



GİRESUN
ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROJE TABANLI STEM EĞİTİMİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN
BİLİMSEL OKURYAZARLIKLARINA VE ÜRETİCİ DÜŞÜNME
BECERİLERİNE ETKİSİ**

**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**Yasemin ADANIR
182105018**

2021

GİRESUN

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PROJE TABANLI STEM EĞİTİMİNİN 7. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMSEL OKURYAZARLIKLARINA VE
ÜRETİCİ DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin ADI SOYADI : Yasemin ADANIR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02.07.2021

Enstitü Anabilim Dalı : Fen Bilgisi Eğitimi

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi YASEMİN HACIOĞLU

**Haziran, 2021
GİRESUN**

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PROJE TABANLI STEM EĞİTİMİNİN 7. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMSEL OKURYAZARLIKLARINA VE
ÜRETİCİ DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YASEMİN ADANIR

Enstitü Anabilim Dalı

: Fen Bilgisi Eğitimi

Bu tez 22/06/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. Havva
YAMAK**

Jüri Başkanı

**Prof. Dr. Mustafa
UZOĞLU**

Üye

**Dr. Öğr. Üyesi Yasemin
HACIOĞLU**

Üye

Doç. Dr.

Bahadır Koz

Enstitü Müdürü

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Yasemin ADANIR

02/07/2021

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım ilk günden itibaren, bana STEM'i öğreten ve sevdiren, ders aşamasında sağladığı katkılarla gelişimime destek veren, ders aşamasında tez konumu seçmemde, uygulama yapmamda ve tez yazım aşamamda destekleriyle yol gösterici olan, yaşadığımız pandemi sürecindeki mesafeleri bir telefonla ya da uzaktan bağlantıyla yakınlaştıran, gece-gündüz demeden çalışmalarına dönütler vererek bana rehberlik ve öğretmenlik yapan ve bir danışmandan öte arkadaşça yaklaşımıyla, tutumu ve ilgisiyle motivasyonumu ve moralimi hep yüksek tutan çok değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yasemin HACIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisansa başlamamda beni destekleyen Doç. Dr. Bahadır KOZ ve Prof. Dr. Mustafa CİN hocama teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez jürimde yer alarak vermiş olduğu olumlu dönütlerle tezime katkılar sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Havva YAMAK'a ve ayrıca ders aşamasında sağladığı katkılarla gelişimime destek veren Prof. Dr. Mustafa UZOĞLU'na teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans eğitimimin ders aşamasında sağladıkları katkılarla gelişimime destek veren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Şerif Ali DEĞİRMENÇAY ve Dr. Öğr. Üyesi Funda HASANÇEBİ'ye teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam süresince araştırmama katkı sağlayan Doç. Dr. Esra Bozkurt Altan, Dr. Feride Şahin ve Dr. Filiz Gülhan hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Eğitim hayatım boyunca bugünlere gelmemde büyük emekleri olan tüm öğretmenlerime, lisans sürecimde bize hep değişimin var olduğunu ve bir öğretmenin

her zaman kendini yenilemesi gerekliliğinin önemini vurgulayan hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans sürecimde akademik hayata adım atmamı sağlayan, fikirleri ve bilgisiyle ışık tutan, akademik sahadaki başarıları ve duruşuyla bana ve birçok insana her daim örnek olan, yıllar boyunca bana olan güvenlerini hep hissettiğim çok kıymetli hocam, ablam Prof. Dr. Mualla YALÇINKAYA'ya ve çok değerli Prof. Dr. Mehmet Alaaddin YALÇINKAYA'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatımın her anında destekleyici sözleri, samimiyeti ve güler yüzü ile yanımda olan, tezimi baştan sona okuyup dil bakımından düzeltmelerini yapan destekçim, arkadaşım, dostum Edebiyat Öğretmeni Sibel SÖNMEZ'e çok teşekkür ederim.

Araştırmamın uygulama süreci boyunca gönüllü olarak araştırmaya katılan ve veri toplama sürecinde öz veri ile yardımcı olan kıymetli öğrencilerime, çalışmamı yürütmeme destek sağlayan okul yönetimime ve emekleriyle süreçte büyük desteği olan okul görevlimiz Metin AYDIN'a teşekkür ederim.

Uzun yıllardır hayatımı paylaştığım ve hayatımın her aşamasında kolaylık ve huzur sağlayan, her anımda sonsuz desteğini yanımda hissettiğim, çalışmam süresince beni yalnız bırakmayan eşim Hakan ADANIR'a çok teşekkür ederim. Doğduğu günden beri hayatıma derin anlam katan, annesine en çok ihtiyacı olduğu zamanlarında o küçücük kalbiyle hiç şikâyet etmeden beni sabırla bekleyen, biricik ve çok kıymetli kızım Defne ADANIR'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	III
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII
TABLolar LİSTESİ.....	XVII
ÖZET.....	XVIII
SUMMARY	XIX
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Problemi.....	9
1.3. Araştırmanın Amacı.....	10
1.4. Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	10
1.5. Araştırmanın Varsayımları (Sayılıtlar)	13
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	14
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	16
1.2. STEM Eğitiminin Önemi ve Uygulamaları	16
1.2.1. STEM Eğitimi Uygulamalarında Araştırma Sorgulama Süreci	19

1.2.2. STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreci	24
1.2.3. Proje Tabanlı STEM (PB-STEM) Yaklaşımı ve Uygulamaları	29
1.2.3.1. Proje Tabanlı Öğrenme (PBL)	30
1.2.3.1.1. Proje Tabanlı Öğrenme Süreci	38
1.2.3.1.2. Proje Tabanlı Öğrenmede Değerlendirme	45
2.1.3.2. Proje Tabanlı Öğrenme ve STEM Eğitimi Entegrasyonu (PB-STEM)	46
2.1.3.3. PB-STEM Uygulamaları	51
1.3. STEM Eğitiminin Öğrencilerin Gelişimine Etkisi	60
1.3.1. STEM Eğitimi ile Öğrencilerin Bilimsel Okuryazarlıklarının Geliştirilmesi ..	60
1.3.1.1. Bilimsel Okuryazarlığın Tarihsel Gelişimi ve Bilimsel Okuryazarlık Kavramı	60
1.3.1.2. Bilimsel Okuryazarlığın Tanımı, Bileşenleri ve Boyutları	67
1.3.1.2.1. Bilimsel Olarak Okuryazar Bir Kişinin Nitelikleri Açısından Bilimsel Okuryazarlık	68
1.3.1.2.2. Geniş Kategoriler ve Temalara İlişkin Terimler Açısından Bilimsel Okuryazarlık	69
1.3.1.2.3. Okuryazarlık Türleri Açısından Bilimsel Okuryazarlık	75
1.3.1.3. Bilimsel Okuryazarlığın Önemi	77
1.3.1.4. STEM ve Bilimsel Okuryazarlık	79
1.3.2. STEM Eğitimi ile Öğrencilerin Üretici Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesinin Gerekliliği	86
1.3.2.1. Üretici Düşünmenin Önemi ve Tanımı	86
2.2.2.2. Guilford'un Üretici Düşünme Teorisi ve Üretici Düşünme Süreçleri	89
2.2.2.3. Üretici Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesi İçin İhtiyaç Duyulan Öğrenme Ortamları	99
2.2.2.4. STEM Eğitimi ve Üretici Düşünme Becerisi	103

BÖLÜM 3. YÖNTEM	106
3.1. Yöntem.....	106
3.2. Çalışma Grubu	110
3.3. Araştırmanın Uygulama Süreci-Eylem Süreci.....	111
3.3.1. Problemin tanınması ve tanımlanması.....	111
3.3.2. Çözümlerin Geliştirilmesi ve Uygulanması-Öğrenme Ortamının Tasarımı...	111
3.3.2.1. Etkinlik Konusu ve Çerçevesinin Belirlenmesi	112
3.3.2.2. Etkinliğin Tasarımı	115
3.3.2.2.1. Hedeflerin ve Sınırlamaların Belirlenmesi	116
3.3.2.2.2. Araştırma:	120
3.3.2.2.3. Fikir Oluşturma:	127
3.3.2.2.4. Fikirlerin Analizi:	127
3.3.2.2.5. Model Oluşturma:.....	128
3.3.2.2.6. Test Etme ve İyileştirme:.....	128
3.3.2.2.7. İletişim ve Yansıtma:.....	129
3.3.2.3. İşbirlikçi Grupların Oluşturulması.....	132
3.3.2.4. Etkinliğin Yürütülmesi.....	135
3.3.2.5. Etkinliğin Değerlendirilmesi:.....	149
3.3.2.6. Araştırmacının rolü	151
3.3.3. Sonuçların Değerlendirilmesi- Veri Toplama ve Analiz Süreci.....	152
3.3.3.1. Veri Toplama Süreci	152
3.3.3.1.1. Nicel Veri Toplama Araçları	153
3.3.3.1.1.1. Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği.....	153

3.3.3.1.1.2. Bitkilerde ve Hayvanlarda da Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi	156
3.3.3.1.2. Nitel Veri Toplama Araçları.....	157
3.3.1.2.1. Derse Yönelik Etkinlik Kitapçığı	158
3.3.1.2.2. Kamera Kayıtları	159
3.3.1.2.3. Fotoğraflar ve Araştırmacı Notları.....	160
3.3.3.2. Verilerin Analizi	161
3.3.3.2.1. Nicel Verilerin Analizi	161
3.3.3.2.2. Nitel Verilerin Analizi	162
3.3.4. Sonuçların Paylaşılması	169
3.4. Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenirliliği	169
 BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	171
4.1. Araştırmanın “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlıkları üzerinde bir etkisi var mıdır?” Problemine İlişkin Bulgular	171
4.1.1. Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği Verilerinden Elde Edilen Bulgular	171
4.1.1.1. Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık (BO-S) Testinden Elde Edilen Bulgular.....	171
4.1.1.2. Bilime Yönelik Motivasyon ve İnanç Testinden Elde Edilen Bulgular	173
4.1.1. Akademik Başarı Testinden (ABT) Elde Edilen Bulgular	174
4.2. Araştırmanın “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Üretici Düşünme Becerileri üzerinde bir etkisi var mıdır?” Problemine İlişkin Bulgular	176
4.2.1. Grupların Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime Ait Bulgular	177

4.2.1.1. Ayçiçeği Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular.....	177
4.2.1.2. Kabaklar Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular.....	183
4.2.1.3. Cıvıcvlar Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular.....	188
4.2.1.4. Çakallar Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular.....	194
4.2.1.5. Isırğanlar Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular.....	201
4.2.1.6. PB-STEM Temelli Eğitim Boyunca Grupların Üretici Düşünme Becerilerindeki Gelişime İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	207
4.2.2. Öğrencileri (Sınıfın Tamamının) Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular	209
4.2.2.1. PB-STEM Temelli Eğitim Boyunca Grupların ve Sınıfın Tamamının Üretici Düşünme Becerilerindeki Gelişime İlişkin Elde Edilen Bulgular	211
 BÖLÜM 5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	214
5.1. PB-STEM Eğitiminin Öğrencilerin Bilimsel Okuryazarlıklarına Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	214
5.1.1. Öğrencilerin Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık Testinden Aldıkları Puanlara İlişkin Sonuç, Tartışma:	217
5.1.2. Öğrencilerin Bilime Yönelik Motivasyon ve İnançları Ölçeğinden Aldıkları Sonuçlara İlişkin Sonuç, Tartışma:	219
5.1.3. PB-STEM Eğitiminin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	222
5.2. PB-STEM Eğitiminin Öğrencilerin Üretici Düşünme Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	225

5.3. Öneriler	233
5.3.1. Bilimsel Okuryazarlığın Geliştirilmesine İlişkin Öneriler	235
5.3.2. Üretici Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesine İlişkin Öneriler	236
 KAYNAKLAR	 240
EKLER.....	301
EK 1: Tez Araştırma İzni	301
EK 2: Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi Kullanım İzni	303
EK 3: Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi.	304
EK 4: Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği Kullanım İzni.....	313
EK 5: Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği	314
EK 6: Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme STEM Etkinlik Kitapçığı.....	325
ÖZGEÇMİŞ	360

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAAS	Association for the Advancement of Science [Amerika’da] Bilimde İlerleme Birliği
ABT	Akademik Başarı Testi
ATC21S	Assessment and Teaching of 21st Century Skills- 21. Yüzyıl Becerilerinin Ölçülmesi ve Öğretilmesi
BIE	Buck Institute for Education – Buck Eğitim Enstitüsü
BO-Mİ	Bilime Yönelik Motivasyon ve İnançlar
BO-S	Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık
BOY	Bilimsel Okuryazarlık
FMGT	Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi
GBL	Garden Based Learning- Bahçe Tabanlı Öğrenme
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizma
IEA	International Association for the Evaluation of Educational Achievement- Uluslararası Eğitim Başarısını Değerlendirme Derneği
ITEA	International Technology Educating Association - [Amerika Birleşik Devletleri’nde] Uluslararası Teknoloji Eğitimi Birliği
ITEEA	International Technology and Engineering Educators Association- [Amerika Birleşik Devletleri’nde] Uluslararası Teknoloji ve Mühendislik Eğitmcileri Birliği
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
MTTÖ	Mühendislik Tasarım Temelli Öğrenme

NAE	National Academy of Engineering [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Mühendislik Akademisi
NARST	The National Association of Research in Science Teaching [Ulusal Fen Öğretimi Araştırmaları Derneği]
NGSS	Next Generation Science Standards [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Gelecek Nesil Fen Standartları
NRC	National Research Council – [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Araştırma Birliği
NSB	The National Science Board [Ulusal Bilim Kurulu]
NSTA	National Science Teachers Association – [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development- Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
P21	Partnership For 21st Century Skills- 21. Yüzyıl Becerileri
PB-STEM	Project Based Learning- Proje Tabanlı STEM
PBL	Proje Tabanlı Öğrenme
PDÖ	Probleme Dayalı Öğrenme
PISA	Programme for International Student Assessment- Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
STEM	Science-Technology-Engineering-Mathematics / Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik
SOI	Structure of Intellect [Zekanın Yapısı]
TDK	Türk Dil Kurumu
TIMMS	Trends in International Mathematics and Science Study- Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması
TTÖ	Tasarım Temelli Öğrenme
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

UNEP United Nations Environment Programme [Birleşmiş Milletler
Çevre Programı]

WHO World Health Organization- Dünya Sağlık Örgütü



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Disiplinler arası bir yaklaşımın değerinin Türkçe uyarlaması	17
Şekil 2.2. Araştırmaya dayalı öğrenme çerçevesi (Genel aşamalar, alt aşamalar ve ilişkileri)	21
Şekil 2.3. Mühendislik tasarım süreci	25
Şekil 2.4. Ortaokul öğrencileri için mühendislik tasarım süreci ekseninde sürdürülebilecek ders modeli.	28
Şekil 2.5. Fen Bilimleri dersinde kullanılabilecek projeler	37
Şekil 2.6. PBL yaklaşımı ile hazırlanan projelerde izlenmesi gereken uygulama basamakları	39
Şekil 2.7. Proje döngüsü	40
Şekil 2.8. Korkmaz & Kaptan'a (2001) göre proje hazırlama süreci basamakları.....	42
Şekil 2.9. PBL süreci aşamaları	43
Şekil 2.10. PBL'nin aşamaları	44
Şekil 2.11. STEM eğitime uygun PBL sürecinin aşamaları ve mühendislik tasarım süreci ekseninde sürdürülebilecek ders modeli	48
Şekil 2.12. STEM eğitime uygun PBL sürecinin aşamaları.	50
Şekil 2.13. Bilimsel okuryazar olan bireylerde bulunması gerek özellikler ve bilim okuryazarı bireylerin sahip olması gereken temel değerler	69
Şekil 2.14. Fives vd. tarafından oluşturulan bilimsel okuryazarlık boyutları	72
Şekil 2.15. NRC (2012), Fives vd. (2014), OECD (2016) Bilimsel okuryazarlık boyutlarının karşılaştırılması.....	73
Şekil 2.16. MEB (2013) Bilimsel okuryazarlığın boyutları.....	75

Şekil 2.17. Guilford'un ürün ve içeriği kombinasyonundan ortaya çıkan semboller trigramı	91
Şekil 2.18. Guilford'un küp kuramının boyutları	92
Şekil 2.19. Guilford (1956)'un küp modelinin ilk hali	95
Şekil 2.20. Guilford'un küp kuramının 150 birimden oluşan yeni hali.....	96
Şekil 2.21. Sylvia Duckworth'un düşünme modları çizimi	98
Şekil 2.22. PB-STEM sürecinin basamakları ve Guilford'un üretici düşünme modelinin boyutları	104
Şekil 3.1. Eylem araştırmasının aşamaları	108
Şekil 3.2. Araştırmanın eylem planı.....	110
Şekil 3.3. STEM eğitime uygun PBL sürecinin aşamaları	114
Şekil 3.4. Problemin belirlenmesinde kullanılan gazete haberi	117
Şekil 3.5. Problemin durumu senaryosu	117
Şekil 3.6. Problemin tanımlanması	118
Şekil 3.7. Problemine yönelik ihtiyaçların belirlenmesi	119
Şekil 3.8. Kriter ve sınırlılıklar bağlamında çözüm önerilerinin değerlendirilmesi matrisi.....	120
Şekil 3.9. Araştırma süresince gerçekleştirilen büyük tasarım etkinlikleri ve ilişkili mini tasarım ve mini araştırmalar	121
Şekil 3.10. Mini araştırma 1'e ait görsel	122
Şekil 3.11. Çimlenme deneyi doküman örneği	123
Şekil 3.12. Hayvanlarda Üreme-Büyüme ve Gelişme sürecine ilişkin doküman örneği	124
Şekil 3.13. Hayvan simülasyon oyunu yönergesi	125
Şekil 3.14. Bireysel çözüm önerilerini hazırlamaları için oluşturulan yönerge.....	127
Şekil 3.15. Mühendis market kataloğu örneği	129

Şekil 3.16. Grup değerlendirme matrisi	130
Şekil 3.17. STEM eğitime uygun PBL sürecinin aşamaları (Han ve ark., 2016 ve Wan ve ark., 2020)'na göre hazırlanmış ders planlaması	136
Şekil 3.18. Problemin tanımlanmasına ilişkin uygulama örneği.....	136
Şekil 3.19. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlendiği uygulama örneği.....	137
Şekil 3.20. Kriter ve sınırlılıklara ilişkin değerlendirme matrisi uygulama örneği .	138
Şekil 3.21. Gruplardan Birine Ait İlk Büyük Tasarım Görevi Örneği.....	139
Şekil 3.22. Çiçekli bir bitkinin üreme organı çiçeğin incelenmesine ilişkin mini araştırma uygulaması örneği	140
Şekil 3.23. Çimlenme için gerekli şartların incelenmesine ilişkin mini araştırma uygulaması örneği	141
Şekil 3.24. Bitkinin büyümesi için gerekli şartların incelenmesine ilişkin mini araştırma uygulaması örneği	141
Şekil 3.25. Hayvan simülasyon oyunu oynama uygulaması örneği	142
Şekil 3.26. Kamu spotu hazırlama sunma uygulaması örneği	142
Şekil 3.27. Matematiksel Modelleme Uygulaması Örneği	143
Şekil 3.28. Kümes Tasarımı Uygulaması Örneği	143
Şekil 3.29. Bireysel çözüm önerisi örneği	146
Şekil 3.30. Büyük tasarım görevine ait en iyi çözümün önerisinin seçilmesi uygulaması örneği.....	146
Şekil 3.31. Büyük tasarım görevine ait en iyi çözümün önerisinin seçilmesi ve uygulaması örneği	147
Şekil 3.32. Büyük tasarım görevine ait değerlendirme ve geri bildirim uygulaması örneği.....	147
Şekil 3.33. Sınıf büyük tasarım görevi oluşturma uygulaması örneği	148
Şekil 3.34. Sınıf büyük tasarım görevinin uygulaması örneği	148

Şekil 3.35. Sınıf büyük tasarım görevinin uygulaması örneği	149
Şekil 3.36. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları.....	152
Şekil 3.37. Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının hizmet ettiği araştırma alt problemleri	153
Şekil 3.38. Fives vd. (2014) tarafından oluşturulan bilimsel okuryazarlık alt boyutları	154
Şekil 3.39. Fives vd. (2014) Tarafından Oluşturulan Bilimsel Okuryazarlık Alt Boyutları.....	155
Şekil 3.40. Çelik ve Ekşi (2008)'e göre söylem analizinin aşamaları	163
Şekil 3.41. Artan düşünsel seviyelerde dört farklı düşünme türü	167
Şekil 4.1. Öğrencilerin BOS testine yönelik aritmetik ortalamaları, standart sapmaları, en büyük ve en küçük değerleri grafiği.....	172
Şekil 4.2. Öğrencilerin Akademik Başarılarının Grup Ortalamalarına İlişkin Ön Test-Son Test Sonuçları	175
Şekil 4.3. Ayçiçeği Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular	177
Şekil 4.4. Ayçiçeği Grubunun Çiftlik Tasarımına İlişkin Çözüm Önerilerine Ait Çizimleri ve Yazılı Söylemleri.....	178
Şekil 4.5. Kabaklar Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular	183
Şekil 4.6. Kabaklar Grubunun Çiftlik Tasarımına İlişkin Çözüm Önerilerine Ait Çizimleri ve Yazılı Söylemleri.....	184
Şekil 4.7. Cıvıvlar Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular	189
Şekil 4.8. Cıvıvlar Grubunun Çiftlik Tasarımına İlişkin Çözüm Önerilerine Ait Çizimleri ve Yazılı Söylemler.....	190

Şekil 4.9. Çakallar Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular	195
Şekil 4.10. Çakallar Grubunun Çiftlik Tasarımına İlişkin Çözüm Önerilerine Ait Çizimleri ve Yazılı Söylemler.....	196
Şekil 4.11. Isırganlar Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular	201
Şekil 4.12. Isırganlar Grubunun Çiftlik Tasarımına İlişkin Çözüm Önerilerine Ait Çizimleri ve Yazılı Söylemler.....	202
Şekil 4.13. Grupların Çözüm Önerilerine Göre Üretici Düşünme Süreçlerindeki Değişim	209
Şekil 4.14. Sınıfın Tamamının Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular	210
Şekil 4.15. Sınıftaki Öğrencilerin Tamamının Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Söylemlerin Üretici Düşünme Süreçlerindeki Değişimi.....	212

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Pedaste'nin Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Terminolojisi	22
Tablo 2.2. STEM Eğitimin Özellikleri ile PBL Yaklaşımının Özelliklerinin Benzer ve Farklı Yönleri	46
Tablo 3.1. Öğrencilere ve Gruplara Ait Bilgiler	134
Tablo 3.2. Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre Gruplara Dağılımı	134
Tablo 3.3. Mini Araştırma Süreci İçeriği ve Öğrenci Çalışmalarından Örnekler	144
Tablo 3.4. Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Konusunun Kazanımlarına Göre Soruların Numaraları Dağılımı	157
Tablo 3.5. Öğrenci ifadeleri için kodlama çerçevesi.....	165
Tablo 4.1. Öğrencilerinin BOS Testine Yönelik Aldıkları Puanlar, Aritmetik Ortalamaları, Standart Sapmaları, En Büyük ve En Küçük Değerleri	172
Tablo 4.2. BOS Testi'ne Yönelik Sınıfın Tamamına Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları.....	173
Tablo 4.3. BO-MI Testi'ne Yönelik Alt Boyutlara Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları.....	173
Tablo 4.4. Öğrencilerin Akademik Başarılarına İlişkin Ön Test ve Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalamaları, Standart Sapmaları, En Büyük ve En Küçük Puanlarına İlişkin Bulgular	174
Tablo 4.5. Akademik Başarı Testine Yönelik Deney Grubuna Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları	175

PROJE TABANLI STEM EĞİTİMİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMSEL OKURYAZARLIKLARINA VE ÜRETİCİ DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİ

ÖZET

İçinde bulunduğumuz yüzyılda bireylerin bilim ve teknolojide yaşanan hızlı değişimlere adapte olabilmesi ve katkı sunabilmesi için STEM alanlarında yetişmiş, üretken düşünebilen birer bilim okuryazarı olmaları önemlidir. Bu araştırmada, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun öğretiminde proje tabanlı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (PB-STEM) eğitiminin öğrencilerin, bilimsel okuryazarlıklarına ve üretici düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Eylem araştırması olarak tasarlanan ve uygulanan araştırmanın çalışma grubunu, 2018-2019 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Giresun ilinde bulunan bir ortaokulun yedinci sınıfında öğrenim gören 28 öğrenci oluşturmaktadır. Eylem planına, problemin farkına varılması (tanılama) ve tanımlanması ile başlanmıştır. Ardından probleme yönelik çözümler geliştirilmiş, uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilerek sunulmuştur. Uygulamalar 2019 yılı Nisan-Mayıs aylarında sekiz hafta (on iki saat fen bilimleri dersi, altı saat bilim uygulamaları dersi ve ders dışı vakitler) boyunca uygulanmıştır. PB-STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarına etkisini incelenmesi amacıyla uygulama sürecinin başlangıcı ve sonunda ön test ve son test olarak “Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği” ve “Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi” uygulanmıştır. Nicel olarak elde edilen veriler SPSS21 programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sürecin, öğrencilerin üretici düşünme becerilerine etkisini incelemek amacıyla ise uygulama süreci boyunca öğrencilerin problemin çözümü için ürettikleri çözüm önerileri “PB-STEM Etkinlik Kitapçığı”, “kamera kayıtları”, “fotoğraflar” ile kayıt altına alınmış ve incelenmiştir. Elde edilen nitel veriler söylem analizi ile analiz edilmiştir. Eylem planı süresince uygulanan PB-STEM eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarının ve üretici düşünme becerilerinin gelişimine etkisinin olumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Ulaşılan sonuçlardan yararlanılarak uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: STEM Eğitimi, Proje Tabanlı Öğrenme, Bilimsel Okuryazarlık, Üretici Düşünme Becerisi, Canlılarda Üreme Büyüme ve Gelişme

THE EFFECT OF PROJECT-BASED STEM EDUCATION ON SCIENTIFIC LITERACY AND PRODUCTIVE THINKING SKILLS OF 7TH GRADE STUDENTS

SUMMARY

In this century, it is important for individuals to be scientifically literate, trained in STEM fields and able to think productively, in order for individuals to adapt and contribute to the rapid changes in science and technology. In this research, it is aimed to examine the effects of project-based science, technology, engineering and mathematics (PB-STEM) education on the scientific literacy and productive thinking skills of students in the teaching of reproduction, growth and development of plants and animals. The study group of the research, which was designed and implemented as an action research, consists of 28 students studying in the seventh grade of a middle school in Giresun in the second semester of the 2018-2019 academic year. The action plan started with the (realizing) and definition of the problem. Then, solutions for the problem were developed and applied. The applications were applied for eight weeks (twelve hours of science lessons, six hours of science applications, extracurricular times) in 2019 April-May. In order to examine the effect of PB-STEM education on students' scientific literacy, "Scientific Literacy Scale" and "Reproduction, Growth and Development Academic Achievement Test in Plants and Animals" were applied as pre-test and post-test at the beginning and end of the application process. Quantitative data were analyzed statistically with the SPSS21 program. In order to examine the effect of the process on the productive thinking skills of the students, the solution suggestions produced by the students for the solution of the problem during the application process were recorded and examined with the "PB-STEM Activity Booklet", "camera recordings", "photographs". The qualitative data obtained were analyzed by discourse analysis. It was concluded that PB-STEM education applied during the action plan had a positive effect on the development of scientific literacy and productive thinking skills of seventh grade students. Suggestions were made for practitioners and researchers by making use of the results.

Keywords: STEM Education, Project-Based Learning, Scientific Literacy, Productive Thinking Skills, Reproduction, Growth and Development of the Living

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bu bölümde; problem durumu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi-gerekçesi, varsayımları ve sınırlılıkları yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

“Tüm gençlerin bilim insanı olmak üzere yetişmesi gerektiği fikrini desteklemiyorum. Zira dünya, çok çeşitli becerilerde insana ihtiyaç duyduğu için bunu ideal bir durum olarak görmem mümkün değil. Ancak gençlerin tamamının hangi alana yönelirlerse yönelsinler bilimsel konulara aşına olmaları ve bu konular etrafında kendilerine güvenmeleri gerektiğini düşünüyorum. Daha fazlasını öğrenmek adına, bilimsel anlamda eğitilmiş olmaları ve bilim ile teknolojiye gelişmelerle haşır neşir olma hevesini taşımaları gerekiyor.”

(Hawking, 2019, 186)

Yirmi birinci yüzyıl ile birlikte, bilim ve teknolojiye gelişimin bir yansıması olarak, insansız hava araçları, yapay zekâyla çalışan otonom sistemler, kolaboratif robotlar, çeşitli çevresel koşulların ölçülmesini sağlayan araçlar, biyometrik sensörler, öğrenim algoritmaları, yapay organlar, robotik cerrahi araçları, dronelar, çipler, blockchain teknolojisi, nesnelerin interneti (IoT) gibi bilimsel ve teknolojik ürünler yaşamımıza dahil olmuştur. Bu hızlı değişim ve gelişim bilgiye ulaşmayı ve bilginin uygulanmasını kolaylaştırmakla birlikte, toplumlarda sosyal değişimi sağlamıştır. Var olan mesleklerde çalışan bireylerin nitelikleri bilim ve teknolojiye uyum sağlayacak şekilde değişmek zorunda kalmış, yeni meslek alanları ortaya çıkmış ve bu alanlarda çalışabilecek nitelikli bireylere ihtiyaç artmıştır (Andreasen, 2015; Harari, 2018; Tarhan, 2019). Örneğin; doktor ve hemşireler yapay zekâ ürünleri ile birlikte çalışabilecek, robotlarla teşhis ve tedavi yapabilecek ya da insanlar da tarafından

otonom araçlar kullanılabilecek ve onlara veri kaynağı sağlayabilecek şoförler, çeşitli algoritmalarla müzik üreten müzisyenler gibi yeni mesleklerde çalışabilecek bireyler olmaları zorunlu hale gelmiştir (Harari, 2018). Yine Harari (2018)'ye göre, gelecekte bu mesleklerin yerini robotların ve yapay zekanın yer alması ile yapay zekânın desteklenmesi, bakım-onarım, uzaktan kumanda, veri analizleri, siber güvenlik gibi disiplinler arası alanlarda da yeni meslekler ortaya çıkacağı ve bu yeni meslek alanlarında yeterli beceriye sahip olmadığı için işlevsiz kalacak bir sınıfın oluşacağı öngörülmektedir. Bu nedenle bireylerin çağın gerektirdiği niteliklere sahip, küresel bilinç, sağlık ve çevre okuryazarlığı, dijital çağ okuryazarlığı, yüksek üretkenlik, girişimcilik, medya okuryazarlığı, sosyal ve kültürlerarası beceriler, yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim, işbirliği, bilimsel okuryazarlık, üretkenlik ve sorumluluk gibi bilgi ve becerilerle donatılması vurgulanmaktadır (Partnership For 21st Century Skills [P21], 2019; ATC21S [Assessment and Teaching of 21st Century Skills], t.y. ; Binkley, M., vd., 2012; OECD, 2019a; OECD, 2019b; OECD, 2019c; OECD, 2020a; OECD, 2020b; Soffel J., 2016). Bu durum çağımızda bilgiye erişmekten ziyade, onu gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanabilen, küresel ve yerel sorunların üstesinden gelebilen ve yeni bilgi ve teknolojiler üretebilen bireylerin yetiştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Bozkurt, 2014; Hacıoğlu, 2017; NRC, 2012a; Şahin, 2018).

Bireylerin sahip olması gereken niteliklerinin değişmesi ile birlikte ülkelerin ve toplumların gerek küresel gerek yerel rekabet şekli değişmiştir. Çünkü hayatımızda yer alan küresel problemler (akut gıda güvensizliği, içme suyuna erişim, küresel ısınma, çevre sorunları, enerji kaynaklarının yetersizliği, sağlık ve sosyal güvenlik sorunları, kalitesiz eğitim gibi [Global Report On Food Crises-Küresel Gıda Krizi Raporu, 2021; Birleşmiş Milletler Kalkınma Hedefleri, t.y.]) ve günlük yaşam problemleri (diyet yapma, sigara kullanımı, aşılama, evde ve işte güvenlik gibi) karmaşıklaşmıştır. Karşılaştığımız problemler tek bir disiplin ya da meslek alanında sahip olunan bilgilerle çözülemeyecek hale gelmiştir (Jacobs, 1989; Hacıoğlu & Başpınar, 2020). Bu karmaşık problemlere çözüm bulabilen bireylere sahip toplumlar rekabetten galip çıkmaktadır. Bu durum bilim ve teknolojinin getirdiği yeniliklere ayak uydurabilen, bunun da ötesinde bilim ve teknolojinin gelişimine üreterek katkı

sağlayabilen bilimsel okuryazar bireylerin yetiştirilmesi gerekliliğini ön plana çıkarmıştır (Jesper & Ingo, 2018). 2020 yılında karşımıza çıkan küresel bir problem olan COVID-19 salgını bunun en somut göstergesi olmuştur (Leung, 2021). Dünya olarak içinde bulunduğumuz bu süreç, bilim ve teknolojinin bir yansıması ve çevreye verdiğimiz zararın bir göstergesi olarak değerlendirilirken (Ghebreyesus, 2020), yine bilim ve teknoloji çalışmaları ile salgının üstesinden gelmeye çalışmaktayız. Bu çalışmaların mikro ve nanoteknoloji, genetik, biyoteknoloji, biyoenformatik-biyoistatistik, yenilenebilir enerji teknolojileri, iletişim teknolojileri, uzay teknolojileri, akıllı ve yenilikçi malzemeler, robotik, yapay zekâ ve makine öğrenmesi, sürdürülebilir tarım, gıda üretimi, moleküler farmakoloji, genetik ve ilaç araştırmaları gibi (Covid inovasyonları [Covid innovations]; t.y.) disiplinler arası alanların iş birliği ile gerçekleştirildiği dikkat çekmektedir. Salgınla ilgili bilimsel olarak aşı, ilaç, test kitleri, hasta analizleri, bor mineralinden dezenfektan üretimi, epidemik tahminleme ve karar almayı destekleyici uygulamalar gibi çalışmalar yapılırken bir yandan da salgından etkilenmeyi önleyecek: toplu iletişim uygulaması yazılımları, vatandaşların hareketliliğinin ölçümü, hastalığın yayılma trendleri ve sağlık durumu takibi, HES kodu uygulamaları, dijital platformlar, uzaktan erişim ve video/telekonferans sistemler, uzaktan eğitim yapılanmaları, e-ticaret, sosyal, kültürel ve sanatsal alanlarda dijitalleşme gibi bilimsel ve teknolojik ürünler piyasaya çıkmıştır. Salgınla birlikte yeni dünya düzeni kavramı hayatımıza girmiştir. Salgından en çok etkilenen ve salgının etkisini en hızlı şekilde azaltabilen ülkelerin bilim ve teknoloji alanında gelişmiş ülkeler olduğu ortadadır. Bu durumda bu küresel rekabetten galip çıkabilmek için, disiplinler arası çalışmaya eğilimli, 21. yy becerilerine sahip, bilimsel okuryazarlığı yüksek, bilim ve teknolojiyi anlayan ve yaratıcı çözümler bulabilen üretici bireylerin yetiştirilmesinin önemi bir kez daha görülmüştür. Küresel alanda rekabet edebilmek ve küresel pazarda yer alabilmek için, bireylerden bilgiyi doğrudan kabul etmeleri, bireylerin yönlendirilmeleri ya da kendilerini biçimlendirmede kullanabilmelerinin ötesinde; toplumun şekillenmesinde önemli rol oynamaları, bunun için de bilimsel olayları anlamaları, eleştirel, yaratıcı, üretici düşünerek, mantık çerçevesinde ve bilimsel yöntemleri kullanarak karar verebilmeleri beklenmektedir (AAAS [American Association for the Advancement of Science], 1990; NRC [National Research Council], 1996; MEB [Milli Eğitim Bakanlığı], 2018; NGSS

2013, Mullis vd., 2020; OECD [Organisation for Economic Co-operation and Development], 2019a; OECD, 2019b; OECD, 2019c). Bu bağlamda bireylerin kariyerlerine yön verebilmeleri ve kaliteli bir eğitim almaları önemlidir (Chen & Chang 2018; Gülhan, 2016; Lou vd. 2011).

Değişen bilim ve teknoloji ile birlikte eğitim anlayışları da zamanla değişmiştir. Öğretmen merkezli geleneksel öğretim anlayışları, yerini öğrencilerin yeni bir şeyler üretmek, yeni durumlara adapte olması için, bilgiye ihtiyaç duydukları ve bu sayede kendilerini geliştirme fırsatı yakaladıkları (Barron & Darling-Hammond, 2008; Jerald, 2009; Zhao, 2009) çağdaş öğretim anlayışlarına bırakmak zorunda kalmıştır. Bu zorunluluklar doğrultusunda eğitim reformları gerçekleştirilmiştir (Liu vd., 2009; Breiner vd., 2012). Eğitim reformlarının merkezinde de her zaman olduğu gibi fen eğitimi yer almıştır (Liu vd., 2009). Bunu gerçekleştirebilmek için öğrencilerin doğal olayları açıklama becerilerini geliştirmelerini, bilimsel fikirleri ve uygulamaları kullanarak zorluklara çözümler tasarlayabilmelerini sağlayacak fen öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Millar & Osborne, 1998). Bu ihtiyaca cevap verebilmek için, bilim ve teknolojiadaki gelişim ve değişime katkı sağlayabilecek bireyler yetiştirmek amacıyla, eğitim reformlarının odağında bilimsel okuryazarlık yer almıştır (AAAS [Amerikan Association for the Advancement of Science], 1990; ITEA [International Technology Educators Association], 1996; ITEA, 2002; ITEA/ITEEA, 2000, 2002, 2007; NRC [National Research Council], 1996; NAE [National Academy of Engineering], 2010; NRC, 2009a,b; NRC, 2012b; The National Curriculum for England (Department of Education and Employment), 1999; Council of Ministers of Education, 1997; MEB [Milli Eğitim Bakanlığı], 2006, 2013, 2018). 1950'lerde herkese bilimsel anlayış kazandırmak için fen eğitimi reform hareketlerinin yansıması olarak bilim ve bilimsel sürecin birlikte öğretilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Vizyon I olarak ifade edilen bu sürece sonraları bireylerin bilimin gerçek yaşamda kullanılması ve günlük hayatta karşılaştığı sorunlara bilimsel ve teknolojik yaklaşımları kullanmayı amaçlayan Vizyon II ve Vizyon III anlayışları benimsenmiştir (Robert, 2007). Vizyonlarda yer alan haliyle birlikte, bilimsel okuryazarlık kavramına, bilimle ilgili konuların ve bilimsel düşünmeyi yansıtmaya istekli olma (OECD, 2006), fen-teknoloji-toplum arasında ilişki kurabilme (Hurd, 1975), sosyo-bilimsel konulara

bilimsel ve teknolojik çözümler üretebilme (Öztürk vd., 2020) ve bilimsel dünya görüşünün doğası, bilimsel girişimlerin doğası (etik ve değerler), eleştirel düşünme ve bilimsel yöntemlerin kullanımı, insan ilişkilerinde bilimin rolünü kapsayan çeşitli boyutların eklenmesiyle (NRC, 1987) bilimsel okuryazarlık kavramı da zamanla değişmiş ve gelişmiştir. Bu süreçte bilimsel bilgiyi ve anlayışı kazandırmak; fen, teknoloji, toplum, çevre ilişkisini kurmaktan öteye geçen bir anlayışın benimsenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bunun için sadece bilim ve teknoloji bilgisini ve sürecini anlamak kullanmak yeterli olmamış, bilim ve teknoloji üretimi vurgulanmıştır. Herkes için fen okuryazarlığı, herkes için fen ve teknoloji okuryazarlığı sloganlarının ötesine geçilerek üretici düşünmenin sadece üstün yeteneklilere ait bir özellik olduğu (Barışık, 2018; Renzulli vd., 2009; Sternberg, 2009; Talas vd., 2013) düşüncesi de değiştirilerek herkesin üretici bir birey olması da zorunluluk haline gelmiştir.

Bilimsel okuryazarlık, bilimin doğası (bilimin rolü, bilimsel düşünme ve değerlendirme, bilim ve toplum, bilim medyası okuryazarlığı, bilimde matematik ve bilim motivasyonu ve inançları) ve süreçleri hakkında bilgilenirken, bilimle gerçek yaşamın pragmatik ve anlamlı bir şekilde ilişkilendirilmesidir (Fives vd., 2014). Bu tanıma göre bilimsel okuryazarlık bilimsel bilgiyi öğrenmekle birlikte, bilime karşı olumlu tutum ve motivasyon geliştirerek bilimsel uygulamalar gerçekleştirerek bilimin doğasını anlamayı içerir. Bu gerçek yaşam problemlerinin bilimsel yolla çözülmesini, bilimsel süreç becerilerini ve diğer 21. yy becerilerini kullanabilmeyi, ilgili disiplinlerin bilgisini kullanmayı -özellikle matematik-, gerektirmektedir. Öğrenenlerin bilimsel okuryazarlıklarının gelişimi ile ilgili literatür incelendiğinde bu boyutların daha çok ayrı ayrı geliştirilme çabası içinde olduğu dikkat çekmektedir. Örneğin öğrenenlerin akademik başarılarının (Bennett vd., 2007; Büyükbastırmacı, 2019; Bybee, 2010a; Ceylan, 2014; Ceylan & Özdilek, 2015; Çevik M., 2018; Rabitoy vd., 2015; Robinson vd., 2014; Yamak vd., 2014; Yıldırım & Altun, 2015), bilimsel süreç becerilerinin (Bozkurt, 2014; Gökbayrak & Karışan, 2017a; Marulcu & Sungur, 2012; Sullivan, 2008; Yamak vd., 2014), bilime karşı tutumlarının (Çavaş, 2013; Doğanay, 2018; Harkema vd., 2009; Means vd., 2016), bilimin doğası anlayışlarının (Michaels vd., 2008; Şık, 2019; Yıldırım vd., 2017;), fen bilimlerine yönelik motivasyonlarının (Green, 2012; Gökbayrak & Karışan, 2017b; Park & Yoo, 2013;

Yıldırım & Selvi, 2017), öz yeterliliklerinin (Kapila & Iskander, 2014), epistemolojik inançlarının (Bahşi & Fırat, 2020) incelendiği çalışmalar literatürde karşımıza çıkmaktadır. Ancak bilimsel okuryazarlığın tüm boyutlarının birlikte ele alındığı çalışmalar yapılmış (Parno vd., 2018; Storksdieck, 2016; Yuliati vd., 2018b) olsa da hala bilimsel okuryazarlıkla ilgili çalışmalara ihtiyaç vardır. Nitekim ulusal ve uluslararası yapılan öğrenci değerlendirmeleri de bu ihtiyacı ortaya koymaktadır. Uluslararası alanda, on beş yaş üzeri öğrencilerin bilimsel okuryazarlık seviyelerinin belirlendiği OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) tarafından düzenlenen PISA (Programme for International Student Assessment) sınavlarında Çin, Singapur, Estonya, Finlandiya, Kore gibi gelişmiş ülkeler uzun yıllardır başarı elde etmektedir (OECD, 2006; 2016; 2019a; 2019b; 2019c; 2020a; 2020b). Bu ülkeler hala öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını geliştirmek için çaba gösterirken ülkemizde fen bilimleri eğitim programlarının (MEB, 2005; 2013; 2018) uzun yıllardır hedefi bilimsel okuryazarlığı geliştirmeyi ve buna yönelik uygulamaları işaret ediyor olmasına rağmen sınav ortalamalarının altında, son sıralarda yer almaktadır (OECD, 2006; 2016). Son yıllarda ise ülkemizde bilim uygulamalarına yönelik çalışmaların vurgulanması ve uygulanması ile PISA (2018) sınavında ortalamaların üzerine çıkılmış, son zamanlardaki en iyi sonucunu elde etmiştir (MEB, 2019). Yine IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) tarafından dördüncü ve sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık seviyelerinin belirlendiği TIMSS [Trends in International Mathematics and Science Study-Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması] (2019) sınavında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (MEB, 2020). Bu sonucun ortaya çıkmasında fen bilimleri öğretim programında bilim, teknoloji, mühendislik ve tasarım uygulamalarına yer verilmesinin ve bilimsel okuryazarlığa verilen önemin etkili olduğu söylenebilir.

Son yıllarda bilim ve teknolojideki gelişmelerin yansıması olarak bireylerin, günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözebilecek, çağın gerektirdiği niteliklere sahip becerileri geliştirecek, bilimsel ve disiplinler arası entegrasyonun sağlanabileceği ortamlar tasarlanarak var olan potansiyellerinin ortaya çıkarılması önemli hale gelmiştir (Hacıoğlu, 2017). Bilim ve teknoloji ile birlikte diğer disiplinlere de bilimsel

bakış geliştirmeyi ve bu disiplinlerin gelişimine katkı sağlayabilmek için üretici olmayı da vurgulayan eğitim çalışmaları karşımıza çıkmaktadır. Bunun yansıması olarak da disiplinler arası öğretime vurgu yapıldığı dikkat çekmektedir. Bu disiplinlerden çağın gerektirdiği öncelikli alanlar olan ve nitelikli bireye ihtiyaç duyulan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) disiplinlerinin entegrasyonuna dayanan STEM eğitimi ortaya çıkmıştır (Aikenhead & Elliott, 2010; Bybee, 2010b; Capraro vd., 2013; Leung, 2020; Morrison, 2006). STEM eğitimi ile bireylerin bilimsel okuryazarlığın gelişmesine katkı sağlamak ile birlikte 21. yy iş dünyasında ihtiyaç duyulan gerekli becerilerin gelişmesine katkı sağlamak amaçlanmaktadır (Gonzalez & Kuenzi, 2014). Bu çalışmalarda ülkeler eğitim sistemlerinde yaptıkları değişimlerle, bireylerin kararlarını verirken bilimsel süreç basamaklarını kullanmasını, üst düzey düşünme becerilerini geliştirmesini, tasarım sürecinin basamaklarını en iyi şekilde kullanmasını, birden fazla çözüm önerisi geliştirmesini, bu çözüm önerilerinin arasından seçimler yaparken bilimsel argümanları kullanmasını ve çözümlerini kanıtlara dayandırarak savunmasını, yargıda bulunmasını, değerlendirmesini, yani bilim okuryazarı ve üretici düşünme becerilerine bireyler olmasını hedeflemektedir. Türkiye’de Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FETEMM) eğitimi olarak da adlandırılan (Çorlu, 2014) **STEM eğitimi**, fen ve matematik eğitimine mühendislik ve teknoloji tasarım sürecinin entegrasyonu olarak ifade edilmektedir (NAE & NRC, 2014). Bireylerin, karmaşık ve otantik olan gerçek yaşam problemlerinin çözümünde, çevresindekilerle iş birliği içerisinde çalışarak STEM disiplinlerinin çalışma prensibi olan bilimsel araştırma-sorgulama, mühendislik/teknolojik tasarımı ve matematiksel modelleme sürecini işletmesini gerektirmektedir (Bozkurt, 2014; Bozkurt Altan & Hacıoğlu, 2018; Gülhan & Şahin, 2016; Hacıoğlu vd., 2016; Hacıoğlu, 2017; Hacıoğlu & Gülhan, 2021; Yamak vd., 2014). Böylece, öğrencileri bağımsız öğrenenler, daha iyi problem çözücüler, mantıksal düşünürler ve yenilikçiler (Stohlmann vd., 2012), yaratıcı birer üretken (Guzey & Aranda, 2017; Guzey & Jung, 2020; Hacıoğlu, 2017; Wan vd., 2020) olmaya hazırlamak için anlamlı bir öğrenme bağlamı oluşturmaktadır (Brophy vd., 2008). Nitekim STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel bilgilerinin (İrkıçatal, 2016; İnce vd., 2018; Karaçalli & Korur, 2014; Lou vd., 2014; Means vd., 2016), ilgi ve tutumlarının (Eroğlu & Bektaş, 2016; Harkema vd., 2009; Means vd., 2016), eleştirel

düşünme becerilerinin (Hacıoğlu, 2017; Hacıoğlu & Gülhan, 2021), kariyer seçimlerinin (Gülhan, 2016; Means, 2016), öz yeterliliklerinin (Kapila & Iskander, 2014) ve problem çözme becerilerinin (Parno vd., 2020a; DeWaters & Powers, 2006; İnce vd. 2018; Şahin vd., 2014; Tabaru, 2017), bilimsel süreç becerilerinin (Sungur-Gül & Marulcu, 2014; Yamak vd., 2014), yaratıcılıklarının (Hacıoğlu, 2017; Siew, Amir & Chong, 2015) gelişmelerine katkı sunduğu bir çok çalışma ile ortaya konmaktadır.

STEM eğitiminde oldukça karmaşık olan problemlerin çözülmesinde araştırma sorgulama temelli (Gökbayrak & Karışan, 2017a; Yuliati vd., 2018a; Yuliati vd., 2018b), tasarım temelli (Aranda vd., 2020; Bozkurt, 2014; Hacıoğlu, 2017; Hacıoğlu & Dönmez Usta, 2020; Harman ve Yenikalaycı; 2021; Guzey vd., 2020; Guzey & Jung, 2021) probleme dayalı (Alıcı, 2018; Baran vd., 2019; Ergun & Külekci, 2019; LaForce vd., 2017; Parno vd., 2019), proje tabanlı (Harada vd., 2008; Lou vd., 2017; Mutakinati vd., 2018; Parno vd., 2020a; Parno vd., 2020b; Tseng vd., 2013; Yuliati vd., 2018b) gibi çeşitli yaklaşımlarla entegrasyon sağlanabilmektedir. Tüm bu yaklaşımlar gerçek bir yaşam problemi ile başlar ve bu problemlerin tanımlanmasını, öğrencilerin araştırma ve sorgulamayla probleme çözümler aramalarını, bunun için farklı disiplinleri işe koşmalarını, iş birliği içerisinde çalışmalarını, bir ürün ortaya koymalarını gerektirir (Thomas, 2000). Proje Tabanlı Öğrenme (PBL) süreci gerek araştırma sorgulama süreci gerekse de tasarım süreci ile benzer olması nedeniyle STEM eğitimi ile ortak birçok özellik içermektedir. PBL yaklaşımı ve STEM eğitimi, mühendislik tasarım sürecini işletmek için uygundur (Capraro & Slough, 2013). Nitekim literatürde PB-STEM yaklaşımı ile öğrencilerin akademik başarılarının (Bicer vd. 2015; Han vd., 2015; Han vd., 2016; Riskowski vd., 2009), ilgi ve motivasyonlarının (Capraro & Jones, 2013; Capraro & Slough, 2013; Capraro vd., 2013; Chen & Chang 2018; Chen & Lin 2019; Fulton & Britton, 2011) arttığını gösteren çalışmalar yer almaktadır. Bunun yanı sıra Tati vd. (2017) PB-STEM ile öğrencilerin STEM okuryazarlığının artırılabilceğini göstermiştir. Ancak çok az çalışma (Aslanyavrusu, 2013; Bacanak, 2002; Bahadır, 2011; Baker, 2004; Başaran, 2005; Duban, 2010; Gülhan, 2012; Parno vd., 2020b; Süren, 2008) PB-STEM eğitimiyle öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının değiştirilebileceğine yer vermiştir.

Nitekim, alan yazında bu alanda yapılan çalışmalar hala yetersizdir. Bu çalışmada, PB-STEM eğitimi gerçekleştirilerek öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının geliştirilmesinin etkisini incelemek amaçlanmaktadır.

PB-STEM, mühendislik disiplinin entegre edildiği tüm STEM öğretim uygulamalarında olduğu gibi öğrenenlerin gerçek yaşam problemlerinin çözümü için bir ürün ortaya koymasını, bunun için de tasarım sürecinin işletilmesini gerektirir. Tasarlanan bu ürün bir sunum, bir afiş, bir çizim olabileceği gibi, bir model ve proje de olabilir. Tasarım sürecinde, öğrencilerin belirli bir mühendislik zorluğunu çözmek için meşgul oldukları karar verme süreci yer almaktadır (Guzey & Jung, 2021). Tasarım eylemi gerçek yaşam problemleri gibi oldukça karmaşık bir süreçtir ve yaratıcılık/üretici düşünme becerisi gerektirdiği gibi öğrencilerin başarılı ürünler oluşturabilmeleri için, bilimsel süreç becerilerini kullanarak, kanıta dayalı kararlar vermeleri önemlidir (Aranda vd., 2020). Bu nedenle öğrenenlerin bilimsel okuryazarlıklarının ve üretici düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, bir gerçek yaşam probleminin çözülebilmesi için, proje tabanlı öğrenme yaklaşımıyla ve fen bilimleri dersi odağında, diğer STEM disiplinlerinin (matematik, mühendislik ve teknoloji) entegrasyonu ile yürütülen PB-STEM eğitiminin, ortaokul öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarının ve üretici düşünme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olup olmadığının anlaşılmasında uygun bir öğrenme ortamı yaratacağı düşünüldüğünden bu araştırma yürütülmüştür.

1.2. Araştırmanın Problemi

Bu çalışmada, “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıkları ve üretici düşünme becerileri üzerinde bir etkisi var mıdır?” sorusuna cevap aranmıştır. Bu probleme cevap bulabilmek için aşağıdaki alt problemler belirlenmiştir:

1. Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarına etkisi var mıdır?
2. Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin üretici düşünme becerilerine etkisi var mıdır?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun öğretiminde PB-STEM eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarına ve üretici düşünme becerilerine etkisinin araştırılmasıdır.

1.4. Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

"Çalışmak demek, boşuna yorulmak, terlemek değildir. Zamanın gereklerine göre bilim ve teknik ve her türlü uygar buluşlardan azami derecede istifade etmek zorunludur."

"Tüketici yaşamak iyi değildir. Üretici olalım."

