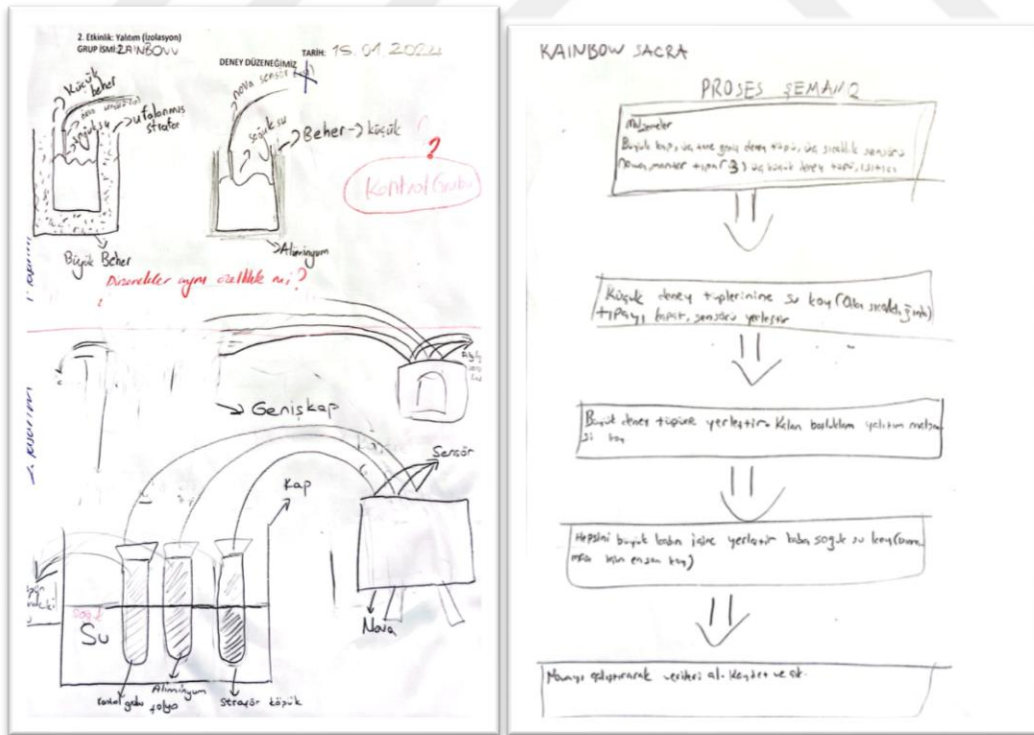
kullanılacak malzemeler, ölçüm yöntemleri ve sistemin kurulumu gibi detaylara yer vermişlerdir. Özellikle Enfa grubu, tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çizerek kontrol grubunu da dahil etmiştir. Ancak, diğer gruplar kontrol grubunu ilk tasarımlarına dahil etmemiştir.

Gruplar deneysel tasarımlarını oluşturduktan sonra, araştırmacı öğrencilerin tasarımlarındaki eksiklikleri fark etmelerini sağlamak amacıyla örneklendirilmiş sorular yönelmiştir. Bu sorular arasında şunlar bulunmaktadır: "Kontrol grubu olmadan bir malzemenin yalıtım yapıp yapmadığını nasıl anlayacağız?", "Birden fazla malzemenin yalıtım özelliklerini test ederken düzeneklerin özdeş olması gerekmez mi?", "Deneysel düzeneğin mümkün olduğunca özdeş olmasını nasıl sağlayabiliriz?" ve "Hata kaynaklarını en aza indirmek için belirtmeniz gereken unsurlar nelerdir?". Araştırmacı tarafından yöneltilen sorular önce tüm grupların katılımıyla birlikte tartışılmış, ardından her grup kendi içinde tartışmalar yaparak deney tasarımlarını gözden geçirmiş ve yenilemiştir. Bu süreçte, gruplar yenilenen tasarımlarına uygun proses şemalarını deneysel çalışmalardan önce hazırlamışlardır. Şekil 30, Şekil 31 ve Şekil 32 'de grupların örnek deney tasarımları ve genel adımları içeren proses şemaları görülmektedir.





Şekil 31 Örnek Deney Tasarımı-2, ENFA Grubu



Şekil 32. Örnek Deney Tasarımı-3, Rainbow Grubu

Grupların deney tasarımları ve hazırladıkları proses şemaları analiz edilerek değerlendirildiğinde grupların ilgili olay ve durumu analiz ederek çok fazla müdahaleye gerek kalmadan alternatif çözüm yolları önerme performanslarının ilk etkinliğe göre arttığı (ÜMM1), bir problemi çözmek veya bazı sonuçlara ulaşmak için atması gerekli adımların bir çoğunu sıralayabildikleri (ÜAA1), problemin farklı yönlerini göz önüne alarak uygun çözüm yolu geliştirmeye yönelik performanslarının ilk etkinliğe göre arttığı (ÜAT1), bir problemin çözümüne yönelik adımları en verimli şekilde düzenlemeye yönelik ilk etkinliğe göre gelişim kaydettikleri (ÜAT2) sonucuna ulaşılmıştır. Bu konu ile ilgili araştırmacı aşağıda verilen gözlem notunu tutmuştur.

“Bu etkinlikte tüm gruplar kendi tasarımlarını çizmeye oldukça istekli davranmışlardır. İlk tasarımlarından itibaren sistemi daha ayrıntılı planlamışlar, sorgulama sonrası da hızlıca sistemi yenileyebilmişlerdir. Proses şeması kavramını içselleştirmiş görünüyorlar. Kendi aralarında tartışarak adım adım hazırladılar.”
(Araştırmacı Saha Notu, 15 Ocak)

Öğrencilerin çözümleri Üret, Seç ve Planla boyutunda yer alan Eşzamanlı Çalışma becerisine ait Zamanlama ve Aynı Anda Tamamlama alt becerilerine karşılık gelen göstergelere (ÜEZ1, ÜEA1, ÜEA2) ilişkin olarak ilk etkinlikte sergiledikleri performansı süreç boyunca artırarak sürdürdükleri gözlemlenmiştir. Bu duruma ilişkin olarak, araştırmacı tarafından aşağıdaki saha notu tutulmuştur.

“Gruplar önerilen birçok malzemenin yalıtım düzeyini merak ettiklerini fakat süre sınırlı olduğu için her birini test edemeyeceklerini kriter belirleme aşamasında ifade ettiler. Bu nedenle her grubun farklı malzemeleri test etmesinin muhtar için daha çok alternatif oluşturacağı esprisini yaptılar☺. Her bir grup test etmek için farklı malzemeleri seçti.” (Araştırmacı saha notu, 8 Ocak 2023)

Özetle, karar verme şeması ve deneysel tasarım birlikte değerlendirildiğinde, grupların Çözümleri Üret, Seç ve Planla boyutunda yer alan Mantık Yürütme becerisine ait Çözüm İçin Mantıksal Yol Üretme ve Karar Verme alt becerileri ile Algoritma Tasarlama becerisine ait Gerekli Adımları Sıralama ve Tasarlama alt becerilerine karşılık gelen göstergelerde, öğrencilerin performanslarının ilk etkinliğe kıyasla arttığı görülmüştür. Ayrıca, BİDB'nin ilgili boyutlarında genel olarak anlamlı bir gelişim gözlenmiştir. Bununla birlikte, aynı boyutta yer alan Eşzamanlı Çalışma becerisine ait Zamanlama ve Aynı Anda Tamamlama alt becerilerine yönelik göstergelerde ise, öğrencilerin süreç boyunca yüksek düzeyde performans sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

4.3.2.3. Çözümleri uygula ve otomatikleştir boyutuna ilişkin bulgular

Öğrencilerden *Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir* aşamasında, tasarladıkları deneyleri (modelleme ve simülasyon) gerçekleştirmeleri (deney düzeneklerinin kurulması, deney bilgisayarlarının, ölçüm için sensör sistemlerinin ayarlanması, deneyin gerçekleştirilmesi) ve tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak yürütmeleri beklenmektedir. Bu çalışmada sistem otomasyonu üzerine doğrudan bir çalışma bulunmamakla birlikte, otomatikleştirmeye yönelik beceriler veri toplama süreçlerinde desteklenmiş ve bu süreçlerden elde edilen sonuçlar temel alınarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, modelleme ve simülasyon becerileri, öğrencilerin deney tasarımı ve uygulama süreçlerindeki performansları üzerinden analiz edilmiştir.

Öğrencilerin doldurdukları etkinlik formları, araştırmacı tarafından alınan gözlem notları ve ders kayıtlarının çözümlenmesinden elde edilen veriler betimsel analiz ve içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Betimsel analizde gözlem formunda belirlenen kodlar kullanılmıştır. Gözlem Formunda yer alan *Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir* boyutunda yer alan beceriler Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Otomatikleştirme	Tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak yapma	UOT1	1. Tekrarlayan işlemleri fark eder.
		UOT2	2. Tekrarlayan veya sıralı işlemleri yapan bilgisayarlar veya sistemler önerir.
		UOT3	3. Tekrar eden ve benzer işlemler için bilgisayarları kullanır.
Modelleme ve Benzetim	Gerçek Yaşamı Örnekleme	UMG1	4. Gerçek yaşama dair olay ve süreçleri modeller.
		UMG2	5. Simülasyonlar veya modeller kullanarak deneyleri gerçekleştirir.

Grupların proses şeması ve deney tasarımlarında ayrıntını verdikleri çözümlerin uygulanmasına yönelik deneysel süreçte eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- İki grup (Rainbow Sacra, Enfa), sürekli ve tekrarlayan veriler toplamaları gerektiğini bağımsız bir şekilde fark ederken, diğer bir grup (Nexus) bu durumu araştırmacı tarafından sağlanan kısa bir rehberlik ile kavrayabilmiştir (UOT1).
- Sürekli tekrar eden ölçümlerin gerçekleştirilmesi için bilgisayar sistemlerinin kullanılması gerektiği, iki grup tarafından kendiliğinden tespit edilirken, bir grup bu gerekliliği araştırmacının kısa bir yönlendirmesi sonucunda anlamıştır (UOT2).
- Grupların tekrarlayan işlemler için bilgisayar kullanabilme performanslarında önceki etkinliğe göre artış gözlemlenmiştir (UOT3).
- Grupların gerçek yaşama dair olay ve süreçleri modelleyebilme (deneysel süreç tasarımı) becerilerinde gelişim görülmüştür (UMG1).
- Grupların deneysel süreci gerçekleştirme performanslarında artış tespit edilmiştir (UMG2).

Gruplar veri toplamak üzere malzeme seçimi yaparken Nexus grubu tasarımlarında deney bilgisayarı yazmalarına rağmen uygulama aşamasından gereksiz görüp dijital termometre kullanmayı tercih etmiştir. Diğer gruplar ise sürekli ve tekrarlı ölçüm almaları gerektiği (UOT1) için deney bilgisayarını kullanarak ölçümler almaları gerektiğini başlangıçtan itibaren fark etmiş (UOT2) ve deneyi o şekilde tasarlayarak uygulamışlardır. Bu konu ile ilgili olarak araştırmacı aşağıdaki gözlem notunu tutmuştur.

“Nexus grubu deneyin uygulama sürecinde deney düzeneklerini kurarken değerleri Nova deney bilgisayarı yerine dijital termometre ile okuyacak şekilde düzenlediler. Araştırmacı tarafından sebebi sorulduğunda sık okuma yapmayacakları için gerek duymadıklarını söylediler. “Veri analistiniz bu konuda ne düşünüyor?” sorusu sorulunca aralarında bir tartışma çıktı, veri analisti görevindeki öğrenci Asya araştırmacının teşvikiyle üç farklı sistem verisini aynı anda okumaları gerektiğini hatırlatınca verileri okumakta zorlanacaklarını fark etiler ve deney düzeneklerini Nova deney bilgisayarı ile tekrar kurdular” (Araştırmacı Saha Notları, 22 Mart 2023)

Rainbow Sacra ve Enfa grupları başından itibaren bilgisayarın yapabileceği işi elle yapmama konusunda emindiler, tekrarlayan işlemleri fark etmişler (UOT1), bu işlemleri yapacak sistemler önermişlerdir (UTO2). Enfa grubu hariç deney bilgisayarını tekrar eden işlemler için daha ustaca kullanmışlar veri takibini daha iyi yapmışlardır (UTO3). Enfa grubu ise

sensör sıralarını yanlış bağladığı ve başlangıçta test etmediği için ilk aldığı veriler yanlış olmuştur. Araştırmacının grupların çalışmalarını gözlemlemesi sonucu yanlışlık fark edilmiştir. Bu konuda gözlemci notu aşağıdaki şekildedir.

“Enfa grubu, deney düzeneğini kurarak verileri hem deney bilgisayarının veri toplama yazılımıyla hem de manuel olarak kaydetmeyi tercih etmişlerdir. Ancak, sensörü ters bağladıklarını başlangıçta fark edememiş olmaları dikkat çekicidir. Kontrol grubunda yer alan suyun sıcaklığı değişmezken, yalıtım malzemesinin içindeki sıcaklığının hızla artması açık bir problem olduğunu gösteriyordu. Buna rağmen, topladıkları verilere baktıkları halde bu sorunu tespit edememişlerdir. Araştırmacının “Burada ters giden bir şeyler var mı acaba?” şeklindeki uyarısı üzerine, deney bilgisayarının hızlı veri akışını takip etmekte zorlandıkları anlaşılmıştır. Ayrıca, yazılımın tablo görünümünden grafik görünümüne geçerek verileri daha net analiz etmeyi düşünmemişlerdir. Ancak, araştırmacının rehberliği ile durumu fark edebilmişlerdir.” (Araştırmacı Saha Notları 15 Mart 2023)

Öğrencilerin birçoğunun deney bilgisayarı ile toplanarak kaydedilen verilerin kaybolacağını düşünceleri oldukça dikkat çekici olmuştur. Araştırmacı bununla ilgili olarak aşağıdaki gözlem notunu tutmuştur.

“Bu çalışma öncesinde öğrencilere, verileri elle kaydetmeye gerek olmadığı, deney bilgisayarından başka bir bilgisayara verilerin kolaylıkla aktarılabilceği açıkça belirtilmişti. Ancak, gruplar buna rağmen verileri manuel olarak da kaydetmek istediler. Öğrencilerin çoğunun kodlama eğitimi aldığı ve bu nedenle dijital becerilerinin iyi olduğu düşünülmesine rağmen, bu durum biraz şaşırtıcıydı. Öğrenciler, verilerinin kaybolacağı endişesi taşıyor gibiydi. Görünüşe bakılırsa, dijital sistemlere kendileri kadar güven duymuyorlar© ” Araştırmacı Saha Notları 15 Mart 2023

Grupların Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir Boyutu altında yer alan modelleme ve alt benzetim boyutunda performanslarının arttığı görülmüştür. Gruplar olay ve süreçleri modelleyecek deneysel tasarımlarını oldukça geliştirmişler (UMG1), modeller kullanarak deneysel süreci de daha başarılı ve istekli bir şekilde yürütmüşlerdir (UMG2). Bu konuyla ilgili olarak araştırmacı şu gözlem notunu tutmuştur

“Öğrenciler artık deneysel süreçlerde karşılaştıkları problemleri çözmek için kendiliğinden inisiyatif almaya başlamıştır; talimat beklemeksizin, ortaya çıkan sorunlara çözüm üretme konusunda daha isteklidir. İlk etkinliklerde gözlemlenen 'bu deneyi yapamayacağız' türünden endişeler yerini 'hemen düzeltiriz' şeklindeki

motive edici bir yaklaşıma bırakmıştır. Ancak, Tuna, Yasemin, Kaya ve Asya'nın hâlâ belirli düzeyde çekingenlik yaşadıkları fark edilmektedir. Bu öğrenciler, çözüm sürecine katkı sağlamakla birlikte, problemler karşısında daha çekingen davranmakta ve öz güven kazanma aşamasında olduklarını göstermektedir.”
(Araştırmacı Gözlem notu, 15 Ocak ,202

Öğrencilerin *Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir* boyutlarında gösterdikleri performans değerlendirildiğinde, otomasyon becerileri altında yer alan tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak gerçekleştirme alt becerilerinde, ilk etkinliğe kıyasla belirgin bir gelişme kaydettikleri gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin hâlâ bilgisayarın gerçekleştirdiği işlemlere tam olarak güven duymadıkları ve bu sistemleri kullanmaya yönelik becerilerinin geliştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Modelleme ve simülasyon alanındaki becerilerde ise öğrencilerin gerçek yaşamı örnekleme becerilerinde hem motivasyon hem de teknik yeterlilik açısından kayda değer bir ilerleme sağladıkları sonucuna ulaşılmıştır.

4.3.2.4. Veri toplama, temsil ve analiz boyutuna ilişkin bulgular

Veri toplama, temsil, analiz aşamasında öğrencilerden beklenen; deneysel süreçlerde veri toplamaları, topladıkları verileri dijital ortamda işleyerek düzenlemeleri, bu verileri dijital ortamda uygun tablo ve grafiklerle sunmaları (betimlemeleri), veriler arasındaki örüntüleri fark etmeleri ve bu örüntüleri genellemeleridir. Veri toplamak ve verileri bilgisayara aktarmak için deney bilgisayarının yeterli olduğu belirtilse de öğrencilerin isteği üzerine kendilerine verileri kaydedecekleri bir veri tablosu da verilmiştir.

Süreç boyunca yapılan gözlemler, öğrencilerin çalışma kağıtları ve öğrencilerin verdikleri geri bildirimlerden elde edilen veriler hem içerik hem de betimsel analizle değerlendirilmiştir. Betimsel analiz BİD gözlem formunda Veri Toplama, Temsil ve Analiz boyutunda yer alan beceriler dikkate alınarak gerçekleştirilmiş ve gözlem formunda yer alan beceriler, becerilere ait alt beceriler, göstergeler ve göstergelerin kodları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Veri Toplama Temsil Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Veri	Veri	VDV1	1. Amaca uygun verileri bir araya getirir.
Düzenleme	Toplama	VDV2	2. Verileri toplamak için uygun yaklaşımları seçer.
		VDV3	3. İlgili kaynaklardan ya da araştırma sonucunda gerekli verileri toplar.
	Düzenleme	VDD1	4. Uygun grafikler, çizelgeler ya da tablolar kullanarak verileri görselleştirir.
		VDD2	6. Verileri düzenlemek için dijital araçları kullanır.
	Sunma	VDS1	7. Verileri uygun grafikler, çizelgeler, kelimeler veya resimler halinde betimler.
Örüntü	Örüntü	VÖB1	8. Veriler ya da şekiller arasındaki örüntüleri farkına varır.
Tanıma	Bulma		9. Verileri özelliklerine göre sınıflandırır.
			10. Verilere ait ortak özelliklerin farkına varır.
	Örüntü	VÖG1	11. Sınıflandırılmış veriyi anlamlandırır.
	Genelleme	VÖG2	12. Veriye dayalı modeller oluşturur.
		VÖG3	13. Veriye dayalı sonuç çıkarır.

Veri toplama, temsil ve analiz boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Öğrenciler, veri toplama becerisinde yer alan *amacına uygun verileri bir araya getirme* (VDV1) göstergesine yönelik davranışları zorlanmadan sergilemişlerdir.
- Veri toplama becerisi kapsamında yer alan veri toplamak için uygun yaklaşımları seçme (VDV2) göstergesine yönelik olarak, bazı grupların bu davranışı rehberlik almadan sergileyebildiği, bazı grupların ise ancak rehberlik sonrasında bu seçimi yapabildiği gözlemlenmiştir. Gruplar araştırma sonucunda gerekli verileri toplayabilmişlerdir (VDV3).
- Öğrenciler verileri tablolar kullanarak rahatlıkla görselleştirebilmişlerdir (VDD1).
- Öğrencilerin verileri grafikler kullanarak görselleştirme ve sunmada performansları artsa da hala zorlanmaktadır (VDD1, VDS1).

- Grupların verileri dijital araçlar yardımı ile düzenlemeye yönelik performansları artmış olsa da hala zorlanmaktadırlar (VDD2).
- Öğrenciler veriler arasındaki örüntülerin kısmen farkına varmışlardır (VÖB1).
- Öğrenciler verileri özelliklerine göre sınıflandırabilmişlerdir (VÖB2).
- Öğrenciler verilere ait ortak özelliklerin farkına varmışlardır (VÖB3).
- Öğrenciler veriye dayalı sonuç çıkarabilmişlerdir (VÖG3).

Gruplar deney veri tablosunu rehberlik süreci olmaksızın kolaylıkla hazırlamışlardır. Tabloda hangi değişkenlerin yer alması gerektiğini, hangi değişkene karşı hangi değişkenin değerlerinin yazılması gerektiğine yönelik hiçbir sıkıntı yaşamamışlardır. İlk etkinlikte yaşanan zorluklar düşünüldüğünde öğrencilerin bu konuda oldukça geliştikleri net bir şekilde görülmektedir. Şekil 33'te Nexus grubuna ait veri toplama tablosundan bir kesit örnek olarak sunulmuştur.

2. Etkinlik: İzolasyon
Grup Adı: Nexus

Tarih: 21.03.2024

Zaman	findik kabuğu	kontrol Gr.	G _{ort} (°C)	S ₄ (°C)
0. Dk	21,52 °C	21.88 °C	22.23 °C	8.28 °C
1. Dk	19.66 °C	20.93 °C	21.19 °C	6.5 °C
2. Dk	17.98 °C	20.18 °C	20.25 °C	7.21 °C
3. Dk	16.61 °C	19.34 °C	19.34 °C	7.54 °C
4. Dk	15.57 °C	18.63 °C	18.57 °C	7.5 °C
5. Dk	14.71 °C	18.00 °C	17.84 °C	7.63 °C
6. Dk	14.12 °C	17.64 °C	17.41 °C	7.24 °C
7. Dk	13.62 °C	16.97 °C	16.97 °C	10.21 °C
8. Dk	13.74 °C	16.69 °C	16.58 °C	10.5 °C
9. Dk	12.88 °C	16.08 °C	16.25 °C	11.24 °C
10. Dk	12.67 °C	15.72 °C	15.99 °C	11.84 °C
11. Dk	12.55 °C	15.45 °C	15.72 °C	12.37 °C
12. Dk	12.58 °C	15.25 °C	15.68 °C	13.53 °C
13. Dk	12.73 °C	15.13 °C	15.34 °C	13.38 °C
14. Dk	12.93 °C	15.13 °C	15.34 °C	14.54 °C
15. Dk	13.26 °C	15.16 °C	15.48 °C	16.25 °C
16. Dk	13.65 °C	15.28 °C	15.57 °C	18 °C
17. Dk	14.15 °C	15.51 °C	15.78 °C	19.84 °C
18. Dk	14.71 °C	15.87 °C	16.11 °C	20.53 °C
19. Dk	15.04 °C	16.31 °C	16.46 °C	21.57 °C
20. Dk	16.08 °C	16.79 °C	16.85 °C	22.69 °C
21. Dk	16.82 °C	17.35 °C	17.29 °C	24.11 °C
22. Dk	17.41 °C	17.89 °C	17.08 °C	26.06 °C
23. Dk	18.27 °C	18.63 °C	18.36 °C	27.43 °C
24. Dk	19.22 °C	19.28 °C	18.88 °C	29.18 °C
25. Dk	20.23 °C	20.05 °C	19.69 °C	30.7 °C

Şekil 33. Örnek bir veri tablosu, Nexus grubu

Grupların BİD veri toplama temsil ve analiz boyutunda yer alan Veri toplama becerisinde bir önceki etkinlikte yaşadıkları zorluğu yaşamadıkları, tüm grupların kolaylıkla amacına uygun verileri bir araya getirdikleri (VDV1), verileri toplamak için kısa bir rehberlikle uygun yaklaşımları seçtikleri (VDV2) net bir şekilde görülmüştür. Ayrıca grupların verilerin anlamlılık düzeyini değerlendirme konularında daha bilinçli bir yaklaşım sergiledikleri söylenebilir. Bu konu ile ilgili gözlemcinin tuttuğu not aşağıda sunulmuştur.

"Nexus ve Rainbow Sacra grubu, deneysel çalışmayı başlangıçta oda sıcaklığında yapmayı önerdiler. Ancak kısa bir rehberli sorgulama sürecinden sonra, tüplerin içindeki su ile dış ortamdaki suyun hızlıca dengeye geleceğini fark ettiler. Bu durum, ısı alışverişinin sınırlı kalmasına ve veriler arasındaki farkın yeterince belirgin olmamasına yol açabilirdi. Bu nedenle, elde edilecek sonuçların anlamlı olmayabileceği çıkarımında bulundular." Araştırmacı Saha Notları, 15 Mart 2023

Grupların veri toplama süreçlerinde, verilerin uygun biçimde kaydedildiği ve tablolar aracılığıyla düzenlendiği gözlemlenmiştir (VDV3). İncelenen veri tablolarında, verilerin belirli aralıklarla toplandığı ve birimlerin açıkça belirtildiği dikkat çekmektedir. Veri toplama tabloları değerlendirildiğinde, grupların topladıkları verileri etkili bir şekilde tablolar aracılığıyla görselleştirebildikleri (VDD1) sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, grupların dijital araçlar kullanarak verileri düzenleme (VDD2) konusundaki performanslarının iyileştiği görülmekle birlikte, bu alanda hala gelişim göstermeleri gerektiği sonucuna varılmıştır.

Gruplardan, deney bilgisayarında kayıtlı verileri SD kart aracılığıyla alarak grup bilgisayarlarına aktarmaları istenmiştir. Her grup, veri analisti liderliğinde bu aktarım işlemini gerçekleştirmiştir. Süreç boyunca, bazı öğrencilerin SD kartı ilk kez kullandıkları gözlemlenmiştir. Öğrenciler, verilerin deney bilgisayarı tarafından otomatik olarak kaydedildiğini bilmelerine rağmen, verilerin tablo formatında karşısına çıktığını gördüklerinde, verileri manuel olarak kaydetmelerine gerek olmadığını daha iyi anlamışlardır. Bu süreçle ilgili gözlemcinin tuttuğu notlar, öğrencilerin bu deneyimden edindikleri farkındalığı ve SD kart kullanımında yaşadıkları ilk deneyimlere dair önemli bir içgörü sağlamaktadır.

"Öğrenciler SD karttan verileri bilgisayara aktarmayı bilmiyorlar, daha önce kullanmamışlar. Rainbow Sacra Grubunun veri analisti Toprak kartı bilgisayarın üstüne yerleştirdi verilerin bu şekilde aktarılacağını düşündü. Tüm grup için eğlenceli bir andı © Öğrenciler verilerin anlık olarak

kaydedildiğini görmelerine rağmen, SD karttan bilgisayara aktarılan verileri görünce verilerin kaydedildiğine ancak ikna oldular” Araştırmacı Notu, 15 Ocak, 2023

Gruplardan, bilgisayara aktardıkları verilerdeki değişkenleri düzenleyerek dijital tablo haline getirmeleri ve ardından bu verileri grafiklerle görselleştirerek yorumlamaları istenmiştir. Ancak, gruplar grafik çizme sürecini atlayarak yalnızca son sıcaklık değerlerine bakarak yorum yapabileceklerini ifade etmiş ve verileri bu şekilde analiz etmeye çalışmışlardır. Bu yaklaşımın sınırlı bir analiz sunduğunu göstermek ve öğrencilerin daha derinlemesine bir değerlendirme yapmasını sağlamak amacıyla aşağıdaki sorgulama süreci gerçekleştirilmiştir:

Araştırmacı: Bazı arkadaşlarımız grafik çizmeye gerek olmadığını son sıcaklığa bakarak hangi malzemenin daha iyi yalıtım yaptığını belirleyebileceğini söylediler. Son sıcaklığa bakmak malzemelerin yalıtım performanslarını değerlendirmek için yeterli mi sizce?

Aras: Evet öğretmenim. Son sıcaklık düşük olduğuna göre içine daha az ısı geçirmiş demektir, yani daha yalıtıktır.

Araştırmacı: Bu doğru bir değerlendirme olabilir peki son sıcaklığa bakarak sonuca ulaşırsak deney sürecinde bir hata olup olmadığını anlamamız mümkün olur mu?

Poyraz: Nasıl bir hata olabilir ki?

Araştırmacı: Mesela sensörlerden biri yerinden oynamış olabilir?

Toprak: Himm evet son sıcaklığa bakarak böyle bir hatayı göremeyiz. Ama zamanla sıcaklık nasıl değişmiş bakarsak görebiliriz.

Araştırmacı: Kesinlikle. Eğer zamanla sıcaklıktaki değişimi incelersek verilerde bir anormallik olup olmadığını görebiliriz. Sizce böyle bir hata varsa grafikte bu nasıl görülür?

Lale: Grafikte ani bir iniş veya çıkış olabilir. Veya aniden sabit gitmeye başlayabilir.

Araştırmacı: Harika. Size bir şey daha sormak istiyorum. Son sıcaklığa bakarak belirli sıcaklık aralığında çok daha iyi performans gösteren bir malzeme varsa bununla ilgili bir sonuç çıkarabilir miyiz?

Kaya: Böyle malzemeler olabilir mi öğretmenim.

Araştırmacı: Neden olmasın mesela yüksek sıcaklıkta yapısı bozulabilir, eriyebilir? Böylece performansı değişebilir. Ne dersiniz olmaz mı?

Kaya: Olabilir öğretmenim böyle düşünmemiştim hiç.

Lale ve Kaya: Biz bunları ne zaman düşünebileceğiz hocam ya 😊

Araştırmacı: Zamanla tecrübe kazanarak ve olayların farklı taraflarını görmeye çalışarak eleştirel düşünmeyi öğrenebilir insan. O halde sizce bir deneyin

sonuçlarını değerlendirmek için son sıcaklığa bakmak mı daha iyidir. Yoksa verilerden elde ettiğimiz grafiği çizerek detaylı analiz etmek mi?

Aras: Anlaşıldı ☺ Grafiğini çizmek öğretmenim. Hem malzememizin zamanla performansı nasıl onu görürüz hem de hataları fark edebiliriz.

Araştırmacı: Harika! Hadi o zaman ne duruyorsunuz ☺

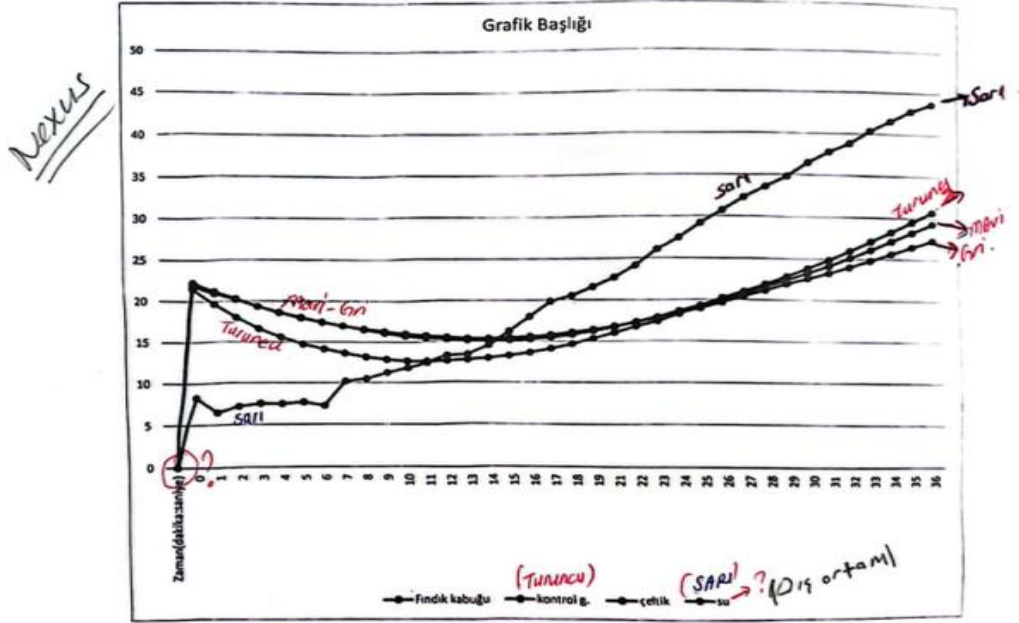
Rehberli sorgulama sürecinin ardından gruplardan, deneysel çalışmalardan elde ettikleri verilerin grafiklerini çizmeleri talep edilmiştir. Ancak, elde edilen sonuçlar, grupların grafik çizme ve bu grafikler aracılığıyla verilerini görselleştirme konusunda öğrencilerin hala zorluk yaşadıklarını ortaya koymuştur (VDD1). Bu durum, rehberlik sürecine rağmen verilerin görselleştirilmesinde temel kavramların yeterince içselleştirilmediğini göstermektedir.

“Nexus grubu üyelerinin çoğunluğu bilgisayarla yapılan işlere karşı oldukça özgüvenli görünüyorlardı. Aralarında standart BİLSEM dersleri dışında bilişim atölyelerine devam eden, kodlama eğitimi görmüş öğrenciler var, bu nedenle dijital işlemlerde kendilerine oldukça güveniyorlar. Ancak yine de Excel’de verileri işleyerek grafik oluşturma sürecinde zorlandıkları görülüyor. Dijital becerilere yatkınlıkları nedeniyle bu konuda daha iyi performans göstereceklerini düşünmüştüm bu alanda oldukça deneyimsiz olmaları benim için beklenmedik bir durum oldu”. (Araştırmacı Saha Notları, 29 Mart 2023)

“Grupların bilgisayarda veri düzenleme, grafik oluşturmaya yönelik tedirginlikleri hala devam ediyor. Rainbow Sacra grubundan Kaya başından beri bu konuda en uç örneklerden biri. Bir önceki etkinlikte verileri bilgisayarda düzenlediklerini ama hala karışık geldiğini söylüyor. Fakat elle düzenlemenin zorluğunu deneyimlediği için bu süreci bilgisayarla gerçekleştirmeye çalışıyor. Grup arkadaşları Lale ve Toprak şu anda onu bu konuda motive etmeye çalışıyorlar. Arkadaşlarını motive etmeye çalışsalar da tüm grup üyeleri hala bu konuda rehberliğe ihtiyaç duyuyorlar” (Araştırmacı Saha Notları, 29 Mart 2023)

Öğrencilerin veri analizi ve özellikle grafikte veri görselleştirme konusundaki hazır bulunuşluklarının beklenen düzeyin altında olduğu ilk etkinlikten itibaren gözlemlenmiştir. Öğrenciler veriyi grafikler kullanarak görselleştirmede, veri analizi için uygun grafiği seçmekte (VDS1) zorlanmışlar, araştırmacının rehberliğine ihtiyaç duymuşlardır. Rehberlik yapıldıktan sonra tüm gruplar grafiklerini çizebilmiş, başlangıçta belirleyemedikleri x ve y

ekseni verilerini belirleyebilmişlerdir. Nexus grubuna ait örnek bir grafik Şekil 34’te verilmiş, bu konu ile ilgili araştırmacı tarafından tutulan saha notu da aşağıda sunulmuştur.



Şekil 34. Verileri grafikte görselleştirme örneği, Nexus Grubu

“Gruplar verileri grafiğe dönüştürmekte hala zorlanıyor. Birden fazla veriyi aynı anda görmek için hangi tür grafik çezeceklerine karar veremediler. Öğretmen rehberliğine ihtiyaç duydular. İlk etkinliğe göre gelişme görülmekle birlikte hala başlangıç değerini grafik üzerinde düzenleyemediler, grafiklerini hem zaman hem sıcaklık için sıfır noktasından başlattılar. Grafik başlığını yazmamışlar. Veri cetveli aralıklarını verilere göre ayarlayamadıkları için grafiklerde çakışmalar olmuştur. Fakat Rainbow Sacra geçen etkinlikte sütun grafiği çizmişti bu etkinlikte doğru grafik türünü seçebildi. Öğrenciler bu becerilerde gelişme gösteriyorlar ama birçok beceriye göre daha yavaş bir gelişme bu.” (Araştırmacı Saha Notları, 29 Mart 2023)

Örüntü tanıma becerilerinde yer alan örüntü bulma, örüntü genelleme alt becerilerine yönelik bulgular grafik çizilmeden önce ve grafik çizildikten sonra farklılık göstermiştir. Veri toplama sürecinde RainBow Sacra ve Nexus grubu topladıkları verilerin örüntüsünde bir terslik olduğunu küçük bir müdahale sorusuyla fark etmişler (VÖB1) ve kaynağını bularak düzeltmişlerdir. Konuyla ilgili araştırmacının gözlem notu aşağıda sunulmuştur

“Rainbow Sacra ve Enfa grubu deney esnasında topladıkları veriler arasındaki örüntüde bir problem olduğunu hemen fark etmediler. Araştırmacı grupların arasında dolaşıp deneysel süreç ve veri toplama süreçleriyle ilgili sorular sorunca fark ederek deney ilerlemeden düzelttiler. Rainbow grubunun sensörü çarpma etkisiyle deney tüpünün çeperine geldiğinden birden sıcaklık artışı oluşmuştu. Enfa grubunda ise sensörlerin yerini ters bağladıklarını dış ortam sıcaklığının daha yavaş artmasından yine rehberlikle fark ettiler. Oysa verileri takip edip örüntünün bozulduğunu fark etmelerini bekliyordum bu aşamada.” (Araştırmacı Günlüğü 15 Ocak 2023l)

Gruplar grafik çizmekte zorlansalar da grafik çizdikten sonra grafikteki veriler arasındaki örüntülerin farkına varmakta (VÖB1) zorlanmamışlar, verileri özelliklerine göre sınıflandırarak (VÖB2) ve verilere ait ortak özelliklerin farkına vararak (VÖB3), veriye dayalı doğru çıkarımlarda (VÖG3) bulunmuşlardır. Verilerden elde ettikleri çıkarımları etkinlik formlarında bulunan ilgili bölüme kısaca yazmışlardır fakat sonuçlar daha çok sözel değerlendirmeler olarak alınmıştır. Gruplar oluşturdukları tablo ve grafikler üzerinden verilerini değerlendirerek en iyi yalıtım yapan malzemeleri tespit etmişler ve verilerden çeşitli çıkarımlarda bulunmuşlardır. Bu süreçte araştırmacı öğrencilere kısa sorularla rehberlik etmekle birlikte, ilk etkinliğe göre performanslarındaki artış açıkça görülmüştür. Bu konu ile ilgili grup değerlendirmelerinden örnekler ve araştırmacının tuttuğu saha notları aşağıda sunulmuştur.

“Rainbow grubu “alüminyum folyo gıdaları sararken kullanıldığı için iyi yalıtım yapacağını düşünmüştük fakat grafiklere bakınca başlangıçta bir süre yalıtım yapsa da sonrasında hızla ısındığını gördük ve alüminyum folyonun uzun süreli iyi bir yalıtım yapmadığını, malzemelerimiz içinde straforun çok daha iyi yalıtım özelliğine sahip olduğunu gördük “

Nexus grubu “bizim grafiğimize göre en iyi yalıtım özelliğine sahip malzeme çeltiktir. Fakat grafikte soğuma sırasında fındık kabuğu ve ikisinin grafiği de üst üste binmişti ısındıkça ise birbirinden ayrıldılar. Sıcaklık artınca çeltik daha iyi yalıtım yapmış galiba”

ENFA Grubu “bizim grafiğimize göre en iyi yalıtım yapan mısır koçanı, zaten sünger gibi biraz. Böyle çıkacağını tahmin etmiştik. Talaş da yalıtım yapıyor ama mısır koçanı kadar değil. Kontrol grubunun dış ortamla eşit olmasını beklerdik ama o da dış ortamdan daha az ısınmış”

“Öğrenciler bir önceki etkinliğe göre grafikleri özgüvenle değerlendirdiler ve oldukça mantıklı çıkarımlar yaptılar. Bu süreçte grafikteki değişimlerle ilgili araştırmacı sorular sorarak müdahalelerde bulunmuş olsa da verilen cevaplar tatmin edici olmuştur.” Araştırmacı Saha Notları, 29 Mart 2023

Öğrenciler özetle; BİDB Veri toplama Temsil Analiz becerilerinde yer alan veri toplama, düzenleme, sunma gibi veri düzenleme becerilerinde gösterdikleri performanslarının birinci etkinliğe göre arttığı ve iyi düzeyde olduğu, ancak bu beceriler altında yer alan verilerin grafikler kullanarak görselleştirmesine yönelik süreç bileşeninin geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu boyuta ait örüntü bulma ve örüntü genelleme becerilerinde de ilk etkinliğe göre oldukça iyi performans gösterdikleri söylenebilir. Öğrencilerin veri analizi ve veri görselleştirme alanlarında dijital yetkinliklerinin artırılması gerektiği düşünülmektedir.

4.3.2.5. Çözümleri değerlendir ve geliştirmeye devam et boyutuna ilişkin bulgular

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri boyutlarından diğeri olan Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutunda yer alan beceriler süreç boyunca elde edilen bulgulara göre değerlendirilmiştir. Bu aşamada öğrencilerden süreç boyunca ortaya çıkacak hata kaynaklarını fark etmeleri, hazırladıkları deneysel adımları test etmeleri, ortaya çıkan hataları ayıklamaları ve çözüme yönelik soyutlama ve genellemelere giderek ilkelere ulaşmaları beklenmektedir. Araştırmacı öğretim tasarımının uygulanması sırasında -fen etniklikleri söz konusu olduğunda- bu boyutta yer alan özellikle test etme, hata ayıklama becerilerin tüm süreçlerde etkin olarak kullanılması gerektiği sonucuna ulaştığından bu bölümde etkinlik boyunca elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Etkinliğin doğası gereği öğrenciler malzeme seçiminde kriterler belirlemiş ve kendilerine yarı yapılandırılmış olarak verilen karar şemasını doldurarak malzemelerini değerlendirmişler sonrasında malzemelerin ısı yalıtımı yapma durumlarını test ettikleri deneysel süreci gerçekleştirmişlerdir. Bu süreçler, ilgili becerilerin aktif olarak işe koşulmasını gerektirmektedir. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Gözlem Formu Veri Toplama, Temsil ve Analiz boyutunda yer alan beceriler, alt beceriler, göstergeler ve göstergelerin kodları Tablo 25’ de verilmiştir.

Tablo 25.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Çözümleri Değerlendirme	Test Etme	DDT1	1. Çözüm için hazırladığı adımları ya da kodlamayı test eder.
	Hata	DDH1	2. Çözüm için hazırladığı adımlardaki ya da kodlamadaki hataları fark eder
	Ayıklama	DDH2	3. Çözüm için hazırladığı adımlardaki ya da kodlamadaki hataları düzeltir.
	Genelleme Yapma	DDG1	4. Bir çözümü farklı bağlamlardaki problemleri çözmek için uygular.
		DDG2	5. Çözüme yönelik bir takım soyutlama ve genellemelere giderek ilke ve yasalara ulaşır.

Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Gruplar çözüm için hazırlanan adımları kısmen test edebilmişlerdir (DDT1).
- Gruplar çözüm için hazırlanan adımlardaki hataları kısmen fark edebilmişler (DDH1)
- Gruplar çözüm için hazırladıkları adımlardaki hataları büyük çoğunlukla düzeltmişlerdir (DDH2).
- Gruplar çözüme yönelik bir takım soyutlama ve genellemelere ulaşabilmişlerdir (DDG2).

Grupların Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formunda yer alana Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutundaki Test Etme becerilerindeki performanslarının ilk modüldeki etkinliklere oranla arttığı görülmüştür. Öğrenciler çözüm için hazırladıkları adımları ön değerlendirme karar şeması sürecinde oldukça iyi, deneysel süreçte ise kısmen test etmişlerdir (DDT1). Bu boyutta yer alan hata ayıklama becerisinde de performanslarında ciddi bir artış meydana gelmiş, çözüm için hazırladıkları adımlardaki hataları kısmen fark

etmişler (DDH1), çözüm için hazırladıkları adımlardaki hataları büyük çoğunlukla düzeltmişlerdir (DDH2).

Öğrenciler yalıtım özelliklerini deneysel olarak test edecekleri malzemelere karar vermek amacıyla ön değerlendirme karar şemasını hazırlarken kriterlerin problem durumuna uygun olup olmadığını grup içerisinde tartışmışlar, kriterlerini önceliklendirdikten sonra malzemelerinin bu kriterlere uyup uymadığını tekrar değerlendirmişlerdir. Bu konu ile ilgili araştırmacı notu aşağıda sunulmuştur

“Öğrenciler yalıtım maddesi ön değerlendirme karar şeması için 8-10 adet kriter belirlediler. Bu kriterlerinden öncelikli olanlara karar verdiler. Hangi kriterin öncelikli olması gerektiğini tartışarak algoritma temelli karar şemasının eksik kısımlarını tamamlıyorlar. Adımlarında birbirine çelişen kriterler olup olmadığını test etmeleri gerektiği yönündeki değerlendirmeleri dikkate alıyorlar. Malzemeleri tek tek algoritma adımlarındaki kritere göre sıralı değerlendirerek bir sonraki aşamaya geçiriyorlar” (Araştırmacı Saha Notları, 15 Mart 2023)

Bu süreçte araştırmacı, kriterler arasında yer alan bir kavramla ilgili öğrencilerin yanılgıları olduğunu fark etmiş, kavram rehberli sorgulama ile yeniden yapılandırmıştır. Gerçekleştirilen rehberli sorgulama, öğretim tasarımının uygulama sürecinde gerçekleştirilen faaliyetlere ışık tutması için örnek olarak aşağıda verilmiştir

“Araştırmacı: Merhaba çocuklar ön değerlendirme karar şemanıza bakıyordum bir şeyi merak ettim. Algoritma şemanızdaki adımlardan birini “yenilenebilir mi?” olarak belirlemişsiniz ama alüminyum bir sonraki aşamaya geçirmişsiniz? Alüminyum folyoyu yenilenebilir bir kaynak olarak görmüşsünüz, değil mi?

Asya ve Poyraz (hemen geri adım attılar): Hocam pardon yanlış mı yaptık? Değiştirelim hemen.

Araştırmacı: Bir dakika, hemen değiştirmek zorunda değilsiniz! Aslında düşünme sürecinizi anlamak istiyorum. Bu benim için önemli. Bana açıklayabilir misiniz?

Asya: Şey... Alüminyum tekrar kullanılabilir, bunun için kutu içeceklerin ambalajlarını çöpe atmıyoruz.

Araştırmacı: Evet haklısın çöp değil kesinlikle. Çok değerli üstelik. Bir kaynağın yeniden kullanılabilir olması onu yenilenebilir yapar mı acaba?

Dağhan: Hocam alüminyum bir metal kullanırız, toplarız sonra uygun sıcaklıkta eritiriz. Hatta 650 derecede filan eriyor ben biliyorum. Sonra tekrar kutu yaparız. Yeniden, yeniden kullanırız.

Araştırmacı: Anlıyorum, sanırım kavramlarla ilgili bir karışıklık yaşıyor. Bana yenilenebilir başka kaynaklar söyler misiniz?

Aras: Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi.

Araştırmacı: Oo harika örnekler. Peki düşünelim alüminyumla bunlar arasında bir fark var sanki.

Dağhan: Tekrar tekrar kullanılabiliyorlar hepsi de.

Araştırmacı: Bence biraz düşününce farkı göreceksiniz? Güneş enerjisi nasıl yeniden kullanılıyor mesela?

Dağhan: Her gün yeniden doğuyor ve ondan her gün enerji üretilabiliyor. Hımm alüminyum yeniden üretilmez, doğru fark bu. Var olan alüminyum kullanıyoruz.

Gerçi madenlerden yeniden çıkar ama o da var olan bir şey, sonuçta ve bitebilir.

Araştırmacı: Çok doğru! Bitebilir ve kendiliğinden yeniden oluşmaz. Yenilenebilir kaynaklar doğada kendiliğinden yenilenen kaynaklardır. Sizin bahsettiğiniz kaynakların başka bir adı vardı sanki bir düşünün bakalım.

Aras: Aaa evet geri dönüştürülebilir ile karıştırdık biz öğretmenim.

Araştırmacı: Evet harika, doğru sonuca ulaştınız! Hata yapmaktan korkmaya gerek yok. Bu düşünce sürecinden geçmek ve bu şekilde hatalar yapmak konuyu çok daha derinlemesine anlamamızı sağlar. Hepimiz öğrenirken hata yaparız, önemli olan hatalarımızdan nasıl ders çıkardığımızdır, değil mi?

Asya: Evet hocam hata yapmaya alıştık aslında ama hala endişeleniyoruz ☺

Toprak gülümseyerek: Hocam bir şey daha var, güneş sönerse biter ama ☺

Araştırmacı (gülümseyerek) O zaman biz de biteriz ve bunları tartışmaya da hiç gerek kalmaz sanki ☺”

Tuna (Enfa) gülerek: Gökteşi ile sürekli alüminyum yağarsa o da yenilenmiş olur o zaman ☺

Araştırmacı: Kavram yanılgılarınızı dünyayı yok ederek çözmeye kalkışmanız da farklı bir bakış açısı oldu çocuklar. Aferin size ☺

Dağhan: Eleştirel düşünün, fikirlerinizde esnek olun demiştiniz ☺

Araştırmacı: Dağhan senden bunu duymak ne güzel. Harika fikirler çocuklar ☺

Şimdilik güncel şartlarla değerlendirerek etkinliğe devam edelim isterseniz ☺”

Öğrenciler, ısı yalıtım malzemelerinin performanslarını değerlendirmek amacıyla hazırladıkları tasarımlarda ve proses şemalarındaki adımları planlama sürecinde, ilk etkinlikte sergiledikleri aceleci yaklaşımlarını terk etmişlerdir. Bunun yerine, adımları daha dikkatli bir şekilde planlamaya ve sürece daha fazla zaman ayırmaya başlamışlardır. Bu durum, öğrencilerin deneyim kazandıkça daha sistematik ve stratejik bir yaklaşım

geliştirdiklerini ve bilimsel çalışmaların planlama aşamasına gereken önemi vermeye başladıklarını göstermektedir. Deneysel tasarımlarındaki ve proses şemasındaki adımları kısmen test etmişler (DDT1), hataların birçoğunu fark etmekle birlikte bir kısmını fark edememişlerdir (DDH1). Fakat hataları kendileri veya rehberlikle fark ettikten sonra hatalarını düzeltmeye (DDH2) yönelik adımları hızlıca atmışlardır. Bu konuda gözlemcinin tuttuğu not aşağıda verilmiştir.

“Öğrenciler artık laboratuvarındaki rollerini talimatları takip etmek olarak görmüyorlar. Başlangıçta zorlanmak onları biraz yorsa da şu an problemleri fark etmek ve çözmekten zevk aldıkları görülüyor. Öğrenciler hata bulmak ve bunları düzeltmek konusunda istekli görünüyorlar” (Araştırmacı Saha Notları, 15 Mart 2023)

Araştırmacının, grupların hata kaynaklarını fark etme ve hataları düzeltme süreçlerine dair saha notlarından öne çıkan birkaç örnek aşağıda sunulmuştur.

“Gruplar, yalıtımda kullanacakları malzemelerin boyutunu başlangıçta önemli bir faktör olarak değerlendirmediler. Ancak, bu durum üzerinde yapılan tartışmalar sonucunda, malzeme boyutlarının bir hata kaynağı oluşturabileceğini fark ettiler. Tartışmalar sırasında, malzeme özelliklerinin deney sonuçlarını etkileyebileceğini göz önünde bulundurarak, kullanılan malzemelerin boyutlarını standart hale getirme gerekliliği fark eden gruplar, malzeme özelliklerini benzer hale getirmek amacıyla öğretmeye uygun olan malzemelerin öğütülmesini önermişlerdir.”

Bu süreç, grupların hata kaynaklarını analiz edebilme ve deney tasarımında daha kontrollü koşullar sağlama bilincini geliştirdiklerini göstermektedir.

“Malzeme miktarlarının eşit olması gerektiği, ile ilgili çıkarımı sadece ENFA grubu yapabilmiştir. Diğer gruplar kısa bir sorgulama sonrası hatalarını fark etmiştir”

“Rainbow grubu tüm malzemelerin özdeş düzeneklerle test edilmesi gerektiğini ilk tasarımlarında dikkate almamışlardır. Fakat sorgulama sonrası hatalarını fark ederek düzeltmişlerdir”

“Deneysel çalışmada doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmek için ne yapmalıyız sorusuna öğrencilerin ilk cevabı olası hata kaynaklarını öngörmemiz ve tedbir almamız lazım oldu. Hata ayıklama kavramını içselleştirmiş görünüyorlar”

“Gruplar sıcaklık sensörlerinin çalışıp çalışmadığını kontrol ettiler, tıpların deliklerini sızdırmaz hale getirdiler. Veri almadan önce veri toplama süreçlerini planladılar.”

“Rainbow Sacra ve ENFA grubu deney esnasında topladıkları veriler arasındaki örüntüde bir problem olduğunu hemen fark etmediler. Araştırmacı grupların arasında dolaşp deneysel süreç ve veri toplama süreçleriyle ilgili sorular sorunca fark ederek deney ilerlemeden düzelttiler. Rainbow grubunun sensörü çarpma etkisiyle deney tüpünün çeperine geldiğinden birden sıcaklık artışı oluşmuştu. ENFA grubunda ise sensörlerin yerini ters bağladıklarını dış ortam sıcaklığının daha yavaş artmasından fark ettiler.” (Araştırmacı Saha Notları, 15 Mart-22 Mart 2023)

Öğrenciler yalıtım malzemelerinin performanslarını değerlendirmiş ve çözüme yönelik bir takım soyutlama ve genellemelere ulaşabilmişlerdir (DDG2). Öğrenciler yoğunluğu az olan maddelerin gözenekli yapısından dolayı daha iyi yalıtım yapabileceği, mısır koçanının boşluklu yapısından dolayı iyi yalıtım özelliği gösterdiği, alüminyum gibi maddelerin yansıtma özelliklerinden dolayı kısa süreli olarak yalıtımda kullanılabileceği çıkarımlarını yapmışlardır. Kısa bir sorgulama ile gözenekli maddelerin ısı yalıtkanı olmasının sebebinin hareketsiz havanın iyi bir ısı yalıtkanı olmasından kaynaklandığı genellemelerine ulaşabilmişlerdir.

Özetle bu aşamada öğrencilerin test etme, hata ayıklama ve genelleme becerileri ilk etkinliğe göre oldukça gelişme göstermiştir. En önemli gelişme ise hata ayıklama ve test etme süreçlerindeki motivasyonlarının oldukça artmış olmasıdır.

4.3.2.6. Öz Denetim boyutuna ilişkin bulgular

Özdenetim boyutu, kuramsal çerçevenin merkezinde bulunmakta ve süreç boyunca her aşamada uygulanması gereken temel becerileri kapsamaktadır. Öğrencilerin karmaşık problemleri çözebilmesi için ısrarcı olma, deneme-yanılma yöntemlerini kullanma, belirsizlikle başa çıkabilme ve kendi potansiyellerini doğru bir şekilde değerlendirme becerileri kritik öneme sahiptir. Birinci modül süresince gerçekleştirilen etkinliklerde öğrencilerin özdenetim boyutunda sergiledikleri performanslar, esas olarak Tablo 26’da sunulan beceri ve göstergelere göre değerlendirilmiştir.

Tablo 26.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Öz Denetim Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Motivasyonu Yönetme	Israrcı Olma	ÖMI1	1. Karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşmak için ısrar eder.
	Deneme Yanılma	ÖMD1	2. Karmaşık bir problemle karşılaştığında çözüme ulaşana kadar farklı yolları denemeye devam eder.
	Belirsizlikle Baş etme	ÖMB1	3. Bir problemi çözerken farklı yollar ve yaklaşımlar bulmak için istek duyar.
Bilişsel Farkındalık	Kendini Değerlendirme	ÖBK1	4. Bir problemle karşılaştığında çözüm üretip üretemeyeceğine ilişkin doğru karar verir
		ÖBK2	5. Bir problemin çözümüne ilişkin olarak neyi bilip neyi bilmediğinin farkındadır.

Öz Denetim boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Öğrencilerin çoğunluğu karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşmak için ısrar etmişlerdir (ÖMI1),
- Öğrencilerin çoğunluğu karmaşık bir problemle karşılaştıklarında farklı yollar bulmayı denemişlerdir (ÖMB1),
- Öğrencilerin çoğunluğu bir problemi çözerken farklı yollar ve yaklaşımlar bulmak için istek duymuşlardır (ÖMB1)
- Öğrencilerin çoğunluğu bir problemle karşılaştıklarında çözüm üretip üretemeyeceğine ilişkin karar verebilmişlerdir (ÖBK1),
- Öğrencilerin çoğunluğunun bir problemin çözümüne ilişkin neyi bilip bilmediklerine yönelik (ÖBK2) kısmen tedirgin oldukları gözlenmiştir.

Etkinliğin başında öğrencilere, yeni bir problem durumuyla karşı karşıya oldukları ve yine birlikte çözüm üretecekleri bilgisi verildiğinde, ilk etkinlikte oldukça zorlandıklarını

hatırlatarak bu kez problemi daha az yardım alarak ya da tamamen yardımsız çözmek istediklerini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, karmaşık problem çözme sürecine yönelik hafif bir endişe taşıdıkları da gözlemlenmiştir. Problem çözme sürecine yönelik tutumları sorulduğunda, problem çözmeyi sevdiklerini ancak bu süreçte zorlandıklarını dile getirmişlerdir. Bu modülde, deneysel tasarımlarını oluştururken öğrencilerin önceki deneyimlerinden faydalanarak daha dikkatli, planlı ve sistematik bir yaklaşım benimsedikleri gözlemlenmiştir.