M. Kemal Atatürk

Atatürk'ün de uyarıları ve yol göstericiliği göstermektedir ki gerek uluslararası gerek ulusal alan da eğitim çalışmalarının temel amacı çağın getirdiği yenilik ve değişikliklere uyum ve katkı sağlayabilecek ve üreterek ülkelerin refah düzeyini en üst seviyeye çıkarabilecek bireylerin yetiştirilmesidir. Bunun için her bireyin bilimsel okuryazar olması ve üretime katkı sağlayarak bunu gerçekleştirmesi beklenmektedir. Ülkemiz öğretim programlarının da temel hedefi, bilimsel süreçlerin öğrenme ortamlarına aktarılmasıyla öğrencilerin, dünyayı anlamak için araştırmalar yapması ve bilimsel sürece doğrudan katılarak bilimsel bilginin nasıl geliştiğini anlaması olarak belirtilmiştir. Fen Bilimleri dersi özelinde bakıldığında ise fen bilimleri dersi öğretim

programının (MEB, 2018) özel amaçları arasında yetişen bütün bireylerin bilim okuryazarı olmalarını sağlamak yer almaktadır. Yine temel amaçlar olarak, fen bilimlerinin tüm alanlarında olmakla birlikte, fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak, bilimsel süreci benimsemek, bilimin doğasını anlayabilmek, bilimsel süreci işleterek yaşam becerilerini geliştirmek ve gerçek yaşamda sorumluluk alarak bu becerileri işe koşturmak, fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkisini, bunların ülke ve topluma katma-değerini bilmek, sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek, bunu gerçekleştirebilmek için ise ilgili alanlarda kariyer bilinci geliştirmek ve girişimcilik becerilerini geliştirmek olarak sıralanmıştır (MEB, 2018). Öğretim programının amacı olan bilimsel okuryazarlığını geliştirerek, üretici bireyler yetiştirebilmek için disiplinler arası ilişkili, otantik ve oldukça karmaşık olan gerçek yaşam durumlarının çözümünde, fen ve matematik bilgi ve becerisini mühendislik/teknoloji tasarım sürecinde uygulayarak çözüm üretmeye dayanan STEM eğitimi önemlidir (Lacey & Wright, 2009; Cleaves, 2005; Lindahl, 2007). STEM uygulamalarında hem bilimsel süreci işleterek öğrencilerin benimsemesini kolaylaştırmak hem de daha gerçekçi çözümler üretilmesinde ve sonucunun değerlendirilmesinde mühendislik tasarım görevi içeren proje tabanlı STEM uygulamalarının daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Öğrenciler, süreç boyunca bilgi paylaşımı, projeyi tartışmak, görevleri bölüşmek, sunum hazırlamak, projeyi sunmak gibi iletişim becerilerinin geliştiği ortamlara dahil olurlar (Astawa vd., 2017; Barak & Zadok, 2009; Bell, 2010). Proje süreci boyunca, öğrencilerin problemin çözümüne ilişkin kararlar vermede üretici düşünme becerilerini kullanmaları önemlidir. Fakat gerek alan yazında STEM eğitimi ile ilgili çalışma ve etkinlikler olmakla birlikte, öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının ve üretici düşünme becerilerinin geliştirileceği öğrenme ortamlarının nasıl tasarlanacağı ve uygulanacağı konusunda yeterince kaynak bulunmamakta, gerekse öğretim programında bu hedeflere nasıl ulaşılacağına ilişkin açıklama ya da uygulama örnekleri bulunmamaktadır. Bu doğrultuda fen derslerinde öğrencilerin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerileri geliştirecek örnek uygulamalar sunmak önem arz etmektedir.

Bu araştırmada ortaokul ğrencilerinin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik canlılar ve hayat öğrenme alanında bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunda proje tabanlı bir STEM etkinliğinin geliştirilmiş olması önemlidir. Nitekim alan yazında bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunda STEM etkinliklerinin sınırlı olduğu (Seren & Veli, 2018) görölmekle birlikte, ğretim programı uygulamalarının gerçekleştirildiğı kitaplarda canlılar ve yaşam öğrenme alanında gerçekleştirilen STEM uygulama örnekleri de yetersizdir. STEM etkinliklerinin hazırlanması öğretmenler tarafından zor olarak kabul edilmektedir (Bozkurt Altan & Hacıoğlu, 2018; Hacıoğlu & Başpınar, 2020). Bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunda, PBL süreciyle entegre edilmiş ve iyi yapılandırılmış bir STEM eğitimi, hem öğretmenlerin uygulama sürecine, hem de alana katkı sağlaması bağlamında önemlidir. Sürecin uygulanması ve sunulması gerek ders içi gerek ders dışı etkinlikler olarak uygulanabilecek özelliktedir. Aynı zamanda çalışmanın yönteminde, sürecin ayrıntılarıyla açıklanması, uyarlanabilir olduğunu da ortaya koymaktadır.

Çalışmada disiplinler arası bir çevre problemi olan sağlıklı besin yetiştirilmesi bağlamında bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme bilgi ve becerisi ile çözülebilecek bir problem bağlamında ortaokul ğrencilerinin birer ziraat mühendisi gibi çalışarak hem bilimsel süreç becerilerini hem mühendislik tasarım sürecini işletebilecekleri bir öğrenme ortamı tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bu süreç bir eylem planı olarak hazırlanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Öğrencilerin yakın çevrelerinde bir problemin çözümüne yönelik bir proje gerçekleştirmeleri; araştırmacı, bilimsel, yaratıcı ve üretici yönlerini ortaya çıkarması açısından ülkeye katma değer sağlayacak nitelikli bireylerin yetiştirilmesinde bir yol olabilir. Ayrıca uygulanan eğitimin etkililiğinin ortaya konması STEM eğitimi uygulamaları için uygulayıcı ve araştırmacılara yol göstermesi açısından teşvik edici olacaktır. Bu da STEM eğitimi uygulamalarının ülkemizde çeşitlendirilmesi ve yaygınlaştırılması için bir yol olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada, öğrencilerin tasarım sürecinde karar verme ve düşünme süreçlerini aktardıkları çözüm önerileri sunma süreçleri, söylem analizi ile ayrıntılı olarak incelenmiştir. Öğrencilerin söylemlerinde, bilimsel argümanları ne kadar kullandıkları, bu argümanlarla ürettikleri çözümleri analiz edip edemedikleri, tasarımlarına entegrasyonları, edindikleri bilgilerden yaptıkları çıkarımlar, değerlendirmeler ve yargılamalarla kendi çözümlerini üretmeleri, seçimlerini savunmaları ve haklı çıkarımları üretken düşünme becerilerindeki değişimin tespit edilmesinde önemlidir. Aynı zamanda bu çalışmada, öğrencilerin PB-STEM eğitimi süresince bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunda karar alma sürecinde, ürettikleri söylemleri incelenmiş ve üretici düşünme becerilerindeki değişimleri belirlenmiştir. Bu bağlamda etkinlik, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözerken öğrenme, üretici düşünme ve kanıta dayalı karar verme sürecine ilişkin konuşmaları hakkında bilgi sunması ve uygulama yapacak araştırmacı ya da öğretmenlere bu süreçleri somutlaştırarak yol gösterici olması açısından önemlidir. Nitekim öğrencilerin farklı düşünme modlarını nasıl kullandıklarını anlamak, onların bu tasarım zorluklarını çözerken ortaya çıkan üretici düşünme süreçlerine ışık tutabilir (Guzey ve Jung, 2021).

Çalışmanın çıktıları olan bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik sonuçlar, ulusal ve uluslararası sınavlarda öğrencilerin problemin çözüme en uygun olanın seçilmesi için karar vermelerini kolaylaştırıcı olması (Han vd., 2015), başarılarının nasıl arttırılması, fen bilimlerine yönelik tutum ve motivasyonlarının nasıl öğrenme ortamlarında sağlanacağı konusunda da yol gösterici olması açısından önemlidir. Hem uygulama sürecinin hem de etkinliğin MEB öğretim uygulamalarına ve program geliştirme çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.5. Araştırmanın Varsayımları (Sayıtlar)

Bu araştırmada;

1. Çalışma sürecinde araştırmacının önyargılı ve taraflı olmamaları, objektif olmaları,
2. Öğrencilerin çalışmada kullanılan veri toplama araçlarına içtenlikle ve samimi cevap vermeleri,
3. Toplanan verilerin kodlanmasında, analizinde ve değerlendirilmesinde, görüşleri alınan uzmanların, objektif ve samimi olmaları

konusunda uygun ortamlar sağlanmış ve bu özelliklerin sağlandığı varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma 2018-2019 eğitim-öğretim yılının bahar dönemindeki fen bilimleri ve bilim uygulamaları derslerinde araştırmacılar tarafından tasarlanan ve uygulanan eylem süreci ile sınırlıdır.
2. Araştırmanın katılımcıları, araştırmacı öğretmenin görev yaptığı ve araştırmayı ortaya çıkaran problemin yaşandığı Giresun ilinde yer alan bir ortaokulun yedinci sınıfında öğrenim gören 28 öğrenciyle sınırlıdır. Ayrıca kontrol grubunun olmaması ile sınırlıdır. Süreç araştırmanın yapıldığı okulun ve araştırmacının imkanlarıyla sınırlıdır.
3. Uygulanan etkinliklerin kapsamı MEB (2018) fen bilimleri programında yer alan

“F.7.6.2.1. Bitki ve hayvanlardaki üreme çeşitlerini karşılaştırır.

F.7.6.2.2. Bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini örnekler vererek açıklar.

F.7.6.2.3. Bitki ve hayvanlarda büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörleri açıklar.

F.7.6.2.4. Bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenir ve gelişim sürecini rapor eder.”

kazanımlar ile sınırlıdır. Ayrıca etkinlikler fen ve mühendislik disiplininin odağında STEM disiplinlerinin entegrasyonuna dayalı PB-STEM yaklaşımı ile sınırlıdır.

4. Araştırmada toplanan veriler “Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği”, “Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi”, “STEM Etkinlik Kitapçığı”, “Kamera Kayıtları” ve “Fotoğraflar” dan, “Araştırmacı Gözlemi”, “Uzman Gözlemci”, “Araştırmacı Notları” ile elde edilen veriler ve bunların yansımaları ile sınırlıdır.



BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde; araştırmanın kuramsal temellerini yansıtacak literatür bilgisi yer almaktadır.

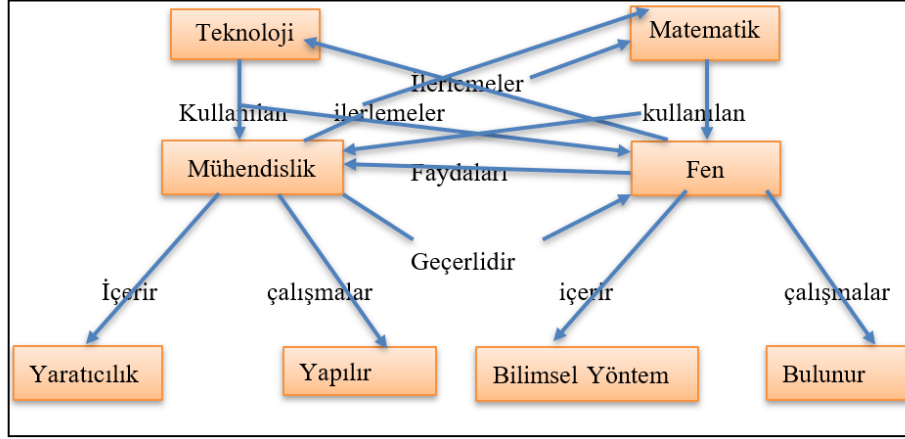
2.2. STEM Eğitiminin Önemi ve Uygulamaları

Amerikan Biyolojik Bilimler Enstitüsü'nün, ABD Temsilciler Meclisine yaptığı yorum şu şekildedir (Caughran, 2010):

“21. yüzyıl bilim kariyeri için hazırlanmayı beklemektedir. Bunun gerçekleşmesi için yeni eğitim modelleri uygulanmalıdır. 100 yıl önce yaptığımız gibi öğretmek artık öğrencilerin, bilim insanlarının veya toplumun ihtiyaçlarını karşılamıyor. Bilimsel olarak toplumun ya da gelecekteki bilim insanlarının bilim okuryazarları olmaları için, öğrencilerin gerçek dünyadaki problemleri disiplinler arası bir biçimde ele alarak öğrenmeleri gerekir.”

Geleceğin bilim ve teknoloji ile şekillendiği 21. yy'da, eğitim sistemleri çağın gerektirdiği yaklaşımlarla bireylerin ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Geçmişte olduğu gibi öğretmenlerin ve eğitim sistemlerinin geleceğin bireylerini -bilgiyi aktaran olmasının ötesinde- sorunların üstesinden gelmek için, birçok disiplini bir arada kullanmaları ve birer bilim insanı gibi bilimsel kanıtlardan yola çıkarak problemleri çözmeleri, yani üretken birer bilim insanı olmaları konusunda desteklemelidir. Gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerin sosyal ekonomik, biyolojik boyutlarının olması, problemlerin tek bir disiplinle değil, birden fazla disiplinle iş birliği içerisinde çalışılarak, çözüm üretilmesi anlayışını ortaya getirilmesi bağlamında önemli bir hal almıştır. Bu durum devlet politikalarını etkilemiş ve yapılan eğitim çalışmalarında, özellikle fen alanında disiplinler arası öğretim programlarına yer verilmesini ortaya

koymuştur (Hacıoğlu, 2017). Son yıllarda disiplinlerin entegrasyonuna dayanan disiplinler arası eğitime vurgu artsa da bu durum bilimsel gelişmelerle daha da artış göstermiştir. Böylece bilimsel ve teknolojik gelişmeleri etkileyen disiplinler olan STEM disiplinleri ön plana çıkmış, disiplinler arası eğitim STEM eğitimine doğru evrilmiştir.



Şekil 2.1. Disiplinler arası bir yaklaşımın değerinin (Caughran, 2010) Türkçe uyarlaması

Şekil 2.1.'den de anlaşılacağı gibi, Amerikan Biyolojik Bilimler Enstitüsü, STEM eğitiminin kendisi için daha entegre ve uygulamalı bir eğitim anlamına geldiğini öne sürerken; bazı gruplar tarafından, tematik olarak bir ya da birkaç dersin birbirine bağlanmasıyla, her bir konunun genel gelişimini desteklemek için birbirini pekiştirmesi gereken bir yaklaşım olduğu savunulmaktadır (Hanover Research, 2012)

STEM eğitimi, her biri farklı bilim dalları olan, farklı disiplinleri entegre ederek bilimin anlamını, işleyişini anlamaya çalışan ve diğer disiplinlerle olan ilişkisini ortaya koymaya çalışan, bununla birlikte bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin faydalarını açıklayan disiplinlerarası bir eğitim yaklaşımıdır (Alberta Education, 2007; Beane, 1991; Bybee, 2010a; 2010b; 2010c; Bybee, 2013; Breiner vd, 2012; Cifuentes & Özel, 2009; Harrel, 2010; Johnson, 2013; NRC, 2012a,b; NRC, 2014a,b; Yıldırım & Altun, 2015). STEM eğitimi disiplinler arasında bağ kurarak, belli disiplin ya da disiplinlere odaklanıp gerçek yaşam problemleri çevresinde yapılandırmayı ve anlamlı öğrenmeyi hedeflemektedir (Altan & Hacıoğlu, 2018; Bybee, 2000; Felix 2010; NAE & NRC, 2009; Nargund-Joshi & Liu, 2013; Wang,

2012; Yıldırım & Altun, 2015). Günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin sosyal ekonomik, biyolojik boyutlarının olması, problemlerin tek bir disiplinle değil, birden fazla disiplinle iş birliği içerisinde çalışılarak çözüm üretilmesi anlayışını getirmiş, devlet politikalarında bu anlayış önemli bir yer edinmiş, son yıllarda yapılan eğitim çalışmalarında, özellikle fen alanında disiplinler arası ğretim programlarına yer verilmesine imkân sağlamıştır (Hacıoğlu, 2017). STEM kavramlarının ve uygulamalarının bütünleştirilmesi, disiplinler arasında kavramsal öğrenmenin artışına sağlarken, mühendislik ve teknoloji alanındaki çalışmaları da desteklemektedir (Gencer vd., 2019).

STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesiyle ilgili modellerin anlaşılması için, ğretim programlarının bütünleştirilmesine ilişkin yaklaşımların bilinmesi önemlidir (Gencer vd., 2019). Dugger (2010)' a göre STEM' in okullarda öğretilmesinin dört yolu vardır: Birincisi, aslında disiplinler arası entegrasyonun olmadığı dört STEM disiplinin her birini ayrı ayrı öğretmektir. İkincisi, ABD okullarında sıklıkla uygulanan dört STEM disiplininden en az ikisine vurgu yapılan STEM entegrasyonuna dayalı öğretimdir. Üçüncüsü, STEM disiplinlerinden birini diğer ne entegre etmek olarak -örneğin, mühendislik disiplininin fen, teknoloji veya matematik derslerine entegrasyonu şeklinde- karşımıza çıkmaktadır. Dördüncüsü ve istenen bir yol olan dört STEM disiplinin entegrasyonuna dayanan öğretimdir. Bu farklılık disiplinler arası öğretimin multi- (Drake & Burns, 2004), inter- (Tress vd., 2007), ve trans-disipliner olarak (Tress vd., 2006)  farklı şekilde karşımıza çıkması ile de ilgili olabilir (Hacıoğlu, 2017). Ayrıca STEM gerçekleştirmek üzere ele alınan bağlamın hangi disiplinlerle ilgili olduğu da bu durumu ortaya çıkartmaktadır.

STEM disiplinlerinin hangisinin ne kadar vurgu ile öğretilbileceği ile birlikte entegrasyonunun nasıl sağlanacağı da çok önemlidir. Kaliteli bir STEM entegrasyonu için anlamlı gerçek yaşam problemlerinin kurulması, bu problemlerin mühendislik/teknolojik tasarım görevi içermesi, bu görevi gerçekleştirirken hatalardan ders çıkarılmasına izin verilmesi, hedef ders içeriği/kazanımları ile ilişkili olması, 21. yy becerilerini geliştirmeye imkân sağlaması ve ğrenci merkezli yaklaşımlarla ğretim yapılması önerilmektedir. Disiplinler arası bağlam olan gerçek yaşam

problemi ile başlayan süreçte fen entegrasyonu için bilimsel araştırma sorgulama sürecinin işe koşulması, matematik entegrasyonu için matematiksel modelleme süreci işletilerek matematiksel bilginin gerçek yaşam durumuna taşınması, mühendislik ve teknoloji entegrasyonu için ise mühendislik tasarım sürecinin işe koşularak problemin çözülmesi beklenmektedir (NGSS, 2013; NRC, 2012a). Bu süreçlerin hangisinin ön plana alındığı ile ilgili olarak STEM eğitimi uygulamaları da farklılık göstermiştir. İlgili alan yazında STEM öğretiminde disiplin entegrasyonunun hangi çağdaş ve öğrenci merkezli öğretim strateji, model veya yaklaşımı ile yapıldığıyla alakalı farklılıklar görülmektedir (Guzey vd., 2020). Bu farklılıklar kullanılacak olan yaklaşımın veya stratejinin en iyi şekilde çalıştığını araştırmak için daha fazla çalışma yapılması gerektiğini de ortaya çıkarmıştır (Dugger, 2010). Hem fen derslerinde araştırma sorgulama sürecini daha iyi anlamak, hem mühendislik tasarım sürecinin nasıl işletildiğini anlamak için öncelikle STEM eğitimi uygulamalarında araştırma sorgulama süreci ve mühendislik tasarım süreci ayrıntılı açıklanacaktır. Ardından bu araştırmada kullanılan PB-STEM yaklaşımı ayrıntılı olarak sunulacaktır.

2.2.1. STEM Eğitimi Uygulamalarında Araştırma Sorgulama Süreci

İçinde yaşadığımız evrende, kendimiz, doğamız, çevremiz, dünyamız sürekli değişmekte ve bu değişimler bireylerin değişen zamana ve 21. yüzyılın gerektirdiği becerileri kazanmaya ayak uydurabilmesi için toplumdaki rollerinin de değişmesine sebep olmuştur. Bu değişimlerden sadece bireyin kendisi sorumlu olmayıp ailelerin, okulların, üniversitelerin, kişilerin eğitiminden sorumlu olan kurum ve kuruluşların, devletlerin sorumlu olduğu ve bu değişimleri izlemesi gerektiği önemli hale gelmiştir. Eğitim programları hazırlanırken bu değişimlerin doğasına göre hazırlıklar ve planlamalar yapılmalı, hedefler koyulmalıdır.

"Geleceğin cahili okuma yazma bilmeyen değil de bilgiye nasıl erişileceğini bilmeyendir. "

Alvin Toffler (1992)

Araştırma sorgulama yoluyla öğrenme, öğrencilerin dünya hakkında bilgi topladıkları, bunu yaparken de bilimsel araştırma yöntemlerini kullandıkları bir eğitim faaliyeti olup kendi araştırma faaliyetlerini gerçekleştirdikleri, hipotezleri formüle ettikleri, bunları test etmek için deneyler tasarladıkları, bilgi toplayarak sonuç çıkardıkları ve böylece bilimsel araştırmanın tüm aşamalarını tamamladıkları bir eğitim stratejisidir (Keselman, 2003). Yine Keselman (2003)’e göre, bu stratejide eğitimciler tarafından öğrencilerden bilimsel süreci yönlendirmeleri istenirken, öğrencilerin bilimsel araştırma yapmakta yeterli donanımına sahip oldukları düşünülmekte, ancak bilimsel düşünme üzerine yapılan araştırmalar bu düşünciyi desteklememektedir.

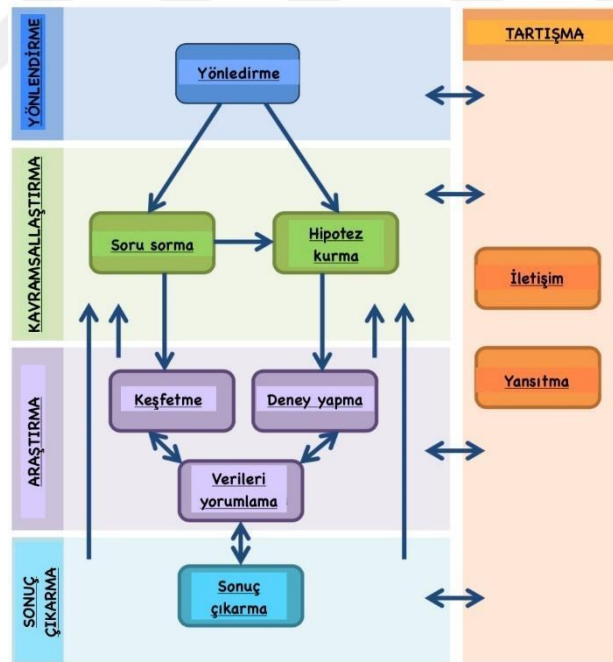
“Bilgi; öğrenme, araştırma veya gözlem yolu ile elde edilen gerçek olarak tanımlamaktadır.”

H. E. Adıvar (TDK-Türk Dil Kurumu Sözlük, t.y.)

Halide Edip Adıvar ile benzer şekilde Barutçugil (2002), bilgiyi; yaşam kalitesini yükselttiği, işleri ve ilişkileri geliştirdiği, sorunları çözdüğü, verimi, huzuru, güveni ve morali arttırdığı ölçüde değeri yükselen bir varlık şeklinde ifade etmiştir. Bilgi insan hayatında her zaman önemli bir yer tutmaktadır ve bilgiyle kendimizi, çevremizi, dünyamızı, evreni anlamak için bilim yoluyla bilgiyi kullanarak yaşam kalitemizi yükseltiriz. Gerçek yaşamda karşılaşmış olduğumuz karmaşık problemlerin çözümünde bilgiye ihtiyaç duyarız. İhtiyaç duyduğumuz bu bilgiye erişmenin çeşitli yollarını kullanırız. Eski çağlardan bugüne yazılı bilgiler kitaplarda, ansiklopedilerde işimizi görmüştür. Bugün ise internetin yaygınlaşmasıyla bilgiye ulaşmak kolaylaşmış ancak bu derin bilgi havuzundaki bilgilerden hangisinin bizim problemimizi çözeceği konusunda karar vermek güçleşmiştir. Bu nedenle araştırmalar yaparken bilgiye ulaşmanın yanı sıra bilimsel süreci kullanarak bilginin problemin çözümünde ne işe yarayacağını, nasıl kullanacağımızı bilmek önem kazanmıştır.

Bilimsel yöntemin araştırma-sorgulama, analiz ve sonuç çıkarma aşamalarını içerdiği; araştırma sorgulama aşamasında deneysel olarak test edilebilecek sorunları test edecek; analiz aşamasında bilgilendirici deneylerin tasarlanmasını ve yürütülmesini

sağlayacak; son aşama olan sonuç çıkarma aşamasında ise oluşturulan teorilerden elde edilen argümanlara göre revize çalışmalarının yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Kuhn, 2002). Ancak hipotezler oluştururken öğrencilerin değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemede zorlandıkları (Njoo & de Jong, 1993), deney aşamasında hipotezleri test etmekte yetersiz kalan sonuçsuz deneyler tasarladıkları (de Jong & Van Joolingen, 1998), kanıtları yorumlamakta ise mevcut teorilere uymayan verileri görmezden geldikleri, reddetme eğiliminde olabildikleri ve yanlış yorumlayabildikleri (Chinn & Brewer, 1993; Kuhn vd., 1995) söylenebilir. Kuhn (2002) ve Keselman (2003)'nın yaptığı araştırmalar, Klahr ve Dunbar (1998)'in tartıştığı gibi, tümevarımsal veya tümdengelimli bir akıl yürütme yaklaşımını izleyebilme olasılığı şeklinde farklılaşmaktadır. Bu farklılaşmadan yola çıkarak Pedaste (2015), sorgulamaya ilgili terminolojik izlemeler yapmış, yaptığı çalışmada sorgulamaya dayalı öğrenmenin temel öğelerini bir araya getirmekte ve bunları, araştırma döngülerinin birden çok uygulamasının tek bir çerçeveden gelişebileceğini gösterecek biçimde şekil 2.2.' deki gibi birleştirmektedir.



Şekil 2.2. Araştırmaya dayalı öğrenme çerçevesi (Genel aşamalar, alt aşamalar ve ilişkileri)

Pedaste (2015)'ye göre, şekil 2.2.' de sunulan araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme çerçevesi, araştırmaya dayalı öğrenmeye ilişkin çağdaş bir görüşü geniş ölçüde

yansıtmakta olup analizler sonucunda araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin beş genel aşama ve dokuz alt aşamadan oluştuğu vurgulanmıştır. Yönlendirme, kavramsallaştırma, araştırma ve sonuç olmak üzere sistematik olarak dört aşama sıralanır. Bu arada, tartışma aşaması diğer tüm aşamalarla bağlantılıdır. Kavramsallaştırma, iki alt evreye sahiptir: sorgulama ve hipotez oluşturma. Araştırma üç alt aşamadan oluşur: keşif, deney ve veri yorumlama. Ayrıca tartışma, iletişim ve yansıma olmak üzere iki alt aşamayı içermektedir (Noperman vd.,2019).

Tablo 2.1. Pedaste'nin Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Terminolojisi

Genel aşamalar	Açıklama	Alt aşamalar	Açıklama
Yönlendirme	Bir konu hakkında merak uyandırma süreci ve problem bildirimi yoluyla bir öğrenme zorluğunu ele alma süreci		
Kavramsallaştırma	Teoriye dayalı soruları ve / veya hipotezleri belirleme süreci.	Soru sorma	Belirtilen soruna göre araştırma soruları oluşturma süreci.
		Hipotez kurma	Belirtilen problemle ilgili hipotez oluşturma süreci.
Araştırma	Keşif ya da deney planlaması, deney tasarımı veya araştırmaya dayalı verilerin toplanması ve analiz edilmesi süreci.	Keşfetme	Bir araştırma sorusu temelinde sistematik ve planlı veri üretimi süreci.
		Deney yapma	Bir hipotezi test etmek için bir deney tasarlama ve yürütme süreci.
		Verileri yorumlama	Toplanan verilerden anlam çıkarma ve yeni bilgiyi sentezleme süreci.
Sonuç Çıkarma	Verilerden sonuç çıkarma süreci. Hipotez veya araştırma soruları ile verilere dayalı sonuçları karşılaştırma.		
Tartışma	Belirli aşamaların bulgularını veya tüm sorgulama döngüsünü başkalarıyla iletişim kurarak ve / veya tüm öğrenme sürecini veya aşamalarını yansıtıcı faaliyetlerle meşgul ederek kontrol etme süreci.	İletişim	Bir sorgulama aşamasının veya tüm sorgulama döngüsünün sonuçlarını diğerlerine (akranlar, öğretmenler) sunma ve onlardan geri bildirim toplama süreci. Başkaları ile tartışma.
		Yansıtma	Bütün sorgulama döngüsünü veya belirli bir aşamayı tanımlama, eleştirme, değerlendirme ve tartışma süreci. İç tartışma.

Süreç, tablo 2.1.'de olduğu gibi, öğrencilerin soru ya da hipotezler oluşturarak yönlendirmelerle sorgulama aşamasına geçebildikleri kavramsallaştırma aşamasından başlar. Bir plan yapmak ve keşifle başlamak için bir dizi soruya ihtiyaç duyulurken, hipotez odaklı bir yaklaşım öğrencileri soruşturma aşamasında daha yapılandırılmış deneylere yönlendirir. Ayrıca belirli bir sorgulama döngüsü, tartışma aşamasına farklı vurguların yerleştirilmesiyle uyarlanabilir. En basit durumda öğrenciler sorgulamaya dayalı sonuçlarını başkalarına sunarken daha karmaşık bir süreçte iletişim ve yansıtma, her genel sorgulama aşamasında ve bir öğrenme döngüsünün sonunda ihtiyaç duyulan önemli süreçler olabilir. Örneğin, öğrenciler kendi başlarına ya da grup çalışmalarında, araştırmaya geçmeden önce öğrenme süreçlerini ve kavramsallaştırma aşamasının sonuçlarını tartışabilirler (Pedaste, 2015).

Yine Felix (2016) fen eğitiminde, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerinin önemli olduğuna ve bunun için de gerçek yaşam problemlerinin üstesinden gelebilecek öğrencilerin aktif öğrenmelerini sağlayacak otantik öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyulduğuna vurgu yapmıştır. Bu nedenle ülkemizde de öğretim programında yaparak yaşayarak öğrenmeye vurgu yapılmış olup (MEB, 2005, 2013, 2018), son yıllarda araştırma sorgulamaya dayalı fen eğitimine verilen önem arttırılmıştır. Ancak yapılan eğitim uygulamalarına bakıldığında, araştırma sorgulama yoluyla edinilen bilgilerin sonuçlarının zaten bilindiği, gerçek yaşam problemlerini çözmekte yetersiz kaldığı, yapılan eğitimin sınıf içi sorgulamaları kolaylaştırmadığı, fen eğitimini gerçek yaşama uyarlayamadığı, eğitimciler tarafından etkin bir şekilde uygulanmadığı, 21. yy becerilerinin öğrencilere kazandırılmasında yetersiz kaldığı düşünülmektedir (Hacıoğlu, 2017). Nitekim Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Araştırma Topluluğu (NRC) tarafından araştırma sorgulamaya dayalı fen eğitiminin tek başına verilmesi yerine, mühendislik tasarımının programa entegre edilmesi, böylece K-12 eğitiminde fen alanında istenen başarının elde edilmesi için bilimsel ve teknolojik bilgilerin öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilişkilendirilmesi ve bu alanlarda temel becerilere sahip bireyler yetiştirilmenin önemine vurgu yapılmıştır (NRC, 2012a). Ülkemiz de ise 2005 yılında yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak revize edilen öğretim programının vizyonu “Herkes için fen ve teknoloji, herkes için fen okuryazarlığı” iken, öğrencilerin günlük yaşantılarında karşılaştıkları problemleri sorgulamak, bilgi ve mantığa değer vermek, davranışlarının sonuçlarını üstlenmek gibi bilimsel değerlere sahip olmalarını da hedeflemekte olup 2013 yılında yapılan revize ile dünyadaki gelişmelere paralel olarak yaklaşımın “araştırmaya-sorgulamaya dayalı öğrenme” olduğu vurgulanmıştır (Bozkurt, 2014). 2018 yılında MEB tarafından yayınlanan öğretim programı incelediğinde 21. yy becerilerinden olan bilimsel süreç becerilerine, gerçek yaşam becerilerine, mühendislik ve tasarım becerilerine vurgu yapıldığı görülmektedir (MEB, 2018, s. 9). Ayrıca aynı programda, fen bilimleri mühendislik, matematik ve teknoloji ile bütünleştirme yaparak problemlere disiplinler arası bir yolla, öğrencilerin buluş ve inovasyon yapabilme yeteneklerini geliştirmeleri, edindikleri bilgi ve becerileri sayesinde ürün oluşturmaları ve bu ürünleri nasıl pazarlayabilecekleri konusunda stratejiler geliştirmesi vurgulanmıştır (MEB, 2018). Tüm bu bilgilerin ışığında öğrencilere kazandırılması istenen beceriler, STEM

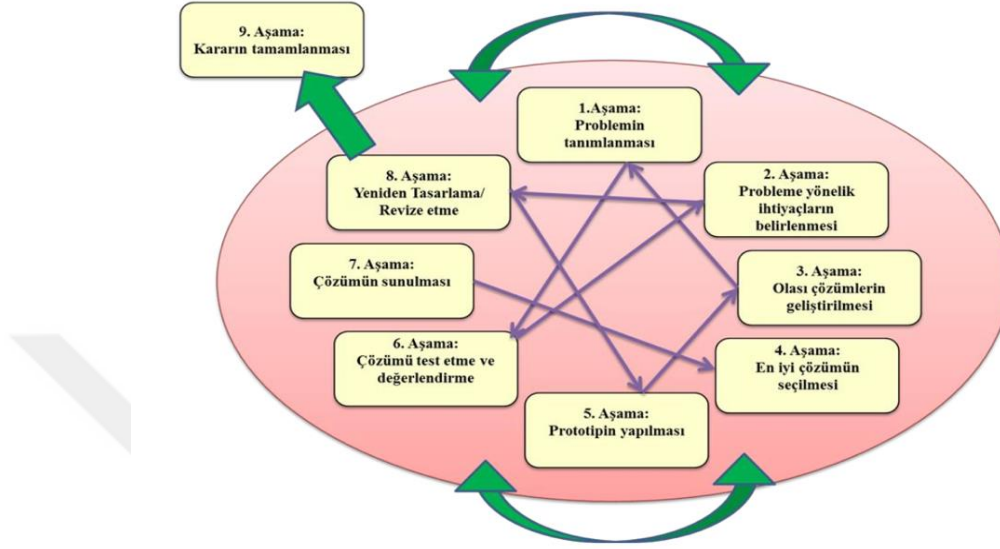
disiplinlerinin entegrasyonu ile yürütülebilecek, fen bilgi ve becerisinin araştırma sorgulama süreci ile elde edilecek bir öğrenme ortamı ile sağlanabilir (Hacıoğlu vd., 2016). Öğrencilere disiplinler arası mühendislik tasarım görevi içeren problemi çözebilmeleri için araştırma sorgulama sürecini işletmelerinde fırsat sunulmalı ve araştırma sorgulama süreci sonunda edindikleri bilgileri problemlerine uygulamaları sağlanmalıdır. Araştırma sorgulama sürecinin işletildiği STEM eğitimi ile öğrencilerin ilgilerinin, tutumlarının, motivasyonlarının (Lai, 2018; Nadelson vd., 2013; Sağdıç & Bakırcı, 2019), bilgi ve becerilerinin (Gökbayrak & Karışan, 2017a,b) arttığı yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur.

2.2.2. STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreci

STEM eğitimi açısından mühendislik disiplini hem birleştirici olması hem de gelecek nesil kariyer ihtiyacı için önemlidir (Chan & Fishbein, 2009; Gülhan, 2016; Hacıoğlu & Gülhan, 2021; Schunn, 2009; Sungur Gül & Marulcu, 2014; Tseng vd., 2013; Weber, 2012). Bu nedenle okul öncesinden üniversiteye tüm öğretim uygulamalarında mühendislik uygulamalarına yer verilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır (NRC, 2012).

Mühendislik, *“insanların ihtiyaç ve isteklerini karşılamak için, yaratıcılık, matematik ve fen bilimlerini kullanarak çeşitli sınırlıkları olan problemler için ulaşılabilir çözümler üreten kompleks bir girişim”* şeklinde tanımlanmıştır (Wulf, 1998; akt., Bozkurt, 2014) Mühendisler, mühendislik tasarım sürecini işe koşarak çalışırlar (National Assessment of Educational Progress [NAEP], 2014). Bu süreci öğrenme ortamı ile entegre ettiğimizde öğrencilerin mühendisliğe olan ilgilerini arttırmakla birlikte, bilimsel bilgiyi elde edip yaratıcı ve üretken bir şekilde insanların ihtiyaçlarına cevap verebilecek bireyler yetiştirme hedeflerine ulaşılabilir. Bunun için ilgili literatürde onuncu ve on birinci sınıftaki öğrencilerin öğrenme düzeylerinde anlamlı değişimin sağlandığını (Fortus vd., 2004), sekizinci sınıfa devam eden otuz sekiz öğrenciyle sürdürülen etkinliklerin öğrencilerin başarı düzeylerinde artışı sağladığını (Doppelt vd., 2008), mühendislik uygulamalarının öğrencilerin fen derslerine olan ilgisini arttığını (Moore vd., 2013) gösteren birden çok ve farklı öğretim seviyelerinde yürütülmüş mühendislik tasarım süreçleri ile karşılaşılmaktadır. Tüm süreçler benzer aşamalar

içermekle birlikte döngüsel ve dinamik bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Öğrenci seviyesine göre süreçler birleştirilebilmekte veya ayrıntılandırılmaktadır. İşletilebilecek mühendislik tasarım süreci şekil 2.3.'teki gibi açıklanabilir:



Şekil 2.3. Mühendislik tasarım süreci (Hynes, vd., 2011; uyarlayan Bozkurt, 2014)

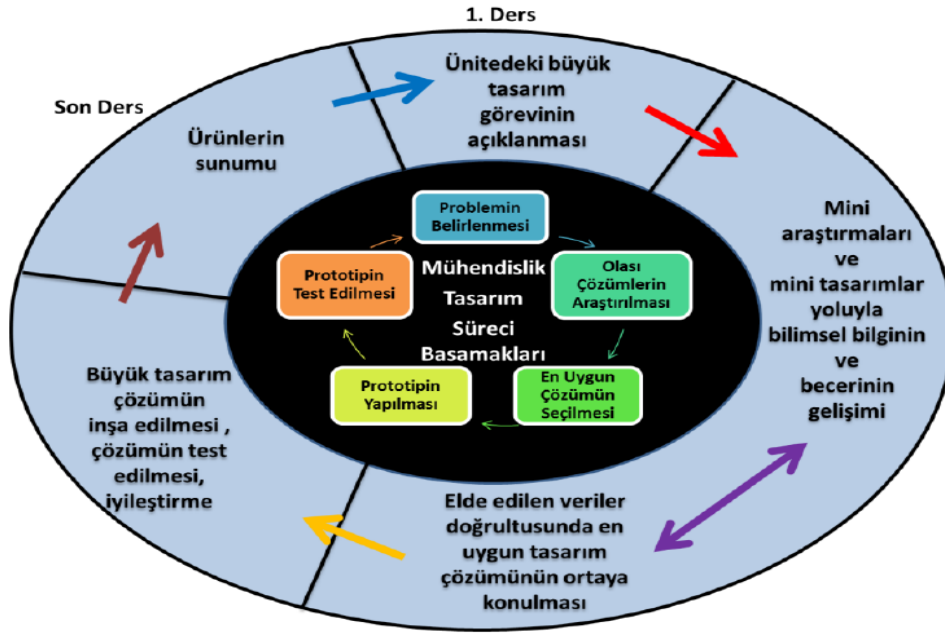
- 1. Problemin tanımlanması:** Mühendislik tasarım sürecinin ilk aşamasında, problemin iyi anlaşılabilmesi için öğrencilerin kriter ve sınırlamaları belirlemeleri (Hynes, vd., 2011; Kolodner, vd., 2003; Mentzer, 2011) ve bu çerçevede problemi kendi cümleleriyle (Hynes, vd., 2011) tanımlamaları beklenir (Brunsell, 2012; NRC, 2012a). Gelecekte bireyleri bekleyen daha karmaşık problemleri çözmek için oldukça fazla sayıda aracın içerisinde ancak problem çözme becerisi kazanmış bireyler, uygun bir sistematik içerisinde problemin çözümüne ulaşacaklardır (Öner & Ertekin, 2016). Etkili STEM eğitimi, öğrencilere uygulamalı deneyimler ve bilimsel problemlerin gerçek dünyadaki uygulamaları için fırsatlar sunar (Hanover Research, 2012). Bu nedenle öğrencilere sunulacak oldukça karmaşık ve otantik gerçek yaşam problemlerinin (Barak & Doppelt, 1999) mühendislik tasarım görevi içermesi ile birlikte, bireyleri araştırma-sorgulamaya teşvik etmesi (Wendell, 2008), bireylerin işbirlikçi gruplar halinde çalışmasını gerektirmesi (Barak & Maymon, 1998), en az iki disiplini işe koşmasının (Breiner vd., 2012) yanında disiplinler

arası entegrasyona olanak sağlaması (Bybee, 2010c; NAE & NRC, 2009), kriter ve sınırlamalar içermesi (Crismond, 2001; Fortus vd., 2004; Hynes vd, 2011; Wendell, 2008) ve iyi yapılandırılmış olması gerekmektedir.

2. **Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi:** Problemin tanımlanmasının ardından öğrencilerin akla gelen ilk çözümü tasarım olarak düşünmeleri yerine, araştırma sürecine dahil edilmesi, derinlemesine incelemelerde bulunmaları beklenir (Brunsell, 2012; Hynes vd., 2011; Wendell vd., 2010). STEM eğitimi sürecinde öğrenciler bu problemi çözerken gerçek bir bilim insanı gibi çalışarak tasarımlar yapmak (Meador, 2003) için, problemi iyi anlamalı, fikirler üretmeli, çözüm için gerekli olan yeni kavramları araştırma-sorgulama sürecini kullanarak öğrenmeli (Felix vd., 2010), modeller oluşturmalı, bunları test etmeli, analiz etmeli, bulduğu çözümü düşünerek revize etmeli ve gerekirse çözüme ulaşmak için önceki adımlardan herhangi birine geri dönmeli, bir çözüm bulana kadar bunu tekrarlamalıdır (Kolodner vd., 2003). Bunu gerçekleştirebilmek için öğrencilerin süreci beklenen şekilde yürütebilmesinde ve problemi çözebilmesinde ihtiyaç analizi yapması ve öğretmen rehberliğinde uygun araştırma sorularının oluşturması önemlidir (Liu & Chen, 2010).
3. **Olası çözümlerin geliştirilmesi:** Bir problemin birden çok çözümü mevcuttur (Brunsell, 2012; Silk & Schunn, 2008) ve öğrencilerin problem durumuna ilişkin olabildiğince çok çözüm üretmeleri beklenir (Brunsell, 2012; Hynes, vd., 2011). Çalışmanın grup halinde yapılması yazarak ve çizerek notlar alınması önemlidir (Bozkurt, 2014).
4. **En iyi çözümün seçilmesi:** Bu süreçte öğrencilerin ürettikleri birden çok çözüm önerilerinden problemin çözümüne en uygun olanı kriter ve sınırlamalar bağlamında seçmeleri beklenir (Mentzer, 2011, NRC, 2012a; Silk & Schunn, 2008). Bu aşamada öğrencilerin karar verebilmesi (Bozkurt, 2014; Hynes, vd., 2011) için ödün vermeleri gerekebilir (Leonard, 2004). Bütün kriter ve sınırlamaları karşılayan bir çözüm önerisi sunmuş olmalarının yanında, çözüm önerileri bunların hepsini karşılamıyor da olabilir. Bu durumda kararlarını verirken hangi kriter ve sınırlamadan ödün verileceğinin belirlenmesinde ödün verme ve karar matrisleri kullanılabilir (Brunsell, 2012; NRC, 2012a).

5. **Prototipin yapılması:** Bu aşamada öğrencilerden seçtikleri çözüm önerisine uygun, öğrencilerin edindikleri bilgileri en iyi şekilde kullanarak bilimsel gerekçelerle prototipe uyarlamaları ve bir prototip oluşturmaları beklenir (Hynes, vd., 2011; NRC; 2012a).
6. **Çözümü test etme ve değerlendirme:** Öğrencilerin kriter ve sınırlamalara en uygun olduğunu düşündükleri çözüm önerisinin, problemin çözümünde başarılı olup olmadığının test edilmesi, başarısız olmaları halinde ise öğretmen rehberliğinde yapılan rehberlik ile dönütler verilmesi, böylece çözümün iyileştirilmesi için fırsat tanınması sağlanır (Brunsell, 2012; Hynes, vd., 2011; NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012a).
7. **Çözümün sunulması:** Öğrencilerin çözüm önerilerini sunmasıyla test etme ve değerlendirme aşamasında elde ettikleri değerlendirmeleri yorumlamaları ve dönütler elde etmeleri mümkün olur. Bu aşama nihai çözümün başarısı için önemlidir (Brunsell, 2012; NRC, 2012a).
8. **Yeniden tasarlama/Revize etme:** Bir önceki aşamadaki dönütlerden yola çıkarak, projenin kriter ve sınırlamaları en iyi şekilde karşılayacak hale getirilmesi sağlanır, proje üzerinde son değişiklikler yapılır (Hynes, vd., 2011).
9. **Kararın tamamlanması:** Artık tamamlanmış olan nihai çözüm önerisinin en iyi çözüm önerisi olup olmadığına karar verilen aşamadır (Hynes, vd., 2011).

Mühendislik tasarım sürecinin fen eğitiminde kullanıldığı ve ön plana çıkarıldığı yaklaşım tasarım temelli öğrenme yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır. Mühendislik tasarımının bir ünite boyunca işe koşulacağı karmaşık problem durumları için Barnett, vd. (2008) ve Wendell, vd. (2010) bu sürecin birden çok tekrar edilmesine dayanan, mini araştırma ve tasarımların gerçekleştirildiği döngüyü önermişlerdir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Ortaokul öğrencileri için mühendislik tasarım süreci ekseninde sürdürülebilecek ders modeli (Barnett vd., 2008; Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Wendell vd., 2010).

Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminde mühendislik tasarım süreciyle işlenecek olan ders planının şekil 2.4.'teki şemaya göre hazırlanmasının uygun olduğu belirtilmiştir (Bozkurt, 2014). Böyle bir süreci yapılandırmak için programdaki mevcut kazanımlar arasında 8-10 kazanımı seçerek, bu kazanımlara yönelik öğrencilerin bilgi ve beceri edinmesi için büyük mühendislik tasarım problemi belirlemeli, bu problemin çözümüne ulaşmasını sağlayacak bilgi ve becerileri edindirmek için ise mini tasarım ve mini araştırma görevleri planlamalı, bütün bunları öğrencilerin etkinlik boyunca takip edebilmeleri için kitapçık haline getirmelidir (Bozkurt Altan & Hacıoğlu, 2018).

Ülkemiz öğretim programının tasarım geliştirme sürecine ait kazanımlar içermesi ve uygulama örneklerinin yer almasından dolayı, ayrıca uluslararası fen sınavlarında öğrencilerin başarıları düşünüldüğünde, öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgi ve motivasyonlarının arttırılması için araştırma sorgulamaya dayalı bir fen eğitimi ile mühendislik tasarım yaklaşımının birleştirildiği mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin sınıflara yansıtılmasının önemli olduğu söylenebilir (Bozkurt, 2014).

Kavramları otantik durumlar içinde sunan bir fen sınıfında, bu kavramlar mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin kullanım alanlarından birine araç olabilirken mühendislik çözümlerinin yaratılmasında bu kavramaları aktif olarak kullanan öğrencilerin hem bilim kavramları hem de bilim kavramlarının yaratılmasına yardımcı oldukları teknolojik dünya hakkında zengin bir anlayış geliştirmesi sağlanabilir (Wendell, 2008).

2.2.3. Proje Tabanlı STEM (PB-STEM) Yaklaşımı ve Uygulamaları

Son yıllarda disiplinlerinin bir bütün olarak ele alındığı STEM eğitimi, öğrencilere problemlere disiplinler arası bir bakış açısıyla bakmayı ve bilgi-beceri kazandırmayı hedeflemektedir (Şahin vd., 2014). STEM eğitiminin temel amacı, disiplinlerin entegrasyonu ile öğrencilerin bütünsel ve pozitif bir anlayış ile problem çözme becerilerini geliştirmek, yaratıcılık becerilerini ortaya çıkarabilecekleri ürün elde etmelerini sağlamaktır (Çevik & Azkın, 2020). Disiplinlerden sadece matematiğin ve fen biliminin, öğretim programlarında ayrı birer ders olarak yer alıyor olması (National Academy of Engineering [NAE], 2010), STEM eğitiminin uygulanmasındaki engeller arasında yer alsa da mevcut okulların planlaması, öğretmen faktörü, ölçme ve değerlendirme yaklaşımları gibi engeller de mevcuttur (Capraro & Nite, 2014). Teknoloji ve mühendislik disiplinleri öğretim programlarında ayrı birer disiplin şeklinde bulunsu bile STEM disiplinlerinin birbiriyle ilişkilendirilmesi önemlidir (Ercan, 2014). Bu bağlamda STEM eğitiminin gerçekleştirilebilmesi için şartların uygun hale getirilmesi oldukça zaman alacağından STEM eğitimi gerçekleştirmek için çeşitli yaklaşımlar benimsenmiştir (Bybee, 2000). Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı (PBL) da bu yaklaşımlardan biridir. Nitekim PBL geleneksel öğrenme yöntemleri yerine, gerçek yaşam problemleri üzerinden araştırma-sorgulamaya dayalı bir yaklaşım olması açısından önemlidir (Breiner vd., 2012). Proje tabanlı fen eğitiminde mühendislerin tasarım süreçlerine benzer aşamaların yer aldığı tasarım etkinliklerine yer verilmektedir (Krajcik vd., 1998).

2.2.3.1.Proje Tabanlı Öğrenme (PBL)

PBL üç temel kavramdan oluşmaktadır. Bu kavramlardan ilki öğrenme kavramıdır ve dikkati öğretene değil öğrenene çekmektedir. Bir diğer kavram ise tasarı veya tasarı geliştirme anlamına gelen proje terimidir (Erdem & Akkoyunlu, 2002). Proje terimi etimolojik olarak Fransızcadaki “projet” kökünden gelmekte olup, Türk Dil Kurumu (TDK) verilerine göre: “*Değişik alanlarda önceden plan ve programa alınmış, maliyeti hesaplanmış, kurum ve kuruluşların yönetim organları tarafından onaylanmış, kısa ve uzun vadeye bağlanarak özel kurum veya devlet adına gerçekleştirilmesi kabul edilmiş bilimsel çalışma tasarısı.*” şeklinde ifade edilmektedir (TDK Sözlük, t.y.). Proje, öğrenmeye değer bir konunun derinlemesine araştırılmasıdır (Demirhan & Demirel, 2016). 1920’li yıllarda Birleşik Devletler Ziraat Bölümü tarafından yapılan bir başka tanımda ise işbirlikçi bir çalışmanın bir bölümünü tamamlamak için hazırlanan plan taslağı, şeklinde ifade edilmiştir (Stevenson, 1922). Projelerin belli bir amacı, başlangıcı ve bitiş tarihleri vardır. Genellikle bir defaya mahsustur ve birbiriyle bağlantılı etkinlikler içerir. Projelerin sonunda bir ürün oluşur. Proje bir ürüne ulaşmak için gerçekleştirilen problem durumu içeren bir hareket olarak tanımlanabilir (Demirhan, 2002). Yine Demirhan (2002)’a göre proje, bir konunun ya da problemin derinlemesine incelenmesi, bilimsel yöntemlerden faydalanarak projeye ilişkin araştırmalarda bulunulması, bu araştırmalardan elde edilen bulguların değerlendirilmesiyle bir sonuç elde etme ve raporlaştırma olarak ifade edilmiştir. Hesapçıoğlu (1994)’na göre proje kavramının tanımı açık, iyi yapılandırılmış, zihinsel olarak kavranmış ve karmaşık sorunlarından oluşan bir yaşam durumu şeklindedir. Ayrıca projeyi bir problem durumunun zihnen şekillendirilmesi ve tartışılması olarak nitelendirmiştir.

Bir projede bulunması gereken çeşitli özellikler Murry (Akt. Kaya,1939; akt. Hesapçıoğlu, 1998) tarafından aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

1. Gerçek yaşamdan bir problem durumu yer alır.
2. Gerçekleşmesi için bütün bilim dallarında disiplinler arası çalışmayı gerektirir.

3. Problemin çözülebilmesi için, sürekli araştırma sorgulamayı gerektiren birçok soru yer almaktadır.
4. Projeyi bir sonuca götürmek için amaca uygun birçok eylem gerçekleştirilir.
5. Geçmişteki ve gelecekteki birçok projeyi anlamak için kaynak görevi görür.

Sahin (2019)'e göre PBL'nin, araştırmacılar tarafından yaygın olarak kabul edilen üç tanımı vardır. Sahin (2019) tarafından aktarılanlara göre bu tanımlardan ilki: Tal vd. (2006) tarafından tanımlanan en kapsamlı ve en erken tanım olan, öğrencileri dikkat çekici bir soru yoluyla genişletilmiş otantik araştırmalara çeken bir bağlam, öğrencilerin fikirlerini iletmelerine olanak tanıyan işbirlikçi çalışma, çözümler bulmak ve iletişim kurmak için öğrenme teknolojilerini ve öğrenci yorumları ve tartışma, geri bildirim ve revizyon için temel teşkil eden eserler yaratma şeklindedir. Ayrıca bu yaklaşım, öğretmenin gerçek yaşam problemini sunması, öğrencilerin işbirlikçi gruplarla problemin çözümüne yönelik planlamalar yapmaları, ürünleri oluşturarak bilgi toplamaları (araştırma olanağı sağlanması), öğretmenin ve öğrencilerin verileri bilimsel tartışmalarla yorumlamaları, öğrencilerin aldıkları geri bildirimlere göre ürünlerini revize etmeleri süreçlerini içermektedir (Krajcik & Blumenfeld, 2006; Rivet & Krajcik, 2004; Tang & Leifer vd., 1991). İkinci tanım: Holm (2011) tarafından açıklanmış olup *“Öğrencilerin gerçek dünyadaki bir soruyu cevaplayan ya da gerçek bir soruna cevap veren bir ürün, sunum ya da performans, seçtikleri, planladıkları, araştırdıkları ve ürettikleri uzun bir süreç gerektiren öğrenci merkezli öğretim.”* şeklindedir. Sonuncusu ise: PBL'de önde gelen bir kuruluş olan, Buck Eğitim Enstitüsü (2018) tarafından yapılan tanım, *“Öğrencilerin araştırmak ve yanıtlamak için uzun bir süre çalışarak bilgi ve beceri kazandıkları bir öğretim yöntemi.”* olduğu şeklindedir. Bu tanımlardan yola çıkıldığında, PBL'nin sahip olduğu ortak temalar şu şekildedir (Buck Institute, 2018; akt. Sahin, 2019):

- Öğrencilerin projeler üzerinde 45 veya 90 dakika gibi kısa süreli değil, gerekirse okul saatlerinden sonra ya da hafta sonlarını da kapsayan zamanlarda, haftalar süren projeler üzerinde çalışmalarını gerektiği,
- PBL tasarım öğelerinin öğrenciler tarafından seçiminin önemi;

- İşbirliğinin önemini ele alarak, fikirleri ileterek ve soru ve çalışmalarını sunarak öğrencilerin projelerinin sahipliğini ve öğrenmelerinin sorumluluğunu nasıl ele aldıkları;
- Öğrencilerin üzerinde çalıştıkları projelerin zor olduğu ve soruları;
- Projenin otantik, gerçek dünyayla ilgili, karmaşık, ilgi çekici, zorlayıcı olması;
- Projenin sonucunda sözlü sunum, bir eser, bir dijital video ve / veya inşa edecekleri bir şehrin taslağı şeklinde bir ürün ortaya çıkması ve öğrencilerin projeyi halka açık hale getirip ve çeşitli kitlelerden alabilecekleri soruları cevaplamaya hazır olmaları için halka sunulması temaları ortaya çıkmıştır.

PBL yaklaşımı, Dewey (1997)'in kurucusu olduğu aktif öğrenme teorisine (yapılandırmacı yaklaşıma) dayanmakta olup öğrenmeyi gerçek yaşamla ilişkilendirerek bireylerin problemleri kendi başlarına çözmelerini hedeflemiş, bunun yanı sıra okul ile yaşam arasında ilişki kurulmasını amaçlamıştır (Bell, 2010; Blumenfeld vd., 1991; Diffily, 2002; Diffily & Sassman, 2002; Farkas, 2010; Günyol, 1993; Holubova, 2008; Korkmaz & Kaptan, 2001; Mettas & Constantinou, 2007). Dewey'e göre okulun görevi, doğruluğu ispatlanmış bilgileri gelecek nesillere aktarmak değil karşılaştıkları probleme bilimsel yolları kullanarak çözüm bulmanın yollarını öğretmek olmalıdır (Erden, 2005; Günyol, 1993; Korkmaz & Çakmakçı, 2006; Thomas, 2000). Öğrencinin, gerçek yaşam ile okul arasında köprü kurabilmesini sağlamak için PBL kullanılabilir (Farkas, 2010).

İtalya'da mimari uygulamaların ortaya çıktığı 1590-1765 yılları arasında, estetik nitelikli yapıların çizimi ve inşası için ekip halinde çalışmayı gerektiren proje çalışmaları hareketi, 1880 yılına kadar Amerikalılar tarafından beğenilmiş, mimariden farklı olarak özellikle endüstride büyük yatırımların yapılmasının önünü açmıştır, 1880-1915 yılları arasında Amerikan okullarında kullanılmaya başlanmış ve Dewey'in ilerlemecilik eğitim hareketine entegre edilerek, PBL'nin temelleri atılmıştır (Aydın, 2011).

Dewey'in öğrencilerinden Kilpatrick ilk defa 1918 yılında "Proje Metodu" terimini kullanmıştır (Fallik vd., 2008). Yazarın aynı yıl yayınladığı "The Project Method" kitabında John Dewey'in düşünceleri geliştirilerek, proje yöntemi bütün ayrıntılarıyla işlenmiştir. Kilpatrick (1918)'e göre eğitim programları düzenlenirken çocukların gelişimlerinin her aşaması dikkate alınmalı, çocuğun gelişimine katkı sağlayacak şekilde kesintisiz bir şekilde düzenlenmelidir. Bu bağlamda eğitim programlarının amacı, çocuğun gelişim sürecinde projeler oluşturabileceği bunu yaparken de çocuğun etkinlikleri seçebileceği, serbestçe yürütülebileceği, organize edebileceği ve sonuçlandırabileceği öğrenme ortamları ya da eğitim programları tasarlanmalıdır. Projelerin öğrenme ortamına dahil edilmesi, öğrencilere proje yürütme görevi verilerek öğrenme ortamlarının tasarlanması sosyal ve etik değerlerin de kazandırılmasına fırsat sunar. Bunun için öğrencilerin disiplinler arası bir gerçek yaşam durumu ile karşı karşıya bırakılması ve gerçek yaşam ile kavramsal bilgi arasında ilişki kurmak açısından önemlidir (Knoll, 1997; Markham vd., 2003). Yine öğrencilere sunulacak bu gerçek yaşam problemine çözüm olabilecek disiplinler arası bilgi ve beceri gerektiren proje görevinin, derinlemesine araştırma gerektiren, öğrencilerin bazen küçük gruplar halinde, bazen bireysel, bazen de bütün sınıf tarafından işbirlikçi bir süreçle yürütülmesi üzerine inşa edilmesi gerekmektedir (Katz & Chard, 1989). Burada amaç, öğretmenin sorularının doğru cevaplanması değil konunun ayrıntılarıyla öğrenilmesinin sağlanması olduğunun unutulmaması gerektiği de vurgulanmıştır. Nitekim PBL'de hedef, sonuçta elde edilen projeden (üründen) ziyade, süreç içerisinde öğrenmenin derinlemesine gerçekleşmesidir. PBL'de öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu oldukları, yaratıcılıklarını geliştirdikleri, bireysel ya da gruplar halinde işbirlikçi çalıştıkları, kendi kararlarını verebildikleri, gerçek yaşam probleminin çözümü için araştırma yapabildikleri bir öğrenme ortamına ihtiyaç duyulmaktadır (Dickinson, vd., 1998; Harwell, 1997; Westwood, 2008). Solomon (2003) tarafından da ifade edildiği gibi PBL'de öğrenciler orijinal, programda yer alan kazanımlar dahilinde, disiplinler arası hazırlanmış bir gerçek yaşam problemini çözmek için, özgürce çalışabildikleri, kendi seçtikleri etkinliklerle probleme yaklaşabildikleri, problemin çözümü için birçok kaynaktan araştırma yaptıkları, edindikleri bu bilgileri analiz ederek, sentezleyerek bilgiyi yapılandırdıkları bir sürece dahil olurlar. Öğrenciler süreçten keyif aldıkları, yaparak yaşayarak

öğrendikleri için derinlemesine öğrenme gerçekleşmektedir (Winn, 1995). Ayrıca öğrenciler farklı disiplinleri (matematik, sosyal bilgiler, edebiyat ve fen gibi dersler) bir arada kullandıklarından, öğrenme motivasyonları artmaktadır (Curtis, 2002). Solomon (2003)'a göre bir projenin, öğrencilerin ilgi ve isteğini arttırması, anlamlı ve derin bir öğrenmeyi sağlaması, öğrencilerin lider olmasına imkân sağlaması, kendi kararlarını vermelerine fırsat vermesi, öz değerlendirme ve akran değerlendirmesine olanak sağlaması, öğrencilerin öğrendikleri bilgi becerileri kullandıkları ürünler, sergiler ve sunumlarla sonuçlanması iyi hazırlanmış olduğunu göstermektedir. Blumenfeld vd. (1991)'e göre, sınıfta PBL'nin başarılı bir şekilde uygulanması, sınıf etkinliklerine tamamen dahil olup öğrencilerin motivasyonunu artırabilir.

1990-2000 yılları arasında geçmiş yıllara göre PBL yaklaşımı yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmış, bu alanda yoğun araştırmalar yapılmıştır (Thomas, 2000). 2000'li yıllardan sonra halen PBL yaklaşımı kullanılmaya devam edilmekle birlikte (Helle, 2006), bu yöntem çeşitli disiplinlerdeki araştırmacıların çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Barak & Zodik, 2009).

PBL ilk günlerinden beri farklı şekillerde tanımlanmış ve uygulanmıştır (Açıkgöz, 2009; Barak & Zadok, 2009; Colley, 2008; Diffily, 2002; Helle vd., 2006; Holubova, 2008; Katz, 1994; Krajcik vd., 1998; Markham vd., 2003; Moursund, 2002; Thomas, 2000; Tinker, 2007). PBL ile ilgili yapılan tanımlardan bazıları: Detaylı bir şekilde öğrenilmeye degecek bir konu hakkında derinlemesine araştırma yapmak (Katz, 1994), öğrencilerin gerçek yaşamda var olan ve kendileri için anlam ifade eden sorunları, araştırmalar yaparak çözmeye çalıştıkları bir yöntem (Krajcik vd., 1998), öğrencilerin bir disipline ait kavramları öğrenmeleri için araştırma yaparak bir ürün ortaya koymalarını ve raporlamalarını gerektiren bir yöntem (Thomas, 2000), öğrencilerin bir konuda edindikleri bilgileri sentezleyerek, bu bilgilerin yeterli olmadığı durumda yeni araştırma sürecine girip bir ürün ortaya koymayı gerektiren bir süreç (Açıkgöz, 2009), öğrencilerin içinde yaşadıkları topluma ve kendilerine ait gerçek yaşam problemlerini bilimsel yöntemleri kullanarak çözmelerini ve çözümlerini rapor halinde sunmalarını gerektiren bir öğrenme süreci (Colley, 2008) şeklinde ifade edilmiştir.

PBL, öğrencilerin problem çözme becerilerini ve anlamlı öğrenmelerini destekleyen, bilgileri yapılandırmalarına, bireysel ve gruplar halinde çalışmalarına olanak sağlayan, gerçek yaşam problemlerine çözüm bulmalarını amaçlayan, çalışmalarını kendi ürünleriyle sonlandırmalarını, bütün bunları yaparken de bilimsel süreci kullanmalarını odağa alan bir metot şeklinde tanımlanmaktadır (Buck Institute for Education [BIE], 2018; Cole vd., 2002).

Thomas vd. (2002) PBL'yi, öğrenmenin projeler etrafında organize edildiği bir model olarak tanımlamaktadır. Bu modele göre projeler karmaşık görevler içermektedir. Problemler zorlayıcı nitelikte olup problemleri tasarlayanlar veya araştırmacılar öğrencileri problemin içine alır ve belirli bir zaman içinde öğrenciye kendi başına, özgürce çalışma fırsatları sunar, problemin çözümü bir ürünle son bulur ve sunumla sonuçlanır. Yine Thomas (2000)'a göre bir gerçek yaşam probleminin çözümünde araştırmacı, bireylerin veya grupların, teknoloji tabanlı bilişsel araçları kullanmasının önemine vurgu yapılmaktadır. PBL sürecinde öğrenciler problemin çözümüne ilişkin her aşamada araştırma sorgulama yapamaya ihtiyaç duyacaklarından, günümüz koşullarında en kolay araştırma sorgulamanın internet ortamından doğru bilgilerin seçilmesiyle gerçekleştirildiği bilinmektedir. Ayrıca oluşturulacak olan nihai ürün teknolojik araçlar kullanılarak sunuma dönüştürülebileceği gibi bir kod programı kullanılarak da oluşturulabilir, problemin çözümüne ilişkin bir bilgisayar programı yazılabilir.

Bir diğer araştırmacı DeFillippi (2001)'ye göre PBL, ulaşılması istenen hedef ve davranışlara erişmek, bireysel veya işbirlikçi öğrenmeyi kolaylaştırmak için belirli bir zamana yayılmış projeler aracılığıyla gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş çalışmaların uygulanmasına ilişkin bir yaklaşımdır.

Novak ve Wisdom tarafından 2018 yılında sınıf öğretmeni öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada, 3D baskı teknolojisinin kullanılmasıyla oluşturulan PBL etkinliklerinin, bireylerin fen öğretmedeki kaygılarında azalmaya sebep olduğu, mühendislik ve teknolojik tasarım konusundaki yeterliliklerinde ve fen bilimlerine olan ilgilerinde artışta etkili olduğu tespit edilmiştir.

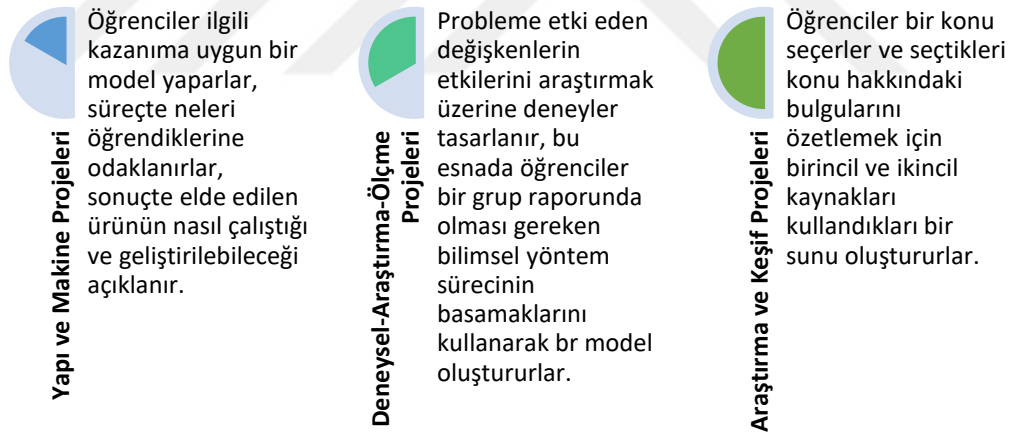
Ülkemizde ise PBL, öğretim programları reformları çerçevesinde ortaya koyulan 26/07/2014 tarihli ve 29072 sayılı Resmî Gazete’ de yayımlanan İlköğretim Kurumları Yönetmeliği’ne göre proje kavramı, “*Öğrencilerin grup hâlinde veya bireysel olarak istedikleri bir alan veya konuda inceleme, araştırma ve yorum yapma, görüş geliştirme, yeni bilgilere ulaşma, özgün düşünce üretme ve çıkarımlarda bulunmaları amacıyla ders öğretmeni rehberliğinde yapacakları çalışmalar.*” şeklinde tanımlanmaktadır (Resmi Gazete, 2014). Bu bağlamda PBL, disiplinler arası çalışmayı gerektiren bir gerçek yaşam problemi çevresinde, bilim insanı gibi araştırmalar yapmayı, kavramların derinlemesine öğrenilmesini sağlamak için yeni bir ürün geliştirmeyi hedeflemektedir.

Sonuç olarak PBL, disiplinler arası çalışmayı gerektiren gerçek yaşam problemlerinin, bireysel ya da gruplar halinde, programda yer alan kazanımlar çerçevesinde, işbirliğine dayalı olarak, öğrencilerin kendi ilgi ve yetenekleri doğrultusunda araştırmalarda bulunup bilgiyi yapılandırdıkları, öğretmenin ise bu süreçte bir yol gösterici, rehber görevini üstlendiği kolaylaştırıcı rolüne sahip olduğu, sonucunda da nihai bir ürünün ve sunumların yer aldığı ve farklı yaklaşımları kendi bünyesinde birleştirebilen bir yaklaşımdır (Demirhan, 2002).

1900’lü yılların başından beri PBL ile yürütülen bir projenin beş temel özelliğe sahip olduğu ve hiç değişmediği ifade edilmiştir (Helle vd., 2006). Projeler, öğrencilerin bilgiyi yapılandırmalarına fırsat verecek şekilde yaşamın içinden seçilmiş, özgün, öğrencilerin seviyelerine uygun, bilgi ve beceriler kazanılmasına olanak sağlayan gerçek yaşam problemi içermesi; programda yer alan kazanımlara ve öğretim programının amaçlarına uygun olması; öğrencinin kendisinin oluşturacağı teknolojik bir tasarım, rapor, bilgisayar programı, çizim, model gibi bir ürünle son bulması; belirli bir takvime bağlı planlanarak, sınıf içinde ya da dışında gerçekleştirilecek şekilde orijinal olması; süreçte öğretmenlerin, bir rehber rolünde olması, öğrencilerle birlikte araştırma sürecine katılabilmesi, yeni bilgiler öğrenen birey rolünü sürdürmesi özelliklerine sahiptir (Colley, 2008; Fallik vd. 2008, akt. Aydın, 2011; Helle vd., 2006; Korkmaz & Çakmakçı, 2006; Thomas, 2000).

21. yy eğitim sistemlerinde temel amaç, öğrencilere sahip olunan mevcut bilgilerin aktarılmasından ziyade öğrencilerin ihtiyaç duydukları bilgiye ulaşabilmesi için üst düzey zihinsel beceriler kazandırılmasıdır. Artık ezberlemek yerine, gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerle baş edebilmek için bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, bilimsel okuryazar olan, üretken bireylerin yetiştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda fen bilimleri dersinde, bireylerin içinde yaşadıkları çevreyi ve evreni bilimsel süreç basamaklarının gerektirdiği şekilde ele alıp incelemeleri amaçlanmaktadır (MEB, 2018). Düşünen, irdeleyen, bilgiye ulaşabilen ve yaratıcı bireyler yetiştirilmesinde büyük öneme sahip olan fen bilimleri derslerinde, kazandırılmak istenen bilgi ve becerilerin, gerçek yaşam problemlerinin çözümüne transfer edilebilmesi ve öğrencilerin bu problemlerin çözümü ile baş edebilmesi için PBL iyi bir süreçtir (Korkmaz & Kaptan, 2001).

Korkmaz & Kaptan (2001) yaptığı araştırmada fen bilimlerinde kullanılabilecek projeleri şekil 2.5.'te olduğu gibi üç gruba ayırmıştır.



Şekil 2.5. Fen Bilimleri dersinde kullanılabilecek projeler (Korkmaz ve Kaptan, 2001).

PBL yaklaşımı öğrencilerin öğrenme sorumluluklarını almalarına, kendi kararlarını verebilmelerine olanak sağlar (Filippatou & Kaldi, 2010; Wolk, 1994). Nitekim öğrencilerin yaptıkları araştırmalarda bilimsel süreci kullanarak kendi kendilerine bilgiye ulaşmaları, bilgiyi yapılandırmaları, başka alanlara transfer edebilmeleri, uygun bir biçimde sunabilmeleri PBL yaklaşımı ile mümkündür (Krajcik, vd., 1994; Tortop, 2010). Nitekim bu özellikleri bakımından PBL yaklaşımı, çağdaş eğitim

sisteminde ulaşılması hedeflenen bilimsel okuryazar bireylerin ve toplumların yetiştirilmesinde önemli bir yere sahiptir (Çakallıoğlu, 2008).

2.2.3.1.1. Proje Tabanlı Öğrenme Süreci

Alan yazın incelendiğinde PBL süreci farklı şekillerde işlenmiştir. Bu başlık altında süreçlerden bazılarına yer verilmiştir (Colley, 2006; Han, 2016; Korkmaz & Kaptan, 2001; Moursund, 1999; Selvi & Yıldırım, 2017; Stoller, 1997; Wan, 2020).

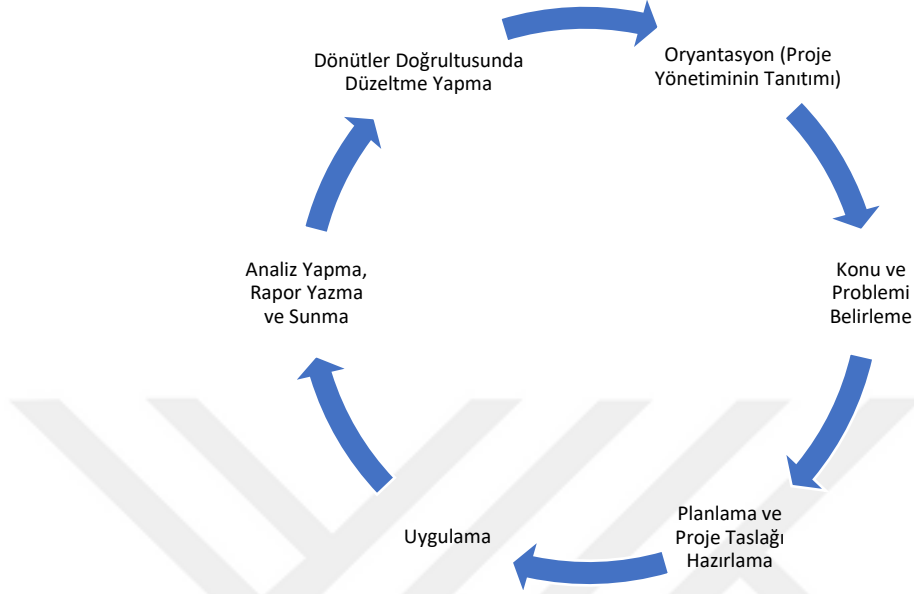
Moursund (1999)'a göre bir projenin hazırlanmasını 11 aşamada toplamıştır. Bu aşamalar şekil 2.6.'daki gibidir.



1. Hedeflerin belirlenmesi	Proje çalışmaları dersin hedeflerini gerçekleştirebilecek etkinliklerden oluşmalı ve gerçekleştirecek olan proje çalışmasında hedef açıkça belirtilmeli, proje hedefleri ile dersin hedefleri birbiriyle ilişkilendirilmelidir.
2. Problemin belirlenip tanımlanması	Seçilen problem, öğrenciyi düşünmeye, araştırmaya ve incelemeye sevk eden bir yapıda, gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş, disiplinlerarası çalışmayı gerektiren, öğrenciler için ilginç ve araştırmaya değer bulunan bir soru yada önerme olmalıdır.
3. Sonuç raporunun özelliklerinin ve sunuş biçiminin belirlenmesi	Çalışma sonucunda ortaya çıkacak ürün gazete, dergi, afiş, drama, poster ya da bir maket olabilir. Hedeflere bağlı olarak ürünler farklı yollarla sunulabilir. Mesela ürün bir poster ise görseller ön plana çıkarılır, yazılar daha baskın olabilir. Ürünün nasıl sunulacağına da bu aşamada karar verilir.
4. Değerlendirme ölçeğinin belirlenmesi	Bilgi toplama, bilgiyi düzenleme, işbirliği içinde çalışma, projenin sunulması aşamaları niteliğine göre ayrı ayrı puanlandırılır.
5. Takımların oluşturulması	Çalışma bireysel olabilceği gibi, farklı becerilere sahip bireylerin bir arada çalışabilecekleri heterojen yapıda oluşturulmuş, 4-5 kişilik işbirlikçi gruplar halinde yürütülebilir. Öğrencilerin birlikte karar vermelerine fırsat tanınmalıdır.
6. Ayrıntılı soruların belirlenmesi ve bilgi toplama sürecinin düzenlenmesi	Her takım birbiriyle uyum içinde çalışarak, sonuca ulaşmasına katkı sağlayacak olan konuya ilişkin detaylı soruları, bilgi kaynaklarını ve bilgi toplama araçlarını belirleyip iş bölümü yapar.
7. Çalışma takviminin yapılması	Öğrencilerin zamanı verimli kullanmaları için, yapılacak işler belirlenmeli ve zamana göre takvimlendirilmelidir.
8. Kontrol noktalarının belirlenmesi	Çalışma takviminde belirlenen işlerin zamanında bitirilmesi, geri bildirim sağlamak, konudan uzaklamamak amacıyla belirli aralıklarla kontrollerin sağlanması önemlidir.
9. Bilgilerin toplanması	Bu aşamada öğrencinin bilgiyi tanıma, bilgi kaynaklarını tanıma ve bilgi kaynaklarını kullanabilme gibi karmaşık işlemleri gerçekleştirirken, bilginin aranan bilgi olup olmadığını belirlemek oldukça önemlidir. Proje çalışmalarında en çok vakit alan, öğrenciye yardım edilmesi gereken, alt problemlerin doğru belirlenmesini gerektiren bir süreçtir.
10. Bilgilerin örgütlenmesi	Toplanan bilgiler daha önce belirtilen sorulara göre gruplandırılmalı, en uygun bilgi formlarına (Grafik, tablo, metin, vs.) dönüştürülmeli ve bilgiler arasında anlam bütünlüğü kurulmalıdır.
11. Projenin sunulması	Planlama aşamasında belirlenen şekilde projenin sunulması için öğretmen uygun ortamları oluşturur ve öğrencilerin teknolojik imkanlardan faydalanmasına fırsat tanır.

Şekil 2.6. PBL yaklaşımı ile hazırlanan projelerde izlenmesi gereken uygulama basamakları (Moursund, 1999; Moursund, 2002)

Colley (2006) tarafından ele alınan proje döngüsü şekil 2.7.'de olduğu gibi 6 aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 2.7. Proje döngüsü (Colley, 2008, s. 26).

Döngünün birinci aşaması olan oryantasyon sırasında, proje çalışmalarında öğrencilerden beklentiler; fen öğretiminde iş birliğinin ve bilgi paylaşımının önemi, alınması gereken güvenlik önlemleri, proje çalışmalarının değerlendirmesidir (Colley, 2008; Helle vd., 2006; Thomas, 2000). Bu aşamada proje döngüsü ve aşamaları tanıtılır, kendi öğrenmelerinden sorumlu oldukları konusunda bilgilendirme yapılır. Öğrencilerin proje çalışmalarına katılım konusunda istekli olmalarına dikkat edilir, eğer istekli değillerse istek uyandırıcı etkinliklere yer verilir (Colley, 2006). İkinci aşama olan konu ve problemi belirleme sırasında öğrenciler, ünite ya da konuya ilişkin kavramlar hakkında karşılaştıkları problemleri grup içinde tartışarak (Blumenfeld vd., 1991; Delilse, 1997; Helle vd., 2006), bir problem durumu yazarlar. Bu problemin değerlendirilmesi; problemin açık ve anlaşılır olmasına, çözülebilmesi için yeterli zamanın olmasına, makul bir bütçe ile çözülebilir olmasına, topluma fayda sağlamasına, inovatif olmasına göre yapılır. Üçüncü aşama olan planlama ve proje taslağı hazırlama sürecinde, öğrenciler tarafından projenin problem durumunu, amacını ve önemini, yöntemini ve uygulama basamaklarını, kullanılacak olan materyalleri, proje takvimini ve görev dağılımını içine alan bir proje taslağı hazırlanır

(Laffey vd., 1998; Moje vd., 2001). Taslağın mutlaka öğretmen tarafından kontrol edilmesi ve varsa hataların düzeltilmesi, gerekli değerlendirmeler yapıldıktan sonra uygulamaya başlanması önemlidir (Colley, 2006). Dördüncü aşama olan uygulama sırasında, öğrencilerden taslaktaki yöntem ve araçları kullanarak veriler toplanması, verilerin analiz edilmesi ve rapor haline getirilmesi beklenmektedir (Farkas, 2010). Beşinci aşama olan analiz yapma, rapor yazma ve sunma aşamasında ise öğrenciler elde edilen verilerin analizlerini bulgular şeklinde yazmalı, problemin çözümüne cevap olabilecek şekilde sonuç yazmalı, akranlarına sözlü sunum yapmalı, gelebilecek sorulara cevaplar verebilmeli, öğretmen ise önceden hazırlanmış olan bir rubrik ile öğrencilerin ürünlerini değerlendirmelidir (Allen vd., 1996; Hoffman & Ritchie, 1997; Markham vd., 2003; Schwartz vd., 2001). Projelerin değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken beş temel özellik vardır (Collette & Chiappetta 1987; Farkas, 2010; Markham vd., 2003; National Science Teachers Association [NSTA], 2008): Araştırma süreci, konunun anlaşılabilirliği, yaratıcılık, projenin sunum içeriği ve biçimi. Son basamak olan dönütler doğrultusunda düzeltme yapma aşamasında ise, projede varsa eksikler hakkında öğrencilere etkili dönütler verilerek öğrencilerden eksiklerini tamamlamaları istenerek öğrencilere öğretmen tarafından rehberlik edilir (Colley, 2006; Colley, 2008).

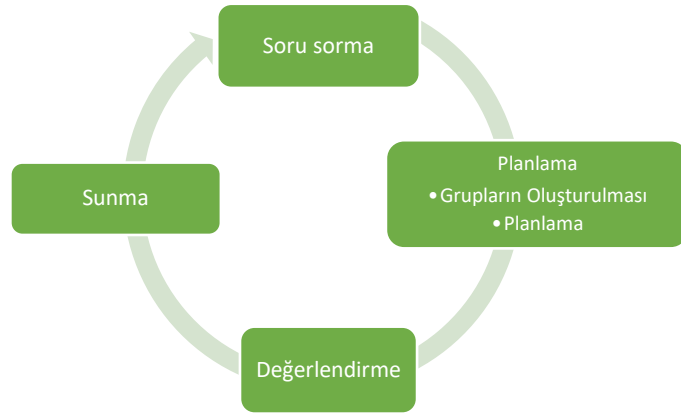
Korkmaz & Kaptan (2001) ve Stoller (1997) yapmış oldukları çalışmalarda, diğer süreçlerle benzer aşamaları içeren proje hazırlama sürecini şekil 2.8.'de olduğu gibi altı aşamada ele almıştır.



Şekil 2.8. Korkmaz & Kaptan'a (2001) göre proje hazırlama süreci basamakları

İlk olarak, öğrenciler ve öğretmen projenin teması veya konusu ve problemi çözme yöntemi hakkında bir anlaşma ve karar verir. İkinci olarak, öğrenciler proje, plan ve projenin amacı ile ilgili bilgileri sorgulayarak projeyi tasarlarlar. Üçüncüsü, öğrenciler problemleri veya görevleri cevaplamak için verileri toplar, analiz eder ve organize eder. Sorgulama süreci ile elde ettikleri bilgilerin uygulanmasına dayalı olarak projeyi oluştururlar. Dördüncü olarak, öğrenciler projenin esas noktasını tanımlar ve sunum yöntemini planlar. Beşinci olarak, öğrenciler proje ile ilgili temel bilgileri analiz edip derleyerek sunumu tasarlarlar. Ardından öğrenciler, iletişim becerilerini kullanarak projelerini sunarlar. Son olarak, öğrenciler öğrenmelerini değerlendirirler. Bu adımlarla, öğrenciler aktif ve yaratıcı bir düşünür olmak için eğitilirler ve grup projesinde çalışmak için iş birliğine dayalı öğrenmeye dahil olurlar.

Selvi ve Yıldırım (2017)'a göre proje tabanlı öğrenme süreci dört aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. PBL süreci aşamaları (Selvi & Yıldırım, 2017)

İlk aşama olan soru sormada, öğrencileri harekete geçirebilecek, öğrencinin öğrenme motivasyonunu ortaya çıkarabilecek, gerçek yaşam bağlamı içeren iyi hazırlanmış bir soru ile başlanır (Krajcik & Blumenfeld, 2006). İyi bir soruda bulunması gereken başlıca özellikler: Sorunun uygulanabilir olması, faydalı olması, gerçek yaşam bağlamı içermesi, anlamlı olması ve etik olmasıdır (Krajcik vd., 2002). İkinci aşama olan planlama, problemin çözümü için gerekli olan araştırmanın nasıl yapılacağı, hangi hedeflerin seçilmesi gerektiği, grupların belirlenmesi gibi süreçlerden oluşmaktadır. Gruplar belirlenirken öğrencilerin beraber çalışmasına, araştırmalar yapmasına, incelemelerde bulunmasına imkân verilmelidir. Ayrıca araştırma yaparken öğrencilerin neleri araştıracakları, araştırma sonucunda ulaşacakları hedefler belirlenir, öğretmen ve öğrenciler proje sürecini takvimlendirir, teknolojik araç ve gereçlerden faydalanarak üst düzey öğrenmenin gerçekleşmesi beklenir. Değerlendirme aşamasında ise elde edilen nihai ürünün planlama çerçevesinde ortaya koyulup, koyulmadığı değerlendirilir. Bu sırada çeşitli rubrikler kullanılabilir. Ortaya çıkan ürün ile birlikte sürecin de değerlendirilmesine önem verilir. Son olarak sunma aşamasında, öğrenciler projelerini sunarlar ve öğrencilere dönüt olabilecek nitelikte olumlu ve olumsuz değerlendirmelere yer verilir. Öğrencilerin öz değerlendirme yapmalarına olanak sağlanır, böylece proje sürecinde yaşadığı duygu ve düşünceleri ifade etme fırsatı sağlanmış olur.

PBL, öğrencilerin sınıfın ötesinde gerçek yaşam problemlerini içeren projeleri planladığı, uyguladığı ve değerlendirdiği özgün bir öğrenme modeli veya stratejisidir

(Blank & Harwell, 1997; Dickinson vd., 1998; Westwood, 2008). Ayrıca PBL, sürece dayalı ve sınıf içi etkileşimli ortamları gerektirdiğinden, gerçek yaşam problemleri üzerinden araştırmalar yapılır, elde edilen veriler analiz edilir, veriler toplanır ve projenin sunumu yapılarak sonlandırılır (McGrath, 2002). PBL'de öğrenciler içeriği daha derinlemesine anlamakla kalmaz aynı zamanda sorumluluk almayı, sorunları çözmeyi, iş birliği içinde çalışmayı, fikirler üretmeyi ve yaratıcı yenilikçi bireyler olmayı da öğrenirler (Boss, 2013).

Han vd. (2016) ve Wan vd. (2020) proje tabanlı öğrenme aşamalarını şekil 2.10'daki gibi ifade etmiştir.



Şekil 2.10. PBL'nin aşamaları (Han vd. 2016; Wan vd., 2020).

PB-STEM eğitimleri öğrencilere gerçek yaşam bağlamı sağlar, ilgiyi arttırır ve öğrencilerin problem çözme ve iletişim becerilerini geliştirir, problemleri bireysel ya da gruplar halinde çözmelerine, yaparak yaşayarak öğrenmelerine, bilimsel araştırmalara katılmalarına fırsat sağlarken öğrencilerin meraklarını ve eleştirel düşünme becerilerini uyandırır (Han vd., 2016). Han vd. (2016) ve Wan (2020)'ye göre bir proje karmaşıktır ve şekil 2.10.'daki yinelemeli yedi bileşenden oluşur.

2.2.3.1.2. Proje Tabanlı Öğrenmede Değerlendirme

Ölçme ve değerlendirme, öğrenme ve öğretme sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Süreç içerisinde yapılan faaliyetlerin etkililiğinin belirlenmesinde, programda hedeflenen kazanımlara ulaşıp ulaşılamadığının tespit edilmesinde, seçilen öğretim yönteminin öğretim sürecinde etkili olup olmadığının tespit edilmesinde, öğrencilerin başarı durumları, becerileri konusunda dönüt elde etmek amacıyla ölçme değerlendirmeye ihtiyaç duyarız (Bayraktar, 2015). Günümüzde benimsenen ölçme değerlendirme anlayışının amacı, öğrencilerin belli bir alandaki bilgilerini ölçmekten çok öğrenmeyi ve öğretimi zenginleştirmek olmalıdır (İnaltun & Ateş, 2018). PBL uygulanan sınıflarda değerlendirme kâğıt ve kalem testleri ile yapılmamalıdır (Korkmaz & Kaptan, 2001). PBL yaklaşımında değerlendirme sürecinde, ortaya çıkan ürünle birlikte sürecin de değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Demirel, 2005; Yalın, 2010; Yurtluk, 2005). PBL sürecinde daha çok portfolyo değerlendirme yöntemi kullanılmaktadır (Wolk, 1994). Bunun sebebi her öğrencinin aynı sürece dahil olmasına rağmen, öğrencilerin birbirine göre farklılıklarının bulunmasıdır (Açıkgöz, 2009). Değerlendirmedeki amaç iyi bir puan almaktan çok, öğrenmeyi öğrenme becerisi kazanmaktır (Vaiz, 2003).

PBL yaklaşımında sadece öğretmen öğrencileri değerlendirmez. Öğrenciler de birbirlerini ve kendilerini değerlendirmektedir. Bu süreçte öğrenciler anlamalarına ilişkin dönütler elde ederler (Demirel, 2013). Süreçte yalnızca edinilen bilgiler değerlendirilmez. Öğrencilerin belli bir alanda edindiği bilgiler kadar o alanda edindiği becerilerin ölçülmesi de önem taşımaktadır (İnaltun & Ateş, 2018). Bu becerilerden bazıları: Öğrencilerin karmaşık problemlerin çözümünde ortaya koyduğu becerileri, karar verme becerileri, sunum becerileri, iletişim becerileri şeklindedir (Doppelt, 2003).

PBL sürecinde daha çok portfolyo değerlendirme yöntemi kullanılmaktadır (Wolk, 1994). PBL yaklaşımında portfolyolar dışında, rubrikler, akran değerlendirme, öz değerlendirme yöntemler de mevcuttur (Tekin, 2008). Bunun yanında sağlıklı bir değerlendirme için proje sunumlarından, tartışmalardan ve gözlemlerden

faaydalanılmalıdır (Yurtluk, 2005). Ölçme ve değerdendirme belli zaman aralıklarında yapılmak yerine her zaman yapılmalıdır (İnaltun & Ateş, 2018). Kısacası çalışmanın başından sonuna tüm süreçler değerdendirmeye dahil edilmelidir.

2.1.3.2. Proje Tabanlı Öğrenme ve STEM Eğitimi Entegrasyonu (PB-STEM)

STEM eğitiminin öğrenme ve öğretilmede kullanıldığı birçok yöntem ve model bulunmaktadır ve bunlardan biri de proje tabanlı öğrenme etkinlikleri aracılığıyla STEM konularını ve kavramlarını aktaran PB-STEM'dir.

STEM eğitimin özellikleri ile PBL yaklaşımının özellikleri arasındaki benzerlikler ve farklılıklar tablo 2.2.'de gösterilmektedir (Selvi & Yıldırım, 2017).

Tablo 2.2. STEM Eğitimin Özellikleri ile PBL Yaklaşımının Özelliklerinin Benzer ve Farklı Yönleri (Selvi & Yıldırım, 2017)

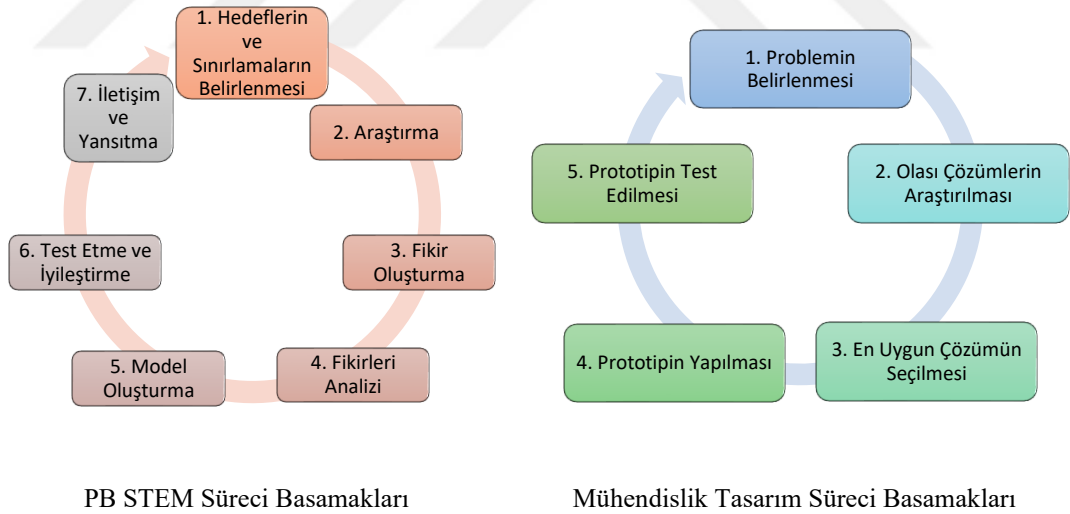
STEM Eğitimin Özellikleri	PBL Yaklaşımının Özellikleri
Bireyler öğrendikleri bilgileri yeni farklı bir problem durumunu entegre ederler.	PBL, bir alanla ilgili problemlerin çözümünde, problemlere farklı bakış açıları oluşturmak için kullanılır.
STEM eğitiminde farklı disiplinler aynı anda kullanılmaktadır.	PBL sürecinde tek disiplin ya da farklı disiplinler bir arada kullanılabilir.
STEM eğitiminde teknoloji kullanımının iki yolu vardır. Bunlardan ilki araştırma-sorgulama sürecinde ve ortaya çıkan ürünün sunumunda kullanmak iken, ikincisi fen, matematik bilgisi ile mühendislik uygulamalarının birleştirilmesinde teknolojik ürünlerin ortaya çıkarılması şeklindedir.	PBL yaklaşımında teknoloji kullanımı daha çok bilgilerin araştırılmasında, analizinin yapılmasında, raporlaştırılmasında ve sunulmasında kullanılmaktadır.
STEM eğitimi için gerçek yaşam bağlamına ihtiyaç duyulmaktadır.	PBL'de gerçek yaşamla konular arasında ilişki kurulması önemlidir.
STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasıyla inovatif, yaratıcı ürünler ortaya çıkar. Ürünler genellikle teknolojidir.	PBL yaklaşımında sonuç olarak ortaya çıkan ürünler, bir sunum, rapor, maket, model olabilir.
STEM eğitimi ile 21. yy becerilerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.	PBL sürecinde öğrencilerin iş birliği yaparak, birlikte çalışmaları önemlidir. PBL kişisel ve toplumsal sorumluluğu geliştirir. Üst düzey bilişsel özelliklerin gelişimine katkı sağlar. PBL sırasında öğrenciler kendi öğrenme sorumluluklarını alırlar.

Selvi ve Yıldırım (2017)'in yapmış oldukları bu karşılaştırmada STEM eğitiminde bütün disiplinlerin bir arada kullanılması gerekliliğinin bir sınırlama olduğu düşünülmektedir. Nitekim Bybee (2000) STEM eğitimi gerçekleştirmek için çeşitli yollar olduğunu, bunlardan birinin de STEM disiplinlerinin birinin veya ikisinin merkezde olduğu yaklaşım olduğunu ifade etmiştir. Briener vd. (2012; akt. Hacıoğlu & Başpınar, 2020) tarafından yapılan araştırmada, STEM eğitimi tanımlarken gerçek yaşam problemlerinin çözümünde tek bir disiplinin yeterli olmadığından, bu problemlerin çözümünde en az iki disipline ait bilgi ve becerilerin kullanılmasının öneminden bahsedilmiştir. Tablo 2.2.'de yapılan karşılaştırmada STEM eğitimi gerçekleştirmek için bütün disiplinlerin bir arada kullanılmasının gerekliliğinden söz edilirken, Behram (2019), Hacıoğlu (2017) ve Üçüncüoğlu (2018) yaptığı araştırmalarında STEM eğitimi gerçekleştirmek için STEM disiplinlerinin en az ikisinin kullanılmasının yeterli olduğuna vurgu yapmışlardır.

STEM yaklaşımında savunulan öğrenme deneyimlerinin bir kısmı, PBL'nin temel prensiplerine benzemektedir (Siew vd., 2015). STEM disiplinlerinin öğrenmeye entegrasyonu, bağlamsal bir sorunun çözümü olarak bir ürünün yapımı ve bitirilmesine yansır (Tati vd., 2017). Soruları araştırmak, sorunları çözmek ve ürünleri tasarlamak için karmaşık görevler etrafında öğrenmeyi düzenleyen bir modeli ifade eden PBL (Thomas, 2000), STEM entegrasyonunu gerçekleştirmenin etkili bir yolu olarak önerilmiştir (Hong Kong Education Breau [Hong Kong Eğitim Bürosu], 2016; Han, 2017; Wan vd., 2020). PBL, karmaşık bir süreçtir (Han vd., 2016; Wan, 2020) ve müfredat entegrasyonunu, eylem projelerini ve projelerin yönetimini ve sunumunu içerir (Selvi & Yıldırım, 2017). Karmaşıklığı göz önüne alındığında, PBL normalde iş birliğine dayalı bir şekilde ve uzun bir süre boyunca yürütülür ve bu da öğrencilere dört STEM disiplinlerini entegre ederken karşılaştıkları zorlukları ele almaları ve birlikte çalışmaları için fırsat sunar (Hong Kong Education Breau [Hong Kong Eğitim Bürosu], 2016). Capraro vd. (2013) ve Wan (2020), PBL ve STEM eğitiminin entegrasyonunun, *"Öğrencilerin öğrenmeyi yapılandırmaları ve anlamlı derecede güçlü fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramları oluşturmaları için gerekli bağlamsal, özgün deneyimleri"* sağlayabildiğini ifade etmiştir (s. 2). Bu bağlamda, 21. yüzyıl öğrenme hedeflerini de karşılamak için yeni nesil öğrenme taleplerine uygun

olduğu düşünülmektedir (Baker vd., 2011). PB-STEM süreci öğrenciler için zorlayıcı bir süreç olduğu kadar motive de eder (Çevik & Azkın, 2020). Bu süreçte öğrenciler yaptıkları planlı programlı çalışmayı deneyimleyerek öğrenirken, iş birliği içinde akranlarıyla uyumlu çalışmayı, iletişimi, problem çözmeyi, kendi öğrenme sorumluluğunu almayı da öğrenir (Capraro vd., 2013).

Bell (2010)'e göre PBL, eğitimin niteliğini geliştirirken öğrencilere araştırma becerileri, iletişim, iş birliği, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve teknoloji okuryazarlığı becerileri, yaratıcı/üretici düşünme becerileri gibi 21. yy becerileri ve STEM mesleklerinin özelliklerini bir araya getirme fırsatı vermektedir. PBL yöntemi ve STEM eğitimi birbiriyle amaçlar bakımından örtüşmekte ve birbirini desteklemektedir. Proje tabanlı fen eğitiminde mühendislerin tasarım süreçlerine benzer aşamaların yer aldığı tasarım etkinliklerine yer verilmektedir (Krajcik vd., 1998). Mühendislik tasarım süreci ile Proje Tabanlı STEM uygulamalarının adımlarının benzerlikleri şekil 2.11'de görülmektedir.



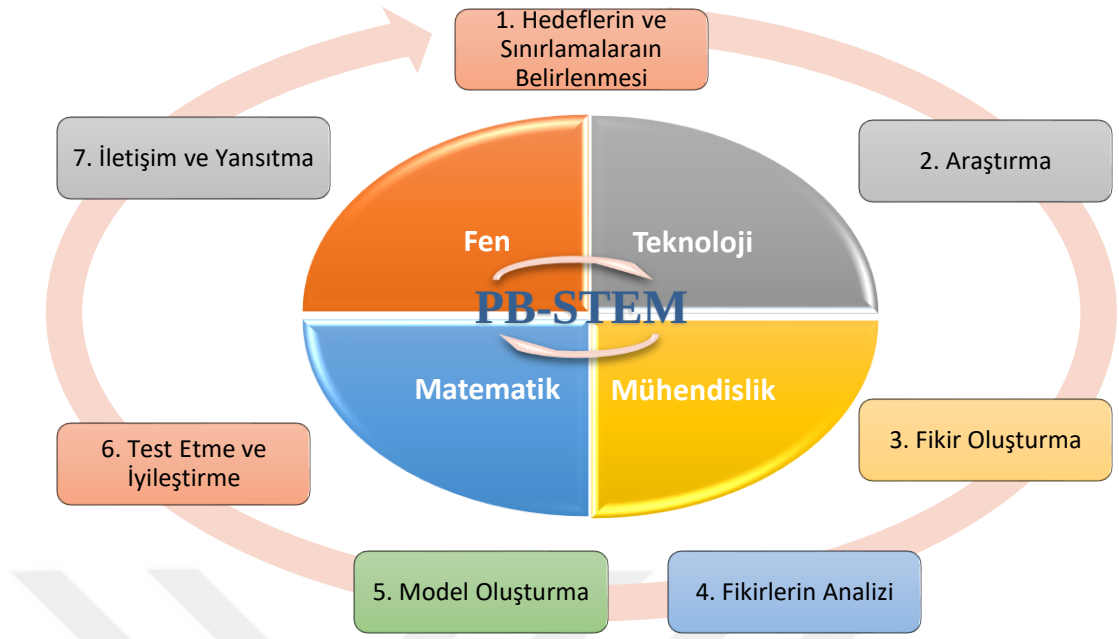
Şekil 2.11. STEM eğitime uygun PBL sürecinin aşamaları (Han vd.2016; Wan vd., 2020) ve mühendislik tasarım süreci ekseninde sürdürülebilecek ders modeli (Bozkurt, 2014)

Her ikisinde de süreç bir gerçek yaşam problemi ile başlar. Problemin tanımlanabilmesi için kriter ve sınırlamaların belirlenmesi gerekir. Olası çözümlerin geliştirilmesi için derin bir araştırma-sorgulama sürecine girilmesi önemlidir. Bu süreçte mini tasarım ve mini araştırmalardan faydalanmak, öğretmenin süreci

yapılandırması açısından kolaylık sağlarken, öğrenciler için yol gösterici olabilir. Problemin çözümü için gerekli bilgi ve becerileri edinen öğrencilerden çözüm önerileri oluşturmaları beklenir. Oluşturdukları fikirleri grupla ya da sınıfla analiz ederek probleme en uygun çözümü seçmeleri beklenir. Seçtikleri çözüm önerisini bir model-prototipe dönüştürürler. Ardından modelin-prototipin test edilmesi ve gerekli revizelerin yapılması basamağı işletilir. Ortaya çıkan ürün bir sunum, bir tasarım, bir proje, bir video, bir makale, bir afiş...vb. olabilir. Son olarak öğrencilerden ürünü sunmaları beklenir. Bu aşamada öğrenciler öğrenmelerini değerlendirirler. Bu adımlara rağmen öğrenciler aktif ve yaratıcı bir düşünür olmak için eğitilirler ve grup projesinde/tasarımında çalışmak için iş birliğine dayalı öğrenmeye dahil olurlar.

Sahin (2019)'e göre, etkili bir entegre STEM eğitimi sağlamanın en iyi yollarından biri PBL'dir. PB-STEM'de öğrenciler, iyi tanımlanmış bir sonuçla oldukça karmaşık ve otantik bir göreve yaklaşırlar (Capraro vd., 2013). Bu durum, öğrencilerin göreve farklı ön bilgiler getirmelerine, bireysel veya grup farklılıkları nedeniyle potansiyel olarak çok farklı çözümlere karar vermelerine ve hatta akranlarından farklı sorunlarla karşılaşmalarına olanak tanır (Kwon vd., 2021). Dahası, bu öğrenci merkezli öğretim öğrencileri ilgili gerçek dünya problemlerini çözmek için iş birliği yapmaya teşvik etmek açısından benzersizdir (Capraro vd., 2017).

PBL uzun bir zamana yayılan proje sürecini gerektirdiğinden, STEM disiplinlerinin entegrasyonunun sağlanmasında uygun bir yaklaşımdır (Wan vd., 2020). PB-STEM'in bir dizi farklı şekilde tasarlanabileceği bilinmektedir. Bir soruyu araştırarak, bir problemi çözerek veya bir ürün tasarlayarak başlatılabilir (Wan vd., 2020).



Şekil 2.12. STEM eğitime uygun PBL sürecinin aşamaları (Han vd. 2016; Wan vd., 2020).

Nitekim Han vd. (2016) ve Wan vd. (2020)'ye göre, PB-STEM' e uygun hazırlanan bir PBL'nin aşamaları şekil 2.12.'deki gibi, iyi yapılandırılmış bir problemin tanımlanabilmesi için hedeflerin ve sınırlamaların belirlenmesiyle başlamalı, hazırlanan problem durumu dikkat çekici, güncel, günlük yaşamla ilişkili olup, STEM disiplinlerinin uygulanmasına izin vermeli ve bu disiplinlerin tamamını içinde barındırmalı, 21. yy yaşam becerilerini geliştirmeye yönelik olmalıdır. Öğrencilerin birbiriyle iletişim halinde olmaları, birbirlerinden öğrenmeleri, araştırmalarını desteklemeleri için gruplar halinde çalışılmasına önem verilmelidir. İkinci aşamada ise gerçek yaşam problemine ilişkin araştırmalar yapılırken, araştırma hedefleri belirlenmeli, nelerin araştırılacağına karar verilmeli, ardından araştırmaya başlanmalıdır. Bu aşamada mühendislik tasarım sürecinde kullanılan mini tasarım ve araştırmalardan faydalanılarak, derinlemesine öğrenme gerçekleştirilebilir. Araştırmaların ardından olası çözümlerin geliştirilmesi için grupların birden fazla fikir oluşturmaları desteklenmelidir. Bu aşamalarda mühendislik tasarım süreçlerinin de işe katılması önemlidir (Bu bölüm mühendislik tasarım temelli öğrenme başlığında ayrıntılı olarak açıklanmıştır). Oluşturulan fikirler arasından en iyi çözümün seçilmesiyle üçüncü aşama olan fikirlerin analizi tamamlanmış olur. Seçilen en iyi çözümün model tasarımı yapılmalıdır. Oluşturulan prototip test edilmeli varsa

değiştirilmesi gereken kısımları revize edilmelidir. Son olarak projeler sunulmalı ve değerlendirilmelidir.

STEM eğitimine, ABD'deki K-12 standartlarındaki eğitim programlarında vurgu yapılmıştır (NRC, 2012a). Bütünleştirici STEM eğitiminin küresel olarak önemli konulara (örneğin iklim değişikliği, enerji kaynakları) dikkat çekmesi ve teori temelli tasarıma özel önem vererek pratik teknoloji ve mühendislik faaliyetleri yoluyla tasarım yetenekleri geliştirmesi gerektiği vurgulanmıştır (Bybee, 2013). Bu disiplinler arası yaklaşımın amacı, aynı anda bilimsel kavramları öğretmek ve bilim uygulamalarına deneyimler sunmak, gerçek dünya sorunlarının çözümü hakkında öğrenme fırsatları sağlamaktır (Hynes vd., 2011). Bu nedenle, PB-STEM, öğrencilerin bilimsel, teknolojik, matematiksel ve mühendislik bilgilerini sistematik olarak geliştirmek için kullanılabilir. Nitekim geleneksel pedagojide sezgiler genellikle problemleri çözmek için kullanılır. Ancak sıradan problemlere analitik stratejiler ve açık adım adım süreçler uygulamak genellikle daha iyi çözümlerle sonuçlanır (Baumann & Kuhl, 2002). Bu nedenle PB-STEM, öğrenmeleri için tüm sorumluluğu üstlenen öğrenme gruplarının oluşturulmasını gerektirir ve öğrenme hedeflerine ulaşılmasında ekip üyeleri arasındaki iş birliği ve paylaşım etkili olmaktadır (Milentijevic vd., 2008).

2.1.3.3. PB-STEM Uygulamaları

Literatür incelendiğinde sadece PBL yaklaşımı (Ayvaci & Çoruhlu, 2010; Baran & Maskan, 2010; Bicer vd., 2015; Chen, 2004; Kokotsaki vd., 2016; Korkmaz & Kaptan, 2002; Miller & Krajcik, 2019; Özer & Özkan, 2012; Panasan & Nuangchalerm, 2010; Sulaiman & Shamsa, 2014; Sumarni vd., 2016; Toprak, 2007; Van Rooij, 2009) ve sadece STEM eğitimi (Bozkurt, 2014; Bozkurt A. & Hacıoğlu, 2018; Chittum vd., 2017; Esina vd., 2021; Ghadiri vd., 2018; Hacıoğlu, 2017; Hacıoğlu, & Başpınar, 2020; Jones vd., 2014; Ng & Chu, 2021; Rahmawati vd., 2021; Schnittka vd., 2015; Vasquez vd., 2013) kullanarak yapılmış birçok araştırma yer almaktadır. Bu iki yaklaşımın entegrasyonu ile yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir (Craft & Capraro, 2017; Çevik & Azkın, 2020; Domínguez & Jaime, 2010; Erdoğan & Senemoğlu, 2017; Han vd., 2015; Han vd., 2016; Kaldi vd., 2011; Kwon vd., 2021;

Larsen, 2016; Lin vd., 2018; Lou vd. 2011; Lou vd., 2017; Mohr-Schroeder vd., 2014; Tati vd. (2017); Tseng vd., 2013; Wan vd., 2020; Yuliati vd., 2018a). Yapılan araştırmalarda PB-STEM entegrasyonunun çeşitli etkileri incelenmiştir. Alan yazında yer alan PB-STEM uygulamalarından bazıları bu bölümde sunulacaktır.