Problemi hatasız çözme motivasyonlarının birinci modüldeki etkinliklere göre oldukça yüksek olduğu grupların çoğunun karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşmak için ısrar ettikleri (ÖMI1), karmaşık bir problemle karşılaştıklarında farklı yollar bulmayı denedikleri (ÖMB1), bir problemi çözerken farklı yollar ve yaklaşımlar bulmak için istek duydukları (ÖMB1), bir problemle karşılaştıklarında çözüm üretip üretmeyeceğine ilişkin birinci etkinliğe göre daha rahat karar verebildikleri (ÖBK1), bir problemin çözümüne ilişkin neyi bilip bilmediklerine yönelik (ÖBK2) kısmen tedirgin oldukları gözlenmiştir. Araştırmacının bu konuya yönelik olarak tuttuğu saha notları topluca aşağıda sunulmuştur. Bu süreçlerde araştırmacı geri dönütlerde bulunmuş, fakat bu kısımda verilen dönütler değil sadece özdenetim boyutuna ait saha notları na yer verilmiştir.

“Bu etkinlikte tüm gruplar kendi tasarımlarını çizmeye oldukça istekli davranmışlardır. Hala biraz acele ediyorlar fakat zamanla öğrenciler laboratuvarındaki rollerinin kendilerine verilen yönerge ve talimatları takip etmek olmadığını idrak etmeye başladılar. Enfa grubu tasarımından çok emindi. Dağhan ve Tuna araştırmacı tarafından gruba yöneltilen sorular sonrası hata ve eksiklerini fark edince öğretmenim siz doğru cevabı vermeyin biz düzelteceğiz hepsini dedi. Tasarım tamamen kendilerine ait olsun istiyorlar”

“Deney tasarımı yaparlarken Rainbow Sacra grubuna yaklaştığımda, Kaya hocam “Yine bir sürü eksik ve hata yaptık, değil mi?” dedi. Bu düşünceye nereden vardığını sorduğumda, bakışlarımın ona bunu hissettirdiğini söyledi. Hata yapma konusunda daha iyi noktada olsa da hala endişeli olduğunu ve bir işi tam olarak tamamlayamadığında kendisini, sanki hiç yapmamış gibi acımasızca eleştirdiğini net bir şekilde görebiliyorum ancak, önceki etkinliklere göre pes etme eğiliminin önemli ölçüde azaldığını görmek hata yapmaktan korkmama noktasında da kendisini geliştireceğine dair umudumu artırıyor.”

“Nexus grubu deneyin uygulama sürecinde deney düzeneklerini değerleri Nova deney bilgisayarı yerine dijital termometre okuyacak şekilde düzenlediler. Veri

almaya başlamalarına rağmen durumu fark ettiklerinde hayıflanmadan düzeneklerini tekrar kurdular”

“Rainbow Sacra Grubu sensörün çepere değmesinden kaynaklanan hatayı fark ettiklerinde paniğe ve yılgınlığa kapılmadan düzeneği kontrol ettiler. Fakat neden sürekli bir hata yapıyoruz, problem çözme becerimiz zayıf mı diye hayıflandılar.”

“Enfa grubu deneysel süreci gerçekleştirirken sensörleri ters bağladıklarını araştırmacı soruları üzerine fark ettiler. Biraz canları sıkılsa da deneye başlamalarına rağmen hayıflanmadan düzenekleri tekrar kurdular.”

“Kaya veri analizi sürecinin sonunda benden veri analisti olmaz belki ama iyi proses mühendisi ve hata ayıklayıcı olur bence artık dedi. Bunu duymak benim için heyecan vericiydi ama hala kendisini eleştirmekten geri durmaması gülümsetti ☺”

“Öğrenciler artık laboratuvardaki rollerini talimatları takip etmek olarak görmüyorlar. Başlangıçta zorlanmak onları biraz yorsa da şu an problemleri fark etmek ve çözmekten zevk aldıkları görülüyor. Öğrenciler hata bulmak ve bunları düzeltmek konusunda istekli görünüyorlar ve sanki bir oyuna dönüştürmeye başladılar hata ayıklama sürecini”

“Tuna etkinliğin sonunda hocam muhtarın da sorununu çözdük, kendimi süper kahraman gibi hissediyorum yorumunu yaptı ☺” Araştırmacı Saha Notları (15-22-29 Mart 2023)

Bazı öğrencilerin grup içinde düşüncelerini ifade etmekte zorlandıkları ve bu durumun BİD ile ilgili becerileri gerçekleştirmelerine engel teşkil ettiği gözlemlenmiştir. Araştırmacı, bu tür durumları fark ettiğinde hem grupların hem de bu öğrencilerin farkındalık düzeylerini artırmak amacıyla rehberli sorgulama yöntemine başvurmuştur. Bu duruma ilişkin bir örnek aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmıştır:

Nexus grubu, deneysel süreçlerinde veri toplama aracı olarak termometre kullanmaya karar vermiştir. Araştırmacı bu durumu sorgulattığında grup tartışması sırasında Asya’nın fikrini ifade etmekte tereddüt ettiği fark edilmiştir. Araştırmacının müdahalesi ve teşvik edici yönlendirmeleri sonucunda, Asya’nın düşüncesini grup arkadaşlarıyla paylaşması sağlanmıştır. Veri toplama sürecinde gerçekleşen bu durum, özdenetim boyutuyla ilişkili olduğu değerlendirildiğinden, detayları bu bölümde sunulmuştur.

“Araştırmacı: Asya sen grubun veri analisti olarak termometre ile değil dijital sistemle veri toplamanın daha doğru olacağını söyledin ben sorunca, peki arkadaşlarınla daha önce fikrini paylaşmamanın bir nedeni var mıydı?”

Ed (biraz duraksayarak): Hocam galiba...gruptaki herkes farklı düşününce onlara karşı çıkmak istemedim. Dijital ölçümün gerçekten daha iyi olduğundan emin değildim belki de.

Araştırmacı (cesaretlendirici ve keşfetmeye çalışarak): Seni anlıyorum. Bazen, özellikle de fikirlerimizin çoğunluğun fikirlerinden farklı olduğunda bu fikri savunmak zor gelebilir, böyle hissetmek çok normaldir. Peki veri analisti olarak görev aldığında bu rolün sorumluluğu sana ne hissettiriyor? Daha önceki veri toplamayı deneyimlediniz. Bunu düşünerek karar alırken nelere güvenebilirsiniz?

Asya: Verilerin doğru ve güvenilir bir şekilde toplanması benim işim. Bir önceki çalışmada verileri doğru kaydetmenin ne kadar önemli olduğunu fark etmiştik. Verileri başlangıçta kaçırmış deneyi tekrarlamak zorunda kalmıştık.

Araştırmacı: O halde bu deneyimlerine güvenmen gerekmez mi?

Asya: Evet hocam hem çok veri toplayacağız hem de daha güvenilir olduğu için dijital sistem kullanmamız gerektiğini savunmam gerekirdi.

Araştırmacı: Evet, tam olarak bu! Senin rolün burada çok önemli ve bu rolün gerektirdiklerini paylaşmaktan çekinmemelisin. Bundan sonraki aşamalarda, grubun kararlarını etkileyecek konularda fikirlerini net bir şekilde ifade etmen, yalnızca grubun başarısına değil, aynı zamanda kendi gelişimine de katkı sağlar.

Araştırmacı tüm gruba hitaben: Unutmayın, fikriniz yanlış bile olsa bunu açıkça tartışmak hem fikrin sahibine hem de gruptaki diğer üyelere öğrenme ve gelişme fırsatı sunar

Özetle öğrencilerin ikinci modül sonunda özdenetim becerilerinde oldukça güçlü bir gelişme gösterdikleri görülmüştür. Öğrenciler ilk modüle göre motivasyonu yönetme becerileri altında yer alan ısrarcı olma, deneme yanılma ve belirsizlikle baş etme becerilerinde ve bilişsel farkındalık altında yer alan kendini değerlendirme becerilerinde başlangıç düzeyine göre oldukça gelişme göstermişlerdir. Bazı öğrencilerin bu boyutta daha çok desteklenmesi gerektiği de elde edilen bulgular arasındadır.

4.3.3. Ekosistem: Alkım Gezegeninde Yaşam (3. Modül) bilgi işlemsel düşünme becerileri bağlamında değerlendirilmesi

Bu etkinlik, ekosistem, kontrollü atmosfer koşulları ve uzay araştırmaları temaları etrafında yapılandırılmıştır. Etkinlik, öğrencilerin sistem yaklaşımına dayalı düşünme becerilerini geliştirmeyi, bu yaklaşımı farklı bağlamlarda uygulayabilmelerini ve karmaşık problemlere çözüm üretebilmelerini desteklemeyi amaçlayan bir kurgu ile tasarlanmıştır.

Bu doğrultuda, öğrencilerle günlük yaşamda karşılaşılan sistemler, bu sistemlerin bileşenleri ve dinamik işleyişleri üzerine tartışmalar yürütülmüş; sistem yaklaşımı, özellikle ekosistem örnekleri üzerinden somutlaştırılmıştır. Öğrencilerin mevcut bilgi düzeyleri ve hazır bulunuşlukları dikkate alınarak, doğal ve insan yapımı sistemler arasında ilişki kurmaları, sistem bileşenleri arasındaki karşılıklı etkileşimi fark etmeleri ve sistem dengesinin sürdürülebilirliğinde her bir bileşenin kritik rolünü kavramaları desteklenmiştir. Ayrıca, ekosistemlerin dış etkilere karşı tepkileri ve kendi kendini düzenleme mekanizmaları üzerinden, insan faaliyetlerinin sistemler üzerindeki etkisi sorgulamaya açılmıştır. Böylece öğrencilerin, sistemlerin işleyişine dair temel bir anlayış geliştirmeleri ve bu anlayışı sonraki bölümlerde uygulamaya aktarabilmeleri amaçlanmıştır.

Etkinliğin bir sonraki aşamasına geçmeden önce, öğrencilere bu kez daha karmaşık sistemleri içeren bir problem çözme sürecine katılacakları bilgisi verilmiştir. Bu doğrultuda, kontrollü bir sistemde mühendis olarak görev yapan bir uzman konuk olarak sınıfa davet edilerek öğrencilerle deneyim paylaşımına dayalı bir söyleşi gerçekleştirilmiştir. Ardından, öğrencilere yeni bir gezegende yaşam kurmayı konu alan bir senaryo sunulmuştur. Senaryo kapsamında oluşturulan ekiplerden birinin, bu yaşam alanında araştırmacıların gıda ihtiyacını karşılamak üzere kontrollü atmosfer koşullarına sahip bir sera tasarlamakla görevlendirildiği belirtilmiş; öğrencilerin bu AR-GE ekibinin üyeleri oldukları ifade edilmiştir. Bu kapsamda öğrencilerden, öncelikle problemi tanımlamaları, ardından bu probleme yönelik bir çözüm tasarımı geliştirmeleri ve son olarak bu tasarımı değerlendirmeleri beklenmiştir. Senaryonun ikinci aşamasında ise, öğrencilerin belirledikleri sorunlar arasından atölyede çalışabilecekleri üç öncelikli problemi seçmek üzere bir karar şeması oluşturmaları beklenmektedir. Bu üç öncelikli problemi belirledikten sonra, bu sorunlara yönelik otomatikleştirilmiş sistemler tasarımları istenmiştir.

Bu etkinlik, öğrencilerin değişkenler arası ilişkileri inceledikleri önceki deneysel çalışmalardan farklı olarak, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin (BİDB) daha bütünlük ve karmaşık biçimde kullanıldığı bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Önceki çalışmalarda öğrenciler, deneysel süreçleri BİDB bileşenlerini kullanarak gerçekleştirmiş, belirli değişkenleri analiz ederek veri toplamış ve elde ettikleri sonuçlar üzerinden çözüm üretmişlerdir. Bu etkinlikte ise öğrencilerden, çevresel koşulların kontrolünü sağlayacak otomatik bir sera sistemi tasarımları beklenmiştir. Bu doğrultuda öğrenciler, mBlock ortamında programlama yaparak algoritmalar geliştirmiş, bu algoritmaları Arduino ile fiziksel bir sisteme entegre etmişlerdir. Böylece, öğrencilerin karmaşık problem çözme becerilerini programlama ve mühendislik uygulamaları aracılığıyla geliştirmeleri amaçlanmıştır.

4.3.3.1. Problemi tanımlama boyutuna ilişkin bulgular

Etkinliğin ilk bölümünde günlük hayatta karşılaşılan sistemler, bu sistemlerin bileşenleri ve sistemlerin dinamik işleyişi ekosistemler bağlamında öğrencilerle tartışılmıştır. Bu aşamada öğrencilerin mevcut bilgi birikimleri ve hazır bulunuşlukları üzerinden sistem yaklaşımı ve ekosistem ilişkilerine dair bir farkındalık geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu etkinlikte yine bir problem çözecekleri ama bu problemin biraz daha karmaşık sistemleri içereceği bilgisi verildikten sonra kontrollü atmosfere sahip seralarda çalışan yüksek ziraat mühendisi söyleşi için davet edilmiş öğrencilerin problem veya durumu derinlemesine analiz edip etmedikleri sordukları sorulardan yordanmıştır.

Etkinlik, söyleşi sonrası öğrencilerin senaryo aracılığı ile yine bir problemle yüzleşecekleri, verilen bir metne dayalı olarak problemi tanımlamaları ve problemin belirli bir kısmına odaklanmalarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Problemi tanımlama basamağında bu etkinlikte prototip öncesi çizilen ön tasarım, karar şeması da değerlendirmede kullanılmıştır. Özellikle ön tasarım etkinliğin doğası gereği hem problem tanımlama da hem de çözümleri üret, seç, planla basamağı ile iç içe geçmiştir.

Bu süreçte öğrencilerden problemi basit ve anlaşılır bir şekilde ifade etmeleri, problem için gerekli olan bilgiye odaklanmaları, problemi tanımlamaları ve problemi yönetilebilir alt parçalara bölerek alt problemleri belirlemeleri beklenmektedir.

Öğrencilerin problemi tanımlama sürecinde gerçekleştirdikleri adımlar; etkinlik formunda sürece yönelik verdikleri yanıtlar, ders sırasında tutulan gözlem notları ve ders sürecinde elde edilen kayıtların çözümlemeleri dikkate alınarak, betimsel ve içerik analizi yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Problemin tanımlanması aşaması ile ilgili boyutlar, beceriler ve bu becerilere ilişkin göstergeler Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Problemi Tanımlama Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Soyutlama	Basitleştirme	PSB1	1. Problemi basit ve anlaşılır bir biçime indirgeyerek açıklar
	Odaklanma	PSO2	2. Problemin çözümü için gerekli olan bilgiye odaklanır.
	Tanımlama	PST1	3. Problemin ne olduğunu tanımlar.
		PST2	4. Sorunla ilgili olan ve olmayan değişkenleri ayırt edebilir.
		PST3	5. Problemle ilgili gereksiz ayrıntıları göz ardı eder.
		PST4	6. Daha önce benzer problemlerin nasıl çözüldüğünü dikkate alır.
		PST5	7. Karmaşık sistemleri anlamak veya problem çözmeyi kolaylaştırmak için açıklayıcı modeller geliştirir.
Ayrıştırma	Problemi Parçalara Bölme	PAP1	8. Problemleri daha küçük ve yönetilebilir alt problemlere ayırır.
	Alt Problemleri Belirleme	PAA1	10. Üzerinde çalışacağı alt problemi belirler.
		PAA2	11. Üzerinde çalışacağı bağımsız ve bağımlı değişkenleri belirler.

Problemin tanımlanması aşaması ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur:

- Öğrenciler problemi derinlemesine analiz edebilmişlerdir.
- Tüm gruplar problemin çözümü için gerekli olan bilgiye rahatlıkla odaklanabilmişlerdir (PSO1)
- Tüm gruplar problemle ilgili gereksiz pek çok ayrıntıyı göz ardı edebilmiştir (PSO2)
- Gruplar problemi net bir şekilde tanımlayabilmişlerdir (PST1).

- Gruplar problemle ilgili olan ve olmayan değişkenleri iyi düzeyde ayırt edebilmişlerdir (PST2).
- Gruplar problemle ilgili olmayan gereksiz ayrıntıları iyi düzeyde göz ardı edebilmişlerdir (PST3)
- Gruplar daha önce benzer problemlerin nasıl çözüldüğünü dikkate almışlardır (PST4).
- Gruplar problem çözmeyi kolaylaştırmak için açıklayıcı modeller geliştirmişlerdir (PST5).
- Gruplar problemleri çok rahat bir şekilde daha küçük ve yönetilebilir alt problemlere ayırmışlardır (PAP1)
- Üzerinde çalışacağı alt problemleri belirlemeye yönelik herhangi bir zorluk yaşamamışlardır (PAA1).

Araştırmacıyı söz konusu durumların tespitine ve bunların çözümü için aldığı aksiyonlara götüren süreç akışta adım adım açıklanmıştır

Öğrencilerin sistem ve ekosistem farkındalıklarını artırmak ve bu konudaki bilgilerini derinleştirmek amacıyla etkinliğe davet edilen yüksek ziraat mühendisinin paylaştığı bilgiler öğrenciler tarafından büyük bir ilgi ile karşılanmış, konuya yönelik derinlemesine bilgi edinme konusunda öğrenciler yüksek motivasyon sergilemişlerdir. Öğrenciler, ziraat mühendisine konuyu derinlemesine analiz edebilmek amacıyla “*Serada yetiştirilecek bitkileri neye göre seçiyorsunuz?*”, “*Isıtma için hangi kaynakları kullanıyorsunuz?*”, “*Topraksız tarım yapmanızın nedeni nedir?*”, “*Topraksız tarımla ve kontrollü kapalı bir ortamda yetişen gıdaların besin değeri, toprakta yetişenlerden farklı mı?*”, “*Yerçekimsiz ortamda denemeler yapıyor musunuz?*”, “*Serada gece bir problem çıktığında kim müdahale ediyor?*”, “*Seralardaki yüksekliğin bir önemi var mı?*” ve “*Isıtma sistemi bozulduğunda alternatif çözümlerinizi nelerdir?*, *Paylaştığınız grafikte sıcaklık sabit değildi ortamın soğumasına izin mi verdiniz?*” gibi sorular yöneltmişlerdir.

Öğrencilerin konuyu derinlemesine öğrenme motivasyonları ve problemi derinlemesine analiz etme becerilerinde gösterdikleri gelişime dair araştırmacı notu aşağıda sunulmuştur.

“Öğrenciler Selman Beyi büyük bir ilgi ile karşıladı, anlattıklarını dikkatle dinliyorlar. Notlar alıyorlar, bir şey kaçırmak istemedikleri için ses kaydı alıp alamayacaklarını sordular. Oldukça eleştirel, konuyu derinlemesine analiz

edebilecekleri nitelikte, yerinde sorular soruyorlar. Tarım 4.0 özellikle ilgileri çekti”

Araştırmacı Notu, 23 Şubat

Sunum sonrası yeni bir problem çözme süreci başlamıştır. Bu süreç Türkiye Uzay Ajansı (TUA) ekipleri tarafından Güneş Sistemi'ne yakın bir yıldız sisteminde Dünya'ya benzer bir gezegenin keşfedilmesiyle başlamaktadır. Öğrencilere bu gezegeni tanıtmaya yönelik olarak gezegenin atmosfer, iklim, toprak, ışık, uydular gibi özelliklerini içeren detaylı bir metin sunulmuştur. Öğrencilerden, bu gezegendeki gıda ihtiyacını karşılamak için kontrollü atmosfer koşullarına sahip bir sera tasarlamakla görevli TUA Ar-Ge ekibinin üyeleri rolünde gezegenin çevresel koşullarını analiz etmeleri, sera tasarımı için önemli olacak, kritik faktörleri belirlemeleri ve gezegenin özel koşullarına uygun bir sera sistemi tasarlamak için dikkate alınması gereken önemli problemleri tespit ederek 3. Etkinliğe ait Ek1. Alkım Gezeninde Sera Tasarlıyorum (Ek-12) çalışma kağıdının ilgili bölümüne kaydetmeleri istenmiştir. Bu çalışma kâğıdı üç bölümden (önemli ve gerekli özellikleri belirleme, bu belirlenen özellikleri dikkate alarak tasarım yapma, tasarımdaki hataları, eksikleri bulma) oluşmaktadır. A3 büyüklüğünde çoğaltılarak öğrencilere verilmiştir.

İlgili çalışma kağıdının doldurulması sürecinde gruplar, tüm üyelerin katılımıyla aktif bir grup içi tartışma yürütmüş ve gezegenin özellikleri doğrultusunda bitki yetiştirmede dikkate alınması gereken faktörleri belirlemiştir. Şekil 35, Şekil 36 ve Şekil 37’de grupların çalışma kağıtlarının ilgili bölümleri yer almaktadır. Tüm grupların problemin çözümü için gerekli bilgiye odaklandıkları (PSO1), *değişken ışık yoğunluğu, yetersiz su, sıcaklık aralığı, toprak azlığı* gibi önemli odak faktörlere cevaplarında yer verdikleri görülmektedir. Cevaplarının içerisinde yeryüzü şekilleri gibi konunun odağından uzak çok az unsurun yer aldığı karbondioksit miktarı gibi metinle ilgisiz tek bir cevabın yer aldığı görülmektedir. Öğrencilerin metin içerisinde yer alan ve problemle ilgili olmayacak; gezegenin uyduları, gezegenin dönüş yönü, jeolojik aktiviteler gibi pek çok gereksiz ayrıntıya cevaplarında yer vermeyerek problemle ilgili gereksiz ayrıntıları göz ardı ettikleri (PST3), sorunla ilgili olan ve olmayan değişkenleri ayırt edebildikleri (PST2) ve problemi net bir şekilde tanımlayabildikleri (PST1) sonucuna ulaşmıştır.

Grup Adı: NEXUS GRUBU
 3. Etkinlik: Allkım Gezegeninde Yaşam
 Ekl. Allkım Gezegenine Sera Tasarlıyorum

Allkım gezenin özelliklerini düşündüğünüzde, bitki yetiştirmek için gezegenin hangi özelliklerini dikkate almanız gerektiğini düşünüyorsunuz?

• Atmosferdeki fazla nem ve organ.....	• Işık alma süresi ve miktarı.....
• Günlük sıcaklık farkı.....	• Toprak az olması.....
• Yetersiz toprak su miktarı.....	•
• Yer yüzü şekilleri.....	•
• Yeterli nemin fazla olması.....	•
• Fazla nüzgarlı olması.....	•

Sera Tasarımımız

Şekil 35. Etkinlik formu problemi tanımlama bölümü, Nexus grubu

Grup Adı: En fa
 3. Etkinlik: Allkım Gezegeninde Yaşam
 Ekl. Allkım Gezegenine Sera Tasarlıyorum

Allkım gezenin özelliklerini düşündüğünüzde, bitki yetiştirmek için gezegenin hangi özelliklerini dikkate almanız gerektiğini düşünüyorsunuz?

• Atmosferdeki gazlar.....	•
• Sıcaklık farkı.....	•
• Su azlığı.....	•
• Yetersiz ışık.....	•
• Dışarıdaki toprak azlığı.....	•
• Toprak azlığı.....	•
• Hava durumu.....	•

Şekil 36. Etkinlik formu problemi tanımlama bölümü, Enfa grubu

Grup Adı: Rainbow Sacta
 3. Etkinlik: Allkım Gezegeninde Yaşam
 Ekl. Allkım Gezegenine Sera Tasarlıyorum

Allkım gezenin özelliklerini düşündüğünüzde, bitki yetiştirmek için gezegenin hangi özelliklerini dikkate almanız gerektiğini düşünüyorsunuz?

• Işık (çok fazla değil, yeterli) ✓	• Yetersiz su.....
• Su var (az) ✓	• Dışarıdan ışık.....
• Sıcaklık ✓	• Atmosferdeki organ gazları.....
• Nem var (az) ✓	•
• Toprak (yıl) dışarıdan toprak (yıl) ✓	•
• CO ₂ (karbondioksit) ✓	•

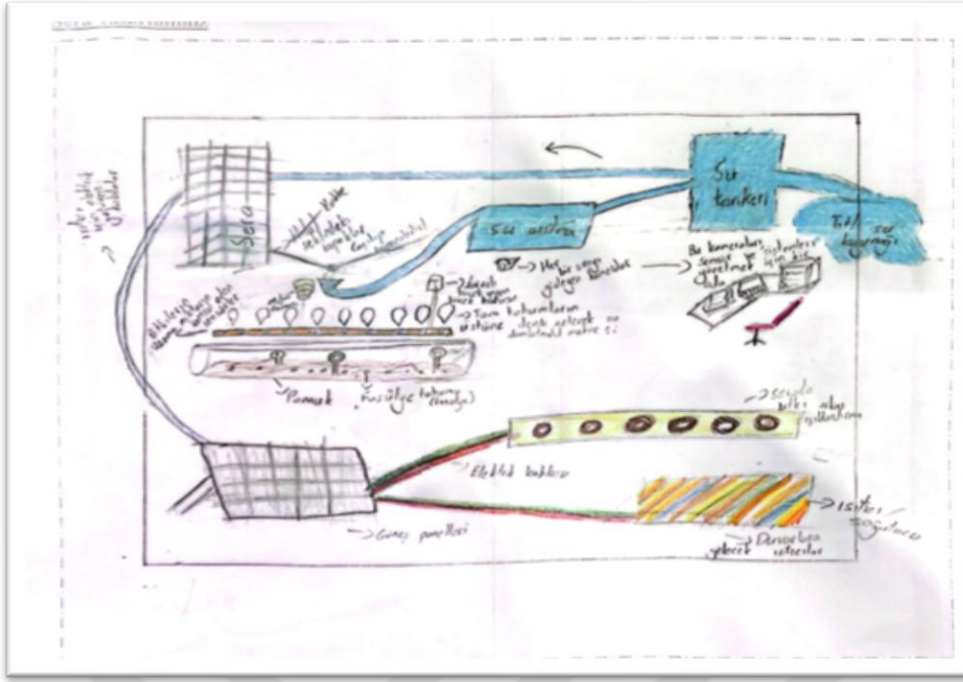
Sera Tasarımımız

Şekil 37. Etkinlik formu problemi tanımlama bölümü, Rainbow grubu

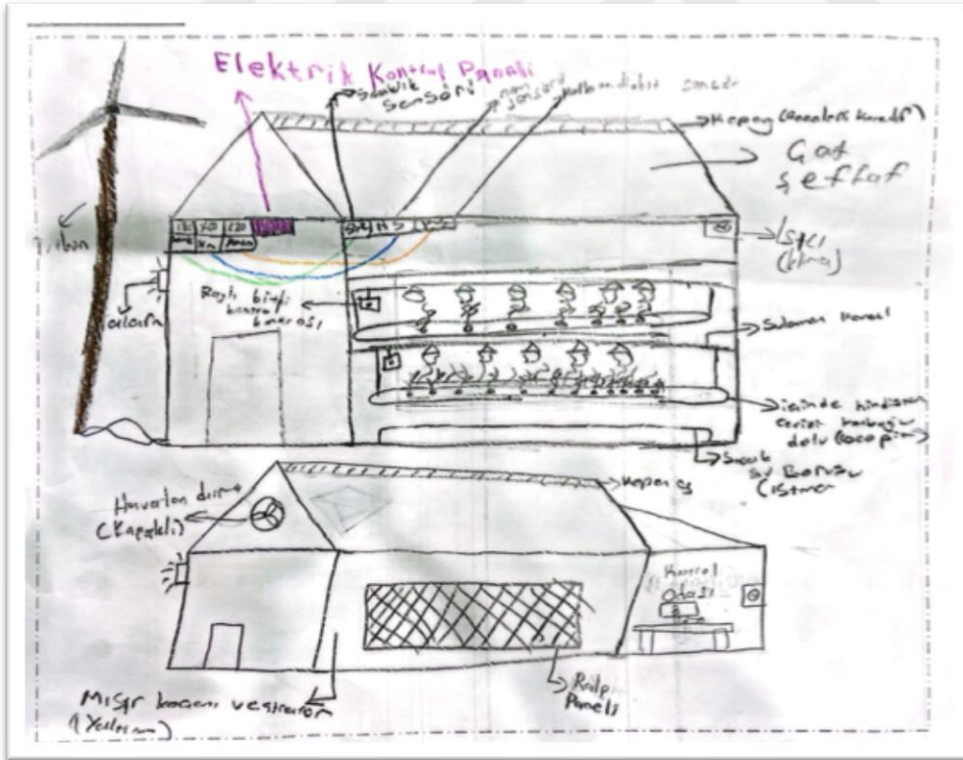
Gruplar, bitki yetiştirmek için gezegenin dikkate alınması gereken özelliklerini belirledikten sonra, bu özellikleri göz önünde bulundurarak seranın ana unsurlarını belirlemiş ve sera tasarımını gerçekleştirmişlerdir. Bu tasarım geliştirme sürecinde BİD'in farklı boyutlarında yer alan farklı beceriler işe koşulduğundan diğer bölümlerde de tasarım sürecinde elde edilen bulgulara yer verilecektir. Bu bölümde grupların yaptıkları tasarımların problemi tanımlama bağlamında analizi sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Gruplar tasarım sürecinde etkili bir problem çözme yaklaşımı sergilemiş, belirledikleri unsurları dikkate alarak tasarımlarını çizmişlerdir. Grupların tasarımları analiz edildiğinde belirledikleri problemlere çözümler içeren tasarımlar yaptıkları, ziraat mühendisinin verdiği bilgilerden yola çıkarak serada çeşitli önlemler aldıkları ve bu bilgileri daha önceki benzer problemlerin nasıl çözüldüğünü dikkate alarak (PST4) kendi tasarımlarına uyarlamışlardır. Karmaşık sistemleri anlamak için açıklayıcı modeller geliştirerek (PST5) seradaki sistemleri görsel modellerle açıklamışlardır. Örneğin Rainbow Sacra'nın bitki alanının bir kesitini çizmesi ve ENFA grubunun seranın dış ve iç görünümünü detaylı bir şekilde hazırlaması, karmaşık yapıları anlaşılır kılma çabalarını yansıtmaktadır. ENFA grubunun seranın ışık almayan yüzeyine yalıtım ekleme fikri ve Nexus grubunun enerji problemini çözmek için farklı enerji kaynaklarını kullanması da benzer problemlerin nasıl çözüldüğünü dikkate almaya (PST4) dair örnekleri arasında yer almaktadır. Bu analiz, öğrencilerin karmaşık problemleri basitleştirmek ve yönetilebilir hale getirmek için ön bilgilerini kullandıklarını ve tasarımlarını açıklayıcı modellerle desteklediklerini göstermektedir. Şekil 38, Şekil 39 ve Şekil 40'ta grupların tasarımları görülmektedir. Öğrencilerin tasarım geliştirme süreci ile ilgili araştırmacı gözlem notu da aşağıda sunulmuştur.

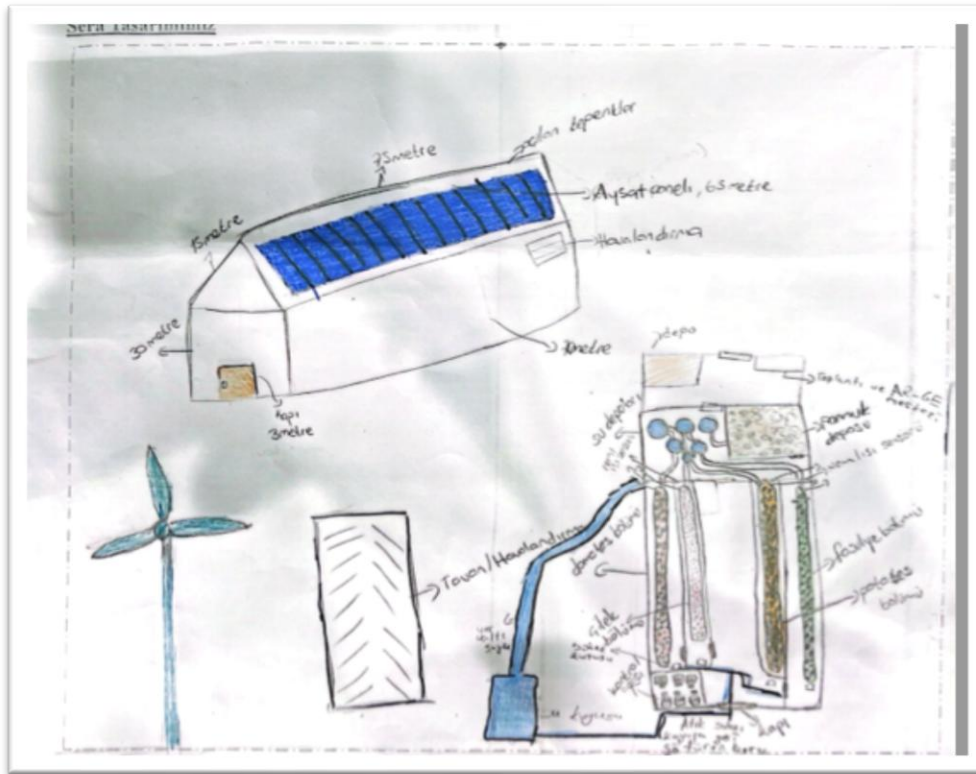
“Öğrenciler tasarımlarını büyük bir özenle hazırlıyor. Çizim yaparken, hem problemleri sırayla değerlendirip onlara dair önerilerde bulunarak ilerliyorlar. Ayrıca, ziraat mühendisinin verdiği bilgilere dayanarak serada farklı durumlar için önlemler almışlar. Oldukça ayrıntılı çizimler yapıyorlar. Rainbow Sacra grubu, bitki alanını çizdikten sonra, ayrıntılı bir kesitini de çizmiş. Nexus ise gezegene sürekli malzeme taşımak zor olur diye depo çizmiş. Bu problemleri yazmadıkları halde değerlendirerek çizimde yer vermişler Enerji olayını çok ciddiye almışlar ve hem rüzgâr hem de Ralp paneli çizmiş. ENFA grubu ise seranın hem dış görünümünü hem de iç görünümünü çizmiş. Son anda fark ettiğim bir detay beni gülümsetti: ENFA grubu, seranın ışık almayan dış yüzeyine mısır koçanı ve strafomla yalıtım yapmışlar.”



Şekil 38. Sera tasarımı, Rainbow Sacra



Şekil 39. Sera tasarımı, Enfa Grubu



Şekil 40. Sera tasarımı, Nexus Grubu

Gruplar, tasarımlarını çizim yoluyla ifade ettikten sonra, hazırladıkları görselleri akıllı tahta aracılığıyla sınıfla paylaşmışlardır. Tasarımları ve sunum sırasında problemi ele alış biçimleri değerlendirildiğinde öğrencilerin problemi daha küçük yönetilebilir alt problemlere ayırabildikleri görülmüştür (PAP8). Bu süreçle ilgili araştırmacının gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

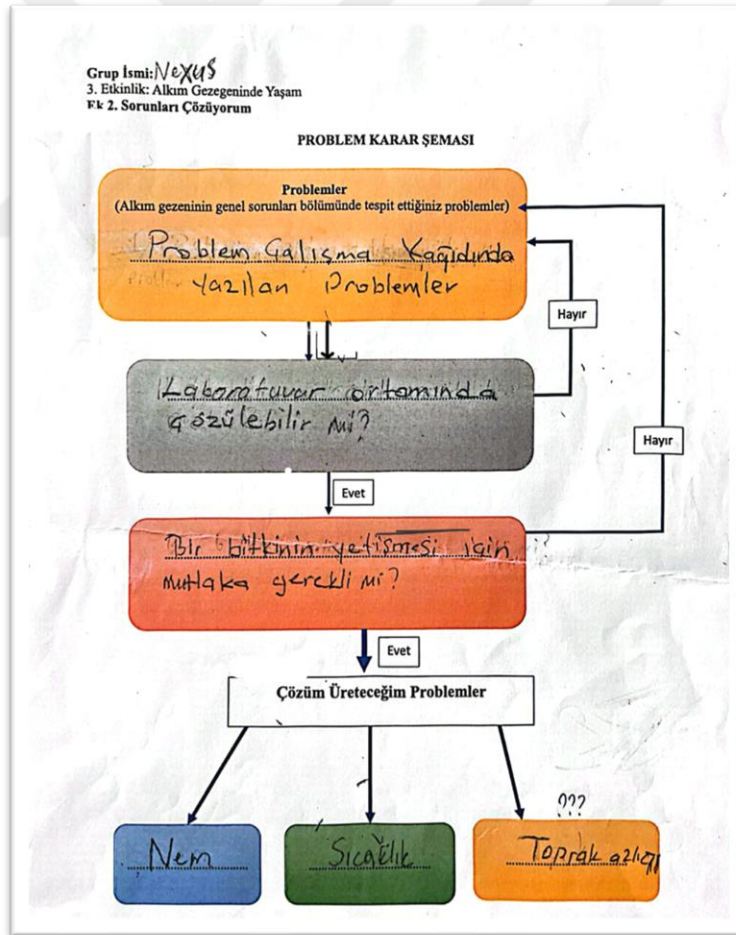
“Öğrenciler tasarım sunumlarını keyif alarak yaptılar, sorulan sorulara ayrıntılı cevap verdiler. Her problemi tek tek ele alış yaklaşımlarını, sistematik bir şekilde anlattılar. Eleştirileri dinleyerek notlarını etkinlik formunun ilgili kısmına not aldılar”

Tasarımlar tüm gruplarla değerlendirildikten sonra ise kâğıt üzerinde tasarladıkları seraya ait bir prototip yapmaları bunu yaparken de bitki yetişmesi için olmazsa olmaz en önemli üç gerekliliği kendilerine verilen yarı yapılandırılmış problem karar şemasını doldurarak belirlemeleri beklenmiştir. Burada amaç problemlerin tamamını çözmelerinin mümkün olmadığı durumlarda problemler içerisinde en önemlilerini seçebilmelerini sağlamaktır. Bu karar şeması öğrencilerin problemi tanımlamaya yönelik karşılaştıkları zorlukları gidermek amacı ile algoritmik düşünmeyi de geliştirici bir aksiyon olarak gerçekleştirilmiştir.

Öğrenciler, problem seçme karar şemalarını hızlı ve etkili bir şekilde yapılandırarak bu süreçte zorlanmadıklarını göstermişlerdir. Bu konu ile ilgili araştırmacı tarafından tutulan gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

“Öğrenciler, karar şeması doldurmayı adeta bir oyun gibi görmeye başladılar. Nexus grubunun “Yerçekimini nasıl test edeceğiz?” sorusu üzerine, araştırmacı tarafından yönlendirilen küçük bir tartışma sonrasında problem karar şemasına “laboratuvar ortamında çözülebilecek bir problem mi?” kriterini eklemeye karar verdiler. Kriter şemasını doldurarak gruplar üzerinde çalışacakları alt problemleri nem, sıcaklık, ışık, toprak azlığı olarak belirlediler”

Öğrenciler problem belirleme karar şemasını kullanarak üzerinde çalışacakları alt problemleri oldukça kolay bir şekilde belirlemişlerdir (PAP1). Karar şemasını oluştururken kriter belirlemekte biraz güçlük yaşamışlar bu zorluk rehberlikle aşılmıştır. Nexus grubuna ait örnek bir karar şeması Şekil 41’ de sunulmuştur.



Şekil 41. Problem tanımlama karar şeması örneği, Nexus grubu

Karar şeması öğrenciler tarafından oldukça çok sevilmiş ve problemin tanımlanmasında da öğrenciler zevkle kullanmıştır. Öğrencilerin etkinlik değerlendirmelerinde karar şeması ile ilgili olarak pek çok olumlu dönüt vermiş. Gerçek yaşamda da bu mantığı kullanmaya başladıklarını belirtmeleri önemli bir bulgu olmuştur. Araştırmacı odak görüşme sırasında “*Odak görüşme formunda yer alan bu etkinlikte size fayda sağlayan, geliştiren yönler var mı? Bunlar nelerdir ve neden?*” sorusunu yöneltmiş ve bu soruya verilen cevaplardan biri aşağıda sunulmuştur.

“Aras: Evet hocam, kesinlikle var mesela karar şeması yöntemi, problem çözmemizi çok kolaylaştırdı. Hatta b bunu gerçek hayatta da uyguladım.

Araştırmacı: Harika! Peki, nasıl bir durumda kullandığını anlatabilir misin?

Aras: Hocam okulda kurs seçmekte kullandım. Kriterlerimi belirleyerek ve eleyerek.

Araştırmacı: Bu seçim sürecinin ayrıntılarını merak ettim, anlatabilir misin?

Ece: Tabii hocam. Okulda yazın da devam edecek bir etkinlik planlandı, kurs kulüp gibi bir şey. Bunlardan birini seçmem gerekiyordu ama çok kararsızdım. Aslında arkadaşlarımla birlikte olmak istiyordum, ama aynı zamanda ilgi alanlarıma uygun bir kulüp seçmek istiyordum. Bilseme geldiğim için zaman da önemliydi benim için. Seçenekler arasında kaybolunca bu etkinlikte öğrendiğimiz karar şeması yöntemini uygulamaya karar verdim. Öncelikle burada yaptığımız gibi kriterlerimi belirledim ve önem sırasına göre sıraladım “Bu kulüp ilgi alanıma uygun mu?”, “Kulüp çok zaman alıyor mu?”, “Kulübün sonunda bir yarışma veya fuar gibi etkinlik var mı?”, “Bu kulüpte anlaşabileceğim arkadaşlarım var mı?” Her seçeneği bu kriterlere göre değerlendirdim ve süzgeçten geçmeyen kulüpleri eleye eleye karar verdim.

Araştırmacı: Neye karar verdin peki ☺

Aras: İlk olarak resme gitmeyi düşündüm çünkü en iyi anlaştığım arkadaşım resim seçecekti, resim yapmayı seviyorum ama çok büyük ilgim olmadığı için ilk kriterime uymuyordu, bu yüzden onu üzümlere de olsa elledim ☺. Spor etkinliklerine baktım, çünkü spor yapmayı seviyorum ve bu benim ilgi alanıma uyuyordu. Ama hafta sonu maçları ve ekstra antrenmanlar olabileceğini söylemişti öğretmenimiz bu nedenle çok zamanımı alacaktı. İkinci kriterime uymadığı için onu da elledim. Son olarak bilim kulübü ve robotik kulübü arasında kaldım. İkisi de üç kriterimi karşılıyordu: İlgi alanıma uygundu, çok zamanımı almıyordu, sonunda bir yarışmaya katılma fırsatım da olabilecekti ama robotik kulübünde daha iyi takım olabileceğim ve birlikte uyum sağlayacağım arkadaşlarım olduğundan ona karar verdim.

Araştırmacı: Sonuçtan memnun kaldın mı?

Aras: Evet hocam, çok memnunum. Robotik kulübü benim için hem eğlenceli hem de öğretici, yazın da devam edeceğim. Eğer karar şeması yapmasaydım, belki de çok sevdiğim arkadaşımın olduğu kulübü seçer ama sonrasında ilgi alanıma uymadığı için mutsuz olabilirdim.

Araştırmacı: Çok etkileyici bir süreç. Burada öğrendiğiniz problem çözme süreçlerini sadece ders kapsamında değil gerçek hayatta da uygulamanıza çok sevindim. 😊

Bu diyalog sırasında Tuna bir malzeme alırken, Poyraz da kuzeniyle köyde bir oyun oynarken karar şemasından faydalandıklarını örnekledirdiler. Etkinlik sırasında karar şemalarını kullanmaktan keyif aldıkları görülmekle birlikte, öğrencilerin bu yöntemi gerçek yaşam bağlamında problem çözme süreçlerinde uygulamaları, dikkat çekici ve önemli bir bulgu olarak değerlendirilmiştir.

Öğrenciler özetle; BİD'in problemi tanımlama boyutunda yer alan tüm becerilerde ikinci etkinliğe göre yüksek performans sergilemişlerdir. Öğrenciler problemleri derinlemesine analiz etmişler, problemi basitleştirebilme, probleme odaklanabilme ve problemi tanımlama gibi soyutlama becerilerini başarılı bir şekilde kullanmışlardır. Aynı zamanda öğrenciler problemleri basit parçalara ayırma ve alt problemleri belirleme becerilerinde de üst düzey bir performans göstererek ayrıştırma yeteneklerini geliştirmişlerdir. Genel olarak, öğrenciler probleme dair soyutlamalar ve ayrıştırmalar yaparak problemi tanımlamada performanslarını oldukça arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Fakat problemi soyutlama sürecine dair çalışmalara daha çok ihtiyaç vardır.

4.3.3.2. Veri toplama, temsil ve analiz boyutuna ilişkin bulgular

Bu etkinlikte diğer etkinliklerden farklı olarak gruplar veri toplama süreçlerini ikincil veri kaynakları üzerinden yürütmüşlerdir. İkincil veriler, daha önce başka araştırmacılar veya kuruluşlar tarafından toplanmış ve yayınlanmış bilgilerdir. Öğrencilerin, tasarlayacakları kontrollü atmosfer ortamlı serada yetiştirecekleri bitkiler için uygun sıcaklık, nem ve ışık koşullarını belirlemek amacıyla güvenilir kaynaklardan araştırma yaparak ilgili verileri toplamaları istenmiştir. Bu süreçte öğrencilerden beklenen veri toplama, verileri düzenleme, verileri tablolar şeklinde sunma, veriler arasındaki örüntüleri bulma ve bu örüntülerle ilgili genelleme yapabilmeleridir.

Bu süreçte öğrencilerin etkinlik formları, araştırmacının gözlem notları ve ders kayıtlarının çözümlenmesinden elde edilen veriler hem betimsel olarak hem de içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Veriler betimsel olarak değerlendirilirken kullanılan Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Gözlem Formu Veri Toplama, Temsil ve Analiz boyutunda yer alan alt boyutlar, beceriler, göstergeler ve göstergelerin kodları bulguların okuyucu için daha anlaşılır olmasını sağlamak amacıyla Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Veri Toplama Temsil Analiz Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Veri	Veri	VDV1	1. Amaca uygun verileri bir araya getirir.
Düzenleme	Toplama	VDV2	2. Verileri toplamak için uygun yaklaşımları seçer.
		VDV3	3. İlgili kaynaklardan ya da araştırma sonucunda gerekli verileri toplar.
	Düzenleme	VDD1	4. Uygun grafikler, çizelgeler ya da tablolar kullanarak verileri görselleştirir.
		VDD2	5. Verileri düzenlemek için dijital araçları kullanır.
	Sunma	VDS1	6. Verileri uygun grafikler, çizelgeler, kelimeler veya resimler halinde betimler.
Örüntü Tanıma	Örüntü Bulma	VÖB1	7. Veriler ya da şekiller arasındaki örüntüleri farkına varır.
			8. Verileri özelliklerine göre sınıflandırır.
			9. Verilere ait ortak özelliklerin farkına varır.
	Örüntü	VÖG1	10. Sınıflandırılmış veriyi anlamlandırır.
	Genelleme	VÖG2	11. Veriye dayalı modeller oluşturur.
		VÖG3	12. Veriye dayalı sonuç çıkarır.

Veri toplama, temsil ve analiz boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Gruplar amacına uygun verileri bir araya getirebilmişlerdir (VDV1).

- Gruplar amacına uygun veri toplamak için uygun yaklaşımları temel düzeyde bir rehberlikle seçebilmişlerdir (VDV2).
- Gruplar ilgili kaynaklardan gerekli verileri kolaylıkla toplayabilmişlerdir (VDV3).
- Öğrenciler verileri temel düzeyde bir rehberlikle tablolar kullanarak kolaylıkla görselleştirebilmişlerdir (VDD1).
- Öğrenciler toplanan verileri uygun kelimler kullanarak betimleyebilmişlerdir (VDS1).
- Gruplar verileri düzenlerken dijital araçlar yardımı kullanmışlardır (VDD2).
- Veriler ya da şekiller arasındaki örüntülerin farkına varmışlardır (VÖB1).
- Verileri özelliklerine göre sınıflandırabilmişlerdir (VÖB2).
- Verilere ait ortak özelliklerin farkına varmışlardır (VÖB3)
- Veriye dayalı sonuç çıkarabilmişlerdir (VÖG3)

Öğrenciler, kontrollü atmosfere sahip bir sera prototipi tasarlayabilmek için sıcaklık, nem ve ışık gibi ana faktörleri belirlemişlerdir. Bu aşamadan sonra bu faktörlere uygun bir otomasyon sistemi geliştirebilmek amacıyla, öncelikle hangi bitkiyi seçeceklerine karar vermeleri gerektiği çıkarımını yapmışlar, bu amaçla sera prototipi için seçecekleri bitkiye ilişkin gerekli verileri toplamaları gerektiğini tespit etmişlerdir. Bu süreçte öğrencilerin bitki önerileri tahtaya yazılmış, büyük grup tartışması sonucunda üç bitki önerisi ortaya çıkmıştır. Üç bitki arasından, yetiştirecekleri bitkiye karar vermek için uygun yöntemle veri toplamaları gerekmiştir. Öğrenciler bu aşamada toplayacakları verileri nasıl görselleştireceklerine dair tereddüt yaşamışlar araştırmacı rehberliğinde uygun bir veri toplama tablosunu hazırlamışlardır. Bu rehberlik süreci aşağıda verilmiştir.

“Araştırmacı: Bu bitkilerden hangilerini seçeceğimize nasıl karar vereceğiz?”

Irmak: Hocam çok su istemesin, bir de çabuk büyüsün? (Öğrencilerin çoğu destek verdi)

Dağhan: Besleyici bir şey olsun, ot gibi olmasın ☺

Tuna: Pamukta yetişebilmeli hocam, biz burada pamukla yapacağız değil mi?

Araştırmacı: Bitki yetiştirme kısmı zaman alabilir yapamayabiliriz. Fakat pamuk yerine ne dememiz daha uygun olur?

Doruk: Topraksız tarıma uygun olmalı diyebiliriz hocam.

Araştırmacı Harika! Tahtaya bunu da yazdık.

Fırat: Aslında yine kriter belirliyoruz yine değil mi hocam. (Peki şu an saydığımız özelliklerle ne yapmaya çalışıyoruz biz demeden öğrenci fark ederek kendisi söyledi)

Araştırmacı: Evet Fırat. Ama bu defa çok sevdiğiniz karar şeması yok ☺ Bitkilerin büyüme koşullarını karşılaştıran bir tablo yapacağız. Eklemek istediğiniz başka bir şey var mı?

Asya: Hocam yetiştirme sıcaklığı da önemli bence. Sistemde bunu da otomatik yapacağız çünkü?

Araştırmacı: Çok haklısın! Güzel bir noktaya değindin. O halde bu araştırmalarımızı yaparken otomasyon için gerekli verilerimizi de elde etmiş oluyoruz değil mi?

Kaya: Evet hocam ona göre kodlama yapacağız, ben yapabilecek miyim bilmiyorum ama ☺ (gülüşmeler)

Araştırmacı: Sen nelerin üstesinden geldin Kaya ☺ (gülüşmeler)

Araştırmacı: Evet çocuklar şimdi size verdiğim veri tablosuna sıra ile bu özellikleri ve bitkileri yazın lütfen. Her grup araştırmasını yaptıktan sonra birlikte seçim yaparız.”

Gruplar araştırmalarını gerçekleştirirken araştırmacı gruplara temel düzeyde rehberlik etmiştir. Bu süreçle ilgili araştırmacının “grup çalışmasında öğrencilerin çoğu araştırmalarını güvenilir kaynaklardan yapmaları gerektiğini ifade ettiler. Bitkilerin yetiştirme koşullarını bularak veri tablolarına kaydettiler. Rainbow Sacra grubu karşılama çimlenme sıcaklığı çıkınca onu da sıcaklık kısmını ikiye bölerek yazmışlar” şeklinde tuttuğu not öğrencilerin araştırmaları güvenilir kaynaktan yapmaları gerektiğini bildikleri veri toplamak için araştırmacı rehberliği ile uygun yaklaşımları seçtiklerini (VDV2) göstermektedir.

Öğrenciler topladıkları verilerle veri tablosunu oluşturmuşlardır Enfa grubu veri tablosunu dijital olarak bilgisayar ortamında hazırlamak isteyince tüm gruplara word ortamında veri tablosu verilmiştir. Karar verme aşamasının portfolyolarında bulunması için doldurulan tabloların çıktısı alınarak gruplara verilmiştir. Veri tabloları incelendiğinde tüm grupların sera tasarımında kullanacakları bitkiye karar vermek için gerekli verileri bir araya getirdikleri (VDV1), ilgili kaynaklardan gerekli verileri toplayarak veri tablosuna kaydettikleri (VDV3) görülmüştür. Yeni bir veri türü olmasından dolayı topladıkları verileri temel bir rehberlikle tablolar kullanarak görselleştirdikleri (VDD1), verileri düzenlemek için dijital araçları kullandıkları (VDD2), toplanan verileri uygun kelimler kullanarak

betimledikleri (VDS1), görülmüştür. Şekil 42' de ENFA grubuna ait veri tablosu örnek olarak sunulmuştur.

Öğrenciler tablodaki verileri değerlendirerek bitkilerin yetiştirme koşullarındaki benzerlik ve farklılıkları kolaylıkla fark etmiş, veriler arasındaki örüntüyü kolaylıkla tanımlamışlardır (VÖB1), bitkilerin farklı yetiştirme koşullarını göz önünde bulundurarak verileri özelliklerine göre sınıflandırmışlar (VÖB2), örüntü tanımlama ve sınıflandırma yapabilme becerisi öğrencilerin doğru bir seçim yapmasını sağlamıştır.

Grup Adı: ENFA
Alkım Gezegeninde Yaşam
Ek 2. Bitkimi Seçiyorum

Özellikler	Fasulye	Misir	Domates
Sıcaklık	20-25°C en iyi 10°C altına düşmemeli	15-20°C; serin iklim bitkisi	20-25°C; 14°C'nin altında olgunlaşma gecikir
Işık İsteği	Günde en az 6 saat doğrudan ışık	Aşırı sıcaklarda gölgeleme gerekebilir	Günde en az 6-8 saat doğrudan ışık
Sulama İhtiyacı	Düzenli sulama; toprak nemli tutulmalı, ancak su birikmesinden kaçınılmalı	Düzenli ve yeterli sulama; toprak nemli tutulmalı, aşırı sulamadan kaçınılmalı	Düzenli sulama; toprak nemli tutulmalı, ancak aşırı sulamadan kaçınılmalı
Yetiştirme Süresi	50-60 gün	70-90 gün	70-90 gün
Topraksız Tarıma Uygunluk	Kök yapısı nedeniyle dikkatli besin yönetimi gerektirir	hidroponik sistemlerde yaygın olarak yetiştirilir	Topraksız tarımda sıkça tercih edilir
Toprak Nemi	Orta; aşırı nem kök çürüklüğüne neden olabilir	Yüksek; toprak sürekli nemli tutulmalıdır	Orta; düzenli sulama ile toprak nemi korunmalıdır
Atmosfer Nemi	Orta nem ister yüksek nem hastalık riskini artırabilir	Yüksek nem ister nemli ortamları tercih eder	Orta nem ister aşırı nem mantar hastalıklarına yol açabilir

Şekil 42. Örnek veri tablosu, Enfa grubu

Öğrenciler sıcaklık, nem, ışık gibi farklı çevresel koşulların bitki büyümesi üzerinde etkisini fark ederek, bir faktörün bitki seçimini nasıl etkileyebileceğine dair çıkarımlarda bulunarak sınıflandırılmış veriyi anlamlandırmışlardır (VÖG1), çıkardıkları verilere dayalı olarak örneğin yüksek nemin bazı bitkilerde hastalık riskini artırması gibi bilgileri analiz edip genelleyerek kontrollü atmosferde bitki yetiştirme konusunda daha kapsamlı bir model geliştirebilmişlerdir (VÖG2). Öğrenciler farklı bitkilerin sıcaklık nem ihtiyaçlarını

karşılaştırarak hangi bitkinin tasarlamayı düşündükleri sera için diğerlerine göre daha avantajlı olduğunu belirlemiş, veriye dayalı sonuç çıkarmışlardır. Araştırmacı bu veri toplama süreci ile ilgili olarak tuttuğu örnek bir gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

“Önceki etkinliklerden farklı olarak bu çalışmada gruplar ikincil veri toplama yöntemini deneyimlediler ve minimum rehberlikle süreci başarıyla tamamladılar. Öğrencilerin bu süreçlere artan bir özgüvenle yaklaştıklarını, verileri bulup kaydederken grupların aktif bir şekilde tartışmalar gerçekleştirdiklerini, her hamlede gözümün içine bakan ve hata yapıp yapmadığını anlamaya çalışan çocukların, benim müdahaleme daha az ihtiyaç duyarak ve küçük bilim insanları gibi çalıştıklarını gözlemlemek, akademik ve kişisel gelişimlerini izlemek açısından son derece faydalı oldu. Bu deneyim, öğrencilerin bağımsız araştırma yapma ve eleştirel düşünme becerilerinin ne kadar geliştiğini somut bir şekilde ortaya koyuyor.”

Öğrenciler özetle; BİD’in veri toplama, temsil ve analiz boyutunda yer alan birçok beceride ilk modüllere göre kayda değer derecede yüksek performans göstermiştir. Öğrenciler veri toplama, düzenleme ve sunma gibi veri düzenleme becerilerinde diğer etkinliklerden farklı tür veri topladıkları için temel rehberliğe ihtiyaç duysa da sürecin devamında kayda değer düzeyde iyi bir performans göstermişlerdir. Aynı zamanda örüntü bulma ve örüntü genelleme becerilerinde yüksek performans göstererek örüntü tanıma becerilerini geliştirmişlerdir. Genel olarak öğrenciler, verileri düzenleme de araştırmacı rehberliği ile veriler arasındaki örüntüyü tanımada ise rehberliğe ihtiyaç duymadan bağımsız olarak yüksek performans göstermişlerdir. Ayrıca veri toplama süreçlerinde yapılan gözlemlerden öğrencilerin bağımsız araştırma yapma becerilerinin de geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

4.3.3.3. Çözümleri üret, seç, planla boyutuna ilişkin bulgular

Bu etkinlikte çözümlerin üretilmesi, seçilmesi ve planlanmasına yönelik veriler iki ayrı süreçten elde edilmiştir. İlk süreç, tüm bileşenler dikkate alınarak gerçekleştirilen sera tasarımlarını içermektedir; bu kısımda öğrenciler tasarımın her detayını düşünerek sistem tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çizmişlerdir. İkinci süreç ise, belirli problemler üzerinde yoğunlaşarak bu problemlerin çözümüne yönelik olarak algoritma döngülerinin oluşturulması, kodlama ve otomasyon aşamalarının yürütülmesini ve sera prototipinin yapılmasını kapsamaktadır. Bu kısımda ise öğrenciler öncelikle metinsel bir algoritma

şeması oluşturmuşlar, mBlock yazılımı ile Arduino kullanarak kodlar ve devreler oluşturmuş ve çalışan bir sera prototipi geliştirmişlerdir. Bu iki aşama, çözüm sürecinin hem görsel planlama hem de teknik uygulama yönlerini destekleyen verilerin toplanmasını sağlamıştır. Her iki süreç de öğrencilerden beklenen çözüm için mantıksal yollar üretebilmeleri, kriterler belirleyerek kriterlere uygun karar verebilmeleri, gerekli adımları sıralayabilmeleri, algoritma tasarlayabilmeleri, zamanlama ve aynı anda tamamlama gibi becerilerini ortaya koymalarıdır.

Öğrencilerin etkinlik formundaki çözüm üretme, seçme ve planlamaya yönelik ifadeleri, araştırmacının saha notları, etkinlik sürecinde öğrencilerden alınan geri bildirimler BİD gözlem formunda belirtilen beceriler dikkate alınarak betimsel ve içerik analizi yöntemleriyle bütüncül olarak değerlendirilmiştir. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Gözlem Formu Çözümleri Üret Seç Planla boyutunda yer alan alt boyutlar, alt boyutlara ait beceriler, göstergeler ve göstergelerin kodları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Üret Seç Planla Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Mantık Yürütme	Çözüm için mantıksal yol üretme	ÜMM1	1. İlgili olay, problem ya da durumu analiz ederek alternatif çözüm yolları önerir.
		ÜMK1	2. Uygun çözüm yoluna karar vermek için kriterler belirler.
	Karar Verme	ÜMK2	3. Önerdiği çözüm önerilerini mantıksal kriterler çerçevesinde karşılaştırır.
		ÜMK3	4. İlgili olay, problem ya da durumun tüm yönlerini ele alıp mantıklı bir sonuca varır
Algoritma Tasarlama	Gerekli Adımları Sıralama	ÜAA1	5. Bir problemi çözmek veya bazı sonuçlara ulaşmak için atması gerekli adımları sıralar.
	Tasarlama	ÜAT1	6. Problemin farklı yönlerini göz önüne alarak uygun çözüm yolu geliştirir.

		ÜAT2	7. Bir problemin çözümüne yönelik adımları en verimli şekilde düzenler.
		ÜAT3	8. Tasarladığı çözüm yollarını sırasıyla aşamalı bir şekilde uygular.
	Zamanlama	ÜEZ1	9. Amaca ulaşmak için birden fazla işlem gerektiğinde zamanlama konusunda planlama yapar
Eş Zamanlı Çalışma	Aynı anda tamamlama	ÜEA1	10. Gerçekleştirilecek işlemlerin sıra ile mi yoksa aynı anda mı tamamlanması gerektiğine karar verir.
		ÜEA2	11. Eş zamanlı tamamlanması gereken işlemleri belirler

Çözümlerin üretilmesi boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Gruplar problemi derinlemesine analiz ederek alternatif çözüm yolları önerebilmişlerdir (ÜMM1)
- Gruplar uygun çözüm yoluna karar vermek için mantıklı kriterler belirleyebilmişlerdir (ÜMK1)
- Gruplar çözüm önerilerini belirledikleri kriterlere göre karşılaştırabilmişlerdir (ÜMK2)
- Gruplar olay ve durumun farklı yönlerini ele alarak mantıklı sonuçlara ulaşabilmişlerdir (ÜMK3).
- Gruplar problemi çözmek için atması gereken tüm adımları ayrıntılı bir şekilde sıralayabilmişlerdir. Özellikle Nexus ve Rainbow Sacra grubu çok üst düzey bir performans sergilemişlerdir (ÜAA1).
- Gruplar problemin farklı yönlerini göz önüne alarak uygun çözüm yolu geliştirmede üst düzey performans göstermişlerdir (ÜAT1)
- Gruplar çeşitli problemlerin çözümlerine yönelik hem sürece hem de algoritmalara yönelik adımları oldukça etkili bir şekilde düzenlemişlerdir (ÜAT2)
- Gruplar tasarladıkları çözümleri aşamalı bir şekilde uygulayabilmişlerdir (ÜAT3).

- Gruplar amaca ulaşmak için birden fazla işlem ile ilgili planlama yapabilmiş işlerdir (ÜEZ1)
- Gruplar gerçekleştirildi işlemlerin sıralı yoksa eş zamanlı mı yapılması gerektiğine kolaylıkla karar vermişlerdir (ÜEA1).
- Gruplar eş zamanlı tamamlamaları gereken işleri belirleyebilmişlerdir (ÜEA2).

Öğrenciler gezegendeki gıda ihtiyacını karşılamak üzere kontrollü atmosferik koşullara sahip bir sera tasarlamakla görevli TUA Ar-Ge ekibinin üyeleri olarak çevresel koşulları analiz etmişler sera tasarımı için kritik faktörleri belirleyerek 3. Etkinliğe ait Ek1. Alkım Gezeninde Sera Tasarlıyorum çalışma kağıdının ilgili bölümüne kaydetmişlerdir. Belirledikleri problem durumlarını dikkate alarak tasarımlarını çizmişlerdir. Tasarımların problem tanımlamaya yönelik bulguları ve tasarımlarına ait çalışma kağıtları ilgili bölümde sunulmuştur. Bu bölümde ise tasarım süreçlerinin çözümleri üret seç ve planla boyutuna yönelik bulgulara yer verilecektir.

Öğrenciler çizdikleri sera tasarımlarında enerji ihtiyacını bir problem olarak değerlendirmişler ve bu ihtiyaca yönelik alternatif çözüm yolları önermişler (ÜMM1, ÜAT1), enerji kaynağı olarak hem rüzgâr enerjisi hem de yıldız enerjisine tasarımlarında yer vermişlerdir. Gruplar gezegenin şartlarını analiz ederek tasarıma etki edecek faktörleri belirlemiş, potansiyel sorunları dikkate almış, belirlenen problemler için çeşitli çözüm yolları önermiş ve sera tasarımı ve işleyişi için oldukça mantıklı sonuçlara ulaşarak oldukça etkili planlar yapmışlardır (ÜMK3). Bunun yanında tasarımlarında yer verdikleri bazı durumları diğer grup üyelerinin ve araştırmacının yönelttiği sorularla fark etmişler ve tasarımlarını geliştirmek üzere not etmişlerdir. Bu konuyla ilgili olarak araştırmacının gözlem notu aşağıda sunulmuştur

“Öğrenciler tasarımlarını oluştururken belirledikleri tüm faktörleri göz önünde bulundurmuş, birçok mantıklı sonuca ulaşarak tasarımlarına yansıtmışlar; ancak bazı mantık hataları da yapmışlardır. Örneğin Nexus grubu enerji panellerini seranın çatısına yerleştirerek seraya giren ışığı engellemiş, Rainbow Sacra grubu ise canlı yaşamı olmayan bir gezegen için tasarladığı seraya böcekleri yiyen bir böcek kutusu eklemiştir. Bu mantık hatalarını tasarımlarını arkadaşlarına sunarken aldıkları sorularla fark ettiler. Öğrencilerin bu tür hataları kendilerinin tespit etmesi ve sorgulaması, problemi ya da durumu tüm yönleriyle ele alarak mantıklı bir sonuca ulaşma becerilerini geliştirmeleri açısından çok değerlidir.” (Araştırmacı Saha Notları 19 Nisan 2023)

Gruplar tasarımlarında hiçbir rehberliğe gerek duymadan birçok ayrıntıya yer vermiş, bir sera tasarımında olması gereken tüm öğeleri adım adım çizmişlerdir (ÜAA1). Diğer etkinliklerde yaptıkları tasarımlar göz önüne alındığında performans artışları açıkça görülmektedir. Özellikle Nexus ve Rainbow Sacra grubu tasarımlarını çizdikten sonra belirli bölümlerin detaylı kesitlerini çizmişlerdir. Tasarımlar değerlendirildiğinde sera tasarımı için gerçekleştirilecek her adımı sıraladıkları (ÜAA1) görülmektedir.

İkinci aşamada öncelikle öğrenciler, bir sera prototipi oluşturmak amacıyla bitki yetiştirilmesi için en önemli üç gerekliliği belirlemek üzere, kendilerine verilen yarı yapılandırılmış karar şemasındaki eksik kısımları tamamlayarak şemayı yapılandırmışlardır. Bu süreçte, algoritmik düşünme ve algoritma tasarlama becerilerini kullanarak, karar verme süreçlerini daha sistematik hale getirmişlerdir.

Prototipte yer verecekleri unsurları belirleyen öğrenciler kontrollü atmosfer ortamını tasarlamak için öncelikle bitki seçimi yapmaya karar vermeleri gerektiğini fark ederek mantıklı sonuçlar çıkarabilmişlerdir (ÜMK3). Bu süreçte araştırmacıyla öğrenciler arasında aşağıdaki diyalog geçmiştir.

“Araştırmacı: Sera prototipinizde yer vereceğiniz otomasyon sistemini tasarlamaya başlamadan önce, hangi bitkiyi yetiştireceğinize karar vermeniz gerektiğini düşünüyor musunuz?”

İrmak: Evet hocam, Selman Hoca'nın da anlattığı gibi, her bitkinin farklı yetiştirme koşulları ve ihtiyaçları var. Örneğin, bazı bitkiler çok suya ihtiyaç duyarken, bazıları az suyla yetinebilir.

Araştırmacı: Harika bir gözlem! Peki, bitki seçimi, seranın sıcaklık ve nem kontrolü gibi otomasyon sistemlerini nasıl etkileyebilir?

Dağhan: Hocam, seçtiğimiz bitkinin ihtiyaçlarına göre sensörleri programlamamız gerekiyor. Örneğin, seranın sıcaklık ve nem ayarlarını otomatik yapabilmek için bitkinin gereksinimlerini önceden bilmeliyiz.

Fırat: Evet motorlar ona göre devreye girecek çünkü.

Araştırmacı: Çok güzel bir açıklamalar. Peki, bitki seçimi yapmadan önce otomasyon sistemlerini kurarsak ne olur?

Tuna: Bitkiler zarar görebilir veya ölebilir.

Araştırmacı: Hemen bitkileri öldürdün, Tuna. 😊

Yasemin: Bitkiler yavaş büyüyebilir veya verim azalabilir.

Araştırmacı: Kesinlikle doğru bir tespit ama aslında öğrenmeye çalıştığım farklı bir şey.

Doruk: Ama hocam, bitkiyi seçtikten sonra kodlamayı tekrar düzenleyemez miyiz?

Araştırmacı: Öğrenmek istediğim konuya geliyoruz ☺ Sizce bu mümkün mü?

Doruk: Tabii ki düzenleriz, ancak bu durumda emek ve zaman kaybı olur. Ama biz zaten hata düzeltmeye alışkınız, hocam ☺.

Araştırmacı: Çok doğru! Bu sizin için gereksiz bir zaman kaybı olur. Ayrıca, büyük ölçekli sistemler söz konusu olduğunda, yalnızca kodları değil, üretim ortamını ve diğer birçok ayarı da değiştirmek gerekebilir. O nedenle bu süreçleri önceden planlamak önemli. Bu arada artık harika birer hata ayıklayıcı olduğunuzu da biliyorum Doruk! ☺”

Bu süreçte öğrenciler bitki seçimi yapmak üzere veri tablolarını oluşturmuşlar oluşturdukları veri tablosundaki faktörleri dikkate alarak mantıklı bir sonuçlara ulaşmışlardır. Özellikle bitkinin yetiştirme süresi, su ihtiyacı, gezegenin sıcaklık koşullarına uygunluk, topraksız tarıma uygunluk ve atmosferik nem ihtiyacı gibi kriterleri detaylı bir şekilde incelemişlerdir. Öğrenciler, her bir bitkinin bu kriterlere uygunluk düzeyini karşılaştırarak daha kısa sürede büyüeyebilen, fazla suya ihtiyaç duymayan ve belirlenen sıcaklık aralığında yetiştirilen bitkiyi seçmişlerdir. Bu analiz, öğrencilerin bir çözüme yönelik mantıklı kriterler belirleme (ÜMK1), çözüm önerilerini belirledikleri mantıksal kriterlere göre karşılaştırma (ÜMK2) ve olay ve durumun tüm yönlerini ele alarak mantıklı bir sonuca ulaşma (ÜMK3) becerilerini başarıyla sergilediklerini göstermektedir. Öğrenciler bilimsel veriler ve belirlenen mantıksal çerçeve doğrultusunda karşılaştırmalarını yaparak en uygun bitkiyi seçmişlerdir. Bu durum öğrencilerin veriye dayalı karar verme süreçlerinde yetkinlik kazandıklarını ve çözüm süreçlerine BİDB’yi kullanarak analitik bir yaklaşım geliştirdiklerini ortaya koymaktadır.

Gruplardan, prototip tasarım süreçlerini kendi yöntemleriyle yürütmeleri istenmiş ve bu süreçte öğrencilerin bağımsız planlama becerilerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Öğrenciler, sürece dair görüşlerini paylaşırken iş bölümüne yönelik fikirlerini ifade etmişlerdir. Bu konuda Kaya, “İş bölümü yapmamız lazım hocam, çok fazla iş var”, Lale “Herkes ayrı sera yaparsa çok uğraştırıcı olur, çok fazla iş var ve çok zamana ihtiyacımız olur. Her grubun görevi olsun.” Aras, “Evet hepimiz ayrı bir probleme yoğunlaşırsak daha fazla problemi daha hızlı çözeriz” Tuna “Evet hocam sistemleri ayrı ayrı yapalım tek serada birleştirelim.” Yasemin ve Kaya “Tüm gruplar birlikte ne yapacağımıza ortak karar verelim, görevleri paylaşalım (diğer öğrenciler de katıldı), Irmak ve Doruk: “Hocam otomasyoları gruplar olarak bitirelim seraya montajını ve serayı da hep birlikte yapalım (diğer arkadaşları da katıldı)” Fırat “Hocam serayı nasıl yapacağımıza tasarımlarımıza bakarak ortak karar verelim.” şeklinde düşüncelerini ifade etmişlerdir.

Öğrenciler bu süreçten sonra iş bölümü yaparak üç farklı görevi gerçekleştirmişlerdir. Bu görevlere ve sistemlerin mekanik kısmının ne şekilde yapılacağına büyük grup tartışması ile karar verilmiştir. Bu süreçle ilgili araştırmacının tuttuğu gözlem notu aşağıda verilmiştir

“Öğrencilerle sıcaklık, nem ve ışık bileşenleri için nasıl bir sera prototipi tasarlamak istedikleri üzerine tartışıldı. Sıcaklık artışı konusunda öğrenciler, çizimlerinde de yer verdikleri iki öneride bulundular. İlk öneri, üst tavan altında güneşi kesen bir perdenin bulunması ve bu perdenin sıcaklığa bağlı olarak açılıp kapanmasıydı. İkinci öneri ise, perdenin yeterince hızlı soğutma sağlayamaması durumunda devreye girecek bir fan kullanımıydı. Nem konusunda, başlangıçta her sıra için ayrı bir otomasyon sistemi öneren öğrenciler oldu; ancak diğer öğrenciler, bunun maliyetli ve gereksiz olacağını ifade ederek arkadaşlarını tek bir sistem kullanmaya ikna ettiler. Işıkla ilgili otomasyon fikri ise, zaman yetersizliği nedeniyle uygulanmaktan vazgeçildi. Üç grup, görevleri aralarında paylaştılar: Rainbow Sacra grubu sıcaklık için perde otomasyonunu, ENFA grubu sulama otomasyonunu, Nexus grubu ise sıcaklık için fan otomasyonunu üstlendi” (Araştırmacı Saha Notları 19 Nisan 2023).

Öğrencilerden prototip tasarım sürecini bağımsız olarak planlamaları istendiğinde, eş zamanlı çalışma ve karar verme becerilerini etkili bir şekilde ortaya koymuşlardır. Örneğin, öğrenciler belirledikleri bileşenler (sıcaklık, nem ve ışık) için hangi çözümlerin uygun olacağı konusunda fikir alışverişinde bulunmuş ve alternatif çözümler önermişlerdir. Lale ve Aras'ın iş bölümü yaparak her grubun belirli bir probleme odaklanmasını önermesi akıl yürütme (ÜMM1) becerisine bir örnektir. Ayrıca Tuna ve Yasemin'in görev dağılımı yaparak tek bir serada görevleri birleştirme önerisi de öğrencilerin çözümleri karşılaştırarak en uygun yolu seçme (ÜMK2) ve mantıklı bir sonuca ulaşma (ÜMK3) becerilerini yansıtmaktadır.

Algoritma tasarımı aşamasında öğrencilerin her grup için gerekli adımları belirlemeleri ve bu adımları en verimli şekilde organize etmeleri dikkat çekmiştir. Sıcaklık kontrolü için perde ve fan otomasyonunun belirli bir sırayla uygulanması, gerekli adımları sıralayabilme (ÜAA1) ve çözümleri kademeli olarak uygulayabilme (ÜAT3) becerilerinin bir göstergesidir. Ayrıca öğrencilerin bu görevler sırasında amaca ulaşmak için işlemlerin sıralı mı yoksa eş zamanlı mı yapılması gerektiğine karar vermeleri (ÜEA1), zamanlama ve eş zamanlı tamamlama açısından planlama yapabildiklerini göstermektedir (ÜEZ1). Bu gözlemler, öğrencilerin belirli kriterler ve mantıksal analizler doğrultusunda karar verme,

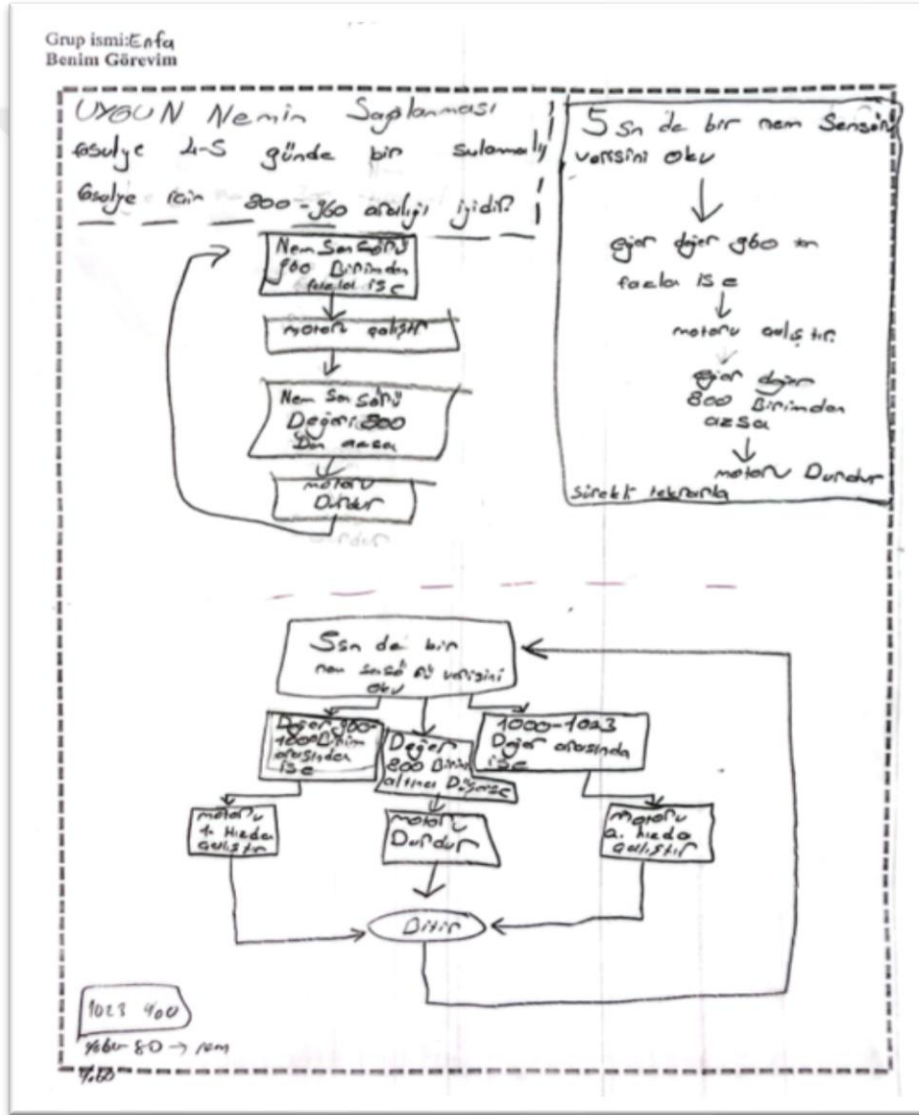
öz mlerini planlama ve eş zamanlı çalışma becerilerinde yüksek performans sergilediklerini ortaya koymaktadır.

 z mleri  ret, seç, planla boyutuna ait değerlendirmenin gerçekleştirilerek bulguların sunulduğu diğer aşama ise grupların belirledikleri problemlerden üstlendikleri görevi gerçekleştirerek prototip hazırlama süreçlerini içermektedir. Öğrencilere, otomasyon sistemleri oluşturmak için su motoru, Arduino Uno kartları, bağlantı kabloları, servo motorlar, toprak nem sensörü, mini su pompası, güç kaynakları, breadboard, jumper kablolar, LCD ekran ve sıcaklık-nem sensörleri gibi temel malzemeler tanıtılarak dağıtılmıştır. Gruplarda kodlama bilgisi yüksek öğrenciler bulunsa da birçok  ğrenci bu sürece mesafeli yaklaşmıştır. Tüm  ğrencilerin aktif katılımını sağlamak amacıyla araştırmacı, gruplar arasında dolaşarak her gruba rehberlik etmiştir. Bu destek, öğrencilerin algoritmalarını oluştururken karşılaştıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olmuş ve kodlama becerilerini geliştirmelerini sağlamıştır. Böylece,  ğrencilerin sürece daha fazla dahil olmaları ve kendi otomasyon sistemlerini oluştururken  zg ven kazanmaları hedeflenmiştir. Gruplardaki bazı öğrenciler algoritma diyagramı tasarlama konusunda başlangıçta oldukça endişelenmişlerdir ancak etkinlik sürecinde gerçekleştirilen büyük grup tartışması sonucunda, karar şeması ile algoritma diyagramının oldukça benzer olduğunu fark etmişler; bu farkındalıkla, daha önce hazırladıkları karar şemasını temel alarak algoritma diyagramlarını başarılı bir grup içi tartışma ile oluşturmayı başarmışlardır. Grupların bu farkındalık sonrası algoritma tasarlama konusunda oldukça istekli oldukları görülmüştür. Araştırmacının konuya ilişkin gözlem notu aşağıda yer almaktadır.

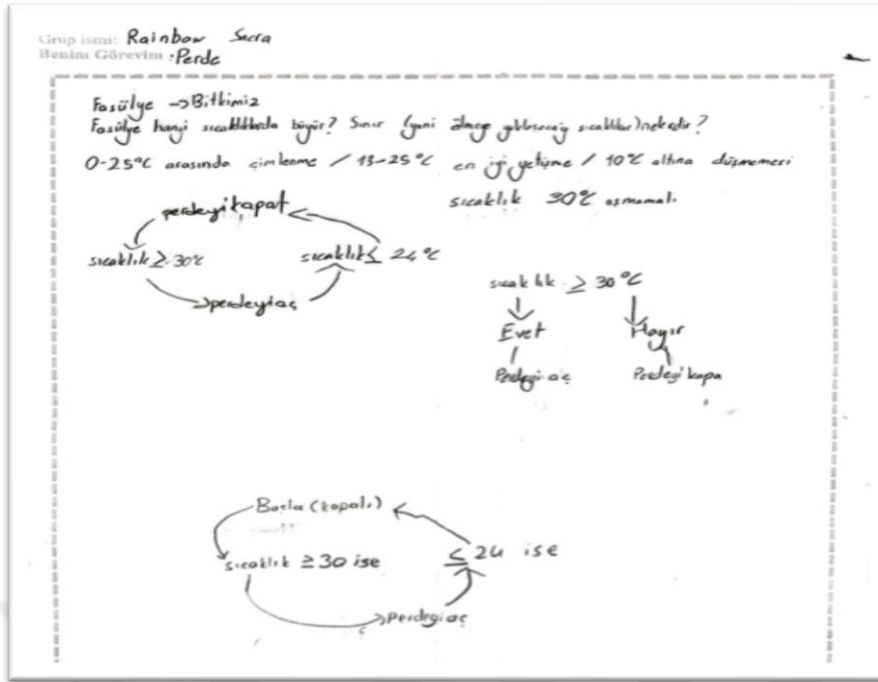
“Grupların içerisinde kodlama alanı ile ilgilenen, bu alanda B LSEM’de atölyelere devam eden öğrenciler vardı. Otomasyon ve algoritma tasarlama yapacaklarını öğrenen diğer öğrenciler başlangıçta oldukça endişeliydi. Tasarımı kendilerinin yapamayacağını grupta kodlama alanında eğitim alan diğer arkadaşlarının yapacaklarını düşündüler, algoritma tasarımının karar şemasına benzer olduğunu fark edince çok mutlu oldular. Gruplardaki tüm öğrenciler döngüleri yazarken sürece aktif ve keyifle katıldılar.”

Gruplar, grup içi tartışma ile otomasyon için gerekli olan algoritmaları birkaç deneme, değerlendirme sürecinde tasarlamışlardır. Grupların tasarladıkları algoritma şemaları şekil 43, şekil 44 ve şekil 45’ te verilmiştir. Öğrenciler tarafından hazırlanan algoritma şemaları ile ilgili değerlendirmeler gerçekleştirilmiş elde edilen bulgular sunulmuştur. Tüm grupların tasarımlarında otomasyon süreci için gerekli tüm adımları sıraladıkları ( AA1), problemin

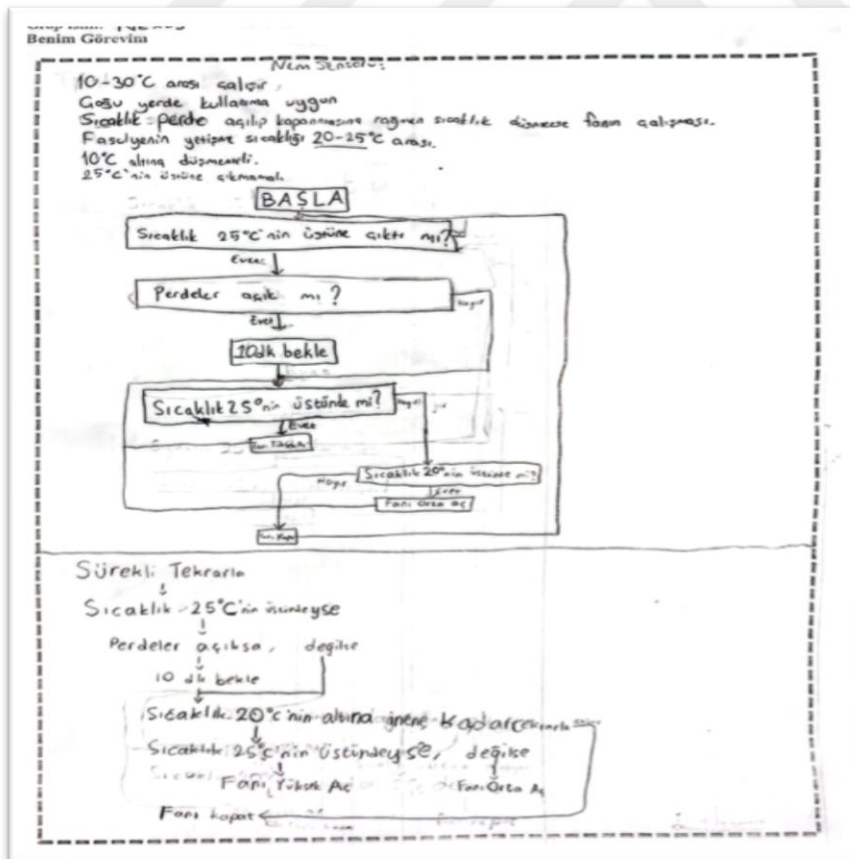
farklı yönlerini ele alarak uygun alternatif çözümler ürettikleri (ÜAT1) gözlemlenmiştir. Örnek olarak Enfa grubu, sıcaklığı düşürmek amacıyla tasarlanan fan otomasyonu için, perde mekanizmasının arızalanma ihtimaline karşı alternatif bir algoritma geliştirmiştir. Bu alternatif algoritma, perde arızası durumunda fanın daha yüksek hızda çalışmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Gruplar, algoritma tasarımlarını adım adım inceleyerek süreçleri daha verimli hale getirmiştir (ÜAT3). İlk aşamada, gruplar algoritmaları döngüsel bir yapıda tasarlamamış olup, daha sonra algoritmalar döngüsel bir yapıya dönüştürülerek yeniden yapılandırmışlardır.



Şekil 43. Algoritma Şeması, Enfa grubu



Şekil 44. Algoritma tasarımı, Rainbow Sacra



Şekil 45. Algoritma Şeması, Nexus grubu

Öğrenciler özetle, BİD'in "çözümleri üret, seç, planla" boyutunda yer alan tüm becerilerde yüksek performans ortaya koymuşlardır. Çözüm için mantıksal yol üretme ve karar verme gibi mantık yürütme becerilerinde başarılı olan öğrenciler, aynı zamanda gerekli adımları sıralama ve tasarlama gibi algoritma tasarlama ve geliştirme becerilerini de etkili bir şekilde kullanmışlardır. Ayrıca, zamanlama ve eş zamanlı tamamlama gibi eş zamanlı çalışma becerilerinde de tüm modüllerde olduğu gibi yüksek performans göstermişlerdir. Öğrencilerin bu süreçlerde bağımsız çalışma yeteneklerinin belirgin şekilde geliştiği gözlemlenmiştir. Artık daha bağımsız hareket eden öğrenciler, algoritmik düşünme becerilerini etkin bir biçimde kullanarak karar verme süreçlerinde daha sistematik ve planlı bir yaklaşım izlemeye başlamışlardır.

4.3.3.4. Çözümleri uygula ve otomatikleştir boyutuna ilişkin bulgular

Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir boyutu, öğrencilerin algoritma tasarlama ve tasarladıkları algoritma ile fiziksel bir sistem kurma aşamalarında sergiledikleri performansa göre değerlendirilmiştir. Bu süreçte öğrencilerden tekrarlayan işlemleri fark etmeleri, tekrarlayan ve sıralı işlemleri yapan sistemler önermeleri ve bu sistemleri kullanabilmeleri, gerçek yaşama dair süreçleri modelleyebilmeleri beklenmektedir.

Bu süreçte, öğrencilerin doldurduğu etkinlik formları, araştırmacının gözlem notları ve ders kayıtlarının çözümlemelerinden elde edilen veriler betimsel analiz ve içerik analizi yöntemleriyle incelenmiştir. Veriler betimsel olarak değerlendirilirken kullanılan Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Gözlem Formu Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir boyutunda yer alan beceriler, alt beceriler ve göstergeler bulguların okuyucu için daha anlaşılır olmasını sağlamak amacıyla Tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 30.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Uygula ve Otomatikleştir Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Otomatikleştirme	Tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak yapma	UOT1	1. Tekrarlayan işlemleri fark eder.
		UOT2	3. Tekrarlayan veya sıralı işlemleri yapan bilgisayarlar veya sistemler önerir.
		UOT3	4. Tekrar eden ve benzer işlemler için bilgisayarları kullanır.
Modelleme ve Benzetim	Gerçek Yaşamı Örnekleme	UMG1	5. Gerçek yaşama dair olay ve süreçleri modeller.
		UMG2	6. Simülasyonlar veya modeller kullanarak deneyleri gerçekleştirir.

Grupların proses şeması ve deney tasarımlarında ayrıntını verdikleri çözümlerin uygulanmasına yönelik deneysel süreçte tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Gruplar tekrarlayan işlemleri kolaylıkla fark etmiştir (UOT1).
- Gruplar tekrarlayan sıralı işlemleri yapan yazılımlar ve sistemler önerebilmiştir (UOT2)
- Gruplar tekrar eden benzer işlemler için bilgisayarları ve farklı otomasyon sistemlerini kullanabilmişlerdir (UOT3)
- Gruplar gerçek yaşama dair süreçleri bilgisayar ortamında ve prototip olarak modelleyebilmişlerdir (UMG1)
- Gruplar gerçek yaşama dair süreçlere yönelik geliştirdikleri sistemleri çalıştırabilmişlerdir (UMG2)
- Öğrenciler algoritmik düşünme becerilerinde oldukça iyi performans göstermişlerdir.

Öğrenciler otomasyon sistemlerini tasarlamadan önce algoritma şemaları oluşturarak sistemin sürekli çalışması gerektiğini bağımsız olarak fark etmiş ve bu gereksinime uygun olarak döngüsel bir algoritma tasarlamışlardır (UOT1). Ardından metinsel bir karar şeması

olarak oluşturdukları algoritma d6ngüsünü bilgisayar ortamında kodlara d6nuşturmeleri gerektiğini y6nlendirme olmaksızın tespit etmişlerdir. Bazı 6đrenciler de geliştirdikleri algoritmayı fiziksel bir sisteme entegre etmek için Arduino platformunu kullanmanın ve bu amaçla mBlock yazılımını tercih etmenin uygun olacağını belirtmişlerdir. Bu durum 6đrencilerin kodlama becerilerini çeşitli platformlarda uygulayabilme, algoritmalarını gerçek d6nya uygulamaları ile b6t6nleştirebilme ve tekrarlayan sıralı işlemleri gerçekleştirebilecek bilgisayar sistemleri 6nerebilme becerisine sahip olduklarını g6stermektedir (UOT2).

S6rece başlamadan 6đrenciler daha 6nceki yıllarda mBlock ve 6zellikle benzer bir blok tabanlı kodlama aracı olan Scratch yazılımını bilişim derslerinde kullanmış olmalarına rağmen 6đrencilere temel işlevleri hatırlatmak için kısa bir tanıtım yapılmıştır. Bu tanıtımda mBlock'un işlevleri, program bloklarının kullanımı ve temel programlama mantığı g6zden geçirilmiş, 6đrencilerin otomasyon projelerinde kullanacakları Arduino Uno hakkında temel bilgiler verilmiştir. Arduino'nun bağlantı y6ntemleri, nasıl komut aldığı ve sens6rlerle nasıl etkileşime girdiği kısaca anlatılmıştır. Tanıtım s6recinde, bilgilendirme ve tanıtım etkinliklerine daha 6nce bu yapılarla ilgili deneyimi olan 6đrenciler de dahil edilerek akran desteği sağlanmıştır. Bu yaklaşımla 6đrencilerin yazılım ve donanım bilgilerinin pekiştirilmesi ve projelerinde daha etkin kullanmaları hedeflenmiştir.

6đrencilerin algoritma tasarımlarının mBlock yazılımı kullanılarak dijital ortama aktarılması s6recinde, 6r6n farklılaştırmasını desteklemek amacıyla farklılaştırılmış 6đrenme s6releri uygulanmıştır. Bu kapsamda bilişim alanında 6zel eğitim alan ve bilim sanat merkezine devam eden 6st sınıf 6đrencilerinden birer kişi gruplara mentor olarak atanmıştır. B6ylece gruplara daha ileri d6zeyde rehberlik yapılmış ve 6đrencilerin bireysel ihtiyaçları doğrultusunda destek sağlanmıştır. Ardından gruplar, algoritma şemalarını mBlock kullanarak dijital ortama aktarmaya başlamışlardır. S6recin ilerleyişinde mentorlar, gruplara rehberlik ederek destek sağlamış ancak kodlama işlemlerine m6dahale etmemişlerdir. 6đrenciler bu s6rete kısmen zorlansa da kodlamayı yapabilmışler, tekrar eden benzer işlemler için bilgisayarı kullanabilmışlerdir (UOT2).

6đrencilerin mBlock'ta algoritmalarını oluşturma s6releriyle ilgili araştırmacı tarafından tutulan g6zlem notları aşağıda sunulmuştur.

“Bazı 6đrenciler Scratch programlama ortamı aracılığıyla blok tabanlı kodlamaya aşına olmalarına rağmen, başlangıçta mBlock'ta kodlama konusunda endişeliydiler. Ancak kısa bir tanıtımın ardından bu endişeleri azaldı ve kodlama s6relerini

başarıyla sürdürdüler. Özellikle bu alanda atölye deneyimi olan Irmak, Dağhan, Poyraz ve Lale gruplarında aktif rol alarak çalışmaya önemli katkılarda bulundular. Başlangıçta kodlama ve otomasyona karşı önyargılı olan Yasemin, Asya ve Kaya'nın da sürece aktif olarak katılmaları ve süreçten keyif almaları benim için gurur verici bir gözlem oldu.” (Araştırmacı Saha Notları, 26 Nisan 2023)

“Öğrenciler mBlock'ta oluşturdukları otomasyon sistemlerinin algoritmalarını grup olarak planladılar ve uyguladılar. Grup çalışması sırasında her öğrenci kendi bilgi ve becerisine göre farklı alanlarda katkı sağladı. Rainbow Sacra grubundan Kaya, Nexus grubundan Asya ve Enfa grubundan Muhammet Ali bu etkinlikte hata ayıklayıcı görevlerini endişelerine rağmen büyük bir başarıyla yerine getirdiler. Irmak, Dağhan, Lale ve Poyraz algoritmanın döngü yapıları ve koşullu ifadeler gibi daha teknik yönlerini organize ederken, diğer öğrencilerle sistemin genel işleyişi hakkında fikir alışverişinde bulundular ve grup olarak kararlar aldılar. Grup olarak kodu oluştururken her bir üyenin sürece aktif katılımı, ortak çözüm üretme ve hata ayıklama süreçlerinde de kendini gösterdi. Örneğin Asya ve Kaya hata tespitinde dikkatli analizler yaparak grup içinde ortaya çıkan sorunların çözümünde aktif rol oynadı. Grup üyeleri birbirlerine rehberlik ederek karşılıklı öğrenmeyi sağlamış ve kodlama sürecindeki belirsizlikleri birlikte çözmüşlerdir. Bu gözlemler, öğrencilerin sadece mBlock üzerinde kod yazma becerilerini geliştirmediklerini, aynı zamanda etkili takım çalışması yürütme ve bağımsız olarak çözüm üretme becerilerini de geliştirdiklerini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin grup olarak aldıkları sorumluluklar ve birbirlerine sağladıkları destek, proje sürecine aktif olarak katkı sağlayarak problem çözme ve algoritmik düşünme becerilerini güçlendirmelerini sağladı.” (Araştırmacı Saha Notu, 26 Nisan 2023)

Öğrenciler, mBlock platformunda oluşturdukları kodları Arduino Uno kartları ile hazırladıkları sistemlere aktardıktan sonra, seraya monte etmeden önce test ettiler. Bu test sürecinde, sistemin düzgün çalışıp çalışmadığını görmek amacıyla birkaç aşamadan geçtiler ve karşılaştıkları hataları çözmek için kodlarını defalarca gözden geçirmek zorunda kaldılar. Özellikle nem sensörü ile bütünleşmiş su motoru, sıcaklık sensörü ile bağlantılı servo motor ve sıcaklık sensörü ile entegre edilmiş fan gibi otomasyon bileşenlerini karşılaştıkları zorlukları kısmi araştırmacı desteği ile çözerek başarılı bir şekilde çalıştırdılar. Bu süreç, öğrencilerin gerçek yaşama dair süreçleri modellemelerine ve kendi tasarladıkları sistemi işlevsel hale getirmelerine olanak tanıdı (UMG1, UMG2).

Kodlama işlemlerini fiziksel bir ürüne dönüştürme aşaması, öğrenciler için teknik açıdan bir hayli zorlayıcı olmuştur. Sensörlerin bağlantılarını doğru yapmak, lehimleme işlemlerini

gerçekleştirmek ve devrelerin doğru çalıştığından emin olmak gibi teknik detaylarla ilgilenmek, öğrencilerin dikkat ve sabırla çalışmalarını gerektirmiştir. Bu noktada, özellikle lehimleme, kablo bağlantılarını sağlama ve devre kurulumu konularında araştırmacı rehberliği sağlanmış, böylece öğrenciler hem teorik hem de pratik bilgiler edinmişlerdir.

Sonuç olarak, bu süreçte öğrenciler hem kodlama hem de fiziksel sistem entegrasyonu yaparak algoritmalarını işlevsel bir ürüne dönüştürmüşler, bu deneyim, onların problem çözme, hata ayıklama, teknik beceriler geliştirme ve algoritmik düşünme gibi becerilerini pekiştirmelerine katkı sağlamıştır. Ayrıca, mBlock ortamında tasarlanan kodları gerçek dünya ortamında test ederek, öğrenilen kavramları somut hale getirme ve simülasyondan ürüne geçiş süreçlerini deneyimleme fırsatı bulmuşlardır. Bu süreçlere dair ayrıntılı bulgulara sonraki bölümde yer verilecektir; burada yalnızca hataların ayıklanması, sistemin test edilmesi ve değerlendirilmesi süreçlerine çözümün uygulanması boyutunu netleştirmek için genel olarak değinilmiştir.

Öğrencilerin mBlock yazılımında gerçekleştirdikleri kodlama süreçleri incelendiğinde, gerçek yaşam süreçlerini modelleyen otomasyon sistemleri geliştirdikleri gözlemlenmiştir. Bu süreçte, kodlamada döngü yapılarını ve koşullu ifadeleri kullanarak tekrarlayan işlemleri fark etmiş (UOT1) ve bu işlemler için bilgisayarla çalışabilen sistemler önermişlerdir (UOT2). Oluşturdukları algoritmalar, gerçek bir sera ortamının ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik simülasyonlar sunmuş, böylece deneyimledikleri süreçleri dijital ortamda test etme imkânı bulmuşlardır (UMG1, UMG2). Bu çalışmalar, öğrencilerin algoritmik düşünme, modelleme ve otomatikleştirme becerilerinde kayda değer bir gelişim sağladığını göstermektedir.

Kodlara son halinin verilmesi sonrası sisteme yüklenmesi ve sorunsuz bir şekilde çalıştığının görülmesi öğrenciler için oldukça heyecan verici bir deneyim olmuştur. Buna yönelik bazı öğrenci görüşleri örnek olarak sunulmuştur. Bilim ve Sanat merkezinde açılan kodlama atölyesine katılan ve bu alanda özel yeteneğe sahip olan Dağhan, söz alarak *“Hocam bunun çalıştığını görmek kodlamayı boşuna öğrenmediğimi düşündürdü bana (gülerek). Açıkçası normalde bilgisayarda kod yazmak daha çok hoşuma gidiyordu, çünkü teknik işlerde sürekli hata oluyor, senin görmen ve çözmen gerekiyor, çok uğraşıyorsun. Bilgisayarda veya kâğıt üstünde her şey doğru görünüyor veya hataları çabuk çözüyorsun, orada her şey daha kontrollü gibi. Ama fiziksel bir ürüne aktardığında, sürekli farklı hatalar çıkıyor ve çok uğraşman gerekiyor. Yine de bilgisayarda yazdığımız bir kodun fiziksel olarak çalıştığını görmek gerçekten heyecan vericiydi; işin böyle bir yanı da varmış, sonuna kadar*

sabretmeme değdi” yorumunda bulunmuştur. Kodlama alanına daha mesafeli olan Tuna ise mBlokta yaptığı kodlamanın fiziksel olarak çalıştığını görünce “hocam video çekip anneme gönderebilir miyim, bu yaptığımı görsün istiyorum” yorumunda bulunmuştur. Araştırmacının bu süreçle ilgili olarak tuttuğu gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

“Öğrenciler kodlama sürecini tamamladıktan sonra test etmek için sistemlerini çalıştırdılar. Sistemin çalışmaya başladığı andaki heyecanları ve gururları benim için de oldukça etkileyiciydi. Özellikle sera için perde işlevi gören üst kapağın biraz ağır olması, çalıştırma sürecinde öğrencilerin biraz zorlanmasına ve teknik problemleri çözmek zorunda kalmalarına neden oldu. Ancak diğer grupların da merakla izlediği ve destek vermeye çalıştığı bu süreçte grup üyelerinin sıcaklık sensörünü elleriyle ısıtarak perdenin açıldığını gözlemledikleri anda sınıfta büyük bir coşku patlaması yaşandı. Öğrenciler, emeklerinin karşılığını aldıkları bu anı alkışlar ve sevinç çığlıkları ile kutladı. Öğrencilerin tüm zorlukları unutup başarı duygusunu yaşadıkları bu an, eğitim sürecinin ne kadar değerli olduğunu gösteren özel bir andı.” (Araştırmacı Saha Notları 3 Mayıs 2023)

Öğrencilerin Çözümleri Uygulama ve Otomatikleştirme boyutundaki performanslarını özetleyecek olursak: Öğrenciler mühendislik süreçlerinde bazı zorluklar yaşamalarına rağmen sistemleri başarıyla çalıştırabilmiş; özellikle otomatikleştirme becerileri kapsamında yer alan tekrarlayan işlemleri fark etme ve bu işlemleri bilgisayar aracılığıyla gerçekleştirme gibi göstergelere yönelik yüksek düzeyde performans sergilemişlerdir. Ayrıca, gerçek yaşamı modelleme ve simülasyon üretme becerileriyle ilişkili göstergeler doğrultusunda da etkili ve anlamlı çıktılar ortaya koymuşlardır. Ayrıca öğrencilerin BİD sürecinde sadece algoritma ve otomatikleştirme becerileri değil, pratik teknik beceriler, takım çalışması, iş birliği, problem çözme ve bağımsız düşünme gibi çok çeşitli önemli yetkinlikleri de kazandıkları düşünülmektedir. Kodlama, hata ayıklama ve modelleme gibi tüm uygulama süreçlerindeki dayanıklılıkları ve çözüm odaklı yaklaşımları, karmaşık mühendislik problemlerine yaratıcı çözümler üretme kapasitelerini artırmıştır. Bu süreçlerde sergiledikleri beceriler, BİD’in “çözümleri uygula ve otomatikleştir” boyutunda gösterdikleri güçlü performanslarını teyit etmekte ve gelecekteki projelerde karmaşık görevleri üstlenmeye hazır olduklarını göstermektedir.

4.3.3.5. Çözümleri değerlendir ve geliştirmeye devam et boyutuna ilişkin bulgular

Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutunda yer alan beceriler tüm süreç boyunca elde edilen bulgulara göre değerlendirilmiştir. Araştırmacı öğretim tasarımının uygulanması sırasında -fen etniklikleri söz konusu olduğunda- bu boyutta yer alan test etme, hata ayıklama becerilerin tüm süreçlerde etkin olarak kullanılması gerektiği sonucuna ulaştığından bu bölümde etkinlik boyunca elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Öğrenciler etkinlikte kontrollü atmosfere sahip bir serada olması gereken ana unsurları belirlemiş, bu unsurları dikkate alarak kapsamlı bir sera tasarlamış, sera tasarımıdan sonra prototip yapımı için hangi problemlere çözüm üreteceğini problem karar şeması ile belirlemiş, belirlediği problemlere yönelik algoritma tasarımı yapmış, bu tasarımı mBlockta kodlara dönüştürmüş ve ilgili problemleri çözecek otomasyon sistemlerini eş zamanlı şekilde hazırlayarak, ortak bir sera prototipi ortaya çıkarılmıştır. Tüm bu süreçler, test etme, hata ayıklama becerilerinin aktif olarak işe koşulmasını gerektirmektedir. Gözlem Formu Veri Toplama, Temsil ve Analiz boyutunda yer alan beceriler, alt beceriler, göstergeler ve göstergelerin kodları Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Çözümleri Değerlendirme	Test Etme	DDT1	1. Çözüm için hazırladığı adımları ya da kodlamayı test eder.
	Hata	DDH1	2. Çözüm için hazırladığı adımlardaki ya da kodlamadaki hataları fark eder
	Ayıklama	DDH2	3. Çözüm için hazırladığı adımlardaki ya da kodlamadaki hataları düzeltir.
	Genelleme Yapma	DDG1	4. Bir çözümü farklı bağlamlardaki problemleri çözmek için uygular.
		DDG2	5. Çözümüne yönelik bir takım soyutlama ve genellemelere giderek ilke ve yasalara ulaşır.

Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur.

- Gruplar, çözüm için hazırladıkları adımları sistematik olarak test edebilmişlerdir (DDT1).
- Çözüm sürecinde karşılaştıkları hataları bağımsız olarak fark etme becerileri gelişmiştir (DDH1).
- Çözüm için hazırladıkları adımlardaki hataları büyük oranda düzeltebilmişlerdir (DDH2).
- Çözüm yöntemlerini farklı bağlamlardaki sorunlara uyarlayarak soyutlama ve genelleme yapabilme becerisi kazanmışlardır (DDG1).
- Çözüm sürecinde geliştirdikleri prensip ve ilkeleri genelleyerek, daha kapsamlı soyutlama süreçlerini başarılı bir şekilde yürütmüşlerdir (DDG2).
- Karmaşık problem çözme yetenekleri gelişmiş, çözüm sürecinde karşılaşılan çok yönlü sorunlara yaratıcı ve yenilikçi yaklaşımlar geliştirmişlerdir.
- Ekip çalışması ve iş birliği becerilerini etkin kullanarak, görev dağılımı ve süreç yönetimi konusunda sorumluluk almışlardır.
- Adaptasyon ve esneklik becerileri güçlenmiş, değişen koşullara göre stratejilerini yeniden düzenleyerek süreci yönetebilmişlerdir.

Grupları tüm öğretim süreci boyunca yoğun bir şekilde deneyimledikleri hata ayıklama, test etme boyutları ile genelleme yapma boyutunda son etkinlikte gösterdikleri performansa ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

Gruplar kontrollü atmosfer ortamlı bir sera tasarlama görevlerini gerçekleştirdikten ve çizimlerini yaptıktan sonra çizimleri taranarak akıllı tahtada gösterilmiştir. Gruplar tasarımlarını bu çizim üzerinden arkadaşlarına sunmuşlar ve 3. Etkinlik Ek 1. Aklım Gezegeninde Sera Tasarlıyorum çalışma kağıdının en altında yer alan “Seramda Tamamlamam/ Düzeltmem Gereken Özellikler” başlıklı alanı arkadaşlarının dönütleriyle doldurmuşlardır. Sera sunumu sırasında diğer gruplar tasarımda bulunan hataları fark edip arkadaşlarına sorular yöneltmişlerdir. Bu sürece ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

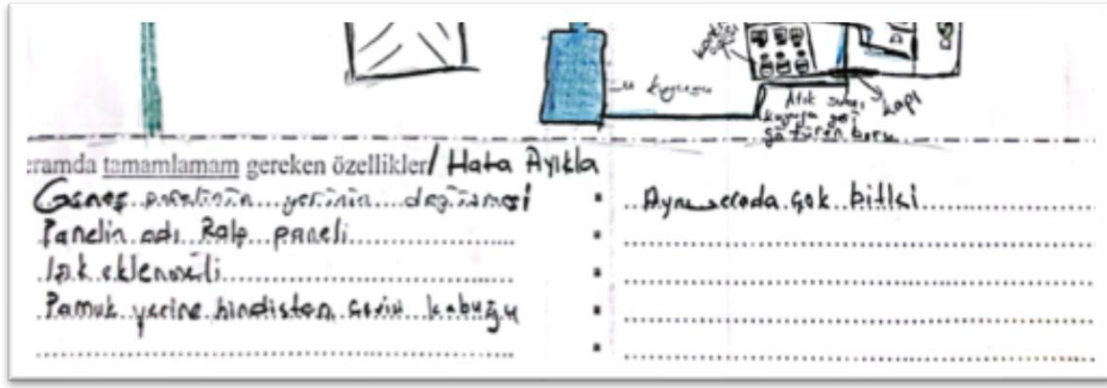
Rainbow Sacra grubu, enerji panelleri ile çalışan bir ısıtıcı tasarlayarak duvara monte etmişlerdir. Ancak, diğer grup üyeleri, ısıtıcının duvara monte edilmesinin güvenlik

açısından tehlike yaratabileceğini ifade etmişlerdir. Grup ayrıca böcekler için bir böcek kapanı tasarlamış, ancak diğer öğrenciler gezegende canlı yaşamı olmadığını belirterek bu tasarımın gereksiz olabileceğine dikkat çekmişlerdir. Topraksız tarım uygulamaları için pamuk kullanılması da bir hata kaynağı olarak görülmüştür. Ayrıca, seranın doğrudan dış ortamla bağlantılı olmasının kirliliğe yol açabileceği endişesi dile getirilmiş, bunun yerine öğrenciler tarafından çift kapı sistemi (kademeli geçiş) önerilmiştir. Rainbow Sacra grubu, bu geri bildirimleri not alarak projelerinde iyileştirmeler yapmayı planlamıştır. Etkinlik çalışma kağıdının ilgili bölümüne ait bir örnek Şekil 46' da verilmiştir.

serada tamamlanmam gereken özellikler: — Hata	Ayıklama
...bilgi... duvarda... olmamalıydı...	• Böcek kutusu, canlı... yok
...Güneş paneli yok... çatı paneli...	• Pamuk yerine topraksız tarım malz...
En iyi tarım işi... adım alınmalı...	
Çift kapı olabilir... Duvara yalıtım yapılmalı	

Şekil 46. Sera tasarımı iyileştirmeler, Rainbow Sacra Grubu

Nexus grubunun tasarımında, "güneş paneli" ifadesinin kullanımının doğru olmadığı, çünkü kullanılan enerjinin "Ralp" adlı bir yıldızdan sağlandığı belirtilmiştir. Ayrıca, panellerin mevcut konumlarının seraya giren ışığı engellediği tespit edilmiş ve bu nedenle panellerin konumlarının değiştirilmesi gerektiği önerilmiştir. Aynı şekilde, pamuk kullanımının uygun olmadığı, farklı bitkilerin aynı serada yetiştirilmesinin ise her bir bitkinin farklı özellikleri ve ihtiyaçları nedeniyle kontrollü atmosfer koşullarını ayarlama zorluk yaratacağı ifade edilmiştir. Bu değerlendirmeler, diğer grup üyeleri tarafından eleştirel bir bakış açısıyla yapılmış ve tasarımın daha işlevsel hale getirilmesi için öneriler sunulmuştur. Etkinlik çalışma kağıdının ilgili bölümü örnek olarak Şekil 49' da verilmiştir.



Şekil 47. Sera tasarımı iyileştirmeler, Nexus grubu

Öğrencilerin tasarımlarında ve uygulamalarında karşılaştıkları hataları fark etmeleri ve eleştirel bir gözle değerlendirmeleri, hata ayıklama (DDH1) becerilerinde oldukça önemli bir gelişme kaydettiklerini göstermektedir. Hem Rainbow Sacra hem de Nexus gruplarının projelerine yönelik yapılan eleştiriler ve getirilen öneriler, öğrencilerin tasarımları daha işlevsel ve güvenli hale getirebilmek için gerekli düzenlemeleri yapma konusunda ilerlediklerini ortaya koymaktadır. Bu durum, öğrencilerin süreç odaklı düşünebilme ve geri bildirimleri projeye entegre etme becerilerini geliştirdiğini de desteklemektedir. Algoritma tasarımı, mBlockta kod yazımı ve prototip süreçlerinde elde edilen verilere ait bu boyut ile ilgili bulgular ise aşağıda sunulmuştur.