PB-STEM üzerine yapılan çalışmaların sonuçları incelendiğinde öğrenmeye, grup içi iletişime, iş birliğine dayalı öğrenmeye karşı olumlu tutum gösteren öğrenciler olmuştur (Domínguez & Jaime, 2010; Johnson vd., 1998; Kaldi vd., 2011; van Rooij, 2009; Veenman vd., 2000). Yine PB-STEM uygulamalarının öğrencilerin ilgisini, özgüvenini ve öz yeterliliklerini arttırdığını gösteren çalışmalar yer almaktadır (Baran & Maskan, 2010). Öğrencilerin, problem çözme becerilerini geliştirmek için hazırlanan projede yer alan problemleri çözmeleri istenmiş ve öğrenmeye ilişkin tutumunu ve bakış açısını olumlu yönde etkilendiğini gösteren (Barron vd., 1998; Boaler, 1997) çalışmalar olduğu tespit edilmiştir.

PB-STEM uygulamanın birçok faydasından söz etmek mümkündür. PB-STEM sayesinde öğrencilerin kendi öğrenmelerine katkıda bulunmaları gerektiğinden, üst düzey düşünme becerilerini (Capraro vd., 2013) ve öğrenme motivasyonunu geliştirdiğı gösteren (Erdogan & Senemoğlu, 2017; Wan vd., 2016) çalışmalar yapılmıştır.

PB-STEM doğasında, öğrencilerin öğrenme sürecinde pasif alıcılar yerine aktif araştırmacılar olması gereken ve öğrenme sürecinde aktif olarak bilgi inşa etmelerini sağılayan yapılandırmacı paradigma olduğu söylenebilir (Kwon, 2017). PB-STEM, ilgili gerçek dünya problemlerini çözmek için öğrencilerin iş birliği içinde çalıştıkları, öğrenci merkezli ve disiplinler arası bir modeldir (Kwon vd., 2021). PB-STEM ile öğrencilerin ilgisini çekme, öğrenmelerini olumlu yönde etkileme ve problem çözme becerilerini geliştirmek mümkündür (Erdogan & Senemoğlu, 2017; LaForce vd., 2017). Literatürde yapılan araştırmalar, PB-STEM yaklaşımının öğrencilerin STEM'e olan ilgi, motivasyon ve öğrenmelerini geliştirdiğini göstermiştir (Becker & Park, 2011; National Science Board (NSB), 1983; Sanders, 2009). Araştırmalar ayrıca öğrencilerin yaz kampı programları sırasında özellikle PB-STEM ile meşgul olduktan

sonra STEM alanlarına ilgi duyduklarını ve motivasyonlarında artışa sebep olduğunu göstermiştir (Capraro vd., 2017; Mohr-Schroeder vd., 2014; Tseng vd., 2013; Yilmaz vd., 2010). Kwon vd. (2021) tarafından PB-STEM uygulamaları ile sürdürülen kısa süreli bir yaz kampında ortaokul öğrencilerinin matematiksel problem çözme inançları üzerindeki etkilerinin ve STEM kariyerlerine yönelik algılarının arttığı görülmüştür.

Han vd. (2015) tarafından yapılan araştırmada, PB-STEM eğitiminin, akademik anlamda düşük başarı gösteren öğrencilerin, başarılı kabul edilen öğrencilerle aralarında oluşan başarı farkının azaltılmasında etkili olduğu, bu bağlamda düşük başarılı kabul edilen öğrencilere fayda sağladığı görülmüştür. Yine PB-STEM etkinliklerinin öğrencilerin mühendisliğe karşı tutumunda olumlu değişimlere sebep olduğu, bunun yanı sıra problem çözme ve bilgiyi entegre edebilme becerilerinde gelişim sağladığı belirlenmiştir (Tseng vd., 2013). Lee vd. (2019) yaptığı çalışmada, PB-STEM'in müfredata entegrasyonunun dokuzuncu sınıf öğrencilerinin duygusal matematik katılımlarını geliştirmekteki etkisini incelemişlerdir. İyi entegre edilmiş bir PB-STEM eğitiminin öğrencilerin matematiksel olarak kendini tanımlamalarına ve duygusal matematik katılım göstermelerine yönelik algılarında olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Araştırmacılara göre çalışma, öğrencilerin matematiksel tutumlarını, duygularını, kendini kabul etmelerini sağlamanın yanı sıra PB-STEM öğretimi sırasında teşvik edilen değeri anlamak için bir başlangıç noktası olabileceği düşünülmektedir.

Çevik ve Azkın (2020) tarafından PB-STEM yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin STEM anlayışları ile görselleştirmelerinde öne çıkan zekâ alanlarıyla ilişkisine etkisi incelenmiştir. Çalışmada PB-STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi tespit edilmiş, öne çıkan zekâ alanları arasındaki korelasyon ortaya konulmuştur. Araştırma sonucunda PB-STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarında yüksek düzeyde son test lehine bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen bu başarı ile öğrencilerin zekâ alanları arasında korelasyon olduğu ortaya konulmuş, uygulama sonrasında deney grubu öğrencileriyle yapılan görüşmelerde öğrenciler daha çok mühendislik ve tasarım, fen, eğlence/oyun, matematik, teknolojik aletler ve duygularına odaklandıkları çizimler ile STEM'i anlatmaya çalışmışlardır.

Capraro & Slough (2013) ve Vasquez vd. (2013) tarafından yapılan araştırmalarda, iyi kurgulanmış bir PB-STEM eğitiminin öğrencilerin her türlü gelişimine fayda sağlayacağı belirtilmiştir. Çevik (2018) tarafından meslek lisesi öğrencileriyle yapılan PB-STEM eğitiminde, öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı değişimler olduğu ve mesleğe olan ilgilerinde olumlu yönde etkiler olduğu görölmüştür.

Lou vd. (2017) yaptığı araştırmada, STEM yaklaşımıyla entegre proje tabanlı öğrenmenin etkileri araştırılmış ve bu etkinlikler sırasında ortaokul öğrencilerinin sergilediği yaratıcılıkları analiz edilmiştir. Çalışmada üç sonuca varılmış, bunlardan ilki PB-STEM aşamalarının (hazırlık, uygulama, sunum, değerlendirme ve düzeltme) öğrencilerin yaratıcılıklarını arttırdığı yönündedir. İkincisi ise PB-STEM hedefleri, öğrencilerin STEM öğrenme ve STEM ile entegre uygulamalardaki yeteneklerini güçlendirebilir. Son olarak PB-STEM maceracılık, merak, hayal gücü ve meydan okuma dahil olmak üzere yaratıcılığın duygusal alanını daha da geliştirebilir. Ayrıca Han (2017) yaptığı araştırmada Koreli öğrencilerin PB-STEM yaklaşımına yönelik tutumlarındaki değişimi ve bu tutumlar arasındaki ilişkileri incelenmiştir. Orta öğretim öğretmenlerinin PBL'yi matematik ve fen sınıflarına entegre ettiklerinde, yaklaşımın ana dal ve iş seçimi konusunda öğrencilere rehberlik edilebileceğine, PB-STEM bileşenlerine karşı olumlu tutum geliştiren öğrencilerin STEM'i takip etme ihtimallerinin yüksek olabileceğine vurgu yapılmıştır.

Özçakır Sümen ve Çalışıcı (2019) tarafından yapılan araştırmada, PB-STEM yaklaşımıyla öğretmen adaylarının geliştirdikleri matematik projeleri incelenmiştir. Çalışmada katı cisimlerin alan ve hacimleri, trigonometri ve koordinat sistemi konularını içeren dört farklı STEM etkinliği yürütölmüştür. STEM etkinlikleri “bina modelleme”, “teodolit -yatay ve düşey açılarla uzaklıkların ölçölmesinde kullanılan alet- tasarımı”, “simölasyon tasarımı” ve “oyun tasarımı” şeklinde-dir. Bu etkinliklerin her birinin sonunda sınıf öğretmeni adaylarına birer proje olmak üzere toplam dört proje ödevi verilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının oluşturmuş olduğu beş grubun, dört farklı STEM etkinliğine paralel olarak gerçekleştirdiği yirmi farklı proje rubrik kullanılarak değerlendirilmiş ve araştırma sonucunda geliştirilen etkinliklerin yeterli düzeyde olduğu görölmüştür.

Hall ve Miro (2016) yaptıkları araştırmada, büyük ilgi gören öğretim yöntemlerinin (örn. PBL, öğretmen merkezli öğrenme ve oyun temelli öğretim) STEM eğitime entegrasyonuna, öğrencilerin tutumlarına göre STEM'in çeşitli yönlerini değerlendirmek için araçlar geliştirmeye odaklanmışlardır. Çalışma sonunda, öğrencilerin öğrenmelerinin en üst düzeye çıkarılmasında, öğretmenlerin mesleki gelişimlerinden faydalanarak, PBL etkinliklerini anlamalarını kolaylaştırabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Yeni bir eğitim teknolojisini ve mühendislik tasarım sürecini bütünleştiren bir haftalık PB-STEM eğitimini orta ve lise öğrencilerine öğretmek amacıyla Rugh vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, öğrenciler beş gün boyunca mühendislik tasarım süreci ve PB-STEM ile anlamlı kendi kendine öğrenmeyi gerçekleştirebilmek için DIME (dinamik ve etkileşimli matematiksel ifadeler) haritalarını kullandılar. Araştırmanın sonucunda, DIME haritalarını kullanan öğrencilerin birden çok yaratıcı tasarımlar önerdikleri, belirtilen kriter ve sınırlamaları karşılamak için çeşitli araçlar inşa ettikleri görülmüştür. Ayrıca STEM öğretmenlerinin, öğrencilerini sınıfta öğrendikleri ile gerçek dünya senaryoları arasında bağlantı kurmada desteklemek için DIME haritalarını ve PB-STEM'i kullanabilecekleri vurgulanmıştır (Rugh vd., 2021).

2013 yılında düzenlenen bir yaz kampında, öğrencilerin fen ve matematik terimlerinin PB-STEM yoluyla edinmelerini tespit etmek amacıyla yapılan bir diğer deneysel çalışmada, sekizinci sınıf öğrencileriyle deneysel bir araştırmada çalışılmıştır (Bicer vd., 2015). Araştırmanın sonucunda PB-STEM yoluyla öğrencilerin matematiksel ve bilimsel kelime hazinelerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme sağlandığı görülmüş, bu bağlamda PB-STEM' in fen ve matematik derslerinde öğrenciler için kelime bilgisi uzmanlığı edinmede faydalı bir yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Amfibi Araç Hayal Gücü ve Tasarım Yarışması'nda kız lise öğrencilerinin, yaratıcılığın hayal gücü ile ilişkilendirildiği STEM-I (STEM-Imagination/hayal gücü) ve PBL etkinliklerinin entegrasyonun uygulanmasıyla bir dizi öğretim stratejisi geliştirmeyi ve STEM-I bilgi uygulamasının etkilerini, süreçlerini ve özelliklerini keşfetmeyi amaçlayan çalışmada, yetmiş iki kız lise öğrencisi 18 takıma ayrılmış,

öğrencilere, öğrenme etkinliklerini tartışmak, paylaşmak ve entegre etmek için bir yer sağlanmıştır (Lou vd., 2014). STEM-I ve PBL etkinliklerinin, farklı yeteneklerin gelişimini teşvik edebileceğini ve kız lise öğrencileri için STEM bilgi entegrasyonunu ve öğrenmeyi etkili bir şekilde genişletebileceğini ve proje tabanlı etkinliklerde hayal güçlerini geliştirebileceğini göstermiştir.

Erdogan vd. (2016) tarafından mesleki gelişim programları üzerine yapılan çalışmada, PB-STEM yaklaşımının öğrenci başarısı üzerine etkisinin incelenmiştir. ABD'nin güneybatısında yer alan üç şehirdeki, sekizinci, onuncu ve on birinci sınıf öğrencisi olan 565 bireyle sürdürülen çalışmada, PB-STEM eğitiminin yüksek düzeyde kullanıldığı okullarda öğrencilerin akademik başarısında önemli ölçüde fark olduğu tespit edilmiştir. Ortalama düzeyde ve neredeyse hiç kullanmayan okullarda ise öğrenci verilerinde farklılıklar olmadığı görülmüştür.

Tati vd. (2017) tarafından yapılan araştırmada, tekne modeli tasarımı projesi ile STEM eğitimi uygulanmasının öğrencilerin enerji konusunda STEM okuryazarlığına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma ön test-son test, deney-kontrol grubu tasarımına sahip yarı deneysel yöntemle gerçekleştirilmiştir. STEM okuryazarlığı bakımından deney sınıfı ile kontrol sınıfı arasındaki gelişim farkının, öğrencilerin STEM'in her alanından bilgileri uygulamalarını gerektiren tasarım mühendisliği etkinliğinin varlığından kaynaklanmakta olduğu düşünülmektedir. Tasarım mühendisliği etkinliği yoluyla STEM öğrenmede karşılaşılan en önemli zorluğun, öğrencilere problemleri çözmek için STEM entegrasyonu sürecinde pratik kazandırmak olduğu ifade edilmiştir. Bunlara ek olarak, öğrencilerin çoğu tarafından tasarım tekne modeli projesi aracılığıyla STEM öğreniminin uygulanmasında olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Connors-Kellgren vd. (2016) yaptıkları araştırmada, on yılı aşkın süredir desteklenmekte olan, Ulusal Bilim Vakfı'nın Öğrenciler ve Öğretmenler için Yenilikçi Teknoloji Deneyimleri (ITEST) programı kapsamında PB-STEM'in inovasyona katkısı ve zorlukları incelenmiştir. Araştırmada, eğitimciler, proje tasarımcıları, araştırmacılar ve politika yapıcılar için giderek daha alakalı hale gelen STEM eğitimi

ve işgücü gelişimi için çerçevelerin geliştirilmesine katkıda bulunulduğu ifade edilmiştir. ITEST programıyla, STEM eğitiminde ve işgücü gelişiminde yaratıcılığın, deneyselliğin ve kültürel duyarlılığın sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca Amerikan yerlileri topluluklarına, STEM alanlarında yetersiz temsil edilen popülasyonlara, yetersiz kaynaklara sahip olan kentsel topluluklara, kızlara ve temsil güçleri az olan popülasyonlara STEM girişimlerine katılım konusunda fırsat oluşturduğunu dile getirmiştir. Yapılan bu araştırmayla, STEM ilgisini ve kariyerle ilgili sonuçları teşvik eden ve geleceğin bilimsel ve mühendislik alanlarında işgücünün temel becerilerini oluşturan STEM eğitiminin, değerli bir yenilikçi yaklaşım olduğu konusunda deneysel kanıt sağladığı düşünülmektedir.

Parno vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, PB-STEM yaklaşımı ile optik aletler konusunda yürütülen derslerin öğrencilerin problem çözme becerileri üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada iki deney bir kontrol grubu yer almıştır. Deney gruplarının ilkinde PB-STEM yaklaşımı, ikincisinde PBL ve kontrol grubunda ise geleneksel öğrenme yöntemleri kullanılmıştır. PB-STEM yaklaşımı uygulanan ilk deney grubunda problem çözme becerisinin diğer gruplara göre önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiş, PBL kullanılan ikinci deney grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek problem çözme becerisi tespit edilirken, öğrencilerin problem çözme becerilerinin artırılması için PB-STEM ve PBL yaklaşımlarının geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Öğrencilerin “Akışkan Statiği” konusundaki bilimsel okuryazarlıklarını artırmak için yapılan araştırmada PB-STEM entegrasyonunun olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür (Parno vd., 2019). Deney, karşılaştırma ve kontrol gruplarının yer aldığı araştırmada, deney grubu PB STEM, karşılaştırma grubu PBL, kontrol grubu ise geleneksel yöntemlerle uygulama yapmışlardır. Veriler analiz edildiğinde elde edilen sonuçlara göre, PB-STEM uygulamasıyla yürütülen derslerde bilimsel okuryazarlığın önemli ölçüde artış gösterdiği, buna ek olarak karşılaştırma grubunda ise kontrol grubuna oranla daha yüksek bilimsel okuryazarlık oranına sahip olduğu ve kontrol grubunda ise orta düzeyde değişim olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda PB-STEM ve PBL

uygulamalarının öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarında artışa sebep olduğu görülmüştür.

Han vd. (2015) tarafından yapılan araştırmada, PB-STEM yaklaşımının okullarda uygulanmasının zorluğundan dolayı, PBL'nin etkisinin incelenmesi gerekliliğine vurgu yapılmıştır. Bu bağlamda PB-STEM eğitime katılmanın, farklı performans düzeyinde öğrencileri nasıl etkilediği ve öğrencilerin bireysel özelliklerinin matematik başarılarını ne ölçüde etkilediği incelenmiştir. Bir STEM merkezi tarafından üç lise öğretmenine mesleki gelişimlerine katkı sağlamak amacıyla verilen eğitimlerden sonra, 2008-2010 yılları boyunca (üç yıl) altı hafta boyunca bir PB-STEM öğretimi gerçekleştirmeleri istenmiştir. 836 lise öğrencisi araştırmaya katılmıştır. Araştırmanın sonucunda PB-STEM eğitiminin öğrencilerin demografik özellikleri ve performanslar düzeyleri açısından matematik başarısını olumlu etkilediği görülmüştür. Ayrıca düşük performans gösteren öğrencilerin istatistiksel olarak matematik puanlarında anlamlı şekilde büyümeler olduğu görülmüştür. Bu bağlamda araştırma, yürütülen PB-STEM uygulamalarının, düşük performans gösteren öğrencilere daha fazla fayda sağladığını ve başarı açığını azalttığını göstermektedir. PB-STEM uygulamalarıyla işlenen derslerin öğrencilerin cebir, geometri, olasılık ve problem çözmedeki başarıları üzerindeki etkililiğini incelemek için tasarlanmış olan bir diğer araştırmada da benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür (Han vd., 2016). Araştırmanın sonuçlarına göre PB-STEM uygulamalarıyla ders işleyen okullardaki öğrenciler, geometri, olasılık ve problem çözmede PB-STEM dışı öğrenim yapan okullardakine göre daha yüksek puanlar almışlardır.

Wan vd. (2020) tarafından, bir soruyu araştırarak, bir problemi çözerek veya bir ürün tasarlayarak, PB-STEM'in farklı bileşenlerinin öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimiyle nasıl ilişkili olduğunu araştırmak ve gelecekteki araştırmalarda öğretmenlerin farklı amaçlar için PB-STEM etkinlikleri tasarlariken kanıta dayalı kararlar almalarına yardımcı olabilmek için, öğrenme deneyimi ölçeği geliştirme ve doğrulama çalışması yapılmıştır. Yedi yüz yirmi yedi öğrenci ile gerçekleştirilen araştırmada, PB-STEM deneyiminin dört bileşeni ile öğrencilerin STEM öğrenmeye

olan ilgisi, STEM öğrenmeye yönelik faydacı motifler ve STEM kariyer özlemi arasında önemli korelasyonlar oluşturduğu görülmüştür.

Bütün bu araştırmaların yanında alan yazında basılı eserlerle de karşılaşmıştır. PB-STEM yaklaşımının özellikleri Vasquez vd. (2013) tarafından eserinin on ikinci bölümünde ayrıntılı olarak betimlenmiştir. Bu özellikler;

- Öğrenci merkezli bir öğrenme sürecinin gerekliliği,
- Projelerin müfredatla uyumlu olması, projelerin müfredatın merkezinde yer alması,
- Projenin gerçek dünya ile bağlantılı olması,
- Projelerin sonunda bir ürün veya performansın çıkması,
- Dijital teknoloji ile desteklenerek, öğrencilerin öğrenmelerinde artışlara sebep olması
- Proje çalışmaları sırasında eleştirel düşünme becerileri gibi üst düzey becerilerin geliştirilmesi gibi özelliklerdir.

Bir diğer basılı eser ise Capraro ve Slough (2009)'a aittir. Kitap PB-STEM entegrasyonu bağlamında, etkinliklere katılımı arttırmak ve öğrenciler için bağlamsal öğrenmeyi sağlamak isteyen öğretmenler için hazırlanmıştır.

Literatürde PB-STEM'i anlatan oldukça fazla sayıda yayın yer almaktadır. Bu yayınlar incelendiğinde STEM ve PBL yaklaşımlarının birbiriyle oldukça benzer özelliklerinin olduğu ve entegre edildiklerinde olumlu sonuçlarının elde edilebileceği düşünülmektedir (Stearns vd., 2012). Bu bağlamda yaptığımız araştırmada PBL yaklaşımı ile STEM yaklaşımının entegrasyonunu gerekli kılan “Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” konulu PB-STEM eğitiminin geliştirilmesine, uygulanmasına ve öğrencilerin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerileri gibi çağın gerektirdiği becerilere etkisinin incelenmesine ihtiyaç duyulmuştur.

2.3.STEM Eğitiminin Öğrencilerin Gelişimine Etkisi

Bu araştırmada PB-STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel okuryazarlıkları ve üretici düşünme becerilerine etkisini incelemek amaçlandığından öğrencilerin bu alanlardaki gelişimlerine etkileri ile ilgili alan yazın incelemesi alt başlıklarda ayrıntılı olarak verilmiştir.

2.3.1. STEM Eğitimi ile Öğrencilerin Bilimsel Okuryazarlıklarının Geliştirilmesi

Bilimsel okuryazarlık kavramının STEM eğitimi ile ilişkisinden bahsetmeden önce bilimsel okuryazarlık kavramının tanımı, boyutları, bilimsel okuryazar bir bireyde bulunması gereken özellikler ve bilimsel okuryazarlığın önemi konusunda açıklamalara yer verilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

2.3.1.1.Bilimsel Okuryazarlığın Tarihsel Gelişimi ve Bilimsel Okuryazarlık Kavramı

Alan yazında bilimsel okuryazarlık kavramıyla ilgili birçok tanım yer almaktadır ve bu tanımların kavramın ortaya çıkışından günümüze bazı değişiklikler gösterdiği dikkat çekmektedir. Kavramı fen eğitiminde kullanıldığı hali ile ele almak bu açıdan önemlidir. İlk yıllarda sadece bilim insanı yetiştirmek için bilimsel okuryazarlık kavramı önemsenmiş olsa da bilim ve teknolojiadaki gelişmeler uluslararası alanda rekabetin oluşmasına ve bilime verilen önemin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Böylece ülkeler bilimsel okuryazarlık kavramını eğitim müfredatına dahil etmeyi önemsemişlerdir. Nitekim tarihi çok eski yıllara dayansa da bugünkü anlamıyla 1950’li yıllarda herkes için fen okuryazarlığı hedefi ile karşımıza çıkmış ve sonrasında tüm eğitim reformlarının odağında yer almıştır.

Bybee (1997)’ye göre bilimsel okuryazarlık kavramı ilk olarak 1952 yılında James Bryant Conant tarafından “*Kendi alanındaki deneyimleriyle de kişi modern dünyayı anlayabilir demıştır; kısacası, kişinin mekanik, elektrik ya da kimya mühendisliği ile*

ilgili alanlarda sahip olduğu gerçek bilgileri, uygulamalı bilimlerdeki başarısından nispeten daha az olabilir. Kişi en azından belirli sınırlarda da olsa, bilimi ilerleten ve uygulayan insanlarla rahatlıkla iletişim kurabilmelidir ve deneyimleri ne kadar artarsa bilimsel okuryazarlığı da o kadar artar.” şeklinde ifade edilmiştir (Akt. Wenning, 2006). Bu ifadede, 1957 yılında Sovyet Rusya’nın Sputnik adlı ilk yapay uydunun Dünya’nın yörüngesinden fırlatılmasında başarılı olması fakat Amerika’nın 1958’de bu alandaki denemesinin başarısızlıkla sonuçlanmasının fen eğitime yansması olan “Herkes İçin Fen Okuryazarlığı”, “Bilimsel Okuryazarlık Yoluyla Daha İyi Yaşam”, “Geleceğinizde Bilimsel Okuryazarlık Var!” sloganlarının (Linder vd., 2007) izleri görölmektedir diyebiliriz. Gönderdiği uyduyu yörüngeye yerleştiremeyen Amerika, sadece fen alanında çalışacak bireylere fen öğretmekten öteye geçilmesi gerektiğinin farkına vararak herkesin fen okuryazarı olması gerektiği ile ilgili eğitim reformu gerçekleştirmiştir (DeBoer, 2000). Eğitim alışmaları için bilimsel okuryazarlık tanımlanmış hatta rehber olması için Hurd (1958) “Amerikan Okulları için Bilimsel Okuryazarlığın Anlamı (Science Literacy: Its Meaning for American Schools)” başlıklı bir çalışma yapmış ve bilimsel okuryazarlığı açıklamıştır (Turgut, 2007). Hurd (1958), bilimsel ve teknolojik gelişmelerin toplumların refahını ve sosyal ilerlemesini sağladığını, bilimsel bilginin uygulamalarının toplumların kalkınmasında önemli olduğunu ifade ederek Amerika’da bu gelişim ve değişime katkı sağlayacak bir nesil yetiştirmek için bilimsel okuryazarlığı, bilimsel konulardaki genel bilgiler ve bu bilgilerin sosyal bir çevrede nasıl kullanılması gerektiği konusunda ele almıştır (Akt. Laugksch, 2000). Bilim ve teknolojideki değişimlerin yansması olarak bilimsel bilgilerin sosyal çevrede kullanılması değişince tanım da tarih boyunca değişim ve gelişim göstermiştir. Hatta bu durum bilimsel okuryazarlık kavramına yönelik evrensel olarak kabul edilen bir tanımın ortaya çıkmasına engel olmuştur (şahin, 2018).

1960’lardan sonra fen eğitimi konusunda önem kazanan bilimsel okuryazarlık kavramı kullanılırken, özellikle akademik disiplinler üzerinde durulmuştur (Ünal vd, 2010). Laugksch (2000) kavramın oluşması ile ilgili alan yazın ışığında dönemlerden bahsetmiştir. Robert (1983)’ün bilimsel okuryazarlık konusunda bir derleme çalışması yaptığından ve 1957-1963 yılları arasını **onaylama dönemi**, 1960’lı yıllar ve sonrasını

yorumlama dönemi olarak ifade ettiğini belirterek onaylama döneminde fen eğitiminde fen alanlarında bireyler yetiştirmek amacıyla bilimsel okuryazarlığın bilimsel bilgi boyutuna daha fazla vurgu yapılırken bilimsel bilginin gerçek yaşama uygulamalarına daha az yer verildiği dikkat çekmiştir. Bilim insanlarının çalışmalarının desteklemenin ötesine geçilerek geleceğin bilim insanlarını ve bilim insanlarının çalışmalarına ilgi duyacak kadar bilgiye sahip bir toplum yetiştirmek için (DeBoer, 2000) 1950'ler-60'lar döneminde fen eğitiminde Vizyon I olarak ifade edilen bilimsel okuryazarlığın Bilimin Yapısı (içerik bilgisi) boyutu ile birlikte Bilimsel Beceri Geliştirme (süreç bilgisi) boyutuna da vurgu yapılmıştır (Linder vd., 2007). Bu vurgu ile birlikte bilimsel okuryazarlığın yorumlama dönemi başlamıştır. Bu boyutlar eğitim müfredatlarına yansıtılmış, bireylere bilginin öğretilmesinden öte, bilişsel süreçlerin anlaşılmasını sağlamada girişimlerde bulunulmuştur (Wenning, 2006). Bu girişimleri desteklemek için kavramı tanımlama çabası devam etmiştir. Bu çabada bilimsel okuryazar bireylerin özellikleri ön plana çıkmıştır. Wisconsin Üniversitesi Bilimsel Okuryazarlık Çalışmaları Merkezi'nden Pella (1967) bilimsel okuryazar olan bir bireyin; bilim ve toplum arasındaki ilişkiyi, bilimsel süreçleri ve yöntemleri, bilimle ilgili temel kavramları ve kavramsal şemaları, bilim ve beşerî bilimler arasındaki ilişkiyi anlayan ve bilimi beşerî bilimlerin bir parçası olarak gören bireyler olarak belirtmiştir (Akt. Wenning, 2006). Bilimsel anlayış kavramı Amerika ile birlikte İngiltere'de de hakim olmuş, öğrencilerin biraz bilim bilmeden bilimsel olarak okuryazar olamayacaklarını herkes kabul ederken, bunun “Ne?, Ne kadar?, Kim için? ve Ne tür bir kavramsal denge?” ile verileceği ile ilgili sorular ortaya çıkmıştı (Linder vd., 2007). Bu anlayış 1960'lı yıllarda bilimsel okuryazarlık kavramının bilimsel süreç boyutuna vurgu yapılsa da uygulama boyutunda daha çok içerik bilgisine odaklanıldığının da bir göstergesi olarak karşımıza çıkmıştır (Şahin, 2018). 1970'li yıllara gelindiğinde ise bireylerin bireysel ve içerisinde bulundukları sosyal bağlamlar dikkate alınmadan bilimsel okuryazarlık sağlanamayacağı üzerine tartışmalar başlamıştır (Turgut, 2007) ve bilimsel okuryazarlığın bilimin sosyal bağlam içinde tanımlanması ve anlaşılması yani içerik ve süreç bilgisi boyutları ile birlikte, fen-teknoloji ve toplum ilişkisi boyutu da ortaya çıkmıştır (Gallagher, 1971). Bunun yansması olarak fen eğitiminde bilimin sosyal bağlamı da dikkate alınarak gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir (Hurd, 1970, akt. DeBoer, 2000). Bilimsel

okuryazarlık kavramında, bilimin daha geniş bir bakış açısıyla ele alınarak günlük yaşamla ilişkisinin sağlanması ve sosyal bağlamla ilişkili olarak ele alınması ile fen eğitiminde mantıksal düşünen ve hareket eden bilimsel okuryazar bireyler yetiştirilmesi hedeflenmiştir (Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği [National Science Teachers Association -NSTA], 1971). Yaşadığımız gezegende nüfus, sağlık, beslenme su kirliliği ve birçok önemli problemin disiplinlerin entegrasyonu ile öğretilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır (Hurd, 1975).

1980’li yıllara gelindiğinde ise Japonya, Singapur, Tayvan ve Güney Kore gibi pasifik ülkelerinin ekonomik açıdan güçlenmeleriyle Amerika’nın uluslararası alanda rekabet gücünün azalması (Bloch, 1986; Lewis, 1982), bununla birlikte Amerika’da fen ve mühendislik alanlarında yapılan çalışmaların azalmakta olduğu dikkat çekince, bu durum uluslararası alanda fen eğitiminde yaşanan başarısızlık olarak ifade edilmiştir (Yager, 1984). Bunun yansıması olarak bilimsel okuryazar birey tanımı, fen-teknoloji ve toplum bağlantısını kurabilen bu bağlantıyı günlük yaşamında kararlar almada kullanan, fenle alakalı sosyal kavramları tanımlayabilen, bu kavramaları kendileri çabasıyla araştırarak toplum içinde bağlamlarını çözümleyebilen, karar almada etkili olan kişileri ve toplulukları belirleyebilen, bir eylem planı oluşturabilen ve uygulayabilen olarak ifade edilmiştir (NSTA, 1982; Ramsey, 1989). Bu anlayış herkes için fen okuryazarlığı olan Vizyon I (içerik ve süreç bilgisi) anlayışını da kapsayan bağlam odaklı bir bilimsel okuryazarlık anlayışı olan Vizyon II’ye kaymıştır (Şahin, 2018). Vizyon II anlayışının fen eğitimine yansıması olarak öğretim programlarında, bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri bilimsel metotları kullanarak çözebilecekleri durumlara, fen hakkında bilgi sahibi bir vatandaş gibi yaklaşımlarını ve düşüncelerini sağlayacak bilgi ve becerilere yer verilmiştir (Roberts, 2007). Ancak bu yıllarda hala bilimsel okuryazarlığın ulaşılamaz bir hedef olduğunun ve bunun yerine teknoloji okuryazarlığı kavramını savunanların da varlığından söz etmek mümkündür (Shamos, 1984; akt. Wenning, 2006).

Bu gelişmelerle birlikte 1987’de, Ulusal Araştırma Konseyi “K-12 sınıflarında Fen ve Matematik Eğitiminin Niteliğinin Göstergeleri” başlığına sahip bir rapor hazırlamış, bilimsel okuryazarlığın boyutlarını açıklamıştır (Murname & Raizen, 1988). Bu

bölüme “Bilimsel Okuryazarlığın Boyutları” başlığında ayrıntılı olarak yer verilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. 1990’lara gelindiğinde bilimsel içerik mi yoksa bağlam mı tartışmaları sürerken bilimsel okuryazarlık kavramını, standartları yükseltmek, akademik anlamda kaliteyi artırmak ve içerik bakımından zengin hale getirmek için fen eğitiminde yeni reformlara gidilmesi gerekliliği tartışılmış, geliştirilecek programların içerik bilgisini kapsıyor olsa bile, bilimin sosyal ve kültürel etkilerini de kapsaması gerekliliği öne çıkmıştır (Turgut, 2007).

2000’li yıllara gelindiğinde, bilim ve teknolojiye ileriye adımlar atılırken, ulusal ve uluslararası alanda endüstriyel pazarda yer edinebilmek, küresel rekabette galip çıkabilmek ve gelişmiş ülkeler kategorisinde yer alabilmek için, eğitimde bilimsel okuryazarlık kavramı daha da önemli bir hal almıştır (Rahayu, 2017). Son zamanlarda, içerik ve süreç bilgisine odaklanılan Vizyon I ve bağlam odaklı olan Vizyon II yaklaşımı, bazı araştırmacılara göre eleştirel bilimsel okuryazarlık olarak da aktarılan (Hodson, 2003; 2009; 2011) Vizyon III yaklaşımına evrilmiş olup, “Geleceğin bilim insanlarını yetiştirmek” ve “Herkes için bilim” anlayışını kapsayan Vizyon I ve Vizyon II’ye ek olarak, Vizyon III “Sosyo-politik eylemde bulunma” kavramını da kapsamaktadır (Sjöström & Eilks, 2018; Santos, 2009). Vizyon III, bilimsel kavramların öğrenilmesine ve süreçlerine odaklanmanın yanı sıra, öğrenilen konunun anlamlılığını ve uygulanabilirliğini teşvik etmek için günlük hayata, toplumsal veya teknolojik bağlamlara bilim öğrenimini yerleştirerek yapmayı; yalnızca bağlam yoluyla içerik öğrenmeyi hedefleyen değil aynı zamanda başından itibaren günlük yaşamdan özgün ve tartışmalı konular oluşturarak genel eğitimsel beceri geliştirmeyi ve dönüştürücü eğitimi hedeflemeyi içermektedir (Sjöström & Eilks, 2018). Bilimsel okuryazarlık vizyonları, bu kavrama karşılık gelecek şekilde farklı modlar şeklinde de tanımlanmıştır (Sjöström, 2013b; Wickman vd., 2012). Mod 1, içerik bilgisini ve Mod 2 iş birliğini ve kullanışlılığı vurgular (Gibbons vd., 1994). Mod 1, bilim insanları tarafından akademik anlamda sürdürülen bilimsel bilgi üretimi iken Mod 2, gerçek yaşam sorunlarının çözülmesi için gerekli bilgilere disiplinler bir yaklaşımla, daha fazla odaklanılmasıdır (Wickman vd., 2012). Mod 3 ise, kamu ve sivil toplum için neyin yararlı olduğuna dikkat eden tamamlayıcı bir süreçtir (Fuller, 2002) ve Vizyon III’e karşılık gelmektedir. Günümüzde içerik ve süreç bilgisine ek olarak, öğrenilen

konunun anlamlılığını ve uygulanabilirliğini teşvik etmek için günlük hayata, toplumsal veya teknolojik bağlamlara bilim öğreniminin yerleştirilmesi, ayrıca transdisiplinerliğin, politik vatandaşlığın ve felsefî değerlerin vurgulanması önem kazanmıştır (Sjöström & Eilks, 2018). Diyalojik özgürleşmeyi amaçlayan siyasallaştırılmış bir bilim eğitimi vizyonu ile desteklenen Vizyon III'e, "eleştirel küresel vatandaşlık" ve "sosyo-eko-adalet" kavramları eklenmiştir (Sjöström & Eilks, 2018). Bilimsel okuryazarlığın amacı, vatandaşları bilim tarafından şekillendirilen sürekli değişen bir topluma aktif olarak katılmaları için güçlendirmekse o zaman bilimin iç gündeminin (Vizyon I) kabul edilmesi yeterli olmaktan uzaktır (Leung, 2021). Vizyon III, bilimsel katılıma (Yore, 2012) ve eylemde bilmeye (Aikenhead, 2007) yaptığı vurgu nedeniyle Vizyon II'den farklıdır. Bilimsel okuryazarlığın vizyonları açısından, STEM yaklaşımının öğrenme ve öğretme sürecinde kullanılmasıyla farklı sonuçlar elde edilebilir (Sjöström & Eilks, 2018). Bilimsel içerik bilgisine bakışımızın kültürümüze, örneğin normlarımıza, değerlerimize ve dünya görüşlerimize ve içinde yaşadığımız zamana bağlı olduğunun farkına varırız (Sjöström, 2013a). Öğrenmenin (bilişin) sadece üst bilişsel öğrenme ile değil, aynı zamanda epistemik öğrenme ile tamamlanması gerektiğine dair bir farkındalık oluşur (Sterling, 2011). Bilimsel kavramlar ve modeller, aynı zamanda bilimsel süreçler (bilimin doğası) ve bilimin & teknolojinin toplumda yer edinmiş olması da örnek olarak verilebilir (Sjöström & Talanquer 2014). Bireylerin bilimsel ve teknolojik alanlardaki sosyal ve kültürel konuları anlamaya ve tartışmaya katılma becerilerine sahip olabilmeleri uluslararası düzeyde bilimsel okuryazarlığın gelişimi için sahip olunması gereken becerilerdendir (Roth & Lee, 2004). Günümüzde bilimsel okuryazarlık, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamlı bir şekilde kullanmalarına, eleştirel düşüncelerine ve öğrencinin gerçek yaşamla ilgili konularda dengeli ve yeterli kararlar almak için bilgi geliştirmelerine, yani 21. yy becerilerinin geliştirilmesine odaklanmaktadır (Hofstein vd., 2011). Nitekim uygulamalı bilgiye odaklanan PISA ve fen konularında hatırlatmaya odaklanan TIMSS gibi sınavlarda ülkelerin başarıları gözlemlenerek, bilimsel okuryazarlık seviyeleri değerlendirilmektedir. Bu bağlamda günümüzde bilimsel okuryazarlık kavramının içeriği, gerçek yaşam problemlerinin çözülmesinde öğrencilerin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesinin yanı sıra üretken olma, yaratıcılık gibi 21. yy becerilerini de

değerlendirmektedir (Rahayu, 2017). İçinde bulunduğumuz bu yüzyılda öğretmenlerin, öğrencilere dersler ve ders kitaplarını kullanarak bilgiyi aktarmasından öte (Peterson vd., 1989), bilgiyi yapılandırarak farklı durumlara uyarlamaları, bağlamlar yoluyla daha karmaşık bir şekilde bilginin iletilmesi, problemlerin üstesinden gelmek için kullanılması önem kazanmıştır (Schleicher, 2012). OECD ve IEA gibi kuruluşların bu sınavları yapmalarındaki asıl amaç ülkelerin gelişmişlik seviyeleri hakkında bilgi edinmektir. Ulusal Bilim Öğretmenleri Derneği'ne [According to the National Science Teachers Association] göre, bilimsel okuryazarlık becerisine sahip biri bilim ve teknolojinin toplumu nasıl etkilediğini öğrenecektir (Honey vd., 2014). NRC tarafından 2005 yılında yayınlanan raporda bilimsel okuryazarlığın bileşenlerine (içerik bilgisi, bilimi bir süreç olarak anlayabilme ve bilimsel bir sorgulamayı üretebilme ve anlayabilme) vurgu yapılmış, 2012 yılında yayınlanan bir diğer raporla ise bilim ve mühendislik uygulamaları, disiplinler arası ortak kavramlar, içerik bilgisi olarak bileşenler değişmiştir. Bilim ve teknoloji uygulamaları ile birlikte bilimsel okuryazarlık kavramının ilişkili disiplinleri değişmiş ve mühendislik disiplinin de eklenmesiyle, STEM eğitimi ile bilimsel okuryazarlık kavramı yeni bir bakış açısı kazanmıştır (İnce & Mısır, 2018). Bu bağlamda, öğrencilerin gerçek dünya problemlerinin çözümünde bilim insanlarının karşılaştıkları araştırma ve çözüm süreçlerine ilgi duymalarını sağlayacak çerçeve niteliği taşıyan bir rapor (K-12 Fen Eğitimi İçin Bir Çerçeve: Uygulamalar, Ortak Kavramlar ve Temel Fikirler [A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas]) yayımlanmıştır (NRC, 2012a). Bu raporda, öğrencilerin temel olan bilimsel fikirleri derinlemesine anlamalarını sağlamak için, öğrencilerin gerçek dünya problemleriyle ve onların çözümleriyle ilgilenmeleri, bilim ve mühendislik uygulamalarına aktif olarak katılmaları gerekliliğine vurgu yapılmıştır.

Bilimsel okuryazarlığın ülkemizde yapılan eğitim çalışmalarına yansması ve öğretim programlarının genel amaçları arasında yerini almasında, tüm dünyada eğitim reformlarında bilimsel okuryazarlığa vurgu yapılmasının etkisi olmuştur. İlk olarak 2005 yılında hazırlanmış olan fen ve teknoloji dersi öğretim programı vizyonunda yer almış, bilimsel okuryazarlığın kazanımlarına ve bileşenlerine birlikte yer verilmiştir (MEB, 2006). 2013 yılında yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında bazı

değişiklikler yapılmış, bilimsel okuryazar bireylerin özellikleri açıklanmıştır (MEB, 2013). Nitekim 2013 ve 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında tüm bireylerin bilim okuryazarı olarak yetiştirilmesine vurgu yapılmıştır (MEB, 2013; 2018).

2.3.1.2.Bilimsel Okuryazarlığın Tanımı, Bileşenleri ve Boyutları

1950’li yıllardan sonra önem kazanan bilimsel okuryazarlık kavramı hakkında birçok tanım yer almaktadır. Uluslararası alan yazında İngiltere’de “toplumun bilim anlayışı”, Fransa’da “bilimsel kültür (la culture scientifique)”, Amerika Birleşik Devletleri’nde “bilim(sel) okuryazarlık”; Türkçe alan yazında bilgi okuryazarlığı, fen okuryazarlığı, bilim okuryazarlığı, fen-teknoloji okuryazarlığı ve bilimsel okuryazarlık şeklinde ifade edilmekte olup bu terimler tarihsel süreçte farklılaşsa da hepsi aynı kavramı ifade etmektedir (Şahin, 2018).

İlk yıllarda tanımlamak yerine sloganlarla ifade edilen bilimsel okuryazarlık, sonraki yıllarda fen eğitimi alanındaki çalışmalarla bu kavramın tanımlanmasını gerektirmekteydi. Bilimsel okuryazarlığın ne olduğu konusunda literatürde çok sayıda tanım olmasına rağmen fikir birliğine rastlamanın zor olması gerekçesi ile Deng (2007) bilimsel okuryazarlık tanımlarını incelemiş ve bu tanımların alan yazında üç açıdan ele alındığını belirterek sınıflandırmıştır:

- 1. Bilimsel olarak okuryazar bir kişinin nitelikleri** (bilgi, beceri ve eğilimler) (örneğin, AAAS, 1989; AAAS 1993; Hurd & Gallagher, 1966; Pella vd., 1966; Showalter, 1974)
- 2. Geniş kategoriler ve temalara ilişkin terimler** (örneğin, Agin, 1974; O’Hearn, 1976; Pella, 1967)
- 3. İlgili okuryazarlık türleri** (örneğin, Branscomb, 1981; Bybee, 1997; Shamos, 1995; Shen, 1975a,b).

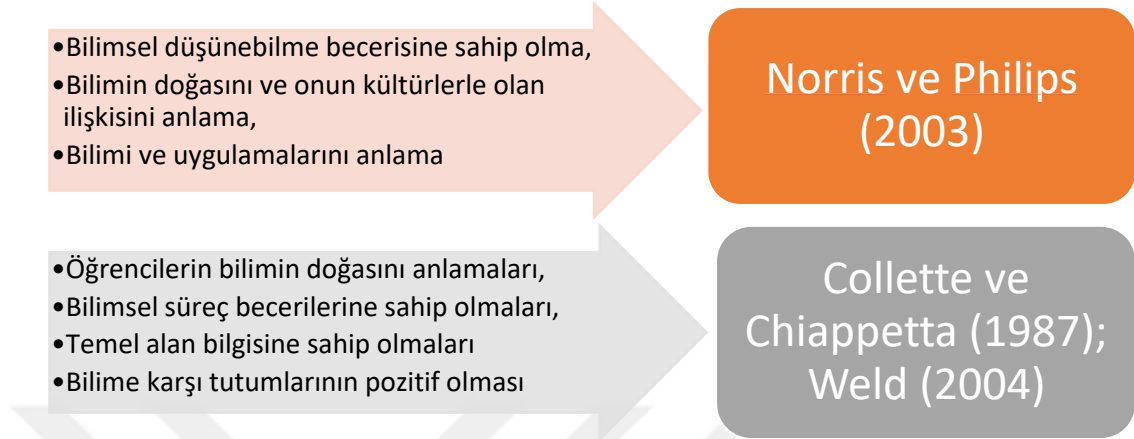
2.3.1.2.1. Bilimsel Olarak Okuryazar Bir Kişinin Nitelikleri Açısından Bilimsel Okuryazarlık

1960'lar ve sonrası Amerika Birleşik Devletleri fen eğitimi literatüründe bilimsel okuryazarlıkla ilgili 18 yıllık (1946-1964) alan yazını tarayan Pella vd. (1966)'e göre bilim okuryazarı bireyler; bilim ile toplum ilişkisini ve aralarındaki farklarını anlayan, bilim insanlarının çalışmalarını yönlendiren etik kuralları, bilimin doğasını, bilim ile ilgili temel kavramlarla birlikte, bilim ve beşerî bilimler arasındaki karşılıklı ilişkiyi anlayabilen bireyler olarak ifade etmektedir (Akt. Laugksch, 2000; Robert, 2007). Sonraki 15 yıllık literatürü tarayan Showalter (1974), bilim okuryazarı olarak nitelendirilen bireylerin; bilimsel kavramları, prensipleri, kanun ve teorileri günlük yaşamda kullanabilme, bilimsel süreçleri sorunların çözülmesinde, karar verme süreçlerinde ve evrenin algılanması süreçlerinin geliştirilmesinde kullanılabilir hale getirme, bilimin altyapısını oluşturan değerlerle tutarlı bir şekilde çevresiyle ilişki geliştirebilme, bilim ve teknoloji konusundaki girişimlerde ve toplumla olan ilişkisini kavramada, edindiği fen eğitimi çerçevesinde derinlemesine ve tatminkar bir evren kavrayışı geliştirebilme, bilim ve teknolojiye dair birtakım becerileri gösterebilme şeklinde ifade edilmiştir (Akt. Ruba & Anderson, 1978).

1980'lerin sonlarında yayımlanan Bütün Amerikalılar İçin Bilim (Science for All Americans) raporunda bilim okuryazarı bireylerde bulunması gereken nitelikler açısından bilimsel okuryazarlık kavramı, doğal dünyayı tanıma ve ona saygılı olma; matematik, teknoloji ve diğer bilimlerin birbiriyle ilişkili olduğu önemli olayların farkında olma; bilimsel kavramları ve bilimin ilkelerini anlayabilme, bilimsel düşünme becerilerine sahip olma şeklinde tanımlanmaktadır (Rutherford & Ahlgren, 1989).

Bilimsel okuryazarlık tanımı 2006 yılında revize edilerek, bilimsel okuryazar olan bireylerin özelliklerini problemleri tanımlayan, yeni bilgiler edinen, bilimsel olaylara açıklık getiren, bilimle ilgili konularda kanıtlardan yola çıkarak sonuca ulaşmak için bilimsel bilgiyi kullanan; bilimin karakteristik özelliklerini anlayan, bilim ve teknolojinin fiziksel, zihinsel ve kültürel dünyamızı nasıl şekillendirdiğinin farkında

olan; bir vatandaş olarak bilim ile ilgili konulara katılma konusunda istekli olan kişiler şeklinde tanımlanmıştır (OECD, 2006).



Şekil 2.13. Bilimsel okuryazar olan bireylerde bulunması gerek özellikler (Norris & Philips, 2003) ve bilim okuryazarı bireylerin sahip olması gereken temel değerler (Collette & Chiappetta, 1987; Weld, 2004).

Norris ve Philips (2003)'ün yaptığı araştırmada, bilimsel okuryazar bireylerde bulunması gereken nitelikler ve bilimsel okuryazar bireylerin sahip olması gereken bazı temel değerler (Collette & Chiappetta, 1987; Weld, 2004) şekil 2.17.'deki gibi belirlenmiştir.

2.3.1.2.2. Geniş Kategoriler ve Temalara İlişkin Terimler Açısından Bilimsel Okuryazarlık

Farklı bilim insanlarının görüşlerinde ve yayımlanan raporlarda, bilimsel okuryazarlık farklı boyut ya da temalarda ele alınmıştır. O'Hearn (1976) bilimsel okuryazarlığı, temel bilimsel bilgi, bilimin doğası, bilimsel süreçler ve bilimin sosyal ve kültürel uygulamaları başlıklarıyla ifade ederken, Miller (1983) benzer olarak, bilimsel yöntemlerin ve kanunlarının farkına varılması (bilimin doğası), bilimle ilgili temel kavramaların anlaşılması (bilimin içeriği), bilimin ve teknolojinin, toplum ile olan ilişkisinin anlaşılması (bilim-teknoloji-toplum ilişkisi) olarak ifade etmiştir. Pella vd. (1966) ile Showalter (1974)'ın tanımları da bu temel üç boyut etrafında gruplanmakta olup, Miller (1983)'ün tanımı hepsini bir çatı altında birleştirebilmektedir (Turgut, 2007). 1987 yılında Ulusal Araştırma Konseyinin (The National Research Council-

NRC) yayımladığı “K-12 Sınıflarında Fen ve Matematik Eğitiminin Niteliğinin Göstergeleri” başlıklı raporda bilimle ilgili dünya görüşünün doğası, bilimsel girişimlerin doğası (etik ve değerler), bilimsel yöntemlerin kullanılması ve eleştirel düşünme, insan ilişkilerinde bilimin rolünü içeren boyutlarla bilimsel okuryazarlık kavramı tanımlanmıştır (Murname & Raizen, 1988).

Ulusal Fen Eğitimi Standartları’nda bilimsel okuryazarlık; araştırmacı olarak bilim, bilim içeriği, bilim ve teknoloji, kişisel ve sosyal perspektifte bilim, bilimin tarihçesi ve doğası, birleşim kavramları ve süreçleri olmak üzere altı kategoriye ayrılmıştır. Bu bağlamda bilimsel okuryazarlığı, kişisel karar alma, toplumsal ve kültürel etkinliklere katılım, ekonomik üretkenlik için gerekli olan bilimsel kavramları ve süreçleri anlayabilme, kavrayabilme şeklinde tanımlamıştır (NRC, 1996). Ayrıca NRC, 2005 yılında yayımladığı raporda bilimsel okuryazarlığın bileşenlerini içerik bilgisi, bilimi bir süreç olarak anlayabilme ve bilimsel bir sorgulamayı üretebilme ve anlayabilme şeklinde ifade etmiştir (NRC, 2005). 2012 yılında NRC tarafından yayınlanan bir diğer raporda K-12 fen eğitimi ve standartlarına ilişkin bilim ve mühendislik uygulamaları, disiplinler arası ortak kavramlar, içerik bilgisi olan üç boyutlu geniş bir çerçeve sunulmuştur (NRC, 2012a). Bu çerçevede bilim ve mühendislik uygulamalarında sekiz bilim pratiği (bilim ile ilgili sorular sorma, problemleri tanımlama, modeller kullanmak ve geliştirmek, planlama ve araştırma yapmak, verileri analiz etme ve yorumlama, matematiği kullanma, açıklamalar yapma, çözümler dizayn etme, kanıtlardan yola çıkarak tartışma yürütebilme, bilgiyi değerlendirme); disiplinler arası ortak kavramlar boyutunda yedi disiplinler arası ortak kavram (araştırma desenini tanıma, neden-sonuç ilişkilerini tanımlama, ölçüm, oran, sistem ve sistem modelleri, enerji ve madde, yapı ve fonksiyon, durağanlık değişim); içerik bilgisi boyutunda ise fiziksel bilimler, yaşam bilimleri, yer ve uzay bilimleri, mühendislik, teknoloji ve bilimin uygulamaları alanlarına ilişkin içerik bilgisi yer almaktadır (Şahin, 2018).

OECD (Avrupa Ekonomik İşbirliği Topluluğu) tarafından 2000 yılında uygulanmaya başlanan ve “Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı” olan PISA (Programme for International Student Assessment), bilimsel okuryazarlık kavramını kapsamlı bir şekilde ölçmekte olup (OECD, 2017), bilimsel okuryazarlığı, bireylerin doğal dünyayı

anlaması, onunla ilgili kararlar vermesi ve insan faaliyetleri sonucunda dünyada olan değişiklikleri anlaması için bilimsel bilgiyi kullanma, soruları tanımlama ve kanıtlardan yola çıkarak sonuca ulaşma kapasitesi olduğu şeklinde açıklamıştır (OECD 2000, 2004a). PISA 2015 ve PISA 2018 uygulamalarında bilimsel okuryazarlığa ait değerlendirme çerçevesini güncellemiş ve gerçek yaşam bağlamları, bilimsel bilgi (içerik), yeterlilik ve tutum boyutlarıyla kullanmıştır (OECD, 2016, 2019a,b,c). Nitekim PISA bilimsel okuryazarlığı 2006 yılında bilgi ve bilim bilgisi olarak iki boyutta incelerken 2015 yılında bilgi boyutunu; içerik bilgisi (2006 yılında kullanılan bilim bilgisi yerine kullanılmıştır), yöntem-yordam bilgisi (bilim insanlarının bilimsel bilgiyi yapılandırırken kullandıkları yöntemlerin bilgisi) ve epistemik bilgi (bilimsel soruların, gözlemlerin, teorilerin, hipotezlerin, model ve argümanların anlaşılması, araştırılması ve sorgulanmasının farklı yollarının fark edilebilmesi) şeklinde revize etmiştir (Şahin, 2018). Yani PISA’da bilimsel okuryazarlık, sadece bilgi ve beceri boyutunda ele alınmamış, öğrencilerin başarılarını etkileyen faktörler olan; kaygı, motivasyon, bireylerin duyuşsal özellikleri, yaşadıkları sosyal çevre-bağlam, demografik özellikleri gibi faktörler de ölçümlere dahil edilmiştir.