Öğrenciler, algoritma tasarımı yapmadan önce nem sensörünün gösterdiği değeri analiz etmiş ve sensörün nem yüksek olduğunda düşük, nem düşük olduğunda ise yüksek değer verdiğini gözlemlemişlerdir. Bu durumun kodlamada hataya yol açabileceğini fark ederek algoritmalarını bu doğrultuda tekrar düzenlemişlerdir (DDH1). Ayrıca, algoritma sürecinde karşılaştıkları hata türlerini analiz etme ve çözüm önerileri geliştirme konusunda becerilerini kullanarak süreci iyileştirmişlerdir (DDH2). mBlock yazılımında kod yazarken zaman zaman zorlandıkları ve hataları görmek için rehberliğe ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir. Ancak, kodları yazdıktan sonra, kodların doğru çalışıp çalışmadığını bağımsız olarak test etmeleri gerektiğini fark ederek test sürecine geçiş yapmışlardır. Nem sensörünün kontrolü için sisteme bir ekran bağlamış, çeşitli nem oranına sahip pamuk örnekleri ile sensörün tepkisini ölçmüşlerdir. Ardından, su motorunu nem seviyesi ile ilişkilendirerek, nemli ve kuru pamuklar ile sistemin doğru çalışıp çalışmadığını test etmişlerdir. Perde sisteminde ise, ilk testlerde motor yerine LED bağlayarak sıcaklık sensörünün doğru işlediğini kontrol

etmiş; sensörü elleriyle ısıtarak belirli bir sıcaklık seviyesine ulaşıldığında LED'in yanıp yanmadığını test etmişlerdir.

Nexus grubu su motorunu test etmek için güç kaynağı ve krokodil kablolar getirmiş ama motor çalışmamıştır. Bu süreçte motorun bozuk olduğunu düşünmek yerine parçaları test etmeye karar vermişler, hatanın krokodil kablolardan birinde olduğunu tespit etmişlerdir. Bu süreçte araştırmacı tarafından tutulan saha notlarından biri aşağıda örnek olarak sunulmuştur.

“Nexus grubu nem otomasyon sistemini test ederken sistemin çalışmadığını fark etti. Grup üyelerinden Poyraz “yine bir problem!” ifadesini kullanınca, öğrencileri problem çözme sürecine teşvik etmek için “Eveet. Hayat neydi çocuklar?” sorusunu yönelttim. Aras, daha önceki derslerde de sıkça vurguladığımız “Hayat problem çözmektir” diyerek bu bakış açısını içselleştirdiklerini gösterdi. Grup üyeleri BID becerilerini kullanarak, bir multimetre yardımıyla tüm bileşenleri tek tek test ederek olası hata kaynaklarını sistematik bir şekilde değerlendirdiler. Sorunun krokodil kablolardan birinde olduğunu, sistemde bir problem olmadığını tespit edebilmeleri öğrencilerin hata ayıklama ve test etme becerilerini başarıyla uyguladıklarını göstermektedir. Bu süreç, öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerinin pekiştirilmesine katkıda bulunmuştur. Hatayı düzeltip nemli bir pamukla test ettiler, su motorunun suyu alıp behere akıttığını görünce ise sevinçle birbirlerine sarıldılar.” (Araştırmacı Saha Notları, 26 Nisan 2024)

Enfa grubu kod yazdıktan sonra sistemde problem yaşamış ve kodlarını yeniden gözden geçirmişlerdir. Hata kaynağını tespit ederek çözmüşlerdir. Bu süreçle ilgili gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

“Enfa Grubu, mBlock üzerindeki kodlamalarını tamamladıktan sonra sistemlerinin çalışmadığını fark etti. Öncelikle yazdıkları kodun her adımını dikkatle gözden geçirerek olası hataları analiz ettiler ve kodda herhangi bir hata olmadığına karar verdiler. Ardından Uno kartını, bağlantı kablolarını tek tek değiştirerek sorunu tespit etmek için sistematik bir test süreci başlattılar. Bu süreçte zorlanınca araştırmacıdan destek istediler. Yapılan testler sonucunda sorunun Uno kartından kaynaklandığı tespit edildi. Öğrenciler karşılaştıkları zorluklara rağmen pes etme eğiliminde olmadılar; aksine her durumda sorunun kaynağını bulma ve çözme kararlılığı gösterdiler ve sorunu çözebileceklerine dair güçlü bir inanç geliştirdiler. Tüm grupların problemlere çözüm odaklı yaklaşmaya başladığını gözlemlemek, öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimi açısından son derece olumludur.” (Araştırmacı Saha Notu, 26 Nisan 2024)

Rainbow Sacra grubu sıcaklık sensörünün perde ile soğutma gerçekleşmediğinde devreye girmesini sağlayan sistemi tasarlamışlar, fakat fan çalışmamıştır. Bunun üzerine öncelikle kodlarını kontrol etmişler, kod ve sistemdeki diğer hata kaynaklarını da tespit ederek problemi çözmüşlerdir. Bu süreçle ilgili gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

"Rainbow Sacra grubu, diğer gruplara göre biraz daha karmaşık bir kod yazmış ve kodlarında farklı durumlar için farklı komutların çalışmasını sağlayacak düzenlemeler yapmışlardır. Kodlarını tamamladıktan sonra sisteme yükleyerek, LED ile komutların doğru çalışıp çalışmadığını kontrol etmişlerdir. İlk denemede çalışmadığını görünce, kodlarına tekrar dönüp bir hata yaptıklarını fark etmiş ve hatayı düzeltmişlerdir. Düzeltmeden sonra LED ile tekrar test yapmışlar ve komutların doğru şekilde çalıştığını görmüşlerdir. Ardından, sistemi bilgisayardan çıkardıkları fan ile kurarak test ettiklerinde fanın çalışmadığını fark etmişlerdir. Devreyi kontrol etmişler ancak herhangi bir sorun bulamayınca araştırmacıdan destek istemişlerdir. Bu noktada araştırmacı desteğine ihtiyaç duymuşlardır. Yapılan kontroller sonucunda, adaptörün voltajı ile fanın voltajının uyumlu olmadığı tespit edilmiştir. Bu süreçte öğrenciler, problemi çözmek için ısrarla çaba göstermişlerdir." (Araştırmacı saha notu)

Elde edilen ve bir kısmı verilen bulgulara dayanarak öğrencilerin çözüm için hazırladıkları adımları ve kodlamaları test etme performanslarının oldukça yüksek olduğu(DDT1), Çözüm için hazırladıkları adımlardaki hataları kolaylıkla fark edebildikleri, MBlocktaki kodlamalardaki hataları da teknik bilgi yetersizliği nedeniyle rehberlikle fark edebildikleri (DDH1), çözüm için hazırladıkları adımlardaki, algoritma şemalarındaki hataları kolaylıkla, mBlocktaki kodlamalarındaki hataları da kısmen düzeltbildikleri (DDH2) sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler, LED kullanarak perde sistemindeki donanımı test etmek ve multimetre kullanarak hata kaynaklarını bulmaya çalışmak çözüm yöntemlerini farklı bağlamlardaki sorunları çözmek için de kullanabilmişlerdir (DDG1).

Öğrencilerin, hataların sistemin farklı parçalarından kaynaklanabileceğini düşünerek her bir bileşeni tek tek test etmeleri, hata ayıklamanın bilimsel bir yaklaşımla yapılması gerektiğini içselleştirdiklerini göstermektedir. Nexus grubunun motorun çalışmaması durumunda hemen motorun bozuk olduğunu varsaymak yerine her bir bağlantıyı test etmeleri, ön yargılı varsayımlar yapmadan problemi çözme ilkesini benimsediklerini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, genelleme yapmadan önce olası tüm hata kaynaklarını değerlendirme ve doğru varsayıma ulaşmak için deney yapma ilkesini içselleştirdiklerini göstermektedir. Dolayısıyla

bu örnekler öğrencilerin çözüme yönelik bir takım soyutlama ve genellemelere giderek ilkelere ulaşabildiği (DD2) düşünülmektedir.

Gruplar görevleri olan otomasyon tasarımlarını tamamladıktan sonra, sera prototipinin diğer bileşenleri olan sera iskeleti, bitki yetiştirme bölümleri, sulama sistemleri ortaklaşa hazırlamışlardır. Bu süreçte borulara delikler açarak sistemin sulama performansını test etmişlerdir. Delikleri açarken Kaya *“borulardaki delikleri rastgele açabileceklerini ifade edince”* Yasemin *“aradaki boşluklara gelirse tabana sızar dönütünde bulunmuş”* ve sera zeminine sızıntıyı önlemek için boruların bitki yetiştirilen plastik kutular arasındaki boşluklara gelen kısımlarını delmemek için dikkatli ölçümler yaparak ve bu kısımları yanlışlıkla delmemek için renkli bir bant ile bantlamışlardır. Bu alanları belirginleştirmek için renkli bantlar kullanmaları, sistematik bir hata ayıklama ve test süreci yürüttüklerini göstermektedir. Bu süreçlerde zaman zaman araştırmacı öğrencilere küçük müdahalelerde bulunarak rehberlik yapmıştır. Fanı yerleştirirken, açtıkları deliğin fanın uç noktasına uygun olduğundan emin olmak için ölçümler ve çizimler yaparak dikkatli bir şekilde konumlandırıdılar. Bitkileri yetiştirecekleri kutulardaki pamuk miktarının eşit olması gerektiğini fark ettiklerinde sistemdeki bu hatayı hızlıca giderdiler. Perde sisteminde kodlama sürecinde edindikleri deneyimleri kullanarak perdenin ağırlığından dolayı hızlı kapanmasını engellemek için araştırmacı rehberliğiyle perdeye 10 derecelik kademelerle kapanma komutu eklemişlerdir.

Bu süreçte öğrenciler hazırladıkları adımları ve kodları sürekli test ederek (DDT1) karşılaştıkları hataları fark etmişler (DDH1), bu hataları düzeltmek için çözümler geliştirmişlerdir (DDH2). Sulama sistemindeki boruları işaretlemeler gibi çözümleri farklı bağlamlarda uygulayarak (DDG1) ve fan yerleştirme aşamasında kazandıkları dikkatli ölçüm ve konumlandırma deneyimini diğer bileşenlere uyarlayarak soyutlama ve genelleme becerilerini geliştirdiklerini göstermişlerdir (DDG2).

Öğrencilerin "Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et" boyutundaki performanslarını değerlendirdiğimizde, test etme, hata ayıklama ve genelleme becerilerinde önemli bir ilerleme kaydettikleri görülmektedir. Bu süreçte, öğrenciler tasarladıkları otomasyon sistemlerini ve çözüm adımlarını sistematik olarak test etmiş, karşılaştıkları hataları fark edip düzeltmişlerdir. Hata ayıklama süreçlerinde analitik ve eleştirel düşünme becerilerini kullanarak çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Ayrıca, çözüm yollarını farklı durumlarda uygulama yeteneği kazanarak soyutlama ve genelleme becerilerini pekiştirmişlerdir. Bu performans, öğrencilerin BİD süreçlerinde çok yönlü gelişim

sağladığını göstermektedir. Ek olarak, öğrencilerin planlama ve organizasyon becerilerinde gelişim kaydettikleri, süreci adım adım organize edebilme yetkinliklerinin arttığı gözlemlenmiştir. İş birliği ve takım çalışması becerileri de gelişmiş olup, gruplar halinde çalışarak birbirlerine rehberlik etmiş ve fikir alışverişinde bulunmuşlardır. Yaratıcı problem çözme yetenekleri ise karşılaşılan teknik sorunlara yenilikçi çözümler üretme kapasiteleriyle desteklenmiştir. Ayrıca, sürece uyum sağlama ve esneklik becerileri gelişmiş, stratejilerini değişen koşullara göre adapte edebilmeye dair gelişim göstermişlerdir. Bu çok yönlü beceriler, öğrencilerin gelecekte daha karmaşık projeleri üstlenmelerine zemin hazırlamaktadır.

4.3.3.6. Öz Denetim boyutuna ilişkin bulgular

Özdenetim boyutu, kuramsal çerçevenin merkezinde bulunmakta ve süreç boyunca her aşamada uygulanması gereken temel becerileri kapsamaktadır. Öğrencilerin karmaşık problemleri çözebilmesi için ısrarcı olma, deneme-yanılma yöntemlerini kullanma, belirsizlikle başa çıkabilme ve kendi potansiyellerini doğru bir şekilde değerlendirme becerileri kritik öneme sahiptir.

Öğrencilerin üçüncü modüldeki etkinlikler sürecinde özdenetim boyutunda göstermiş oldukları performansların değerlendirilmesinde gözlem notlarından ve etkinlik süresince elde edilen kayıtların çözümlenmesinden elde edilen veriler betimsel ve içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Betimsel analiz BİDB gözlem formunda yer alan boyut, beceri ve alt becerilere ait göstergeler dikkate alınarak gerçekleştirilmiş okuyucu için anlaşılır olması için Tablo 32’de sunulmuştur.

Tablo 32.

Bilgi İşlemsel Düşünme Gözlem Formu Öz Denetim Boyutunda Yer Alan Beceriler, Alt Beceriler ve Becerilere Ait Göstergeler

Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Motivasyonu Yönetme	Israrcı Olma	ÖMI1	1. Karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşmak için ısrar eder.

Bilişsel Farkındalık	Deneme Yanılma	ÖMD1	2. Karmaşık bir problemle karşılaştığında çözüme ulaşana kadar farklı yolları denemeye devam eder.
	Belirsizlikle Baş etme	ÖMB1	3. Bir problemi çözerken farklı yollar ve yaklaşımlar bulmak için istek duyar.
	Kendini Değerlendirme	ÖBK1	4. Bir problemle karşılaştığında çözüm üretip üretemeyeceğine ilişkin doğru karar verir
		ÖBK2	5. Bir problemin çözümüne ilişkin olarak neyi bilip neyi bilmediğinin farkındadır.

Öz Denetim boyutu ile ilgili çalışmalar yürütülürken eylem süreci ile ilgili tespit edilen durumlar aşağıdaki gibi olmuştur Gruplar, karmaşık problemlerle karşılaştıklarında çözüme ulaşmak için ısrarcı bir tutum sergileyerek sorunları çözme konusunda motivasyonlarını korumuşlardır (ÖMI1).

- Çözüm sürecinde deneme-yanılma yolunu etkin bir şekilde kullanarak, farklı çözüm yollarını denemekten kaçınmamışlardır (ÖMD1).
- Problem çözme sürecinde belirsizlikle başa çıkma becerilerini geliştirerek, yeni ve farklı yollar arama konusunda istekli bir yaklaşım sergilemişlerdir (ÖMB1).
- Problemler karşısında kendilerini değerlendirme yeteneği kazanmış, çözüm üretip üretemeyeceklerine dair doğru kararlar verebilmişlerdir (ÖBK1).
- Çözüm sürecinde bilgi seviyelerinin farkında olarak, neyi bilip bilmediklerini anlayabilmişlerdir (ÖBK2).
- Problemlerle baş etme sürecinde öz denetim becerileri gelişmiş, çözüm arayışında bağımsız olarak karar verme ve gerektiğinde yardım isteme gibi önemli beceriler kazanmışlardır.
- Karmaşık durumlara karşı direnç göstermiş ve çözüm sürecinde sabırlı bir şekilde ilerleme kaydetmişlerdir.
- Takım çalışması ve iş birliği süreçlerinde birbirlerine destek olarak, karmaşık problemlere çözüm bulmada ortak bir motivasyon geliştirmişlerdir.

Öğrencilere etkinlik başında yeni bir problemleri olduğu bu defa çözecekleri problemin biraz daha karmaşık olduğu ifade edildiğinde bu konularda en endişeli olan öğrencilerimizden

Kaya “*hocam artık bizi problemle korkutamazsınız, otomatiğe bağladık*” cevabını vermiş. Arkadaşları da onu desteklemiştir. Lale “*hocam zorlansak da bir yolunu buluruz sizin rehberliğinizle*” diyerek arkadaşını desteklemiştir. Sürecin bu şekilde başlaması öğrencilerin karmaşık problem çözme motivasyonlarını görmek adına oldukça değerli olmuştur.

Nexus grubu otomasyonu yaptıktan sonra sistemi çalıştırmak için elektrik devresini kurmuş ve sistemi test etmek istemişler fakat sistemin çalışmadığını görmüşlerdir. Daha önce ledi direkt ardinio devresine takarak sistemin çalıştığını gözlemledikleri için araştırmacı bir problemin çözümüne ilişkin neyi bilip bilmediklerinin farkında olup olmadıklarını (ÖBK1) test etmek istemiş ve araştırmacıyla öğrenciler arasında aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir. Araştırmacının bu süreçte aldığı gözlem notlarından biri de diyalogun hemen altında sunulmuştur.

“Araştırmacı(gülümseyerek): Eyvah sanırım motor bozuk!

Poyraz: Hocam ya eski öğrencileriniz yok artık, problem nerde bilmiyoruz, kontrol edeceğiz (arkadaşları da destek verdi).

Aras(gülümseyerek): Hemen size koşmayacağız merak etmeyin!

Araştırmacı: Sanırım artık bana ihtiyacınız kalmadı, gidip bir kahve molası mı versem! ☺

Grup Üyeleri(gülerek): Yok hocam olur mu? Siz burada durun ihtiyacımız olabilir ama biz halledeceğiz ☺ (Diyerek işe koyuldular)

Grup Üyeleri: Güç kaynağı bozuk olabilir, kablolarda sorun olabilir, tabi motor da bozuk olabilir, inşallah değildir. Bir test edelim hangisi bozuk acaba?

“Öğrenciler araştırmacıya sormadan hemen organize oldular. Bir öğrenci pil getirdi, bir öğrenci voltaj ölçer, tek tek tüm bileşenleri test ediyorlar.” (Araştırmacı Saha Notları, 25)

Bu gözlemden elde edilen bulgulara göre öğrencilerin karmaşık problemleri çözmeye yönelik sabır gösterdikleri ve çözüm üretme sürecinde azimli oldukları gözlemlenmiştir. Örneğin, Kaya’nın “*Hocam artık bizi problemle korkutamazsınız, otomatiğe bağladık*” ifadesi, öğrencilerin zorluklarla başa çıkma konusunda kendine güvenlerinin arttığını ve karmaşık bir problemle karşılaştıklarında çözüm odaklı yaklaşımlar sergilemeye istekli olduklarını (ÖMI1) göstermektedir. Lale’nin “*Hocam zorlansak da bir yolunu buluruz*” diyerek arkadaşını desteklemesi, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde iş birliği içinde çalıştıklarını ve farklı çözümler denemeye yönelik motivasyonlarını ortaya koymaktadır (ÖMD1).

Nexus grubunun yaşadığı teknik problemi çözme sürecinde öğrencilerin, problemin kaynağını bulmak için alternatif yollar aramaları, sorunun kablolardan mı, güç kaynağından mı yoksa motordan mı kaynaklandığını sistematik olarak değerlendirmeleri, onların farklı çözüm yolları denemekteki istekliliklerini (ÖMB1) göstermektedir. Araştırmacı ile öğrenciler arasındaki diyalogda, öğrencilerin bir problemi çözme sürecinde kendi bilgi seviyelerinin farkında olarak neyi bilip bilmediklerini değerlendirme (ÖBK1) yetkinliklerini geliştirdikleri ve problem çözme sürecinde bağımsız hareket edebilme becerilerini kazandıkları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin hemen araştırmacıya başvurmadan önce durumu değerlendirme ve bilgi seviyelerine göre doğru adımları belirleme süreçlerinde gelişim gösterdikleri ve bilgi seviyelerinin farkında oldukları (ÖBK2) sonucuna ulaşılmıştır.

Enfa grubunun yaşadığı örnek bir problem ve bu probleme dair göstermiş oldukları yaklaşımı özetleyen araştırmacı saha gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

“Enfa Grubu, mBlock üzerindeki kodlamalarını tamamladıktan sonra sistemlerinin çalışmadığını fark etti. Öncelikle yazdıkları kodun her adımını dikkatle gözden geçirerek olası hataları analiz ettiler ve kodda herhangi bir hata olmadığına karar verdiler. Ardından Uno kartını, bağlantı kablolarını tek tek değiştirerek sorunu tespit etmek için sistematik bir test süreci başlattılar. Bu süreçte zorlanınca araştırmacıdan destek istediler. Yapılan testler sonucunda sorunun Uno kartından kaynaklandığı tespit edildi. Öğrenciler karşılaştıkları zorluklara rağmen pes etme eğiliminde olmadılar; aksine her durumda sorunun kaynağını bulma ve çözme kararlılığı gösterdiler ve sorunu çözebileceklerine dair güçlü bir inanç geliştirdiler. Tüm grupların problemlere çözüm odaklı yaklaşmaya başladığını gözlemlemek, öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimi açısından son derece olumludur.” Araştırmacı Notu, 25 Mart

Enfa grubunun yaşadığı bu problem ve sürece gösterdikleri yaklaşım, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde sistematik ve çözüm odaklı bir yaklaşıma sahip olduklarını göstermektedir. Öğrenciler, karşılaştıkları teknik sorunu çözmek için kodlarını ve donanımlarını adım adım kontrol etmiş ve hatanın Uno kartından kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Bu süreçte, öğrencilerin problem çözme becerilerinde ısrarcı oldukları, pes etmeyip çözüm için alternatif yollar aradıkları ve gerektiğinde araştırmacıdan rehberlik istedikleri gözlemlenmiştir.

Bu gözlem, Enfa grubunun karmaşık problemlerle başa çıkmada kararlılık gösterdiğini (ÖMI1) ve çözüm sürecinde farklı yollar denemeye devam ettiğini (ÖMD1) ortaya

koymaktadır. Öğrencilerin her bir bileşeni tek tek test ederek çözüm bulma sürecinde bilgi seviyelerinin farkında oldukları (ÖBK2) ve bağımsız düşünme becerilerinde gelişim kaydettikleri (ÖBK1) de bu süreçte belirgin hale gelmiştir. Enfa grubunun süreç boyunca çözüm arayışında olmaları, farklı yollar denemekten çekinmemeleri ve her bir adımda çözüm odaklı yaklaşımları, onların problem çözme sürecinde yenilikçi ve istekli olduklarını (ÖMB1) göstermektedir. Öğrencilerin sorunun kaynağını bulma konusundaki kararlılıkları, onların bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirdiklerini de desteklemektedir. Rainbow Sacra grubunun süreçte karşılaştıkları problemlere yönelik sergiledikleri tutum ve davranışlarla ilgili olarak araştırmacı tarafından tutulan saha gözlem notları aşağıda sunulmuştur.

“Rainbow Sacra grubu, diğer gruplara göre biraz daha karmaşık bir kod yazmış ve kodlarında farklı durumlar için farklı komutların çalışmasını sağlayacak düzenlemeler yapmışlardır. Kodlarını tamamladıktan sonra sisteme yükleyerek, LED ile komutların doğru çalışıp çalışmadığını kontrol etmişlerdir. İlk denemede çalışmadığını görünce, kodlarına tekrar dönüp bir hata yaptıklarını fark etmiş ve hatayı düzeltmişlerdir. Düzeltmeden sonra LED ile tekrar test yapmışlar ve komutların doğru şekilde çalıştığını görmüşlerdir. Ardından, sistemi bilgisayardan çıkardıkları fan ile kurarak test ettiklerinde fanın çalışmadığını fark etmişlerdir. Devreyi kontrol etmişler ancak herhangi bir sorun bulamayınca araştırmacıdan destek istemişlerdir. Yapılan kontroller sonucunda, adaptörün voltajı ile fanın voltajının uyumlu olmadığı tespit edilmiştir. Bu süreçte öğrenciler, problemi çözmek için ısrarla çaba göstermişlerdir.”

Sürecin başından beri bilgisayar, otomasyon konularında ön yargılı olan ve kendisine güvenmeyen öğretim tasarımının başlarında sürekli sızlanan Deniz derste “*hocam ben buradayken resmen her şeyi unutuyorum, basketbolda bile unutmuyorum. Sadece buraya odaklanıyorum ve başka hiçbir şey düşünmüyorum. Otomasyonu, kodlamayı normalde çok sevmem ama burada bu ürünleri ortaya çıkarmak, sorun çözmek, otomasyondan bile zevk almamı sağladı*” şeklinde bir geri dönüt vermiştir.

Öğrencilerin başlangıçta karmaşık problemlere karşı önyargılı olanlar da dahil, süreç içerisinde problem çözme konusunda ciddi bir ilerleme kaydettikleri gözlemlenmiştir. Gerek ders içindeki çeşitli gözlemler gerekse yukarıdaki örnekler, öğrencilerin karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşma konusunda güçlü bir ısrar sergilediklerini (ÖMI1) ve çözüm için farklı yolları denemekten çekinmediklerini (ÖMD1) göstermektedir. Ayrıca, problem çözüm sürecinde alternatif yollar ve yaklaşımlar bulma konusunda istekli oldukları

(ÖMB1) ve çözüm üretip üretemeyecekleri konusunda doğru kararlar verebildikleri (ÖBK1) dikkat çekmiştir. Problemler karşısında neyi bilip bilmediklerini fark ederek (ÖBK2) gerektiğinde yardım talep etmeleri, onların öz farkındalık ve yardım isteme becerilerinin geliştiğine işaret etmektedir

Gruptaki öğrencilerin otomasyon projelerini tamamladıktan sonra sera prototipini tasarlarken de yüksek motivasyonu yönetme ve bilişsel farkındalık düzeyini korudukları gözlemlenmiştir. Bu süreçte farklı öğrencilerin bireysel yetkinliklerine bağlı olarak grup içinde diğer süreçlere göre daha aktif rol almaları dikkat çekmiştir Özellikle Asya ve Yasemin'in yüksek psikomotor becerileri, seranın tasarımı ve otomasyon sistemlerinin seraya entegrasyonunda önemli bir başarıya dönüşmüş; bu durum grup içinde kısmen daha sessiz olan bu öğrencilerin istek ve motivasyonlarını artırmıştır. Karmaşık problemlerle karşılaştıklarında çözüme ulaşmak için ısrarcı olmaları (ÖMI1) ve belirsizlikler karşısında farklı yollar denemeye istekli olmaları (ÖMB1) problem çözme sürecindeki dayanıklılıklarını ortaya koymuştur. Buna ek olarak, grup içinde kendilerini değerlendirme becerilerinin gelişmesi (ÖBK1) ve bir problemi çözme konusundaki bilgi düzeylerinin farkında olmaları (ÖBK2) bireysel güçlü yönlerini daha iyi anlamalarına katkıda bulunmuştur. Bu farkındalık, grup içinde kendilerini daha iyi konumlandırmalarını sağlamış ve motivasyonlarını olumlu yönde etkilemiştir. Etkinlik sürecinde araştırmacının aldığı gözlem notları öğrencilerin fen alanlarında problem çözme ve bilimsel araştırmanın etkisini özetlemek bağlamında verilmiştir.

“Öğrenciler etkinliklerin başında kendilerine yönerge verilmesi için gözümün içine bakıyor ve her aşamada yaptıklarının doğru olduğunu teyit etmemi bekliyorlar zorluklarla mücadele konusunda sabırsız bir tutum sergiliyorlardı. Şu an ise artık laboratuvardaki görevlerinin verilen komutları yerine getirmek değil, problemleri yaratıcı ve yenilikçi şekilde çözmek olduğunun farkına varmış görünüyorlar ve dışarıdan müdahale yapılmasını istemiyorlar.” (Araştırmacı Saha Notu, 19 Nisan)

Kodlama atölyesine devam eden ve bu alanda yüksek bir yeteneğe sahip Dağhan bu süreçle ilgili olarak söz alarak *“hocam bunun çalıştığını görmek kodlamayı boşuna öğrenmediğimi düşündürdü, kodlamamızdan emindim ama fiziksel ortamda çalışmayacak diye endişe ediyordum. Açıkçası benim normalde teknik değil teorik daha çok hoşuma gidiyor çünkü teknikte sürekli hata oluyor, çok uğraşıyorsun, teorik kâğıt üstünde hep doğru veya kolay çözüyorsun. Fakat kodladığın bir şeyin çalıştığını görmek heyecan vericiydi, işin bir de bu*

kısmı var” yorumunda bulunmuştur. Araştırmacının bu süreçte tuttuğu gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

“Dağhan’ın bu cümlesi, gözlemlerim boyunca vardığım şu sonucu özetliyor: Fen ve mühendislik uygulamalarında öğrencilerin süreci planlamak zorunda kalmaları, hatalarla karşılaşp bu hataları çözmeye çalışmaları ve sonuca ulaşmaları, onların sabır ve azimlerini artırdı. Öğrencilerimin gözlerinde, anlamanın ve zorluklarla mücadele sonucunda elde edilen başarının sevincini görebiliyorum.” (Araştırmacı Saha Notu, 3 Mayıs 2024)

Etkinlik gözlemleri, öğrencilerden alınan dönütler, teknolojinin hızlı dönüt vermesinden dolayı sabrı azmi geliştirmedeği, sabır ve azmin fen, mühendislik uygulamaları ile gerçekleştiğini düşündürmektedir.

Özetle öğrencilerin "Öz Denetim" boyutundaki performanslarını değerlendirdiğimizde, motivasyonu yönetme ve bilişsel farkındalık becerilerinde önemli bir ilerleme kaydettikleri görülmektedir. Karmaşık problemlerle karşılaştıklarında çözüme ulaşmak için ısrarcı davranmaları ve farklı çözüm yollarını denemekten çekinmemeleri, zorluklar karşısında kararlılık ve azimle hareket ettiklerini göstermektedir. Bu süreçte, öğrenciler belirsizlikle baş etme konusunda esneklik göstererek yeni çözüm yaklaşımları geliştirmeye istekli bir tutum sergilemişlerdir. Ayrıca, öğrenciler problem çözme sürecinde kendilerini değerlendirme becerilerini kullanarak, hangi durumlarda çözüm üretebilecekleri konusunda doğru kararlar almış ve bilgi seviyelerinin farkına vararak süreci yönetmişlerdir. Kendilerini değerlendirme yeteneklerinin gelişmesi, onların problem çözme süreçlerinde daha bilinçli ve kontrollü bir şekilde ilerlemelerine katkı sağlamıştır. Bu performans, öğrencilerin BİD süreçlerinde öz farkındalık, motivasyonu yönetme ve belirsizlikle baş etme alanında çok yönlü bir gelişim sağladığını göstermektedir. Ek olarak, süreç boyunca iş birliği yaparak birbirlerine destek olmaları, problem çözme sürecinde yaratıcı ve yenilikçi yaklaşımlar sergilemelerini sağlamıştır. Bu beceriler, öğrencilerin gelecekte daha karmaşık sorunlarla başa çıkabilecek donanımda olduklarını ve öz denetim becerilerini güçlendirdiklerini ortaya koymaktadır.

Gruplarda bazı öğrencilerin karar alma sürecinde kendine güven geliştirmesi ve grup dinamiklerine karşı kendi görüşünü savunabilme becerilerinin geliştirilmesi için farklı çalışmalara daha ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özetle etkinliğin sonunda öğrencilerin BİD özdenetim boyutundaki motivasyonu yönetme becerisi altında yer alan ısrarcı olma becerileri, deneme yanılma becerileri ve belirsizlikle

baş etme becerilerindeki performanslarının arttığı, bilişsel farkındalık altındaki kendini değerlendirme becerilerinde belirgin bir performans artışı olduğu görülmüştür. Gruplarda fikirlerini savunma konusunda desteğe ihtiyaç duyan az sayıda öğrencinin hala var olduğu gözlemlenmiştir. Bu öğrencilerin, grup çalışmaları sırasında kendilerini daha özgüvenli ifade edebilmeleri ve düşüncelerinin arkasında durabilmeleri için rehberlik edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.



BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve tartışma

Bu araştırma, özel yetenekli öğrencilerin BİDB'lerini geliştirmeye yönelik olarak tasarlanmış bir öğretim modelinin işleyişini ve etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan öğretim içeriği, bilimsel sorgulama süreçleri ve mühendislik tasarım becerilerini içerecek şekilde zenginleştirilmiştir. İlk iki modüldeki etkinlikler öğrencilerin bilimsel sorgulama öğelerini, son modülde yer alan etkinliklerde ise mühendislik süreçlerini deneyimlemelerine olanak sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Modüllerin tamamı gerçek yaşam problemlerinin doğasına uygun olarak disiplinler arası bir yaklaşımla hazırlanmıştır.

Etkinlikler bilimsel sorgulama ve mühendislik becerileriyle zenginleştirilen BİD'in fen bilimleri dersine entegrasyonu ile hazırlanan 12 haftalık (36 saat) bir öğretim tasarımı çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Öğretim tasarımı, öğrencilerin günlük yaşam problemlerini çözmelerini sağlayacak şekilde yapılandırılmış ve üç ana modül altında ele alınmıştır: Canlılar Dünyası (Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı), Sürdürülebilirlik (Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri) ve Ekosistem (Alkım Gezegeninde Yaşam). Bu modüller, fen öğrenme çıktıları ile BİDB'yi harmanlayarak öğrencilerde BİDB'yi geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışma, 12 üstün yetenekli öğrenci ile gerçekleştirilmiş, öğrencilerin problem çözme, algoritmik düşünme, algoritma tasarımı, veri işleme ve programlama becerilerine ve özgüven yeterlilik algıları üzerindeki ve eleştirel düşünme eğilimleri üzerindeki etkilerini nicel olarak, BİD'in temel unsurlarından biri olan problem tanımlama sürecine ilişkin soyutlama ve ayrıştırma becerileri, muhakeme, eş zamanlı çalışma, veri toplama ve analizine ilişkin veri düzenleme ve örüntü tanıma yetkinlikleri de nitel olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin çözümleri değerlendirme sürecindeki test etme, hata ayıklama ve genelleme becerileri ile motivasyonu yönetme ve özdenetime ilişkin bilişsel farkındalıkları

da incelenmiştir. Araştırma bulguları, bu becerilerin gelişimi üzerindeki etkileri bağlamında ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

5.1.1. Uygulanan öğretim tasarımının özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz yeterlilik algılarına ilişkin sonuç ve tartışma

Bu araştırmada, üstün yetenekli öğrenciler için geliştirilen öğretim tasarımının bilgi-işlemsel düşünme becerilerine (BİDB) yönelik öz yeterlik algıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler, öğretim tasarımının öğrencilerin BİDB'ye yönelik öz yeterlik algılarında anlamlı ve güçlü bir fark yarattığını ortaya koymuştur. Alt boyutlara yönelik analizler, öğretim sürecinin öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal yeterliklerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin algoritma tasarım yeterliğine dair öz yeterlik algılarında (Cohen's $d = 1.320$), problem çözme yeterliğinde ($d = 1.658$), veri işleme yeterliğinde ($d = 1.137$), temel programlama yeterliğinde ($d = 1.197$) ve özgüven yeterliliğinde ($d = 1.328$) anlamlı ve büyük etki büyüklükleri tespit edilmiştir. Ayrıca, ölçeğin bütününe yönelik hesaplanan toplam etki büyüklüğü ($d = 2.496$), öğretim tasarımının genel BİDB üzerinde büyük bir etki yarattığını göstermektedir. Bu bulgular, öğretim tasarımının hem teknik hem de duyuşsal boyutlarda bütüncül bir gelişimi desteklediğini ortaya koymaktadır. Özellikle özgüven alt boyutundaki yüksek başlangıç puanına rağmen son testte elde edilen anlamlı artış, öğretim tasarımının öğrencilerin öz değerlendirme ve duyuşsal farkındalıklarını da olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Süreç boyunca yapılan araştırmacı gözlemleri de nicel bulguları destekler niteliktedir. Başlangıçta algoritma kavramına yabancı olan öğrencilerin, karar şemaları gibi uygulamalarla algoritmik düşünceyi günlük yaşamdaki problemlerle ilişkilendirebildikleri görülmüştür. Öğrencilerin laboratuvar ortamında başlangıçta edilgen bir rol üstlenirken, zamanla inisiyatif alarak sürece daha aktif katıldıkları gözlemlenmiştir. Karmaşık problemler karşısında yaşanan özgüven düşüşü ise öğrencilerin kendi güçlü ve zayıf yönlerini yeniden değerlendirmelerine olanak sağlamış, süreç boyunca yapılandırılan öğretim stratejileri sayesinde özgüven seviyelerinde tekrar yükselme gözlenmiştir.

Tasarımda yalnızca bir programlama etkinliğine yer verilmiş olmasına rağmen, temel programlama özyeterliliğine ilişkin algılarında gözlemlenen gelişim, BİD'in yalnızca

programlama değil, aynı zamanda problem çözme, algoritmik düşünme ve sistematik yaklaşımı içeren çok boyutlu bir düşünme biçimi olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin programlamaya dair öz algılarındaki olumlu değişim, BİD'in programlamadan bağımsız olarak da öğretilebileceğini ve geliştirilebileceğine yönelik görüşleri desteklemektedir.

Bugünkü literatür incelendiğinde, bilgi-işlemsel düşünmenin fen entegrasyonu ile gerçekleştirildiği öğretim tasarımlarının öğrencilerin BİDB'ye yönelik öz yeterlik algıları üzerindeki etkisine odaklanan sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Mevcut çalışmaların çoğu, BİDB'ye yönelik öz yeterlik algıları ile farklı değişkenler arasındaki ilişkileri incelemekte; bazıları ise farklı disiplinlerin entegrasyonunu ele almaktadır. Bu bağlamda, mevcut çalışmanın bulguları sınırlı sayıdaki literatür ışığında değerlendirilmiştir.

Bu araştırmanın bulguları, literatürde yer alan çeşitli çalışmalarla tutarlılık göstermektedir. Feldhausen, Weese ve Bean (2018) tarafından yürütülen programlama odaklı çalışmada, soyutlama ve veri işleme boyutlarında öz yeterlik artışı gözlenmiş; ancak problem çözme boyutunda anlamlı bir gelişme kaydedilmemiştir. Buna karşın, bu çalışmada tüm alt boyutlarda yüksek düzeyde gelişim kaydedilmiştir. Bu farklılık, öğretim sürecinde programlamanın yanı sıra bilgisayarsız etkinlikler ve probleme dayalı öğrenme gibi yöntemlerin de bütüncül biçimde kullanılmasıyla açıklanabilir. Benzer şekilde, Ma ve diğerleri (2021) tarafından gerçekleştirilen ve Scratch temelli, problem çözme odaklı öğretim yaklaşımını temel alan çalışmada da öğrencilerin problem çözme, algoritmik düşünme ve BİD öz yeterlik algılarında anlamlı gelişmeler gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, yaratıcı düşünme ve iş birliği gibi duyuşsal boyutlarda anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Bulgular, probleme dayalı yaklaşımların özellikle bilişsel gelişim üzerinde etkili olduğunu göstermekte ve bu yönüyle mevcut çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Yurdakök ve Kalelioğlu (2023) tarafından yürütülen, blok ve metin tabanlı programlama araçlarının kullanıldığı çalışmada da benzer şekilde, problem çözme ve algoritma tasarımı boyutlarında güçlü gelişmeler kaydedilmiştir. Bununla birlikte, temel programlama ve özgüven boyutlarında gözlemlenen gelişmeler sınırlı kalmıştır. Bu fark, mevcut çalışmada uygulanan öğretim sürecinde yer alan bilgisayarsız etkinliklerin, öğrencilerin duyuşsal yeterliklerini desteklemesiyle ilişkili olabilir.

Çiftçi ve Topçu (2022), öğretmenlere yönelik gerçekleştirdiği çalışmada bilgisayarsız etkinliklerle BİD-STEM entegrasyonu sağlayarak öğretmen adaylarının BİD öğretim öz

yeterlik algılarını geliştirmiştir. Benzer şekilde, Sâri ve diğerleri (2024), biyoloji öğretmen adaylarıyla yürüttükleri çalışmada bilgisayarsız (unplugged) ve bilgisayarlı (plugged) etkinlikleri ayrı ayrı uygulamışlardır. Bilgisayarsız etkinlikler kapsamında manuel hesaplama ve problem çözme uygulamaları, bilgisayarlı etkinlikler kapsamında ise yazılımlar aracılığıyla veri analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, bilgisayarsız etkinliklerin BİD'in temel bileşenlerini öğretmede ve öz yeterlik algılarını artırmada etkili olduğu; bilgisayarlı etkinliklerin ise daha karmaşık problemlerin çözümünde güçlü bir destek sağladığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, bu iki yöntemin birlikte kullanılmasının öğrencilere daha dengeli ve kapsamlı bir öğrenme deneyimi sunduğunu belirtmişlerdir

Ayrıca, Olpak ve Karamete (2024), üstün yetenekli öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz yeterlik algıları ile bilişim teknolojilerine yönelik öz yeterlik algıları arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bilgisayar kullanımı, bilgisayar becerileri ve kişisel bilgisayara sahip olma gibi faktörlerin bu algıyı artırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, araştırmacılar eşitliği desteklemek amacıyla bilgisayarsız etkinliklerin yaygınlaştırılması gerektiğini vurgulamış ve bu tür stratejilerin öğrencilerin bilişim alanlarına yönelmesini teşvik edebileceğini belirtmişlerdir. Bu bulgular, bu çalışmada kullanılan öğretim yaklaşımının etkililiğini ve bilgisayarsız yaklaşımların entegrasyonunun önemini desteklemektedir.

Özetle literatürde, bilgi-işlemsel düşünmeye (BİD) yönelik öz yeterlik algısını geliştirmeye odaklanan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Mevcut araştırmalarda kullanılan öğretim yaklaşımlarının, BİD'in alt boyutları üzerinde farklı düzeylerde etkiler yarattığı görülmektedir. Özellikle teknoloji ve programlama temelli uygulamaların soyutlama ve veri işleme boyutlarında etkili olduğu, ancak problem çözme gibi daha bütüncül becerilerde aynı düzeyde etki göstermediği rapor edilmiştir (Feldhausen ve diğerleri, 2018; Ma ve diğerleri, 2021; Yurdakök ve Kalelioğlu, 2023). Bu bulgular, mevcut çalışmaların sayıca sınırlı olması ve odaklandıkları değişkenlerin farklılık göstermesi nedeniyle, BİD'e yönelik öz yeterlik algısına dair genel geçer çıkarımlar yapmayı güçleştirmektedir. Bununla birlikte, probleme dayalı öğrenme süreçlerinin BİD'in tüm alt boyutlarında etkili olduğu ve özellikle bilgisayarlı ve bilgisayarsız etkinliklerin bütüncül biçimde kullanıldığı öğretim tasarımlarının, öz yeterlik algısı üzerinde daha dengeli ve kapsamlı etkiler oluşturduğu ifade edilmektedir (Sâri ve diğerleri, 2024; Çiftçi ve Topçu, 2022). Bu yönüyle mevcut çalışmada elde edilen bulgular, literatürde önerilen bu bütüncül yaklaşımlarla tutarlılık göstermektedir.

Sonuç olarak mevcut araştırmada kullanılan öğretim tasarımı, BİDB'ye yönelik öz yeterlik algılarının geliştirilmesinde etkili olmuş; sadece teknik beceriler değil, aynı zamanda özgüven gibi duyuşsal boyutlarda da anlamlı gelişim sağlanmıştır. Bilgisayarlı ve bilgisayarsız stratejilerin birlikte kullanılması, üstün yetenekli öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimlerini dengeli biçimde desteklediği ve BİD'in çok boyutlu yapısını bütüncül şekilde ele alan bir öğrenme ortamı oluşturduğu düşünülmektedir.

5.1.2. Uygulanan öğretim tasarımının öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine etkisine ilişkin sonuç ve tartışma

Bu çalışmada, BİD entegrasyonu ile hazırlanan fen bilimleri öğretim tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri üzerindeki etkisi kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve anlamlı, büyük etkiler elde edilmiştir. Hem nicel bulgular (ölçek sonuçları) hem de nitel gözlemler, öğretim tasarımının öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinin katılım, bilişsel olgunluk ve yenilikçilik boyutlarında güçlü ve tutarlı bir gelişme sağladığını ortaya koymuştur.

Katılım boyutunda, öğretim tasarımının etkisi büyük bir etki büyüklüğü (1.658) ile anlamlı bulunmuştur. Bu bulgu, öğrencilerin akıl yürütme ve problem çözme fırsatlarını değerlendirme isteklerinin arttığını göstermektedir. Kılıç ve Şen'e (2014) göre, bu durum bireylerin eleştirel düşünme sürecine daha aktif katılım sağladığını ve problem çözmede daha istekli hale geldiklerini ifade etmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen bu bulgu, öğretim tasarımının özel yetenekli öğrencilerin düşünme süreçlerini daha yapılandırılmış bir şekilde yönlendirdiğini ve bu sürece olan ilgilerini artırdığını göstermektedir. Sürecin başlangıcında zorlandıklarında pes etme, vazgeçme eğiliminde olan öğrencilerin, zamanla problemleri sabırla çözme ve sistematik ilerleme eğilimlerinin geliştiği gözlemlenmiştir. Ölçekte yer alan *"Bir konuda doğruyu elde edene kadar çalışmaya devam ederim"* maddesiyle uyumlu olarak, öğrenciler akıl yürütme ve çözüm arayışına daha istekli hale gelmiştir. Bu süreçte, belirli konu ve bağlamlara yönelik derinlemesine öğrenmeyi sağlamak amacıyla uzmanların (çalışmada ziraat mühendisinin) sürece dahil edilmesi gibi süreç zenginleştirme öğeleri de öğrencilerin derinlemesine öğrenme motivasyonunu artırmıştır. Renzulli ve Reis (2014), üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde, gerçek dünyadan

uzmanlarla etkileşim kurmanın, öğrenmeyi daha anlamlı hale getirdiğini ve eleştirel düşünme süreçlerini güçlendirdiğini vurgulamaktadır.

Bilişsel olgunluk boyutunda, öğretim tasarımının etkisi etki büyüklüğü 1.486 ile anlamlı bulunmuştur. Bilişsel olgunluk, problemlere farklı perspektiflerden bakabilme ve birden fazla çözüm yolunu kabul edebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Kılıç ve Şen, 2014). Çalışmanın bulguları, öğrencilerin farklı bakış açılarını değerlendirme kapasitelerinde artış sağlandığını göstermektedir. Bu durum, öğretim tasarımının öğrencilerin daha derinlemesine analiz yapmalarını ve karmaşık problemleri ele alma yetilerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Süreç başında öğrencilerin farklı bakış açılarına kapalı oldukları, önyargılı düşünce yapılarını sürdürdükleri gözlenmiştir. Ancak araştırmacının rehberliği, grup çalışmaları ve karmaşık problemlerle yüzleşmeleri sonucunda, öğrencilerin eleştirel bakış açıları gelişmiş ve kararlarını sorgulama kapasiteleri artmıştır. "*Çoğu problemin birden çok çözüm yolu olduğuna inanırım*" maddesiyle uyumlu olarak, öğrenciler alternatif çözümler geliştirme ve bu çözümleri sorgulama becerisi kazanmışlardır. Literatürde, Renzulli (1977) ve Tomlinson ve Jarvis (2013), eleştirel düşünmeyi geliştiren zenginleştirilmiş öğretim tasarımlarının çoklu çözüm yollarını değerlendirme ve bilişsel esneklik süreçlerini desteklediğini belirtmiştir.

Yenilikçilik boyutunda, öğretim tasarımının etkisi büyük bir etki büyüklüğü (0.930) ile anlamlı bulunmuştur. Kılıç ve Şen'e (2014) göre, yenilikçi bireylerin bilgiye ulaşma ve onu sorgulama arzusu, eleştirel düşünmenin temel bir unsuru olarak görülmektedir. Çalışmanın sonuçları, öğretim tasarımının öğrencilerin entelektüel merakını teşvik ettiğini ve bilgiye dayalı sorgulama becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Bu durum, özel yetenekli öğrenciler için eleştirel düşünme süreçlerinin desteklenmesinde BİD gibi yenilikçi yaklaşımların önemini vurgulamaktadır. Öğrenciler başlangıçta karmaşık problemlere çözüm üretmede isteksizken, süreç ilerledikçe doğru çözüme ulaşmanın verdiği başarı duygusuyla motivasyonlarının arttığı gözlemlenmiştir. "*Doğru bir çözüm bulmanın birçok yolunu ararım*" ve "*Pek çok konu hakkında bilgi edinmekten hoşlanırım*" maddeleriyle tutarlı şekilde, öğrenciler yaratıcı ve yenilikçi çözüm yolları geliştirmeye odaklanmışlardır. Weintrop ve diğerleri (2016), BİD süreçlerinin, özellikle soyutlama ve hata ayıklama bileşenlerinin eleştirel düşünmenin merkezinde olduğunu vurgularken, bu süreçlerin öğrencilerin çözüm üretme kapasitelerini geliştirdiğini belirtmiştir.

Çalışmanın hem nicel bulguları hem de nitel gözlemleri, BİD temelli öğretim tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini anlamlı şekilde geliştirdiğini

göstermektedir. Öğrenciler, problem çözme süreçlerine aktif katılım sağlamış, farklı bakış açılarını sorgulama yetilerini güçlendirmiş ve yaratıcı düşünme kapasitelerini geliştirmişlerdir. Süreçteki uzman katkısıyla gerçekleştirilen etkinlikler gerçek yaşam problemi çözme süreçleri öğrencilerin derinlemesine öğrenme deneyimi kazanmalarını sağlamış ve motivasyonlarını artırmıştır. Renzulli ve Reis (2014), bu tür etkinliklerin öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine yönelik anlamlı çözümler geliştirmelerini ve eleştirel düşüncelerini desteklediğini ifade etmektedir.

Öğretim tasarımı uygulaması öncesinde özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine ilişkin oldukça yüksek puan elde etmişlerdir. Elde edilen yüksek puanların, bu bireylerin üstün yetenekli olma özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, özel yetenekli bireylerin, analitik düşünme, problem çözme ve karmaşık durumları değerlendirme konularında doğal bir eğilime sahip oldukları vurgusu ve eleştirel düşünme becerilerinin özel yetenekli bireylerin temel özelliklerinden biri olduğu görüşüyle de uyum göstermektedir (Fabio, Croce ve Calabrese, 2022; Dilekli, 2017; Dunn ve Price, 1980; Fabio, Kettler, 2024; Koroneva, 2012; Miller ve Olthouse, 2023; Renzulli, 1977).

Bununla birlikte literatürde bu araştırma kapsamında elde edilen bulgulara uyumlu olarak üstün yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin özellikle disiplinler arası ve gerçek yaşam problemi çözmeye dayalı öğretim tasarımı uygulamalarıyla daha da geliştirilebileceği ifade edilmiştir (Callahan ve Hertberg-Davis 2013; Dilekli, 2017; Fabio ve diğ., 2022; Hathcock, 2018; Miller ve Olthouse, 2023; Tomlinson ve Jarvis, 2013).

Literatürde, bilgi-işlemsel düşünmenin (BİD) eleştirel düşünme becerilerini destekleyen etkili bir araç olduğuna dair çeşitli bulgular bulunmaktadır. Voskoglou ve Buckley (2012), mühendislik öğrencileriyle gerçekleştirdikleri deneysel çalışmada, BİD ile eleştirel düşünme arasında anlamlı ve güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Candraningtyas ve Khusna (2023) ise, BİD temelli süreçlerin öğrencilerin matematiksel eleştirel düşünme becerilerini yaklaşık %80 oranında desteklediğini rapor etmiştir. Ayrıca, BİD'in problem çözme süreçlerinde yineleme ve genelleme gibi stratejiler aracılığıyla eleştirel düşünmeyi teşvik ettiği de ifade edilmektedir (Kules, 2016; Csizmadia ve diğerleri, 2015). Bu bulgular, BİD'in eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini destekleyen yapısını ortaya koymakta ve BİD temelli öğretim yaklaşımlarının, bu becerilerin kazandırılmasında etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, mevcut araştırmada elde edilen bulgular da literatürde tanımlanan BİD'in eleştirel düşünmeyi destekleyici rolüyle örtüşmektedir. Özellikle BİD temelli öğretim tasarımının, öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini geliştirme potansiyeli taşıdığı ve fen eğitiminin niteliğini artırmak için kullanılabilecek güçlü bir araç olduğu söylenebilir. Ancak, bu ilişkiyi daha ayrıntılı biçimde inceleyebilmek adına, alanda daha fazla deneysel ve uygulamalı çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yönüyle, bu araştırma fen bilimleri temelli BİD öğretim tasarımlarının eleştirel düşünme becerilerine olan katkısını ortaya koyarak, literatürdeki sınırlı çalışmalara anlamlı bir katkı sunmaktadır.

5.1.3. Öğretim tasarımının uygulama sürecine yönelik yaşanan deneyimler ve bu deneyimlerin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki yansımalarına ilişkin sonuç ve tartışma

Bu kısımda BİD-fen bilimleri entegrasyonu ile hazırlanan öğretim programının; öğrencilerin problem tanımlama, veri toplama, temsil ve analiz etme, çözüm üretme, seçme ve planlama, uygulama, değerlendirme ve geliştirme ile öz denetim boyutlarındaki BİD becerilerine ve bu becerilere yönelik göstergelere dayalı performanslarına etkisi ele alınmaktadır. Temel amaç söz konusu boyutlarda yer alan beceri, alt beceri ve göstergelere ilişkin öğrenci performanslarının süreç boyunca nasıl geliştiğini analiz etmektir.

Çalışma bulguları, bu boyutların öğretim sürecinde farklı etkinlikler aracılığıyla tekrar eden bir yapıda ele alındığını ve öğrencilerin ilgili becerilerinde kayda değer gelişmeler yaşandığını ortaya koymaktadır. Tartışma bölümü, her bir boyutun beceriler ve bu becerilere ait göstergeler düzeyinde ayrıntılı olarak analiz edilmesiyle başlamaktadır. Bu bağlamda, örneğin problemi tanımlama boyutunda soyutlama, tanımlama ve ayırıştırma becerileri gibi alt boyutlardaki değişim ile veri toplama, temsil etme ve analiz etme boyutunda veri düzenleme ve örüntü tanıma becerilerindeki değişim düzeyi ele alınacaktır. Her bir boyutta gözlemlenen durumlar, zorluklar, bu zorluklarla baş etmeye yönelik olarak alınan aksiyon ve değişimler bu kısımda tartışılırken bu değişimlerin olası nedenleri ve süreç boyunca gerçekleştirilen uygulamalardan elde edilen etkiler değerlendirilecektir. Bulgular, boyut bazlı ele alınarak literatürdeki çalışmalarla ilişkilendirilecektir. Literatür, BİD temelli fen öğretim programlarının öğrencilerin BİDB'deki gelişimi üzerindeki etkilerini genel bir

çerçevede sunmaktadır. Bu bağlamda, öğretim tasarımının uygulanması sürecinde öğrencilerin becerilerinde gözlemlenen değişimlerin literatürle uyumlu yönleri veya farklılaşan bulguları tartışılacak; ayrıca programın özgün katkıları vurgulanacaktır. Böylelikle, BİD temelli fen öğretim tasarımının sistematik etkileri detaylı olarak ortaya konulacak ve elde edilen bulgular aracılığıyla literatüre anlamlı ve somut bir katkı sağlanacaktır.

5.1.3.1. Problemi tanımlama boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma

Problemi Tanımlama Boyutu, soyutlama ve ayrıştırma becerilerini içeren alt boyutlardan oluşmaktadır. Soyutlama becerisi problemi basitleştirme, probleme odaklanma ve problemin ne olduğunu tanımlama gibi becerileri kapsarken; ayrıştırma becerisi ise problemi daha küçük ve yönetilebilir parçalara bölme ile alt problemleri belirleme süreçlerini içermektedir. Bu boyut, öğrencilerin karşılaştıkları karmaşık problemleri anlamlı bir şekilde analiz etmelerine, çözüm yollarını belirlemelerine ve uygulanabilir çözümler geliştirmelerine olanak tanır. Bu boyuta ait bulgular aşamalı olarak aşağıda tartışılmıştır.

İlk modülde gerçekleştirilen etkinliklerde, öğrencilerin problemi tanımlama sürecinde belirgin zorluklar yaşadıkları gözlemlenmiştir. Süreç boyunca karşılaşılan güçlükler karşısında sorgulamaya dayalı rehberlik sağlanmış olmasına rağmen, öğrencilerin ilerlemeleri oldukça sınırlı kalmıştır. Özellikle problemleri sadeleştirme, gerekli bilgilere odaklanma, değişkenleri belirleme ve gereksiz ayrıntıları ayıklama gibi soyutlama becerilerinde belirgin zorlanmalar yaşadıkları tespit edilmiştir.