Osborne (2007) tarafından yapılan bir diğer tanıma göre bilimsel okuryazarlık, kavramsal boyut (fen ile ilgili olguları açıklamak), bilişsel boyut (bilimsel anlamda eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi), sosyal ve duyuşsal boyut (iş birliği içinde çalışma yeteneklerinin gelişimi) ve bilim hakkındaki fikirler boyutu (bilimin epistemolojisini anlama) şeklinde sınıflandırılmıştır.

Fives vd. (2014) tarafından, bilimsel okuryazarlığın tanımlanmasına, bileşenlerine ve ölçülmesine odaklanılan çalışmada bilimsel okuryazarlık kavramı, *“Bireylerin herhangi bir bilim alanının doğası ve süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları ve bu şekilde de bilimi pragmatik ve anlamlı bir şekilde günlük yaşamda kullanılabilmeleri.”* şeklinde tanımlanmıştır (Şahin, 2018).



Şekil 2.14. Fives vd. tarafından oluşturulan bilimsel okuryazarlık boyutları (Akt. Şahin, 2018)

Fives vd. (2014)'nin yapmış oldukları araştırmalarla şekillenen bakış açıları, bilimsel okuryazar olan bireylerin belli bir alandaki içerik bilgisine odaklanmak yerine bilimin süreçlerini bilmelerinin önemine vurgu yapmaktadır (Şekil 2.14.). Geçmişte bazı araştırmacılar tarafından, herkes için bilimsel okuryazarlık düşüncesi gerçeklikten uzak, hayal ürünü olarak görülmekteydi ve bireylerin bilim insanları gibi düşünebilmelerini sağlayan gereksiz bir beklenti olarak değerlendirilmiştir (Shamos, 1995). Ancak bazı araştırmacılar ise içerik bilgisinden çok, bilimin sosyal ve kültürel boyutlarında aktif katılım sağlanmasının önemine değinmişlerdir (Cross & Price, 1992). Bu bağlamda Fives vd. (2014) yaptıkları çalışmada fen alanında içerik bilgisinin ölçülmesinin yanında NRC (2012)'nin K-12 fen eğitimi ve standartlarında sunduğu

çerçevedeki gibi bilimin bir yaklaşım olarak anlaşılıp anlaşılmamasının değerlendirilmesine odaklanılmıştır.



Şekil 2.15. NRC (2012), Fives vd. (2014), OECD (2016) Bilimsel okuryazarlık boyutlarının karşılaştırılması

Fives vd. (2014) tarafından yapılan çalışmanın boyutları ile NRC (2012)'nin boyutları karşılaştırıldığında (Şekil 2.15.), Fives vd. (2014)'nin içerik bilgisine odaklanmadığı söylenebilir. PISA (2015) bilimsel okuryazarlık değerlendirmesi çerçevesi boyutları incelendiğinde içerik bilgisi boyutu, yöntem-yordam (süreç) bilgisi boyutu, epistemik bilgi boyutları bir arda değerlendirilirken Fives vd. (2014)'nin sadece sürece ve epistemik bilgiye odaklandığı şekil 2.15.'da görülmektedir. NRC (2012)'nin bilim ve mühendislik uygulamaları, disiplinlerarası ortak kavramlar boyutlarının ve PISA (2015)'nin yöntem ve yordam (süreç) bilgisi, epistemik bilgi boyutlarının, Fives vd. (2014)'nin yaptığı tanımlamadaki bilimsel okuryazarlık boyutlarını yansıttıkları söylenebilir. Nitekim Fives vd. (2014) yapmış olduğu çalışmada bu boyutlara odaklanmıştır. Ayrıca PISA (2015)'e göre bilime yönelik ilgi ve tutumlar duyuşsal boyutta değerlendirilirken Fives vd. (2014)'nin yaptığı çalışmada duyuşsal boyut bilime yönelik motivasyonla, bilimin kaynağı ve kesinliğine ilişkin epistemolojik inançlar boyutlarında değerlendirilmiştir.

Dünya’da bilimsel okuryazarlık kavramının fen eğitiminde yer edinmesi 1950’lerde başlamış olmasına rağmen, ülkemizde ancak 2005 yılında fen bilimleri dersi öğretim programında bu kavrama yer verilmiştir ve “*Bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirmeleri, yaşam boyu öğrenen bireyler olmaları, çevreleri ve dünya hakkındaki merak duygusunu sürdürmeleri için gerekli olan fenle ilgili bilgi, beceri, tutum, değer ve anlayışların bir bileşimi.*” şeklinde tanımlanmıştır (MEB, 2006). 2013 yılında revize edilen öğretim programında ise daha fazla vurgulanarak fen okuryazarı birey tanımı yapılmıştır: “*Fen bilimlerine ilişkin temel bilgilere (Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer, Gök ve Çevre Bilimleri, Sağlık ve Doğal Afetler) ve doğal çevrenin keşfedilmesine yönelik bilimsel süreç becerilerine sahiptir. Bu bireyler, kendilerini toplumsal sorunlarla ilgili problemlerin çözümü konusunda sorumlu hisseder, yaratıcı ve analitik düşünme becerileri yardımıyla bireysel veya iş birliğine dayalı alternatif çözüm önerileri üretebilirler. Bunlara ek olarak fen okuryazarı bir birey, bilgiyi araştırır, sorgular ve zamanla değişebileceğini kendi akıl gücü, yaratıcı düşünme ve yaptığı araştırmalar sonucunda fark eder. Bilginin zihinsel süreçlerde işlenmesinde, bireyin içinde bulunduğu kültüre ait değerlerin, toplumsal yapının ve inançların etkili olduğunun farkındadır. Fen okuryazarı bireyler, sosyal ve teknolojik değişim ve dönüşümlerin fen ve doğal çevreyle olan ilişkisini kavrar. Ayrıca, fen bilimleri alanında kariyer bilincine sahip olan bu bireyler, bu alanda görev almak istemeseler bile fen bilimleri ile ilişkili mesleklerin, toplumsal sorunların çözümünde önemli bir rolü olduğunun farkındadır (MEB, 2013).*” şeklinde tanımlamıştır. Bilimsel okuryazarlığın bilgi, beceri, duyuş ve

Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre boyutlarıyla öğretim programına yansımaları şekil 2.16’teki gibi olmuştur.

Bilgi	Beceri	Duyuş	Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre
a. Canlılar ve Hayat b. Madde ve Değişim c. Fiziksel Olaylar ç. Dünya ve Evren	a. Bilimsel Süreç Becerileri b. Yaşam Becerileri - Analitik düşünme - Karar verme - Yaratıcı düşünme - Girişimcilik - İletişim - Takım çalışması	a. Tutum b. Motivasyon c. Değerler ç. Sorumluluk	a. Sosyo-Bilimsel Konular b. Bilimin Doğası c. Bilim ve Teknoloji ilişkisi ç. Bilimin Toplumsal Katkısı d. Sürdürülebilir Kalkınma Bilinci e. Fen ve Kariyer Bilinci

Şekil 2.16. MEB (2013) Bilimsel okuryazarlığın boyutları

2018 yılında revize edilen 2013 programında da yine bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesine temel amaçlar içinde yer verilmiş, uluslararası alanda okuryazarlığın disiplinler arasına doğru değişimi doğrultusunda, bireylere kazandırılması gereken alana özgü becerilere (Bilimsel süreç becerileri; analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması gibi yaşam becerileri; yenilikçi-inovatif düşünmeyi gerektiren mühendislik ve tasarım becerileri) vurgu yapılmıştır (MEB, 2018).

2.3.1.2.3. Okuryazarlık Türleri Açısından Bilimsel Okuryazarlık

Deng (2007)’in Branscomb (1981), Shen (1975a,b), Shamos, (1995)’tan aktardıklarına ve Bybee, (1997)’ye göre, bilimsel okuryazarlık kavramını sınıflandırırken ilgili okuryazarlık türleri dikkate alınmıştır. Shen (1975a,b) bilimsel okuryazarlığı kullanım alanına göre sınıflandırmış ve pratikte kullanılabilecek bilimsel okuryazarlık; vatandaşların sağlık, enerji, doğal kaynaklar, besin maddeleri, çevre ve bu gibi konularla ilgili karar verme süreçlerine dahil olabilecek ortalama bir vatandaş için bilimle ilgili sosyal konulara karşı yeterli farkındalığın oluşturulmasını sağlamak amacıyla vatandaşlıkla ilgili konularda kullanılabilecek bilimsel okuryazarlık ve

kültürel alanlarda kullanılabilecek bilimsel okuryazarlık olarak ifade etmiştir (Laugksch, 2000).

Bilimsel okuryazarlığı “*Sistematik insan bilgisini okuma, yazma ve anlama yeteneği.*” olarak tanımlayan Branscomb (1981) tarafından ise “Bilim” ve “Okuryazarlık” kavramlarının Latince kökenleri incelenmiş ve kavram olarak tanımlanmıştır. Bilimsel okuryazarlığı (a) metodolojik bilim okuryazarlığı; (b) profesyonel bilim okuryazarlığı; (c) evrensel bilim okuryazarlığı; (d) teknolojik bilim okuryazarlığı; (e) amatör bilim okuryazarlığı; (f) gazetecilik bilimi okuryazarlığı; (g) bilim politikası okuryazarlığı ve (h) kamu bilim politikası okuryazarlığı şeklinde sekiz farklı kategoride sınıflamıştır. Bu sınıflandırmayı mesleklerle ilişkilendirmiş ve meslek profesyonellerinin sahip olması gereken özelliklerle ilişkilendirmiştir. Örneğin bilim insanlarının profesyonel bilimsel okuryazarlık; ortalama vatandaşın günlük yaşamın doğal fenomenlerini anlaması ve bunlarla başa çıkması için evrensel bilimsel okuryazarlık ve bilimsel verilerin veya olası sonuçların tahminlerinin anlaşılmasını gerektiren kamusal kararlar alan siyasi temsilcilerini de bilim politikası okuryazarlığına sahip olması gerektiğini ifade etmiştir (Laugksch, 2000).

Shamos (1995) ise bilimsel okuryazarlığı, bilime yönelik bilişsel gelişim sürecini dikkate alarak inşa edilen, çoğu eğitilmiş kişinin sahip olduğu bilimsel kelime dağarcığını pasif olarak kullanabilme düzeyi olan kültürel bilimsel okuryazarlık; bireyin teknik olmayan ancak anlamlı bir bağlamda, tutarlı bir şekilde sohbet edebilmesi, okuyabilmesi ve yazabilmesi şeklinde aktif olarak kullanma düzeyi olan işlevsel bilimsel okuryazarlık; kültürel ve işlevsel bilimsel okuryazarlık düzeyi ile birlikte bilimsel girişimlerde, profesyonel/uzmanlık alanlarında kullanabilmesi düzeyi olan gerçek bilimsel okuryazarlık şeklinde sınıflamıştır. Bu sınıflandırma ile birlikte Shamos (1995) tarafından, bilimsel okuryazarlığın ortaya çıkması ile vurgulanan ülkeye katma değer sağlamak ve bilim & teknolojiye gelişimi sürdürmek için, herkes için fen okuryazarlığı anlayışının yeterli olmadığına, yüksek düzeyde uzmanlık gerektiren gerçek bilimsel okuryazar bireyler yetiştirilmesine vurgu yapılmıştır.

Shamos (1989)'un işlevsel bilimsel okuryazarlık düzeyini PISA'nın temel çerçevesini de dikkate alarak (Kampa & Köller, 2016) ayrıntılandıran Bybee (1997) bireylerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini dört seviyede incelemiştir: Birinci seviye, pasif bilimsel bilgiye sahip olma düzeyini ifade eden sözde bilimsel okuryazarlık; ikinci seviye sınırlı alanda -özellikle okulda- kavramsal işlevsel bilimsel okuryazarlık; üçüncü seviye tüm yaşamda kullandığı süreçsel işlevsel okuryazarlık, dördüncü seviye ise bilime ve teknolojiye karşı bilimin doğası, bilimin gerçek yaşam ve toplumdaki rolünü göz önünde bulunduran bakış açısını içeren çok boyutlu bilimsel okuryazarlıktır. Bybee (1997) de herkesin bilimsel okuryazarlıkta uzman olmasından ziyade, bireysel farklılıkları dikkate alarak çok boyutlu bilimsel okuryazar olarak yetiştirilmesi gerekliliğine vurgu yapmıştır. Shamos (1995) günümüzde kabul gören herkes için fen okuryazarlığı sloganı yerine, bilimsel okuryazarlığın yüksek düzeyde uzmanlık gerektirdiğini, toplumun çoğu üyesinin bilimsel okuryazarlık seviyesine erişemeyeceğini dile getirmiştir. Bybee (1997) ise herkesin bilimsel okuryazarlıkta uzman olmasına değil, bireylerin yeteneklerine, ilgilerine ve motivasyonlarına bağlı olarak bilim ve teknoloji okuryazarlığı seviyesinin değiştirilmesine vurgu yapmıştır. Bu yaklaşım birçok ülkenin bilim eğitimi programlarına esin kaynağı olabilecek bir bakış açısı olup, okulların amaçları için anlamlı görülmektedir (Nbina & Obomanu, 2010).

Bilimsel okuryazarlığa ilişkin bu tanımlar veya sınıflandırmalar, bilimsel okuryazarlığı anlamak, anlamlandırabilmek için önemli olmakla birlikte (Deng, 2007), bu bakış açılarının ülkelerin fen eğitimi programlarına yansımaları önemlidir (Nbina & Obomanu, 2010). Ancak bilimsel okuryazarlıkla ilgili geniş, sosyal, politik ve kültürel bağlamda bilimsel okuryazarlık tartışmasının hala eksik olduğu ve hala gelişmekte olduğu unutulmamalıdır (Carter, 2005).

2.3.1.3.Bilimsel Okuryazarlığın Önemi

Önceki bölümlerde bilimsel okuryazarlığın tarihsel gelişimi ve tanımlarında sıklıkla önemine de vurgu yapılmıştır. Bilim ve teknolojinin gelişimi ve sürekliliği için bireyler, toplumlar, ülkeler ve küresel bağlamda bilimsel okuryazarlığın anahtar

kavram haline gelmesi ve kendi içerisinde de bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak gelişimini sürdürmesi, önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Bununla birlikte bilimsel okuryazarlığın önemine ilişkin Laugksch (2000) kapsamlı bir çalışma yapmış ve bu önemi Thomas ve Durant (1987) ve Shortland (1988) 'e dayandırarak büyük ölçekte millete ve topluma katkısı olan makro boyutta avantajlar ve bireye katkısı için ise mikro boyutta avantajlar olarak gruplandırmıştır.

Makro düzeydeki avantajlarından ilki bilimsel okuryazarlığın ulusların küresel rekabetteki refahına etkisini, uluslararası rekabet gücünü arttırmak için bilimsel araştırma geliştirme yapan gerçek bilimsel okuryazar olarak nitelendirebileceğimiz bilim insanları, mühendisler ve teknik anlamda donanımlı bireylerin yetiştirilmesi ile ilgilidir. İkincisi, daha yüksek düzeyde bilimsel okuryazarlık seviyesine sahip bireylerin bilime katkısı şeklindeki bakış açısıdır. Son ve üçüncü bakış açısı ise bilimsel kültür oluşturmanın önemi ile ilgilidir. Bu bakış açılarının tümünde bilimin gelişimine katkı sağladığı, ülkelerin bilime dayalı ekonomi ve politika benimsemesine ve toplum faydasına olduğu vurgulanmaktadır.

Mikro düzeydeki avantajları ise bilimsel okuryazarlığın bireylere toplumsal konulara katkı sağlama, bireysel kararlarında özgüvenli ve yeterli olma, bilimi ve teknolojiyi hayatlarını kolaylaştıracak şekilde kullanma ve istihdam bulabilme konularında doğrudan fayda sağlama ile ilgili bakış açısıdır (Laugksch, 2000).

Tüm bu makro ve mikro düzeyde yarar için bilimsel okuryazarlık gerekli ve önemlidir. Bu önem çeşitli eğitim raporlarında veya bilimsel çalışmalarda da vurgulanmıştır (Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme-UNEP, 2012). Örneğin, su ve yiyecek azlığı, hastalık kontrolü, yeterli düzeyde enerji üretimi ve küresel ısınmaya adaptasyon gibi temel problemlerle karşı karşıya olunduğuna vurgu yapılmaktadır.

2.3.1.4.STEM ve Bilimsel Okuryazarlık

“-Küçük ve büyük, hangi dünyayı değiştiren fikrin insanlık tarafından uygulandığını görmek isterdiniz?

-Çok kolay. Sınırsız bir temiz enerji kaynağı ve elektrikli araçlara geçiş sağlamak için füzyon enerjisinin gelişimini görmek isterim. Nükleer füzyon, çevre kirliliği veya küresel ısınmaya yol açmayan kullanışlı bir enerji kaynağı olabilir ve bizlere bitmez tükenmez bir enerji kaynağı sağlayabilir.”

(Hawking, 2019, s188)

Bilimsel okuryazarlık kavramının tanımı, kapsamı, boyutları bilimsel ve teknolojik gelişmeler ve eğitime yansımaları doğrultusunda gelişip değişmiştir. Son olarak bilimsel bilgi ile birlikte, bilimsel bilginin uygulanmasını içeren süreç bilgisi, bu bilgi ve süreci teknoloji ve diğer disiplinlerle ilişkilendirme ve bilim profesyonellerinin gelişimini hedefleyen gerçek bilimsel okuryazarlık olarak ifade edilen bilimin teknolojinin ve diğer disiplinlerin ilişkilendirilmesiyle, gerçek yaşamda uygulanması boyutları karşımıza çıkmaktadır. Artık bilgi temelli eğitimin ötesinde bilgiyi anlamlandırarak gerçek yaşamda kullanımına vurgu yapılmaktadır (Harari, 2018). Bu nedenle bilimsel okuryazar bireyin özellikleri olarak da ifade edebileceğimiz, yakın çevrelerinde ve dünyada yaşanan olaylar hakkında yorumlar yapabilmeleri, özgün fikirlere ve ürünlere sahip olabilmeleri, bilimsel ve teknolojik gelişmeler hakkında bilgi sahibi olmaları ve farkındalıklarının gelişmesi, kültürel yapısı farklı olan bireylerle birlikte yaşamayı öğrenmeleri gerekir (Cansoy, 2018). Bununla birlikte değişen ülkelerin küresel ekonomik yarışta rekabet edebilmeleri için bireylere çağın gerektirdiği, bireylerin günlük ve profesyonel yaşamlarında 21. yy becerileri olarak da ifade edilen ve bilimsel okuryazarlığı da kapsayan becerinin kazandırılması önem taşımaktadır (Ananiadou & Claro, 2009; Partnership for 21st Century Skills, 2015; Voogt & Roblin, 2012; Wagner, 2008). OECD'nin 2019 yılında yayınlamış olduğu rapora göre tek bir disiplin ya da sadece bilim ve teknoloji disiplinlerin ilişkisini anlayan bilimsel okuryazarlık yeterli değildir ve çok disiplinli bilimsel okuryazarlığın geliştirilmesi önemlidir. Bu durumun profesyonel, gerçek ya da çok boyutlu bilimsel

okuryazarlık kavramları ile literatürde karşılık bulduğu, bilimsel okuryazarlık tanımını başlığı altında incelenmiştir. Gerçek/profesyonel ya da çok boyutlu bilimsel okuryazar bireyler yetiştirebilmek için farklı disiplinlerdeki bilgiye sahip olan, bilgisini işe koşup tasarım fikirleri üreten, pratik problem çözebilen; yeni oluşabilecek durumlar karşısında bilişsel (eleştirel düşünme, yenilikçi düşünme, öğrenmeyi öğrenme ve öz-düzenleme), sosyal ve duygusal (empati, öz-yeterlilik ve iş birliği) ve pratik (yeni bilgi ve iletişim teknolojisi cihazlarının kullanılması) becerilerini işe koşan; kişisel, yerel, toplumsal ve küresel düzeyde bazı tutumlar ve değerler (örneğin, motivasyon, güven, çeşitlilik ve erdemli olma) geliştiren bireyler yetiştirmeye ihtiyaç vardır (OECD, 2019a,b,c). 1950’li yıllar sonrasında fen eğitiminin temel amaçları arasında yer alan bu hedeflerin disiplinler eğitim anlayışı ile kazandırılmayacağı anlaşılmış, disiplinler arası eğitim anlayışının benimsenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yine bilimsel okuryazarlık kavramının gelişiminde olduğu gibi eğitimdeki disiplinler arası öğretim çalışmaları da değişim göstermiş, 21. yy’ın ilk çeyreğinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) disiplinleri ön plana çıkmış ve STEM eğitim anlayışı benimsenmiştir (NRC, 2005; 2009). Hatta gerek gelişmiş gerek gelişmekte olan ülkeler için STEM eğitim yaklaşımı, günümüzdeki anlamıyla bilimsel okuryazar nesil yetiştirmek için kaçınılmaz olmuştur (İnce & Mısır, 2018; Şenol & Büyük, 2013). Nitekim ülkelerin PISA ve TIMSS gibi sınavlarda elde ettikleri başarılar, bilimsel okuryazarlıkta istenilen seviyede olunmadığını göstermektedir (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2010). Bu durum, ülkelerin dünya liderliğini sıralaması yarışında, ekonomik ve teknolojik gücü elinde tutması için bilim ve matematik okuryazarlığının mühendislikle birleştiren STEM eğitime verilen önemin artmasına yol açmıştır.

Çünkü öğretimde STEM disiplinlerini entegre etmek, öğrencilere gerçek yaşam bağlamları sağlayarak, bu alanlardaki bilgi ve beceri edinmeleri ve bu becerileri yaşamlarında kullanılmaları konusunda avantajlar sağlar (Brophy vd., 2008). Bu nedenle son yıllarda öğrencilerin bilimsel konulara dahil olma yeteneği olarak tanımlanan bilimsel okuryazarlık (OECD, 2016) değerlendirilmesi yapılırken, bilimsel bağlam, bilimsel yeterlilik, bilimsel bilgi ve tutum (OECD, 2004b) boyutlarında; öğrenenlerin yalnızca bilimsel bilgiyle ilgili anlayış düzeylerini ölçülmemiş, aynı

zamanda bilimsel süreç ve öğrencilerin gerçek yaşam bağlamında uygulama yetenekleri de ölçülmektedir (Sukowati vd., 2017). STEM disiplin bilgi ve becerisini işe koşarak gerçek yaşam bağlamındaki problemleri çözmeye dayanan STEM'in öğrencilerin bilgi, beceri, tutum ve disiplinler arası ilişkiyi anlamalarını geliştirdiği için bilimsel okuryazarlığın amaçlarını gerçekleştirmede etkili olacağı düşünülmektedir (Bybee, 2013; Bozkurt, 2014; Hacıoğlu vd., 2016; Hafızan vd., 2016; Ng & Adnan, 2018; NRC, 2012a; Parno vd., 2018; Roth vd., 2001; Tal vd., 2006).

Bilimsel okuryazarlığın öneminde Laughsh (2000) tarafından belirtilen makro ve mikro avantajlar STEM eğitiminde de önemlidir. Örneğin küresel rekabette galip çıkabilecek (Holdbrook & Rannikme, 2009; Suryanti vd., 2018; Zuriyani, 2017), küresel sorunları çözebilecek bireyler (Branchetti vd., 2018; Tytler, 2014; EC / EACEA [Eğitim, Görsel-İşitsel ve Kültür Yürütme Ajansı - Education, Audiovisual and Culture Executive Agency] / Eurydice, 2012; Thomas & Watters 2015; Widowati vd., 2017), bilimsel profesyoneller (Chan & Fishbein, 2009; English vd., 2011; Knezek vd., 2015; Mills, 2013; Storksdieck, 2016; Sungur Gül & Marulcu, 2014; Wang & Degol, 2013) yetiştirilmesinde STEM eğitiminin önemli olduğu ortaya koyulmaktadır.

Bilimsel okuryazarlığın boyutlarından olan yeterlilik alanında, bilimsel okuryazarlığın üç göstergesi vardır (OECD, 2016). İlk gösterge, bilimsel bilginin belirli bir olgudan nasıl elde edileceği ve bilimsel olarak nasıl açıklanacağıyla ilgilidir. İkinci gösterge, deneyler, teknoloji ve mühendislik gibi bir ürünün veya iş sürecinin bir sonucunun nasıl tasarlanıp değerlendirileceğiyle ilgilidir. Son gösterge, bilimsel veri toplamaya dayanan bir sonucun nasıl detaylandırılacağı veya yorumlanacağıyla ilgilidir (Kuhn, 2010). Günümüzde fen bilimleri (Dierking, 2005) ve 21. yüzyıl becerilerindeki öğrenme odaklı eğilimlerden biri, öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını geliştirmektir (Storksdieck, 2016). Fen öğrenmede, öğrenciler kavramları anlayabilir ve bilimsel süreç becerisinin yardımıyla gerçek yaşam problemlerine entegre edebilir (Fives vd., 2014). Bu bağlamsal gerçek yaşam problemlerini çözmek için bilimsel okuryazarlık becerisine ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir. Bu bağlamda problem çözme, öğrencilerin bilimin, teknolojinin, mühendisliğin ve matematiğin tüm yönlerinin entegrasyonu (National STEM Education Center, 2014), grup çalışmasına dahil

oldukları PB-STEM (Han vd., 2015) yardımıyla da yapılabilir. Öğrencilerin teknolojiyi en iyi şekilde kullanarak (Kapila & Iskander, 2014) tasarladıkları, geliştirdikleri projelerde STEM yaklaşımının kullanılması, genel olarak daha iyi tutum, bilgi ve beceri (Guzey & Aranda, 2017; Griesse vd., 2015) ile donatılmalarına katkı sağlarken, öğrenme sürecinin kalitesini de iyileştirebilir (Guzey & Aranda, 2017). Dahası STEM, öğrencileri bağımsız öğrenenler, daha iyi problem çözücüler, mantıksal düşünürler ve yenilikçiler (Stohlmann vd., 2012) olmaya hazırlamak için anlamlı bir öğrenme bağlamı yaratabilir (Brophy vd., 2008; NRC, 2012b; NRC, 2014a,b; NRC 2015a,b; Storksdieck, 2016). Bu bağlamda STEM'in öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını arttırmak için büyük bir potansiyele sahip olduğu açıktır. Ayrıca gerçek yaşam problemlerinin çözümü sırasında bir ürünün tasarlanması ve projenin yapılıp bitirilmesinde STEM disiplinlerinin entegrasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır (Tati vd., 2017). Ürün oluşturmak için, sınıf ortamında PBL yaklaşımının kullanılması uygundur (Thomas, 2000). PBL, müfredat entegrasyonunu ve gerçek yaşam bağlamında disiplinler arası çalışmayı gerektirdiğinden, 21. yy eğitim taleplerine uygun bir yaklaşımdır (Baker vd., 2011). Bu bağlamda STEM ve PBL yaklaşımının bir arada kullanılmasının, öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını arttırmada büyük bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir (Parno vd., 2020a,b).

Bilimsel okuryazarlık için önemli ve ilk ortaya atılan boyut olan bilimsel bilgi ve bilimsel bilginin gerçek yaşama uygulamasında STEM eğitimi önemlidir. McCormick (2004) tarafından kavramsal bilgi, ilgili kavramlarla ve genel prensipler hakkında bilgi edinmek olarak tanımlanırken; süreç bilgisi ise mühendislik tasarım sürecindeki uygulama becerilerini de içermektedir (McCormick 2004; Rittle-Johnson & Alibali 1999). Süreç bilgisi birden çok çözüm yolunu denemek, bu farklı çözümler arasından en iyi olanını seçmek, kavramsal bilginin kıvrak biçimde kullanılmasıyla mümkündür (Baroody vd. 2007). Nitekim bu da STEM eğitiminin öğrencilerin bilgi boyutunda kazanımlarına katkısı ile ilgilidir (Yeh, 2003). Son yıllarda STEM'in, öğrencilerin bilimsel bilgi kazanmasının bir göstergesi olan, fen konularıyla ilgili alanlara yönelik akademik başarılarını geliştirdiğine dair deneysel araştırmalar yapılmıştır (Barret vd., 2014; Ceylan, 2014; Cotabish vd., 2013; İrkıçatal, 2016; Lam vd., 2008; Olivarez, 2012; Rehmat, 2015; Robinson vd., 2014; Tabaru, 2017; Yasak, 2017; Yıldırım &

Selvi, 2018). Bu çalışmaların bazılarını ayrıntılı incelediğimizde uygulamalar şöyledir:

Doppelt vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, STEM eğitiminin sekizinci sınıf öğrencilerinin, akademik başarısı düşük ve yüksek olan grupların öğrenme düzeylerine etkisinin araştırılması için, elektrikli alarm sistemi tasarlamaya yönelik uygulama yapmış ve elde edilen sonuçlara göre, tüm öğrencilerin başarılarında artış görülmüştür. Başarı düzeyi yüksek olan sınıfta, anlamlı bir artışın olduğu, başarı düzeyi düşük olan sınıfta ise anlamlı artışın görülmediği; fen başarısı yüksek olan grupların, fen başarısı düşük olan gruplara göre, STEM temelli eğitimlerde de daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Standart olarak kullanılan akademik başarı testlerinin başarı ölçmede tek başına yeterli olmadığı, öğretmen gözlemleri, öğrenci sunumları değerlendirildiğinde düşük başarılı öğrencilerin de bilimsel kavramları anlamada olumlu değişimler gösterdikleri, STEM eğitiminin öğrencilerin ilgisinin, öğrenmeye karşı isteklerinin ve başarılarının artırılmasında önemli bir role sahip olduğu tespit edilmiştir.

Lou vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada STEM bütünleştirici bilgi öğrenme ve hayal gücü gelişiminin lisede öğrenim gören kız öğrencileri üzerine etkileri incelenmiş, çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, faaliyetlerin farklı yeteneklerin gelişimini destekleyebildiğini ve STEM bilgi entegrasyonunda ve lisede öğrenim gören kız öğrencileri için öğrenmede oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

Yıldırım & Altun (2015), seksen üç kişiden oluşan, fen bilgisi öğretmenliği üçüncü sınıf öğrencisiyle yaptıkları çalışmalarında, STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının fen bilimleri dersindeki akademik başarıya etkisini incelemişlerdir. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel modelde şekillendirilmiş olan araştırmadan elde edilen bulgulara göre, STEM ve Mühendislik eğitiminin uygulandığı deney grubu lehine anlamlı fark olduğu bulunmuş olup, STEM'in ve mühendislik uygulamalarının öğrenci başarısı üzerinde etkisi olduğu sonucunu göstermektedir.

Yıldırım (2016), tarafından hazırlanan doktora tezinde fen bilimleri dersine entegre edilmiş STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme becerilerine algılarına, motivasyonlarına, STEM'e karşı tutumlarına ve bilginin kalıcılığına olan etkisi incelemiştir. Araştırmanın sonucunda, deney ve kontrol grupları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür.

Çevik ve Abdioğlu (2018) tarafından yapılan çalışmada, bir bilim kampında gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEM başarılarına etkisi araştırılmış ve proje kapsamında gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin katılımcıların başarılarına anlamlı düzeyde bir katkısının olduğunu ortaya koyulmuştur. İnce vd. (2018)'nın yapmış olduğu çalışmada, STEM temelli yaklaşımın ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkileri incelenmiş, öğrencileri olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Lou vd., (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada STEM-I (STEM Immigration/Hayal Gücü) ve PBL entegrasyonu uygulanmasının ve STEM bütünleştirici bilgi öğrenme ve hayal gücü gelişiminin ve lisede öğrenim gören kız öğrencileri üzerine etkileri incelenmiş, faaliyetlerin farklı yeteneklerin gelişimini destekleyebildiğini ve STEM bilgi entegrasyonunu ve öğrenimini ve lisede öğrenim gören kız öğrencileri için etkili bir şekilde genişletebildiğini ve aynı zamanda proje tabanlı faaliyetlerdeki hayal güçlerini geliştirebileceğini göstermektedir.

Alan yazında bilimsel okuryazarlığın süreç ve epistemik boyutu ile ilgili çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir.

Green (2012) tarafından yapılan bir diğer araştırma, Malezya kırsalında yer alan ortaokullarda öğrenim gören 89 öğrenciyle yürütülmüş, üç farklı prototip tasarımları için mühendislik tasarım sürecine dahil olmuştur. Öğrencilerden açık uçlu sorular yardımıyla toplanan verilere göre, mühendislik tasarım temelli yaklaşımın, kırsal kesimdeki ortaokul öğrencileri arasında yaratıcılığı, problem çözme becerilerini ve düşünme becerilerini geliştirmek için bir araç olarak uygulanabileceğini göstermektedir.

Gökbayrak ve Karışan (2017b) FeTeMM uygulamaları hakkında öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmak için gerçekleştirdiği çalışmada, Van/Erciş bölgesinde öğrenim gören 20 kişiden oluşan altıncı sınıf öğrencileriyle çalışmış, görüşme tekniği kullanarak veriler toplamıştır. Toplanan verilerden elde edilen sonuçlara göre, FeTeMM etkinliklerinin faydalı olduğuna, kendilerini geliştirmek için isteklerinin arttığına ve derslerde FeTeMM etkinliklerine yer verilmesi gerektiğine ilişkin olumlu görüşler elde edilmiştir.

Park ve Yoo (2013), “Işık” ünitesi kapsamında öğrencilerle sürdürülen STEAM etkinliklerinin, öğrencilerin öğrenme güdüsü, ilgi ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol gruplarıyla karşılaştırmalı olarak yürütülen araştırmaya altıncı sınıf öğrencileri dahil edilmiştir. Gerçekleştirilen STEAM eğitimi sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin öğrenme güdüsünün ve özellikle dikkatlerinin, güvenlerinin, ilgilerinin ve memnuniyetlerinin arttığı dikkat çekmektedir.

Çevik ve Abdioğlu (2018) yaptığı çalışmada, STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen motivasyonlarına etkisinin orta büyüklükte, üst bilişsel farkındalığa etkisinin de büyük düzeyde olduğunu tespit etmiş, STEM başarıları ile motivasyon ve üst düzey farkındalıkları arasında ilişki olduğunu görmüştür.

Bahşi ve Fırat (2020) yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel epistemolojik inançlarına etkisi incelemiş, araştırma sonucunda ise STEM etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel epistemolojik inançlarına etkisi olduğunu göstermiştir.

Alan yazında STEM eğitiminin bilimsel okuryazarlığa etkisinin farklı boyutlarla ayrı ayrı incelendiği dikkat çekmektedir. Ancak en güncel bilimsel okuryazarlık tanımı yapan Fives vd. (2014), öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının sadece fen bilimleri konusundaki içerik bilgisini kazanma durumları ile ölçülmemesinin önemine dikkat çekmiş; öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını yöntem-yordam bilgisi (Bilim insanlarının bilgiyi yapılandırırken kullandığı yöntemlerin bilgisi.) ve epistemik bilgi

(Bilimsel soruların, gözlemlerin, teorilerin, hipotezlerin, model ve argümanların anlaşılması, araştırılması ve sorgulanmasının farklı yollarının fark edilmesi.) boyutlarında da ölçülmesi gerektiğine vurgu yapmıştır. Fives vd. (2014)'nin vurgusu ve literatürdeki STEM eğitiminin bilimsel okuryazarlığın tüm boyutlarında etkisini ölçen çalışmalara ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaç doğrultusunda bu çalışmada PB-STEM eğitiminin, bilimsel okuryazarlığın ilgili bilimsel bilgi, bilimsel süreç ve epistemik bilgi boyutlarına etkisi incelenmiştir.

2.3.2. STEM Eğitimi ile Öğrencilerin Üretici Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesinin Gerekliliği

Üretici düşünme becerisi kavramının STEM eğitimi ile ilişkisinden bahsetmeden önce, üretici düşünmeyle ilgili temel bilgilerin verilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

2.3.2.1. Üretici Düşünmenin Önemi ve Tanımı

“Düşünmeyi bir hediyeden çok bir beceri olarak görmek, bu beceriyi geliştirmek için bir şeyler yapmanın ilk adımıdır.”

(de Bono, 2017)

İnsanları diğer canlılardan ayıran özelliklerden en önemlisi düşünmedir. Bu nedenle insanın bu özelliğinin anlaşılması ve anlamlandırılması önemli görülmüştür. Fisher (1995) düşünmeyi; problemi tanımlama, oluşturma ve çözme, karar verme, seçenek üretme şeklinde zihinsel etkinlikler olarak tanımlamıştır. Bu zihinsel etkinlikler farklılıklar gösterip; hatırlama, basit düşünme, eleştirel düşünme, yakınsak düşünme, ıraksak düşünme, yansıtıcı düşünme, yaratıcı düşünme gibi sınıflandırılmıştır (Krulik & Rudnick, 1999). Bu sınıflandırmaya yardımcı olabilmek için Swartz ve Parkes (1994) tarafından düşünme becerileri;

- a. Olayları, nesneleri, fikirleri belirli ölçütlere göre sıralama, bilgiyi analiz etmek, benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak, parça-bütün ilişkisini kurmak;

- b. Tahminlerde bulunmak, varsayımda bulunmak, sonuç çıkarmak, sonuçları gerekçelendirmek, kanıtların güvenilirliğini kontrol etmek, nedenlerini sonuçları ilişkilendirmek, bilgiyi sorgulamak, yargılarda bulunmak (eleştirel düşünme);
- c. Yeni fikirler üretmek, kendi bakış açılarını formüle etmek, fikirleri birleştirmek, analogileri tanımak ve kullanmak (yaratıcı düşünme),
- d. Problem çözmek, sorunları tanımlamak, farklı çözümler düşünmek, çözümleri test etmek;
- e. Planlamak, alt hedefler belirlemek, ilerlemeyi izlemek;
- f. Karar vermek, seçenekler oluşturmak, artıları ve eksileri tartmak, bir eylem planı seçmek basamaklarını içermektedir.

Bilimin ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte bireylerin düşünme etkinliklerinin de gelişmesi gerekmiştir (Mcguiness, 2006). Bu sınıflandırma yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, analitik düşünme, bilgisayarla düşünme gibi becerilerle giderek çeşitlenmiş ve 21. yy becerileri olarak karşımıza çıkmıştır (Akgündüz, 2016; Shahrokh, 1998).

21. yy becerilerinden biri olan yaratıcı düşünme becerisi, bireylerin sahip olması beklenen üst düzey düşünme becerileri arasında yer almaktadır. Literatürde yaratıcılık ve üreticilik kavramları çoğu zaman eş anlamlı kelimeler olarak kullanılmıştır. Alan yazında yer alan birçok yaratıcılık tanımından biri de özgün ve sıra dışı bir şekilde faydalı, uygulanabilir işler üretebilme becerisi şeklinde ifade edilmektedir (Sternberg & Lubart, 1999). Bu bağlamda üretici düşünme yaratıcı düşünmenin bir alt boyutu şeklinde karşımıza çıkmaktadır. 1050’li yıllarda Guilford’un zekâ üzerinde yaptığı çalışmalarla yaratıcılık, zekânın bir göstergesi olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte eğitim programlarında yaratıcılık kavramı ön plana çıkmıştır. Cooper vd. (2005)’e göre öğrencilerin bir alanda uzmanlaşmaya doğru ilerlemesine öncülük eden deneyimler sıralaması, yetenek gelişimi olarak ifade edilmekte olup; öğrencilere gerekli ortamlar sağlandığında yaratıcı birer üretken haline geleceklerdir. Bu bağlamda yaratıcı öğrencilerin bilgiyi tüketenler değil, bilgiyi üretenler konumuna geçtikleri söylenebilir (Erdoğan, 2014). Nitekim Taylor vd. (1964)’ne göre tek bir alanda sahip olunan yetenek, yaratıcı ürünler ortaya koymak için yeterli olmayıp; okul başarısının yaratıcılık için tek bir gösterge olmadığı, okulda akademik anlamda başarılı

olan çocuğun kendini yetenekli hissedip, akademik anlamda başarısız olamayan çocuğun ise yeteneksiz hissettiğini ifade etmiştir (Akt. VanTassel-Baska, 2003). Taylor vd. (1964) Guilford'un zekâ kuramından etkilenecek yetişkin bireylerdeki yaratıcılık becerileri, çocuklarda yaratıcılığı belirleme ve geliştirme çalışmaları yaparak çoklu yetenek modelini geliştirmişler ve beceri geliştirmeyi amaçlamışlardır (Akt. Van Tassel-Baska, 2003). Ayrıca modele göre öğretmenlerin öğrencilerin sahip olduğu farklı yetenek türlerini ön plana çıkarmaları ve desteklemeleri önemlidir. Yine modele göre beceri tanımları yapılmış, akademik bir konu ya da problemin temellerini içeren beceriler geliştirilenin yanında, modelde sahip olunan niteliklerin; **üretici düşünme**, karar alma, öngörme ve iletişim şeklinde ifade edildiği söylenebilir. Buradan da anlaşılacağı gibi öğrencilerin yaratıcı ürünler ortaya koyabilmeleri için ihtiyaç duyulan boyutlardan biri de üretici düşünme becerileridir. Nitekim Şahin (2003)'e göre yaratıcılık, bireyin rutin düşünme alışkanlıklarından vazgeçerek, farklı ve üretici düşünme becerilerini kullanmaları sonucunda oluşan fikirlerin, bireyi ve başkalarını tatmin eden, esnek, orijinal ve duyarlı olduğu bir niteliktir. Bu yönüyle üretici düşünme becerisi yaratıcılığın bir alt boyutu olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim Torrance (1962) yaratıcılığı tanımlarken, **üretken düşünür bir yaratıcı**, bir mucit, bir problem çözücüdür, şeklinde ifade etmektedir (Akt. Newman, 2008). Yani bir soruna çözüm olacak birçok fikir üretmek (akıcılık), sorunu farklı açılardan ele alan (esneklik), olağandışı-alışılmadık fikirler üreten (özgünlük) ve problemleri daha yaratıcı bir şekilde çözmek için fikirler (özen) üzerinde çalışan kişidir (Hacıoğlu, 2017). Yine Torrance (1962)'ye göre üretici düşünmenin gelişmesi bireylerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmekle kalmamakla birlikte, öğrencilerin sosyal bilgiler, matematik, fen, sanat, drama, müzik, dil sanatları alanlarında ve günlük sorunlarını çözmesinde yardımcı olması için kullanılabilir (Akt. Newman, 2008).

Taylor vd. (1964)'ne göre üretici düşünme; çok çeşitli ve alışılmışın dışında fikir ve çözümler yaratmak, geliştirmek ve daha ilgi çekici hale getirmek için fikirlere detaylar eklemektir. Bireyin yeni gerçekler, fikirler ve sonuçlar ortaya çıkarmak için mevcut geçmiş ve şimdiki eylemler, fikirler, çağrışımlar ve gözlemlerden yararlandığı ıraksak, yakınsak ve değerlendirici işlemlerden oluşan üretici düşünme, muhakemenin hem yaratıcı hem de eleştirel analitik süreçlerini içerir (Gallagher & Aschner, 1963).

Basitçe ifade edilirse üretici düşünme etkili karar almak için çokça fikir üretme becerisidir (Guzey & Jung, 2021).

Guilford (1950)'a göre üretici düşünen bireylerin özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Akt. Brown, 1989):

1. Probleme ve problem durumlarına duyarlılık gösterme,
2. Düşüncelerde akıcılık gösterebilme ya da başka bir deyişle fazla sayıda işe yarar fikir üretebilme,
3. Alışılagelmemiş, özgün ancak işlevsel fikirler üretebilme,
4. Bir fikirden diğerine rahatlıkla geçebilme,
5. Sentez yeteneğine sahip olma,
6. Analiz yeteneğine sahip olma,
7. Karmaşık ilişkileri kontrol altına alabilme,
8. Değerlendirme yapabilmedir.

Üretici düşünen bireyler, sezgileri ve hayal gücünü kullanarak problemleri çözerken, önceden düşünülmemiş farklı yollardan sonuca ulaşabilir, geleneksel yolları tercih etmeyip özgün ve yeni çözümler üretebilirler (Yontar, 1993). Bu beceriyi anlayabilmek için Guilford'un zekâ yapısı modeline dayanan üretici düşünme teorisini anlamak ve üretici düşünmenin boyutlarını ele almak yararlı olacaktır. Nitekim Guilford (1956) üretici düşünmenin nasıl gerçekleştiğini açıklamıştır (Aranda vd., 2020).

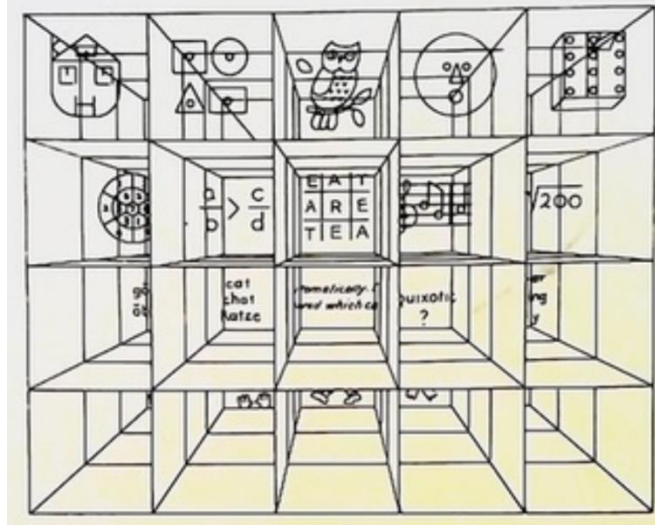
2.2.2.2. Guilford'un Üretici Düşünme Teorisi ve Üretici Düşünme Süreçleri

Yaratıcılığın bir boyutu olarak ele alınabilecek üretici düşünme becerisini anlayabilmek için, zekâyı ilk kez kuramsal düzeyde inceleyen bir psikolog olan (Demir & Aybek, 2012) ve yaratıcılıkla ilgili ilk araştırmaları yapan, J.P Guilford'un çalışmalarındaki yeri incelenmelidir. Guilford, II. Dünya Savaşı sırasında pilot adayları için test geliştirirken zekâ konusunda çalışmalar yapmış, geleneksel zekâ testlerinin zekâyı tam olarak ölçmede yetersiz kaldığını fark edip, bunu ortaya

çıkartabilecek bir model geliştirmeye yönelmiştir. Çalışmalarına insan aklının bütün olarak henüz faktör analiz yöntemleriyle veya başka herhangi bir yöntemle keşfedilmediği inancıyla ve zekanın bazı tanımlarında önemli roller oynayan düşünme becerilerinin (özellikle üretken düşünce ile ilgili yetenekler) ihmal edilmiş olduğu düşüncesiyle başlamıştır (Guilford, 1956). Buna göre çalışma için muhakeme, yaratıcılık, planlama ve değerlendirme olmak üzere dört düşünce alanı belirlemiştir. Zamanla ilgi alanlarını diğer belirli düşünme becerilerini test etmeye genişletmiş, araştırmasına rehberlik edecek ve test ettiği tüm çeşitli beceriler hakkındaki düşüncesini organize edecek bir model geliştirmiştir (Barlow, 2000). Bu model Guilford'un Zekâ Yapısı (Structure of Intellect-SOI) modelidir (Guilford, 1956). Modelde yeteneklerin bireysel farklılıklardan olduğu, aynı zamanda bireylerin psikolojik fonksiyonları da ifade edilmiştir. 1950'de Amerika Psikoloji Derneği (American Psychological Association) başkanlık konuşmasında Guilford (1987), bir araştırma konusu olarak yaratıcılığın çok önemli doğasına ve yaratıcılıkla ilgili yayınlanmış araştırmaların azlığına dikkat çekmiştir. Araştırmalarında yaratıcılık kavramını konu edinmiş ve zekayı tek başına IQ ile ölçmenin mümkün olmadığını, yaratıcılığı da zekanın bir parçası olarak görmenin önemli olduğunu söylemiştir (Guilford, 1956). Nitekim yaratıcılığı ve diğer becerileri IQ ile ölçülen faktörlerden ayırmak için faktör analizi tekniği ile düşünme becerilerinin bileşenlerini birbirinden ayırmıştır (Barlow, 2000).

Guilford (1956)'un Zekanın Yapısı Modeli çeşitli zihinsel becerileri üç boyutta düzenlemiştir:

- a) İçerik,
- b) Ürün
- c) Zihinsel İşlemler (Süreç).



Şekil 2.17. Guilford'un ürün ve içeriği kombinasyonundan ortaya çıkan semboller trigramı (Meeker, 1974)

Guilford, teorisinin ilk halinde yaratıcılığı zihinsel işlemler, içerik ve ürün boyutunda ele almıştır. Zihinsel işlemleri beş alt süreçte, içeriği dört uyaranda, ürünü ise altı sınıfta (5 zihinsel işlemler x 4 içerik x 6 ürün) incelemiş, 120 faktör olarak ifade ettiği 120 alt süreç elde etmiştir (Guilford, 1967). Bu 120 faktör bir faktörün diğer üçü ile kombinasyonlarından elde edilmiş zihinsel yetenekleri ifade etmektedir. Araştırmanın sonunda şekil 2.17.'de olduğu gibi, faktörler bir trigram (küp) ile boyutlandırılmış ve bu kısma ürün ve içeriğin kombinasyonlarından elde edilen zihinsel işlemleri (süreç) gösteren semboller yerleştirilmiştir (Guilford, 1967). Bu kombinasyonda zihinsel işlemler (süreç), içeriğe ya da bir uyarana etki etmekte olup, bu durum ürünün ortaya çıkmasına neden olmuştur (Guilford, 1967).

İlk boyut olan zihinsel işlemler (süreç) biliş, bellek, ıraksak düşünme, yakınsak düşünme ve değerlendirme şeklinde beş farklı alt kategoriye ayrılmaktadır. İkinci boyut olan içerik boyutu, görsel figürler, kelime anlamları, semboller ve davranışlar olarak dört alt uyarandan oluşmaktadır. Üçüncü boyut olan ürünler ise, sınıflar, birimler, ilişkiler, sistemler, dönüşümler ve uygulamalar olarak sınıflandırılmıştır. Bu boyutlar şekil 2.18'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Zihinsel İşlemler (Süreç)	İçerik (Uyaran)	Ürün
• Biliş • Bellek /Hafıza • İraksak Düşünme • Yakınsak Düşünme • Değerlendirme	• Görsel İçerikler (Görsel) • Kelime Anlamları (Anlamsal) • Semboller (Sembolik) • Davranışlar (Sesli ve Davranışsal)	• Birimler • Sınıflar • İlişkiler • Sistemler • Dönüşümler • Uygulamalar

Şekil 2.18. Guilford'un küp kuramının boyutları (Guilford, 1967)

Guilford içerikle, farklı insanların farklı türdeki bilgilere daha fazla ilgi gösterdiklerini ve bunlar hakkında daha etkili düşündüklerini ifade etmiştir (Barlow, 2000). İçeriği oluşturan alt uyaranları; görsel, sembolik, anlamsal, sesli ve davranışsal içerik olarak belirlemiştir.

- Görsel içerik, şekiller ya da diyagramlar gibi somut olarak algılanabilen bütün bilgileri;
- Anlamsal (Semantik) içerik, sözel olarak ifade edilebilen kavram ve fikirleri;
- Sembolik içerik, sayılar veya formüller gibi diğer şeyleri temsil ederek anlam taşıyan işaret ve sinyalleri;
- Davranışsal içerik, sosyal zekâyı, düşünce, duygu ve davranışları davranışsal gözlemler aracılığıyla algılama ve yorumlamayı ifade etmektedir (Aschner vd., 1962; Guilford 1967).
- Araştırma eğer okul ortamında gerçekleştirilecekse öncelikle sembolik ve anlamsal içerik alanlarına odaklanılmalıdır (Gallagher & Aschner, 1963).

Guilford (1967), düşünmenin ürünleri olarak birimleri, sınıfları, ilişkileri, sistemleri, dönüşümleri ve sonuçları listeler. Gallagner ve Ashner (1963) bu birimleri şöyle açıklamıştır: Elma (birim), ağaçta yetiştirilen bir meyvedir (sınıf). Rüzgâr çok daha sert eserse, çatı evimizden kopar (etkileri). Bir tuğlanın sıradan bir kitapla (ilişkilendirme) çok az ortak yanı vardır, ancak onu bir kitap sonu (dönüşüm) için

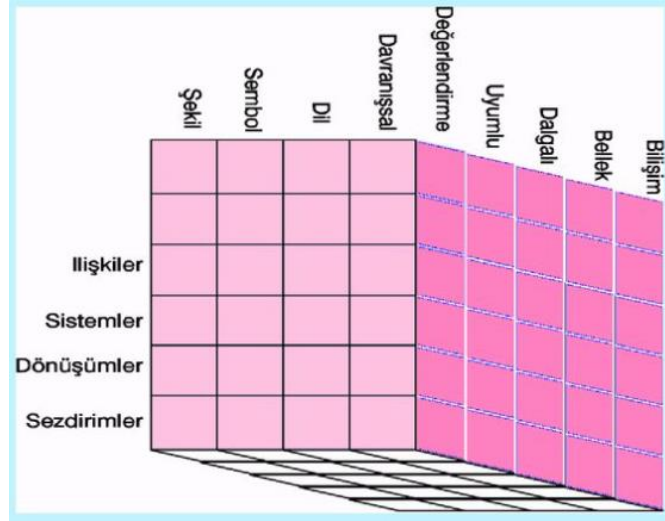
kullanabilirim. Bir şeyi isteyen ne kadar çok insan olursa, fiyat o kadar yüksek olur (sistem). Bu ürün kategorilerinin son üçü, gerçekte, birbirleriyle çeşitli ilişkiler içinde yerleştirilmiş ilk üçü daha karmaşık kombinasyonlarını temsil eder.

- Birimler, bir içerik alanındaki birimleri algılama yeteneğini ifade eder. Bu, kelimeler gibi sembolik birimler, şekiller gibi görsel birimler veya yüz ifadeleri gibi davranışsal birimler olabilir.
- Sınıflar, birimleri anlamlı gruplar halinde düzenleme ve birimleri doğru gruplara ayırma becerisini ifade eder.
- İlişkiler, birim çiftleri arasındaki ilişkileri algılama becerisiyle ilgilidir.
- Sistemler, ikiden fazla birim arasındaki ilişkilerden oluşur.
- Dönüşümler, görsel içeriklerin rotasyonu veya şakalar ve kelime oyunları gibi bilgilerdeki değişiklikleri anlama becerisidir.
- Çıkarımlar beklentiye ifade eder (Guilford, 1967, akt. Barlow, 2000).

İçerik ve ürün boyutlarıyla insanların düşünebileceği her türlü bilgi sıralanabilir ve insanlar sembolik bir dizinin etkileri, iki sesin ilişkisi veya duygulardaki değişiklikler gibi davranışsal dönüşümler hakkında fikirlerini ifade edebilirken, zihinsel işlemlere ait süreçler beynin bu tür bilgilerle ne yaptığını açıklar. Zihinsel işlemleri temsil eden süreçler; değerlendirme, yakınsak üretim, ıraksak üretim, bellek, hatırlama ve biliş/kavrama şeklinde beş süreçten oluşmaktadır (Guilford, 1967).