Bu becerilerdeki eksikliklerin öğrencilerin bu süreçte BİDB'ye yönelik deneyimsizliklerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu tür zorlukların genellikle BİD kavramlarıyla ilgili yapılandırılmış çerçevelere veya destek yapılarına (scaffolding) daha önce maruz kalmamaktan kaynaklandığını ifade edilmektedir (Basu, Biswas ve Kinnebrew, 2017; Wing, 2006). Öğrencilerin problemi tanımlama süreçlerinde karşılaştığı bu zorlukla BİD başlangıç düzeyinde yapılandırılmış rehberlik olmadan BİD'in gelişmesinin zor olduğunu belirten literatürdeki çalışmalarla örtüşmektedir (Hsu, Chang ve Hung, 2018; Kalelioglu ve diğerleri, 2016; Weintrop ve diğerleri, 2016). Ayrıca diğer bir nedenin Wing (2008), tarafından BİD'in özü olarak tanımlanan soyutlamanın oldukça üst düzey bir beceri olmasından kaynaklanabileceği düşüncesi literatürle desteklenmektedir. Booth (2013), probleme dair bağlantıların bulunup, çözüm önerilerinin oluşturulmasını ve

yeniden gözden geçirilmesini sağlayan soyutlamanın BİD boyutlarının en zoru olabileceğini ifade etmektedir. Bu modülde yoğun rehberliğe rağmen öğrencilerin problem tanımlama performanslarının beklenen düzeyin altında kalması, problemleri analiz etme süreçlerinin daha sistematik bir şekilde ele alınması gerektiğine ve zenginleştirilmiş, destek yapılarına ihtiyaç olduğunu işaret etmektedir ve bu sonuç literatürle de desteklenmektedir (Kalelioglu ve diğerleri, 2016; Weintrop ve diğerleri, 2016). Öğretim tasarımının eylem sürecinde araştırmacı bu zorluğun üstünden gelmek için tasarımda öncesinde planlanmayan yoğun rehberli sorgulamaları sürece dahil ederek aksiyon almıştır.

İkinci modülde gerçekleştirilen etkinlikte öğrencilerin problem tanımlama sürecinde önemli bir gelişme gözlenmiştir. Rehberlik düzeyinin kademeli olarak azaltılması öğrencilerin bağımsızlık kazanmalarını sağlamış ve soyutlama becerisinin alt becerileri olan basitleştirme ve odaklanma becerilerinde ilerleme kaydedilmiştir. Bununla beraber soyutlama becerisinde öğrencilerin hala diğer becerilere göre daha fazla zorlandıkları görülmüştür. Soyutlama gerçekleştirildikten sonra ise ayrıştırma yapmanın daha kolay olmasına ve bu boyutta gruplar genel olarak daha iyi performans göstermelerine rağmen bazı öğrencilerin değişkenleri tanımlama ve ayırt etme gibi süreçlerde halâ zorluk yaşadığı görülmüştür. Bu durum, rehberliğin doğru yapılandırıldığında öğrencilerin BİD becerilerini geliştirebileceğini, ancak bu gelişimin zaman ve uygulama gerektirdiğini göstermektedir. Literatürde, özellikle tasarım süresince de gerçekleştirilen kademeli rehberliğin öğrenme sürecinde transfer becerilerinin geliştirilmesindeki kritik rolü vurgulanmaktadır. Nadolski, Kirschner ve van Merriënboer (2005), karmaşık becerileri öğrenmede rehberlik boyutu ile ilgili yaptığı çalışmada problem çözme becerilerinin geliştirilmesi için rehberliğin optimum düzeyde sağlanması gerektiğini vurgulamış ve rehberliğin adım adım azaltılmasının öğrenmeyi desteklediğini ifade etmiştir. Çalışma kapsamında da rehberlik aşamalı olarak azaltılmış, başlangıçta yapılan rehberli sorgulamaların yerini öğretimsel ipuçları almıştır. Bu bulgular, Blanchard ve diğerlerinin (2010) fen alanlarında rehberliğin üst düzey becerileri geliştirmedeki önemine ilişkin bulgularıyla uyumludur.

Üçüncü modülde gerçekleştirilen etkinlikte öğrencilerin problemin tanımlanması basamağında kayda değer düzeyde yüksek performans gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bu etkinin ortaya çıkmasını sağlayan nedenlerden birinin bu etkinliğe kadar edinilen deneyimler olduğu düşünülmektedir. Elde edilen bu sonuç Basu ve diğerleri (2017) tarafından yapılan ve deneyimin BİD becerilerinin gelişmesinde önemli olduğunu vurgulayan çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Ayrıca rehberli sorgulamanın öğrencilerin eleştirel düşüncelerine

katkı yaparak bu süreci iyileştirdiği düşünülmektedir ve bu sonuç Nadolski ve diğerleri (2005) tarafında yapılan ve rehberliğin eleştirel düşünme becerisini geliştirerek karmaşık problemleri çözmeyi geliştirdiğine yönelik olarak elde edilen bulgular ile desteklenmektedir. Araştırmada, öğrencilerin problem tanımlama sürecinde yaşadığı zorluklar açıkça gözlemlenmiştir. Bu zorlukları aşmak için, ilk modülde farklı boyutlarda kullanılan algoritmik düşünme temelli araçlar (karar şemaları ve kriter formları) problem tanımlama aşamasına uyarlanarak süreçte yapılandırılmış bir şekilde kullanılmıştır. Belirlenen kriterlere göre yapılandırılan aşamalı soyutlama sağlayan karar şemaları, öğrencilerin problemi tanımlama süreçlerini daha sistematik hale getirmiş ve soyutlama boyutunda yaşanan zorlukların kısmen aşılmasına katkı sağlamıştır. Literatürde bu tür araçlara doğrudan rastlanmamakla birlikte, benzer mantıksal çerçevede geliştirilen modelleme ve algoritma tasarımına yönelik çalışmaların bulguları, BİD becerisinin gelişiminde farklı destekleyici araçların sürece katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır (Zhang, Meng, Zou, Zhu ve Hwang, 2021). Bu durum, soyutlama gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişiminin yalnızca bireysel düşünme süreçleriyle değil, yapılandırılmış rehberlik ve araç desteğiyle de güçlendirilebileceğini göstermektedir.

Problem tanımlama sürecinde rehberliğin kademeli olarak azaltılması ve algoritmik düşünme araçlarının bu sürece entegre edilmesi, öğrencilerin performansında anlamlı bir artış sağlamıştır. Bununla birlikte, süreç boyunca öğrencilerin en fazla desteğe ihtiyaç duyduğu becerinin soyutlama olduğu gözlemlenmiştir. Bu aşamada sürdürülen kademeli rehberliğin, öğrenmenin derinleşmesi ve edinilen becerilerin farklı bağlamlara aktarılabilmesi açısından kritik bir rol oynadığı değerlendirilmektedir. Nitekim literatürde de soyutlama ve ayırıştırma becerilerinin problem çözme süreçlerindeki belirleyici işlevine vurgu yapılmakta; bu becerilerin yapı iskelesi (scaffolding) temelli öğretim yaklaşımlarıyla etkili biçimde geliştirilebildiği ifade edilmektedir (Lu ve Fletcher, 2009; Sengupta ve diğerleri, 2013; Ogegbo ve Ramnarain, 2022; Yadav ve diğerleri, 2014). Çeşitli müdahale ve destekleyici uygulamalara rağmen, soyutlama boyutundaki gelişimin diğer bilişsel beceri alanlarına kıyasla daha sınırlı kaldığı ve öğrencilerin bu beceriyi edinmede daha uzun süreli ve tekrarlı deneyimlere ihtiyaç duyduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, literatürde soyutlama becerisindeki eksikliklerin, BİD'in diğer bileşenlerinin gelişimini de olumsuz etkilediği vurgulanmakta; bu eksikliğin giderilmesinin, genel BİD becerisinin gelişimi açısından kritik bir adım olduğu belirtilmektedir (Chan, Looi, Ho ve Kim, 2023; Rodríguez-Martínez ve diğerleri, 2020). Ayrıca, soyutlama ve problem çözme

becerilerini güçlendiren; bilgi işlemsel problem çözme süreçlerini daha etkili hale getiren bütüncül ve destekleyici yaklaşımların önemi sıklıkla dile getirilmektedir (Ansori, 2020; Saâ ve diğerleri, 2021). Bu bulgular, mevcut çalışmada elde edilen sonuçlarla da örtüşmekte ve ortaya konan uygulamaların BİD becerisinin gelişimine katkı sunduğunu göstermektedir

5.1.3.2. Çözümleri üret, seç, planla boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma

Bu başlık, *Çözümleri Üret, Seç ve Planla* boyutunun mantık yürütme, algoritma tasarlama ve eş zamanlı çalışma becerilerini kapsayan bir çerçeve sunmaktadır. Mantık yürütme becerisi; çözüm için mantıksal yollar üretme ve karar verme süreçlerini içerirken, algoritma tasarlama becerisi; gerekli adımları sıralama ve tasarlama süreçlerini kapsar. Eş zamanlı çalışma becerisi ise zamanlama ve aynı anda tamamlanan görevlerin koordinasyonunu ele alır. Bu tartışma, belirtilen kavramlar bağlamında gerçekleştirilmektedir bununla birlikte *Çözümleri Uygula* boyutuyla da güçlü bir ilişki içerisindedir.

Çalışmanın ilk modülünde, öğrencilerin belirlenen problem durumuna yönelik mantıksal bir yol üretme, çözüm adımlarını sıralama ve yapılandırılmış bir deneysel süreç tasarlama konusunda zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu durum, mantık yürütme ve algoritma tasarlama alt boyutlarındaki eksikliklere işaret etmektedir. Literatürde BİDB'nin soyutlama, ayırttırma ve mantıksal akıl yürütme gibi temel bileşenlere dayandığı belirtilmektedir (Aho, 2012; Brennan ve Resnick, 2012). Ancak, öğrencilerin bu süreçlerde daha önceden yeterli yapılandırılmış destek mekanizmalarına (scaffolding) maruz kalmamış olmaları, gözlemlenen eksikliklerin temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme Basu ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmaların sonucunda ulaştıkları değerlendirmelerle de uyumludur.

Araştırma sürecinde öngörülen bu eksikliklerin giderilmesi amacıyla sürece yapılandırılmış proses şemaları entegre edilmiştir. Bu şemaların tasarımı, öğrencilerin deneysel süreç adımlarını prosedürel bir çerçevede adım adım belirlemelerine ve süreç içerisinde hata ayıklama (debugging) ihtiyacını fark etmelerine olanak tanımıştır. Pea ve Kurland (1984), başarılı bir program oluşturmak için prosedürel düşünmenin kritik bir öneme sahip olduğunu vurgularken; Zelazo, Carter, Reznick ve Frye (1997) de sıralamanın, planlamanın temel bir bileşeni olduğunu ve tüm disiplinlerde merkezi bir rol oynadığını belirtmektedir. Nitekim bu çalışmada da gözlemlendiği üzere, proses şemalarının aşamalı biçimde uygulanması,

öğrencilerin sıralama becerilerinin yanı sıra mantıksal yol oluşturma kapasitelerinde de gelişim sağlamıştır. Bu bulgu, algoritmik düşünmenin yalnızca bilgisayar bilimlerine özgü bir beceri değil, aynı zamanda farklı disiplinlerde görevleri adım adım yerine getirmeyi destekleyen bir bilişsel süreç olarak değerlendirilebileceğini ifade eden literatürle örtüşmektedir (Booth, 2013; Selby ve Woollard, 2014; Togyer, 2017).

Proses şemalarının düzenlenmesi sürecinde ortaya çıkan hata ayıklama ihtiyacı, çalışmada geliştirilen değerlendirme çerçevesinde ayrı bir beceri olarak ele alınsa da, elde edilen bulgular BİDB'nin doğası gereği iç içe geçmiş ve birbirini tamamlayan becerilerden oluştuğunu açık biçimde ortaya koymuştur. Süreç boyunca öğrencilerin adımları sıralarken veya eksiklikleri fark ederken hata ayıklama gereksinimi hissetmeleri, BİD'in alt bileşenlerinin birbirinden kesin sınırlarla ayrılmasının güç olduğunu ve bu becerilerin çoğu zaman eşzamanlı olarak devreye girdiğini göstermektedir. Bu durum, Weintrop ve diğerleri'nin (2016) fen ve matematik entegrasyonuna yönelik taksonomisiyle de örtüşmektedir. Her ne kadar söz konusu taksonomi bileşenleri ayrı kategoriler halinde sunmuş olsa da, araştırmacılar bu kategorilerin uygulamada birbirine bağımlı biçimde işlediğini ve bilimsel hedeflere ulaşmak için birlikte kullanılmaları gerektiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Grover ve Pea (2018) da test etme ve hata ayıklamanın yalnızca programlamaya özgü teknik beceriler değil, günlük yaşam problemlerinin çözümünde de temel ve ayrılmaz süreçler olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda, çalışmada gözlemlenen bulgular, BİD becerilerinin birbirinden bağımsız değil, etkileşim hâlinde ve bağlamsal ihtiyaçlara göre birlikte işleyen bir yapı sergilediğini göstermektedir.

İkinci modülde, öğrencilerin çözüm üretme ve karar verme becerilerindeki eksiklikleri gidermek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış karar şemaları kullanılmıştır. Bu şemalar, öğrencilerin özellikle malzeme seçimi gibi çoklu değişken içeren problemleri algoritmik bir düşünme süreciyle değerlendirmelerini ve alternatif çözümler arasında mantıksal kıyaslamalar yapmalarını sağlamıştır. Karar şemaları, öğrencilere “bilgisayarcı gibi düşünme” yaklaşımını deneyimleme fırsatı sunarak, soyutlama ve algoritmik düşünme becerilerini desteklemiştir.

Hutchins ve diğerleri (2020), yapılandırılmış karar araçlarının soyutlamayı kolaylaştırdığını ve öğrencilerin alternatif çözümler arasında mantıksal karşılaştırmalar yapmasına katkı sağladığını belirtmektedir. Bu bağlamda, çalışmada geliştirilen karar şeması, literatürde önerilen bu yaklaşımla örtüşmekte; soyutlama, karşılaştırma ve karar verme süreçlerinde öğrencilerin bilişsel becerilerini destekleyen etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Ayrıca karar şemaları, öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik tekrar eden tasarım ve iyileştirme döngülerini teşvik etmiş ve öğrencilerin eylemlerini önceden tanımlanmış mantıksal kriterlerle karşılaştırmalarına olanak tanımıştır. Elde edilen bu bulgular, BİD entegrasyonunda yapılandırılmış süreçlerin ve yinelemeli tasarım uygulamalarının önemini vurgulayan literatürle uyumludur (Basu ve diğerleri, 2017; Aksit ve Wiebe, 2020).

Araştırmacı tarafından geliştirilen karar şemaları, öğrencilerin yalnızca mantıksal akıl yürütme ve algoritmik düşünme becerilerini desteklemekle kalmamış, aynı zamanda fen eğitimine özgü soyut BİD ilkelerinin somut problem çözme senaryolarına aktarılmasını da mümkün kılmıştır. Bu bulgu, BİD süreçlerinin öğrenme ortamlarına entegrasyonunda yapılandırılmış desteğin önemini ortaya koymaktadır.

Wetzel, Milicic ve Ludwing (2020), Bilişim alanında özel yetenekli 17 yaş grubu öğrencilerle yürüttükleri çalışmada, bu öğrencilerin algoritmik düşünme yoluyla alternatif stratejiler geliştirebildiklerini; ancak bu düşünme sürecinin çoğunlukla zihinsel düzeyde kaldığını ve somut problem çözme süreçlerine yeterince aktarılmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bu sınırlılığı aşmak için yapılandırılmış uygulamalara ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır.

Bu çalışmada ise, öğrencilerin karar şeması sistematiğini yalnızca öğrenme etkinliklerinde değil, günlük yaşamlarında da kullanmaya başladıkları gözlemlenmiştir. Örneğin, bir öğrencinin bilgisayar için parça seçimi yaparken karar şemasını kullanarak mantıksal kriterler belirlemesi ve bu süreçten memnuniyet duyduğunu ifade etmesi, BİD'in soyut bir beceriden işlevsel bir problem çözme aracına dönüştüğünü göstermektedir.

Bu bulgular, bilgisayarsız (unplugged) yaklaşımların BİD'in temel ilkelerini öğretmede etkili olduğunu ortaya koyan literatürle de örtüşmektedir. Söz konusu yaklaşımların öğrencilerin öz yeterlik algılarını artırdığı (Caeli ve Yadav, 2020; Bell ve Roberts, 2016; Hermans ve Aivaloğlu, 2017; Sari ve diğerleri, 2024) ve fen ile matematik gibi disiplinlerde problem ayrıştırma, soyutlama ve algoritma tasarımı gibi becerilerin gelişimini desteklediği belirtilmektedir (Caeli ve Yadav, 2020). Bu bağlamda, çalışmada uygulanan karar şemalarının, BİD becerilerinin günlük yaşamla bütünleştirilmesine katkı sağlayan etkili bir araç olduğu söylenebilir.

Ayrıca, öğrencilerin BİD becerilerinde gözlemlenen gelişimin, yalnızca yapılandırılmış araçlarla değil, aynı zamanda hata keşfetme ve zorluklarla mücadele süreçlerinde edindikleri

deneyimlerle de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Süreç boyunca öğrencilerin kendi hatalarını fark etmeleri, bu hatalarla yüzleşmeleri ve çözüm üretmeye yönelik çaba göstermeleri, BİDB'nin gelişiminde önemli bir etken olarak öne çıkmaktadır.

Bu bulgu, Weintrop ve diğerleri'nin (2016) gerçekleştirdiği çalışmayla da desteklenmektedir. Söz konusu çalışmada, öğrencilerin modelleme ve simülasyon süreçlerinde hataları tanımlama ve bu hatalarla baş etme deneyimlerinin, BİD becerilerinin gelişiminde etkili olduğu vurgulanmıştır. Bu bağlamda, öğrenme sürecinde karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmeye yönelik çabaların, yalnızca bilişsel gelişime değil, aynı zamanda problem çözme yaklaşımının kalıcılığına da katkı sağladığı söylenebilir.

Üçüncü modül öğrencilerin BİD becerilerini karmaşık ve gerçek dünya senaryolarında başarılı bir şekilde uygulamaya başladıkları bir süreci temsil etmiştir. Öğrenciler, kontrollü bir ortamda bağımsız olarak algoritmalar tasarlayarak, çözüm üretme ve mantıksal akıl yürütme becerilerini daha derinlemesine geliştirmişler, mantıksal akıl yürütme çerçevelerini (karar şemalarını) içselleştirmişlerdir. Öğrencilerin tasarımları, oldukça derinlikli ayrıntıları içeren bir yapıya dönüşmüştür. Bu aşamada gözlemlenen gelişme, yinelemeli, uygulamalı ve sorgulamayı içeren BİD görevlerinin bilgi işlemsel problem çözmeyle güçlendirmek için çok önemli olduğunu vurgulayan Barr ve Stephenson'ın (2011) bulgularıyla uyumludur. Ayrıca, bu gelişme, yapılandırılmış BİD etkinliklerinin daha derin bir katılımı teşvik ettiği ve öğrencilerin yüzeysel akıl yürütmenin ötesine geçmelerini sağladığını ifade eden bulgularla da tutarlıdır (Waterman, Goldsmith ve Pasquale, 2020)

Bu araştırmada, öğrencilerin eş zamanlı çalışma ve ekip içi koordinasyon becerilerinde gözlemlenen gelişmeler, birbirine bağlı sorunların sistematik çözümüne dayalı temel BİD uygulamalarıyla ilişkilidir. Bu bulgular, söz konusu becerilerin gelişiminde BİD'in oynadığı rolü vurgulayan çalışmalarla örtüşmektedir (Basu ve diğerleri, 2016; Hutchins ve diğerleri, 2020). Özellikle otomasyon araçlarının sürece entegre edilmesi, öğrencilerin kavramsal düzeyde yürüttükleri düşünme süreçlerini teknik uygulamaya dönüştürme becerilerini desteklemiş ve BİDB'ye ilişkin daha bütüncül bir anlayış geliştirmelerine katkı sağlamıştır.

Bu sonuçlar, Hermans ve Aivaloğlu'nun (2017) yürüttüğü çalışmayla da paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmada, otomasyon ve kodlama araçlarının entegrasyonunun, öğrencilerin daha karmaşık problemleri çözme becerilerini geliştirdiği ortaya konmuştur. Benzer şekilde, bu çalışmada da teknik araçların sürece entegre edilmesi, öğrencilerin problem çözme becerilerinde anlamlı bir ilerleme sağladığını göstermektedir.

Bu etkinlikler süresince öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde gözlemlenen ilerleme, BİD entegrasyonunda yaygın kabul gören çerçevelerin etkisini yansıtmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan destekleme yapıları (scaffolding), karar şemaları ve işbirlikçi tasarım stratejileri, fen eğitiminde BİD'in teşvik edilmesine yönelik çoklu yaklaşım modellerinin etkili olabileceğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, farklı stratejilerin BİD gelişimine katkı sağlayabileceğini savunan literatürle örtüşmektedir (Kalelioğlu ve diğerleri, 2016; Weintrop ve diğerleri, 2016).

Özellikle öğrencilerin algoritma tasarımı, mantıksal akıl yürütme ve eş zamanlı problem çözme becerilerinde gösterdikleri gelişim, yapılandırılmış, kademeli ve zorluk düzeyi artan bir BİD eğitiminin etkili bir öğrenme yolu olduğunu göstermektedir. Bu durum, BİD'in yalnızca teknik içerikle değil, yapılandırılmış pedagojik yaklaşımlar ve uygulama temelli deneyimlerle desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu yaklaşımın etkinliği, Hsu, Chang ve Hung (2018) tarafından da desteklenmektedir. Çalışma, BİD'in kazandırılmasında kademeli gelişimin ve farklı destek yapılarının kullanımının derin öğrenme süreçlerini desteklediğini belirtmektedir. Benzer şekilde, destek yapılarının ve kademeli azaltılan desteğin BİDB'nin gelişimindeki kritik rolünü vurgulayan BİD'e dayalı K-12 entegrasyon çalışmalarından elde edilen bulgular, mevcut çalışma sonuçlarıyla da örtüşmektedir (Bers ve diğerleri, 2014; Xu, Wang ve Wang, 2023).

Bers ve diğerleri (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma, kademeli olarak azaltılan desteğin ve yinelemeli etkileşimin, öğrencilerin hata ayıklama, sıralama ve problem çözme becerilerinde giderek daha fazla ilerleme kaydetmelerini sağladığını ortaya koymaktadır. Çalışmada yinelemeli süreç sırasında öğrencilerin üçüncü etkinlikte sıralama becerilerinde %75'lik bir hedef başarı oranına ulaştıkları ifade edilmiştir. Bu bulgular, mevcut çalışma sonuçlarıyla örtüşmekte olup kademeli destek yapılarının ve yinelemeli uygulamaların öğrencilerin BİD becerilerini geliştirmedeki önemini vurgulamaktadır.

Ayrıca, uygulamalı etkinliklerin karar alma çerçeveleriyle bütünleştirilmesi, yinelemeli öğrenme ve uygulamayı teşvik etmede yapılandırmacı yaklaşımların önemini vurgulamaktadır ve BİDB'nin yapılandırmacı yaklaşımlarla üst düzeye çıktığını vurgulayan Lyle ve Koh (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile desteklenmektedir. Bu yaklaşımlar, öğrencilerin soyut BİD ilkelerini somut problem çözme senaryolarına aktarmalarını sağlayarak kavramsal anlayış ve gerçek dünya uygulaması arasındaki boşluğu doldurduğu literatürde ifade edilir (Brennan ve Resnick, 2012).

Bu bulgular, BİD'in bilim eğitimi müfredatına entegrasyonunun gerekliliğini açık biçimde ortaya koymaktadır (Wing, 2006; Barr ve Stephenson, 2011). Çalışma sürecinde kullanılan yapılandırılmış destek mekanizmaları ve karar alma şemaları, öğrencilerin algoritma tasarımı, mantıksal akıl yürütme ve eş zamanlı problem çözme becerilerinde anlamlı gelişmeler sağlamıştır. Bu yöntemlerin etkinliği, özellikle kademeli öğrenme ve yapılandırılmış rehberlik yaklaşımlarının öğrenme üzerindeki olumlu etkisini vurgulayan önceki araştırmalarla da desteklenmektedir (Hsu, Chang ve Hung, 2018). Öğrencilerin süreç boyunca sergilediği belirgin ilerleme, uygulanan pedagojik müdahalelerin ve öğretim stratejilerinin etkililiğini somut biçimde ortaya koymaktadır.

5.1.3.3. Çözümleri uygula ve otomatikleştir boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma

Çözümleri uygula boyutu otomatikleştirme ve modelleme ve benzetim aşamalarında oluşmaktadır. Çalışma sürecince öğrencilerde gözlemlenen değişiklikler ve yaşanan zorluk ve çözüm önerileri bu boyutlar altındaki tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak yapma, gerçek yaşamı örnekleme becerileri bağlamında tartışılacaktır. Bununla birlikte daha önce BİD'in özellikle fen bilimleri entegrasyonundaki doğası ile ilgili olarak birçok boyutun iç içe olduğu bir süreç olduğu bir süreç vurgusunda hata ayıklama oldukça önemli bir bileşen olarak göze çarpmakta ve BİD'in her aşamasında işe koşulması gerekmektedir.

Bu boyut, öğrencilerin teorik bilgilerini pratik problem çözme görevlerine uyguladıkça BİDB'de kademeli bir gelişme olduğunu ortaya koydu. Üç modül boyunca öğrenciler, BİD ilkelerini uygulamadaki artan yeterliliklerini yansıtan yinelemeli tasarım, otomasyon ve bilgi işlemsel modellemede gelişme gösterdiler. Bu bulgular, analitik ve teknik becerileri geliştirmek için BİD'i bilim derslerine entegre etmeye yönelik daha geniş eğitim vurgusunun ile uyumludur (Ogegbo ve Ramnarain, 2022).

İlk modülde öğrenciler, verilen problemin doğasından kaynaklanan karmaşık deneysel süreçle baş etmekte oldukça zorlandılar. Özellikle proses şemasıyla eşgüdümlü yürütülen deneysel süreçlerde hata kaynaklarını öngörememeleri ve hataları ayıklayamamaları bu sonucun en büyük nedeni olmuştur. Bu durum, öğrencilerin deneysel süreçleri kendi başlarına, yönergeler almadan yürütmekte yetersiz kaldıklarını göstermektedir.

Araştırmalarda, hata ayıklama becerilerinin geliştirilmesinde daha az karmaşık sistemlerle başlamak gerektiği ortaya konulmuştur (Kazakoff ve Bers, 2012; Kazakoff, Sullivan ve

Bers, 2012). Ancak, bu çalışmada başlangıç problemi öğrenciler için zorlayıcı bir düzeyde planlanmış ve bu durum hazır bulunuşluk düzeylerinin olduğundan daha yüksek olacağı beklentisinden kaynaklanmıştır. Öğrencilerin süreçte karşılaştıkları zorluklar, yalnızca problem çözme becerileriyle değil, bilişsel yük ve deney tasarımının karmaşıklığı ile de ilişkilendirilebilir. Zihinsel olarak karmaşık bir süreci yönetirken, öğrencilerin hata öngörme ve analiz etme yetilerinde zorlanmaları kaçınılmazdır.

Bu noktada, öğrencilere araştırmacı tarafından rehberlik sağlanmıştır. Ancak bu rehberlik, rehberli sorgulamalar yoluyla ve minimal müdahalelerle sınırlı tutulmuştur. Öğrencilere sorular yöneltilerek, verilerindeki hataları fark etmeleri ve deney parçalarının işlevlerini kontrol etmeleri teşvik edilmiştir. Bu süreçte, öğrencilerin deneyim kazanması ve hataları fark ederek öğrenmeleri hedeflenmiştir. Ancak burada göz ardı edilmemesi gereken bir nokta, zorluk derecesi yüksek problemlerin öğrencilerin motivasyonu ve öğrenme sürecini nasıl etkilediğidir.

Literatürde Vygotsky'nin yakınsal gelişim alanı teorisine göre, öğrenciler kendilerini geliştirebilecek düzeydeki zorluklarla karşılaştıklarında rehberlik ve destekle öğrenme süreçleri hızlanır (Vygotsky, 1978). Ancak, zorluğun öğrencilerin mevcut kapasitelerinin çok üzerinde olması, öğrenme motivasyonunu azaltabilir ve öğrenme sürecini kesintiye uğratabilir. Bu çalışmada, öğrencilerin süreçte araştırmacının motivasyonu ile dayanıklılık gösterdiği görüldü de, problemin zorluk derecesi dikkatli tasarlanmalı ve öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri göz önünde bulundurulmalıdır. Araştırmalar, problem zorluklarının öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve performansını doğrudan etkileyebileceğini ortaya koymaktadır (Vygotsky, 1978; Wood, Bruner ve Ross, 1976). Ayrıca, daha basit ve modüler başlangıç sistemlerinin kullanılması öğrencilerin hata ayıklama ve bütünleşmiş sistem tasarlama becerilerinin gelişimini destekleyebilir.

İkinci modülde öğrenciler, deneylerini planlamada daha iyi bir öngörü sergilemiş ve bu durum, hata ayıklama süreçlerinde daha derin bir anlayış geliştirdiklerine işaret etmiştir. Bu ilerleme, bilgi işlemsel akıl yürütmeyi güçlendirmede yinelemeli geri bildirimin önemini vurgulayan Wilensky ve diğerlerinin (2014) bulgularıyla tutarlıdır. Öğrencilerin süreç boyunca kendi performanslarını değerlendirmelerine olanak tanıyan yansıtıcı öğrenme stratejileri, öğrencilerin karşılaşılabilecekleri zorlukları öngörmelerine yardımcı olmuş, hata sıklığını azaltmış ve deneysel tasarımlarının kalitesini artırmıştır. Ayrıca, öğrenciler bu etkinlik sırasında sürekli olarak *“Burada hata kaynakları ne olabilir?”* sorusunu sorarak önceki deneyimlerinden ve yaşadıkları zorluklardan öğrendiklerini uygulamışlardır. Bu,

onların problem çözme süreçlerine daha eleştirel ve dikkatli bir şekilde yaklaşmalarını sağlamıştır.

Etkinlikler sırasında otomasyonun kullanımı, öğrencilerin öğrenme sürecindeki bir başka kritik unsur olmuştur. Otomasyon, ilk iki modülde veri toplama aşamalarında işe koşulurken üçüncü modülde odak noktası haline gelmiş, öğrencilerin tekrarlayan görevleri optimize etmek için hesaplama araçlarını kullandıkları bir bağlam sunmuştur. İlk başta otomatik sistemlere güvenme konusunda tereddüt eden öğrenciler, bu sistemlerin veri toplama ve deneysel tutarlılığı sağlama süreçlerindeki değerini giderek fark etmişlerdir. Bu bulgu, otomasyonun sistematik düşünmeyi ve operasyonel verimliliği teşvik etmedeki rolünü vurgulayan Basu ve diğerleri (2013) ile Weintrop ve diğerlerinin (2016) çalışmalarını desteklemektedir.

Bu gelişmeler, etkinlik tasarımıındaki yinelemeli yapılandırma, kademeli rehberlik stratejilerinin ve sürece dahil edilen destek yapıları öğrencilerin öğrenme sürecine olan etkisini göstermektedir. Özellikle, öğrencilerin kendi hatalarını analiz etmeleri ve çözüm odaklı stratejiler geliştirmelerine olanak sağlayan sistematik yapı öğrenme sürecinde dayanıklılık kazanmalarını sağlamıştır. Öğrencilerin BİD, hata ayıklama becerileri ve sistematik problem çözme yeteneklerinin bu süreç boyunca belirgin bir şekilde geliştiği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, yapılandırılmış etkinliklerin öğrencilerin teknik ve bilişsel gelişiminde ne denli önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, öğrenciler, ikinci ve üçüncü modüllerde hata kaynaklarını öngörme, otomasyon araçlarını kullanma ve kendi performanslarını değerlendirme konularında önemli ilerlemeler kaydetmişlerdir. Bu süreç, öğrenme sürecinde yansıtıcı stratejilerin ve otomasyon araçlarının pedagojik entegrasyonunun önemini vurgulamakta ve öğrencilerin problem çözme becerilerindeki gelişimlerinin kapsamlı bir şekilde desteklenebileceğini göstermektedir.

Üçüncü modülde öğrencilerin modelleme süreçlerinde teorik uygulamalardan pratik uygulamalara geçiş yapması önemli bir başarı olmuştur. Öğrenciler, kontrollü bir seradaki çevre koşulları gibi karmaşık sistemlerin simülasyonlarını başarıyla oluşturmuş ve bu simülasyonları işlevsel prototipler üzerinde test etmişlerdir. Bu deneyimler, bilgi işlemsel modellemenin, soyut bilimsel kavramları anlamayı ve bu anlayışı gerçek dünya bağlamlarına uygulama becerilerini geliştirdiğini öne süren Ogegbo ve Ramnarain'in (2022) bulgularıyla örtüşmektedir. Ayrıca, öğrencilerin modellerini yinelemeli olarak iyileştirme

süreçleri, bilgi işlemsel aktivitelerin eleştirel düşünme ve yenilikçilik potansiyelini artırdığı yönündeki Brennan ve Resnick'in (2012) iddialarını destekler niteliktedir.

Bu modülde gözlemlenen gelişmeler, BİD becerilerinin öğrencilerin bilimsel ve teknolojik yeterliliklerini artırmada oynadığı kilit rolü göstermektedir. Özellikle, modellerin yinelemeli olarak geliştirilmesi, öğrencilerin süreç boyunca eleştirel analiz yapma ve yenilikçi çözümler üretme becerilerini güçlendirmiştir. Bu bulgular, yalnızca teknik becerilerin değil, aynı zamanda öğrencilerin disiplinler arası düşünme yeteneklerinin gelişimini de yansıtmaktadır. Öğrenciler, karmaşık çevre koşulları gibi simülasyonlar sırasında karşılaştıkları problemleri çözerek, bilgi işlemsel araçların sistematik düşünmeyi nasıl desteklediğini deneyimlemiştir. Bu süreç, öğrencilerin geleneksel bilimsel sorgulama yöntemlerinden daha kapsamlı bir problem çözüme çerçevesine yönelmelerine olanak sağlamıştır.

Bulgular, Yeni Nesil Bilim Standartları (NGSS, 2013) tarafından önerilen bilgi işlemsel düşüncenin bilim müfredatına entegrasyonunun önemini vurgulamaktadır. Temel deneysel becerilerden gelişmiş bilgi işlemsel uygulamalara doğru gözlemlenen bu ilerleme, Fenin BİD ve STEM entegrasyonuna yönelik disiplinler arası yaklaşımların potansiyelini ortaya koymaktadır. Özellikle bu süreç, öğrencilerin hem teknik hem de bilimsel yeterliliklerini artırarak, giderek *hesaplamalı* hale gelen bir dünyada başarı için gereken becerileri kazanmalarını sağlamaktadır. Bu durum, BİD'in modern eğitimin temel bir unsuru olduğunu savunan Marcum-Dietrich ve diğerlerinin (2024) araştırmalarıyla uyumludur. Araştırmalar, BİD'in geleneksel bilimsel sorgulama yöntemleri ile bilgi işlemsel bir dünyanın talepleri arasındaki boşluğu kapatmada kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, üçüncü modül sırasında öğrencilerin karmaşık sistemleri anlamak ve bu anlayışı pratik uygulamalara taşımak konusundaki başarıları, bilgi işlemsel araçların eğitimdeki önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Bu süreç, sadece öğrencilerin teknik becerilerini değil, aynı zamanda onların yenilikçi ve eleştirel düşünme yeteneklerini de geliştirmiştir. Bu tür aktiviteler, bilim eğitiminin geleceği için çok yönlü bir çerçeve sunmakta ve disiplinler arası yaklaşımların eğitsel değerini güçlendirmektedir. Ayrıca, bu bulgu çalışmanın, Tomlinson ve Jarvis'in (2013) üstün yetenekli öğrenciler için vurguladıkları gibi, öğrencilerin derinlemesine sunumlar hazırlama, deney tasarlama yoluyla bağımsız çalışma becerilerini geliştirme potansiyelini desteklemektedir. Bu da üstün yetenekli öğrenciler için yaratıcı düşünme ve bilimsel sorgulamayı destekleyen bir öğrenme ortamı sağlama gerekliliğine işaret etmektedir ve çalışmanın bu noktada alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5.1.3.4. Veri toplama, temsil ve analiz boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma

Bu bölüm "Veri Toplama, Temsil ve Analiz" boyutunda, öğrencilerin veri düzenleme ve örüntü tanıma alt boyutlarındaki, veri toplama, düzenleme ve sunma, örüntü bulma ve genelleme becerilerinde gözlemlenen başlangıç zorlukları ve süreç boyunca ortaya çıkan değişimi ortaya koymaktadır. Bu becerilerdeki gelişim BİD fen entegrasyonu ile yapılandırılmış öğretim tasarımının ve bu süreçteki uygulamaların önemini vurgulamaktadır. Bununla beraber veriyi özellikle dijital ortamlarda düzenleme, görselleştirme ve analiz etmekteki öğrencilerin ihtiyaçlarını işaret etmektedir.

İlk modülde, öğrencilerin veri toplama süreçlerinde sistematik bir yaklaşım sergileyemedikleri, verilerini organize etme ve görselleştirme konularında zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin deneyimsizliklerinden ve beklenenden düşük hazır bulunuşluk düzeylerinden kaynaklanmaktadır. Eğitim müfredatlarındaki eksiklikler, öğrencilerin sistematik veri toplama, analiz etme ve görselleştirme becerilerini erken dönemlerde kazanmalarını engellemekte ve bu eksikliklerin başlangıç etkinliklerinde gözle görülür hale gelmesine yol açmaktadır (Basu ve diğerleri, 2016; Israel-Fishelson ve diğerleri, 2024).

Bulgular, BİD'in fen sınıflarına entegrasyonu sırasında ortaya çıkan yaygın başlangıç seviyesindeki engelleri ifade eden literatürle (Weintrop ve diğerleri, 2016) örtüşmektedir. Ek olarak, öğrencilerin veri toplamayı eleştirel bir şekilde planlama veya temel değişkenleri tanıma konusundaki yetersizlikleri, öğrenmenin erken aşamalarında öğrenme desteğinin (scaffolding) gerekliliğini vurgulamaktadır (Bulut ,2021; Weintrop ve diğerleri, 2016).

Literatür, bu süreçlerin geliştirilmesi için bazı tedbirler önermektedir. Öğrencilere hipotez oluşturma araçları, deney ipuçları ve planlama-izleme araçları sağlanarak rehberlik yapılması, öğrenme sürecini daha sistematik hale getirebilir (Basu ve diğerleri, 2016). Ayrıca, müfredatlara gerçek yaşam temelli verilerin eklenmesi ve öğrenci ilgi ile merakına uygun problemler verilmesi, öğrenme motivasyonunu artırarak öğrencilerin veri bilimi süreçlerini daha anlamlı hale getirmelerini sağlayabilir (Renninger ve Hidi, 2015; Donoghue ve diğerleri, 2021; Israel-Fishelson ve diğerleri, 2024).

İkinci modülde, öğrencilerin veri toplama ve düzenleme süreçlerinde daha sistematik bir yaklaşım sergilediği gözlenmiştir. Sistematik rehberlik ve yapılandırılmış veri toplama

şablonlarının kullanımı, öğrencilerin amaca uygun veri toplama ve bu verileri tablo veya grafiklerle düzenleme becerilerini geliştirmelerine, verilerindeki kalıpları belirlemeye ve sonuçları görselleştirmek için dijital araçları kullanmaya başlamalarına yardımcı olmuştur.

Bu süreçte sağlanan rehberlik, öğrencilerin önceki etkinlikte karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelmesinde etkili olmuştur. Literatürde, rehberliğin aşamalı olarak sağlanmasının, öğrencilerin bağımsız düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirdiği vurgulanmaktadır (Basu ve diğerleri, 2016). Rehberlik sayesinde öğrenciler, grafik oluşturma ve tablo düzenleme gibi becerilerde anlamlı bir ilerleme göstermiştir. Ancak, verilerin düzenlenmesinde dijital araçların kullanımı ve grafikle görselleştirme süreçlerinde öğrenciler hala rehberliğe ihtiyaç duymuşlardır. Örneğin, bazı gruplar grafik türlerini belirleme ve eksenleri doğru ayarlama konusunda öğretmen desteği olmadan ilerleyememiştir. Bu becerilerin geliştirilmesinin ve bu süreçteki öğretmen desteğinin önemi literatürde BİD entegrasyonu çalışmalarında ortaya çıkan bulgularla uyumludur (Sen, Sonay ve Kiray, 2021; Glancy, Moore, Guzey ve Smith, 2017).

Bu bulgular, Bulut'un (2021) üstün yetenekli öğrencilerle yaptığı çalışmadaki bulgularla uyumludur. Bulut, döngüsel STEM etkinlikleri planladığı bu çalışmada, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde performanslarını artırmalarına rağmen, veri düzenleme, görselleştirme ve yorumlama aşamalarında desteğe ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Bu durum, çalışmamızdaki bulgularla örtüşmekte ve rehberliğin gerekliliğini pekiştirmektedir." Benzer şekilde Glancy ve diğerleri (2017) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen STEM eğitiminde de benzer sonuçlar elde edilmiş, öğrencilerin diğer becerilerinin yanında veri toplama becerilerini oldukça düşük seviyede kaldığı ve desteklenmeleri gerektiği ifade edilmiştir. Bu bulgular, çalışmamızdaki veri düzenleme boyutu ile ilgili zorluklarla örtüşmektedir.

Ayrıca, bu bulgular, öğrencilerin BİD uygulamalarına ilişkin anlayışlarını güçlendirmede yinelemeli öğrenme döngülerinin önemini vurgulayan Marcum-Dietrich ve diğerleri (2024) ile uyumludur. Yinelemeli döngüler, öğrencilerin veri analiz ve grafik oluşturma becerilerini adım adım geliştirmelerini sağlar.

Son olarak, Pedaste ve diğerleri (2015) tarafından açıklanan sorgulamaya dayalı öğrenme aşamaları, özellikle ayrıntılandırma ve değerlendirme, bu etkinlikte kullanılan öğretim stratejilerini yansıtmaktadır. Öğrenciler, gerçek zamanlı geri bildirim alarak yaklaşımlarını geliştirmiş ve analizlerini daha sistematik hale getirmiştir. Bu bulgular, öğretmen

rehberliğinin ve yapılandırılmış öğrenme döngülerinin, öğrencilerin veri bilimi becerilerini geliştirmedeki dönüştürücü etkisini ortaya koymaktadır.

Üçüncü modülde, öğrenciler ikincil veri kaynaklarıyla çalışarak daha bağımsız bir şekilde veri toplama, düzenleme ve analiz becerisi sergilemiştir. Güvenilir kaynaklardan veri toplayan öğrenciler, bu verileri tablo ve grafiklerle düzenlemiş, çevresel faktörlere ilişkin örüntüleri fark etmiş ve bu örüntüleri genelleyerek yeni modeller oluşturmuştur. Örneğin, sera tasarımı için bitkilerin sıcaklık, nem ve ışık ihtiyaçlarını karşılaştırarak uygun çevresel koşulları belirlemişlerdir. Bu süreç, öğrencilerin yalnızca verilerle çalışmayı öğrenmediklerini, aynı zamanda örüntüleri tanımlama ve genelleme yoluyla daha derin bir anlamlandırma becerisi kazandıklarını göstermektedir. Wilensky, Brady ve Horn (2014) belirttiği gibi, bu tür etkinlikler öğrencilerin sistematik düşünme ve modelleme yeteneklerini ileriye taşımaktadır.

Öğrencilerin veri toplama ve düzenleme süreçlerinde bağımsızlık kazanması, etkinliklerin aşamalı olarak yapılandırılmasıyla mümkün olmuştur. Başlangıçta rehberliğe ihtiyaç duyan öğrenciler, süreç içinde gerçek yaşam problemlerine dayalı ve ilgi çekici bağlamlarla karşılaştıkça ve deneyimleri arttıkça bağımsız veri toplama ve düzenleme becerileri geliştirmiştir. Tucker-Raymond ve diğerlerinin (2019) vurguladığı gibi, gerçek yaşam problemleri, öğrencilerin hem problem çözme hem de kavramsal anlamlandırma becerilerini güçlendirmektedir. Örneğin, bitkilerin çevresel ihtiyaçlarını analiz ederek sera tasarımı yapmaları, öğrencilere verilerin anlamlandırılabilceği bir bağlam sunmuş, bu da onların genelleme yapabilme kapasitelerini geliştirmiştir.

Bununla birlikte, öğrencilerin grafik oluşturma gibi teknik zorluklarla karşılaştıkları, ancak hata ayıklama ve yinelemeli öğrenme süreçleri sayesinde bu zorlukları kısmen de olsa aşabildikleri gözlenmiştir. Sengupta ve diğerlerinin (2013) belirttiği gibi, hata ayıklama, öğrencilerin verilerin doğru bir şekilde görselleştirilmesi ve analiz edilmesi konusunda kavramsal netlik kazanmalarına olanak tanımaktadır. Kontrollü atmosferli bir sera tasarımı sırasında öğrenciler, veri toplama süreçlerinde daha bağımsız hareket etmiş, düzenleme ve görselleştirme aşamalarında pratik yaparak bu becerilerini geliştirmiştir.

Sonuç olarak, öğrencilerin veri toplama, düzenleme, örüntü bulma ve genelleme gibi becerilerindeki gelişim, rehberliğin sistematik bir şekilde uygulanmasıyla desteklenmiştir. Bu bulgular, sorgulamaya dayalı öğrenme ve rehberliğin, öğrencilerin fen bilimlerinde BİD uygulamalarını anlamalarına ve etkin bir şekilde kullanmalarına nasıl katkı sağladığını

göstermektedir. Bununla birlikte, dijital araç kullanımında özgüven eksikliği ve grafiklerle görselleştirme süreçlerinde daha fazla pratik yapılması gerektiği görülmüştür, bu alanda öğrencilerin eğitim ihtiyaçları Weintrop ve diğerleri (2016) tarafından da vurgulanmıştır.

Bu boyuttaki eksikliklerin giderilmesi için tüm müfredatlarda çeşitli önlemler alınması gerektiği düşünülmektedir. Veri analizi becerilerinin geliştirilmesi için, öğrencilerin erken yaşlardan itibaren farklı dijital araçları kullanarak veri toplama, düzenleme ve örüntü bulma süreçlerinde deneyim kazanmaları gerekmektedir. Bu sonuç literatürdeki pek çalışmada da özellikle vurgulanmıştır (Israel-Fishelson ve diğerleri, 2024; Seow, 2019; Tucker-Raymond ve diğerleri, 2019). Gerçek yaşam problemlerine dayalı etkinlikler tasarlanarak öğrencilerin ilgi ve meraklarını artıracak bağlamlarda öğrenme desteklenmelidir, bağlamı olmayan hazır verilerle çalışmanın öğrencilerin motivasyonunu olumsuz etkilediği, öğrencilerin gerçek yaşamı modelleyen veri ve problemlerle çalıştıklarında motivasyonlarının ve derinlemesine öğrenmelerinin arttığı literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır ve çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar da bu vurguları desteklemektedir (Seow, 2019; Wilensky ve diğerleri, 2014; Weintrop ve diğerleri, 2016). Ayrıca, bilişim derslerinin programlama eğitimiyle birlikte veri analizi konularına odaklanması gerektiği bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan biridir. Literatürde bilgisayar derslerinde gerçek yaşama dair veri analizini içeren uygulamaların teşvik edilmesi gerektiği ve bu uygulamaların öğrencilerin sistematik düşünme ve modelleme yeteneklerini de geliştireceği vurgulanmaktadır (Kalelioglu ve diğerleri, 2016; Sengupta ve diğerleri, 2013).

5.1.3.5. Çözümleri değerlendir ve geliştir boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma

Birinci modülde öğrencilerin test etme ve hata ayıklama becerilerinde zorlandıkları gözlemlenmiştir. Özellikle öğrencilerin deneyimsizlikleri, süreçte plansız hareket etmelerine ve hata kaynaklarını fark etmek yerine hızlıca sonuca ulaşmaya çalışmalarına neden olmuştur. Öğrencilerin deneysel sürecin adımlarını test etmekten kaçınmaları, sürecin başarısız olmasına yol açarken motivasyon kaybına da sebep olmuştur. Bu durumun, bilimsel sürece yeterince aşinalık kazanılmamasından ve hata ayıklamanın bilimsel süreçlerde sistematik olarak ele alınmamasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Bu çıkarım, Güven ve Fen (2010) çalışmasında bilimsel süreç becerilerinde deneyimsiz öğrencilerin hata kaynaklarını fark etmekte zorlandıklarını ifade eden bulguları ve Brennan

ve Resnick (2012), hata ayıklamanın yalnızca programlama değil, diğer tasarım etkinliklerinde de sistematik bir şekilde ele alınması gerektiği düşüncesiyle uyumludur. Bu bulgu aynı zamanda BİD'in fen entegrasyonunun önemini vurgulamaktadır. Ogegbo ve Ramnarain'in (2022) hata ayıklama süreçlerinin öğrencilerin deneysel süreçleri anlamalarını ve çözüm geliştirmelerini sağladığı yönündeki çıkarımları ile uyumludur.

Bu bağlamda, öğretmen rehberliğinin etkin kullanımı öğrencilerin zorluklarla yüzleşmesini sağlamış ve sürecin bir öğrenme fırsatına dönüşmesine yardımcı olmuştur. Öğretmen, rehberli sorgulama yöntemiyle doğrudan çözüm sunmak yerine öğrencilerin hata kaynaklarını sorgulamalarına ve bulmalarına olanak tanımıştır. Bu yaklaşım, Vygotsky'nin Yakınsal Gelişim Alanı teorisiyle örtüşmektedir. Vygotsky (1978), öğrencilerin mevcut kapasitelerini aşan zorluklarla rehberlik eşliğinde başa çıkabildiklerinde öğrenme süreçlerinin hızlandığını ifade etmiştir. Ancak, sürecin öğrenci kapasitesinin çok üzerinde olması durumunda öğrenme motivasyonu kaybına neden olabileceği vurgulanmaktadır (Wood ve diğerleri, 1976)

Birinci modülde gözlemlenen zorluklar aynı zamanda Weintrop ve diğerlerinin (2016) BİD'in fen sınıflarına entegrasyonu sırasında karşılaşılan başlangıç seviyesindeki engellere ilişkin bulgularıyla örtüşmektedir. Weintrop ve diğerleri, öğrencilerin karmaşık sistemlerde başlangıçta hata ayıklama ve test etme süreçlerinde zorlandıklarını, ancak rehberliğin bu becerileri geliştirmede kritik bir role sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da araştırmacının rehberliği, öğrencilerin hata yapmayı öğrenmenin bir parçası olarak görmelerini sağlamış ve süreçte motivasyonlarını yeniden kazanmalarına yardımcı olmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda, öğrenci motivasyonunu desteklemek ve öğrenme sürecini kolaylaştırmak amacıyla başlangıç aşamasında daha basit ve modüler sistemlerin kullanılması önerilebilir. Bu tür sistemler, öğrencilerin hata keşfetme ve düzeltme süreçlerini daha kolay yönetmelerine olanak sağlayarak BİD becerilerini daha etkili bir şekilde geliştirebilir (Vygotsky, 1978; Weintrop ve diğerleri, 2016).

Sonuç olarak, birinci modülde öğrencilerin deneyimsizlikten kaynaklanan zorlukları rehberlik desteğiyle aşmaları sağlanmış, bu süreçte hata yapmanın öğrenmenin doğal bir parçası olduğu öğrenciler tarafından fark edilmiştir. Öğrencilerin bu süreçte gösterdikleri sabır ve ilerleme, rehberliğin yapılandırılmış şekilde sunulmasının önemini ortaya koymakta ve literatürdeki bulgularla tutarlılık göstermektedir

İkinci modülde öğrenciler, ilk modülde karşılaştıkları zorluklardan ders çıkararak süreçte daha dikkatli ve sistematik bir yaklaşım sergilemişlerdir. Deneysel süreçte test etme becerilerinde belirgin bir gelişim gözlemlenmiş, karar şemalarını kullanarak adımları daha organize ve detaylı bir şekilde planlamışlardır. Bu gelişmenin, öğrencilerin ilk modülde karşılaştıkları zorluklardan ve süreç boyunca kazandıkları deneyimlerin artmasından, araştırmacının sistematik rehberliğinden ve hata ayıklamaya yönelik olarak birbirlerinin tasarımlarını değerlendirmek gibi alınan ek aksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak, öğrencilerin bazı hata kaynaklarını önceden öngörememesi, sürecin her aşamasında tam anlamıyla dikkatli bir yaklaşım sergileyemediklerini göstermektedir. Bu durum, hata ayıklamanın doğasındaki karmaşıklığın ve sistematik düşünme gereksiniminin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Bu bulgular, Liu, Zhi, Hicks ve Barnes'in (2017) hata ayıklamanın kod yazmaktan daha derin bir anlayış gerektirdiğini ifade eden çalışması ile uyumludur. Araştırmacılar, hata ayıklama sürecinin öğrenciler için ciddi bir zihinsel yük oluşturduğunu ve sistematik bir yaklaşım gerektirdiğini vurgulamaktadır (Malysheva, Kelleher, 2019; Liu, ve diğerleri, 2017)

Ek olarak, bu bulgu, Weintrop ve diğerlerinin (2016) BİD süreçlerindeki aşamalı rehberliğin önemini vurgulayan çalışmalarıyla da örtüşmektedir. Öğrencilerin deneme-yanılma yoluyla tekrar tekrar uygulama yaparak sistematik bir yaklaşım geliştirebileceği ifade edilmektedir. Ayrıca, Ogegbo ve Ramnarain'in (2022) hata ayıklama süreçlerinin eleştirel düşünme ve öğrenmeyi derinleştirme üzerindeki olumlu etkilerini vurgulayan çıkarımları, ikinci etkinlikte öğrencilerin deneysel adımları tekrar ederek hatalarını fark etmeleri ve düzeltmeleri sürecini desteklemektedir.

Öğrencilerin süreç boyunca giderek daha bağımsız hareket ettikleri gözlemlenmiştir. Bunun, rehberliğin aşamalı olarak kaldırılması ve rehberli sorgulamadan öğretimsel ipuçlarına geçilmesi sayesinde gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu süreçte öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiği, hataları fark etme ve ayıklama konusundaki performanslarının arttığı ve bununla birlikte özgüven kazandıkları görülmüştür. Bu bulgular, aşamalı rehberliğin (scaffolding) ve sorumluluğun kademeli olarak öğrenciye devredilmesinin karmaşık problem çözme süreçlerinde daha derin bir kavrayış sağladığını ve üstbilişsel süreçleri desteklediğini vurgulayan çalışmalarla uyumludur (Ge ve Land, 2004; Belland, 2014).

Sonuç olarak, bu modül öğrencilerin BİD becerilerinde gelişim kaydettikleri, ancak bağımsız hata ayıklama becerilerini geliştirmek için daha fazla rehberlik ve tekrar gerektirdiklerini göstermiştir. Öğrencilerin tekrar eden deneyimler yoluyla kazandıkları

farkındalık, test etme süreçlerini sistematik hale getirmiş ve hata kaynaklarını öngörme becerilerini kısmen geliştirmiştir. Bu süreç, aşamalı rehberliğin BİD becerilerinin gelişimindeki önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Üçüncü modülde, öğrenciler hata keşfetme, test etme ve hata ayıklama becerilerinde en yüksek performanslarını sergilemişlerdir. Bu gelişmenin, öğrencilerin ilk modülde karşılaştıkları zorluklardan, süreç boyunca kazandıkları deneyimlerin artmasından, araştırmacının sistematik rehberliğinden, hata ayıklamaya yönelik yaklaşımların modüllerin her aşamasında vurgulanmasından ve süreçlerde çalışma kağıtlarında bu beceriye yönelik vurgular eklenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla beraber bu gelişmedeki en büyük etkilerden birinin öğrencilerin hata keşfetmeyi bir öğrenme ve sistemlerini iyileştirme fırsatı olarak görmeye başlamaları olduğu düşünülmektedir.

Öğretim uygulamasının başında yaşadıkları zorluklardan ve tekrar eden deneyimlerden ders çıkaran öğrenciler, bu etkinlikte her aşamayı dikkatle ele almış, bağımsız bir şekilde hatalarını keşfetmiş ve ayıklamışlardır. Örneğin, Nexus Grubu, nem otomasyon sisteminde bir motorun çalışmaması durumunda her bir bileşeni multimetre ile test ederek hatanın kablolardan kaynaklandığını tespit etmiş ve çözüm üretmiştir. Bu tür sistematik yaklaşımlar, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde analitik düşünme becerilerinin geliştiğini göstermektedir.

Bu süreçte, öğrencilerin mBlock'ta kod yazarken ısrarla test etmeleri, hataları bulma ve ayıklama süreçlerinde elde ettikleri becerileri programlamaya da aktarmış olmaları, hata ayıklama başta olmak üzere BİD'nin bilim alanlarına entegrasyonunun önemini ortaya koymuştur. Bu bulgu, hata ayıklamanın özellikle başlangıç düzeyinde uygun materyaller ve farklı disiplin entegrasyonu ile geliştirilebileceğinin önemini vurgulayan çalışmalarla uyumludur (Cheng, Wang ve Ritzhaupt, 2022; Grover ve Pea, 2013; Wong ve Jiang, 2018). Benzer şekilde, Yadav ve diğerleri (2014) çalışmalarında, öğretmen adaylarının günlük yaşam problemlerini BİD becerileriyle çözmeye odaklanmalarını sağlayarak hata ayıklama süreçlerini geliştirmiştir. Çalışma, BİD'in bilgisayar kullanımından bağımsız olarak öğretilbileceğini ve disiplinler arası entegrasyonun önemini vurgulamaktadır.

Bu süreçte, öğrencilere proses şeması hazırlama görevi verilerek deneysel süreci adım adım planlamaları ve hatalarıyla yüzleşmeleri sağlanmıştır. Böylece hata ayıklama (debugging) becerileri gelişmiş, deneysel süreçleri daha iyi anlamışlardır. Bu bulgu, Ogegbo ve Ramnarain'in (2022) çalışmasında hata ayıklama ve iteratif tasarım süreçlerinin eleştirel

düşünme becerilerini güçlendirdiği ve problem çözme performansını artırdığı yönündeki çıkarımlarıyla uyumludur. Öğrencilerin bağımsız kararlar alabilmesi ve LED ile sensör gibi alternatif araçları kullanarak sistematik testler yapmaları, bilimsel problem çözme becerilerini güçlendirmiştir.

Hata ayıklama sürecindeki bu başarı, öğrencilerin deneme-yanılma ve sistematik düşünme yaklaşımlarını içselleştirdiklerini göstermektedir. Liu ve diğerlerinin (2017) çalışması, hata ayıklamanın karmaşık doğası nedeniyle sistematik düşünmeyi gerektirdiğini ve bu süreçte öğrencilerin adım adım ilerleme becerisi kazanması gerektiğini vurgulamaktadır. Üçüncü modülde gözlemlenen bu bulgular, öğrencilerin hata ayıklama süreçlerini sistematik bir şekilde yönetebildiklerini göstermektedir.

Bunun yanı sıra, sulama sisteminde boruların deliklerini dikkatle planlamaları gibi örneklerde öğrenciler, farklı problemlere yönelik çözümlerini farklı bağlamlara uygulama becerisi sergileyerek genelleme yapma yeteneklerini geliştirmişlerdir. Brennan ve Resnick (2012) çalışmasında, hata ayıklama ve çözüm süreçlerinin yalnızca programlamada değil, çeşitli tasarım etkinliklerinde de öğrencilerin soyutlama ve genelleme becerilerini güçlendirdiği vurgulanmaktadır. Bu durum, öğrencilerin bilimsel problem çözme süreçlerinde genelleme yaparak soyut düşünceye yönelmelerinin bir göstergesi olmuştur.

Sonuç olarak, üçüncü modül, öğrencilerin rehberlikten bağımsızlaşarak öğrenme süreçlerini yönetme becerisi kazandıkları bir aşama olmuştur. Özellikle hata ayıklama süreçlerinde sergiledikleri sistematik yaklaşımlar ve çözüm yöntemlerini genelleştirerek farklı bağlamlarda kullanma becerileri, öğrencilerin BİD becerilerinin tüm boyutlarında önemli bir gelişim kaydettiklerini göstermektedir.

5.1.3.6. Öz Denetim boyutuna ilişkin sonuç ve tartışma

Bu bölüm, "Öz Denetim" boyutunda, öğrencilerin BİDB kapsamında başlangıçtaki zorluklarını ve süreç boyunca yaşanan gelişimlerini ele almaktadır. Üç aşamalı modüler etkinlik sürecinde, öğrencilerin motivasyonu yönetme ve bilişsel farkındalık becerilerinde gösterdikleri kademeli ilerleme, BİD'in fen entegrasyonu ile hazırlanan öğretim tasarımının etkililiğini ortaya koymuştur. Öğrenciler, karmaşık problemlere karşı başlangıçtaki pes etme eğilimlerinden, bağımsız problem çözme ve hata ayıklama süreçlerine geçişte önemli bir gelişim sergilemişlerdir. Bu bulgular, BİD'in dayanıklılık ve yansıtıcı problem çözme

becerisi oluşturma kapasitesini vurgulayan literatürle de uyumludur (Weintrop ve diğerleri, 2016).

Birinci modülde, öğrencilerin karmaşık problemlerle karşılaştıklarında genellikle motivasyonlarını yönetmekte ve belirsizlikle baş etmede zorlandıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin çoğu, deneysel düzeneklerde ortaya çıkan aksaklıkları çözmek yerine araştırmacıya başvurma eğilimi göstermiştir. Bu durum, BİD uygulamalarının başlangıcında kafa karışıklığı ve öğretmen rehberliğine olan ihtiyacın yoğunlaştığı bulgularla örtüşmektedir (Pedaste ve diğerleri, 2015; Voogt ve diğerleri, 2015). Öğrencilerin bu aşamadaki tedirginliği hata ayıklama sürecinin karmaşıklığını ve deneyim eksikliğini vurgulamaktadır. Bu durum, literatürde belirsizlikle baş etmenin öğrencilerin motivasyonlarını ve öğrenme performanslarını etkilediğini gösteren çalışmalarla tutarlıdır (Shute ve diğerleri, 2017).

İkinci modülde, öğrencilerin hata tespit etme ve düzeltme süreçlerinde daha sistematik bir yaklaşım sergiledikleri gözlemlenmiştir. Öğrenciler, deney düzeneklerini tekrar tekrar kontrol ederek belirsizlikle baş etme ve deneme-yanılma becerilerini geliştirmiştir. Bu etkinlikte araştırmacının aşamalandırılmış rehberliği, öğrencilerin motivasyonlarını artırarak bağımsız çözüm üretmelerini sağlamıştır. Ayrıca bu gelişmenin öğrencilerin hatayı yavaş yavaş bir öğrenme şansı olarak görmeye başlamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde belirtildiği gibi, hata ayıklama süreçleri, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artıran kritik bir BİD becerisidir (Grover ve Pea, 2013). Ayrıca, bu süreç, öğretmen rehberliğinin belirsizlikle baş etme ve farklı çözüm yolları arama becerilerini nasıl güçlendirdiğini göstermektedir (Weintrop ve diğerleri, 2016). Örneğin, Rainbow Sacra grubundan bir öğrencinin sensör hatasını fark ettikten sonra *“Neden sürekli hata yapıyoruz?”* ifadesi, öğrencilerin aktif rol almaya başlamalarına rağmen hala kaygı taşıdıklarını göstermektedir. Bu bulgular, yapılandırılmış rehberliğin öğrencilerin bilişsel dayanıklılıklarını desteklemedeki rolünü vurgulamaktadır.

Üçüncü modülde, öğrencilerin bağımsız problem çözme becerilerinde önemli bir gelişim kaydettikleri gözlemlenmiştir. Öğrenciler, hata yapmaktan korkmak yerine, hataları tespit etme ve düzeltme süreçlerinde daha etkin hale gelmişlerdir. Dijital sistemleri prototiplere entegre etmek gibi karmaşık görevleri asgari araştırmacı müdahalesi ile ele almışlardır. Bu durum, öz denetim ve düzenleme becerilerinin oldukça yüksek bir düzeye ulaştığını göstermektedir. Örneğin, Nexus grubunun bir problemi çözmek için kabloları ve güç kaynağını sistematik olarak test etmesi, öğrencilerin bilimsel problem çözme sürecinde

bağımsız hareket ettiklerinin göstergesidir. Ayrıca, Rainbow Sacra grubundan Deniz'in *"Bizi artık problemle korkutamazsınız, otomatiğe bağladık"* ifadesi, öğrencilerin başlangıçtaki tedirginliklerini geride bırakarak karmaşık problemlere karşı özgüven kazandıklarını göstermektedir.

Bu gelişimin, öğrencilerin deneyim kazanması, zorluklarla baş ettikçe dayanıklılıklarının artması ve araştırmacının tüm süreç boyunca sorgulamaya dayalı rehberliği ile mümkün olduğu düşünülmektedir ve Pedaste ve diğerleri, (2015) ve Weintrop ve diğerleri, (2016) tarafından yapılan araştırmalarla bu çıkarım desteklenmektedir. Araştırmacının aşamalandırılmış desteği, hata kaynaklarının belirlenmesini ve belirsizliklerle baş etme becerilerini geliştirmiştir. Bu durum, Shute ve diğerlerinin (2017) öğrencilerin bağımlıdan özerk problem çözücülere geçişine yardımcı olmada geri bildirimin önemini vurgulayan çalışmasıyla da örtüşmektedir. Özellikle hata ayıklama, çözüm üretme motivasyonu ve belirsizlikle baş etme gibi süreçlerde öğrencilerin kaydettiği ilerleme, BİD uygulamalarının fen eğitimine entegrasyonunun önemini bir kez daha ortaya koymaktadır (Grover ve Pea, 2013; Weintrop ve diğerleri, 2016).

Sonuç olarak, bu süreçte öğrencilerin başlangıçta laboratuvarındaki rollerini yönergeleri takip etmek olarak görmeleri ve zaman zaman aceleci davranmaları, öz denetim ve planlama becerilerinin gelişime ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Ancak süreç ilerledikçe, önceki etkinliklerden edinilen deneyimler, karar şemaları ve grup tartışmaları, araştırmacının sistematik rehberliği, gruptaki öğrencilere mesleki rol ve sorumluluklar verilmesi gibi alınan önlemler sayesinde öğrenciler, bağımsız problem çözme ve bilişsel düzenleme becerilerini geliştirmiştir. Özellikle üçüncü modülde, araştırmacı rehberliğine olan bağımlılıklarının azaldığı, hata tespit etme ve çözüm geliştirme süreçlerinde sistematik ve özgüvenli bir yaklaşım sergiledikleri gözlemlenmiştir. Bu durum, başlangıçtaki bağımlı öğrenme eğilimlerinden, süreç sonunda bağımsız problem çözücülere dönüşerek öz denetim ve planlama becerilerini başarıyla kazandıklarını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte gruplar arasında bulunan birkaç öğrencinin öz denetim becerilerinin geliştirilmesi gerektiği ve farklı rehberlik faaliyetlerine ve stratejilere ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.4. Bilgi işlemsel düşünme becerilerine dair tartışma özeti

Bilgi işlemsel düşünme (BİD) becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bu öğretim tasarımı, bilgi işlemsel becerilerin entegre edilmesine yönelik sistematik bir metodoloji sunmaktadır. İlk aşamada, bilgisayarsız etkinlikler aracılığıyla BİD'nin temel bir zihinsel süreç olarak geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu yaklaşım, öğrenme sürecine erişilebilir ve somut bir başlangıç sağlayarak, öğrencilerin karmaşık kavramları daha kolay içselleştirmesine olanak tanımıştır.

İkinci aşamada, bireylerin ve bilgisayarların işlevlerini optimize bir şekilde yerine getirme yeteneklerine vurgu yapılmış, bilgisayarların veri toplama, düzenleme ve görselleştirme süreçlerinde bir araç olarak etkin kullanımı ön plana çıkarılmıştır. Bu, öğrencilerin teknolojiyi problem çözme süreçlerine entegre etmelerini teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Son aşamada ise, bilgisayarların merkezde olduğu bir yaklaşımla otomatikleştirilmiş sistemler ve karmaşık yapıların organizasyonu üzerine odaklanılmıştır. Tüm süreçler, probleme dayalı, gerçek hayat problemleri temelli ve eylem araştırmasının doğasına uygun olarak döngüsel ve sorgulamaya dayalı öğrenmeyi merkeze alan bir öğretim yaklaşımıyla yapılandırılmıştır. Bu çok yönlü metodoloji, öğrencilerin hem teorik hem de pratik düzeyde BİD becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir.

Bilgisayarsız etkinliklerin, BİD'i öğrenmeye yeni başlayan bireyler için temel kavramların içselleştirilmesi ve basit problemlerin çözümü açısından etkili bir yöntem olduğu, mevcut literatürde sıklıkla vurgulanmıştır (Faber, 2017; Olpak ve Karamete, 2024; Looi, How, Wu, Seow ve Liu, 2018). Bu etkinlikler, özellikle desen tanıma, algoritma geliştirme ve hata ayıklama gibi BİD becerilerinde başlangıç düzeyinde başarı sağlamaktadır. Ancak, literatür taramaları, mevcut çalışmaların çoğunlukla programlama kavramlarına odaklandığını ve diğer BİD becerilerinin ihmal edildiğini ortaya koymaktadır (Caeli ve Yadav, 2020). Bu çalışmada ise, öğrencilerin problemi tanımlama, çözüme yönelik kararlar alma ve çözümü değerlendirme becerilerini geliştirmeye yönelik yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış karar şemaları, deney proses şemaları ve hata ayıklama etkinlikleri gibi araçlar kullanılmıştır. Bu araçlar, öğrencilerin soyutlama, döngüsel algoritma tasarlama ve karar verme becerilerini desteklemeyi hedeflemiştir. Özellikle deney ve sistem tasarımı süreçlerinde kullanılan değerlendirme araçları, öğrencilerin algoritma tasarımı, hata ayıklama ve test etme becerilerini sistematik olarak geliştirmede önemli bir rol oynamıştır.

Shute ve arkadaşlarının (2017) araştırması, bu tür araçların yalnızca BİD’i teşvik etmekle kalmayıp, aynı zamanda farklı disiplinlerdeki uygulamaları gereksiz karmaşıklığa yol açmadan desteklemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada kullanılan karar şemaları ve proses şemalarının kullanıcı dostu, disiplinler arası uygulanabilirlik sunan ve öğrenme sürecini kolaylaştırıcı unsurlar barındırdığı görülmüştür.

Bilgisayarsız yaklaşımlar, BİD’in temel ilkelerini anlamak için etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın bulguları, bilgisayarsız yaklaşımların öğrencilerin programlamaya başlamadan önce problem çözme, algoritma tasarımı ve soyutlama becerilerini geliştirmelerine katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca, insan yaratıcılığını merkeze alan bu yöntemlerin fen bilimleri ve matematik gibi disiplinlerde kavramsal altyapıyı güçlendirdiği görülerek literatürdeki vurgulara uyumlu sonuçlar elde edilmiştir (Caeli ve Yadav, 2020).

Çalışmada, öğrencilerin BİD becerilerini zihinsel bir süreç olarak içselleştirdikleri ve bu becerilerini daha karmaşık süreçlere aktarabildikleri belirlenmiştir. Örneğin, daha önce algoritma şeması çizmeyen öğrencilerin, karar şemaları, karar döngüleri aracılığıyla “eğer, ise, değilse” formatıyla algoritma tasarımı yapmayı öğrenmeleri, öğretim tasarımının etkinliğini açıkça göstermektedir.

Bununla birlikte, literatür, bilgi işlemsel düşünmenin fen eğitimine entegrasyonunda önemli engeller bulunduğunu da ortaya koymaktadır. Öğretmenlerin bilgisayar destekli çalışmalar, programlama ve bilişim teknolojileri (BT) konusundaki yeterlilik eksiklikleri ve bu alanların sadece programlama ile sınırlı olduğu yönündeki algılar, bu engellerin başında gelmektedir (Peel et al., 2020; Wu et al., 2018). Bu bağlamda, çalışmanın ortaya koyduğu bilgisayarsız etkinliklerle, kullanıcı dostu ve disiplinler arası uygulanabilirlik sağlayan araçlarla bu boşluğu doldurmayı hedeflediği anlaşılmaktadır.

Çalışmanın dikkat çeken bulgularından biri, daha önce BİD odaklı bir ders almamış öğrencilerin, öğretim tasarımında kullanılan algoritmik düşünmeyi geliştiren araçlar sayesinde bu süreçte başarılı olabilmeleridir. Önceden bu alanda deneyimi olmayan öğrenciler bile algoritma tasarımı ve hata ayıklama gibi becerileri görece kısa süreli denilebilecek öğretim tasarımı ile temel düzeyde kazanmışlar, tasarımın sağladığı yapılandırılmış rehberlik sayesinde bu kavramları tanımış ve uygulayabilmişlerdir. Bu bulgu, BİD’in öğrenilmesinde geçmiş bilgi düzeyinden bağımsız olarak, doğru araçların ve yöntemlerin kullanılmasının ne kadar kritik olduğunu vurgulamaktadır. Geliştirilen öğretim tasarımının,

algoritmik düşünmeyi geliştiren araçların yalnızca deneyimli öğrenciler için değil, bu alanda yeni olan bireyler için de etkili bir öğrenme fırsatı sunduğunu göstermektedir.

Üçüncü modülde öğrenciler daha karmaşık sistemlerle tanıştırılmış ve bu süreçte blok tabanlı programlama ortamları ile Arduino'nun eğitimdeki kullanımı, etkili bir öğrenme deneyimi sunmuştur. Araştırma bulgularına göre, etkinlik sonunda öğrencilerin, bilgisayar kodlaması aracılığıyla gerçek hayat problemlerini çözme konusunda derin bir kavrayış geliştirdikleri görülmüştür. Özellikle, blok tabanlı programlama ortamlarının algoritmik ve mantıksal düşünmeyi görselleştirerek öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve soyut programlama kavramlarını daha somut bağlamlarla ilişkilendirdiği literatürde sıkça vurgulanmaktadır (Sarı et al., 2022; Cárdenas-Cobo et al., 2024).

Arduino'nun kullanımı ise, öğrencilere kodlamanın fiziksel dünyada somut sonuçlar doğurduğunu deneyimleme fırsatı sunmuş ve bu süreç, öğrencilerin bilgi işlemsel becerilerini pekiştirirken öğrenme motivasyonlarını da artırmıştır (Tupac-Yupanqui et al., 2022). Örneğin, değerlendirmeler sırasında bir öğrencinin bu dersi almadan önce *"kodların yalnızca bilgisayarın içinde dönen şeyler olduğunu"* düşündüğünü ifade etmesi ancak süreç sonunda *"programlamayı gerçek dünyayla ilişkilendiren bir araç olarak görmeye başladığını ve karşılaştığı problemler için nasıl kullanabileceğine dair proje fikirleri geliştirmeye başladığını"* ifade etmesi öğretim tasarımının bu konuda farkındalık yaratmadaki başarısını göstermektedir.

Bu bağlamda, araştırma bulguları, gerçek yaşam problemleri ile bağlantılı blok tabanlı programlama ve Arduino'nun öğrencilerin BİD becerilerini geliştirme, gerçek hayat problemlerine çözüm üretme ve bu becerileri somutlaştırma yeteneklerini artırmadaki etkili araçlar olduğunu teyit etmektedir. Bu sonuçlar, literatürdeki bulgularla da güçlü bir uyum sergilemektedir.

Araştırma bulguları, özel yetenekli öğrencilerin probleme dayalı öğrenme süreçlerine dahil olmalarının, öğrenme motivasyonlarını artırdığını ve kendilerini problem çözücü olarak görmeye başladıklarını ortaya koymaktadır. Bu durum, Callahan ve Hertberg-Davis'in (2013) gerçek dünya problemleri temelli eğitim modellerinin, öğrencilerin yenilikçi çözümler üretme becerilerini geliştirdiği yönündeki bulgularıyla uyum göstermektedir. Ayrıca, problem temelli ve gerçek yaşam problemleri temelli uygulamaların bilgi işlemsel düşünme becerilerinin (BİDB) geliştirilmesindeki önemine vurgu yapan diğer araştırmalar (Faber et al., 2017; Yadav ve diğerleri, 2014) ile de örtüşmektedir.

Özel yetenekli öğrencilerin problem çözme süreçlerinde daha derin analiz yapmalarını ve karmaşık düşünce becerileri kazanmalarını sağlayan bu öğrenme ortamları, VanTassel-Baska ve Stambaugh'un (2006) eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi ile ilgili bulgularını desteklemektedir. Ayrıca, Renzulli'nin (1977) sorgulamaya dayalı öğrenme ve işbirlikçi problem çözme yöntemlerinin, özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı potansiyellerini artırdığı yönündeki tespitleriyle de paralellik göstermektedir. Bu öğrencilerin, problem çözme süreçlerinde kendilerini daha güçlü hissettiklerini ifade etmeleri, bu yöntemlerin etkili bir şekilde uygulanabilirliğini kanıtlamaktadır.

Larmer, Mergendoller ve Boss'un (2015) çalışmalarında belirttiği gibi, bu yaklaşımlar özel yetenekli öğrencilerin özerklik ihtiyacını karşılarken, problem çözme becerilerini geliştirmede de etkili olmuştur. Ayrıca, basitten karmaşığa doğru planlanan ve döngüsel olarak yapılandırılan öğretim tasarımının, öğrencilerin özgüvenlerinin artarak zorluklar karşısında denemeye devam etmesine katkı sağladığı görülmüştür. Bers ve arkadaşlarının (2014) vurguladığı gibi, BİD becerilerinin geliştirilmesinde yapılandırılmış rehberlik kritik bir rol oynamıştır. Bu bağlamda, öğrencilerin aşamalı desteklerle programlama kavramlarıyla etkileşim kurarak hata ayıklama, sıralama ve problem çözme gibi temel becerilerde sürekli ilerleme kaydetmeleri, bu çalışmanın bulgularıyla uyumlu bir sonuç ortaya koymaktadır.

Bu ilerleme, öğrencilerin rehberlik yoluyla desteklenirken edindikleri kavram ve becerileri geliştirmelerine olanak tanıyan, kademeli olarak ilerletilen yapılandırılmış zorlukların önemini vurgulamaktadır. Sürecin başında rehberliğin yoğun bir şekilde uygulanması ve ardından sorgulamaya dayalı rehberliğin kademeli olarak azaltılması, öğrencileri bağımsız keşfe ve öğrenmelerini pekiştirmeye teşvik etmiştir. Araştırma bulguları, öğrencilerin başlangıçta laboratuvar ortamındaki rollerini verilen yönergeleri takip etmekle sınırlı görmelerine rağmen, süreç sonunda çözüm üreten ve bağımsız hareket etmekten keyif alan bireyler haline geldiklerini göstermektedir. Bu durum, öğretim tasarımının öğrenci potansiyelini artırmadaki başarısını açıkça ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin, karşılaştıkları zorluklarla başa çıkmayı öğrenmeleri amacıyla, bir görevi gerçekleştiremedikleri durumlarda hemen yönerge verilmemesi dikkat çekici bir strateji olarak öne çıkmıştır. Bu yaklaşım, öğrencilerin kendi çözüm yollarını bulmalarını teşvik etmiş ve problem çözme kapasitelerini artırmıştır. Aynı zamanda, hata yapıldığında öğrencilerin teşvik edilmesi ve çözüm yollarını keşfetmeye yönlendirilmesi, hata ayıklama

gibi zorlu kavramlarda devam etme isteklerini artırmış ve öğrenme süreçlerine olumlu katkı sağlamıştır.

Bu öğretim tasarımının dikkat çeken bir diğer çıktısı, daha önce bilişim alanına yönelmeyi düşünmeyen öğrencilerin, ilgi duydukları bilim alanlarıyla bilgi-işlemsel düşünmeyi birleştirerek disiplinler arası projeler geliştirebileceklerini fark etmeleridir. Özellikle biyoloji, kimya veya fizik gibi alanlara ilgi duyan öğrencilerin, bu disiplinleri bilgi-işlemsel yaklaşımla bütünleştirme potansiyelini keşfetmeleri, onların bilimsel problem çözme süreçlerine daha bütüncül bir bakış geliştirmelerine katkı sağlamıştır. Bu durum, öğretim tasarımının yalnızca teknik becerileri geliştirmekle kalmayıp, aynı zamanda bilimsel ve bilgi-işlemsel yaklaşımlar arasında bir köprü oluşturduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin bazıları sürecin sonunda bilişim alanında kariyer yapma fikrini daha önce hiç düşünmediklerini, ancak disiplinler arası projeler yoluyla bu alana yönelik ilgilerinin arttığını ifade etmiştir. Dolayısıyla öğretim tasarımının, bu yönüyle kariyer gelişimlerine dolaylı bir katkı sunduğu söylenebilir. Bu bulgular, öğretim tasarımının disiplinler arası projelerin geliştirilmesine olanak tanıyan bir çerçeve sunarak, öğrencilerin hem bilgi-işlemsel düşünme becerilerini hem de bilimsel disiplinlere yönelik ilgilerini pekiştirdiğini göstermektedir. Öğrencilerin ilgi duydukları bilim alanlarını bilgi-işlemsel düşünme temelli projelerle ilişkilendirmeleri, bu öğretim tasarımının hem eğitim bağlamında hem de gerçek yaşam problemleriyle bağlantı kurmada etkili bir model sunduğunu ortaya koymaktadır.

Bu öğretim tasarımı, öğrenme çıktılarının, ISTE 2024 standartlarında belirtilen BİD tanımıyla uyumlu olduğunu açıkça göstermektedir. Özellikle, teknoloji destekli yöntemlerle problem tanımlama, veri analizi için dijital araçları kullanma, karmaşık sistemleri çözümlemek ve algoritmik düşünce ile otomatik çözümler geliştirme gibi becerilerin kazanılması, tasarımın hedeflenen çıktılarla birebir örtüştüğünü doğrulamaktadır. Öğrencilerin süreç boyunca bu becerileri uygulayarak disiplinler arası problem çözme kapasitelerini geliştirmiş olmaları, öğretim tasarımının BİD yeterliliklerini destekleyen etkili bir model sunduğunu ortaya koymaktadır.

Öğretim tasarımının en önemli bulgularından biri, tüm BİD boyutlarının birbirine entegre bir şekilde ele alındığı ve süreç boyunca etkin bir şekilde kullanıldığıdır. Özellikle, hata ayıklama, örüntüleri fark etme, desen oluşturma ve algoritmik düşünme gibi becerilerin her aşamada devrede olduğu görülmüştür. Bu durum, Weintrop ve diğerlerinin (2016) BİD boyutlarının iç içe geçtiğini vurgulayan çalışmalarıyla uyumludur.

Bu çalışmada elde edilen önemli diğer bir bulgu, bilimsel süreçlerde hata keşfetme ve ayıklama becerilerinin, programlama bağlamındaki hata ayıklama yeteneklerini geliştirmede önemli bir temel oluşturduğudur. Bilimsel süreçlerde hata ayıklama, kodlamadaki hataları ayıklamaktan daha karmaşık bir yapı sergilemektedir. Ancak öğrencilerin bu süreçte kazandıkları deneyimler ve karşılaştıkları zorluklar, hata keşfetme ve ayıklamaya yönelik zorluklarla başa çıkmalarını kolaylaştırmış ve bu süreçte edinilen beceriler programlama bağlamına aktarılmış ve öğrencilerin BİD yeteneklerini güçlendirmiştir. Bu bulgu, programlama dışındaki süreçlerde geliştirilen becerilerin, kodlama uygulamalarına etkili bir şekilde katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Bu sonuçlar, önceki araştırmaların (Klahr ve Carver, 1988; Saloman ve Perkins, 1987) programlama bağlamındaki hata ayıklamanın dış dünyaya uygulanabilir olduğu yönündeki bulgularını genişleterek, fen bilimleri bağlamında kazanılan hata bulma becerilerinin programlama yetenekleri ile etkileşim içinde geliştirilebileceğini ortaya koymaktadır. Öğretim tasarımı, bilim ve programlama arasındaki bu öğrenme dinamiklerini destekleyen bir çerçeve sunmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, BİD becerilerinin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalarla uyumludur. Özellikle Wetzel, Milicic ve Ludwig'in (2020) üstün yetenekli, üniversite giriş düzeyindeki öğrenciler üzerinde gerçekleştirdiği araştırma, bu bulguları destekler niteliktedir. Bu çalışmada, matematik ve bilişim alanlarında özel yeteneğe sahip ileri yaşlardaki öğrencilerin bile soyutlama görevlerinde zorlandıkları görülmüştür. Bu durum, soyutlamanın BİD'in temel bileşenlerinden biri olmasına rağmen, gelişiminin yalnızca bireysel yeteneklere değil, uygun öğretim tasarımlarına ve yapılandırılmış rehberlik süreçlerine de bağlı olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, literatürde soyutlamanın yalnızca bilgi işlemsel düşünme becerilerinin değil, algoritmik düşünme, genelleme ve hata ayıklama gibi diğer kritik becerilerin de temelini oluşturduğu sıklıkla vurgulanmaktadır. Soyutlama sürecinin özellikle gerçek dünya problemleri bağlamında ele alınması ve öğretim tasarımlarında bu süreci destekleyecek araçların çeşitlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu literatür bulguları, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kazandırılmasında, soyutlamayı hedefleyen araçların çeşitliliğinin artırılmasının öğretim tasarımı sonuçlarıyla uyumlu bir ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, öğrencilerin veri analizi ve verilerin görselleştirilmesi süreçlerinde belirgin zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Özellikle ham verilerden anlamlı sonuçlar çıkarma, bu sonuçları organize etme ve uygun biçimlerde görselleştirme konularında yeterli deneyime sahip olmadıkları gözlemlenmiştir. Bu durumun, öğrencilerin çoğunlukla önceden hazırlanmış veri setleriyle çalışmaya alışkın olmalarından kaynaklandığı ve veri toplama ve analiz süreçlerini sınırlı düzeyde deneyimlemelerinin bu becerilerin gelişimini sınırladığı düşünülmektedir. Fen derslerinde, öğrencilerin bilimsel süreçleri bütüncül bir şekilde deneyimleyebilmeleri için veri toplama, analiz etme ve görselleştirme adımlarının öğretim tasarımlarına doğrudan entegre edilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin yalnızca hazır verilere odaklanmaları yerine, verileri bizzat üretmeleri ve anlamlandırmaları, analitik düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olabilir. Buna ek olarak, bilişim derslerinde veri görselleştirmeye yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Farklı veri görselleştirme araçlarının kullanılması, öğrencilerin veriyi daha etkin bir şekilde anlamlandırmalarını ve yorumlamalarını destekleyebilir. Bu tür uygulamaların, veri analizi süreçlerinde karşılaşılan zorlukların aşılmasında etkili bir yöntem olabileceği değerlendirilmektedir.

Özetle geliştirilen öğretim tasarımının, bilgi işlemsel düşünme becerileriyle daha önce tanışmamış öğrencilere temel düzeyde farkındalık ve beceri kazandırdığı düşünülmektedir. Farklı bilgisayarsız yöntemler yoluyla alana katkı sunduğu ve özel yeteneklerin doğasına uygun olarak zenginleştirilmiş içerikler sağladığı değerlendirilmektedir. Bu yönleriyle, başlangıçta tanımlanan BİLSEM programı ihtiyaçlarına ve öğrenenlerin bireysel gereksinimlerine yönelik etkili çözümler sunma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Bu bölümde araştırma bulgularından yola çıkarak öneriler sıralanmıştır bu öneriler araştırma sonucunun eğitime yaygınlaştırılması ile ilgili öneriler ve gelecek çalışmalara yönelik önerilerden oluşmaktadır.

5.2.1. Araştırma sonuçlarına dayalı öneriler

- BİD'in Fen Bilimleri programıyla entegrasyonu ile hazırlanan bu öğretim tasarımının sistematığı, BİLSEM'in esnek müfredat yapısının sunduğu fırsatlardan yararlanılarak, mevcut BYF müfredatlarındaki öğrenme çıktılarıyla uyumlu bir şekilde mevcut programlara entegre edilebilir. Bu öğretim tasarımı, öğrencilere bireysel yeteneklerini geliştirme, disiplinler arası düşünme becerileri kazandırma ve yaratıcı problem çözme süreçlerine katılma fırsatı sunar. Böylece, öğrenme süreci daha etkili ve zengin bir yapıya kavuşur.
- BİD'in fen bilimleri programlarıyla entegrasyonu, gerçek yaşam problemlerini fizik, kimya ve biyoloji gibi disiplinleri merkeze alarak düzenlenen atölyeler aracılığıyla uygulanabilir. Bu sistematik, konulardan bağımsız bir yaklaşımla tüm fen derslerine uyarlanabilir ve bilimsel araştırma süreçlerini içerecek şekilde yapılandırılabilir. Her bir disipline özgü bağlamların merkeze alınması, öğrencilerin hem disiplinler arası bağlantılar kurmasını hem de sistematik problem çözme becerilerini geliştirmesini sağlar. Bu program, esnek bir yapıyla tüm fen alanlarında uygulamaya yönelik yol gösterici bir model sunar.
- Bu sistematik, BİLSEM'lerdeki ÖYG programına, öğrencilerin bireysel farklılıkları ve ilgileri göz önünde bulundurularak uyarlanabilir. Merkez alınan disiplin (fizik, kimya, biyoloji gibi) ve ele alınan hayat problemi, öğrencilerin ilgi ve yeteneklerine uygun şekilde değiştirilerek programın içeriğine entegre edilebilir. Bu yaklaşım, öğrencilerin BİD becerilerini geliştirmesine olanak tanırken, gerçek yaşam problemleri üzerinden bilimsel araştırma süreçlerine katılımını teşvik eder. Program, karmaşık problemlerin analiz edilmesi, çözüm yollarının modellenmesi ve uygulanması süreçlerinde öğrencilerin algoritmik düşünme, örüntü tanıma ve soyutlama gibi BİD becerilerini etkin bir şekilde kullanmalarını sağlar. ÖYG programındaki bu uygulama, esnek yapısıyla öğrencilerin bireysel öğrenme hedeflerini desteklerken, aynı zamanda disiplinler arası bağlamlarda karmaşık problem çözme yetkinliklerinin gelişimine katkıda bulunur.
- Öğrencilere yönelik açılan proje atölyelerinde, bu programın sistematığı uygulanarak, BİD becerileri ve temel bilimlere dayalı gerçek yaşam problemlerini çözmeye yönelik projeler hazırlanabilir. Bu süreç, problemi tanımlama, veri düzenleme, algoritma tasarlama, otomasyon, modelleme ve benzetim gibi BİD

boyutlarının, temel bilimler (fizik, kimya, biyoloji) ile entegre edilmesiyle yürütülebilir. Her bir boyut, öğrencilerin karmaşık problemlere yönelik sistematik çözüm yolları geliştirmesine olanak tanır. Atölyeler, öğrencilerin bilimsel süreçlere aktif katılımını desteklerken, gerçek yaşam bağlamında uygulamalı ve yenilikçi çözümler üretme becerilerini de geliştirmeyi hedefler.

- Öğrencilerin veri analizi bağlamında zayıf oldukları gözlemlenmiştir. Bu durum, bilişim ve matematik derslerinde dijital veri toplama ve analiz araçlarının etkin bir şekilde kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır. Özellikle bu araçların, öğrencilerin veri düzenleme, analiz etme ve görselleştirme becerilerini geliştirecek şekilde gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirilerek kullanılması önerilmektedir. Dijital veri toplama araçlarıyla çalışmak, öğrencilerin karmaşık veri setlerini anlamalarına, sonuçları yorumlamalarına ve daha sistematik çözümler üretmelerine olanak sağlayacaktır. Bu süreç, proje temelli etkinliklerle desteklenerek öğrencilere veri odaklı düşünme becerileri kazandırabilir.
- Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine yönelik hazır bulunuşluk düzeylerinin beklenenden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, bilimsel araştırma becerilerinin geliştirilmesi için alternatif tedbirlerin alınmasını gerekli kılmaktadır. Öğrencilerin bağımsız projeler yürütebileceği, bilimsel süreç becerilerini geliştirecek atölyelerin erken eğitim dönemlerinde (alt sınıflar veya başlangıç düzeyindeki eğitim yılları) açılması ve bu atölyelerin içerik açısından zenginleştirilmesi önerilmektedir. Bu tür atölyeler, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini küçük yaşlardan itibaren geliştirmelerine olanak sağlayarak, onların araştırma temelli öğrenme süreçlerine daha etkin bir şekilde katılmalarını destekleyebilir.

5.2.2. Gelecek araştırmalara yönelik öneriler

- Özel yetenekli öğrenciler için BİD'in fen bilimleri ile entegrasyonuna yönelik olarak, farklı pedagojik yaklaşımlara dayalı hazırlanan öğretim tasarımlarının karmaşık problem çözme ve BİD becerilerinin gelişimini nasıl desteklediği araştırılabilir. Bu bağlamda, proje tabanlı öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme ve tasarım odaklı düşünme gibi yaklaşımların, öğrencilerin algoritmik düşünme, soyutlama, hata ayıklama ve karar verme becerilerindeki etkisi daha detaylı incelenmelidir.

- Özellikle, gerçek yaşam problemleri etrafında yapılandırılan ve deneysel süreçlerde karar verme, hata tespiti ve çözüm üretimi gibi becerileri içeren öğretim tasarımlarının, özel yetenekli öğrencilerin yüksek düzeyde bilişsel potansiyelini harekete geçirip geçirmediği değerlendirilebilir. Bu tür çalışmalar, özel yetenekli öğrencilerin bağımsız öğrenme, problem çözme süreçlerini yönetme ve mantıksal karar verme becerilerini nasıl geliştirdiği hakkında daha derinlemesine veriler sunabilir.
- Bu çalışmada, algoritmik düşünmeye dayalı karar şemaları problemi tanımlama, çözüme ulaşma ve çözümün değerlendirilmesi aşamalarında etkili bir araç olarak kullanılmıştır. Gelecekteki araştırmalar, bilim alanlarında hata ayıklama süreçlerini daha sistematik hale getirmek için bu yaklaşıma dayalı yöntemler geliştirmeye odaklanabilir. Böyle bir sistematik, özellikle deneysel süreçlerde karşılaşılan hataların tespiti ve giderilmesini kolaylaştırarak öğrencilerin hem bilimsel hem de BİD becerilerini geliştirmeye yönelik önemli katkılar sağlayabilir.
- Bilgisayarlı ve bilgisayarsız yaklaşımların bir arada kullanıldığı, BİD becerilerinin farklı disiplinlere entegrasyonunu inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Gelecekte, bu iki yöntemin entegre edildiği çalışmalara odaklanılarak, BİD becerilerinin geliştirilmesinde hangi pedagojik stratejilerin daha etkili olduğu araştırılabilir. Özellikle fen bilimleri, matematik, mühendislik gibi disiplinlere odaklanarak, bilgisayarlı ve bilgisayarsız yöntemlerin öğrencilerin problem çözme, algoritmik düşünme ve hata ayıklama becerilerine katkısı incelenebilir. Bu tür çalışmalar, alanlar arası entegrasyonun gücünü ortaya koyarken, disiplinler arası bir yaklaşımın eğitimdeki yerini sağlamlaştırabilir.
- Özel yetenekli öğrencilere yönelik, programlama dışında BİD entegrasyonu ile gerçekleştirilen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, fen bilimleri, sosyal bilimler veya sanat gibi farklı alanlarda BİD'in entegrasyonuna odaklanan araştırmaların yapılması büyük önem taşımaktadır. Özel yetenekli öğrenciler, ülkelerin geleceğini şekillendirebilecek potansiyele sahip oldukları için, onların BİD becerilerini yalnızca teknik alanlarla sınırlı kalmadan, daha geniş bir düşünsel ve uygulamalı bağlama taşımak gereklidir. BİD'in diğer disiplinlerle entegrasyonu, bu öğrencilerin farklı problem çözme senaryolarında BİD'i kullanma becerilerini geliştirebilir ve böylece yaratıcı çözümler üretmelerini destekleyebilir. Bu, aynı

zamanda geleceğin disiplinler arası liderlerini yetiştirmek adına stratejik bir adım olacağı düşünülmektedir.

- Özellikle proje üretimi ve yönetimi programındaki öğrencilere yönelik, BİD temelli projeler üretmelerini ve yönetmelerini destekleyen sistematik bir program tasarımı yapılabilir. Bu program, öğrencilerin algoritmik düşünme, problem tanımlama, çözüm geliştirme, hata ayıklama ve çözüm değerlendirme becerilerini disiplinler arası bir yaklaşımla geliştirecek şekilde yapılandırılabilir. Ayrıca, proje tabanlı öğrenme ilkelerine dayalı olarak, gerçek yaşam problemlerine yönelik BİD temelli çözümler üretmelerine olanak tanıyacak bir öğrenme ortamı sağlanabilir. Böyle bir tasarım, yalnızca öğrencilerin teknik becerilerini değil, aynı zamanda alanda derinleşmelerini, karar verme, eleştirel düşünme ve yenilikçi yaklaşımlar geliştirme kapasitelerini de artırmayı hedeflemelidir.
- BİD fen entegrasyonu kapsamında geliştirilen programlar veya etkinliklerde, bilimsel sürece entegre edilebilecek platformlar (örneğin, CSTIM, NetLogo, StarLogo, Agent-Based Modeling Tools, Jupyter Notebooks) daha etkin bir şekilde kullanılabilir ve bu platformların özel yetenekli öğrencilerin eğitimine entegrasyonunun etkileri araştırılabilir. Bu çalışmalar, özel yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, problem çözme kapasiteleri ve BİD becerileri üzerindeki gelişmelerini değerlendirebilir. Ayrıca, bu platformların bilim odaklı içerikleri sayesinde öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine dayalı senaryolarla başa çıkabilme kapasiteleri ve karmaşık bilimsel konseptleri anlamadaki etkileri incelenebilir. Bu tür araştırmalar, özel yetenekli öğrenciler için daha özelleştirilmiş ve derinlemesine öğrenme fırsatları sunabilir.

KAYNAKLAR

- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832–835. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- Akarsu, F. (2004). Üstün yetenekliler. In M. R. Şirin, A. Kulaksızoğlu ve A. E. Bilgili (Eds.), *Üstün yetenekli çocuklar: Seçilmiş makaleler kitabı* (pp. 127–154). İstanbul: Çocuk Vakfı Yayınları.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akşit, O. ve Wiebe, E. N. (2020). Exploring force and motion concepts in middle grades using computational modeling: A classroom intervention study. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 65–82. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09800-z>
- Altunay, E., ve Uğurlu, N. (2021). İlkokul öğretmenlerinin bilgi toplumu değerlerine önem vermeleri ile öğrencilerine kazandırmalarının karşılaştırılması. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(1), 236–251. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tred/issue/59869/698471>
- Anastasi, A., ve Urbina, S. (1997). *Psychological testing* (7th ed.). Prentice Hall.
- Ansori, M. (2020). Pemikiran komputasi (computational thinking) dalam pemecahan masalah. *Dirasah: Jurnal Studi Ilmu Dan Manajemen Pendidikan Islam*, 3(1), 111–126. <https://doi.org/10.29062/dirasah.v3i1.119>
- Arslanhan, A., ve Artun, H. (2021). Teacher opinions on integration of information processing skills into science education. *Journal of Education Science and Research*, 2(2), 108–121. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ebad/issue/64990/944338>
- Avados, Y. (2017). Yöneticinin iletişim korkusunun örgütsel iletişim sürecine etkisi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(53), 658–671. <https://doi.org/10.17719/jisr.20175334155>
- Avcu, Y. E., ve Ayverdi, L. (2020). Examination of the computer programming self-efficacy's prediction towards the computational thinking skills of the gifted and

- talented students. *International Journal of Educational Methodology*, 6(2), 259–270. <https://doi.org/10.12973/ijem.6.2.259>
- Aydoğan, Y., ve Gültekin Akduman, G. (2017). Yasa ve yönetmelikler ışığında geçmişten günümüze özel yetenekli çocukların hakları. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 4(2), 1-11. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/516626>
- Aytekin, A. (2022). *Bilgi-işlemsel düşünme odaklı dolaşım sistemi öğretim modüllerinin geliştirilmesi ve uygulanması: Bilgi-işlemsel düşünme becerileri, kavramsal öğrenme, yaratıcı problem çözme becerileri* [Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. (Tez No: 859124)
- Ayvacı, H., ve Bebek, G. (2019). A study on the thematic investigation of conducted theses on gifted and talented students in Turkey. *Pamukkale University Journal of Education*, 45, 267–292. <https://doi.org/10.9779/PUJE.2018.23>
- Ayverdi, L., Şahin, E., ve Sarı, U. (2023). Üstün yetenekli öğrenciler için bir STEM etkinliği: Fiziksel bilişim yoluyla biyobozunur akıllı ambalaj tasarımı. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2023(3), 113–134. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/suefd/issue/85357/1488217>
- Barab, S., Thomas, M., Dodge, T., Carteaux, R., ve Tuzun, H. (2005). Making learning fun: Quest Atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 86–107. <https://doi.org/10.1007/BF02504859>
- Barr, V., ve Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K–12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Basu, S., Biswas, G., Sengupta, P., Dickes, A., Kinnebrew, J. S. ve Clark, D. (2016). Identifying middle school students' challenges in computational thinking-based science learning. *Research and Practice in Technology-Enhanced Learning*, 11(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0036-2>
- Basu, S., Biswas, G., ve Kinnebrew, J. S. (2017). Learner modeling for adaptive scaffolding in a computational thinking-based science learning environment. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27(1), 5–53. <https://doi.org/10.1007/s11257-017-9187-0>

- Bell, T., ve Roberts, J. (2016). Computational thinking is more about humans than computers. *Set: Research Information for Teachers*, 2016(1), 3–7. <https://doi.org/10.18296/set.0030>
- Belland, B. R. (2014). Scaffolding: Definition, current debates, and future directions. In J. Spector, M. Merrill, J. Elen, ve M. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 505–514). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_39
- Bildiren, A., ve Çitil, M. (2022). Educating gifted children in Turkey: A retrospective analysis and the current state. *International Journal of Educational Reform*, 31(3), 278–299. <https://doi.org/10.1177/10567879211050345>
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., ve Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577–616. <https://doi.org/10.1002/sce.20390>
- Blikstein, P., ve Wilensky, U. (2009). An atom is known by the company it keeps: A constructionist learning environment for materials science using agent-based modeling. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14(2), 81–119. <https://doi.org/10.1007/s10758-009-9148-8>
- Booth, W. A. (2013, May). *Mixed-methods study of the impact of a computational thinking course on student attitudes about technology and computation* (Unpublished doctoral dissertation). Baylor University, Texas, USA.
- Bower, M., Wood, L. N., Lai, J. W. M., Howe, C., Lister, R., Mason, R., Veal, J. (2017). Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3), 53-72. <https://doi.org/10.14221/ajte.2017v42n3.4>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Boyle, F., ve Cook, E. (2022). Öğretim kalitesinin gelişimsel değerlendirmesi: Uygulamanın kanıtlanması. *Üniversite Öğretim ve Öğrenme Uygulaması Dergisi*, 20(1). <https://doi.org/10.53761/1.20.01.11>

- Braun, V., ve Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brennan, K., ve Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1–25). Vancouver, Canada. <https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4th ed.). Oxford University Press.
- Buechley, L., Eisenberg, M., Catchen, J., ve Crockett, A. (2008). The LilyPad Arduino. In *Proceedings of the twenty-sixth annual CHI conference on human factors in computing systems—CHI '08* (p. 423). <https://doi.org/10.1145/1357054.1357123>
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (20. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (20. baskı). Pegem Akademi.
- Caeli, E. N., ve Yadav, A. (2020). Unplugged approaches to computational thinking: A historical perspective. *TechTrends*, 64(1), 29–36. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00410-5>
- Calao, L. A., Moreno-León, J., Correa, H. E., ve Robles, G. (2015). Developing mathematical thinking with Scratch: An experiment with 6th grade students. In *Proceedings of the Design for Teaching and Learning in a Networked World—10th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL)* (pp. 17–27). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24258-3_2
- Callahan, C. M., ve Hertberg-Davis, H. L. (Eds.). (2013). *Fundamentals of gifted education: Considering multiple perspectives*. Routledge
- Campbell, D. T., ve Stanley, J. C. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Ravenio books.
- Can, A. (2019). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (7. baskı). Pegem Akademi.
- Candraningtyas, S. R., ve Khusna, H. (2023). Computational thinking ability becomes a predictor of mathematical critical thinking ability. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan dan*

- Cárdenas-Cobo, J., Vidal-Silva, C., Arévalo, L. ve Torres, M. (2024). Applying recommendation system for developing programming competencies in children from a non-WEIRD context. *Education and Information Technologies*, 29, 9355–9386. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12156-y>
- Chan, S. W., Looi, C. K., Ho, W. K., ve Kim, M. S. (2023). Tools and approaches for integrating computational thinking and mathematics: A scoping review of current empirical studies. *Journal of Educational Computing Research*, 60(8), 2036–2080. <https://doi.org/10.1177/07356331221098793>
- Cheng, S.-C., Wang, L. ve Ritzhaupt, A. D. (2022). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Choi, Y. W., Go, I., ve Gil, Y. J. (2024). Correlation analysis between technological thinking tendency and computational thinking of gifted students in South Korea. *International Journal of Technology and Design Education*, 34, 1835–1857. <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09888-4>
- Clark, B. (1997). *Growing up gifted: Developing the potential of children at school and at home* (5th ed.). Merrill/Prentice Hall.
- Clark, B. (2013). *Growing up gifted: Developing the potential of children at school and at home* (8th ed.). Pearson.
- Clark, V. L. P., ve Ivankova, N. V. (2018). *Karma yöntem araştırması alana yönelik bir kılavuz* (Çev. Ö. Ç. Bökeoğlu). Nobel Yayıncılık.
- Cleveland, C. H. (2023). *Gifted or gone: The impacts of gifted education on public school enrollment and achievement* (Working Paper). Harvard University. https://scholar.harvard.edu/files/chcleveland/files/cleveland_2023_gifted_or_gone_the_impacts_of_gifted_education.pdf
- Cooper, S., Dann, W., ve Pausch, R. (2000). Alice: A 3-D tool for introductory programming concepts. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 15(5), 107–116. Erişim adresi: <https://cse.unl.edu/~scooper/alice/ccscne00.PDF>

- Coleman, M. R. (2016). Recognizing young children with high potential: U-STARS~PLUS. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1377(1), 32–43. <https://doi.org/10.1111/nyas.13161>
- Colangelo, N., Assouline, S. G., ve Gross, M. U. M. (Eds.). (2004). *A nation deceived: How schools hold back America's brightest students* (Vols. 1 & 2). Iowa City, IA: The University of Iowa, Connie Belin & Jacqueline N. Blank International Center for Gifted Education and Talent Development. Erişim adresi: https://www.accelerationinstitute.org/nation_deceived/nd_v1.pdf
- Collins, A., Joseph, D., ve Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_2
- Creswell, J. W. (2003). A Framework for Design. Research Design Qualitative Quantitative and Mixed Methods Approaches. doi:10.3109/08941939.2012.723954
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Pearson Education.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., ve Poth, C. N. (2018). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni* (M. Bütün & S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Siyasal Kitabevi. (Orijinal eser 2018 yılında yayımlanmıştır)
- Creswell, J. W., ve Plano Clark, V. L. (2015). *Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve yürütülmesi* (Y. Dede & S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Anı Yayıncılık. (Orijinal eser 2006 yılında yayımlanmıştır)
- Cronbach, L. J., ve Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52(4), 281–302. <https://doi.org/10.1037/h0040957>
- Cross, T. L. (2011). *On the social and emotional lives of gifted children* (4th ed.). Waco, TX: Prufrock Press.

- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., ve Woollard, J. (2015). Computational thinking-A guide for teachers. Erişim adresi: <https://eprints.soton.ac.uk/424545/>
- Cücü, H., ve Dağ, F. (2023). Sınıf öğretmenleri açısından bilgi işlemsel düşünme ve kodlama öğretiminin kapsamının belirlenmesine yönelik bir inceleme. *Millî Eğitim Dergisi*, 52(239), 1807–1844. <https://doi.org/10.37669/Milliegitim.1148733>
- Çetin, E. (2016). *Okul öncesi çocukların problem çözme sürecinde teknoloji destekli şematik düzenleyicilerin kullanımına yönelik bir durum çalışması* (Doktora Tezi). YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No: 429504).
- Çepni, S. (Ed.), Özmen, H., ve Ayvaci, H. Ş. (2015). *Yaşam (Bağlam) temelli, beyin temelli öğrenme kuramları, 21. yüzyıl becerileri ve FeTeMM yaklaşımı ve fen bilimleri öğretimindeki uygulamalar*. Pegem Akademi.
- Çiftçi, A., ve Topçu, M. S. (2022). Improving early childhood pre-service teachers' computational thinking teaching self-efficacy beliefs in a STEM course. *Research in Science ve Technological Education*, 41(4), 1215–1241. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2036117>
- Çitil, M. (2018). Türkiye'de üstün yeteneklilerin eğitimi politikalarının değerlendirilmesi. *Millî Eğitim Dergisi*, 47(220), 143–172. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/569492>
- Çoban, G. S. (2021). Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi kendini gerçekleştirme basamağında gizil yetenekler. *European Journal of Educational & Social Sciences*, 6(1), 111–118. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejees/issue/62607/910302>
- Dağlıoğlu, H. E. (2010). Üstün yetenekli çocukların eğitiminde öğretmen yeterlikleri ve özellikleri. *Millî Eğitim Dergisi*, 186, 72–84. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/36198/407059>
- Dagyar, M., Kasalak, G., ve Özbek, G. (2022). Gifted and talented youth leadership, perfectionism, and lifelong learning. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 14, 566–596. Erişim adresi: <https://ijci.net/index.php/IJCI/article/view/839>
- Deci, E. L., ve Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer Science ve Business Media.

- Denzin, N. K., ve Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications.
- de Winter, J. C. F. (2013). Using the Student's t-test with extremely small sample sizes. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 18(10). <https://doi.org/10.7275/e4r6-dj05>
- Diamond, M. C. (1988). *Enriching heredity: The impact of the environment on the anatomy of the brain*. The Free Press.
- Dilekli, Y. (2017). The relationships between critical thinking skills and learning styles of gifted students. *European Journal of Education Studies*, 3, 69–96. <https://doi.org/10.46827/EJES.V0I0.552>
- Donoghue, T., Voytek, B., ve Ellis, S. E. (2021). Teaching creative and practical data science at scale. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29(sup1), S27–S39. <https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1860725>
- Dunn, R., ve Price, G. (1980). The learning style characteristics of gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 24, 33–36. <https://doi.org/10.1177/001698628002400107>
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., ve Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences*, 8(3/4), 391–450. <https://doi.org/10.1080/10508406.1999.9672075>
- Eickelmann, B. (2019). Measuring secondary school students' competence in computational thinking in ICILS 2018—Challenges, concepts, and potential implications for school systems around the world. In S.-C. Kong & H. Abelson (Eds.), *Computational thinking education* (pp. 32–38). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_4
- Eisenberg, M. (2002). Output devices, computation, and the future of mathematical crafts. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(1), 1–44. <https://doi.org/10.1023/A:1015739922927>
- Emir, S. (2017). *Özel yeteneklilerin eğitiminde program tasarımı* (1. baskı). Pegem Akademi.

- Ertay Kılıç, H., ve Şen, A. İ. (2014). UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeğini Türkçeye uyarlama çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 1–12. <https://doi.org/10.15390/EB.2014.3632>
- Faber, H., Wierdsma, M., Doornbos, R. P., van der Ven, J. S., ve de Vette, K. (2017). Teaching computational thinking to primary school students via unplugged programming lessons. *Journal of the European Teacher Education Network*, 12, 13–24. Erişim adresi: <https://research.hanze.nl/en/publications/teaching-computational-thinking-to-primary-school-students-via-un>
- Fabio, R., Croce, A., ve Calabrese, C. (2022). Critical thinking in ethical and neutral settings in gifted children and non-gifted children. *Children*, 10. <https://doi.org/10.3390/children10010074>
- Feldhausen, R., Weese, J. L., ve Bean, N. H. (2018). Increasing student self-efficacy in computational thinking via STEM outreach programs. *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '18)*, Baltimore, MD, USA, 302–307. <https://doi.org/10.1145/3159450.3159593>
- Fetters, M. D. (2018). Six equations to help conceptualize the field of mixed methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 12(3), 262–267. <https://doi.org/10.1177/1558689818779433>
- Fetters, M. D., Curry, L. A., ve Creswell, J. W. (2013). Achieving integration in mixed methods designs—principles and practices. *Health Services Research*, 48(6), 2134–2156. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12117>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Furber, S., ve Royal Society. (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. *The Royal Society*. Erişim adresi: <https://royalsociety.org/-/media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- Gagné, F. (1993). Constructs and models pertaining to exceptional human abilities. In K. A. Heller, F. J. Mönks, & A. H. Passow (Eds.), *International handbook of research and development of giftedness and talent* (pp. 63–85). Oxford, UK: Pergamon Press.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.