- **Biliş/Kavrama;** çeşitli kavramları, olguları, durumları algılama yeteneğidir. Örnek olarak; kişinin kelimeleri tanıyabilme becerisi bilişi, davranışlarındaki farklılaşmaları, mimiklerindeki değişimleri algılayabilmesi davranışsal dönüşümlerin bilişini ifade etmektedir.
- **Bellek/Hafıza;** çeşitli bilgileri saklama, bilgileri düzeltme, yeniden getirme becerilerini ifade etmektedir. İnsanlar hatırlama gibi konularda birbirine göre farklı tepkiler gösterirler. Bununla birlikte bilgilerin türüne göre de hatırlama konusunda farklılık göstermektedirler. Kimi insanlar yüzleri hatırlatmada yetersiz kalırken (davranışsal birimleri), kimileri kelimeleri hatırlama konusunda oldukça iyi olabilirler (anlamsal dönüşümler).

- **İraksak üretim/düşünme;** basit kriterlere uyan çok sayıda cevabı ve bu cevapla ilgili bilgileri belleğe erişerek bulma yeteneğidir. Örneğin verilen denklemlerden çıkarılabilecek çeşitli çözümleri listeleme becerisini içerir. Farklı yöntemler kullanarak bilinen ve hatırlanan bilgilerden yeni sonuçlar çıkartmayı, yani üretici düşünmeyi ifade etmektedir. Madhuri (2015)'e göre iraksak düşünme dört alt beceriden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi sınırlamalara ve ilkelere dayalı doğru çözümün seçimi, ikincisi artıların ve eksilerin analizi, üçüncüsü uygun varsayımlarda bulunmak, dördüncüsü seçilen çözümlerin gerekçelendirilmesidir.
- **Yakınsak üretim/ düşünme;** bir soru ya da durum karşı bellekte tek bir doğru yanıtın aranmasıdır. Akılcı olarak problem çözmek, zihindeki tek bir cevaba yoğunlaşmak, odaklanmak olarak ifade edilmektedir. İraksak düşünme ve değerlendirmenin bir sonucudur ve test edilmesi gereken bir beceridir. En çok IQ ile ilişkilendirilir. Yakınsak düşünmenin boyutları akıcılık, esneklik, özgünlük ve ayrıntılandırmadır. Akıcılık, birçok çözüm veya fikir üretme yeteneğidir; esneklik, çeşitli fikirler üretme yeteneğidir; özgünlük, olağandışı ve yeni tepkiler üretme yeteneğidir; ayrıntılandırma ise teknik detay ve kavramlarla geliştirme yeteneğidir (Basadur vd.,1990; Hacıoğlu, 2017; Liu & Schoenwetter, 2004; Runco, 2012;).
- **Değerlendirme işlemi;** çeşitli bilgiler arasından hangi öğelerin benzer ve farklı özelliklere sahip olduğu, hangilerinin kriterlere uygun ve çözüm için önemli olduğu vb. konularda yargıya varma ve karar verme sürecidir (Barlow, 2000; Guilford, 1967).



Şekil 2.19. Guilford (1956)'un küp modelinin ilk hali

Guilford'un zekayı kavramsallaştırmayı amaçladığı söylenebilir (Makel & Plucker, 2008). Küp kuramında, küpü oluşturan her boyutun (en, boy, yükseklik) bir zekâ faktörü ile eşleştirilmesi ve tüm küpün birim küplere bölünmesiyle, şekil 2.19'daki gibi içerik, süreç ve ürün boyutlarının çok sayıda alt boyutu oluşmuştur (Kaygın & Çetinkaya, 2015). Nitekim bu durum farklı zekâ formlarının ortaya çıkmasını sağlamıştır (Makel & Plucker, 2009). Bu bileşenlerin olasılıklarının her bir kombinasyonu için testler geliştirmeye başlayan Guilford, kişilerin bu yeteneklerin bazı boyutlarında yüksek, bazı boyutlarında düşük yeteneklere sahip olduklarını gözlemleyerek, İnsan Zekasının Doğası/ The Nature Of Human Intelligence (1967) ve IQ'nun Ötesinde/ Way Beyond The IQ (1977) kaynaklarını literatüre kazandırarak, modelini geliştirdi (Akt. Barlow, 2000).

Zihinsel İşlemler (Süreç)	İçerik	Ürün
• Biliş • Bellek/Hafıza • İraksak Düşünme • Yakınsak Düşünme • Değerlendirme	• Göresel Figürler (Görsel) • Kelime Anlamları (Anlamsal) • Semboller (Sembolik) • Davranışlar (Sesli ve Davranışsal) • İşitsel	• Birimler • Sınıflar • İlişkiler • Sistemler • Dönüşümler • Uygulamalar

Şekil 2.20. Guilford'un küp kuramının 150 birimden oluşan yeni hali

Şimdiki haliyle Guilford'un Zekanın Yapısı modeli bellek yapısının uzun süreli bellek ve kısa süreli bellek olarak ikiye ayrılmasıyla (5 içerik x 6 süreç x 6 ürün) şekil 2.20'deki gibi 150 küpe ayrılmıştır (Kim, 2009). Zekanın her bir türünü gösteren bu modelde, her boyutun birbiriyle eşleşebilmesiyle ve farklı zekâ formlarının ortaya çıkmasını amaçlamaktadır (Makel & Plucker, 2009). Bu yeni modelde on altı alt boyutun yaratıcılıktan etkilendiği söylenebilir (Kim, 2009). Model incelenirken ya da kullanılırken bir araştırma projesi için geliştirildiği unutulmaması gerektiği vurgulanırken, modeli temsil eden matristeki bütün hücrelerin birbirleriyle olan ilişkilerinin gösterilmediği, bazı davranışsal içeriklere bilişsel açıdan odaklanılan bir model olduğu dikkate alınması önemlidir (Barlow, 2000).

Üretici düşünmeyi ölçmek ya da incelemek için süreç, bu zekâ modeli üzerine inşa edilebilir (Aranda vd., 2020). Guilford'a göre üretici düşünme süreci önceki paragraflarda da açıklandığı ve şekil 2.20'de sunulduğu gibi hafıza, biliş, ıraksak düşünme, yakınsak düşünme ve değerlendirici düşünme süreçlerinden oluşur. Bir problemi çözebilmek için bireyler üretici düşünme becerilerini işe koşarken bilişlerini kullanırlar. Yani biliş olmadan bu sürecin işlemesi mümkün değildir, çünkü biliş diğer süreçlerin temelidir. Ayrıca bireyler bu problemi çözmek için önceki ve şimdiki bilgi ve düşüncelerini yani hafızalarını yeni bilgiler üretmek için kullanırlar ve açık uçlu bir yaklaşımla probleme alternatif çözümler üretebilmek için entelektüel operasyonları gerçekleştirerek ıraksak düşünebilirler. Tek bir beklenen sonuç veya son ürünle ortaya

çıkmak için ise bilgilerin analizini ve entegrasyonunu sağlayarak yakınsak düşünebilirler. Son olarak, bir yargıya varabilmek için değerlendirme yaparlar. Aranda vd. (2020), Guilford'un bu modelindeki süreçlerini, Gallagher ve Ascher (1963)'dan uyarlayarak üretici düşünme süreçleri olarak aşağıdaki gibi sınıflandırmışlardır:

- a) Bilişsel hafıza (BH)
- b) Yakınsak düşünme (YD),
- c) Iraksak düşünme (ID),
- d) Değerlendirici düşünme (DD)
- e) Rutin (R)

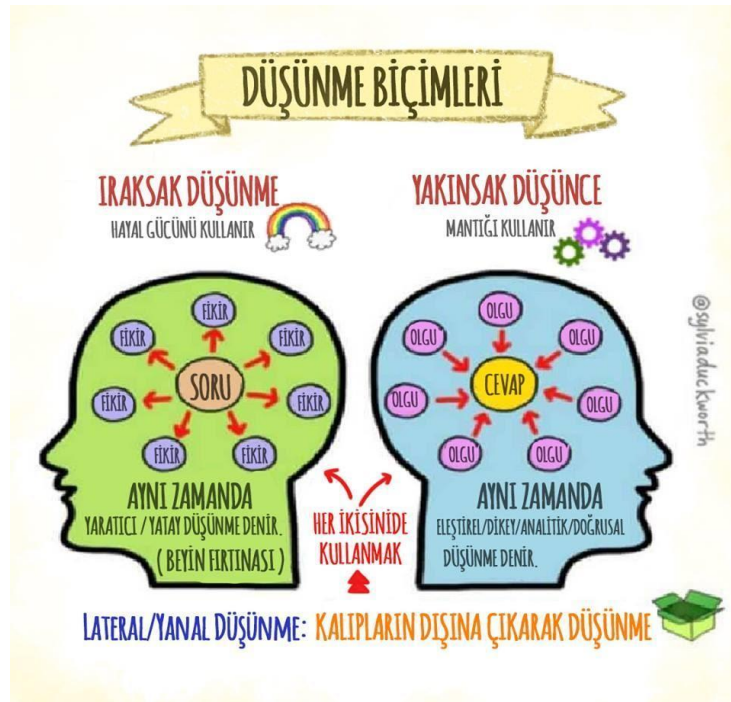
a) Bilişsel bellek işlemleri; tanıma, ezberleme ve hatırlama gibi süreçlerin kullanılması yoluyla olguların, formüllerin veya diğer hatırlanan içerik öğelerinin basit bir şekilde yeniden üretilmesini temsil eder. Olgusal bilgi, üst düzey süreçlerinin gelişimi için vazgeçilmez olsa da sadece bu tür sorularla daha karmaşık problemleri çözme heyecanını asla yaşamayan sınıf ortamlarının verimsiz ve sıkıcı olacağı açıktır (Aschner & Gallagher, 1963).

b) Yakınsak (Ortak) düşünme, bilinen veya hatırlanan verilerin analizini ve entegrasyonunu temsil eder. Sıkı bir şekilde yapılandırılmış çerçevede bireyi beklenen tek bir yanıtı götürür. Yakınsak düşünme, bir problemin çözülmesinde, bir malzeme gövdesinin özetlenmesinde, bilinen bir bilginin düzenlenmesinde (Örneğin, bir makinenin çalışma şeklini bildirmede olduğu gibi) kullanılabilir (Aschner & Gallagher, 1963).

c) Iraksak (Farklı) düşünme, bireyin problemin çözümü için topladığı verilerin yetersiz kaldığı durumlarda, kendi verilerini bağımsız olarak ürettiği, belirli bir konuda orijinal çözümler üretmekte özgür olduğu entelektüel işlemleri temsil eder. Burada öğrenci, yerleşik bir olgudan veya tanımlardan kurtularak, öğretmen tarafından ifade edilmemiş, hatta belki de düşünülmemiş farklı çıkarımları, benzersiz ilişkileri görme yeteneğini ortaya koyar. Kendi kendine başlatılan bu tür

öğrenci davranışlarının örnekleri, genel olarak ıraksak düşünme kategorisine girecektir (Aschner & Gallagher, 1963). Problem çözme sırasında ıraksak düşüncelerin özgün ve yenilikçi fikirlere yol açtığı varsayılmaktadır.

İraksak ve yakınsak düşünme becerileri, problem çözmede yer alan önemli bilişsel süreçlerdir (Şekil 2.21.). İraksak düşünme birçok perspektiften problemin anlaşılmasını, çözüm aranmasını sağlamakta iken, yakınsak düşünme ise problemin çözümüne ilişkin otantik değerlendirmeler ve kriterlere en uygun çözümü seçme işlemidir (Basadur 1990). İraksak ve yakınsak düşünme becerileri kavramları gerçek hayat problemlerini çözmek için uygulanabilir olup, problem çözme sürecinin her aşamasında önemlidir. Verilen bir gerçek hayat problemine ilişkin bir sistem, ürün, elektronik devre, ağ vb. tasarlamak için kullanılan mühendislik tasarım sürecinde bir tasarımcı, sorunu anlayıp, bir çözüm tasarlayıp ve uygulayıp, sistematik bir problem çözme sürecini takip etmelidir. Her aşamada ıraksak ve yakınsak düşünme süreçleri kullanıldığında yenilikçi çözümlere ulaşılabilir (ET-IITB [Interdisciplinary Programme in Educational Technology- Indian Institute of Technology Bombay], t.y.)



Şekil 2.21. Sylvia Duckworth'un düşünme modları çizimi (t.y.)

- d) Değerlendirici düşünme;** yargı, değer ve seçim konularını ele alır ve yargılayıcılık kalitesi ile karakterizedir (Aschner & Gallagher, 1963).
- e) Son kategori olan rutin,** çok sayıda sınıf aktivitesini içerir. Bu kategori, sınıf ortamında yönetilen etkinliklerde konuşmacıların sıradan davranışlarının işleyişini düzenleyen, duygu tonunu ifade eden, davranışları tanımlayan bir dizi kategoriden oluşur. Başkalarını ve kendini övme ve kınamanın tutumsal boyutları burada yer almaktadır. Ayrıca yapılandırmanın, bir tür önsöz, konuşmacının ne söylemek ya da yapmak istediği, başka birinin söylemesini ya da yapmasını beklediğini önceden söyleme gibi boyutları da mevcuttur. Mizah gibi diğer karakteristik olaylar ve sıradan, "rutin" sınıf yönetimi davranışları (kapıyı kapatma talepleri, saatin kaç olduğunu sorma bile) bu birincil kategoriye dahildir (Aschner & Gallagher, 1963).

2.2.2.3. Üretici Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesi İçin İhtiyaç Duyulan Öğrenme Ortamları

Fen öğretimi, üretici düşünme becerisini desteklemek için öğrencilere fırsat sunmalıdır. Bunun için bu beceriyi işe koşacak öğrenme ortamları tasarlanmalıdır. Bunun için Guilford'un modelindeki süreçler işe koşularak öğrencilerin üretici düşünmesini gerektirecek gerçek yaşam problemleri ile başlamaları, onların kendi bilişsel sürecini (B) başlatarak hafızalarını (H) yoklayarak bilgi ve düşüncelerini açığa çıkarmaları, daha sonra bu fikir ve bilgileri ile yeni fikirler üretmeleri (ıraksak düşünme-ID), ürettikleri fikirleri ayrıntılandırmaları (yakınsak düşünme-YD) ve değerlendirerek (D) bir karara varmaları, bu süreci de sınıf ortamına yansıtmaları (R) istenebilir. Bunun için öğretmen, öğrencilerin fikirlerini paylaşırken bilimsel olarak ifade etmeleri, aynı zamanda öğrencilere bu fikirleri anlamlandırma ve içselleştirme konusunda yardımcı olmalı ve öğrencilerin fikirlerini uygulamasında rehber olmalıdır (Mortimer & Scott, 2003). Bilginin sınıfın sosyal bağlamında dil ve diğer bilimsel yollarla nasıl inşa edildiğine odaklanan sosyal yapılandırmacılıkta (Chin, 2007), sınıf söylemi otoriter ve diyalojik/etkileşimli işlevleri açısından analiz edilebilir (Scott, 1998). Chin (2007)'ya göre otoriter söylemde, öğretmen bilgi aktarmaya niyetlidir; bu

nedenle, öğretmen konuşmasının aktarıcı bir işlevi vardır. Öğretmen konuşması genellikle olgusal ifadeler, incelemeler ve öğretici sorular içerir ve öğrencilerin öğretmenin sorularına verdiği yanıtlar tipik olarak tek ve bağımsız kelimelerden oluşur. Öte yandan, diyalojik söylemde öğretmen, öğrencilerin fikirlerini ortaya koymaya, bakış açılarını keşfetmeye ve tartışmaya teşvik eder. Öğrencilerin yanıtları genellikle tümüyle kendi ifadelerinden oluşan gerçek yaşam sorunlarına dayanan cümlelerden oluşmaktadır. Bu şekilde öğrencileri daha **üretken düşünmeye** teşvik eden diyalojik söylemle meşgul olduklarında, fikirleri sorgulama ve ilişkilendirme gibi öğrencilerin üst düzey zihinsel becerilerini sosyal düzlemde prova edebilecekleri anlamına gelir. Böylece aktif, analitik, bireysel düşüncenin temeli oluşturulabilir (Scott, 1998). Bu bağlamda, diyalojik söylem, öğrencilerin fikirlerine tartışmalarına ve gerekçelendirmelerine izin verdiğinden, öğretmenlerin sınıf etkileşiminde diyalojik söylem kullanmaları öğrencilerin üretici düşünme becerilerinin gelişmesinde etkili olabilir.

Common Core, NGSS ve 21. yy becerileri gibi son zamanlarda ortaya çıkan standartlar, öğrencilere temel bilgi ve becerilerden daha fazlasının kazandırılmasını talep etmektedir. Sadece öğrenilen bilgilerin hatırlanması, üniversite eğitiminde ve sonrasında iş hayatında başarılı olabilmek için yeterli değildir. Common Core ve mevcut diğer standartlar tarafından, gerçek yaşam problemlerinin çözümünde eleştirel düşünme, iletişim ve iş birliği becerileri, bilimsel okuryazar olan ve üretici düşünme becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi, yetkinliklerin geliştirilmesi gibi konulara içinde bulunduğumuz 21. yy 'da vurgu yapılmaktadır (Sahin, 2015). Bunlara ek olarak ülkemizin de dahil olduğu PISA ve TIMSS gibi standartlaştırılmış testlerde başarı elde edilebilmesi için ezbere dayalı, geleneksel öğretim yöntemlerinin yetersiz olduğu düşünülmektedir (Barron & Darling-Hammond, 2008). Bilgiye ve deneyimlere sahip olmak artık bir güç olmaktan çıkmakla (Bukhari vd., 2018) birlikte, günümüzde internetin yaygın kullanılmasıyla bilgiye ulaşmak, bilgiyi paylaşmak oldukça kolaylaşmıştır. Bu bağlamda içinde bulunduğumuz ve yoğun bilgi akışının olduğu 21. yy 'da yararlı ve değerli olan bilgiyi seçmek önemli hale gelmiştir. Yeni bir bilgi, düşünce veya fikir oluşturmak için çok çeşitli tekniklerin kullanılması da 21. yy eğitime göre öğretimin temellerinden biridir (Jerald, 2009). Öğrenciler, yeni bir

şeyler üretmek, yeni durumlara adapte olmak için bilgiye ihtiyaç duyarlar ve bu sayede kendilerini geliştirme fırsatı yakalarlar (Zhao, 2009). Öğrencilerin öğrenme sürecinde karşılaştıkları her deneyim yararlı bir bilgi haline gelecektir ve bunlar özgün bir bağlamla düzenlenirlerse eğitici bir deneyim olarak kabul edilirler (Dewey, 1938). Öğrenciler, yetenekleri, ilgi alanları, fiziksel ve psikolojik gelişimlerine göre çeşitli aktiviteler sayesinde kendi öğrenmelerini eleştirirler (Astawa vd., 2017).

Geleneksel derslerde öğretmen sorgulamasının amacı öğrencilerin bildiklerini değerlendirmekken; yapılandırmacı temelli öğretim yaklaşımlarına odaklanan sınıflarda öğretmenin amacı, öğrencilerin ne düşündüğünü ortaya çıkarmak (özellikle açıklamaları ve tahminleri bilim insanlarının düşündüklerinden farklıysa), onları önceki cevaplarını ve fikirlerini detaylandırmaya yönlendirmek ve öğrencilerin kavramlarla ilgili bilgileri oluşturmalarına yardım etmektir (Chin, 2006). Bu nedenle sorgulama; öğrencilerin fikirlerini teşhis etmek, genişletmek ve öğrencilerin düşüncelerini güçlendirmek için kullanılırken; öğretmen, öğrencilerin düşüncelerini değerlendirici değil, fikirlerini özgürce ifade edebilecekleri ortamı sağlamalıdır (Chin, 2006). Bu tür ortamlarda öğretmen, öğrencileri üst düzey düşünmeyle meşgul eder (Baird & Northfield, 1992). Tartışma ilerledikçe sorgulamada esneklik kazanmalıdır. Öğretmen, öğrencilerin fikirlerini dinlerken, öğrencilerin düşüncelerini değerlendirici olarak değil, tarafsız bir şekilde dinlemelidir. Öğretmen; soruları, cevapları değerlendirme otoritesini kendisinden, sınıf arkadaşlarının söylediklerini anlamaya çalışan tüm öğrencilere kaydıracak şekilde formüle etmelidir (van Zee & Minstrell, 1997b).

Öğretmenin rehberlik ettiği bir tartışma sırasında, öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmak ve üretici düşüncelerine teşvik etmek için kavramsal sorular sorulur, öğrencilerin yanıtlarını ve sorularını sormalarını sağlar ve bu sorular yargılanmadan, memnuniyetle karşılanır, öğrencilerin yanıtları hakkında yorum yaparak sürekli değerlendirme sağlanır ve öğrenciler fikirlerini söylemeye teşvik edilir. Bütün bunlar, öğrencilerin sorgulama ve yapılandırmacılık ruhu içinde bilgi inşa etmelerine yardımcı olmak amacıyla yapılır (örneğin, Roth, 1996; Settlage, 1995; van Zee & Minstrell, 1997a,b).

Sınıf ortamında üretici düşünmenin teşvik edilebilmesi için öğretmenler tarafından sorulan sorulara sağlanan yönlendirmelerin de önemli olduğu söylenebilir. Nitekim Chin (2007)'nin yaptığı araştırmada farklı öğretmenler tarafından öğretilen sınıflar arasındaki, sınıf içi konuşma ve etkileşimlerin anatomisi analiz edilmiş, konuşmanın temel yapısını ve özellikle öğrencilerde üretken düşünmeyi teşvik eden, öğretmenler tarafından benimsenen sorgulama yaklaşımlarını karakterize etmeyi amaçlamıştır. Öğrencileri üretken düşünmeye teşvik eden sorular sorarken, öğretmenin konuyu iyi anlaması gerektiğini, izole edilmiş doğru yanıtlar şeklinde sunmak yerine, kavramlar arasındaki bağlantıların kavramsal çerçeveye entegre edilmesine yardımcı olacak sorular sorulmasını, öğrencilerin önceki öğrenmelerinin dikkate alındığı uygun sorular oluşturulmasını ve bu soruları aşamalandırırken pedagojik becerilere sahip olunmasını, fen derslerinde pasif bir alıcı rolü üstlenen öğrencilerin de iş birliğini alabilmesini, son olarak dar bir zaman aralığında gerçekleştirilecek olan sınavların kaygısından uzak ortamların oluşturulmasını vurgulamıştır (Chin, 2007). Bu bağlamda Ko ve Marton (2004) tarafından önerilen metaforu kullanarak *"Öğretmeni yönetmen, öğrencileri hiç görmedikleri bir senaryoya göre oynayan oyuncular olarak görebiliriz."* (s. 62). Dolayısıyla hem öğretmen hem de öğrenciler iş birliğine dayalı olarak paylaşılan bir öğrenme ortamına katıldıklarından hem öğretmen merkezli hem de öğrenci merkezli bir sınıf ortamı söz konusudur (Marton & Tsui, 2004). Öğrencilerin öğrenmede rolünü en üst düzeye çıkarmak için, yapılandırmacılığın ilkelerinin sıkça kullanıldığı PBL yaklaşımı hesaba katılmalıdır. PBL'de öğrenciler içeriği daha derinlemesine anlamakla kalmaz, aynı zamanda sorumluluk almayı, sorunları çözmeyi, iş birliği içinde çalışmayı, iletişim kurmayı ve yaratıcı yenilikçiler (üreticiler) olmayı da öğrenirler (Boss, 2013).

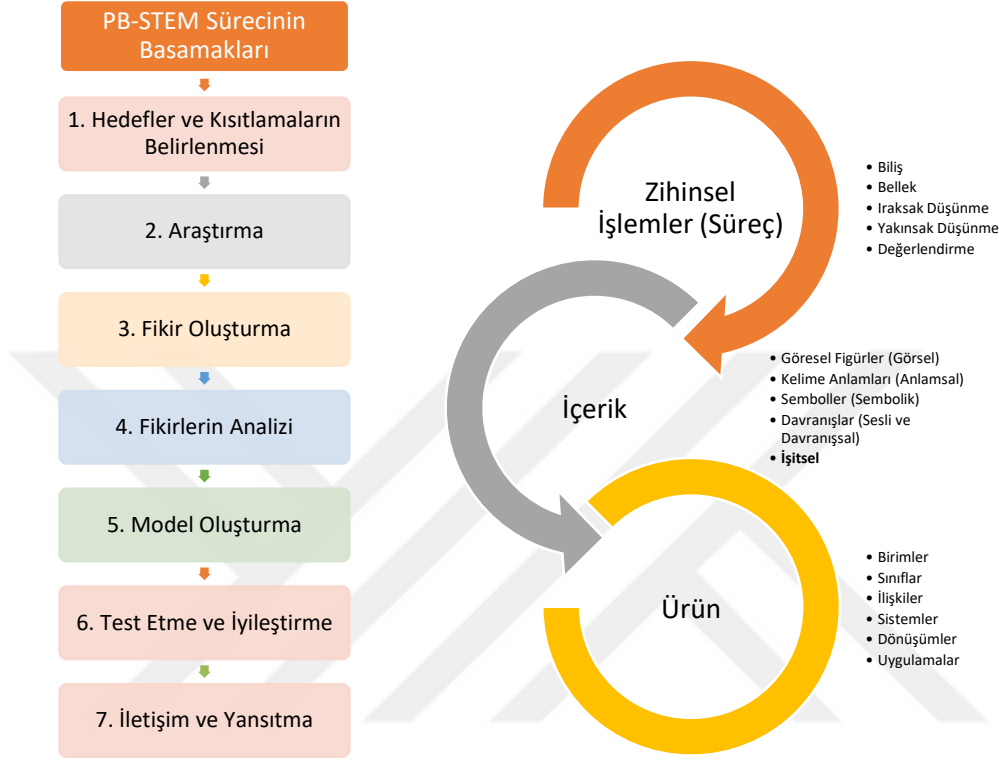
İlgili literatür ışığında üretici düşünmeyi geliştirecek ve destekleyecek öğrenme ortamları sağlamakta, STEM eğitimi ortamlarının öğrenenlerin üretici düşünme becerilerini geliştirmekte önemli olacağı düşünülmektedir.

2.2.2.4. STEM Eğitimi ve Üretici Düşünme Becerisi

21. yy'da teknolojinin gelişmesi, internetin yaygınlaşması, küreselleşmenin etkisiyle birlikte, geleceğin STEM liderlerini, araştırmacılarını ve öğretmenlerini geliştirmenin yollarını belirlemek için öğrenme teorilerinin ve geçmiş STEM eğitim hareketlerinin önemi dikkate alınmalıdır (Augustine, 2005).

Fen ve matematik eğitimine mühendislik/teknolojik tasarımının entegrasyonuna dayanan STEM eğitim sürecinde hem bilimsel sürecin hem tasarım sürecinin birlikte işe koşulması önemlidir (NRC, 2012). Bu süreç öğrencilerin üretici olmalarını sağlamaktadır (Aranda, 2020). Bu süreçte STEM eğitiminde mühendislik tasarım süreci başlığında da açıklandığı gibi öğrenciler gerçek bir yaşam problemini çözmek için tasarım gerçekleştirirler. Bunun için öncelikle problemi tanımlarlar, problemi çözmek için var olan bilgilerini değerlendirirler, gerekli araştırmaları yaparak problemin çözümü için yeni bilgi ve fikir edinirler, fikirlerini ifade eden çözüm önerileri sunarlar, çözüm önerilerinden birini seçerler, ayrıntılandırır, tasarlayarak test ederler ve problemin çözümü için bir karara varırlar. Bu süreçte öğrencilerin farklı tasarım fikirlerini uyumlu bir dengeye getirmeleri, bunu yaparken de bilim, matematik ve tasarım bilgisine odaklanmaları, böylece üst düzey düşünme becerilerini kullanmaları ve kişisel deneyimler elde ederken, öğrencilerin daha **üretken** olmaları gerekir (Guzey & Jung, 2021). Nitekim Guilford'un (1956) üretici düşünme becerisini açıklamak için kullandığı modeldeki biliş, hafıza, ıraksak düşünme, yakınsak düşünme ve değerlendirme süreçleri dikkate alındığında mühendislik tasarım sürecinde, benzer süreci işe koşmaları gerektiği dikkat çekmektedir. Öğrenciler problemi çözebilmek için öncelikle bilişlerini işe koşarlar yani düşünürler ve kendi bilgi ve fikirlerini değerlendirmeleri, üretici düşünmenin hafıza/bellek sürecine karşılık gelmektedir. Yine bu problemi çözebilmek için var olan bilgi ve fikirlerini geliştirmek için fen ve matematik bilgisine ihtiyaç duyarlar. Bunun için araştırma sorgulama sürecini işe koşarak yeni bilgiler edinirler. Yeni bilgilerini problemin çözümünde kullanılabilecek çözüm önerilerini geliştirmek için ıraksak düşünme sürecinde kullanırlar. Bu çözüm önerilerinin en iyisini seçebilmek ve son ürünle ortaya çıkabilmek için yakınsak düşünmeleri gerekmektedir. Belirsizliklerle karşı karşıya olan öğrencilerin bir karara

varmaları gerekmektedir. Bu da değerlendirici düşünmeyi gerektirmektedir. Bu çalışmada PB-STEM süreci işletildiğinden iki sürecin karşılaştırılması şekil 2.22’de sunulmuş ve açıklanmıştır:



Şekil 2.22. PB-STEM sürecinin basamakları ve Guilford’un üretici düşünme modelinin boyutları

Şekil 2.22.’ye göre, başarılı bir çözüm için, öğrencilerin gerçek yaşam problemini ve kriterlerini ve sınırlılıklarını (biliş) anlamaları; model tasarımının gereksinimlerini ve sınırlamalarını dikkate almaları, bilimsel ve matematiksel ilkeleri (bellek) uygulamaları; çoklu çözümler üretmeleri (ıraksak düşünme) ve elde edilen birden çok çözümün artılarını ve eksilerini değerlendirmelerinin veya analiz etmelerinin (değerlendirme) bir sonucu olarak tek bir “en iyi” çözüm (yakınsak düşünme) sunmaları beklenmektedir. Tasarım problemlerine çözüm üretmek mantıksal faaliyetler olarak değerlendirilebilir, çünkü öğrenciler bu sırada sistematik, üretici/yaratıcı düşünme tarzlarıyla meşgul olurlar (Llyod vd., 1995). Öğrenciler, problem çözmenin döngüsel bir süreci olan tasarımın doğası gereği döngüsel bir yapıda çözümler tasarlar. Bu döngüsel süreç, bir çözümün oluşturulmasında

öğrencilerin analiz, sentez ve değerlendirilme yapabilmesi için fırsatlar sağlayarak **üretken düşünmeyi** teşvik eder (Aranda vd., 2020).

Literatür incelendiğinde, sınırlı sayıda çalışmada öğrencilerin bir gerçek yaşam problemini çözerken katıldıkları öğrenme ve karar verme süreci hakkında bilgi edinmeyi sağlayan proje tasarımı konuşmalarını incelemiştir (Akin & Awolomo 2015; Aranda vd., 2020; Atman vd., 2005; Guzey & Jung, 2021; Wolmarans 2015). Bu konuşmaların, tasarım sürecinde ilerledikçe bireylerin karar vermesini ve düşünce süreçlerini somutlaştırdığını sonucuna varılmıştır (Adams, 2015; Luck, 2009; McDonnell, 1997). K-12 alanındaki öğrencilerinin, yaratıcı ve karmaşık olan bu süreçte, başarılı tasarım çözümleri sunmaları için kanıta dayalı kararlar vermeleri gerekmektedir (Aranda vd., 2020). Bu bağlamda öğrencilerin tasarım sürecinde nasıl düşündüklerine odaklanarak tasarım konuşmalarının en iyi şekilde analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. Nitekim öğrencilerin farklı düşünme modlarını nasıl kullandıklarını anlamak onların bu tasarım zorluklarını çözerken ortaya çıkan üretici düşünme süreçlerine ışık tutabilir (Aranda vd., 2020).

BÖLÜM 3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, çalışma grubu, araştırmanın uygulama süreci, veri toplama süreci, verilerin analizi ve araştırmanın geçerlilik ve güvenilirliği ile açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Yöntem

Literatür incelendiğinde, çeşitli eğitim seviyelerindeki öğrencilerin ve öğretmenlerin STEM yaklaşımı sürecinde ve sürece PBL'nin entegrasyonunda zorluklar yaşadığı; öğrencilerin, 21. yy becerilerinden olan bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerinin yeterince geliştirilemediği ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, ülkelerin bilimsel okuryazarlık seviyelerinin belirlenmesiyle gelişmişlikleri arasında bağlantı kuran, PISA ve TIMMS gibi sınavlarda ülkemizin daha iyi başarılar elde edebilmesi için bilimsel okuryazarlık seviyelerinin geliştirilmesi, çağın gerektirdiği becerilerden üretici düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirerek, endüstriyel alanda gelişmiş ülkeler arasında yer alınması gerekliliği göze çarpmaktadır. Araştırmanın problem durumu ve araştırmanın önemi başlıklarında da belirtildiği gibi öğrencilerin fen bilimleri derslerinde karşılaştıkları sorunlara bilimsel gerekçelerle ve üretken bir şekilde çözüm oluşturamadıkları dikkat çekmektedir. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının ve üretici düşünme becerilerinin geliştirilmesine imkân sağlayacak farklı yaklaşım, yöntem ve teknikler alan yazında sunulmuş ve denenmiş olmakla birlikte, son yıllarda ülkelerin ve fen eğitiminin amacına ulaşabilmesi için STEM eğitim yaklaşımı önem kazanmıştır. Özellikle STEM eğitiminin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını geliştirmede önemli olduğu vurgulanmış, fakat bunun etkisinin denendiği çok az çalışma bulunmaktadır. Aynı zamanda alan yazında STEM eğitiminin ülkenin bilimsel ve teknolojik gelişmesine, dolayısı ile de ekonomisine katkı sağlayabilecek üretken bireylerin geliştirilmesinde önemli olduğu da

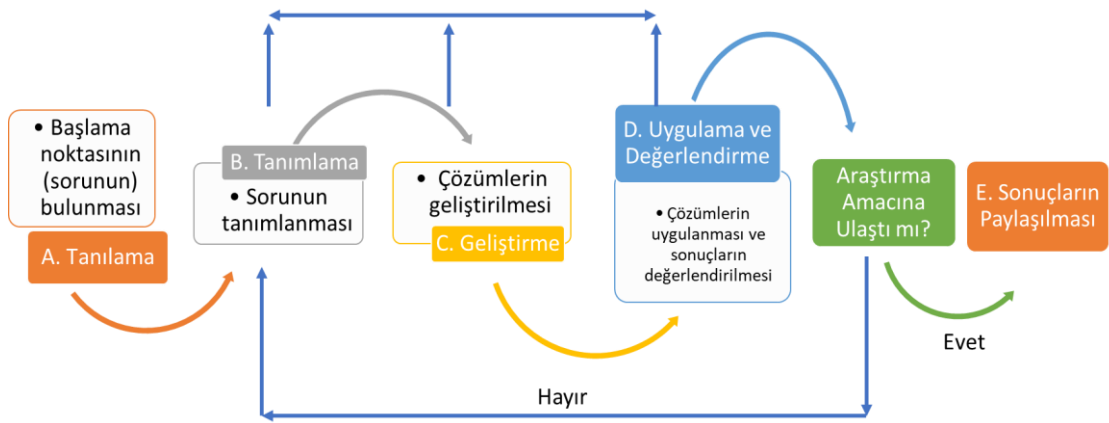
vurgulanmakta ve çıkış noktası olarak ifade edilmektedir. Fakat yetişen neslin hala bu becerilere sahip olmadıkları ortadadır. Ayrıca bu araştırmanın araştırmacısı olan öğretmen tarafından, fen öğretimi süresince bu durumlar sıklıkla gözlenmekte ve fark edilmektedir. Yine hem alan yazında hem öğretmen tarafından canlılar ve yaşam öğrenme alanında STEM etkinliklerinin yeterince olmadığı dikkat çekmiştir. Bu araştırma, tüm bu durumların farkında olan araştırmacı öğretmenin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerini geliştirecek bir STEM öğrenme ortamını tasarlama girişimiyle başlayan bir eylem araştırmasıdır. Nitekim öğrencilerin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamak için PB-STEM uygulamalarını deneyimleyecekleri öğrenme ortamlarının tasarlanmasının bu probleme çözüm olabileceğini literatür de desteklemektedir.

Araştırmacı öğretmenler, öğrenme ortamındaki yaşantıları, zorlukları, öğrenci tepkilerini, öğrenme çıktılarını anlık ve birinci elden gördüğünden, yaşadıkları sorunları ve öğretim uygulamalarındaki eksiklikleri belirlemek ve gidermek, uygulamada yaşanan sorunları çözerek uygulamaların verimliliğini arttırmak için girişimde bulunmak veya yeni uygulamalar denemek ve değerlendirmek için eylem araştırması yürütmelidirler (Kemmis & Mc Taggart, 2007). Buna ek olarak, yenilikçi öğretme ve öğrenme yaklaşımlarının kullanılmasıyla, sınıfta ve okulda yaşanan problemlere somut ve mantıklı çözümler üretilmesi için, katılımcıların iyi planlanmış etkinlikler geliştirilmesine olanak sağlayan (Johnson, 2003; Mertler, 2006), çalışmalarını yerinde denemelerine ve değerlendirmelerine imkân veren (Costello, 2003; McNiff & Whitehead, 2006), araştırmayı yapan öğretmenin kendini geliştirmesini sağlamayan iyi bir araç olarak kabul edilir (Köklü, 1993; Mertler, 2006). Bu çalışmada, “Canlılar ve Yaşam” öğrenme alanında, STEM yaklaşımına PBL sürecinin entegrasyonu ile hazırlanan etkinlik uygulamasının, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerine etkisi değerlendirildiğinden, eylem araştırması uygun bulunmuştur.

Eylem araştırmaları eğitimcilerin kendi geliştirdikleri, bunu yaparken de uzman desteği almayı gerektiren, iş birliğine dayalı, sorgulayıcı, sistemli ve planlı yürütülmesinin önemli olduğu, döngüsel bir problem çözme süreci olarak

düşünülebilir (Fraenkel & Wallen, 2006). Eylem araştırması, topluluklarda katılımı ve eylemi vurgulayan bir araştırma yaklaşımıdır. Dünyayı iş birliği içinde değiştirmeye çalışarak ve derinlemesine düşünerek anlamaya çalışır (Kapoor & Jordan 2009; Kemmis & McTaggart 2000). Kaliteli bir eylem araştırmasında, veriler toplanırken ve değerlendirilirken bir uzman-akademisyen görüşü almak, farklı veri toplama yöntemleri kullanmak, araştırmaya katkı sağlayacak kaynaklardan faydalanmak (makale, dergi, gazete haberi, kitap...vb.), elde edilen sonuçların problemi gerçek bağlamında çözmesi-araştırmaya katkı sağlamak, evrensel etik değerlere uygun olmak, alana katkı sağlamak gibi özelliklere sahip olması önemlidir (Büyüköztürk vd., 2018). Bu araştırma, canlılar ve yaşam öğrenme alanında, STEM yaklaşımına PBL sürecinin entegrasyonu ile hazırlanan etkinlik uygulamasının, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerine etkisi değerlendirildiğinden, bir eylem araştırmasıdır.

Literatürde eylem araştırması süreci genel olarak planlama, eylemde bulunma, veri toplama/gözlem ve yansıtma aşamalarından oluşmakla birlikte, bu aşamalar yapılacak olan araştırmanın türüne göre değişkenlik gösterebilir (Büyüköztürk vd., 2018).



Şekil 3.1. Eylem araştırmasının aşamaları (Büyüköztürk vd., 2018)

Büyüköztürk vd. (2018)'ne göre eylem araştırması bir problemin farkına varılmasıyla başlar ve veri toplama, analiz teknikleri kullanılarak problem tanımlanır. Sonrasında problemin çözülmesi için gerekirse dış destekler de alınarak, probleme ilişkin çözümler/eylemler geliştirilir ve uygulamaya koyulur. Ancak problemin hemen

çözülmesi beklenmediğinden, deneyimler kazanmak, istenmeyen etkiler varsa onları gözlemlemek, kalıcı çözümler üretebilmek için istenen düzeyde etkili bir çözüm bulunana kadar geçerli eylemler geliştirilir. Araştırma sonunda elde edilen bulgular, alan yazına, eğitim sistemine katkı sağlaması açısından saklanmadan paylaşılır (Şekil 3.1.).

Eylem araştırmasının aşamalarına uygun olarak yürütülen bu araştırmanın eylem planı şekil 3.2’de ayrıntılı olarak açıklamıştır.

Araştırmanın Eylem Planı

1. Problemi tanımlama:

- Ülkemizin dünyadaki bilim ve teknolojideki gelişimi yakalayabilmek için yaratıcılık, eleştirel düşünme, üretici düşünme, bilgi-medya-teknoloji okuryazarlığı gibi 21. yy becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi gerekmektedir.
- Ülkemizin katıldığı PISA ve TIMSS gibi sınavlarda öğrencilerin başarılarının OECD ülkelerinin ortalamalarının altında olduğu görülmektedir. Bu nedenle yetişen neslin bilimsel okuryazarlık seviyelerinin yüksek ve üretici düşünme becerilerine sahip bireylere ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır.
- 2018 yılında değişen fen bilimleri müfredatında gerçek yaşam problemlerinin çözülmesinde disiplinlerin entegrasyonunu gerektiren yaklaşımlarla öğrencilerin bilimsel okuryazarlık seviyelerinin ve üretici (yaratıcı) düşünme becerilerinin geliştirilmesine vurgu yapılmaktadır.
- Gerek literatür incelendiğinde gerekse okullardaki fen bilimleri öğretmenleri gözlemlendiğinde, birden fazla disiplinin entegrasyonu ile, oldukça otantik ve karmaşık olan gerçek yaşam problemleri içeren etkinliklerin hazırlanmasında, uygulanmasında ve değerlendirmesinde zorlanıldığı görülmektedir.
- Yine alan yazında ortaokul öğrencileriyle yürütülen PB-STEM entegrasyonu ile yürütülen Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme konusundaki etkinliklerin sayısının oldukça sınırlı olduğu, canlılar ve yaşam öğrenme alanında yapılan STEM çalışmalarının yetersiz olduğu fark edilmiştir.

2. Problemin tanımlanması:

- Öğrencilerin ders sırasında ve değerlendirme süreçlerinde bilimsel argümanları kullanarak, gerekçelendirme yapmakta zorlandıkları, bildiklerinden çıkarımlar yaparak yeni durumlara entegre edemedikleri, üretken fikirler oluşturamadıkları tespit edilmiştir.
- Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıkları ve üretici düşünme becerileri nasıl geliştirilebilir?
- Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını ve üretici düşünme becerilerini geliştirmek için nasıl bir öğrenme ortamı tasarlanmalıdır?
- PB-STEM, öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını ve üretici düşünme becerilerini nasıl geliştirir mi?
- Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının ve üretici düşünme becerilerinin gelişip gelişmediğine nasıl karar verebilirim, nasıl ölçebilirim ve sonuçları nasıl değerlendirebilirim?
- “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlıkları üzerinde bir etkisi var mıdır?”
- “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Üretici Düşünme Becerileri üzerinde bir etkisi var mıdır?” sorularına cevap aranmasına ihtiyaç duyulmuştur.

3. Çözümlerin geliştirilmesi:

- Disiplinlerin entegrasyonunu, araştırma-sorgulamayı gerektiren bir gerçek yaşam problemini içeren iyi yapılandırılmış, STEM disiplinlerine ait bir proje tasarlama ve yürütmeyi içeren, bu sırada öğrencilerin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme süreçlerini işe koşmayı gerektiren bir PB-STEM etkinliği tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerinin geliştirilmesinin ölçülebilmesi için literatürde yer alan ölçme araçlarının incelenmiş ve nasıl bir ölçme yapılacağına karar verilmiştir.

4. Çözümlerin uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesi:

- Tasarlanan öğrenme ortamında tasarlanan PB-STEM eğitimi uygulanmıştır.
- Sürecin değerlendirilebilmesi için veri toplama araçları yoluyla veriler toplanmış ve analiz edilmiştir.

5. Sonuçların paylaşılması:

- Etkinlik kitapçığı hazırlama sürecinde STEM alanında üç uzmandan görüş alınmış, amaca hizmet etmediği düşünülen yönerge ve içerikler revize edilmiştir.
- Öğrencilerin üretici düşünme becerilerinin ölçülmesinde katkı sağlaması için üç kez bireysel çözüm önerisi alınmış, ancak süreç işletilirken, etkinliği gözlemleyen STEM uzmanının önerisiyle, ikinci çözüm önerilerinde alınan verilerin yeterli olduğu, üçüncü bireysel çözüm önerilerinin alınmasına ihtiyaç olmadığına karar verilmiştir, üçüncü grup çözüm önerilerinin oluşturulmasına geçilmiştir.
- Araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde, gerçekleştirilen PB-STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarında ve üretici düşünme becerilerinde olumlu değişimlere sebep olduğu görüldüğünden amaca ulaşıldığına karar verilmiştir.
- Gerek etkinliği hazırlanması sürecinde gerekse uygulanması sürecinde uzman desteği alınarak yapılan düzeltmelerin elde edilen bulgulara katkısı olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda ikinci bir uygulamaya ihtiyaç duyulmamıştır.
- Gerçekleştirilen PB-STEM eğitimi ile öğrencilerin bilimsel okuryazarlık seviyelerinde ve üretici düşünme becerilerinde anlamlı değişimler olduğu sonucuna varılmıştır.
- Araştırma kapsamında etkinlikte elde edilen sonuçlar, araştırmanın bulgular ve sonuç-tartışma başlığında ayrıntılı olarak paylaşılmıştır.

Şekil 3.2. Araştırmanın eylem planı

3.2. Çalışma Grubu

Bu eylem araştırması, araştırmacı öğretmen tarafından “Problem Durumu” başlığı altında belirtilen durumları yaşadığı Giresun ilinin Merkez ilçesinde öğrenim gören 28 (13 kız, 15 erkek) yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırma, araştırmacının uygulama sürecinde görev yaptığı kurumda gerçekleştirilmiş olduğundan, problemi yaşayan öğrencilerle yürütülmüştür. Bu açıdan bakıldığında okul ve sınıf seçimi için kolay ulaşılabilir durum örneklemesi kullanılmış denilebilir. Kolay ulaşılabilir örneklem yöntemi; ulaşılması kolay olan durumun seçildiği, araştırmaya hız ve pratiklik katan sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Patton, 2002; Yıldırım & Şimşek, 2016). Çalışmanın yürütüleceği sınıfların seçiminde, yine araştırmacının kendisinin

fen bilimleri dersi öğretmeni olduğu yedinci sınıf tercih edilmiştir. Araştırmaya dahil olan katılımcılarla ilgili, gerekli izinler ve ayrıca araştırma boyunca kimliklerinin belirlenememesi için gerekli tedbirler alınmıştır. Öğrencilere ilişkin ayrıntılı bilgiler “İşbirlikçi Grupların Oluşturulması” başlığı altında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3. Araştırmanın Uygulama Süreci-Eylem Süreci

Eylem süreci eylem basamaklarına göre sırasıyla aşağıda açıklanmıştır:

3.3.1. Problemin tanılması ve tanımlanması

Bu eylem araştırmasının ortaya çıkmasını gerektirecek problem durumu ile ilgili bilgiler araştırmanın giriş bölümünde ve eylem araştırması olduğunu açıklayan gerekçede ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3.2. Çözümlerin Geliştirilmesi ve Uygulanması-Öğrenme Ortamının Tasarımı

İlgili literatür ışığında ve bu çalışmanın danışmanı olan STEM eğitim uzmanı görüşleri doğrultusunda, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerilerini geliştirecek STEM öğrenme ortamı tasarlanmasına karar verilmiştir. Ayrıca canlılar ve yaşam öğrenme alanlarında STEM etkinliklerinin az olması gerekçesi ile yedinci sınıf bitkilerde ve hayvanlarda üreme büyüme ve gelişme konusunda STEM etkinlikleri geliştirilmesine ve etkinliklerin uygulanmasına karar verilmiştir. Bunun için öğrencilerin bireysel özellikleri, konunun içeriği, öğrenci bağlamı ile ilişkisi, hangi STEM disiplinlerinin hangi problem durumu ile verilmesi, nasıl bir sürecin işletileceği ile ilgili araştırmalar yapılarak PB-STEM etkinlikleri hazırlanması, buna uygun öğrenme ortamı tasarlanması ve uygulanmasına karar verilmiştir.

Öğrenme ortamı tasarlanırken öncelikle etkinlikler hazırlanmış, STEM alanında uzman doçent ve doktor öğretim üyelerinin görüşlerine sunulmuş ve revize edilmiştir. Etkinliğin yürütülmesi için gerekli izinler alınarak (EK 1) öğrenme ortamı öğretmen tarafından hazırlanmıştır. Öğrenciler etkinlik için bilgilendirilmiş ve uygulama süreci işe koşulmuştur.

3.3.2.1. Etkinlik Konusu ve Çerçevesinin Belirlenmesi

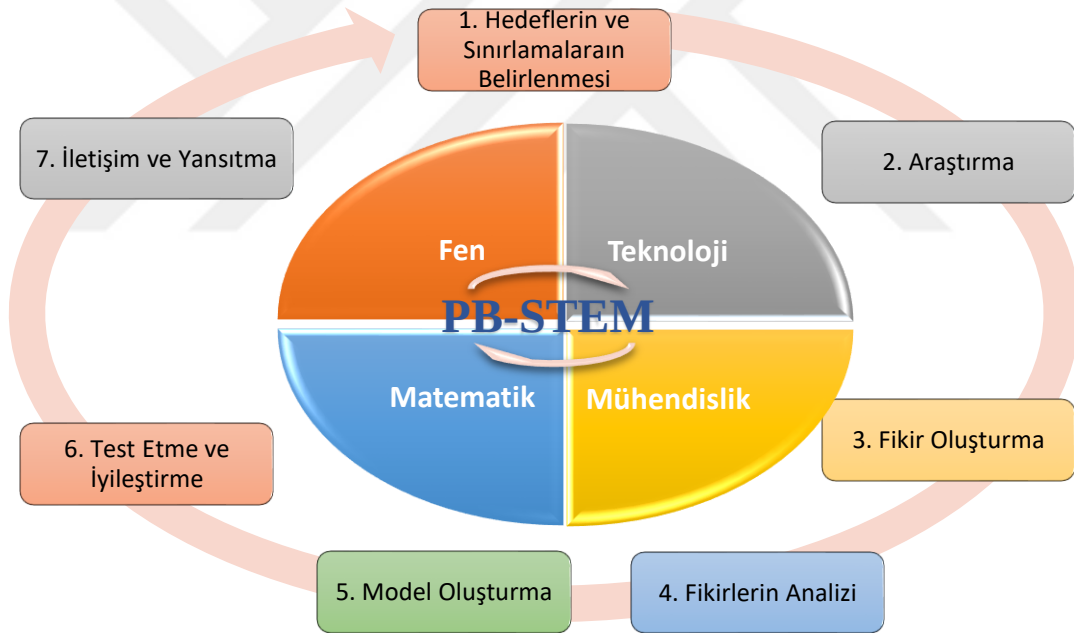
Etkinlik 2018 yılında yayımlanan ve araştırma sürecinde uygulamada olan Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) müfredatına göre hazırlanmış olup, yedinci sınıf düzeyinin ikinci döneminde “Canlılar ve Yaşam” öğrenme alanında “Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” ünitesinde yer alan “Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” konusu kazanımlarına yönelik olarak hazırlanmıştır. Konu bağlamında okul bahçesine bir çiftlik kurulması görevini içeren proje çerçevesinde bir PB-STEM eğitimi tasarlanmıştır.

Okul bahçesi etkinlikleri denildiğinde ilk akla gelenler beden eğitimi dersleri, teneffüsler ve ders dışı etkinliklerin gerçekleştirileceği ortamlardır. Son yıllarda ülkemizde ve gelişmiş ülkelerin fen bilimleri dersi programında, yaparak yaşayarak öğrenme yaklaşımı benimsenmektedir. Nitekim okul bahçeleri de öğrencilerin ve öğretmenlerin kolay ulaşabilecekleri alanlar olduğundan, disiplinler arası okul bahçesi programlarının uygulanması için uygun ortamlar sağlamaktadır. Literatürde Bahçe Temelli Öğrenme ile ilgili yapılan birçok araştırma yer almaktadır. Kuzey İlköğretim Okulundaki okul bahçesi programını başlatma ve sürdürmede okul personelinin, öğrencilerin, ebeveynlerin ve usta bahçıvanlar gibi topluluk kaynaklarının rollerini açıklamaktadır. Öğrenciler oluşturulan alanlarda bitki yetiştirmişler ve hatta pazarlama yapmışlardır (Bucklin-Sporer & Pringle, 2010). Selmer vd. (2015) çalışmalarında da bahçe temelli fen ve matematik öğretimini gerçekleştirmek üzere proje tabanlı bir öğrenme etkinliği uygulamışlardır ve öğrenciler çiftçi pazarında satabilecekleri bitkileri yetiştirmiş ve satmışlardır. Tüm bu etkinliklerin öğrencilerin öğrenmelerine olumlu katkısı olduğu motivasyonlarını sağladığı, sınıf dışı etkinliklerle beceriler kazandığı ortaya çıkmıştır. Williams & Dixon (2013) tarafından çalışmada 1990-2010 yılları arasında GBL üzerine yapılan araştırmalar incelenmiş ve STEM eğitimi yaklaşımına, GBL'nin entegrasyonunun önemine değinmiştir. Bu çalışmalar ülkemizde de okulların yapısına katılmıştır, bazı okulların bahçesinde öğrencilerin çeşitli hayvanlar beslemelerine ve bitkiler yetiştirmelerine imkân tanınmıştır. Okul bahçesi uygulamaları kapsamında, kuş gözlem evleri aracılığıyla kuş gözlemlerinin yapıldığı, ipek böceği yetiştiriciliği ve kümes hayvanları yetiştiriciliği okul bahçesi

uygulamalarına da rastlamak mümkündür (Ürey, 2013). Ürey (2018) tarafından, 2000-2015 yılları arasında yayınlanan 21 farklı dergide tam metin olarak yayımlanan 162 makale çalışmasının kapsamı incelenmiştir. Okul bahçesi uygulamalarının sonuçları incelendiğinde ise akademik olarak performans gelişimi, sağlıklı yaşam becerilerinin gelişimi ve bireysel ve sosyal becerilerinin gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak, okul bahçesi uygulamalarıyla problem çözme, özgüven, sorumluluk, motivasyon ve girişimcilik gibi bireysel değer ve beceriler geliştirilebilirken, empati, iletişim, katılım ve takım çalışması gibi sosyal becerilerde de gelişim sağlanabileceğine vurgu yapılmıştır. Fakat tüm bu uygulamalarda bu bahçe ya da çiftlikler okul yönetimi, veliler ya da başka kişilerce tasarlanmış, sadece öğrencilerin tasarlanmış mekanlar içerisinde öğrenmeleri sağlanmıştır. İlköğretim okulları bahçelerinin çocuk gelişimi ve sağlıklı yaşam üzerine etkilerinin irdelenmesi amaçlandığı bir araştırmada, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin okul bahçeleri hakkındaki görüşleri, günlük okul aktiviteleri yanında okul yönetimi ve öğretmenlerin de görüşleri değerlendirilmiş, fiziksel aktivite değerleri ile okul bahçelerinin peyzaj özellikleri arasındaki ilişkiler tespit edilerek bu alanlarda sağlıklı yaşamın desteklenmesine yönelik hedefler belirlenmiştir (Özdemir & Yılmaz, 2009).