- Ge, X., ve Land, S. M. (2004). A conceptual framework for scaffolding ill-structured problem-solving processes using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development*, 52(2), 5–22. <https://doi.org/10.1007/BF02504836>
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. Basic Books.
- George, D., ve Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (10th ed.). Pearson.
- Gerald, B. (2018). A brief review of independent, dependent and one sample t-test. *International Journal of Applied Mathematics and Theoretical Physics*, 9(2), 50–54. <https://doi.org/10.11648/j.ijamtp.20180402.13>
- Gilson, C. M., ve Lee, L. E. (2023). Cultivating a learning environment to support diverse gifted students. *Gifted Child Today*, 46, 235–249. <https://doi.org/10.1177/10762175231186454>
- Glancy, A. W., Moore, T. J., Guzey, S., ve Smith, K. A. (2017). Students' successes and challenges applying data analysis and measurement skills in a fifth-grade integrated STEM unit. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 7(1), 5. Erişim adresi: <https://docs.lib.purdue.edu/jpeer/vol7/iss1/5/>
- Greene, J. C. (2007). *Mixed methods in social inquiry*. Jossey-Bass.
- Grover, S., ve Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Grover, S., ve Pea, R. (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. In *Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school* (pp. 19–38). <https://doi.org/10.5040/9781350057142.ch-003>
- Göksu, D. Y., ve Gelişli, Y. (2023). Differentiation models for the curriculum of gifted and talented individuals: A literature review. *International Journal of Educational Research Review*. <https://doi.org/10.24331/ijere.1227783>
- Göncü, A., Çetin, İ., ve Şendurur, P. (2020). Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretmenlerinin kodlama eğitime yönelik görüşleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 301–321. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.665725>

- Haladyna, T. M. (1997). *Writing test items to evaluate higher order thinking*. Allyn and Bacon. 160 Gould Street, Needham Heights, MA 02194-2310. Erişim adresi: <https://eric.ed.gov/?id=ED421544>
- Hambruch, S., Hoffmann, C., Korb, J. T., Haugan, M., ve Hosking, A. L. (2009). A multidisciplinary approach towards computational thinking for science majors. In *Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 183–187). ACM. <https://doi.org/10.1145/1508865.1508933> *Education and Technology*, 29(1), 83–100. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-019-09804-9>
- Heacox, D. (2012). *Making differentiation a habit: How to ensure success in academically diverse classrooms*. Free Spirit Publishing.
- Hermans, F., ve Aivaloglou, E. (2017). To scratch or not to scratch? A controlled experiment comparing plugged first and unplugged first programming lessons. In E. Barendsen & P. Hubwieser (Eds.), *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education* (ss. 49–56). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137072>
- Hertberg-Davis, H. L. (2009). Myth 7: Differentiation in the regular classroom is equivalent to gifted programs. *Gifted Child Quarterly*, 53(4), 251–253. <https://doi.org/10.1177/0016986209346927>
- Horn, M. S., Brady, C., Hjorth, A., Wagh, A., ve Wilensky, U. (2014). Frog Pond: A code-first learning environment on evolution and natural selection. In *Proceedings of the Constructionism Conference 2014* (pp. 357–360). Vienna, Austria. <https://doi.org/10.1145/2593968.2610491>
- Horwitz, P., Schwartz, J., Kindfield, A. C. H., Yessis, L. M., Hickey, D. T., Heidenberg, A., ve Wolfe, E. W. (1998). Implementation and evaluation of the GenScope™ learning environment: Issues, solutions, and results. In M. Guzdial, J. Kolodner, ve A. Bruckman (Eds.), *Proceedings of the 3rd Annual International Conference of the Learning Sciences* (pp. 169–175). Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computers in Education. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/228609008_Implementation_and_evaluation_of_the_GenScope_learning_environment_Issues_solutions_and_results

- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Huili, Z., Jing, W., ve Xiaodong, L. (2010). The study of instructional process-oriented quantitative evaluation. In *2010 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)* (pp. 305-308). <https://doi.org/10.1109/ICAIE.2010.5641512>
- Hutchins, N. M., Biswas, G., Maróti, M., Lédeczi, Á., Grover, S., Wolf, R., Blair, K. P., Chin, D., Conlin, L., Basu, S., ve McElhaney, K. (2020). C2STEM: A system for synergistic learning of physics and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 83–100. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09804-9>
- Hutchins, N. M., Biswas, G., ve Warren, S. (2020). Scaffolding middle school students' computational thinking in science: A design-based approach. *International Journal of STEM Education*, 7, Article 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00206-1>
- Hsu, T. C., Chang, S. C., ve Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296–310. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>
- International Society for Technology in Education (ISTE) ve Computer Science Teachers Association (CSTA). (2011). *Computational thinking: A definition and conceptual framework*. International Society for Technology in Education. <https://cdn.iste.org/www-root/Computational Thinking Operational Definition ISTE.pdf>
- International Society for Technology in Education (ISTE). (2016). *ISTE standards for students: A framework for student skills in the digital age*. https://cdn.iste.org/www-root/Libraries/Documents%20%26%20Files/PDFs/ISTE%20Standards_One-Sheets_Students-2016_Turkish_v3.pdf
- International Society for Technology in Education (ISTE). (2020). *ISTE standards for students*. <https://www.iste.org/standards/for-students>
- Israel-Fishelson, R., Moon, P. F., Tabak, R., ve Weintrop, D. (2024). Understanding the data in K-12 data science. *Harvard Data Science Review*, 6(2). <https://doi.org/10.1162/99608f92.4f3ac3da>

- Iyer, S. (2019). Computer Masti project. In S.-C. Kong ve H. Abelson (Eds.), *Computational thinking education* (pp. 363–368). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_20
- Johnson, R. B., ve Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Johnson, A. P. (2019). Eylem araştırması el kitabı (Y. Uzuner ve M. Öztenanay, Çev.; 3. Baskı). Anı Yayıncılık. (Orijinal çalışma 2008’de yayımlanmıştır).
- Kalelioğlu, F., ve Gülbahar, Y. (2015, September). Bilgi işlemsel düşünme nedir ve nasıl öğretilir? *3th International Instructional Technology and Teacher Education Symposium*. 9-11 Eylül 2015, Trabzon, Türkiye.
- Kalelioglu, F., Gülbahar, Y., ve Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583–596. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_2
- Kanevsky, L. (2011). Deferential differentiation. *Gifted Child Quarterly*, 55(4), 279–299. <https://doi.org/10.1177/0016986211422098>
- Kapur, M., ve Bielaczyc, K. (2011). Classroom-based experiments in productive failure. In *Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 2812–2817). Erişim adresi: <https://escholarship.org/uc/item/7761h4h2> J
- 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, İstanbul. YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi Tez no: 843300
- Kaya, N. (2013). Üstün yetenekli öğrencilerin eğitimi ve BİLSEM’ler. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 115–122. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/erziefd/issue/6010/79706>
- Kazakoff, E. R., ve Bers, M. U. (2012). Programming in a robotics context in the kindergarten classroom: The impact on sequencing skills. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 21(4), 371–391.

- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., ve Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245–255. Erişim adresi: <https://www.learntechlib.org/p/39512/>
- Kemmis S., ve McTaggart R. (2000). Participatory action research. In Denzin N & Lincoln Y, (Eds). *Handbook of qualitative research*, 2nd ed.(pp.560-603). Thousand Oaks, California. SAGE Publication, Inc.
- Kettler, T. (2014). Critical thinking skills among elementary school students. *Gifted Child Quarterly*, 58, 127–136. <https://doi.org/10.1177/0016986214522508>
- Kettler, T. (2014). Critical thinking skills among elementary school students: Comparing identified gifted and general education student performance. *Gifted Child Quarterly*, 58(2), 127–136. <https://doi.org/10.1177/0016986214522508>
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral research* (3rd ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 898–921. <https://doi.org/10.1002/tea.10115>
- Klahr, D., ve Carver, S. M. (1988). Cognitive objectives in a LOGO debugging curriculum: Instruction, learning, and transfer. *Cognitive Psychology*, 20(3), 362–404. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(88\)90004-7](https://doi.org/10.1016/0010-0285(88)90004-7)
- Koçoğlu, A., ve Kanadlı, S. (2019). Ortaokul öğrencilerinin algıladığı özerklik desteği, eleştirel düşünme eğilimleri ve problem çözme becerileri arasındaki ilişkisinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9(1), 61–77. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tred/issue/42642/517199>
- Kong, S. C. (2016). A framework of curriculum design for computational thinking development in K-12 education. *Journal of Computers in Education*, 3(4), 377–394. <https://doi.org/10.1007/s40692-016-0076-z>
- Kong, S.-C., Abelson, H., ve Lai, M. (2019). Introduction to computational thinking education. In S.-C. Kong ve H. Abelson (Eds.), *Computational thinking education* (pp. 3–20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_1

- Korenova, L. (2012, July). The use of digital environment for developing the creativity of mathematically gifted high school students. Paper presented at the *12th International Congress on Mathematical Education (ICME)*, Coex, Seoul, Korea. Erişim adresi: <https://studylib.net/doc/7213700/the-use-of-a-digital-environment-for-developing>
- Kurnaz, A., ve Kaynar, H. (2020). Üstün zekâlı ve yetenekli çocuklar ve eğitimleri ile ilgili en çok sorulan sorular. *New Turkey Journal Special Talented Special Issue*, 1(115), 175–206. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/346714707_Ustun_Zekali_ve_Yetenekli_Cocuklar_ve_Egitimleri_ile_ilgili_En_Cok_Sorulan_Sorular
- Küçük, D. K., ve Sönmez, I. (2023). Kodlama eğitiminde eğitsel robot kullanımının özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, (2023/2), 578–596. <https://doi.org/10.38151/akef.2023.126>
- Kümbetoğlu, B. (2021). *Sosyolojide ve antropolojide niteliksel yöntem ve araştırma* (Gözden geçirilmiş 7. bs.). Bağlam Yayıncılık.
- Labusch, A., Eickelmann, B., ve Vennemann, M. (2019). Computational thinking processes and their congruence with problem-solving and information processing. In S.-C. Kong ve H. Abelson (Eds.), *Computational thinking education* (pp. xx-xx). https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_5
- Larmer, J., Mergendoller, J. R., ve Boss, S. (2015). *PBL for 21st century success: Teaching critical thinking, collaboration, and communication* (2nd ed.). Buck Institute for Education. Erişim adresi: <https://www.scribd.com/document/771528013/PBL-for-21st-Century-Success>
- Le, N. T., ve Pinkwart, N. (2019). System-analytic approach in developing computational thinking for high school students. In *Proceedings of the International Conference on Computational Thinking Education 2019*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Yerkhan-Mindetbay/publication/334231099_The_Measurement_of_Computational_Thinking_Performance_Using_Multiple-choice_Questions/links/5d447d3ca6fdcc370a76aa03/The-Measurement-of-Computational-Thinking-Performance-Using-Multiple-choice-Questions.pdf#page=17

- Lee, I., Grover, S., Martin, F., Pillai, S., ve Malyn-Smith, J. (2020). Computational thinking from a disciplinary perspective: Integrating computational thinking in K-12 science, technology, engineering, and mathematics education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09803-w>
- Looi, C. K., How, M. L., Wu, L., Seow, P. ve Liu, L. (2018). Analysis of linkages between an unplugged activity and the development of computational thinking. *Journal of Computer Science Education (JCSE)*. <https://doi.org/10.1080/08993408.2018.1533297>
- Lincoln, Y. S., ve Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- Linn, M. C., Clark, D., ve Slotta, J. D. (2003). WISE design for knowledge integration. *Science Education*, 87(4), 517–538. <https://doi.org/10.1002/sce.10086>
- Liu, Z., Zhi, R., Hicks, A., ve Barnes, T. (2017). Understanding problem-solving behavior of 6–8 graders in a debugging game. *Computer Science Education*, 27(1), 1–29. <https://doi.org/10.1080/08993408.2017.1308651>
- Lu, J. J. ve Fletcher, G. H. L. (2009). Thinking about computational thinking. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1), 260–264. <https://doi.org/10.1145/1539024.1508959>
- Lye, S. Y., ve Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Ma, H., Zhao, M., Wang, H., Wan, X., Cavanaugh, T. W., ve Liu, J. (2021). Promoting pupils' computational thinking skills and self-efficacy: A problem-solving instructional approach. *Educational Technology Research and Development*, 69, 1599–1616. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10016-5>
- Malysheva, Y., ve Kelleher, C. L. (2019). Puzzle solving as debugging. *2019 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)*, 253–255. <https://doi.org/10.1109/VLHCC.2019.8818841>
- Marcum-Dietrich, N. I., Bruozas, M., Becker-Klein, R., ve Hoffman, E. (2024). Precipitating change: Integrating computational thinking in middle school weather forecasting. *Journal of Science Education and Technology*, 33(3), 444–461. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10095-y>
- Maxwell, J. A. (2012). *A realist approach for qualitative research*. SAGE Publications.

- McKenney, S., ve Reeves, T. (2018). *Conducting educational design research* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315105642>
- McKenney, S., ve Reeves, T. C. (2014). Educational design research. In J. M. Spector, N. D. Merrill, J. Ellen, ve M. J. Bishon (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 131–140). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_11
- McKenney, S., ve Reeves, T. C. (2020). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Medical Education*, 55(1), 82–92. <https://doi.org/10.1111/medu.14280>
- Merriam, S. B., ve Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (4th ed.). Jossey-Bass.
- Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Miller, M., ve Olthouse, J. (2013). Critical thinking in gifted children's offline and online peer feedback. *Contemporary Educational Technology*, 4, 66–80. <https://doi.org/10.30935/CEDTECH/6092>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2015a). Bilim ve sanat merkezinde uygulanan etkinliklerin geliştirilmesi, zenginleştirilmesi ve standardizasyonu çalıştayı 6-10 Nisan 2015 tarihleri arasında Antalya’da başladı. *Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü*. <https://orgm.meb.gov.tr/www/bilim-ve-sanat-merkezinde-uygulanan-etkinliklerin-gelistirilmesi-zenginlestirilmesi-ve-standardizasyonu-calistayi-6-10-nisan-2015-tarihleri-arasinda-antalya-da-basladi/icerik/505>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2015b). Bilim ve sanat merkezlerinde uygulanan etkinliklerin geliştirilmesi ve zenginleştirilmesi çalıştayı başladı. *Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü*. <https://o.Ben.G.tr/www/bilim-ve-sanat-merkezlerinde-uygulanan-etkinliklerin-jel-ve-zenginlestirilmesi-calistayi-basladi/icerik/533>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2016). Bilim ve sanat merkezlerini geliştirme projesi: Koordinatör eğitimi ve program geliştirme çalıştayını Antalya’da başladı. *Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü*. <https://veya.meb.g.tr/w/idi-ve-s-merkezlerini-gelistirme-projesi-koro-evet-ve-program-gelist-ca-basladi/icerik/695>

- Millî Eğitim Bakanlığı (2018a). *Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği*. Resmî Gazete, 7 Temmuz 2018, Sayı: 30471. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_07/09101900_ozel_egitim_hizmetleri_yonetmeli_07072018.pdf
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018b). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>
- Millî Eğitim Bakanlığı (2019). Bilim ve sanat merkezleri yönergesi. *Tebliğler Dergisi*, 82(2747), 392.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2021). BİLSEM çerçeve öğretim programlarının yenilenmesi ve yardımcı ders materyallerinin hazırlanması çalışmayı gerçekleştirdi. *Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü*. <https://o.meb.gov.tr/ww/bilsem-cerceve-ve-program-gozden-gecirmek-yapilmadı-ve-bahçe-ders-mat-hazır-ca-gercekleştirildi/ic/1682>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2022a). Özel yetenekli öğrenciler için 19 alanda yardımcı ders materyalleri. *Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları*. <https://w.M.G.T/the-yetenekli-ogrenben-19--aşağı-ile-ilgili-ders-ile-birlikte/sahip-olmak/25814/tr>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2022b). *Kimya alanında özel yetenekli öğrenciler için etkinlik kitabı*. Değirmen.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2022c). *Fen bilimleri alanında özel yetenekli öğrenciler için etkinlik kitabı*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları. ISBN: 978-605-1234-567-9
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2023). *Bilim ve sanat merkezleri: Fen ve teknoloji alanı yardımcı ders materyali*. Ankara: Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. ISBN: 978-975-11-5815-4
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). Bilim ve sanat merkezleri çerçeve öğretim programlarının hazırlanması çalışmayı gerçekleştirdi. *Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü*. <https://orgm.meb.gov.tr/www/bilim-ve-sanat-merkezleri-cerceve-ogretim-programlarinin-hazirlik-calistayi-ge/buzlayici/2846>
- Moon, S. M. (2007). Counseling needs and programs for gifted students. In S. I. Pfeiffer (Ed.), *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research, and*

- best practices* (pp. 281–294). New York, NY: Springer. Erişim adresi: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-77004-8>
- Morrison, G. R., Ross, S. M., ve Kemp, J. E. (2012). *Designing effective instruction* (7. baskı). Wiley.
- Morris, S. B., ve DeShon, R. P. (2002). Combining effect size estimates in meta-analysis with repeated measures and independent-groups designs. *Psychological Methods*, 7(1), 105–125. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.1.105>
- Nadolski, R. J., Kirschner, P. A., ve van Merriënboer, J. J. G. (2005). Optimising the number of steps in learning tasks for complex skills. *British Journal of Educational Psychology*, 75(2), 223–237. <https://doi.org/10.1348/000709904X22403>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2010). *Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12840>
- Netz, H. (2014). Gifted conversations: Discursive patterns in gifted classes. *Gifted Child Quarterly*, 58(2), 149–163. <https://doi.org/10.1177/0016986214523312>
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://www.nextgenscience.org/>
- Norwich, B. (2010). Dilemmas of difference, curriculum and disability: International perspectives. *Comparative Education*.
- OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development). (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. <http://www.oecd.org/education/2030project/>
- OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development). (2019). *Future of education and skills 2030*. https://project/contact/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf
- OECD. (2021). *Policy approaches and initiatives for the inclusion of gifted students in OECD countries*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/policy-approaches-and-initiatives-for-the-inclusion-of-gifted-students-in-oecd-countries_c3f9ed87-en.html

- Olpak, T., ve Karamete, A. (2024). The relationship between gifted students' self-efficacy perceptions of computational thinking skills and information technologies self-efficacy perceptions. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 148–174. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1378877>
- Ogegbo, A. A., ve Ramnarain, U. (2021). A systematic review of computational thinking in science classrooms. *Studies in Science Education*, 58(2), 203–230. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1963580>
- Özcan, H. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen içeriği ile ilişkilendirilmiş bilimin doğası konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. YÖK Tez Merkezi veri tabanından erişildi. (Tez No: 353975)
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (1st ed.). BasicBooks.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev.; 1. baskı). Pegem Akademi.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Ä., ve Sarapuu, S. (2012). Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 9, 81–95. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1258250>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pedaste, M., ve Sarapuu, T. (2006). Developing an effective support system for inquiry learning in a web-based environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(1), 47–62. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00159.x>

- Peel, A., Dabholkar, S., Anton, G., Wu, S., Wilensky, U., ve Horn, M. (2020). A case study of teacher professional growth through co-design and implementation of computationally enriched biology units. In Gresalfi, M. ve Horn, I. S. (Eds.), *The Interdisciplinarity of the Learning Sciences, 14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020, Volume 4* (pp. 1950–1957). International Society of the Learning Sciences. <https://repository.isls.org/handle/1/6478>
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. In T. Plomp ve N. Nieveen (Eds.), *Educational design research - Part A: An introduction* (pp. 10–51). Netherlands: SLO, Enschede. Erişim adresi: <file:///Users/apple/Downloads/educational-design-research-b-total.pdf>
- Polat, B., Gökçe, İ., ve Erdoğan, M. (2023). Özel yetenekli öğrencilerin belirlenmesinde sınıf öğretmenlerin rolü. *International Journal of Social Sciences (IJSS)*, 7(28), 223-235. <https://doi.org/10.52096/usbd.7.29.13>
- Popper, K. R. (2016). *Hayat problem çözmektir* (6. baskı) (A. Nalbant, Çev.). Yapı Kredi Yayınları.
- Reeves, T. C., McKenney, S., ve Herrington, J. (2010). Publishing and perishing: The critical importance of educational design research. *Proceedings of ascilite*, Sydney, Australia. <https://doi.org/10.14742/ajet.982>
- Renninger, K. A., ve Hidi, S. (2017). *The Power of Interest for Motivation and Engagement* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315771045>
- Renzulli, J. S. (1977). The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*, 21(2), 227–233. <https://doi.org/10.1177/001698627702100202>
- Renzulli, J. S. (1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg ve J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 53–92). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511606751.005>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0016986212444901>

- Renzulli, J. S., ve Reis, S. M. (2014). *The Schoolwide Enrichment Model: A How-To Guide for Talent Development* (3rd ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003238904>
- Resnick, M., Silverman, B., Kafai, Y., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., ve Silverman, B. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Richey, R. C., ve Klein, J. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
<https://doi.org/10.4324/9780203826034>
- Richmond, B., Peterson, S., Vescuso, P., ve Maville, N. (1987). *An academic user's guide to STELLA software*. High Performance Systems, Inc.
- Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., ve Sáez-López, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: An experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 316–327.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448>
- 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.
<https://doi.org/10.1177/0016986207306324>
- Sak, U. (2013). Gifted and talented education in Turkey: Critics and prospects. *Turkish Journal of Giftedness and Education*, 3(2), 110–123. Erişim adresi: <https://theeducationjournals.com/index.php/talent/article/view/38>
- Sak, U., Ayas, B., Bal Sezerel, B., Öpengin, E., Özdemir, N. N., ve Demirel-Gürbüz, S. (2016). A critical assessment of the education for gifted and talented students in Turkey. *Gifted Education in Asia: Problems and Prospects*, 2016, 167–190. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/288670028_A_critical_assessment_of_the_education_for_gifted_and_talented_students_in_Turkey
- Salomon, G., ve Perkins, D. N. (1987). Transfer of cognitive skills from programming: When and how? *Journal of Educational Computing Research*, 3(2), 149–169.
<https://doi.org/10.2190/6F4Q-7861-QWA5-8PL1>

- Salkind, N. J., ve Frey, B. B. (2019). *Statistics for people who (think they) hate statistics* (7th ed.). SAGE Publications.
- Sands, P., Yadav, A., ve Good, J. (2018). Computational thinking in K-12: In-service teacher perceptions of computational thinking. In *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 151–164). Springer, Cham. Erişim adresi: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-93566-9_8
- Sari, I. J., El Islami, R. A. Z., Fitriana, D. E. N., Ratnasari, D., Rifqiawati, I., Wahyuni, I. ve Nuangchalerm, P. (2024). Plug and unplugged activities to enhance computational thinking self-efficacy of pre-service biology teachers. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(2), 393–402. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i2.37016>
- Sayı, A. K., ve Soysal, Ö. M. (2022). Digital differentiation in gifted education. *Advances in Early Childhood and K-12 Education*. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8153-7.ch014>
- Selby, C., ve Woollard, J. (2014). Refining an understanding of computational thinking. University of Southampton. <http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/372410>
- Sen, A., Sonay, A., ve Kiray, A. (2021). Computational thinking skills of gifted and talented students in integrated STEM activities based on the engineering design process: The case of robotics and 3D robot modeling. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100931. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.10>
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., ve Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Educational Information Technology*, 18(2), 351–380. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x>
- Seow, P., Looi, C.-K., How, M.-L., Wu, L.-K., ve Wadhwa, B. (2019). Educational policy and implementation of computational thinking and programming: Case study of Singapore. In S.-C. Kong & H. Abelson (Eds.), *Computational thinking education* (pp. 345–362). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_19
- Shute, V. J., Sun, C., ve Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Silverman, L. K. (Ed.). (2013). *Giftedness 101*. Springer.

- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ a triachic theory of human intelligence*. New York: Cambridge University Press, 98-108.
- Stringer, E. T. (2014). *Action research*. SAGE Publications.
- Stott, A., ve Hobden, P. A. (2016). Effective learning: A case study of the learning strategies used by a gifted high achiever in learning science. *Gifted Child Quarterly*, 60(1), 63–74. <https://doi.org/10.1177/0016986215618594>
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., ve 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. <https://doi.org/10.1177/1529100611418056>
- Tannenbaum, A. J. (2002). On giftedness and economy: The impact of talented individuals on the global economy. In K. A. Heller, F. J. Mönks, R. J. Sternberg, ve R. F. Subotnik (Eds.), *International handbook of giftedness and talent* (2nd ed., pp. 443–456). Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/B978-008043796-5/50030-1>
- Tanık Önal, N. (2019). Üstün zekâlı çocukların tanılanmaları. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(2), 1591-1602. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/701303>
- Teddlie, C., ve Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. SAGE Publications.
- Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J. M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., ... Lubart, T. (2023). Creativity, critical thinking, communication, and collaboration: Assessment, certification, and promotion of 21st century skills for the future of work and education. *Journal of Intelligence*, 11(3), 54. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054>
- Togyer, J. (2017). Research notebook: Computational thinking—what and why? *Carnegie Mellon University School of Computer Science*. Erişim adresi: <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. Association for Supervision and Curriculum Development.

- Tomlinson, C. A., ve Jarvis, J. M. (2013). Differentiation for gifted learners: Going beyond the basics. *Journal of Advanced Academics*, 24(2), 89–108. <https://doi.org/10.1177/1932202X13483472>
- Torunoğlu, H., ve Ünal, M. (2023). Bilim sanat merkezleri programlarına yönelik beklentilerin incelenmesi. *Erciyes Akademi*, 37(2), 731–754. <https://doi.org/10.48070/erciyesakademi.1293815>
- Tucker-Raymond, E., Puttick, G., Cassidy, M., Hartevelde, C., ve Troiano, G. M. (2019). "I broke your game!": Critique among middle schoolers designing computer games about climate change. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-019-z>
- Tupac-Yupanqui, M., Vidal-Silva, C., Pavesi-Farriol, L., Sanchez Ortiz, A., Cárdenas-Cobo, J. ve Pereira, F. (2022). Exploiting Arduino features to develop programming competencies. *IEEE Access*, 10(January), 20602–20615. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3150101>
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., ve Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, ve N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 3–7). Taylor & Francis e-Library. <https://doi.org/10.4324/9780203088364>
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J. A. M., Van Dijk, J. A. G. M., ve de Haan, J. (2020). Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: A systematic literature review. *SAGE Open*, 1-14. <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>
- VanTassel-Baska, J. L., ve Stambaugh, T. L. (2006). *Comprehensive curriculum for gifted learners* (3. baskı). Pearson Education.
- VanTassel-Baska, J., Hubbard, G. F., ve Robbins, J. I. (2020). Differentiation of instruction for gifted learners: Collated evaluative studies of teacher classroom practices. *Roeper Review*, 42(3), 153–164. <https://doi.org/10.1080/02783193.2020.1765919>
- Voskoglou, M. G., ve Buckley, S. (2012). The role of computational thinking and critical thinking in problem solving in a learning environment. *Egyptian Computer Science Journal*, 36(4). <https://doi.org/10.48550/arXiv.1212.0750>

- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., ve Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715–728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner ve E. Souberman, Ed.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wang, C., Shen, J., ve Chao, J. (2022). Integrating computational thinking in STEM education: A literature review. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(8), 1949–1972. <https://doi.org/10.1007/s10-021--10227-5>
- Wang, F., ve Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02504682>
- Waterman, K. P., Goldsmith, L., ve Pasquale, M. (2020). Integrating computational thinking into elementary science curriculum: An examination of activities that support students' computational thinking in the service of disciplinary learning. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1). <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09801-y>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., ve Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Weintrop, D., ve Wilensky, U. (2013). RoboBuilder: A computational thinking game. In *Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (p. 736). ACM. <https://doi.org/10.1145/2445196.2445474>
- Wiedermann, W., Hagmann, M., ve von Eye, A. (2015). Significance tests to determine the direction of effects in linear regression models. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 68, 116–141. <https://doi.org/10.1111/bmsp.12037>
- Wilensky, U. (1999a). GasLab: An extensible modeling toolkit for exploring statistical mechanics. In N. Roberts, W. Feurzeig, ve B. Hunter (Eds.), *Computer modeling and*

- simulation in science education* (pp. 151–178). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1414-4_7
- Wilensky, U. (1999b). *NetLogo*. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo>
- Wilensky, U., ve Reisman, K. (2006). Thinking like a wolf, a sheep, or a firefly: Learning biology through constructing and testing computational theories. *Cognition and Instruction*, 24(2), 171–209. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2402_1
- Wilensky, U., Brady, C. E. ve Horn, M. S. (2014). Fostering computational literacy in science classrooms. *Communications of the ACM*, 57(8), 24–28. <https://doi.org/10.1145/2633031>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wood, D. J., Bruner, J. S. ve Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Wong, G. K. W. ve Jiang, S. (2018). Computational thinking education for children: Algorithmic thinking and debugging. *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 328–333. DOI:10.1109/TALE.2018.8615232
- World Economic Forum. (2023). *The future of jobs report 2023*. Retrieved from <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>
- Xu, E., Wang, W. ve Wang, Q. (2023). A meta-analysis of the effectiveness of programming teaching in promoting K-12 students' computational thinking. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6619–6644. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11445-2>
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., ve Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 5. <https://doi.org/10.1145/2576872>
- Yadav, A., Stephenson, C., ve Hong, H. (2011). Introducing computational thinking in education courses. In *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on*

- Computer Science Education* (pp. 465–470). ACM.
<https://doi.org/10.1145/1953163.1953297>
- Yadav, A., Stephenson, C., ve Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55–62.
<https://doi.org/10.1145/2994591>
- Yağcı, M. (2019). A valid and reliable tool for examining computational thinking skills. *Education and Information Technologies*, 24(1), 929–951.
<https://doi.org/10.1007/s10639-018-9801-8>
- Yang, X., ve Xu, M. (2021). The use of Q methodology to evaluate instruction in higher education. In *A practitioner's guide to instructional design in higher education*. EdTech Books. Erişim adresi: https://edtechbooks.org/id_highered/the_use_of_q_methodoe
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yong, B. C. S. (2012). *Comparison between the thinking styles of students in a science school and a mainstream school*. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 35(1), 60–83. Erişim adresi: http://recsam.edu.my/sub_JSMEESEA/images/journals/YEAR2012/june2012vol-1/60-83.pdf
- Yurdakök, E. A., ve Kalelioğlu, F. (2023). The effect of teaching physical programming on computational thinking skills and self-efficacy perceptions towards computational thinking. *Journal of Educational Computing Research*, 62(3), 785–815.
<https://doi.org/10.1177/07356331231220313>
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S. ve Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1(2), 198–226. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.2.198>
- Zhang, J. H., Meng, B., Zou, L. C., Zhu, Y., ve Hwang, G. J. (2021). Developing progressive flowchart scaffolding to enhance university students' computational thinking and programming self-efficacy. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3792–3809.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1943687>

- Zhang, N., ve Biswas, G. (2019). Defining and assessing students' computational thinking in a learning by modeling environment. In S.-C. Kong ve H. Abelson (Eds.), *Computational Thinking Education* (pp. 203–221). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_12
- Zhao, Y., ve Shute, V. J. (2019). Can playing a video game foster computational thinking skills? *Computers ve Education*, 141, 103633. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103633>
- Zhong, B., Wang, Q., ve Jiang, H. (2024). Computational thinking for the digital age: A systematic review of the literature. *Educational Technology Research and Development*, 72(1), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10364-y>



EKLER

Ek 1. Öğretmen Görüşmeleri Temelinde Hazırlanan İhtiyaç Analiz Raporu

Mevcut Zorluklar	Karşılaşılan Zorlukların Ayrıntıları	Öneriler
Kavram Odaklı Yapı Bilişsel Yük	Mevcut fen programı, üst düzey düşünme becerilerini içermesine rağmen, yoğun kavram odaklı yapısı ve yüksek bilişsel yük nedeniyle bu becerilerin geliştirilmesini sınırlamaktadır. Öğrenciler, bu yapı içerisinde yoğun bilgi aktarımıyla karşı karşıya kalmakta ve süre sınırlılığı nedeniyle becerilere yeterince odaklanamamaktadır.	Programın, kavramsal yoğunluğu azaltılarak beceri geliştirme odaklı bir yapıya dönüştürülmelidir. Bu amaçla, program içerikleri, temel kazanımlara öncelik verecek şekilde sadeleştirilmeli ve öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirecek uygulamalı etkinliklere daha fazla yer verilmelidir. Ayrıca, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini destekleyecek problem temelli ve proje tabanlı öğrenme yöntemleri programda önceliklendirilmelidir.
Teorik Odaklı Öğretim	Mevcut program, öğretmeni daha teorik ve bilgi aktaran bir role yönlendirmekte, bu durum öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını sınırlandırmaktadır. Program içeriğinde uygulamalara yer verilmiş olsa da özellikle Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) deneyimi az olan öğretmenler, yoğun müfredatı tamamlamak için teoriye daha fazla odaklanmaktadır. Bu durum, öğrencilerin uygulamalı öğrenme süreçlerinden yeterince faydalanamamasına neden olmaktadır.	Öğretmenlerin rehberlik eden ve kolaylaştırıcı bir role geçmesi teşvik edilmelidir. Öğrenci merkezli bir öğrenme anlayışı benimsenerek, öğrencilerin aktif katılımını artıracak uygulamalı etkinlikler programda önceliklendirilmelidir. Ayrıca, öğretmenlere, program içeriklerini esnek bir şekilde uygulayabilmeleri ve öğrenme sürecinde uygulamalara daha fazla yer verebilmeleri için rehberlik desteği sunulmalıdır. Bu kapsamda, öğretmenlerin uygulamalı öğrenme yöntemleri konusunda eğitim almaları sağlanarak deneyim eksikliği giderilmelidir.

Süre Kısıtlamaları	Ders süreleri ve BYF programı uygulama süresi yetersizdir. Bu yetersizlik, programın hedeflenen şekilde tamamlanmasını engellemekte ve öğrencilerin öğrenme süreçlerinde temel becerilere yeterince odaklanmalarını zorlaştırmaktadır. Ayrıca, mevcut süre kısıtlamaları, öğretmenlerin programı planlandığı şekilde uygulamalarını ve öğrencilerin konuları derinlemesine anlamalarını sınırlamaktadır.	Programın kapsamı, konu yoğunluğunu azaltacak şekilde yeniden düzenlenmelidir. Çok sayıda konu işlemek yerine, daha az konu üzerinde yoğunlaşarak öğrencilerin derinlemesine öğrenme ve beceri kazanmaları hedeflenmelidir. Bunun yanı sıra, BYF programı uygulama süreleri beceri gelişimi için mutlaka artırılmamalıdır.
Esneklik Eksikliği	Mevcut program, fazlasıyla yapılandırılmış bir yapıya sahip olup, bireysel ihtiyaçlara ve farklı öğrenme stillerine uyum sağlama konusunda zorlanmaya sebep olmaktadır. Bu durum, öğrencilerin, grupların bireysel farklılıklarına göre bir öğrenme ortamı oluşturmayı zorlaştırmaktadır.	Program, esneklik ilkesine öncelik verecek şekilde yeniden yapılandırılmalıdır. Müfredat, beceri temelli bir yapıya dönüştürülerek bireysel farklılıklara göre şekillendirilebilmelidir. Konudan bağımsız olarak belirlenen beceri odaklı bir yaklaşım, öğrencilerin kendi hızlarında ilerlemelerine ve farklı öğrenme stillerine uygun etkinliklere katılmalarına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, öğretmenlere, bireysel ihtiyaçları göz önünde bulundurarak programı uyarlayabilecekleri bir rehberlik mekanizması sunulmalıdır.
Yoğun Ders İçerikleri	Mevcut programın ders içeriklerinin aşırı yoğun olduğu belirlenmiştir. Bu durum, öğretmenlerin konuları derinlemesine işleme fırsatını sınırlandırmakta ve öğrenme sürecinin yüzeysel kalmasına yol açmaktadır. Öğrenciler, yoğun içerik nedeniyle konular arasında anlamlı bağlantılar kurmakta zorlanmakta ve bilgiyi içselleştirememektedir.	Ders içerikleri, temel kazanımlara öncelik verecek şekilde sadeleştirilmelidir. Çok sayıda konuyu yüzeysel şekilde işlemeye çalışmak yerine, daha az konu derinlemesine ele alınarak öğrencilerin anlamlı öğrenme deneyimleri kazanmalarına olanak sağlanmalıdır.
Laboratuvar Becerilerindeki Eksiklikler	Öğrenciler, BYF aşamasında ve hatta ÖYG aşamasında deney yapma ve laboratuvar araçlarını kullanma konusunda yetersizlik yaşamaktadır.	Programlarda daha fazla deneysel çalışma ve uygulamalı etkinliklere yer verilmelidir.

Öğretmen Deneyimlerindeki Eksiklikler	Öğretmenler, mevcut programı uygularken kavramları yetiştirme telaşına girmekte ve bu durum, öğrenci ve beceri merkezli bir eğitim yaklaşımı benimsemelerini zorlaştırmaktadır. Özellikle BİLSEM ve üstün yetenekli öğrencilerle çalışma konusunda deneyimi olmayan veya yeni başlayan öğretmenler, öğrencilerin bireysel farklılıklarına uygun bir eğitim sunma ve beceri geliştirme odaklı etkinlikler tasarlama konusunda yetersizlik yaşamaktadır.	BİLSEM programında görev alan öğretmenlere, üstün yetenekli öğrencilerle çalışmaya yönelik kapsamlı ve uygulamalı bir eğitim verilmelidir. Bu eğitim, bireysel farklılıkları anlamaya, öğrenci merkezli yöntemleri uygulamaya ve beceri odaklı etkinlikler geliştirmeye yönelik olmalıdır. Yeni başlayan öğretmenler için rehberlik hizmetleri sağlanmalı, deneyimli öğretmenlerle iş birliği yapabilecekleri mentorluk programları oluşturulmalıdır. Ayrıca, öğretmenlerin eğitim süreçlerinde karşılaştıkları zorluklara yönelik düzenli, profesyonel geri bildirim mekanizmaları ile mesleki gelişim süreçleri desteklenmelidir.
Öğrencilerin Bilimsel Araştırma Becerilerindeki Eksiklikler	Öğrencilerin bilimsel araştırma süreçlerinde temel becerilerde eksiklik yaşadığı gözlemlenmiştir. Özellikle problem tespiti, belirlenen problemi analiz etme, hipotez oluşturma ve bu hipotezi test etmeye yönelik verilerin analizi gibi kritik becerilerde yetersizlikler bulunmaktadır. Bu eksiklikler, öğrencilerin bilimsel düşünme, problem çözme ve sistematik araştırma yürütme süreçlerine etkin bir şekilde katılımını sınırlamaktadır.	Bilimsel araştırma becerilerini geliştirmek amacıyla, bilimsel süreçlere odaklanan uygulamalı etkinlikleri içeren öğretim programları ve destek programlar hazırlanmalıdır. Programlarda, problem tespiti, hipotez oluşturma ve analiz becerilerini destekleyecek projelere öncelik verilmelidir. Ayrıca, öğrencilerin gerçek dünya problemleri üzerinde çalışabileceği ve bilimsel yöntemleri deneyimleyeceği uygulama temelli öğrenme ortamları oluşturulmalıdır. Rehberlik ve geri bildirim mekanizmalarıyla öğrencilerin bireysel gelişimi desteklenerek bilimsel araştırmaya olan ilgileri artırılmalıdır.
Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Becerilerindeki Eksiklikler	Öğrencilerin eleştiri yapma, farklı görüşlere açık olma, alternatif bakış açılarını değerlendirme ve kendi hatalarını kabul etme konularında yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Özellikle eleştirel bir perspektif geliştirme yerine, sabit fikirli	Eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için tartışma temelli etkinlikler, geri bildirim mekanizmaları ve eleştirel düşünmeyi teşvik eden uygulamalar programda önceliklendirilmelidir. Programlarda, öğrencilerin hatalarını yapıcı bir şekilde

	davranışlar sergileme ve kendi yanlışlarını kabul etmeme eğilimi, öğrencilerin karmaşık problemlere çözüm üretme becerisini sınırlamaktadır. Bu durum, eleştirel düşünme ve rasyonel karar verme süreçlerini olumsuz etkilemektedir.	değerlendirebileceği, farklı görüşlere saygı duymayı ve bu görüşlerden öğrenmeyi deneyimleyeceği öğrenme ortamları oluşturulmalıdır. Ayrıca, öğrencilere, hataların öğrenme sürecinin doğal bir parçası olduğunu benimseten bir eğitim yaklaşımı benimsenmelidir. Rehberlik ve mentörlük programları ile bu beceriler desteklenmelidir.
Laboratuvar Altyapısındaki Eksiklikler	Eksik laboratuvar malzemeleri, deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesini sınırlandırmakta ve öğrencilerin beceri geliştirme süreçlerine engel olmaktadır. Laboratuvardaki bu eksiklikler nedeniyle programda yer alan bazı konular ve yardımcı ders materyallerindeki etkinlikler uygulanamamakta, bu durum öğrencilerin deneysel öğrenme süreçlerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, farklı BİLSEM’lerdeki laboratuvar altyapısının farklılık göstermesi, programın her kurumda eşit etkinlikle uygulanmasını zorlaştırmaktadır.	BİLSEM’lerin temel düzeyde alt yapıya sahip olması sağlanmalıdır. BİLSEM’lerin temel düzeyde laboratuvar altyapısına sahip olması sağlanmalı ve eksiklikler giderilmelidir. Bunun yanı sıra, program esnek bir yapıda hazırlanmalı ve bir yol gösterici niteliği taşınmalıdır. Farklı altyapı ve şartlara sahip olan BİLSEM’ler, bu esnek yapıyı kendi imkanlarına göre uyarlayarak etkinlikleri revize edebilmelidir. Ayrıca, laboratuvar kullanımına ilişkin öğretmenlere rehberlik sağlayacak kaynaklar ve eğitimler sunulmalıdır. Bu sayede, laboratuvar eksikliklerinin eğitime olan olumsuz etkileri azaltılabilir ve öğrencilerin deneysel becerilerinin geliştirilmesi desteklenebilir.
Öğrencilerin Temel Bilimsel Süreç Becerilerindeki Eksiklikler	Öğrencilerin temel bilimsel süreç becerilerinde, özellikle gözlem yapma, ölçme, verileri işleme, grafik çizme ve tablo oluşturma gibi alanlarda belirgin eksiklikler olduğu tespit edilmiştir. Bu eksiklikler, öğrencilerin bilimsel süreçlere etkin bir şekilde dahil olmalarını ve araştırma temelli çalışmalarda ilerlemelerini zorlaştırmaktadır.	BİLSEM programı, temel bilimsel süreç becerilerine odaklanacak şekilde yeniden yapılandırılmalıdır. Programda, gözlem yapma, ölçme, veri işleme, grafik ve tablo oluşturma gibi becerileri kazandırmaya yönelik uygulamalı etkinliklere öncelik verilmelidir. Bu amaçla, öğrencilerin bu becerileri gerçek dünya problemleri üzerinden uygulamalı olarak deneyimleyecekleri öğrenme ortamları oluşturulmalıdır.

	Özellikle BİLSEM’e devam eden öğrencilerde temel bilimsel süreçlerin eksikliği, yürütülen etkinliklerin niteliğini olumsuz bir şekilde etkilemektedir.	
Grup Çalışmasında Zorluklar	Öğrencilerin grup çalışmaları sırasında fikir paylaşımı, iş birliği yapma ve eleştiriye açık olma gibi sosyal ve iletişim becerilerinde yetersizlik yaşadığı gözlemlenmiştir. Bu eksiklikler, grup dinamiklerinin etkili bir şekilde oluşmasını engellemekte ve işbirlikçi öğrenme süreçlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Grup içi iletişim eksikliği, öğrencilerin problem çözme, görev dağılımı yapma ve fikir alışverişinde bulunma yeteneklerini sınırlamaktadır.	İşbirlikçi öğrenme ortamları oluşturulmalı ve grup çalışmaları sistematik bir şekilde yapılandırılarak programda önceliklendirilmelidir. Öğrencilerin, grup içinde fikirlerini özgürce ifade edebilecekleri ve eleştirilere yapıcı bir şekilde yaklaşmayı öğrenebilecekleri etkinlikler tasarlanmalıdır. Ayrıca, öğretmenlerin rehberlik ettiği grup çalışmaları aracılığıyla öğrencilerin iletişim ve iş birliği becerilerinin gelişimi desteklenmelidir. Geri bildirim mekanizmaları da grup çalışmalarını geliştirmek için etkin bir şekilde kullanılmalıdır.
Problem Çözme Becerilerindeki Eksiklikler	Öğrencilerin problem çözme becerilerinde, özellikle problemleri analiz etme, alternatif çözüm yolları geliştirme ve sistematik bir şekilde çözüm üretme konularında yetersizlik yaşadığı belirlenmiştir. Bu eksiklik, öğrencilerin akademik ve günlük yaşamlarında da karşılaştıkları karmaşık sorunları ele alma yetkinliklerini sınırlandırmaktadır.	Problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla uygulamalı etkinlikler ve yaratıcı görevler programda önceliklendirilmelidir. Program, öğrencilerin gerçek dünya problemleri üzerinde çalışabilecekleri, sistematik düşünme ve çözüm üretme becerilerini geliştirebilecekleri öğrenme ortamları sunmalıdır. Ayrıca, problem çözme süreçlerinde rehberlik eden öğretim stratejileri ve iş birliği temelli etkinlikler, öğrencilerin bu becerileri pekiştirmesine yardımcı olmalıdır. Öğrencilere, analitik düşünmeyi ve yaratıcılığı teşvik eden görevlerle desteklenerek aktif öğrenme süreçleri sağlanmalıdır.
Bilişim Alanında Proje Konusu Belirlemede Zorluk	Öğrencilerin bilişim projelerinde uygun konu belirleme ve sahip oldukları kodlama bilgilerini gerçek dünya	Öğrencilerin bilişim projelerine yönelik disiplinler arası düşünme ve problem temelli öğrenme becerilerini geliştirmek amacıyla, bilişim ve bilim alanlarını bir araya getiren

	bağlamlarında uygulama konusunda zorlandıkları gözlemlenmiştir. Kodlama becerisine sahip olmalarına rağmen, bu yetkinlikle hangi bağlamdaki problemlere çözüm üretebileceklerine dair yeterli bir perspektif geliştirememektedirler. Bu durum, öğrencilerin yaratıcı projeler geliştirme ve bilişim alanında yenilikçi çözümler sunma kapasitelerini sınırlamaktadır.	programlar tasarlanmalıdır. Bu programlar, öğrencilere gerçek dünya problemleri üzerinden uygulamalı çalışmalar yapma fırsatı sunmalı ve farklı disiplinlerden bilgi birikimini entegre etmelerini desteklemelidir.
--	---	--

Ek 2. Bilsem Fen Bilimleri Dersi Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programını Destekleyici Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Öğretim Tasarımı Çerçevesi

TEMA VE ÖĞRENME ÇIKTILARI

Tema, Öğrenme Çıktısı Sayısı ve Süre Tablosu			
Tema Numarası	Tema Adı	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre (Ders saati)
1	Canlılar Dünyası (Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı)	11	12
2	Sürdürülebilirlik Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri	11	12
3	Ekosistemler Alkım Gezegeninde Yaşam	11	12
TOPLAM		33	36

1.modül: CANLILAR DÜNYASI (MİNİK BİYOSİSTEMLER: MAYA LABORATUVARI)

Bumodül, canlıların ortak biyolojik özelliklerini, sınıflandırılmalarını, maya gibi mikroorganizmaların yaşam döngülerini ve fermentasyon süreçlerini kapsamaktadır. Etkinlik, canlıların temel biyolojik özellikleri (beslenme, solunum, üreme) ile maya gibi mikroorganizmalar arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamaktadır. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme ile ilgili temel kavramları anlamaları ve bu kavramları sistematik bir şekilde içselleştirmeleri hedeflenmektedir. Bu modülde BİD'in fen eğitimi entegrasyonu bilimsel sorgulama temelli olarak yapılandırılmıştır. Bilgisayarlı ve bilgisayarsız BİD uygulamalarının birlikte kullanıldığı bu modülde, bilgisayarsız uygulamalar daha fazla yer tutmakta ve BİD'in temel becerilerini kazandırmak için işe koşulmaktadır

1. MODÜL: CANLILAR DÜNYASI (MİNİK BİYOSİSTEMLER: MAYA LABORATUVARI)

Bilgi İşlemsel Düşünme Boyutları	Öğrenme Çıktıları ve Süreç Bileşenleri
Problemi Soyutlayabilme	1.1. Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli optimum şartları belirlemeye yönelik problemi soyutlayabilme a) Mikroskobik canlıların yaşamı için gerekli temel unsurları basit ve anlaşılır bir şekilde ifade eder. b) Mikroskobik canlıların üremesi için uygun şartları belirlemek üzere gerekli bilgiye odaklanır. c) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli olan ve olmayan değişkenleri ayırt eder. d) Mikroskobik canlılar için optimum şartları araştırırken gereksiz ayrıntıları göz ardı eder. e) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli optimum şartları belirlemek amacıyla açıklayıcı modeller geliştirir.
Problemi Ayrıştırma	1.2. Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli şartları belirlemeye yönelik oluşturulan problemi ayrıştırabilme a) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli şartları belirlemeye yönelik problemi daha küçük ve yönetilebilir parçalara ayırır. b) Problemi çözmek için üzerinde çalışacağı alt problemleri belirler. c) Üzerinde çalışacağı bağımlı ve bağımsız değişkenleri tanımlar.
Karar Verme	1.3. Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli optimum şartları belirlemek üzere çözüme yönelik karar verebilme a) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli şartları belirlemeye yönelik problemi analiz ederek alternatif çözüm yolları önerir. b) Belirlediği çözüm yolları arasından uygun olanı seçmek için kriterler oluşturur. c) Önerdiği çözüm yollarını belirlediği mantıksal kriterlere göre karşılaştırır. d) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli optimum şartları belirlemek amacıyla mantıklı bir sonuca ulaşır.

Algoritma Tasarlayabilme	1.4. Mikroskobik canlıların üremesine yönelik belirlediği çözüm önerilerine dair algoritma tasarlayabilme a) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli optimum şartları belirlemeye yönelik problemin farklı yönlerini değerlendirerek uygun çözüm adımları geliştirir. b) Geliştirdiği çözüm adımlarını mantıksal bir sırayla sıralar. c) Geliştirdiği çözüm adımları en verimli şekilde düzenler d) Tasarladığı çözüm yollarını sırasıyla uygular.
Eş Zamanlı Çalışma	1.5. Mikroskobik canlıların üremesine dair belirlediği şartları test etmek için eş zamanlı çalışma planı yapabilme a) Mikroskobik canlıların üremesine yönelik farklı şartları test etmek için zamanlama planı yapar. b) Mikroskobik canlıların üremesine yönelik işlemlerin sıra ile mi yoksa aynı anda mı yapılacağına karar verir. c) Eş zamanlı tamamlanması gereken işlemleri belirler.
Modelleme ve Benzetim	1.6. Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli şartları belirlemek amacıyla modelleme yapabilme a) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli optimum şartları belirlemek amacıyla açıklayıcı modeller oluşturur. b) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli optimum şartları belirlemek için fiziksel modeller kullanarak bu modellerle deneyler gerçekleştirir.
Veri Düzenleme	1.7. Mikroskobik canlıların üremesi için gereken optimum şartlara ilişkin elde ettiği verileri düzenleyebilme a) Mikroskobik canlıların üremesi için gereken optimum şartlara yönelik verileri toplamak amacıyla uygun yaklaşımları belirler ve seçer. b) Gerçekleştirdiği deneyler sonucunda gerekli verileri toplar. c) Topladığı verileri düzenlemek ve işlemek için dijital araçları kullanır. d) Uygun yöntemler kullanarak topladığı verileri görselleştirir
Otomatikleştirme	1.8. Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli verilerin toplanmasını otomatikleştirebilme a) Mikroskobik canlıların üremesi için gereken verilerin toplanmasında tekrarlayan işlemleri fark eder. b) Tekrarlayan veri toplama işlemlerini tanımlar. c) Veri toplama işlemlerini otomatikleştirmek için uygun sistemler veya cihazlar önerir. d) Veri toplama işlemlerini gerçekleştirmek için bilgisayarları veya otomatik sistemleri kullanır.

Örüntü Genelleme	1.9. Mikroskobik canlıların üremesi için optimum şartları belirlemeye yönelik topladığı verileri genelleme a) Mikroskobik canlıların üremesi için optimum şartları belirlemeye yönelik elde ettiği veriler arasındaki örüntülerin farkına varır. b) Elde ettiği verileri özelliklerine göre sınıflandırır. c) Sınıflandırdığı verileri anlamlandırır d) Mikroskobik canlıların üremesi için optimum şartlara yönelik veriye dayalı modeller oluşturur e) Mikroskobik canlıların üremesi için gerekli optimum şartlara yönelik elde ettiği verilere dayalı sonuç çıkarır.
Çözümleri Değerlendirebilme	1.10. Mikroskobik canlıların üremesi için optimum şartları belirlemeye yönelik uyguladığı çözümleri değerlendirilme a) Uyguladığı çözüm adımlarını test eder. b) Uyguladığı çözüm adımlarındaki hataları veya eksiklikleri fark eder. c) Uyguladığı çözüm adımlarındaki hataları gidererek çözüm sürecini iyileştirir. d) Uyguladığı çözüm yollarını farklı mikroskobik canlı türleri veya çevre koşulları gibi farklı bağlamlardaki problemleri çözmek için kullanır. e) Uyguladığı çözüm yollarından elde ettiği sonuçları soyutlayarak genellemelere gider ve mikroskobik canlıların üreme şartlarına dair ilke ve prensipler oluşturur.
Öz Denetim	1.11. Mikroskobik canlıların üremesi için optimum şartları belirlemeye yönelik karmaşık problem çözümünde öz denetim becerisi a) Mikroskobik canlıların üremesi için optimum şartları belirlemek üzere çalışırken çözüme ulaşmak için ısrar eder. b) Optimum şartları belirlemeye yönelik farklı çözüm adımlarını denemeye devam eder. c) Optimum şartları belirlemeye yönelik adımları uygulayıp uygulayamayacağına ilişkin karar verir. d) Optimum şartları belirlemeye ilişkin olarak neyi bilip neyi bilmediğini fark eder.

2. MODÜL: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK (GELECEĞİ KORUMAK: ENERJİ DEDEKTİFLERİ)

Bu modül, sürdürülebilirlik, iklim değişikliği ve enerji verimliliği gibi küresel öneme sahip konuları içermekte ve sistem yaklaşımıyla ele alınmaktadır. modül, öğrencilerin bilimsel sorgulama süreçlerini yoğun bir şekilde kullanarak enerji tasarrufu problemlerine yönelik çözümler geliştirmesini hedeflemektedir.

Sistem yaklaşımı, modülün temelini oluşturmakta; doğal ve insan yapımı sistemlerin bileşenleri, işleyişi ve bu sistemler arasındaki etkileşimler detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerin enerji verimliliği ve sürdürülebilir kaynaklara yönelik stratejik çözümler geliştirmesi ve bu çözümleri bilimsel temellerle desteklemesi amaçlanmaktadır.

BİD becerilerinin geliştirilmesi amacıyla algoritma döngüleri, örüntü tanıma, hata ayıklama ve test etme gibi süreçlere odaklanması, bu becerilerin bağımsız ve sistematik bir şekilde uygulanması amaçlanmaktadır. Bilgisayarsız etkinlikler ile algoritma ve örüntü tasarlama becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmekte; dijital araçlar ise veri toplama, düzenleme ve görselleştirme süreçlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Gerçek yaşam problemleri üzerinden yapılandırılan bu modül, öğrencilerin karmaşık problemlere yönelik çözüm geliştirme, planlama ve uygulama becerilerini geliştirmesini sağlamayı hedeflemektedir. Aynı zamanda, sürdürülebilirlik bilinci kazanmalarını ve bu bilinci sistem yaklaşımı temelinde güçlendirmelerini amaçlamaktadır.

2.MODÜL: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK (GELECEĞİ KORUMAK: ENERJİ DEDEKTİFLERİ)

Bilgi İşlemsel Düşünme Boyutları	Öğrenme Çıktıları ve Süreç Bileşenleri
Problemi Soyutlayabilme	2.1. Farklı maddelerin ısı yalıtım özelliklerini analiz etmeye yönelik problemi soyutlayabilme a) Farklı maddelerin ısı yalıtım özelliklerini basit ve anlaşılır bir şekilde açıklar. b) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için gerekli olan bilgiye odaklanır. c) Maddelerin ısı yalıtım performanslarını belirlemeye yönelik ilgili ve ilgisiz değişkenleri ayırt eder. d) Maddelerin yalıtım özelliklerini incelerken gereksiz detayları göz ardı eder. e) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik için açıklayıcı modeller geliştirir.
Problemi Ayrıştırma	2.2. Malzemelerin ısı yalıtım özelliklerini belirlemeye yönelik oluşturulan problemi ayrıştırabilme a) Farklı malzemelerin ısı yalıtım özelliklerini belirlemeye yönelik problemi yönetilebilir parçalara ayırır. b) Problemi çözmeye yönelik olarak üzerinde çalışacağı alt problemi belirler. c) Üzerinde çalışacağı bağımlı ve bağımsız değişkeni belirler.
Karar Verme	2.3. Maddelerin ısı yalıtım özelliklerini belirlemek için çözüme yönelik karar verebilme a) Maddelerin ısı yalıtım özelliklerini belirlemeye yönelik problemi analiz ederek alternatif çözüm yolları önerir. b) Belirlediği çözüm yolları arasından uygun olanı seçmek için kriterler oluşturur. c) Önerdiği çözüm yollarını belirlediği mantıksal kriterlere göre karşılaştırır. d) Önerdiği çözüm yollarının tüm yönlerini değerlendirerek maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik mantıklı bir sonuca ulaşır.
Algoritma Tasarlayabilme	2.4. Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik yönelik belirlediği çözüm önerilerine dair algoritma tasarlayabilme a) Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik problemin farklı yönlerini değerlendirerek uygun çözüm adımları geliştirir. b) Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik geliştirdiği çözüm adımlarını mantıksal bir sırayla sıralar.

	c) Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik geliştirdiği çözüm adımları en verimli şekilde düzenler d) Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik tasarladığı çözüm yollarını sırasıyla uygular.
Eş Zamanlı Çalışma	2.5. Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik olarak eş zamanlı çalışma planı yapabilme a) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için zamanlama planı yapar. b) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için yapılacak işlemlerin sıra ile mi yoksa aynı anda mı yapılacağına karar verir. c) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için eş zamanlı tamamlanması gereken işlemleri belirler
Modelleme ve Benzetim	2.6. Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için süreçlere yönelik modelleme yapabilme a) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için süreçlere yönelik açıklayıcı modeller oluşturur. b) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için fiziksel modeller kullanarak bu modellerle deneyler gerçekleştirir.
Veri Düzenleme	2.7. Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek üzere elde ettiği verileri düzenleyebilme a) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek üzere verileri toplamak amacıyla uygun yaklaşımları belirler ve seçer. b) Gerçekleştirdiği deneyler sonucunda gerekli verileri toplar. c) Topladığı verileri düzenlemek ve işlemek için dijital araçları kullanır. d) Uygun yöntemler kullanarak topladığı verileri görselleştirir
Otomatikleştirme	2.8. Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için gerekli verilerin toplanmasını otomatikleştirebilme a) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemek için gereken verilerin toplanmasında tekrarlayan işlemleri fark eder. b) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlerken tekrarlayan veri toplama işlemlerini tanımlar. c) Veri toplama işlemlerini otomatikleştirmek için uygun sistemler veya cihazlar önerir. d) Veri toplama işlemlerini gerçekleştirmek için bilgisayarları veya otomatik sistemleri kullanır.
Örüntü Genelleme	2.9. Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik topladığı verileri genelleylebilme a) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik elde ettiği veriler arasındaki örüntülerin farkına varır. b) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik elde ettiği verileri özelliklerine göre sınıflandırır. c) Sınıflandırdığı verileri anlamlandırır d) Maddelerin ısı yalıtım performansına yönelik veriye dayalı modeller oluşturur

	e) Maddelerin ısı yalıtım performansına yönelik elde ettiği verilere dayalı sonuç çıkarır.
Çözümleri Değerlendirebilme	2.10. Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik gerçekleştirdiği çözümleri değerlendirebilme a) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik gerçekleştirdiği çözüm adımlarını test eder. b) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik gerçekleştirdiği çözüm adımlarındaki hataları veya eksiklikleri fark eder. c) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik gerçekleştirdiği çözüm adımlarındaki hataları gidererek çözüm sürecini iyileştirir. d) Geliştirilen ısı yalıtım çözümünü, sürdürülebilirlik ve kolay ulaşılabilirlik ilkeleri doğrultusunda farklı bağlamlardaki benzer problemleri çözmek için önerir. e) Elde edilen çözümü genelleştirerek, ısı yalıtımına yönelik temel ilkeleri ve soyutlamaları tanımlar
Öz Denetim	2.11. Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik karmaşık problem çözümünde öz denetim becerisi e) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik çalışırken çözüme ulaşmak için ısrar eder. f) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik farklı çözüm adımlarını denemeye devam eder. g) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik problemle karşılaştığında çözüm üretip üretemeyeceğine doğru karar verir. h) Maddelerin ısı yalıtım performansını belirlemeye yönelik olarak neyi bilip neyi bilmediğini fark eder.

3.MODÜL: EKOSİSTEM: ALKİM GEZEĞENİNDE YAŞAM

Bu modül, ekosistemler, kontrollü atmosfer ortamları ve uzay çalışmaları gibi kapsamlı konuları içermekte ve mühendislik ile STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) temelli bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Modül, sistem yaklaşımı, ekosistem dinamikleri ve doğal ile insan yapımı sistemlerin işleyişine dair kavramları kapsarken, bu sistemlerin bileşenleri arasındaki etkileşimler, dengenin sürdürülebilirliği ve ekosistemlerin dış etkenlere verdiği tepkileri ele almaktadır. Modül kapsamında, öğrencilerin daha karmaşık problemlere yönelik çözümler geliştirebilmeleri için dijital araçlar ve otomasyon süreçlerine giriş yapılmaktadır. mBlock gibi yazılımlar kullanılarak algoritma döngüleri oluşturulmakta ve bu döngüler, karmaşık problemlerin çözümüne uyarlanarak STEM temelli bir yaklaşım benimsenmektedir. Ayrıca, algoritma tasarımı, modelleme, benzetim, hata ayıklama ve test etme gibi BİD becerilerinin bilgisayar ortamında uygulanmasına olanak sağlanmaktadır. Bu modülde, mühendislik odaklı süreçler ve gerçek dünya bağlamına dayalı problemler aracılığıyla öğrencilerin sistem tasarımı, karar verme, problem çözme ve otomasyon süreçlerini optimize etme becerileri geliştirilmesi hedeflenmektedir. Modül, disiplinler arası bir düşünme yaklaşımını destekleyerek öğrencilerin daha karmaşık sistemler tasarlamasına ve bu sistemlerin dinamiklerini anlamasına katkı sağlamaktadır.

3. MODÜL: EKOSİSTEM: ALKİM GEZEĞENİNDE YAŞAM	
Bilgi İşlemsel Düşünme Alt Boyutları	Öğrenme Çıktıları ve Süreç Bileşenleri
Problemi Soyutlayabilme	3.1. İklim kontrollü akıllı bir sera tasarımına yönelik problemi soyutlayabilme a) İklim kontrollü akıllı seranın temel özelliklerini basit ve anlaşılır bir şekilde açıklar. b) Seranın tasarımında iklim kontrolü için gerekli olan bilgiye odaklanır. c) İklim kontrollü sera sistemindeki ilgili ve ilgisiz değişkenleri ayırt eder. d) Seranın iklim kontrolüne dair gereksiz detayları göz ardı eder. e) İklim kontrollü akıllı sera tasarımına yönelik açıklayıcı modeller ve simülasyonlar geliştirir.
Problemi Ayrıştırma	3.2. İklim Kontrollü Akıllı Bir Sera Tasarımına Yönelik Problemi Ayrıştırabilme a) İklim kontrollü akıllı seranın tasarımına yönelik problemi daha küçük ve yönetilebilir parçalara ayırır. b) İklim kontrolü için üzerinde çalışacağı alt problemi belirler. c) İklim kontrollü akıllı sera tasarımına yönelik parametreleri ve bu parametreler arasındaki etkileşimleri tanımlar.
Veri Düzenleme	3.3. İklim kontrollü akıllı serada yetiştirilecek bitkilere yönelik verileri düzenleyebilme a) Serada yetiştirilecek bitkilerin özelliklerine yönelik verileri toplamak için uygun yaklaşımları belirler ve seçer. b) Bitkilerle ilgili gerekli parametrelere yönelik ilgili kaynaklardan veya araştırmalardan veri toplar. c) Toplanan verileri düzenlemek ve analiz etmek için dijital araçları kullanır. d) Bitkilerin özelliklerini ve bu özelliklere bağlı parametreleri uygun yöntemler kullanarak görselleştirir
Örüntü Genelleme	3.4. İklim kontrollü akıllı serada yetiştirilecek bitkilere yönelik veriler arasındaki örüntüleri genelleylebilme a) Bitkilerle ilgili toplanan veriler arasındaki örüntüleri fark eder. b) Bitkilerin özelliklerini ve ihtiyaçlarını (örneğin, sıcaklık, nem, sulama) benzerliklerine göre sınıflandırır. c) Sınıflandırılmış verileri anlamlandırarak, her bir bitki türü için gerekli sera koşullarını yorumlar. d) Bitki özelliklerine ve sınıflandırılmış verilere dayalı modeller oluşturur. e) Modeller ve veriler ışığında, bitki yetiştirme süreçlerine yönelik veriye dayalı sonuçlar

Karar Verme	3.5. İklim kontrollü akıllı sera tasarımına yönelik karar verme a) İklim kontrollü akıllı seranın tasarımına yönelik problemi analiz ederek alternatif çözüm yolları (örneğin, farklı ısıtma sistemleri, nem kontrol yöntemleri vb) önerir. b) Her bir çözüm yolunun uygunluğunu değerlendirmek için kriterler belirler. c) Önerilen çözüm yollarını belirlediği mantıksal kriterler çerçevesinde karşılaştırır. d) Çözüm yollarını analiz ederek iklim kontrollü sera tasarımı için en mantıklı ve etkili çözüme ulaşır.
Algoritma Tasarlayabilme	3.6. Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik yönelik belirlediği çözüm önerilerine dair algoritma tasarlayabilme a) Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik problemin farklı yönlerini değerlendirerek uygun çözüm adımları geliştirir. b) Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik geliştirdiği çözüm adımlarını mantıksal bir sırayla sıralar. c) Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik geliştirdiği çözüm adımları en verimli şekilde düzenler d) Maddelerin ısı yalıtım performansını tespit etmeye yönelik tasarladığı çözüm yollarını sırasıyla uygular.
Eş Zamanlı Çalışma	3.7. İklim kontrollü akıllı sera tasarımına yönelik eş zamanlı çalışabilme a) İklim kontrollü akıllı seranın tasarımında birden fazla işlemi eş zamanlı gerçekleştirmek için zamanlama konusunda planlama yapar. b) Tasarım sürecinde işlerin sıra ile mi yoksa aynı anda mı tamamlanması gerektiğine karar verir (örneğin, sensör kurulumunun yazılım testleriyle paralel yürütülüp yürütülmeyeceği). c) Eş zamanlı tamamlanması gereken işlemleri (örneğin, nem kontrolü için sensör entegrasyonu ve veri analizi) belirler ve görevlerin koordinasyonunu sağlar.
Otomatikleştirme	3.8. İklim Kontrollü Akıllı Sera Tasarımına Yönelik Çözümleri Otomatikleştirebilme a) İklim kontrollü akıllı serada tekrarlayan işlemleri (örneğin, sıcaklık düzenleme, nem kontrolü gibi) fark eder. Tekrarlayan işlemleri (belirli aralıklarla fanların çalıştırılması, ışık seviyesinin düzenlenmesi gibi) tanımlar. b) Tekrarlayan işlemleri gerçekleştirmek için otomatik sistemler (programlanabilir kontrol sistemleri, zamanlayıcılar, sensör tabanlı otomasyon gibi) önerir. c) Belirlediği işlemleri otomatikleştirmek için bilgisayar destekli veya otomatik kontrol sistemlerini uygular ve optimize eder.
Modelleme ve Benzetim	3.9. İklim Kontrollü Akıllı Sera Tasarımına Yönelik Çözümü Modelleyebilme a) Gerçek yaşam olaylarını ve süreçlerini anlamak için iklim kontrollü akıllı sera sistemine yönelik modeller oluşturur.

	b) Çözüm yollarını test etmek ve değerlendirmek için fiziksel veya dijital prototipler geliştirir ve bu prototipler üzerinde simülasyonlar gerçekleştirir.
Çözümleri Değerlendirebilme	3.10. İklim Kontrollü Akıllı Sera Tasarımına Yönelik Çözümleri Değerlendirebilme a) İklim kontrollü akıllı sera tasarımı için hazırladığı çözüm adımlarını ve otomasyon sistemlerini test eder. b) Tasarladığı çözüm adımları veya otomasyon sistemlerindeki hataları fark eder. c) Çözüm adımlarındaki veya otomasyon sistemlerindeki hataları düzeltir ve geliştirme yapar. d) Tasarladığı çözümü farklı bağlamlardaki problemlere uygulayarak esnekliğini test eder. e) Çözümüne yönelik soyutlama ve genellemelere giderek, iklim kontrollü akıllı sera tasarımına dair temel ilkeler ve prensiplere ulaşır.
Öz Denetim	3.11. İklim kontrollü akıllı sera tasarımına yönelik karmaşık problem çözümüne yönelik öz denetim yapabilme a) İklim kontrollü akıllı sera tasarımında karşılaştığı karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşmak için ısrarcı olur ve motivasyonunu yönetir. b) Problemlerin çözümüne yönelik yolları araştırır ve farklı çözüm yollarını denemeye devam eder. c) Karşılaştığı bir problem için çözüm üretip üretemeyeceğine ve daha fazla araştırma gerekip gerekmediğine karar verir. d) Problemin çözümüne ilişkin olarak neyi bilip neyi bilmediğini fark ederek, eksik bilgilerini gidermek için öğrenme veya araştırma süreçlerini planlar.

Ek 3. Ortaokul Öğrencileri İçin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği

Değerli katılımcı, aşağıda yer alan ifadelere ilişkin, her madde içerisinde sunulan 3 seçenekten (Evet-1, Kısmen-2, Hayır-3) size en uygun olanı işaretleyiniz. Tercihlerinizin doğru ya da yanlış olarak bir değerlendirilmesi yapılmayacaktır. İfadelere, düşünerek ve içtenlikle vereceğiniz cevaplar için teşekkür ederiz.				
Sıra No	Soru Metni	Evet	Kısmen	Hayır
Algoritma Tasarlama Yeterliği				
1	Algoritmaların hangi amaçla kullanıldığını anlıyorum.	1	2	3
2	Algoritmanın ne olduğunu biliyorum.	1	2	3
3	Basit algoritmalar oluşturabilirim.	1	2	3
4	Koşullu algoritmalar oluşturabilirim.	1	2	3
5	Döngü yapısında algoritmalar oluşturabilirim.	1	2	3
6	Algoritma oluştururken mantıksal sorgulama yapabilirim.	1	2	3
7	Bir algoritmanın çıktısının ne olacağını tahmin edebilirim.	1	2	3
8	Algoritmada bulunan hataları ayıklayabilirim.	1	2	3
9	Algoritmaların dijital araçlar için nasıl koda dönüştürüleceğini anlıyorum.	1	2	3
Problem Çözme Yeterliği				
10	Problemi çözüp sonucunu bulduktan sonra yaptığım işlemleri kontrol ederim.	1	2	3
11	Problemi çözüp sonucunu bulduktan sonra yaptığım işlemleri kontrol eder varsa hataları düzeltirim.	1	2	3
12	Bir problemi okuduğumda, çözüm için hangi bilgiye ihtiyacım olduğunu düşünürüm.	1	2	3
13	Problem çözüm sürecinde işlem önceliklerine dikkat ederim.	1	2	3
14	Bir problemi okuduğumda, çözüm için gerekli ve gereksiz olan bilgiyi ayırt edebilirim.	1	2	3
15	Farklı çözüm yollarını inceleyerek daha iyi bir çözüm bulmaya çalışırım.	1	2	3
16	Bir problemi okuduğumda, daha önce çözdüğüm problemleri düşünerek benzerlik ve farklılıklarına göre aralarında ilişki kurarım.	1	2	3
17	Problem çözerken, hangi işlemi neden yaptığımı sürekli sorgularım.	1	2	3
18	Bir problemi çözebilmem için yeterli veri sunulup sunulmadığına karar verebilirim.	1	2	3

19	Bir problem için ürettiğim çözümü farklı problemlere genelleleyebilirim.	1	2	3
Veri İşleme Yeterliği				
20	Verinin ne olduğunu biliyorum.	1	2	3
21	Veri toplamanın önemini anlıyorum.	1	2	3
22	Verinin farklı türleri olduğunun (sayı ve metin) farkındayım.	1	2	3
23	Veri ve bilgi arasındaki farklı açıklayabilirim.	1	2	3
24	Problemlerin çözümünde farklı veri türleri kullanılabileceğini biliyorum.	1	2	3
25	Verilerin tablo yapısında daha anlamlı sunulabildiğini biliyorum.	1	2	3
26	Dijital verinin farklı biçimlere dönüşebileceğini biliyorum.	1	2	3
Temel Programlama Yeterliği				
27	Değişkenleri tanımlayıp kullanabilirim.	1	2	3
28	Koşullu yapıları ve döngüleri oluştururken aritmetik operatörleri kullanabilirim.	1	2	3
29	Bir döngüyü sonlandırmak için değişken ve ilişkisel operatörleri kullanabilirim.	1	2	3
30	Farklı kontrol durumları için değişik döngüler oluşturabilirim.	1	2	3
31	Belirli işlemler için hazır fonksiyonları kullanabilirim.	1	2	3
Özgüven Yeterliği				
32	Yönergelerin ve işlem adımlarının önemini biliyorum.	1	2	3
33	Çözümleri göstermek için şemalar kullanabilirim.	1	2	3
34	Aynı problem için farklı çözümler üretilebileceğinin farkındayım.	1	2	3
35	Problem çözme sürecinde hatalarımı nasıl düzelteceğimi biliyorum.	1	2	3
36	Dijital araçlar tarafından en iyi başarılan işlemlerin ne olduğunun farkındayım.	1	2	3

Ek 4. UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği

Sevgili Öğrenciler, Bu ölçek, eleştirel düşünme eğiliminizi öğrenmek amacıyla hazırlanmıştır. Vereceğiniz tüm bilgiler gizli tutulacak ve sadece bu çalışma için kullanılacaktır. Ölçek formunu içtenlikle ve önemseyerek doldurmanızı rica eder, yapacağınız katkılardan dolayı şimdiden teşekkür ederiz.		Düşüncenizi uygun kutucuğa (X) işareti koyarak belirtiniz.				
		Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1.	Benimle aynı fikirde olmasalar bile, başkalarının fikirlerini dikkatlice dinlerim.					
2.	Problemleri çözmek için fırsatlar ararım.					
3.	Pek çok konuya ilgi duyarım.					
4.	Pek çok konu hakkında bilgi edinmekten hoşlanırım.					
5.	Çok çeşitli konuları birbiriyle ilişkilendirebilirim.					
6.	Bir öğrenme ortamındayken, pek çok soru sorarım.					
7.	Zor sorulara cevap aramaktan hoşlanırım.					
8.	İyi bir problem çözücüyüm.					
9.	Sorunları çözerken, mantıklı bir sonuca ulaşabileceğimden eminim.					
10.	Bir konu hakkında iyi bilgilendirilmiş olmak önemlidir.					
11.	Problem çözmeyi severim.					
12.	Önyargılarımın kararlarımı etkilemesine izin vermeden, gerçekleri göz önünde bulundurmaya çalışırım.					
13.	Çeşitli sorunları çözmek için sahip olduğum bilgileri kullanabilirim.					
14.	Okulda olmadığım zamanlarda bile öğrenmekten hoşlanırım.					
15.	Fikirlerime katılmayan insanlarla da iyi geçinebilirim.					
16.	Anlatmak istediğimi açık ve net bir şekilde ortaya koyabilirim.					
17.	Bir çözümü açıklamaya çalışırken doğru sorular sorarım.					

18.	Sorunları açık ve net bir şekilde ortaya koyarım.					
19.	Önyargılarımın düşüncelerimi etkiliyor olabileceğini göz önünde bulundururum.					
20.	Doğruya ulaşmak bana rahatsızlık verse bile, bunun için çabalarım.					
21.	Bir konuda doğruyu elde edene kadar, o konu üzerinde çalışmaya devam ederim.					
22.	Problemin doğru yanıtını bulmak için, bildiğim yolların dışına çıkarım.					
23.	Problemlere, birden fazla çözüm yolu bulmaya çalışırım.					
24.	Bir karara varırken pek çok soru sorarım.					
25.	Çoğu problemin birden çok çözüm yolu olduğuna inanırım.					

Ek 5. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Gözlem Formu (BİDBGF) Maddeleri

Boyut	Problemi Tanımlama		
Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Soyutlama	Basitleştirme	PSB1	1. Problemi basit ve anlaşılır bir biçime indirgeyerek açıklar
	Odaklanma	PSO2	2. Problemin çözümü için gerekli olan bilgiye odaklanır.
	Tanımlama	PST1	3. Problemin ne olduğunu tanımlar.
		PST2	4. Sorunla ilgili olan ve olmayan değişkenleri ayırt edebilir.
		PST3	5. Problemle ilgili gereksiz ayrıntıları göz ardı eder.
		PST4	6. Daha önce benzer problemlerin nasıl çözüldüğünü dikkate alır.
Ayrıştırma	Problemi Parçalara Bölme	PAP1	7. Karmaşık sistemleri anlamak veya problem çözmeyi kolaylaştırmak için açıklayıcı modeller geliştirir.
		PAA1	8. Problemleri daha küçük ve yönetilebilir alt problemlere ayırır.
	Alt Problemleri Belirleme	PAA2	9. Üzerinde çalışacağı alt problemi belirler.
Veri Toplama Temsil Analiz			
Boyut	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Veri Düzenleme	Veri Toplama	VDV1	10. Üzerinde çalışacağı bağımsız ve bağımlı değişkenleri belirler.
		VDV2	11. Amaca uygun verileri bir araya getirir.
		VDV3	12. Verileri toplamak için uygun yaklaşımları seçer.
	Düzenleme	VDD1	13. İlgili kaynaklardan ya da araştırma sonucunda gerekli verileri toplar.
		VDD2	14. Uygun grafikler, çizelgeler ya da tablolar kullanarak verileri görselleştirir.
	Sunma	VDS1	15. Verileri düzenlemek için dijital araçları kullanır.
Örüntü Tanıma	Örüntü Bulma	VÖB1	16. Verileri uygun grafikler, çizelgeler, kelimeler veya resimler halinde betimler.
		VÖB2	17. Veriler ya da şekiller arasındaki örüntüleri farkına varır.
		VÖB3	18. Verileri özelliklerine göre sınıflandırır.
	Örüntü Genelleme	VÖG1	19. Verilere ait ortak özelliklerin farkına varır.
		VÖG2	20. Sınıflandırılmış veriyi anlamlandırır.
		VÖG3	21. Veriye dayalı modeller oluşturur.
			22. Veriye dayalı sonuç çıkarır.

Boyut	Çözümleri Üret Seç Planla		
Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Mantık Yürütme	Çözüm için mantıksal yol üretme	ÜMM 1	23. İlgili olay, problem ya da durumu analiz ederek alternatif çözüm yolları önerir.
	Karar Verme	ÜMK1	24. Uygun çözüm yoluna karar vermek için kriterler belirler.
		ÜMK2	25. Önerdiği çözüm önerilerini mantıksal kriterler çerçevesinde karşılaştırır.
		ÜMK3	26. İlgili olay, problem ya da durumun tüm yönlerini ele alıp mantıklı bir sonuca varır
Algoritma Tasarlama	Gerekli Adımları Sıralama	ÜAA1	27. Bir problemi çözmek veya bazı sonuçlara ulaşmak için atması gerekli adımları sıralar.
	Tasarlama	ÜAT1	28. Problemin farklı yönlerini göz önüne alarak uygun çözüm yolu geliştirir.
		ÜAT2	29. Bir problemin çözümüne yönelik adımları en verimli şekilde düzenler.
		ÜAT3	30. Tasarladığı çözüm yollarını sırasıyla aşamalı bir şekilde uygular.
Eş Zamanlı Çalışma	Zamanlama	ÜEZ1	31. Amaca ulaşmak için birden fazla işlem gerektiğinde zamanlama konusunda planlama yapar
	Aynı anda tamamlama	ÜEA1	32. Gerçekleştirilecek işlemlerin sıra ile mi yoksa aynı anda mı tamamlanması gerektiğine karar verir.
		ÜEA2	33. Eş zamanlı tamamlanması gereken işlemleri belirler
Boyut	Çözümleri Uygula		
Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Otomatikleştirme	Tekrarlayan işlemleri bilgisayar kullanarak yapma	UOT1	34. Tekrarlayan işlemleri fark eder.
		UOT2	35. Tekrarlayan veya sıralı işlemleri yapan bilgisayarlar veya sistemler önerir.
		UOT3	36. Tekrar eden ve benzer işlemler için bilgisayarları kullanır.
Modelleme ve Benzetim	Gerçek Yaşamı Örnekleme	UMG1	37. Gerçek yaşama dair olay ve süreçleri modeller.
		UMG2	38. Simülasyonlar veya modeller kullanarak deneyleri gerçekleştirir.
Boyut	Çözümleri Değerlendir ve Geliştirmeye Devam Et		
Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Çözümleri Değerlendirme	Test Etme	DDT1	39. Çözüm için hazırladığı adımları ya da kodlamayı test eder.
	Hata Ayıklama	DDH1	40. Çözüm için hazırladığı adımlardaki ya da kodlamadaki hataları fark eder
		DDH2	41. Çözüm için hazırladığı adımlardaki ya da kodlamadaki hataları düzeltir.

	Genelleme Yapma	DDG1	42. Bir çözümü farklı bağlamlardaki problemleri çözmek için uygular.
		DDG2	43. Çözüme yönelik bir takım soyutlama ve genellemelere giderek ilke ve yasalara ulaşır.
Boyut	Öz Denetim		
Beceriler	Alt Beceriler	Kod	Göstergeler
Motivasyonu Yönetme	Israrcı Olma	ÖMI1	44. Karmaşık problemlerle uğraşırken çözüme ulaşmak için ısrar eder.
	Deneme Yanılma	ÖMD1	45. Karmaşık bir problemle karşılaştığında çözüme ulaşana kadar farklı yolları denemeye devam eder.
	Belirsizlikle Baş etme	ÖMB1	46. Bir problemi çözerken farklı yollar ve yaklaşımlar bulmak için istek duyar.
Bilişsel Farkındalık	Kendini Değerlendirme	ÖBK1	47. Bir problemle karşılaştığında çözüm üretip üretmeyeceğine ilişkin doğru karar verir
		ÖBK2	48. Bir problemin çözümüne ilişkin olarak neyi bilip neyi bilmediğinin farkındadır.
* Gözlem formunda yer alan göstergeler, öğretim programındaki süreç bileşenlerinin yapılandırılmasına da kaynaklık etmiştir.			

ETKİNLİKLERLE İLGİLİ ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU

Açıklama

Sevgili öğrencilerimiz sizlere etkinlik sürecindeki deneyimlerinize ilgili birkaç soru yönelteceğiz. Bu sorular yalnızca araştırmam kapsamında veri olarak ve daha sonraki eğitim öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılacaktır. Şimdiden teşekkür ediyoruz.

Zeliyha Çelik

Grup Adı:

Tarih:

Etkinlik Adı:

1. Etkinlik konusu ile ilgili olarak daha önce neler biliyordunuz? Etkinlikte neler öğrendiniz?

(Bu soru her etkinlik içeriğine uygun şekilde kavramlar, ilkeler, genellemeler bağlamında sorulacaktır. Gelen cevaplara göre ilgili etkinliğin konu içeriğine yönelik sondaj soruları duruma göre eklenebilir).

Örnek Sondaj Sorusu: Etkinlikten öğrendiğiniz sizin için en önemli konu neydi?

2. Bu etkinlikte size fayda sağlayan ve sizi geliştiren yönler var mı? Bu etkinliğin sana neler kattığını söyleyebilirsin? Neden?

Sondaj: Bu etkinliği bir kelime ile ifade etmek isterseniz bu kelime ne olurdu?

3. Etkinlikte en keyif aldığınız kısımlar nelerdi? Neden?
4. Etkinlikte sizi zorlayan kısımlar oldu mu? En zorlandığınız kısımlar nelerdi? Neden?
5. Bu etkinlikte neyi en iyi yaptığınızı düşünüyorsunuz?
6. Bu etkinlikte neyi daha iyi yapabilirdiniz?

Ek-7. Öğretmen Görüşme Formu

Açıklama	
Merhabalar bu görüşme Bilim ve Sanat merkezlerinde uygulanan öğretim programları ve mevcut uygulamaların değerlendirilmesi ve öğrencilerin öğretim ihtiyaçlarının belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Görüşmemizden elde edilen veriler yalnızca araştırma kapsamında kullanılacaktır. Görüşmemiz yaklaşık 30-45 dakika sürecektir. Araştırmaya sunduğunuz katkılardan dolayı şimdiden teşekkür ederiz.	
Zeliyha Çelik	
Görüşme No:	Tarih:
Kişisel Bilgiler	
Ad-Soyad: Branş: Bilim ve Sanat Merkezinde Çalışılan Süre: Eğitim Durumu: Lisans Üstü Eğitim Alındıysa Çalışma Alanı:	
1- Bilim ve Sanat Merkezinde hangi program seviyelerinde derslere giriyorsunuz? 2- Derslerinizde öğretim programına bağlı kalıyor musunuz? Sondaj soruları: Öğretim programına bağlı kalmamanızın sebebi nedir? Öğretim programı dışında gerçekleştirdiğiniz etkinlikler oluyor mu? Neden? Birkaç örnek verebilir misiniz? 3- Mevcut öğretim programlarını düşündüğünüz zaman güçlü ve zayıf yönleri nelerdir? Sondaj soruları: Mevcut eğitim öğretim uygulamalarınızda düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalara yer veriyor musunuz? Öğretim programı ve yardımcı ders materyalinin öğrencilerin düşünme becerilerini ne kadar aktive ettiğini düşünüyorsunuz? Öğretim programı ve yardımcı ders materyalinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini yeteri kadar aktive ettiğini düşünüyorsunuz? Neden? Üst düzey düşünme becerilerinden bilgi işlemsel düşünme becerisi ile ilgili bilginiz var mı? Ne biliyorsunuz? (Verilen cevaba göre ihtiyaç varsa bilgi işlemsel düşünme ile ilgili bir açıklama yapılıp). Etkinliklerinizde bilgi işlemsel düşünme becerilerine ne ölçüde yer veriyorsunuz? 4- BYF aşamasında yürütülen programların temel amacının ne olması gerektiğini düşünüyorsunuz? Neden? Program bu amaca ne kadar hizmet ediyor? Sondaj soruları: Öğrenciyi bir sonraki aşamaya hazırlayabiliyor mu? Öğrencinin ilgi ve yeteneklerini belirleme bağlamında etkililiği ne düzeyde? 5- BYF program seviyesinde gerçekleştirdiğiniz eğitim öğretim faaliyetlerinde karşılaştığınız problemler var mı? Bu problemler nelerdir? Bu problemlere dair çözüm önerileriniz nelerdir? 6- BYF program seviyesindeki öğrencilerde karşılaştığınız problemler nelerdir? Bu problemlere dair çözüm önerileriniz nelerdir?	

BYF aşamasına gelen öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin düzeylerini değerlendirir misiniz? Yeteri düzeyde olduğunu düşünüyor musunuz? Hangi düzeyde olmalı?

Yeterli düzeyde olduğunu düşünmenizden nedeni nedir?

Öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin yeterli düzeyde olmamasının nedenleri ne olabilir?

7- ÖYG program seviyesinde gerçekleştirdiğiniz eğitim öğretim faaliyetlerinde karşılaştığınız problemler var mı? Bu problemler nelerdir? Bu problemlere dair çözüm önerileriniz nelerdir?

8- ÖYG programı seviyesine geçen öğrencilerde karşılaştığınız problemler var mı? Varsa bu problemler nelerdir? Bu problemlere dair çözüm önerileriniz nelerdir?

Sondaj soruları:

Öğrencilerin mevcut durumunu üst düzey düşünme becerileri (problem çözme, bilimsel düşünme, bilgi işlemsel düşünme vb.) bağlamında değerlendirir misiniz?

Öğrencilerin karmaşık problemlerle baş edebilme becerilerinin nasıl olduğunu düşünüyorsunuz? Karmaşık problemlerle baş edebildiklerini düşünüyor musunuz? Neden?

Karmaşık problemlerle baş etmede hangi stratejileri kullanıyorlar.

9- Proje Üretimi programı seviyesine geçen öğrencilerde karşılaştığınız problemler var mı? Nelerdir? Bu problemlere dair çözüm önerileriniz nelerdir?

10- Proje Üretimi programı seviyesine gerçekleştirdiğiniz eğitim öğretim faaliyetlerinde karşılaştığınız problemler var mı? Nelerdir? Bu problemlere dair çözüm önerileriniz nelerdir?

11- Eklemek istediğiniz farklı bir konu var mı?

Ek 8. Etkinlik örneği

Konu/Tema	Canlılar Dünyası
Etkinlik Adı:	Minik Biyosistemler- Maya Laboratuvarı
Program Düzeyi:	BYF
Süre:	40*12
Yöntem ve teknikler/Yaklaşımlar	Probleme Dayalı Öğrenme, Bilimsel Sorgulama, , Beyin Fırtınası, Tartışma, Rehberli Sorgulama
Üst düzey düşünme becerileri:	Bilgi İşlemsel Düşünme, Algoritmik Düşünme, Analitik Düşünme, Eleştirel Düşünme, Yaratıcı Düşünme, Problem Çözme
Zenginleştirme Unsurları	Rol Dağılımı, Teknoloji Entegrasyonu, Senaryo Tabanlı Problem Çözme, Proses Şeması ve Algoritma Tasarımı, Çapraz Değerlendirme, Sunum ve Tartışma, Derinlemesine Analiz, Disiplinler arası Bağlantılar
Araç-Gereçler	1 paket kuru maya 50g toz şeker 4 adet manyetik karıştırıcı ısıtıcı 4 adet dik açılı musluklu boru 10 adet 2 delikli tıpa 8 adet 800mL'lik beherglas 4 adet 300mL'lik erlenmayer 4 adet kısıkaç 4 adet cam J boru 4 adet manyetik balık 4 adet 1000mL'lik mezür ($\pm 1\text{mL}$ 'lik) 4 adet döküm ayak 4 adet demir çubuk 4 adet termometre 4 adet 1 cm çapında 30 cm plastik boru Bilgisayar tablet
Süreç Probleme Giriş Öğrencilerden canlıların kaç gruba ayrıldığını belirtmeleri istenir ve alınan yanıtlar doğrultusunda öğretmen, farklı canlı türlerini temsil eden önceden hazırladığı görselleri, öğrencilerin kolaylıkla görebileceği bir alana yerleştirir. Canlıların ortak özelliklerini belirlemek amacıyla bir beyin fırtınası etkinliği gerçekleştirilir. Bu süreçte öğrencilere, "Bu grupların ortak özellikleri nelerdir?" ve "Neden bu varlıklara canlı diyoruz?" gibi yönlendirici sorular yöneltilir. Öğrencilerden gelen tüm yanıtlar eleştirilmeden tahtaya yazılır. Ardından, yanıtlar öğrencilerle birlikte değerlendirilir; hatalı olanların	

üzeri çizilirken, doğru olanlar vurgulanır. Eksik bırakılan özellikler için öğretmen, rehberlik ederek öğrencilerin bu bilgilere ulaşmalarını sağlar.

Öğretmen, öğrencilerin dikkatini çekmek için bir maya paketi veya buna ait bir görseli sınıfa gösterir. Ardından, öğrencilere mayanın canlı olup olmadığını sorarak onların görüşlerini alır ve verilen yanıtların gerekçelerini tartışmaya açar. Bu süreçte, mayanın neden bir canlı organizma olarak kabul edildiği üzerinde durulur. Daha sonra günlük hayatta mayanın hangi alanlarda kullanıldığına dair fikir alışverişi yapılır. Bu tartışma ile bağlantılı olarak, aşağıda yer alan senaryo öğrencilerle aşamalı bir şekilde paylaşılır.

"Alperen Bey, yeni kurulan bir maya fabrikasında Araştırma ve Geliştirme (ARGE) sorumlusu olarak görev yapmaktadır. Fabrika, büyük fırınlara maya tedariki sağlamaktadır. Ancak, bazı müşterilerden mayalanma sürecinin beklenenden daha yavaş gerçekleştiğine dair geri bildirimler alınmıştır. Bu durum üzerine, fabrika yöneticileri problemi incelemesi ve bir çözüm üretmesi için ARGE ekibine görev vermiş ve bu süreçteki sorunun kaynağını tespit etmelerini talep etmiştir."

Senaryonun bu kısmından sonra öğrencilerle problemin olası nedenleri ile ilgili olarak bir beyin fırtınası gerçekleştirilir. Bu aşamada, öğrencilerin problemi derinlemesine analiz etmeleri ve çeşitli olasılıkları değerlendirerek problemi oluşturan temel unsurları tespit etmeleri beklenir.

Bu aşamadan itibaren senaryonun geri kalan kısmı detaylı bir şekilde aktarılır. Verilen senaryonun amacı, öğrencilerin problemi belirli bir boyutuyla sınırlayarak bu bölüme odaklanmalarını sağlamak ve bu bağlamda derinlemesine analiz yapmalarını teşvik etmektir:

"Yapılan incelemeler sonucunda ARGE sorumluları, fırıncıların mayalama işlemlerini farklı koşullarda gerçekleştirdiklerini belirlemiştir. Bu durum, mayalanma sürecinin etkili bir şekilde gerçekleşmesi için en uygun koşulların belirlenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, ARGE ekibi mayalanma koşullarını optimize ederek bir kullanım kılavuzu hazırlamaya karar vermiştir. Şimdi, Alperen Bey'in liderliğindeki ARGE ekibinin bir parçası olduğunuzu hayal edin ve bu problemi çözmek için gerekli adımları planlayın."

Problemi Soyutlama (Odaklanma/tanımlama)

Öğrencilere, mayalanma sürecini etkileyen temel koşulların neler olabileceği sorularak, öğrencilerin görüş ve önerileri alınır. Bu süreçte öğrencilerin, besin, su ve ideal sıcaklık gibi temel koşulları ifade etmeleri beklenmektedir. Bu süreçte, öğrencilerin verilen koşulları derinlemesine analiz etmeleri ve bu koşulların mayalanma üzerindeki etkilerini değerlendirmeleri beklenir. Beyin fırtınası etkinliği sonrasında, öğrencilerden ortaya çıkan fikirleri değerlendirmeleri ve olası problemleri tanımlayarak EK1-A formuna kaydetmeleri istenir. Bu aşamada, öğrencilerin problemi daha basit ve çözülebilir bir yapıya indirgemeleri, gereksiz detaylardan arındırmaları ve problemin temel bileşenlerine odaklanmaları amaçlanır. Belirlenen problemler, grup çalışmaları çerçevesinde tek tek değerlendirilir ve öğrenciler, öğretmen tarafından sağlanan geri bildirimlerle yönlendirilir.

Öğretmen senaryoya devam eder. Bu aşamada verilen senaryonun, öğrencilerin problemi tanımlamada yaşadıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olmak ve dikkatlerini belirli bir problem alanına yönlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Senaryo, öğrencilerin problemi daha net bir şekilde algılamalarını, odaklanmalarını ve tanımlamalarını sağlamak için bir araç olarak tasarlanmıştır.

"ARGE ekibi, ekmek fabrikaları ve fırınlarla yapılan görüşmeler sonucunda, mayalanma sürecinin optimum şekilde gerçekleşebilmesi için uygun sıcaklık ve besin türünün (fırıncılar arasında yaygın olarak kullanılan glikoz ve beyaz toz şeker) belirlenmesi gerektiğini tespit etmiştir. Bu kapsamda, kontrollü deneyler yoluyla bu koşulları belirlemek ve sonuçlara dayalı bir kullanım kılavuzu hazırlamak üzere bir plan oluşturmuşlardır. Şimdi, bu sürecin bir parçası olarak deneysel bir çalışma yürütecek ve tanımlanan problemlere yönelik hipotezler ile alt hipotezler geliştireceksiniz."

Öğrencilere hipotez kavramı bilimsel bir çerçevede kısaca hatırlatılır. Ardından, gruplar, tanımlanan problem doğrultusunda hipotezlerini geliştirmek ve sistematik bir şekilde kaydetmek üzere EK 1.

Etkinlik Formunu doldururlar. Hazırlanan hipotezler, öğretmen rehberliğinde bilimsel geçerlilik ve tutarlılık açısından tek tek değerlendirilir. Bu süreçte problemleri çözmek için açıklayıcı modeller geliştirmeleri amaçlanmıştır.

Problemi Ayırıştırma

Bu aşamadan sonra, öğrencilerin problemi daha küçük ve yönetilebilir alt parçalara ayırması ve bu parçalar arasındaki ilişkileri belirleyerek alt problemleri tanımlaması beklenir. Öğrencilere, kontrollü deney tasarlama sürecinde bağımlı, bağımsız ve sabit değişken kavramları hatırlatılır. Bu bağlamda, çalışmaya konu olan problemin bağımlı ve bağımsız değişkenlerini tanımlamaları ve bu değişkenlere uygun bir deney tasarımı gerçekleştirmeleri istenir. Tanımlanan değişkenler öğrenciler tarafından EK 1A Etkinlik Formuna kaydedilir.

Ardından, bağımlı, bağımsız ve sabit değişkenlerin nasıl belirlendiği ve kontrollü deneylerin bilimsel yöntemlere uygun şekilde nasıl planlanacağı sınıf ortamında tartışılır. (Bu süreçte öğrencilerin birden fazla bağımlı değişkenin etkisini nasıl tespit edecekleri gözlemlenecektir. Öğrencilerden beklenen sıcaklık ve besini ayrı ayrı test etmeleri gerektiği çıkarımında bulunmalıdır. BİD Ayırıştırma Boyutu, problemi parçalara bölme, çalışacağı alt problemi belirleme).

Öncelikle, öğrencilerden belirledikleri değişkenler arasındaki ilişkiyi test etmek üzere bir deney tasarımları istenir. Öğrencilerin oluşturduğu deney tasarımları, grup çalışması yöntemiyle ayrıntılı bir şekilde değerlendirilir. Bu süreçte, her tasarımın uygulanabilirlik durumu incelenir ve bilimsel tutarlılık açısından güçlü ve zayıf yönleri belirlenir. Uygulanabilir ve uygulanamaz yönler üzerine detaylı geri bildirimler sağlanarak öğrencilerin tasarımlarını geliştirmelerine olanak tanınır.

Çözümleri Üret Seç Planla/ Çözümleri Uygula/ Veri Topla/Çözümleri Değerlendir

Bu aşamada her grup, belirli bir bağımlı değişkenin (örneğin, sıcaklık, glikoz veya beyaz toz şeker gibi) mayalanma üzerindeki etkisini incelemek için deneysel çalışmasını gerçekleştirir. Gruplar, deney süreci boyunca kendilerine verilen EK1 B proses şeması şeması formunu ayrıntılı bir şekilde doldurur. Deney tamamlandıktan sonra, her grup kendi doldurduğu proses şemasını bir başka gruba devreder.

Devamında, ikinci grup, kendilerine teslim edilen proses şemasını adım adım takip ederek ilgili deney sürecini yeniden gerçekleştirir. Bu süreçte, ikinci grup şemada yer alan kontrol listelerini kullanarak süreci değerlendirir. Eksik veya hatalı bulunan noktaları, şemanın kendilerine ayrılmış sütununa not eder ve olası hata kaynaklarına ilişkin geri bildirimlerde bulunur. Ayrıca, süreçteki eksikliklerin düzeltilmesine yönelik önerilerde bulunarak şemayı tamamlarlar.

Bu çift yönlü süreç, deneylerin bilimsel yöntemlere uygun olarak doğrulanmasını sağlamakla birlikte, proses şemalarının bir tür algoritma tasarımı olarak doğruluğunu ve işlevselliğini test etme amacı taşır. Bu bölümde, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri iç içe geçmiş bir süreçle geliştirilmeye çalışılmaktadır. Öğrenciler, özetlenen süreçte çözümleri üretip, seçip planlarken mantık yürütme, algoritma tasarlama ve eş zamanlı çalışma becerilerini geliştirecek; ürettikleri çözümleri uygularken deneysel yöntemleri etkin bir şekilde kullanacaklardır. Ayrıca, çözümleri değerlendirirken test etme ve hata ayıklama becerilerini geliştirecek ve bu süreçte veri toplama, verileri düzenleme ve bilgisayar sistemlerini kullanma gibi yetkinlikleri uygulamalı olarak deneyimleyeceklerdir.

Öğrencilere gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra deneysel sürecin titizlikle gerçekleştirilmesi istenir. Ancak, deney düzeneği karmaşık bir yapıya sahip olduğundan, öğrencilerin bu düzenekleri bireysel olarak kuramayabileceği öngörülmektedir. Bu nedenle, deney düzeneğinin görsel bir temsili içeren fotoğraflar sağlanabilir. Bu uygulama, pilot çalışmalarda elde edilen bulgulara dayanarak, düzenek karmaşıklığının öğrencilerin öğrenme sürecini olumsuz etkileyebileceği düşüncesiyle hayata geçirilmiştir. Proses şemaları çaprazlandığında düzeneğin fotoğrafı gösterilmeyecektir.

Deneyin Yapılışı

Deneyin yapılışı aşağıda verilmiştir. Ancak süreç yazılı olarak öğrencilerle paylaşılmayacak, bunun yerine öğrencilerin süreci bağımsız bir şekilde yönetmeleri teşvik edilecektir. Gruplar kendi

deneylerini gerçekleştirirken ihtiyaç duydukları durumlarda rehberlik sağlanacaktır. Bu yaklaşım, öğrencilerin karşılaştıkları zorluklarla yüzleşerek deneyim kazanmalarını ve problem çözme becerilerini geliştirmelerini amaçlamaktadır.

Sıcaklık:

1. Deneye başlamadan önce 100 mL saf su buzdolabında soğutulur.
2. Deney düzeneği, görselde belirtilen şekilde kurulur.
3. Kuru mayadan 1 g alınarak 300 mL'lik bir erlene yerleştirilir. Üzerine 100 mL saf su eklenir ve manyetik balık erlene konularak manyetik karıştırıcıda 1 dakika boyunca karıştırılır.
4. Deney bilgisayarına bağlı sıcaklık sensörü, hava almayacak şekilde erlenin içerisine yerleştirilir.
5. Manyetik karıştırıcı ısıtıcı 100 rpm ve 90°C'ye ayarlanır (suyun başlangıç sıcaklığının 15°C'nin altında olması gerekmektedir).
6. Her sıcaklık artışında mezürde biriken gaz hacmi ölçülerek kaydedilir.
7. Deney sırasında öğrencilerle deneysel sürece dair sorular sorularak, tartışılır, gerekli durumlarda rehberlik edilir.
8. Toplanan veriler önce EK1C formundaki tabloya kaydedilir ve ardından Excel'e aktarılır.
9. Tüm deney aşamaları ayrıntılı bir şekilde proses şemasına işlenir.

Besin Miktarı:

1. Deney düzeneği, görseldeki talimatlara uygun olarak kurulur.
2. Kuru mayadan 1 g ölçülerek 300 mL'lik bir erlene konulur. Üzerine 100 mL saf su eklenir ve manyetik balık yerleştirilerek manyetik karıştırıcıda 100 rpm'de 1 dakika karıştırılır.
3. Manyetik balık, su ve maya karışımına 3 g toz şeker ilave edilir. Erlenin ağzı çift delikli bir tıpa ile kapatılır.
4. Tıpa NOVA 5000 sıcaklık sensörü ve gaz çıkışı sağlayan bir cam çubuk yerleştirilir.
5. Isıtıcı manyetik karıştırıcı 100 rpm'ye ve başlangıç sıcaklığı yaklaşık 40-50°C'ye ayarlanır (süreç kontrol edilerek sıcaklık ayarlamaları yapılacaktır).
6. Gaz çıkışı takip edilerek, mezürde biriken gaz hacmi belirli aralıklarla ölçülerek kaydedilir.
7. Aynı deney glikoz şurubu ve besin ilavesiz olarak tekrar edilir ve elde edilen veriler karşılaştırılır.
8. Tüm veriler Excel'e kaydedilir ve sonuçlar analiz edilir.
9. Deneyin tüm aşamaları detaylı bir şekilde proses şemasına işlenir.

Veri Düzenleme/ Örüntü Tanıma

Bu aşamada öğrenciler, topladıkları verileri dijital ortamda görselleştirerek grafikler oluşturur. Bu grafikler üzerinden veriler arasındaki örüntüleri fark eder ve genellemeler yaparlar. Değerlendirme sürecinin sonunda, her iki deney için ulaştıkları sonuçları formun ilgili bölümüne kaydederler. Gruplar, elde ettikleri çalışma sonuçlarını karşılaştırarak bilimsel bir genellemeye ulaşırlar.

Her grup, yaptığı çalışmayı sınıf arkadaşlarına sunar. Bu sunum sırasında ilgili bölümler, çalışma boyunca sorumluluğu üstlenen öğrenciler tarafından aktarılır. Hata ayıklayıcı, proses şemalarındaki hataları ve süreç boyunca karşılaştıkları zorlukları açıklarken; proses mühendisi deneysel sistemi tanıtır, veri analisti toplanan verileri sunar, algoritma tasarımcısı ise proses şemasını detaylı bir şekilde paylaşır.

Diğer gruplar, sunum sırasında arkadaşlarına yapıcı ve eleştirel dönütler sağlar. Bu süreçte, proses şemalarının bir tür algoritma tasarımı olarak işlev gördüğü ve bilimsel çalışmaların test edilebilirliği

ile tekrarlanabilirliği açısından kritik bir öneme sahip olduğu vurgulanır. Ayrıca, otomatikleştirme yapılacak sistemlerde proses şemalarının doğru ve eksiksiz bir şekilde oluşturulmasının gerekliliği ifade edilir. Bir prosesin tüm aşamalarının ve sıralamasının uygun şekilde yapılandırılmaması durumunda, elde edilen sonuçlarda hataların meydana gelebileceği ve otomasyon süreçlerinin istenilen başarıya ulaşamayacağı belirtilir. Ek olarak, grupların elde ettiği sonuçlar detaylı bir şekilde analiz edilerek genel değerlendirmeler yapılır.

Modüldeki etkinlikler tamamlandığında öğrencilerden genel değerlendirme yapmaları istenir.

Değerlendirme:

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Gözlem Formu

Bilgi İşlemsel Düşünme Etkinlik Formu



Ek 9 Etkinlikte Kullanılan Proses Şeması Çalışma Kâğıdı

Minik Biyosistemler: Maya Laboratuvarı "Proses Şeması"

Yönerge: Gruplar proses şemasını hazırlarken I. Bölümü deneyi yapan grup doldururken, II. Bölümü diğer grup dolduracaklardır. I. Bölümde öğrenciler, deney düzeneğini kurarken yaptıklarını çalışma basamakları proses şemasına yazarlar. II. Bölümde ise diğer grup ilk grubun hazırladığı proses şeması basamaklarını inceler. Basamaktaki ifade doğru tanımlanmış veya basamak sıralamasında hata yok ise Doğru satırına + işareti koyar, Basamaktaki ifade yanlış tanımlanmış veya basamak sıralamasında hata var ise – işaretlenerek, karşılaştığınız sorunları ilgili satıra doğru ifadesini yazar veya doğru olduğunu düşündüğü basamak sırasını belirtmesi istenir.

	I. Bölüm			II. Bölüm: Diğer Grup
	Proses Şeması	Evet (+)	Hayır (-)	Karıştırdığınız sorunların yanlış ifade edilmiş ise düzeltilerek doğru ifadeyi yazınız veya doğru olduğunu düşündüğünüz basamak sırasını belirttiniz.
Deneyisel çalışmanızın her bir basamağını ayrıntılı yazınız.	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			

Ek 10. Etkinlik Rana'ya Kıyafet Seçiyorum Oyunu Karar Algoritma Şeması

Ek. Rana'ya kıyafet seçiyorum oyunu karar algoritma şeması

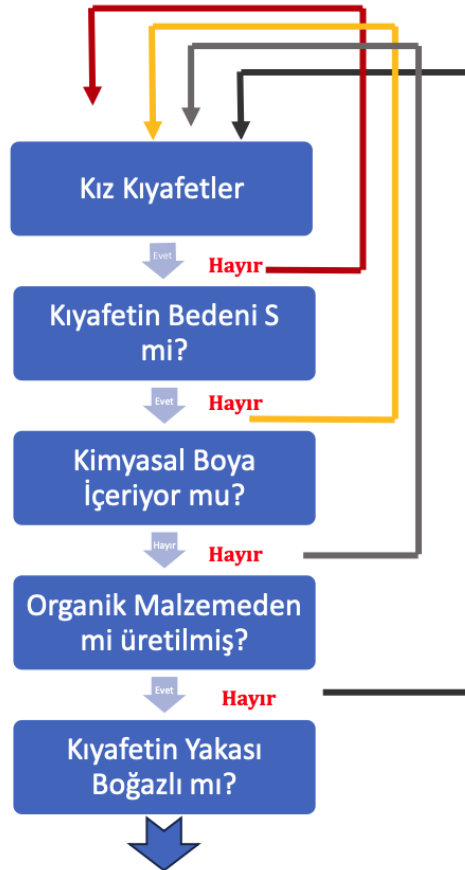
Etkinlik 2: Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri

Ranaya kıyafet seçiyorum oyunu

Grup:

KIYAFET SEÇME ALGORİTMA ŞEMASI

Rana'nın doğum günü 21 Ocaktır. Arkadaşları Rana'ya doğum gününde giymesi için bir kıyafet hediye almak istemektedir. Fakat Rana'nın kimyasal tekstil boyalarına alerjisi vardır. Ayrıca doğal malzemelerden üretilen kıyafetler giyebilmektedir. Boğazlı kazak giymeyi tercih etmeyen, 36 beden olan Rana'ya kıyafet seçerken arkadaşlarının kafası karışmıştır. Bu nedenle ona uygun kıyafeti seçmek için bir algoritma şeması oluşturmuşlardır. Bu algoritma şemasına göre size verilen kıyafetler içerisinde, Rana'nın giyebileceği kıyafet/kıyafetleri belirleyiniz.



Ek 11. Etkinlik 2’de Kullanılan Örnek Bir Karar Şeması

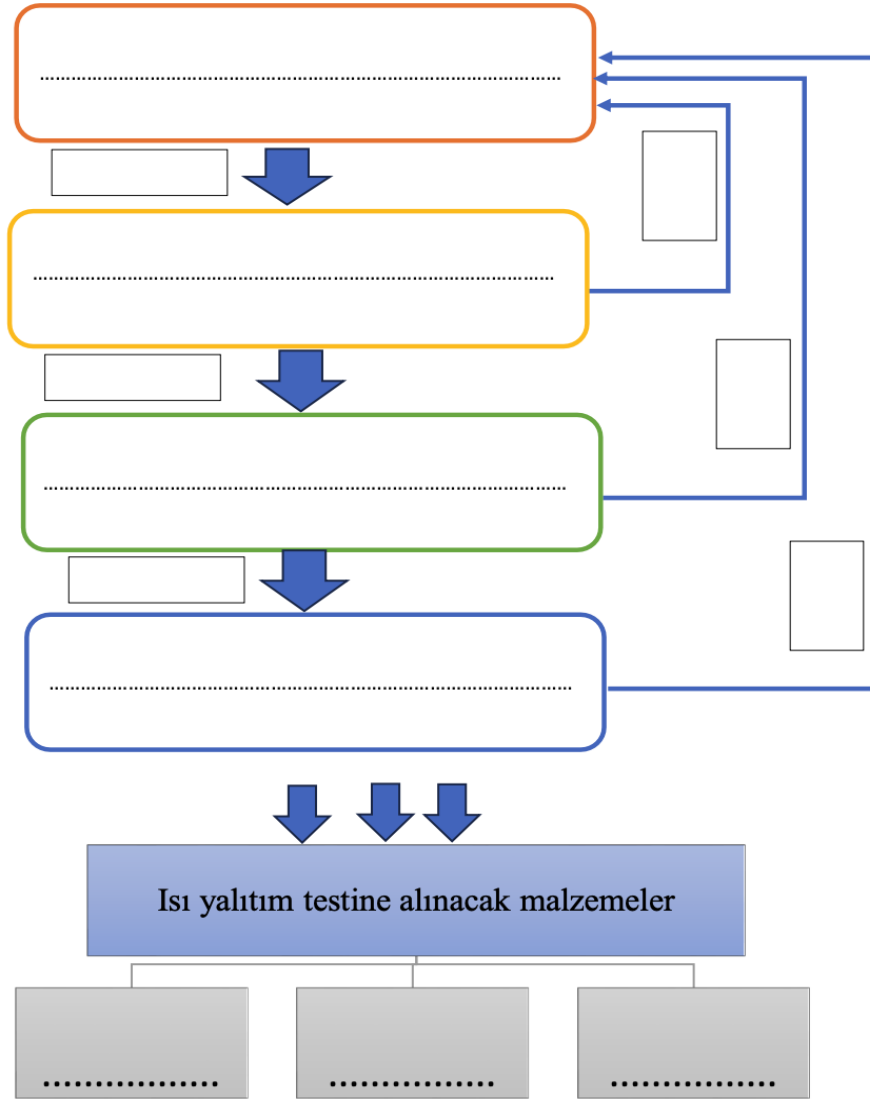
Ek. Etkinliklerde kullanılan örnek bir karar şeması

Etkinlik 2: Geleceği Korumak: Enerji Dedektifleri

Grup İsmi:

Tarih:

Isı Yalıtım Malzemesi Ön Değerlendirme Karar Şeması



Ek 12. 3. Etkinliğe Ait Örnek Bir Çalışma Kâğıdı

Grup Adı:

3. Etkinlik: Alkım Gezegeninde Yaşam

Ek1. Alkım Gezegenine Sera Tasarlıyorum

Alkım gezegenin özelliklerini düşündüğünüzde, bitki yetiştirmek için gezegenin hangi özelliklerini dikkate almanız gerektiğini düşünüyorsunuz?

- | | |
|---------|---------|
| • | • |
| • | • |
| • | • |
| • | • |
| • | • |
| • | • |

Sera Tasarımımız

Seramda tamamlanam gereken özellikler:

- | | |
|---------|---------|
| ■ | ■ |
| ■ | ■ |
| ■ | ■ |
| ■ | ■ |
| ■ | ■ |

Ek 13. Etkinliklerden Fotoğraflar