Bu çalışmada farklı olarak, GBL uygulamalarının, öğrencilerin öğretmenlerle birlikte kurdukları bahçelerden ziyade, gerçek yaşama probleminin çözülmesi bağlamında, araştırma sorgulamaya yer verilerek, disiplinler arası öğrenme ortamında hem bitki hem de hayvan yetiştirdikleri, proje ve mühendislik/teknolojik tasarım sürecini işleterek ve matematiksel modelleme yaptıkları görülmüş, çiftliklerini kendilerinin oluşturmalarına imkân tanınmış ve proje tabanlı STEM etkinliği tasarlanmış, öğrenme ortamı oluşturulmuş ve sunulmuştur. Öğrencilerin araştırma-sorgulama sürecinde derinlemesine öğrenmelerinin sağlanması, problemin çözümüne ilişkin birden fazla çözüm önerileri geliştirmeleri, bunu yaparken bilimsel kavramları kullanmaları beklenmiş, çözüm önerilerinden en iyisini seçerken de bilimsel argümanlarını savunmaları, grup içinde ve gruplar arasında değerlendirmeler yapmalarına imkân sağlanmıştır.

Ders planlaması yapılırken Proje Tabanlı STEM basamaklarına dikkat edilmiştir. Han vd., (2016) ve Wan vd., 2020'ye göre, PB-STEM'e uygun hazırlanan bir PBL'nin aşamaları şekil 3.3'teki gibi, iyi bir soru ya da problem durumuyla başlamalı ve hazırlanan problem durumu dikkat çekici, güncel, günlük yaşamla ilişkili olmalı, STEM disiplinlerinin uygulanmasına izin vermeli ve bu disiplinlerin tamamını içinde barındırmalı, 21. yy yaşam becerilerini geliştirmeye yönelik olmalıdır. İşbirlikçi gruplar halinde çalışılmalı, grupların görev dağılımları yapılmalı, soru ve probleme ilişkin araştırmalar yapılırken araştırma hedefleri belirlenmeli, nelerin araştırılacağına karar verilmeli, ardından araştırmaya başlanmalı, sonuçlar paylaşılacak üzere bir araya getirilmelidir. Mühendislik tasarım süreci, sürece dahil edilerek model oluşturulmalıdır. Model test edilmeli, varsa revizeler yapılmalı, son olarak projeler sunulmalı ve değerlendirilmelidir.



Şekil 3.3. STEM eğitimine uygun PBL sürecinin aşamaları (Han vd. 2016; Wan vd., 2020).

Etkinlik, büyük tasarım-mini tasarım döngüsü ile konu planlaması yapılarak yedinci sınıf öğrencileriyle sürdürülecek şekilde PB-STEM basamaklarına uygun olarak hazırlanmıştır. MEB (2018) öğretim programına göre ünite “Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” konusuna ait 4 adet kazanım bulunmaktadır.

F.7.6.2.1. Bitki ve hayvanlardaki üreme çeşitlerini karşılaştırır.

F.7.6.2.2. Bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini örnekler vererek açıklar.

F.7.6.2.3. Bitki ve hayvanlarda büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörleri açıklar.

F.7.6.2.4. Bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenir ve gelişim sürecini rapor eder.

Konunun uygulaması için önerilen süre 12 saattir. Programda önerilen süre ve içerik dikkate alınarak PB-STEM etkinliği tasarlanmıştır. Ancak konu için ayrılan süre dışında 6 saatlik bilim uygulamaları dersinde proje çalışmaları sürdürülmüştür. Ayrıca bu etkinlik bir STEM proje çalışması içerdiği, bilim mühendislik alanında uygulaması olduğu ve proje çalışmaları uzun süreç gerektirdiği için haftalık 2 ders saat olan bilim uygulamaları dersi ile birlikte yürütülmesine karar verilmiştir. Süreçteki sınıf içi etkinlikler haftalık 4 ders saati olan fen bilimleri dersi ve 2 saat olan bilim uygulamaları dersinde 18 (12+6) ders saati olarak planlanmıştır. Bununla birlikte proje çalışmalarının doğası gereği öğrenciler proje olarak tasarladıkları mini çiftlikleri için ders ve okul saatleri dışında da faaliyet göstermişlerdir. Ayrıca proje çalışması bittikten sonra çiftliğin sürdürülebilir olması için tarım alanları ve hayvan çiftlikleri ziyaret edilmiş, bitkilerin ve hayvanların bakımı öğrenciler tarafından yapılmıştır. Proje çalışmaları tamamlandıktan sonra öğrenci grupları ders dışı etkinliklerde zaman sınırlaması koyulmadan 3 hafta boyunca çalışmaya devam etmişlerdir. Bu aşamada derslerde herhangi bir faaliyet gerçekleştirilmemiştir. Proje değerlendirilmesi bu üç haftalık süreç sonunda gerçekleştirilmiştir. Bu süreç her öğrenci için aynı olmadığı için kesin olarak belirtilememiştir. Etkinlik öncesi açıklamalar, projenin tasarlanması ve çiftliğin kurulması (3 haftalık ders içi faaliyetler) ve sürdürülmesi (3 haftalık ders dışı faaliyetler) ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere yaklaşık iki ayda (8 hafta) tamamlanmıştır. Ayrıntılı süreç uygulama başlığı altında sunulmuştur.

3.3.2.2. Etkinliğin Tasarımı

Etkinlik PB-STEM basamaklarına uygun olarak tasarlanmıştır. Tasarlanmış olan etkinlik disiplinlerin entegrasyonunu gerektiren, öğrencilerin bilgiye ihtiyaç duymalarını sağlayacak bir gerçek yaşam problemiyle başlatılır. Ardından öğrenciler heterojen dağılım gösterecek şekilde gruplara ayrılmıştır. Grupların araştırma-sorgulama sürecine girmeleri için mini araştırma ve tasarımlara yer verilir. Bu süreçte

öğrencilere bilimsel yöntemleri kullanarak, öğretmen rehberliğinde öğrenciler kendi öğrenmelerinin sorumluluklarını almaları sağlanmıştır. Edindikleri bilgilerle grup tasarımlarını yapmaları istenmiştir. Yaptıkları tasarımları kriter ve sınırlılıklar bağlamında tartışarak değerlendirmişler ve varsa projelerinde revizelerini yapmışlardır. Revizenin ardından her grup kendi projesini sunmuşlar ve projeler sınıfla birlikte değerlendirmişlerdir. Değerlendirme kazanan ya da kaybedeni belirlemek için değil öğrencilerin süreç içinde edindikleri bilgileri gözden geçirmek, akran değerlendirmesine yer vermek, diğerlerinin çözümleriyle kendi çözümünü karşılaştırmasını yaparak, projesinin güçlü ve zayıf yönlerini fark etmesini sağlamak için yapılmalıdır.

3.3.2.2.1. Hedeflerin ve Sınırlamaların Belirlenmesi

“Tarımı ihmal eden ülke intihar ediyor demektir. Gelişmiş ülkenin semalarında ne kadar çok uçağın uçtuğu değil, ne kadar çok arının uçtuğu önemlidir. Eğer arılar ölürse sonraki yıllarda insanlar da ölür.”

Albert Einstein

Etkinlik, disiplinlerin entegrasyonuna imkân sağlayacak ve öğrencilerin STEM disiplin bilgi ve becerilerine ihtiyaç duyacakları ve disiplinlerin uzmanları gibi davranmalarını gerektirecek gerçek yaşam bağlamı içeren, fen bilimleri öğretim programında yer alan kazanımlar çerçevesinde öğrencilerin bilgiye ihtiyaç duyacakları araştırma-sorgulamaya yönelten, çeşitli kriter ve sınırlılıklara sahip, birden fazla çözüm önerisinin sunulabileceği bir problem durumuyla başlatılmıştır.

Problemin belirlenmesi için şekil 3.4.’teki gibi bir gazete haberine dikkat çekilmiştir.



Şekil 3.4. Problemin belirlenmesinde kullanılan gazete haberi

Devamında ise; insanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunu öğrenen öğrencilere, insanların beslenmesi için yumurtanın önemini ve son yıllarda sağlıklı yumurtalara ulaşmanın zorluklarını ve ulaşamamanın sonuçlarını içeren bir gazete haberinden yola çıkılarak, öğrencilerden bir tavuk çiftliği kurmalarını, tavukların beslenmelerini ve üremelerini sağlamaya elverişli bir çiftlik tasarlamayı gerektiren problem durumu verilmiştir (Şekil 3.5.).

Sizler okulumuz hobi bahçesinde bize ayrılan alanı kullanarak, bilinçli bir yumurta üretimi ve ürettiğimiz yumurtaları afiyetle tüketmek için bir sınıf çiftliği kurmak için görevlendirilmiş ziraat mühendislerisiniz. Çiftliğimiz için öncelikle sahip olacağımız sağlıklı tavuklardan üremesi sağlanmış civcivlerin ve tavukların, sağlıklı besinlerle beslenebilmesi için bitkiler yetiştirebileceğimiz bir bahçe oluşturulması, diğer canlılara av olmasını engelleyecek, hasta olmaması için şartların uygun olduğu güvenli barınma alanlarının oluşturulması, büyüüp-gelişmesi için uygun şartların oluşturulması, sonraki nesillerin devamı için sağlıklı bir şekilde üremelerinin sağlanması gerekmektedir. Aynı zamanda bu süreçte sıfır atık oluşturmak esas alınarak, doğa dostu bir çiftlik planlamalıyız. Bu iş için okulumuzun ayırabileceği ₺ bütçe vardır.

Gelin şimdi bizim ve çevremizde yaşayan herkesin problemi olan bu sorunu hep birlikte çözelim!!!

Şekil 3.5. Problemin durumu senaryosu

Bu problem durumu mühendislik tasarım görevi özellikleri içermekle birlikte, karmaşık yapısı nedeniyle çözülebilmesi için mini araştırma ve mini tasarımlar

yapmayı gerektirmesi nedeniyle de proje görevi özellikleri içermektedir. Yani bu problem durumunu çözebilmeleri için öğrencilerin gerek bilimsel araştırma sorgulama sürecini işletmeleri, gerek mühendislik/teknoloji tasarım sürecini işletmeleri gerekse de matematiksel modelleme yapmaları gerekmektedir. Proje sonucunda ise bu problemin çözümü sağlayacak bir okul çiftliği kurmaları beklenmektedir. Öğrencilere verilen tasarım görevi söz konusu problem durumunu çözmeye yönelik bir tasarım gerçekleştirmektir.

Ardından, problemin tanımlanabilmesi için, problemde nelerin istendiğinin belirlenmesi amacıyla kriter ve sınırlılıkların belirlenmesini sağlayacak bir matris etkinliğe eklenmiştir (Şekil 3.6.). Öğretmenin, öğrencilere Kriter ve sınırlılık kavramlarıyla ilgili sözel olarak açıklama yapması, tanımlar hakkında kısaca bilgi vermesi istenmelidir. *Kriter, tasarımı gerçekleştirecek ürün ya da sistemin başarılı olabilmesi için sahip olması gereken nitelikler; sınırlılıklar ise, ürün ya da sistemin başarılı bir şekilde tasarlanmasının önündeki olası engeller* (Bozkurt, 2014) olarak ifade edilebilir.

- Problemimizi kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendiriniz.

Problemin Tanımlanması	
Problemin Kriterleri:	Problemin Sınırlılıkları:

Şekil 3.6. Problemin tanımlanması

Ayrıca öğrencilerin probleme dair neleri bildiğinin ve neleri bilmesi gerektiğinin farkına varması sağlanmıştır. Bu süreç ikinci aşama olan araştırma sorgulama sürecinin başlaması için önemlidir. Bildiklerini sorgulaması ve bu doğrultuda bilgilerini gözden geçirip, bilmediklerini araştırarak, problemin çözümünde bilimsel süreç basamaklarını işletebilmesi istenmektedir.

- Verilen büyük tasarım görevini gerçekleştirmek, problemimizi çözebilmek için, içerik alan bilgisi olarak neleri biliyorsunuz? Neleri bilmeniz gerekiyor?

Neleri Biliyoruz?	Neleri Bilmemiz Gerekıyor?

Şekil 3.7. Problemine yönelik ihtiyaçların belirlenmesi

Problemin tanımlanabilmesi için öğretmenin rehberliğinde öğrencilere, neleri bildikleri ve bu problemi çözebilmeleri için neleri bilmeleri gerektiğini açıklayabilecekleri bir tablo verilmiştir (Şekil 3.7.). Bu süreçte öğrencilerden birer ziraat mühendisi gibi davranmaları istendiğinden, bir mühendisin aklına gelen ilk çözümü sunmak yerine, problemin geçmişte sunulan çözüm önerileri ya da problemin geçmişi hakkında araştırma yapmaları beklenir. Ayrıca problemin çözümü için olası çözüm önerileri geliştirmelerinde fayda sağlaması için nelere ihtiyaç duyacaklarını belirlemeleri adına tabloya bölüm eklenmiştir.

Artık problemin kriter ve sınırlamalarının farkına varan, çözüme ulaşmak için sahip olduğu bilgilerin farkında olan, ihtiyacı olan bilgilerin tespitini yapmış olan öğrencilerin, araştırma sorgulama sürecine hazır olmaları beklenir. Fakat araştırmada öğrencilerin üretici düşünme becerilerine ilişkin verilerin tespit edilebilmesi için ilk çözüm önerileri ve son çözüm önerileri arasındaki değişimin analiz edilmesi planlanmıştır. Bundan dolayı, araştırma sorgulama sürecine girmeden, var olan bilgileriyle problemi çözmek için bireysel ve grup çözüm önerileri oluşturmaları istenmiştir. Problemin çözümünde her bir bireyin katkı sağlaması adına ilk olarak bireysel çözüm önerileri oluşturmaları beklenmiştir. Ardından bireysel çözüm önerilerinin grup içerisinde bütün öğrenciler tarafından kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirilmesi için matrisler hazırlanmıştır.

- Oluşturacağımız sınıf çiftliği için belirlediğiniz çözüm önerilerinden birini tercih etmeniz gerekiyor. Problemi sınırlılıklar ve kriterler bağlamında değerlendirerek en iyi çözümü seçmelisiniz. Size sunulan karar verme matrislerini kullanarak seçiminizi kolaylaştırabilirsiniz.

KRİTERLER		Çözüm Önerisi 1	Çözüm Önerisi 2	Çözüm Önerisi 3	Çözüm Önerisi 4	Çözüm Önerisi 5
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

SINIRLILIKLAR		Çözüm Önerisi 1	Çözüm Önerisi 2	Çözüm Önerisi 3	Çözüm Önerisi 4	Çözüm Önerisi 5

Şekil 3.8. Kriter ve sınırlılıklar bağlamında çözüm önerilerinin değerlendirilmesi matrisi

Yapılan değerlendirmeler sonucunda kriter ve sınırlılıkları karşılayan ilk grup tasarımlarının oluşturulmasına fırsat verilmiştir (Şekil 3.8.). Öğrenciler problemin tanımlanmasının ardından telaşa kapılarak, akıllara gelen ilk çözümü, tasarıma yönelik çözüm olarak düşünmüşlerdir (Hynes vd., 2011). Nitekim bu etkinlikte beklenen de öğrencilerin var olan bilgileriyle sundukları çözüm önerilerinde yeterince bilimsel çözüm önerileri sunamayacak olduklarıydı. Öğrencilerin, problemin çözümüne ilişkin birçok kriteri düşünmeleri ve problemi en iyi şekilde çözebilmek için ihtiyaca yönelik araştırmalar yapmanın önemli olduğunu anlamaları (Hynes vd., 2011), böylece araştırma sürecine geçtiklerinde tasarımlarını geliştirmeleri amacıyla araştırma-sorgulama sürecine ihtiyaç duymaları hedeflenmektedir.

3.3.2.2.2. Araştırma:

Öğrencilerin ihtiyaç duydukları bilgiye nasıl ulaşacaklarını tartışmaları için nasıl bir araştırma sürecinin yürütülmesi gerektiğine yer verilmiştir.

Problem durumunun öğrencilerin kazanması hedeflenen içerik bilgisini kapsayıcı ve ön bilgileri ile ilişkili olmasına dikkat edilmiştir. Bu süreçte öğrencilerin problem durumunun farkına varmaları, dersin amaçlarını ve diğer kavramları da sürecin içine dâhil edebilmek için araştırma-sorgulamayı gerektiren sorular, deneyler ve yönergelerden oluşan araştırma ve tasarım görevlerine yer verilmiştir.

Etkinlik planında bir büyük tasarım ve öğrencilerin büyük tasarım görevini gerçekleştirebilmeleri için sahip olmaları gereken bilgi ve becerileri içeren mini tasarım ve mini araştırmalara yer verilmiştir. Bu mini tasarım ve araştırmaları gerçekleştirebilmek için öğretmenden sınıf ortamını ya da öğrenme ortamını araştırma sorgulama yapmaya uygun hale getirmesi beklenir. Varsa internet bağlantılarını kullanılabilir, ya da internet bağlantısı olan herhangi bir teknoloji kullanabilir, ders kitapları, sınıf kütüphanesi, okul kütüphanesi, öğrenci yardımcı kitapları, bilimsel içerikli dergilerden faydalanılabilir.

Mini tasarım ve mini araştırmaların gerçekleştirilmesi süreci grup çalışmasıyla yürütülecek şekilde geliştirilmiştir (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Araştırma süresince gerçekleştirilen büyük tasarım etkinlikleri ve ilişkili mini tasarım ve mini araştırmalar

Grupların problem hakkında daha detaylı değerlendirmeler yapmaları için araştırma sürecinde mini tasarım ve mini araştırmalarda gerçekleştirdikleri etkinliklerde öğrendiklerinin sorgulanmasına yönelik gruplara sorular yöneltilmelidir. Sorgulama süreç boyunca her aşamada sürdürülmeye çalışılmalıdır. Bilimsel bilginin kullanılmasının önemine her aşamada vurgu yapılmıştır. Araştırma sorgulama

sürecinde dört mini tasarım ve üç mini araştırmadan oluşan, öğrencilerin problemin çözümüne ulaşmasını sağlayacak, akademik bilgiye bilimsel yollardan ulaşması için yardımcı olacak bölümlere yer verilmiştir.

Mini Araştırma 1: Bitkilerde Üreme

Deney 1- Çiçeğin İncelenmesi

Bitkilerde üreme, büyüme ve gelişme sürecine ait bilimsel süreç becerileri kazandırmak amacıyla hazırlanan bu etkinlikte, öğrencilerin seçtikleri çiçekli bir bitkinin üreme organı olan çiçeğin yapısının incelenmesi, çiçeğin kısımlarını görevleri bakımından tanıması hedeflenmiştir. Söz konusu dokümana yönelik yapılandırılmış form Şekil 3.10'de sunulmuştur.

Mini Araştırma 1. Bitkilerde Üreme-Büyüme ve Gelişme	
Mini Araştırma 1: Çiçekli Bir Bitkinin İncelenmesi-Üreme	
DENEY 1: Çiçekli Bir bitkisinin incelenmesi	
Deney İçin Gerekli Malzemeler: Çiçekli bir bitkinin çiçekli kısmı, kesici bir meyve bıçağı yada bistüri, kalem...	
1. Grubunuzla karar verdiğiniz çiçekli bir bitkiyi, bistüri yada bir meyve bıçağı yardımıyla dikey olacak şekilde kesiniz. 2. Dıştan içe doğru çiçeğin bölümlerini inceleyiniz. 3. Gözlemlerinizi aşağıdaki bölüme grubunuzla birlikte çiziniz. Bu kısımların bitki için önemini kısaca not ediniz.	
Çiçeğin Kısımları:	Görevleri:
	1.
	2.

Şekil 3.10. Mini araştırma 1'e ait görsel

Mini Araştırma 2: Bitkilerde Büyüme-Gelişme

Deney 2- Tohumun Yapısının İncelenmesi

Uygun şartlar oluştuğunda uykusundan uyanacak olan embriyoyu koruyan tohumun yapısının incelenmesi için hazırlanan deneyde, bir gün öncesinden suda bekletilmiş

tohumun kısımları ve görevlerinin araştırılması ve yapılandırılmış etkinlik formundaki sorulara cevaplar bulunması istenmiştir.

Deney 3- Çimlenme Deneyi

• Tavukların beslenmesi için üretecekleri ürünlere ait, seçtikleri bir bitkiye ait tohumun çimlenmesi için gerekli şartların kontrol edildiği bir deney yapılması, çimlenme günlüğü tutularak çimlenme için gerekli şartların neler olduğunun tespit edilmesi istenmiştir. Ayrıca bu süreçte bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenlerle kontrollü bir süreç yürütülmesi, deneyin sonucunda düzeneklerin karşılaştırılmasının yapılabilmesi için çimlenme grafiği oluşturulması istenmiştir (Şekil 3.11.).

Yaptığımız deneyde 1. Ve 2. bardaklardaki tohumları kıyasladığımızda, çimlenme için <u>gerekli hangi</u> değişkeni incelediğimizi aşağıdaki tabloda doldurunuz.. Araştırma Sorusu:.....?		
Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken
Deneyinizin sonuçlarını grubunuzla tartışarak açıklayınız:		

Şekil 3.11. Çimlenme deneyi doküman örneği

Mini Tasarım 1: Seçtiğimiz Bir Bitkinin Büyüme ve Gelişmesini Takip Etmek

Mini tasarımda verilen yönerge “Grubumuzla seçtiğiniz, istediğiniz bir bitkinin büyüme ve gelişmesini takip ediniz.” şeklinde bir yönerge ile başlar. Seçtikleri bitkinin bir hafta boyunca bakımının en iyi şekilde gerçekleştirilmesi için yapılandırılmış sorulardan oluşan bir araştırma sürecine yer verilmiş, uygun ortamın nasıl olacağına dair bir tasarım çizimleri, bitkinin takip edilmesi sürecine ait notlar aldıkları bir günlük tutmaları istenmiştir. Böylece bir bitkinin büyüme gelişmesi için gerekli şartların neler olduğunu öğrenmesi hedeflenmiştir.

Mini Araştırma 3: Hayvanlarda Üreme

Hazırlayacakları kamu spotuna ait bilgi ve beceri kazanmaları için, öğrencilerin kısa bir araştırma sürecine girmeleri hedeflendiğinden, sorular ve tablolardan ve bir oyundan oluşan bölümlere yer verilmiştir.

⇒ Tablo doldurma

Tavukların sadece bitkisel kaynaklı besinler tüketmediği, aynı zamanda hayvansal kaynaklı besinler de tükettiği düşünülerek, hayvanların üreme, büyüme, gelişme koşulları ile ilgili üçüncü bir mini araştırmaya yer verilmiştir. Burada amaç rejenerasyonla üreyen solucanlar, başkalaşım geçiren böceklerin de olduğunun, eşeysiz üreyen hayvanların varlığının farkına varılmasının sağlanmasıdır. Bunun için oluşturulan tablolar ve soruların imkanlar doğrultusunda çeşitli kaynaklardan araştırılıp, cevaplanması istenmiştir (Şekil 3.12.).

2. Hayvanlar üremelerini nasıl gerçekleştirir? Sınıftaki imkanlarınızı kullanarak araştırma yapınız ve örnekler veriniz.			
.....	Örnek		Örnek

3. Bütün hayvanlarda yavru bakımı görülür mü? Bildiğiniz bütün hayvanları düşündüğümüzde bunları yavru bakımı açısından nasıl gruplandırırsınız? Gerekçeleriyle açıklayınız.			
Yavru bakımı var	Örnek	Yavru Bakımı Yok	Örnek

Şekil 3.12. Hayvanlarda Üreme-Büyüme ve Gelişme sürecine ilişkin doküman örneği

⇒ Hayvan simülasyon oyunu oynama

Tavuk çiftliği içerisinde öğrencilerin, bakımını üstlenmeleri gereken hayvanlar bulunacağından, bir hayvanın bakımını üstlenmek konusunda bilgilenmeleri amacıyla, bir hayvan simülasyon oyununun online ortamda oynatılması istenmiştir (Şekil 3.13.).

Ayrıca bu oyunla STEM disiplinlerinden olan teknoloji entegrasyonunun sağlanması hedeflenmiş, öğrencilerin teknolojiyi kullanma becerilerinin geliştirilmesi istenmiştir. Bu oyun öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerine ve yorucu araştırma sürecine bir mola vermelerine de yardımcı olacaktır.

EĞLENCE ZAMANI ☺

<https://www.1001oyun.com/oyun/deer-simulator.html>

- Yukarıdaki web adresinde bulunan similasyon oyununu oynayarak bir geyiğin hayattan kalmasını sağlayalım. Oyuna başlamadan önce geyiğin nelerle beslendiğini, nasıl çoğaldığını, nerede yaşadığını, yavrularını nasıl beslediğini, yavrularını dünyaya nasıl getirdiğini araştıralım.

Şekil 3.13. Hayvan simülasyon oyunu yönergesi

Mini Tasarım 2: Bir Hayvanın Bakımını Gerçekleştirmek için Kamu Spotu Hazırlama

İkinci mini tasarımda, teknoloji entegrasyonunu gerçekleştirmek için, edindikleri bilgileri kullanarak bir kamu spotu hazırlamaları istenir. Hazırladıkları kamu spotunu grup olarak sınıf ortamında sunmaları istenmiştir. Tasarıma ait yönerge şu şekildedir:

“Grubunuza ayrılan süre içerisinde edindiğiniz bilgilerden yola çıkarak, grubunuzla belirlediğiniz bir hayvanın bakımını anlatan maksimum 2 dk’lık bir kamu spotu hazırlamalısınız. Hazırlayacağınız kamu spotunun planını (senaryosunu) aşağıda size ayrılan bölümde grubunuzla birlikte hazırlayınız, bilimsel gerekçeleriyle açıklayınız. Kamu spotunu çekerken yanınızda getirdiğiniz kameraları, fotoğraf makinelerini kullanabilir, etkileşimli tahtadan yardım alabilirsiniz.”

Mini Tasarım 3: Çiftliğimizin Bahçesinin Bölümlere Ayrılması

Üçüncü mini tasarımda STEM disiplinlerinden matematik entegrasyonu sağlamak için, tavukların beslenmesi için oluşturacağımız tarım alanında yetiştirecekleri bitkileri planlamaları için model oluşturmaları istenir. Bu etkinlik için gerekli malzemeler

öğretmen tarafından, öğrencilerin de katılımıyla temin edilmeli, sınıf ortamında hazır bulundurulmalıdır.

Mini Tasarım 4: Tavukların Barınması İçin Kümes Tasarımı Yapma

Dördüncü mini tasarımda ise tavukların sağlıklı, güvenli bir ortamda yasabilmeleri için, uygun maliyetli, çevre dostu bir kümes tasarımları istenir. Çiftlik oluşturmak için problem durumunda verilen kriter ve sınırlılıklara yönerge içerisinde vurgu yapılarak, gerekli hatırlatmalar sağlanmıştır. Tasarımı gerçekleştirebilmek için “Tavuklar sınıflandırma basamaklarının neresinde yer almaktadır?, Tavuklar üremelerini nasıl gerçekleştirirler? Açıklayınız., Tavukların büyüme ve gelişmesinin diğer canlılardan farkı nedir?” gibi sorularla öğrenciler araştırma sürecine dahil edilmiştir. Ayrıca kümes tasarımı için, tavukların yaşaması ve sağlıklı yumurtalar vermesinin sağlanmasında gerekli kriter ve sınırlılıkları belirlemeleri istenen bir tabloya da yer verilmiştir.

Etkinlik hazırlanırken, STEM disiplinlerinin entegrasyonunun sağlanmasında bilimsel araştırma sürecinin unutulmamasına ve bu sürecin dikkate alınmasına önem verilmiştir. MEB’in 2018 yılında yayımlamış olduğu ve etkinliğin hazırlanması sırasında uygulamada olan öğretim programının temel amaçlarında, fen eğitiminde bilimsel araştırma ve sorgulama önemine vurgu yapılmıştır (MEB, 2018).

Bu aşamada grupların problem hakkında daha detaylı değerlendirmeler yapmaları için araştırma sürecinde mini tasarım ve mini araştırmalarda gerçekleştirdikleri etkinliklerde öğrendiklerinin sorgulanmasına yönelik sorular yöneltilmiştir. Örneğin mini tasarım 3’de hazırlanan matematiksel modelleme etkinliğinde, ekim yapılacak bitkilere dair planlamalar yapabilmeleri için “Bu bitkileri üretmek için bahçenin kaç m²’sini (yada kaçta kaçını, yüzde kaçını) kullanacaksın?, Tavuklar hangi besinleri tüketir? Bunlardan hangilerini çiftlikte üreteceksin? Neden?” gibi sorulara yer verilmiştir. Öğrencilerden bu soruları bilimsel gerekçeleriyle araştırmaları, grup arkadaşlarıyla sorgulama yapmaları istenmiş, ayrıca bu bilgileri araştırma-sorgulama sürecinden sonra hazırlayacakları bireysel tasarımları ve grup tasarımlarında

kullanmaları da istenmiştir. Sorgulama süreç boyunca her aşamada sürdürülmeye çalışılmış, bilimsel bilginin kullanılmasının önemine her aşamada vurgu yapılmıştır.

3.3.2.2.3. Fikir Oluşturma:

Büyük Tasarım Görevine Geri Dönelim!!!!

- Bir bitkinin üremesi, büyümesi gelişmesini, bir hayvanın bakımını üstlenmenin yollarını araştırdık. Şimdi sıra büyük tasarım görevini gerçekleştirmede! Sizler okulumuzun **ziraat mühendisleri** olarak, okul müdürümüzün, sağlıklı yumurtalar elde edebilmemiz için ayırmış olduğu sınıf çiftliğimizde, yetiştireceğimiz tavukların sağlıklı besinlerle beslenmesi, diğer canlılara av olmaması, hastalıklardan korunması, neslinin devamlılığı için uygun üreme ortamının sağlanacağı, ... TL bütçeyi aşmayacak bir çiftlik tasarlayacaksınız.
- Yaptığınız araştırmalar ve edindiğiniz bilgileri düşününüz. Büyük tasarım göreviniz için çizdiğiniz tasarımı hatırlıyor musunuz? Büyük tasarım görevinizde neler değişti? Nasıl bir büyük tasarım önerirsiniz? Büyük tasarım görevinizi gerçekleştirmek için grubunuzun her bir üyesine dağıtılan bireysel tasarım kâğıtlarınıza çizimlerinizi yapınız.

Bireysel Çözüm Öneriniz / Tasarımınız:

Şekil 3.14. Bireysel çözüm önerilerini hazırlamaları için oluşturulan yönerge

Öğrencilerden, büyük tasarım göreviyle ilgili sorgulamalar yapabilmeleri için problemin kriter ve sınırlılıklarına uygun çözüm önerilerinin sunulması istenmiş, öğretmen tarafından öğrencilerce hatırlanması sağlanan kriter ve sınırlılıklar çerçevesinde, yaptıkları araştırmalardan yola çıkarak, bilimsel gerekçeleriyle açıklama yaptıkları bireysel tasarımlarını oluşturmaları için yönergeler oluşturulmuştur. Büyük tasarım görevine ait bireysel tasarımların oluşturulması için hazırlanan yönerge Şekil 3.14.'deki gibidir.

3.3.2.2.4. Fikirlerin Analizi:

Bu aşamada öğrencilerden, problemin çözümü için ortaya koydukları çözümlerin olumlu ve olumsuz yönleri üzerine derinlemesine düşünerek birini seçmeleri için, fikir oluşturma basamağında kullandıkları kriter ve sınırlılıklar bağlamında çözüm önerilerinin değerlendirilmesi matrisinden yeniden doldurmaları, kriter ve sınırlılıklar bağlamında gruptaki her bireyin çözüm önerilerini veriler matris üzerinde değerlendirmeleri istenmiştir.

3.3.2.2.5. Model Oluşturma:

Fikirler analiz edildikten sonra, yapılan değerlendirmeler sonucunda grup üyelerinin çözüm önerilerinden en çok kriteri karşılayan ve sınırlandırmaları en iyi belirleyen çözümü seçmeleri, ardından seçtikleri üyenin çözüm önerisini geliştirmeleri ya da en iyi grup tasarımını oluşturmaları istenmiştir.

3.3.2.2.6. Test Etme ve İyileştirme:

Oluşturulan çiftlik tasarımının sürdürülebilir olması için yapılan araştırmaların yetersiz kaldığı düşünöldüğönden son bir araştırma sorgulama sürecine daha ihtiyaç duyulmuştur. Bu süreçte

- “Tavuk çiftliği kuracağımız alanda kaç tavuk yetiştirilebilir? Nedenleriyle açıklayınız., Kumes içerisinde civciv ve horoz da yetiştirmelisiniz? Neden? Kaç adet olmalı? (Kumesin ve kullanacağımızın alanın boyutlarını düşünerek cevap veriniz.),
- Çiftliğinizi kurmak için harcayacağınız bütçeyi ve elde edeceğiniz yumurtaları düşöndüğöünüzde, çiftliğiniz için harcadığınız paranın ne kadar zamanda size geri dönmesi mümkün olur?,
- Tavukların hasta olma, yaşlanma, çiftlikte tavuklar arasında salgın hastalıkların yayılması gibi durumlarda, tavuklarınıza bir şey olursa çiftliğin sürdürülebilirliği için önerileriniz nedir? Açıklayınız...”

gibi sorulara yer verilmiştir. Hazırladıkları grup tasarımını, derse yönelik etkinlik dokümanının sonunda yer alan mühendis market kataloğunu kullanarak, ürünlerin fiyatı, sağlamlığı, dayanıklılığı, sağlıklı olması, güvenli ve hijyenik olma durumları bakımından yeniden gözden geçirilip, sağlıklı yumurtalar elde edebilmek ve çiftliğin sürdürülebilirliğini sağlamak için gerekli şartların oluşturulduğu bir sınıf çiftliği tasarlamak için bütçe planlamaları yapmaları istenmiştir.

TAVUK YEMLERİ		
MISIR	BULGUR	ARPA
		
9 TL/kg	7 TL/kg	6 TL/kg
FİDELER		
MARUL	LAHANA	SEMİZ OTU
		
1 TL/adet	1,5 TL/adet	1 TL/adet

Şekil 3.15. Mühendis market kataloğu örneği

Bu süreçte yaptıkları araştırmalarda ve sorgulamalarda edindikleri bilgileri kullanmaları, mühendis market kataloğunda seçtikleri (Şekil 3.15.) her ürünün bilimsel gerekçelendirmelerinin yapılması istenmiştir. Bu süreç sonrası oluşturulacak olan tasarımın öncelikle bireysel oluşturulması, kriter ve sınırlılıklar bakımından her bir grup üyesi tarafından matrisler üzerinde değerlendirilmesinin yapılması ve en iyi çözümün seçilip, bu çözümü geliştirmek için grup tasarımına geçilmesi süreçleri de eklenmiştir.

3.3.2.2.7. İletişim ve Yansıtma:

Öğrencilerin bu aşamada grup çözüm önerilerini sınıf arkadaşlarına sunmaları ve onlarla paylaşmaları istenmiştir. Sunum sırasında probleme çözüm ararken nelere dikkat ettiklerini, araştırma sonuçlarını nasıl kullandıklarını sunmaları istenmiş hem kendi tasarımlarını hem de diğer grupların tasarımlarını değerlendirme fırsatı yakalamaları hedeflenmiştir.

Etkinlik gruplar halinde gerçekleştirileceğinden, ortaya birden fazla çözüm önerisi çıkacak olup, bu kadar sayıda çiftlik oluşturmanın güç ve maliyetli olacağı

düşünülmüştür. Bundan dolayı etkinlik dokümanının son bölümüne eklenen değerlendirme matrisi (Şekil 3.16.) bütün öğrencilerle birlikte doldurularak, grupların çözüm önerileri karşılaştırılıp, kriter ve sınırlılıkları en iyi karşılayan çiftliğin seçilmesi istenmiştir. Bunun yapılabilmesi için tüm grupların tasarım görevlerini gerçekleştirdiklerinde, sırasıyla sınıftaki diğer gruplara tasarım süreçlerini ve tasarımlarını ayrı ayrı ve bilimsel gerekçeleriyle ayrıntılı olarak sunmaları istenmiştir. Her grubun sunumundan sonra, diğer grupların önerileri ve eleştirileri de dikkate alınmalıdır.

Tasarımınızda bulunması gerekenler:	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
Tasarladığınız çiftlikte tavukların sağlıklı beslenmesini sağlayacak besinler var mı?					
Tavukların sağlıklı bir şekilde üreme-büyüme ve gelişmesi için elverişli bir alan mı?					
Tasarladığınız kümes, tavukların diğer hayvanlara av olmasını engelliyor mu?					
Tavuk beslemek için alan var mı?					
Bitki besleyecek alan var mı?					
Okulumuzun çiftlik için ayırmış olduğu bütçe, çiftliğinizin maliyetini karşılıyor mu?					
Oluşturduğunuz çiftlikte sıfır atık oluşturmak esas alındı mı? Doğa dostu mu?					
Toplam puanlar:					

Şekil 3.16. Grup değerlendirme matrisi

Tek bir mini çiftlik kurulacağından, bütün öğrencilerin fikri alınarak herkes tarafından benimsenecek bir tasarım oluşturulmasının önemli olduğu düşünüldüğünden, kurulacak olan mini çiftliğin diğer gruplardan gelen değerlendirmeler ve eleştiriler doğrultusunda birlikte yeniden tasarlanması planlanmıştır. Bütün sınıfın fikri alınarak kriter ve sınırlılıkları en iyi karşılayan mini çiftlik tasarımının öğrencilerin katılımıyla gerçekleştirilmesi istenmiştir.

Son olarak çiftliğin hayata geçirilmesi sağlanarak etkinliğin tamamlanması hedeflenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin elde ettikleri bilgi ve deneyimleri başka durumlara uyarlamalarını teşvik etmek amacıyla, çiftliğin sürdürülebilirliği,

geliştirilmesi ve büyütülmesi hakkında tartışmaların yürütülmesi, böylece araştırma sorgulama sürecinin etikliğinin her basamağına yayılmış olması istenir.

Hazırlanan etkinliği uygulanmadan önce STEM eğitim alanında çalışmaları olan doktor ve doçent unvanlarına sahip kişilerden uzman görüşü alınarak, uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda çeşitli düzenlemeler yapılmıştır.

STEM alanında doçent olan uzman öğretim üyesinin görüşlerinden birisi problem durumunda yer alan kriterler doğa dostu bir çiftlik olması, sıfır atık esas alınarak planlama yapılması yönünde olmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda problem durumu yeniden düzenlenmiştir.

Uzman görüşlerinden bir diğeri, öğrencilerin bireysel çözüm önerilerinin her birinin kriter ve sınırlıklar bağlamında değerlendirilmesi gerektiği yönündeydi. Zaten etkinlik bu şekilde planlandığından bir değişiklik yapılmadı.

Matematiksel modellemenin yapılacağı mini tasarım 3'te bahçe bölümle yapmak için gelen "Bir mukavva vererek gerçek alan ile belirli oranda küçültülmüş bu alanın planlamasını yapmaları istenebilir. Her grup çözümünü sunar ve sorgulama yapılarak sınıfça en iyi bir tasarıma karar verilebilir. Buna göre devamındaki kısımlar organize edilebilir." önerisi yönünde gerekli değişiklikler yapılmıştır.

Diğer bir uzman görüşüne göre kriter ve sınırlıkların oluşturulması istenen matrise birer örnek eklenmesinin STEM etkinliğiyle ilk defa karşılaşan öğrenciler için yol gösterici olacağı yönünde olmuştur. Fakat bu süreçte öğretmen rehberliğinde gruplara sağlanacak olan dönütler sırasında yeterli açıklamaların yapılacağı düşünüldüğünden değişiklik yapılmamıştır.

Yine bir uzman görüşüne göre, büyük tasarım görevinin grupla üçüncü kez oluşturulması öncesi, bütçe ve sürdürülebilirlik açısından araştırma sorgulamaya yer verilmesinin konunun birçok yönden ele alınması açısından önemli olduğu söylenmiştir.

Değerlendirme kriterleri hakkında gelen uzman görüşüne göre, değerlendirmede verilen kriterlerin baştan belirtilmesi gerektiği söylenmiştir. Problem durumu bu kriterler açısından yeniden incelenmiş gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

3.3.2.3. İşbirlikçi Grupların Oluşturulması

STEM etkinliklerinde grup çalışması yapılmasının, öğrencilerin büyük tasarım görevlerini gerçekleştirirken daha çok çözüm önerisi üretebilmelerinde etkili olduğu, genellikle küçük gruplar halinde çalışılması, beyin fırtınası yapılması ve eğer problem bölümlerden oluşuyorsa parçalara bölerek öneriler üretilmesinin önemli olduğu söylenebilir (Bozkurt, 2014). Ayrıca girişimci, iletişim becerileri yüksek ve iş birliği içerisinde çalışabilen bireyler yetiştirmek açısından önemli olduğu ve 21. yy ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlandığı bilinmektedir (Bozkurt, 2014; Gülhan, 2016; Kolodner vd., 1998). Bu nedenle etkinliklerin yürütülmesinde grup çalışması yapılması uygun görülmüş ve öğrenciler beş ya da altı kişilik 5 gruba ayrılmışlardır. Grup oluşturma sürecinde öğrenciler, başarı durumlarına, becerilerine ve cinsiyetlerine göre heterojen gruplar oluşturacak şekilde dağıtılarak, birbiri ile aynı denklikte olmaları sağlanmıştır. Ayrıca grup içi ve gruplar arası iş birliğinin sağlanması, iletişimin güçlü kılınması için öğrenciler teşvik edilmişlerdir.

2018-2019 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde, Fen Bilimleri dersinde canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesinde yer alan, bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunda yürütülmüştür. Konu kapsamında öğrencilere süreç hakkında bilgi verilmiş, uygulamalar hakkında ayrıntılı açıklamalar yapılmış, sürecin analiz edileceği söylenmiştir. Ayrıca ders esnasında video kayıtları yapılacağı bildirilmiş, bu konuda öğrencilerden sözlü izin alınmıştır. Gönüllü olan öğrencilerle ders dışında görüşmeler yapılacağı konusunda bilgilendirme yapılmıştır.

Etkinliğe başlamadan önce öğrencilerin 5-6 kişilik gruplar halinde çalışmaları istenmiştir. PB-STEM eğitiminin uygulanabilmesi için öğrenciler ders öğretmeni tarafından 5-6 kişilik gruplara ayrılmış, öğrenciler akademik başarı durumlarına, sosyal becerilerine ve cinsiyetlerine göre heterojen gruplar oluşturacak şekilde

dağıtılarak, farklı yapılar bir araya getirilmiş, birbiri ile aynı denklikte 5-6 öğrenciden oluşan beş işbirlikçi grup oluşturulmuştur.

Gruplar, öğretmen tarafından öğrenci oturma düzenine göre 1’den 5’e kadar sayılarla rumuzlar verilen öğrencilerden, 1 numaralı öğrenciler 1. Grubu, 2 numaralı öğrenciler 2. Grubu, 3 numaralı öğrenciler 3. Grubu, 4 numaralı öğrenciler 4. Grubu, 5 numaralı öğrenciler 5. Grubu oluşturulmuşlardır. Öğrencilerden gruplarına Bitki ve hayvan isimlerinden oluşan birer isim belirlemeleri istenmiştir. 1. Grubu oluşturan öğrenciler gruplarına “Ayçiçeği” ismini, 2 numaralı öğrenciler gruplarına “Kabaklar” ismini, 3 numaralı öğrenciler gruplarına “Civcivler” ismini, 4 numaralı öğrenciler gruplarına “Isırganlar” ismini, 5 numaralı öğrenciler gruplarına “Çakallar” ismini vermişlerdir. Grup oluşturmada öğretmen tarafından cinsiyet dağılımına dikkat edilmiş, cinsiyet dağılımında eşitlik olmayan gruplar arasında denge sağlanmasına dikkat edilmiştir. Çalışmada bulgular sunulurken kısaltma yapmak amacıyla gruplar sırasıyla K, A, C, IS ve ÇK olarak kodlanmışlardır. Örneğin K grubundaki öğrenciler K1, K2, K3 şeklinde kodlanmış olup, öğrencilere ve gruplara ait bilgiler ayrıntılı olarak Tablo 3.1.’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Öğrencilere ve Gruplara Ait Bilgiler

Grup Adı	Kod	Cinsiyet
AYÇİÇEĞİ	A1	E
	A2	E
	A3	K
	A4	K
	A5	K
	A6	E
KABAKLAR	K1	K
	K2	K
	K3	K
	K4	E
	K5	E
CİVCİVLER	C1	E
	C2	K
	C3	K
	C4	E
	C5	E
	C6	K
ISIRGANLAR	IS1	K
	IS2	K
	IS3	E
	IS4	E
	IS5	E
ÇAKALLAR	CK1	K
	CK2	K
	CK3	E
	CK4	K
	CK5	E
	CK6	K

Gruplardaki öğrencilerin cinsiyetlerine göre dağılımları tablo 3.1.'de görülmektedir.

Tablo 3.2. Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre Gruplara Dağılımı

Gruplar:	Kız:	Erkek:	Toplam:
Ayçiçeği	3	3	6
Kabaklar	3	2	5
Civcivler	3	3	6
Isırganlar	2	3	5
Çakallar	4	2	6
Toplam:	15	13	28

Tablo 3.2.'de ifade edildiği gibi deney grubunu oluşturan öğrencilerin 15'i kız, 13'ü erkektir. Ayrıca öğrenciler, programda STEM eğitimi yer alsa da daha önceki fen

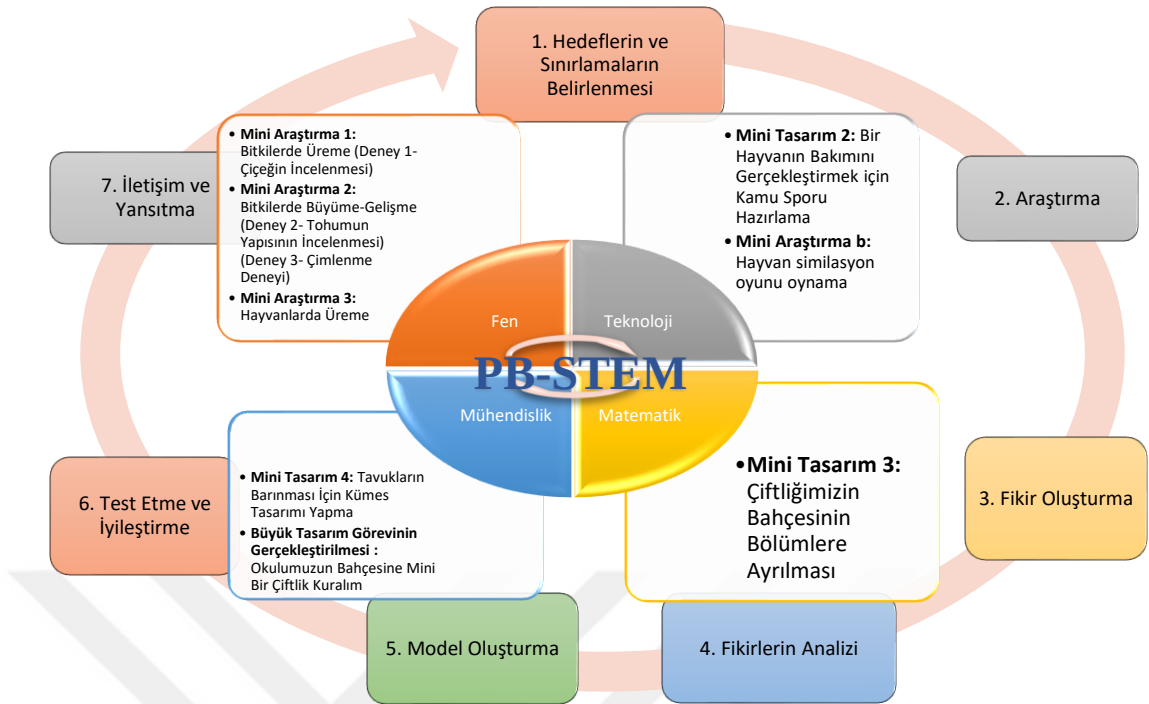
bilimleri derslerinde STEM etkinliklerine dahil olmamışlar, ilk defa STEM eğitim yaklaşımıyla fen bilimleri dersine dahil olmuşlardır.

Öğrenciler akademik başarı durumlarına, sosyal becerilerine ve cinsiyetlerine göre heterojen gruplar oluşturacak şekilde dağıtılarak, farklı yapılar bir araya getirilmiş, birbiri ile aynı denklikte beş işbirlikçi grup oluşturulmuştur.

3.3.2.4. Etkinliğin Yürütülmesi

Etkinlikler 2018-2019 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde haftalık 4 saatlik fen bilimleri ve haftalık 2 saatlik bilim uygulamaları derslerinde, 3 hafta boyunca toplam 18 saatlik süre içerisinde yürütülmüştür. Fakat projelerinin doğası gereği de öğrenciler proje olarak tasarladıkları mini çiftlikleri için ders ve okul saatleri dışında da faaliyet göstermişlerdir. Ayrıca proje çalışması bittikten sonra çiftliğin sürdürülebilir olması için, tarım alanı ve hayvan çiftliği ziyaret edilmiş, bitkilerin ve hayvanların bakımı için ihtiyaçlar giderilmiştir. Toplamda iki ay süren sürecin ayrıntılı planlanması her öğrenci için aynı olmadığı kesin olarak belirtilememiştir. Araştırmacı tarafından hazırlanan ve etkinliğin hazırlanması başlığında ayrıntılı olarak açıklanan etkinlik, etkinlik kitapçıkları rehberliğinde yürütülmüştür. Etkinliği uygulayan öğrencilerin hiçbiri daha önceden STEM eğitimi alanında bilgi ve deneyime sahip olmadıkları için, etkinliğe başlamadan önce, mevcut dersten farklı olarak ne yapacakları hakkında önceden bilgilendirilmişlerdir.

PB-STEM eğitimi uygulaması Han vd., (2016) ve Wan vd., 2020'ye tarafından ifade edilen PB basamaklarına göre, şekil 3.17.'de belirtildiği biçimde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.17. STEM eğitimine uygun PBL sürecinin aşamaları (Han ve ark., (2016) ve Wan ve ark., 2020)'na göre hazırlanmış ders planlaması

“Okulumuzun Bahçesinde Mini Bir Çiftlik Kuralım” adlı etkinlik şekil 3.4. ve şekil 3.5.’te ayrıntılı olarak aktarılmış olan problem durumuyla başlamaktadır. Öğrencilerin tasarım görevleri, söz konusu problem durumunu çözmeye yönelik bir tasarım gerektirmektedir. İlk olarak sağlıklı yumurtalar üretmek için okulumuzun bahçesinde kurulacak olan çiftliğin ne gibi özelliklere yani kriterlere ve sınırlamalara sahip olması gerektiği sorgulanmaktadır. Bunun için öğrencilerden problemi tanımlamaları (Şekil 3.18.) ve kriterler ve sınırlılıklar tablosunu (Şekil 3.19.) doldurmaları istenmiştir.

Problem Tanımlanması	
Problem Kriterleri:	Problem Sınırlılıkları:
Hava temiz bir alan. Tavuk sağlıklı beslenecek Temiz toprak olacak. Üreme Uygun Üreme ve büyüme alanı	Güvenli barınma Üreme şartları Bütçe sınırı

Şekil 3.18. Problemin tanımlanmasına ilişkin uygulama örneği

Bunun yanı sıra probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesinde “Mini sınıf çiftliğimizi kurmak için neleri biliyoruz?, Neleri bilmemiz gerekiyor?” sorularıyla, öğrencilerin araştırma sorgulama sürecinde edinmeleri gereken bilgileri fark etmeleri sağlanmıştır.

Neleri Biliyoruz?	Neleri Bilmemiz Gerekli?
Hayvanlar için rahat beslenebilecekleri bir yer lazım.	Bir hayvan nasıl büyür, büyür ve gelişir?
Uygun bitkilerle	Oluşan yavru civcivlerin nasıl besleneceği
Hayvan rahat beslenip yaşayacağı bir ortam.	Bonuma için uygun ortam nasıl sağlanır?
Aydınlık, hava alan bir ortam lazım.	Bitki için uygun ortam nasıl sağlanır?
Kudusçaya gatarak	Tavuk nasıl büyür?

Şekil 3.19. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlendiği uygulama örneği

Henüz araştırma sorgulama sürecine girmemiş öğrencilerden sahip oldukları bilgilerden yola çıkarak problem durumunu çözmeye yönelik bireysel çözüm önerileri geliştirmeleri istenmiştir. Geliştirilen bu çözüm önerilerinde bilimsel gerekçeler içeren düşüncelere yer verilmediği, etraftan duydukları ve gözlemleri kadarıyla kriterleri ve sınırlamaları sağlamaya çalıştıkları anlaşılmıştır.

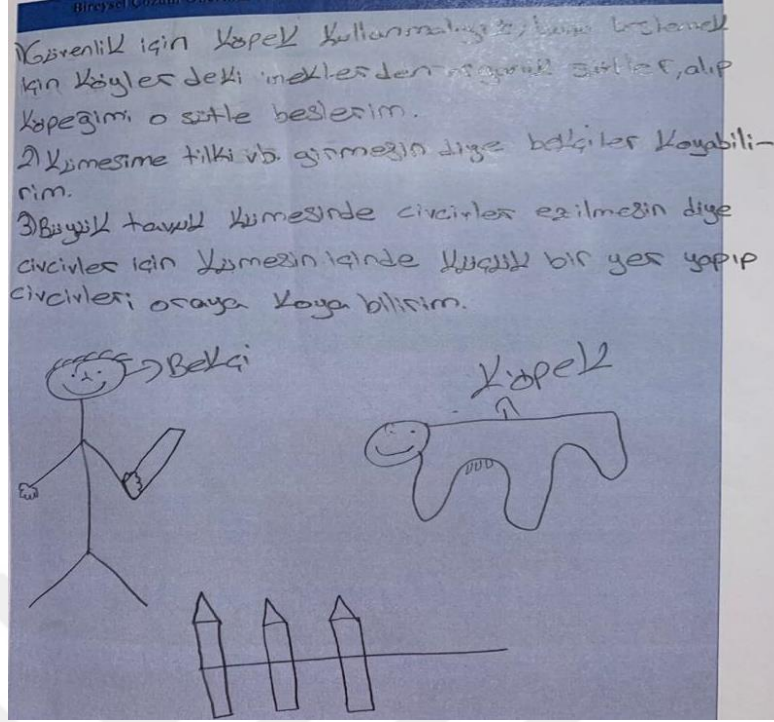
Öğrencilerin oluşturdukları birden çok çözüm önerisinin her biri grup üyelerince kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirilerek, etkinlik planında bulunan matrisler sayesinde (Şekil 3.20.), önerilen çözümlerin, problemin kriterlerini ve sınırlılıklarını karşılayıp karşılamadıkları tartışılmıştır. Öğrenci değerlendirmeleri sonucunda probleme yönelik en iyi çözüm önerisine karar vermeleri sağlanmıştır.

KRİTELER		'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi
1	Güvenlik	+	+	+	+	+
2	İzleme	-	+	+	-	+
3	Sağlıklı Besin	+	+	-	+	+
4	Bacınma	+	+	+	+	-
5	Duyulan alan	+	+	+	+	+
SINIRLILIKLAR		'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi
1	Bütçe	+	+	-	-	+
2	Bir hayvan bakımı	+	+	+	+	+
3	Kendimizi üretebilirlikmi	-	+	+	+	+
4	Doğa dostumu	+	+	-	+	+

Şekil 3.20. Kriter ve sınırlılıklara ilişkin değerlendirme matrisi uygulama örneği

Nitekim bu matrisler etkinliğin araştırma sorgulama sürecinden sonra oluşturulan çözüm önerilerinde de yer almaktadır. Bu doğrultuda etkinlik boyunca kriter ve sınırlılıklar bağlamında hazırlanacak matrislerin, öğrencilerin üretici düşünme becerilerindeki farkı gözlemlemeyi sağlayacağı düşünülmektedir.

Büyük tasarım görevini gerçekleştirmek için grup üyeleri tarafından seçilen en iyi çözüm önerisinin üzerinde, öğrencilerin grup içerisinde bir kez daha düşünmeleri ve grup tasarımlarını oluşturmaları istenmiştir (Şekil 3.21.). Etkinlik sonunda oluşturulacak olan büyük tasarım görevi ve ilk tasarım görevi çizimleri arasındaki farklara bakılarak öğrencilerin araştırma sorgulama sürecinde edindikleri bilgileri gerçek yaşama transfer edip edemedikleri, kavramları öğrenme, bilimsel süreç, problem çözme, üretici düşünme, bilimsel okuryazarlık becerilerindeki değişimlerin yorumlanabileceği düşünülmüştür.



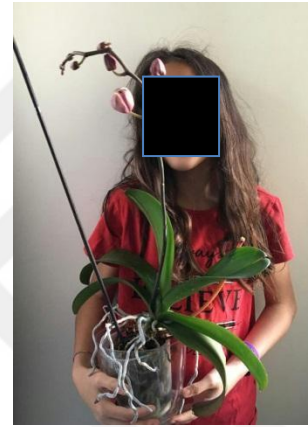
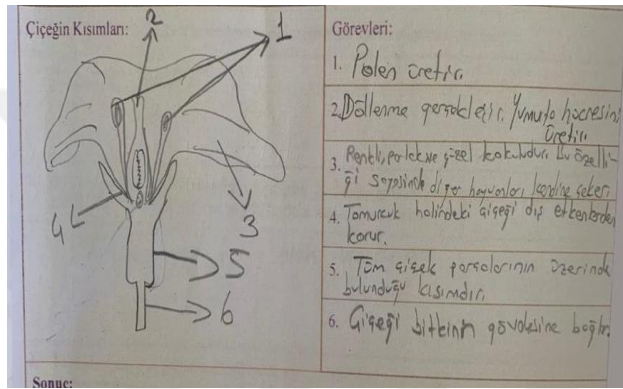
Şekil 3.21. Gruplardan Birine Ait İlk Büyük Tasarım Görevi Örneği

Etkinlik planında büyük tasarım görevi ile ilgili yukarıda bahsedilen aşamalardan sonra, büyük tasarım görevinin gerçekleştirilmesi için gerekli bilgi ve becerileri kazanmaları amaçlanmıştır. Bu bağlamda etkinliğin hazırlanması basamağında ayrıntılarına yer verilen şekil 3.9.'daki, mini tasarımlara ve mini araştırmalara yer verilmiştir.

Oluşturulan ilk grup tasarımlarının problemi çözmek için yeterli olmadığı ve çözüm önerilerini ayrıntılandıramadıkları görüldüğünden, bilimsel araştırma sürecine ihtiyaç duyulmuş ve bunun için mini araştırma ve mini tasarımlara geçiş yapmaları istenmiştir.

Mini tasarım ve araştırmaları gerçekleştirebilmek için öğretmen, sınıf ortamını ya da öğrenme ortamını araştırma sorgulama yapmaya uygun hale getirmiş, internet bağlantılarını, tablet, telefon etkileşimli tahta gibi teknolojileri kullanabilir hale getirmiş, ders kitapları, sınıf kütüphanesi, okul kütüphanesi, öğrenci yardımcı kitapları, bilimsel içerikli dergilerden faydalanılmasını sağlamıştır. Mini tasarım ve mini araştırmaların gerçekleştirilmesi süreci grup çalışmasıyla yürütülecek şekilde geliştirilmiştir.

Hazırlanan etkinlikte şekil 3.9’da belirtildiği gibi 4 mini tasarım ve 3 mini araştırmaya yer verilmiştir. İlk mini tasarımda tavukların sağlıklı beslenmesi için çiftlik içerisinde yetiştirilmesi gereken bitkilerin üreme şartlarının öğrenilmesi hedeflendiğinden, bir çiçekli bitkinin üreme organı olan çiçeğin kısımlarının incelenmesi sağlanmıştır (Şekil 3.22.). Ayrıca bitkilerin üreme şartlarıyla ilgili araştırma sorularına da yer verilmiştir. Araştırma sorularından bazıları şu şekildedir: “Çevremizdeki meyve ağaçlarında da çiçekler var. Bu çiçeklerin önemi nedir?, Çiftliğimizde çiçekli bitkilere ihtiyacımız olacak mı? Neden?”



Şekil 3.22. Çiçekli bir bitkinin üreme organı çiçeğin incelenmesine ilişkin mini araştırma uygulaması örneği

İkinci mini araştırmada tohumun yapısı incelenerek, çimlenme deneyine yer verilir (Şekil 3.23.). Tavukların beslenmesi için üretecekleri ürünlerden seçtikleri bir bitkiye ait tohumun çimlenmesi için gerekli şartların kontrol edildiği bir deney yapılmıştır. Deneyde araştırma sorularını oluşturmaları, bağımlı değişken, bağımsız değişken, kontrol edilen değişkenlerin tespit edilip, sonuçlar hakkında yorumlar yapmaları istenmiştir. Çimlenme günlüğü tutularak çimlenme için gerekli şartların neler olduğu tespit edilmiştir.

10. Yaklaşık bir hafta boyunca, ... bardaklardaki değişimleri gözlemleyelim. Tohumlarda meydana gelen değişimleri ekte çimlenme günlüğüne not edelim. Çimlenmeler için gerekli ölçümleri yapalım.

• Yapmıştık deneyde 1. ve 2. bardaklardaki tohumları kıyasladığımızda, çimlenme için gerekli hangi değişkeni incelediğimizi aşağıdaki tabloda doldurunuz.

Araştırma Sorusu: ... nasıl ... etkilediği?

Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken
Durum miktarı	Değişimi	Pomuk, tohum

Deneyinizin sonuçlarını grubunuzla tartışarak açıklayınız:

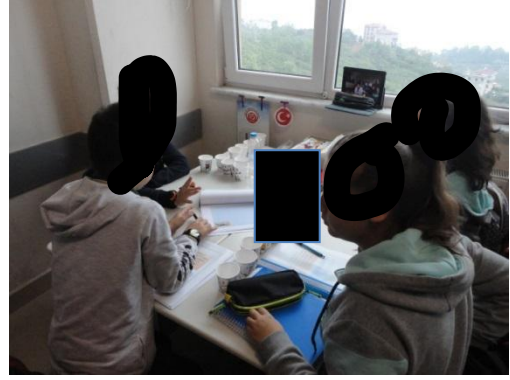
1. daha hızlı 2. daha yavaş büyür.

• Yapmıştık deneyde 1. ve 3. bardaklardaki tohumları kıyasladığımızda, çimlenme için gerekli şartlardan hangi değişkeni incelediğimizi aşağıdaki tabloda doldurunuz.

Araştırma Sorusu: ... nasıl ... etkilediği?

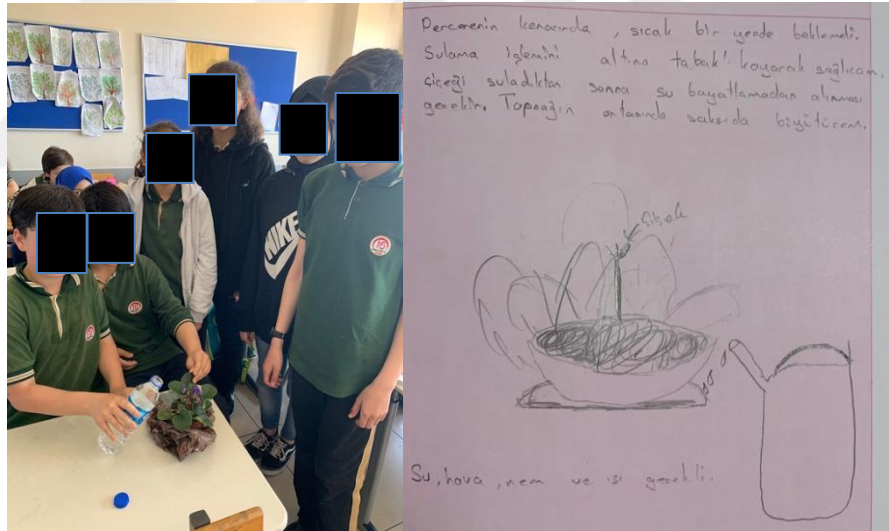
Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken
Hava	Değişimi	Pomuk, tohum, su

Deneyinizin sonuçlarını grubunuzla tartışarak açıklayınız:



Şekil 3.23. Çimlenme için gerekli şartların incelenmesine ilişkin mini araştırma uygulaması örneği

İlk mini tasarımda seçtikleri bir bitkinin büyüme ve gelişmesi için uygun ortam tasarlamaları istenmiştir (Şekil 3.24.). Seçilen bu bitkinin bakımının bir hafta boyunca sürdürülmesi ve takip günlüğü tutularak bir bitkinin büyüme ve gelişmesinin sağlanmasında gerekli ortam koşullarının neler olduğunu öğrenmeleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.24. Bitkinin büyümesi için gerekli şartların incelenmesine ilişkin mini araştırma uygulaması örneği

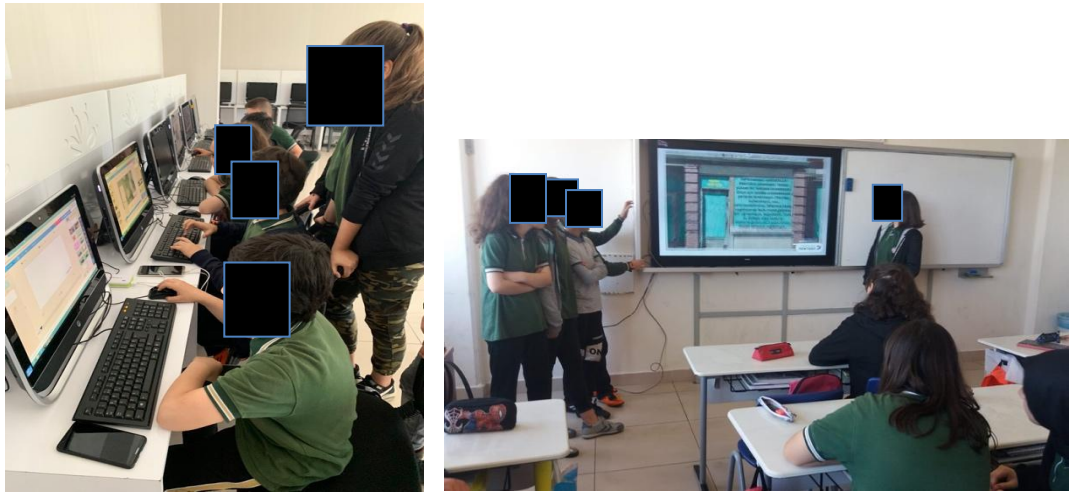
Mini araştırma 3'te şekil 3.12'de belirtilen tablolar ve sorular hakkında sınıf ortamında bulunan kaynaklardan (Etkileşimli tahta, ders kitapları, yardımcı kaynaklar, sınıf kütüphanesi, cep telefonları aracılığıyla internet kullanımı ...) araştırmalar yapılmıştır.

Mini araştırma 3'te bir hayvanın bakımını üstlenmekle ilgili yaptıkları ön araştırmalardan sonra, geyik bakımı üzerine bir simülasyon oyun oynanmıştır (Şekil 3.25).



Şekil 2.25. Hayvan simülasyon oyunu oynama uygulaması örneği

Devamında STEM disiplinlerinden teknoloji entegrasyonunun gerçekleştirmek için kamu spotu hazırlamaları istenmiştir. Kamu spotunu online ortamda “powtoon” adlı bir programda hazırlamışlar ve sunumlarını grup üyeleriyle birlikte gerçekleştirmişlerdir (Şekil 3.26). Ayrıca hazırladıkları sunumlar okul koridorlarındaki televizyon ekranlarında yayımlamışlar ve okulda bulunan bütün bireylere bir hayvanın bakımını üstlenme sorumluluğu hakkında bilgilendirme yapmışlardır.



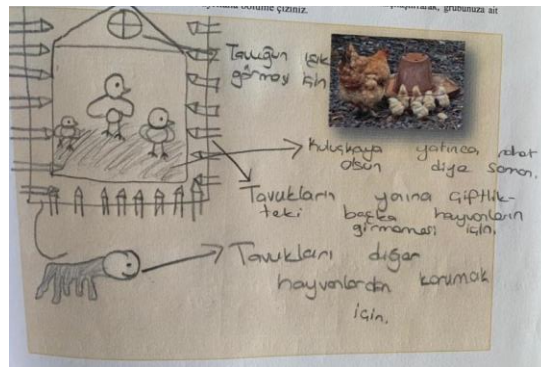
Şekil 3.26. Kamu spotu hazırlama sunma uygulaması örneği

Mini tasarım 3'te ise STEM disiplinlerinden matematik entegrasyonunun sağlanması amacıyla, tavukların beslenmesi için oluşturulacak tarım alanında yetiştirilecek bitkilerin yerlerinin planlanması için model oluşturulmuş, gerçek alanı karton boyutunda oran kullanarak küçültmeleri ve bahçenin alan hesaplamaları yapılarak, hangi bitkilerden ne oranda ekip dikeceklerine karar vermeleri sağlanmıştır (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Matematiksel Modelleme Uygulaması Örneği

Mini tasarım 4'te ise tavukların sağlıklı, güvenli bir ortamda yaşayabilmeleri için, uygun maliyetli, çevre dostu bir kümes tasarlanmıştır (Şekil 3.28.).



Şekil 3.28. Kümes Tasarımı Uygulaması Örneği

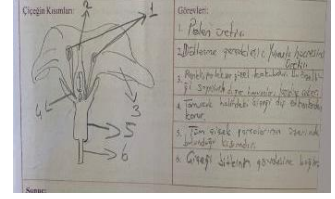
Araştırma sürecinde gerçekleştirilen mini tasarım ve mini araştırmalar Tablo 3.3.'de özetlenmiştir.

Tablo 3.3. Mini Araştırma Süreci İçeriği ve Öğrenci Çalışmalarından Örnekler

Mini Araştırma 1: Bitkilerde Üreme

(Deney 1- Çiçeğin İncelenmesi)

İlk mini tasarımıda tavukların sağlıklı beslenmesi için çiftlik içerisinde yetiştirilmesi gereken bitkilerin üreme şartlarının öğrenilmesi hedeflendiğinden, bir çiçekli bitkinin üreme organı olan çiçeğin kısımlarının incelenmesi sağlanmıştır. Ayrıca bitkilerin üreme şartlarıyla ilgili araştırma sorularına da yer verilmiştir. Araştırma sorularından bazıları şu şekildedir: “Çevremizdeki meyve ağaçlarında da çiçekler var. Bu çiçeklerin önemi nedir? Çiftliğimizde çiçekli bitkilere ihtiyacımız olacak mı? Neden?”

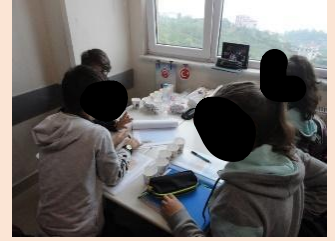


Mini Araştırma 2: Bitkilerde Büyüme-Gelişme

(Deney 2- Tohumun Yapısının İncelenmesi)

(Deney 3- Çimlenme Deneyi)

Tavukların beslenmesi için üretecekleri ürünlerden seçtikleri bir bitkiye ait tohumun çimlenmesi için gerekli şartların kontrol edildiği bir deney yapılmıştır. Deneyde araştırma sorularını oluşturmaları, bağımlı değişken, bağımsız değişken, kontrol edilen değişkenlerin tespit edilip, sonuçlar hakkında yorumlar yapmaları istenmiştir. Çimlenme günlüğü tutularak çimlenme için gerekli şartların neler olduğu tespit edilmiştir.



Mini Tasarım 1: Seçtiğimiz Bir Bitkinin Büyüme ve Gelişmesini Takip Etmek

Seçtikleri bir bitkinin büyüme ve gelişmesi için uygun ortam tasarlamaları istenmiştir. Seçilen bu bitkinin bakımın bir hafta boyunca sürdürülmesi ve takip günlüğü tutarak bir bitkinin büyüme ve gelişmesinin sağlanmasında gerekli ortam koşulların neler olduğunu öğrenmeleri gerçekleştirilmiştir.

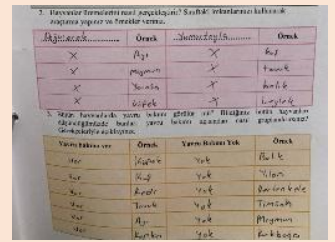


Mini Araştırma 3: Hayvanlarda Üreme

Tavukların sadece bitkisel kaynaklı besinler tüketmediği, aynı zamanda hayvansal kaynaklı besinler de tükettiği düşünülerek, hayvanların üreme, büyüme, gelişme koşulları ile ilgili üçüncü bir mini araştırma yapılır.

(Hayvan simülasyon oyunu oynama)

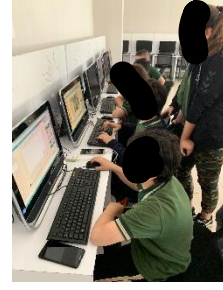
Bir hayvanın bakımını üstlenmekle ilgili sorumluluk almaları gerektiğinden, araştırmalar web siteleri, ders kitapları, yardımcı kaynaklardan sürdürülür ve geyik bakım sürecini konu alan simülasyon oyun oynatılır.



Tablo 3.3. Devamı-Mini Araştırma Süreci İçeriği ve Öğrenci Çalışmalarından Örnekler

Mini Tasarım 2: Bir Hayvanın Bakımını Gerçekleştirmek için Kamu Spotu Hazırlama

İkinci mini tasarımda, teknoloji entegrasyonunu gerçekleştirmek için, edindikleri bilgileri kullanarak bir kamu spotu hazırlamaları istenir. Hazırladıkları kamu spotunu grup olarak sınıf ortamında sunmaları sağlanır.



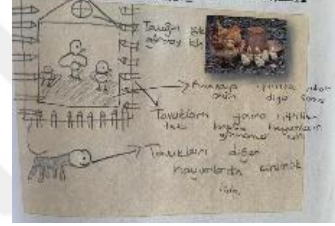
Mini Tasarım 3: Çiftliğimizin Bahçesinin Bölümlere Ayrılması

STEM disiplinlerinden matematik entegrasyonunun sağlanması amacıyla, tavukların beslenmesi için oluşturulacak tarım alanında yetiştirilecek bitkilerin yerlerinin planlanmasında model oluşturulmuş, gerçek alanı karton boyutunda oran kullanarak küçültmeleri ve bahçenin alan hesaplamaları yapılarak, hangi bitkilerden ne oranda ekip dikeceklerine karar vermeleri sağlanmıştır.



Mini Tasarım 4: Tavukların Barınması İçin Kümes Tasarımı Yapma

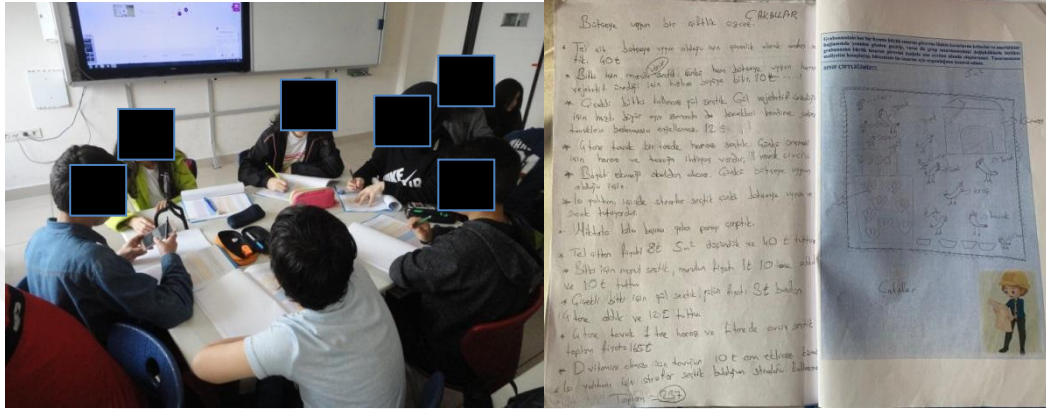
Tavukların sağlıklı, güvenli bir ortamda yaşabilmeleri için, uygun maliyetli, çevre dostu bir kümes tasarımları istenir.



Öğrenciler bu mini araştırmalar ve mini tasarımlar yoluyla sağlıklı yumurtalar üretmekle ilgili bilgi ve becerilere de sahip olurlar. Tüm bu bilgi ve beceriler ışığında büyük tasarım görevi olan okul çiftliğinin özelliklerinin neler olduğu da ortaya çıkmıştır.

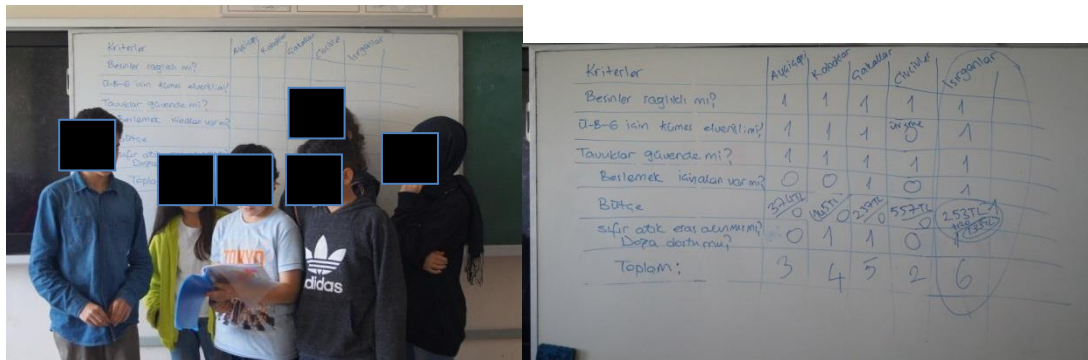
Araştırma sorgulama süreçlerini tamamlayan öğrenciler, problemin kriter ve sınırlılıklar bağlamında bireysel çözüm önerilerini oluşturmuşlardır (Şekil 3.29.).

Edindikleri bilgilerden elde ettikleri tasarımları, son bir araştırma sorgulama sürecine daha girerek geliştirmeleri istenmiştir. Bunu yaparken onlara verilen market kataloğundan yardım almaları, oluşturdukları ikinci grup tasarımını gözden geçirmeleri, bütçe planlaması yaparak tasarımlarını geliştirmeleri istenmiştir (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Büyük tasarım görevine ait en iyi çözümün önerisinin seçilmesi ve uygulaması örneği

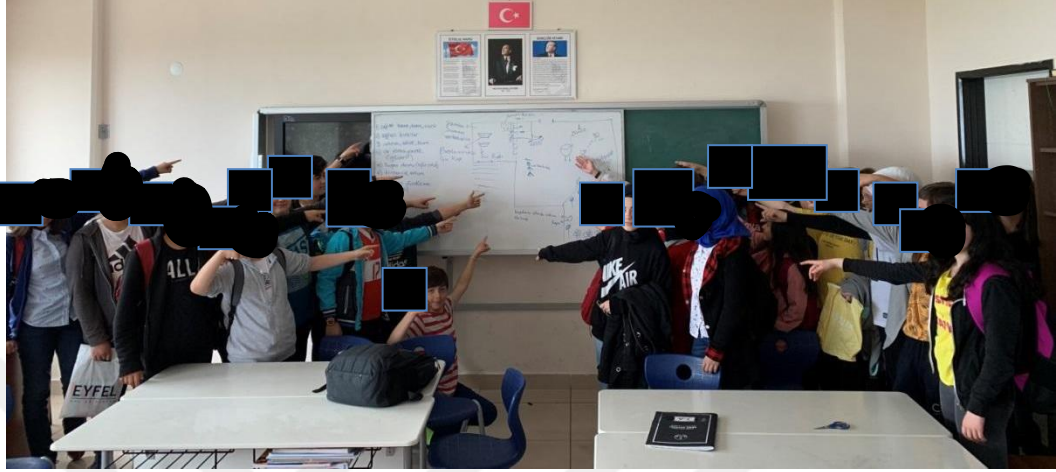
Kriter ve sınırlılıkları karşılayan en iyi çözüm önerilerinin seçilmesi için, bütün gruplar oluşturdukları grup tasarımlarını sunmuşlar ve grup tasarımları arasından en iyi tasarımın seçilmesi için etkinliğin sonunda yer alan değerlendirme formu kullanılmıştır. Değerlendirme sınıf tahtasında bütün grupların katılımıyla birlikte yapılmıştır. Isırganlar grubunun çözüm önerisi en fazla kriteri sağladığından, sınıfın da fikri alınarak en iyi çözüm önerisi olduğuna karar verilmiştir (Şekil 3.31).



Şekil 3.32. Büyük tasarım görevine ait değerlendirme ve geri bildirim uygulaması örneği

Değerlendirme sürecinin ardından, çiftliği kurmak ve en iyi çözüm önerisini diğer grupların en iyi fikirleriyle geliştirmek için bütün sınıfla ısırganlar grubunun çözüm

önerisine neler eklenebileceği yeniden değerlendirilmiş ve bütün kriterleri karşılayan, öğrencilerin tamamı tarafından uygun görülen son bir tasarım sınıf tahtası üzerine oluşturulmuştur (Şekil 3.33).



Şekil 3.33. Sınıf büyük tasarım görevi oluşturma uygulaması örneği

Oluşturulan büyük tasarımın görevinin uygulanması aşamasında, planlanan çiftlik öğrencilerle birlikte uygulamaya geçirilmiştir. Uygulama sırasında öğretmen rehberliğinde çiftliğin sürdürülebilirliği ve girişimcilik becerileri üzerine tartışmalar sürdürülmüştür (Şekil 3.33. ve şekil 3.34.).



Şekil 3.34. Sınıf büyük tasarım görevinin uygulaması örneği



Şekil 3.35. Sınıf büyük tasarım görevinin uygulaması örneği

3.3.2.5. Etkinliğin Değerlendirilmesi:

Bu etkinlik test etme için zaman bakımından sınırlı bir süre içinde yürütülmüştür. Üç haftalık bir süreçte gerçekleştirilmek istenen etkinlik konusu takvimde mayıs ayına denk gelmektedir ve ardından okulların kapanmasıyla etkinlik süresi yetersiz kalmıştır. Ancak ders dışı vakitlerde ve mayıs-haziran ayları boyunca projenin sürdürülebilirliği açısından toplamda iki ay boyunca çiftlik çalışmalarına devam edilmiştir. Öğrenciler test etme sürecini mini tasarım ve araştırmalardaki bitki ve hayvan bakımı etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Örneğin bir bikiğin üremesini mini araştırma 1'deki çiçeğin yapısının incelenmesiyle, çimlenmeyi mini araştırma 2'de deneyimlemiş ve çimlendirdikleri tohumları projedeki tarım alanlarına ekmişlerdir. Bir bitkinin büyüme gelişmesini mini tasarım 1'de yetiştirdikleri bitkilerle test ederken kamu spotu oluşturmak için hayvan barınağını ziyaret eden bazı gruplar hayvanların beslenmesini, barınmasını deneyimlemişlerdir. Buna karşılık tavukların üremesini test edememişlerdir. Ancak proje sonunda topladıkları yumurtalarla, yumurtanın bir üreme hücresi olduğunun farkına varmışlardır.

Çiftliğin kurulmasıyla proje takvimi tamamlanmış gibi görünse de bahçenin ve hayvanları bakımını sürdürmek gerekmektedir. Öğrenciler derslerde ve ders dışı zamanlarda çiftlikteki bitki ve hayvanların bakımlarını sürdürmeye devam etmişler,

tavuklardan elde ettikleri yumurtaları aralarında paylaşmışlar, ailelerine götürmüşler ve üretim yapmanın hazzını tatmışlardır.

Proje için zamanın sınırlı olması sebebiyle bazı grupların tercih ettiği gibi tohumlar tercih edilmiş, bazı grupların da besin üretimini hızlandırmak için fide önerisi dikkate alınmıştır. Bunun için öğrencilerle belirlenen güvenilir yerlerden fideler temin edilmiş ve dikimleri yapılmıştır. Yine sağlıklı yumurtalar için sağlıklı tavuklar yetiştirmek gerektiğinden öğrenciler tohum seçiminde de dikkatli olmaya çalışmışlar, özellikle GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizma)'dan uzak durmaya çalışmışlardır. Bazı öğrencilerin ailelerinin atalık tohum olarak nitelendirdikleri, nesillerdir sürdürdükleri tohum saklama tekniğiyle sakladıkları tohumlar getirilmiş, bahçeye ekilmiştir. Ayrıca kimyasal kullanmamak için bahçe toprağı doğal inek gübresiyle verimli hale getirilmiştir. Öğrenciler sonraki süreçte hem ekonomik hem de doğal olması açısından, tavukların gübrelerinin de kullanılabilir olacağını planlamışlardır. Bu bağlamda proje tamamlanmış, konu bitmiş olsa da test etme ve değerlendirme süreci sürdürülmüştür.

Bu etkinlikte de öğrenciler tarafından tasarlanan okul bahçeleri, öğrencilerin beslenme, gıda, halk sağlığı ve ekolojik sürdürülebilirlik gibi canlılar ve yaşam konusunda öğrenmelerine olanak sağlayan (Fifolt & Morgan, 2019; Koch vd., 2006; Williams & Dixon, 2013), onların bilişsel, duyuşsal ve sosyal gelişimlerine katkı sağlayan (Blair, 2009; Fifolt & Morgan, 2019) öğrenme ortamlarıdır. Bu ortamlarda gerçekleştirilen öğretim sonucunda öğrencilerin sağlıklı beslenmeye yönelik olumlu tutumlarının geliştiğı ve daha sağlıklı yiyecekleri tercih ettikleri dikkat çekmektedir (Fifolt & Morgan, 2019; Hoffman vd., 2017; Loso vd., 2016; National Farm to School Network, 2017; Ray vd., 2016). Bu faydaların sağlandığı öğrenme ortamları genellikle öğrencilere hazır sunulmakta ve okul bahçeleri hazır bir öğrenme ortamı olarak öğrencilere sunulmaktadır. Bu çalışmada da bunun ötesine geçilerek öğrencilere sağlıklı beslenme odağında bir problem durumu sunularak onların kendi çiftliklerini kurmalarına olanak sağlanmıştır. Bu nedenle benzer kazanımlar bu etkinliğin katılımcısı olan öğrencilerde de -sistemik olmayan bir şekilde- gözlemlenmiştir.

Öğrenciler çalışmayı kendileri yürütmüşler ve her biri birer lider olarak görev almışlardır. Bu etkinlik farklı okullarda ortama uygun şekilde yeniden düzenlenerek uygulanmaya uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca zamanlama daha uzun tutularak ya da süreç devam ettirilerek çiftliğin sürdürülebilir olması amacıyla öğrencilerin yetiştirdikleri ürünleri pazarda satmaları sağlanabilir. Elde edilen gelirle çiftlikte iyileştirmelere yer verilebilir. Bu bağlamda ekolojik okuryazarlık hedeflerine ulaşılmış olur, matematik okuryazarlıklarında gelişim sağlanabilir. Ayrıca teknoloji okuryazarlığı kapsamında, çiftliğin iyileştirilmesinde bitkiler ve hayvanların büyüme gelişmelerinin takibi sağlanabilir. Bu bağlamda sensörlerle toprağın verimliliği, su durumu, mineral dengesi tespit edilebilir, gübreleme ve sulama işlemleri sensörlerle desteklenerek sürdürülebilir. Yine civcivlerin büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan ortamın sıcaklığının kontrol edilmesinde ışık ve sıcaklık sensörleri iş görebilir.

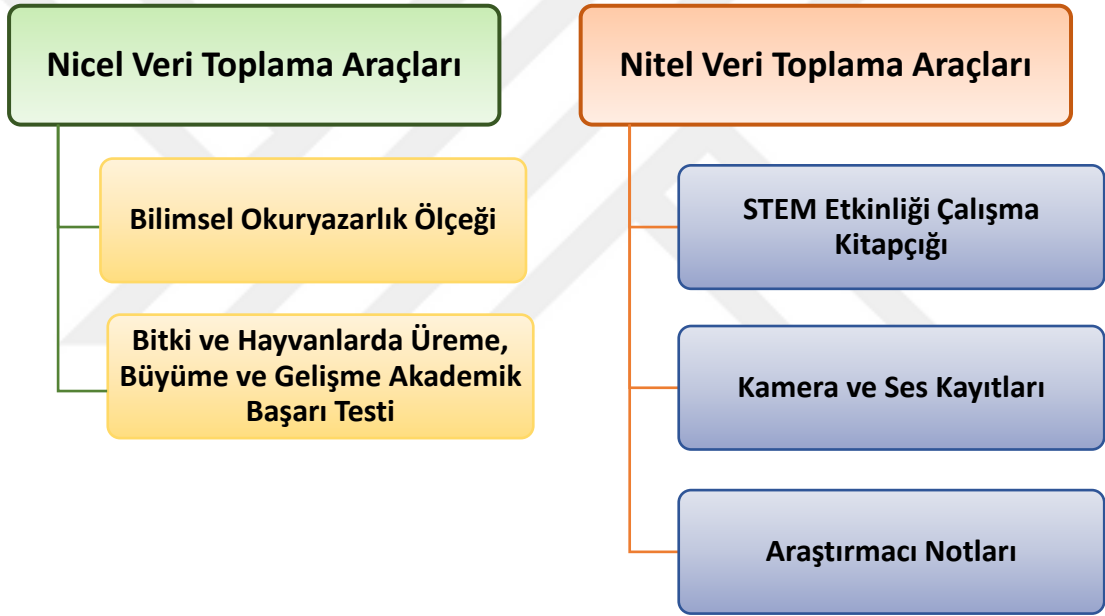
3.3.2.6. Araştırmacının rolü

Eylem araştırması olarak yürütülen çalışmada araştırmacı, gerçek yaşam problemine yönelik literatürde tarama yapmış, mevcut kuram ve uygulamalar hakkında araştırmalar yapmış, 21. yy'ın gerektirdiği bilimsel okuryazarlık ve üretici düşünme becerisine sahip olabilmesi için öğrencilerin STEM etkinliklerini gerçekleştirmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Bu amaçla STEM disiplinlerinin fen eğitimine entegre edildiği öğrenme ortamları tasarlanmış, uygulayıcı ve araştırmacı olarak süreç yürütülmüş ve yönetilmiş, sürecin iyileştirilmesi için uzman görüşleri doğrultusunda iyileştirmeler yapılmış, veriler toplanmış, gözlem notları tutulmuş, ölçeklerle veriler toplanmış, analiz edilmiş, yorumlanmış ve eylem planı değerlendirilerek sunulmuştur. Araştırmacı, Fen Bilimlerinde 15 yıllık öğretmenlik deneyimine sahiptir. Dersleri süresince üç kez STEM etkinliği uygulamıştır. Ancak PB-STEM süreci uygulanması zor bir süreç olduğundan, süreç boyunca STEM alanında çalışan ve unvanı doçent olan öğretim üyesinden uzman görüşünün alınmasına ihtiyaç duyulmuştur.

3.3.3. Sonuçların Değerlendirilmesi- Veri Toplama ve Analiz Süreci

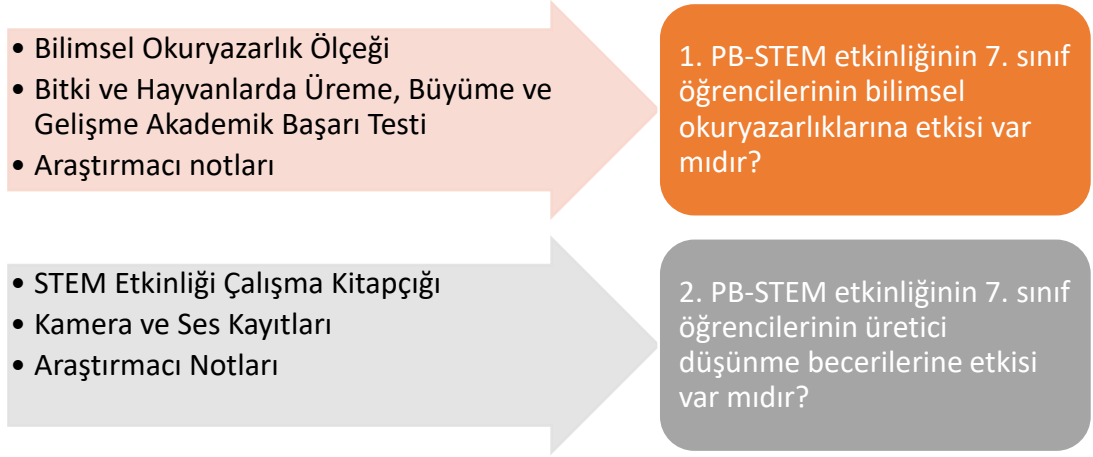
3.3.3.1. Veri Toplama Süreci

Araştırmanın nicel verileri “Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi”, “Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği” ile elde edilirken; nitel veriler ise araştırmacı tarafından geliştirilen “Etkinlik Çalışma Kitapçığı”ndan, süreci yürütürken çekilen “Kamera Kayıtları”ndan, “Araştırmacı Notları”ndan elde edilmiştir. Bu çalışmada veri toplama araçları, nicel veri toplama araçları ve nitel veri toplama araçları başlıkları altında sunulmuştur (Şekil 3.36.).



Şekil 3.36. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları

Araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları, araştırmanın alt problemine cevap bulmak amacıyla kullanılmıştır. Alt problemlere hangi veri toplama aracıyla cevap bulunacağı şekil 3.37’de sunulmuştur.



Şekil 3.37. Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının hizmet ettiği araştırma alt problemleri

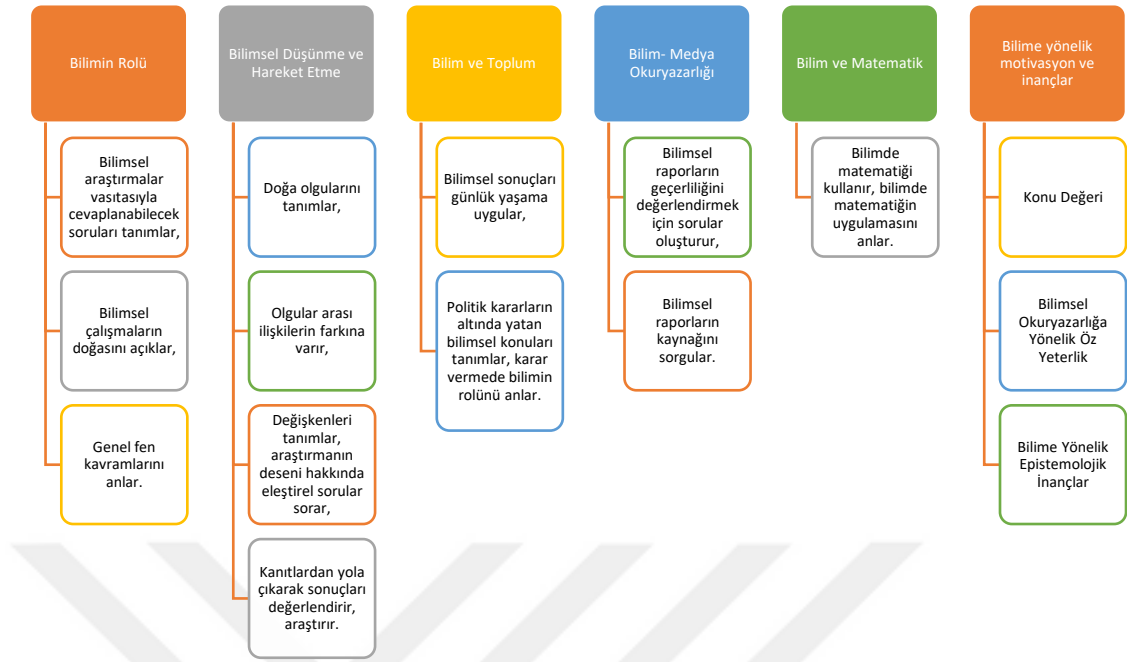
Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları nitel veri toplama araçları ve nicel veri toplama araçları olarak ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

3.3.3.1.1. Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın birinci alt problemine yönelik olarak nicel veriler “Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi” ve “Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği” ile toplanmıştır.

3.3.3.1.1.1. Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği

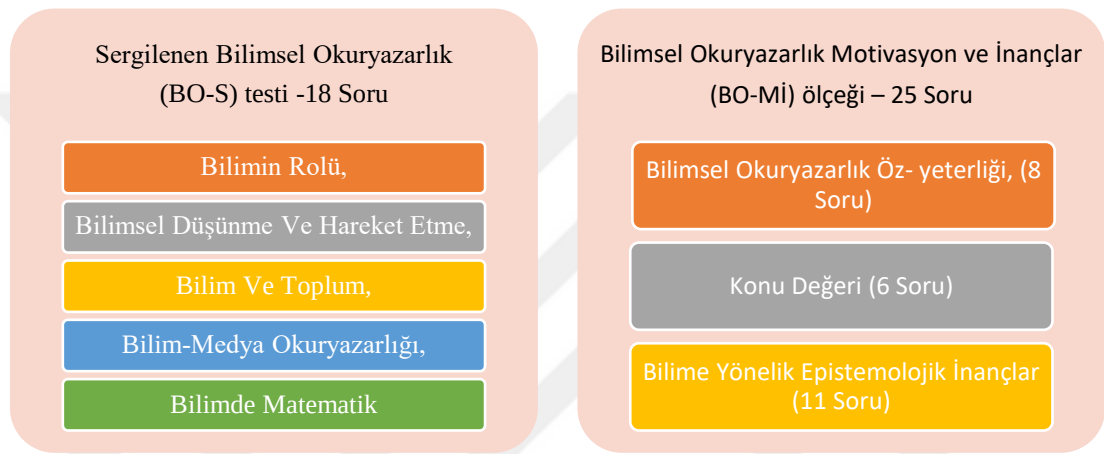
Yapılan çalışmada öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyinin belirlenmesi için, ortaokul öğrencileri düzeyinde yazılmış olan, Fives vd. (2014) tarafından geliştirilen, Şahin (2018) tarafından Türkçeye uyarlanan bilimsel okuryazarlık ölçeği (EK 5) gerekli izinler alınarak (EK 4) kullanılmıştır. Ölçeğin geliştirilmesinde bilimsel okuryazarlığın içermesi gereken alt boyutlara yer verilmiştir. Bu alt boyutlar bilimin rolü, bilimsel düşünme ve hareket etme, bilim ve toplum, bilim medya okuryazarlığı, bilimde matematik ve bilime yönelik motivasyon ve inançlar şeklindedir. Ölçek iki bölümden oluşmaktadır (Şekil 3.38.).



Şekil 3.38. Fives vd. (2014) tarafından oluşturulan bilimsel okuryazarlık alt boyutları

Birinci bölümde tek faktörlü bir yapıya sahip olan “Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık” (BO-S), ikinci bölümde ise üç faktörden oluşan “Bilimsel Okuryazarlık Motivasyon ve İnançlar” (BO-Mİ) ölçeği yer almaktadır. Birinci bölümü oluşturan BO-S 18 sorudan oluşmakta olup, soruları cevaplanırken alan bilgisine ihtiyaç duyulmadığı ifade edilmiştir. Bu bölümün uygulanmasında her soru için iki dakikalık sürenin yeterli olduğu etkinliği uyarlayan araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Şahin, 2018). Şahin (2018) tarafından yapılan uyarlama çalışması bulguları incelendiğinde testin birinci bölümüne ait (BO-S) bölümünde KR-20 güvenirlik katsayısı 0.66 olarak bulunmuş, öğrencilerin aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 8.57 ortancasının 8.00 tepe değerinin ise 6.00 olduğu gözlenmiştir ve merkezi yığılma ölçülerinin birbirine yakın değerler aldığı söylenebilmektedir. Ayrıca puanların oluşturduğu dağılımın çarpıklık katsayısı 0.15 basıklık katsayısı ise -0.62 olduğu görülmüş, geçerlik ve güvenirlik analizlerinden elde edilen sonuçlara dayanarak ölçeğin Türkçeye uyarlanan 18 maddeden oluşan formunun, yedinci sınıf öğrencilerin sergilenen bilimsel okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesinde geçerli ve güvenilir bir araç olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

İkinci bölümde yer alan “Bilimsel Okuryazarlık Motivasyon ve İnançlar (BO-Mİ)” ölçeğinde, bilime yönelik öz yeterlilik (8), konu değeri (6) ve bilime yönelik epistemolojik inançlar (11) olmak üzere üç alt boyuttan oluşan 25 soru yer almaktadır. Ölçek 5’li likert tipi hazırlanmıştır. Şahin, 2018 tarafından yapılan çalışmada, cronbach α güvenirlik katsayılarının konu değeri boyutu için $\alpha = 0.80$, bilimsel okuryazarlık öz-yeterliliği boyutu için $\alpha = 0.72$, bilime yönelik epistemolojik inançlar boyutu için $\alpha = 0.88$ olduğu bulunmuş ve tüm bu bulgular ölçeğin tatmin edici düzeyde yapı geçerliğine ve güvenirliğe sahip olduğu ifade edilmiştir.



Şekil 3.39. Fives vd. (2014) Tarafından Oluşturulan Bilimsel Okuryazarlık Alt Boyutları

Testin değerlendirilmesinde birinci ve ikinci bölüm ayrı ayrı analiz edilmiştir (Şekil 3.39.). Birinci bölümde çoktan seçmeli sorulardan oluşan sorular bulunduğundan doğru cevaplar 1 puan, yanlış cevaplar 0 puan verilerek analizler yapılmıştır. İkinci bölümde ise ait alt boyutlar ayrı değerlendirilmiştir. Bilime yönelik öz- yeterlik ve konu değeri alt boyutlarındaki soruların 5’li likert ölçeğindeki puanlamaya göre olumsuz ifadelerin 1’e yakın oldukları, olumlu ifadelerin 5’e yakın oldukları görülmüştür. Konu değeri alt boyutuna ait öğrenci toplam puanlarının 6-30 arasında değişmesinden, 6’ya yakın olanlar olumsuz olarak değerlendirilirken, 30’a yakın olanlar için olumlu olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Öz yeterlilik alt boyutuna ait öğrenci toplam puanlarının 8-40 arasında değişmesinden, 8’e yakın olanlar olumsuz olarak değerlendirilirken, 40’a yakın olanlar için olumlu olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Üçüncü alt boyut olan bilime yönelik epistemolojik inançlar sorularının 5’li likert ölçeğinde 1’e yakın derecelendirilmesinin olumlu, 5’e yakın

derecelendirilmesinin olumsuz olmasından, 11-55 arasında değişen toplam puanlardan 11'e yakın olanlarının olumlu, 55'e yakın olanlarının olumsuz olduğu şeklinde değerlendirmesi yapılmıştır.

Bu ölçek öğrencilerin alan-konu bilgisini gerektirmemekte ve bu açıdan bilimsel okuryazarlığın akademik başarı boyutunu ölçmekte sınırlı olduğundan, birinci alt probleme ilişkin akademik başarıyı ölçmek için, başarı testi kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

3.3.3.1.1.2. Bitkilerde ve Hayvanlarda da Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi

PB-STEM eğitiminin öğrencilerin Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme konusunda akademik başarılarına etkisini belirlemek amacıyla, Güneş ve Serdaroğlu (2018) tarafından geliştirilen “Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi” (EK 3) gerekli izinler alınarak (EK 2) kullanılmıştır. Güneş & Serdaroğlu (2018) tarafından hazırlanan test 40 sorudan oluşmaktadır ve araştırmacılara göre testin Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu (2018) tarafından yürütülmekte olan öğretim programı kapsamındaki kazanımlara uygun, çoktan seçmeli, 4 seçenekli olduğu, testin madde ayırt edicilik gücünün 0,222-0,711 arasında, madde güçlük indeksinin ise 0,356-0,889 arasında değer aldığı görülmekte olup, geliştirilen 40 soruluk Başarı Testi “kolay” ve “çok iyi” maddelerden oluşmakta olduğu, KR-20 değerlerine bakıldığında 0,885 olarak belirlendiğinden güvenilir olduğu belirtilmiştir.

Güneş ve Serdaroğlu (2018), akademik başarı testini geliştirirken öncelikle Millî Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu (2013) tarafından yürütülmekte olan öğretim programı kapsamında testin amacı ile ölçülecek kavram ve kazanımlar doğrultusunda maddeleri belirlemişlerdir. 2013 ve 2018 yılın MEB müfredatında kazanımların içeriği değişmemiş olup, yalnızca sınıf kademesi altıncı sınıf seviyesinden, yedinci sınıf seviyesine taşınmıştır. Bu bağlamda soruların belirtke tablosundaki dağılımları Güneş ve Serdaroğlu (2018) tarafından belirtilenle aynıdır. Akademik Başarı Testindeki

soruların Millî Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu (2018) tarafından yürütülmekte olan öğretim programı kapsamındaki kazanımlara göre dağılımları Tablo 3.4.'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Konusunun Kazanımlarına Göre Soruların Numaraları Dağılımı

Konu / Kavramlar: Eşeyli üreme (vejetatif üreme, bölünme, tomurcuklanma ve rejenerasyon), eşeyli üreme, büyüme ve gelişme	
Kazanımlar	Soru Numarası
F.7.6.2.1. Bitki ve hayvanlardaki üreme çeşitlerini karşılaştırır. <i>a. Eşeyli üreme türlerine girilmez fakat eşeysiz üreme türlerine, örnek verilerek değinilir.</i> <i>b. Metagenez (döl almaşı) konularına değinilmez.</i> <i>c. Hayvanlardaki iç ve dış döllenme ile iç ve dış gelişmeye değinilmez. Başkalaşım, doğurarak ve yumurtayla çoğalma konularına kısaca değinilir.</i>	1, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 13, 15, 16, 17, 20, 22, 29, 34, 37, 38
F.7.6.2.2. Bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini vererek açıklar. <i>a. Tohumun çimlenmesini etkileyen faktörlerle ilgili olarak bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri içeren bir deney yapılması sağlanır.</i> <i>b. Çiçekli bir bitki örneği üzerinde durulur.</i>	2, 7, 9, 10, 12, 19, 20, 23, 25, 29, 30, 31, 33, 36
F.7.6.2.3. Bitki ve hayvanlarda büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörleri açıklar.	14, 18, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 35, 39, 40
F.7.6.2.4. Bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenir ve gelişim sürecini rapor eder.	-

Akademik başarı testi sürecin başında ön test ve sürecin sonunda son test olarak, testin uygulayıcısı olan ders öğretmeni tarafından belirlenen 40 dakikalık süre içinde uygulanmıştır.

3.3.3.1.2. Nitel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin nitel veriler etkinlik kitapçığı, kamera kayıtları fotoğraflar ve araştırmacı notları toplanmıştır.

Yıldırım ve Şimşek (2016)'e göre çeşitleme, farklı veri kaynakları, veri toplama araçları ve analiz yöntemlerinin kullanılmasıyla, araştırmadan elde edilen sonuçların

inandırıcılığını arttırmaya yönelik bir strateji olarak tanımlamaktadır. Nitekim nitel araştırmalarda geçerlilik ve güvenilirlik için verilerin çeşitlendirilmesi önemli bir stratejidir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Veri toplama sürecinde çeşitli veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanılması, elde edilen bulguların geçerliliğinin ve güvenilirliğinin artırılması için önemli olduğu gibi, süreçten en iyi şekilde faydalanılmasının yolunu açtığı da söylenebilir (Baltacı, 2019). Ayrıca elde edilen sistematik veriler, analiz aşamasında araştırmacıya önemli bir kolaylık oluşturmakla birlikte ve zaman kazanmasında fayda sağlayacaktır (Malterud, 2001; Miles & Huberman, 1994; Silverman, 2016). Toplanan verilerin sonuçlarındaki ön yargılar ve yanlış anlaşılmalara önüne geçebilmenin çeşitlemede temel ilke olduğu belirtilmektedir (Denzin, 1970). Çalışmada kullanılan veri toplama araçları derse yönelik etkinlik kitapçığı, kamera kayıtları, ses kayıtları ve fotoğraflar, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve gözlemler şeklinde sıralanmıştır. Araştırmada STEM etkinlik kitapçığından, kamera kayıtlarından elde edilen veriler; fotoğraflardan, ses kayıtlarından, gözlemlerden, araştırmacı notlarından elde edilen veriler ile desteklenmiş, temel veri toplama yöntemi olarak STEM etkinlik kitapçıkları, görüntü ve ses kayıtları kullanılmıştır.

Çalışmaya ait nitel veri toplama araçlarına alt başlıklarda ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

3.3.1.2.1. Derse Yönelik Etkinlik Kitapçığı

Öğrencilerin üretici düşünme sürecini değerlendirmek için birincil veri kaynağı olarak etkinlik kitapçıklarına çizdikleri tasarım problemine yönelik çözüm önerileri kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen etkinlik kitapçığı (EK 6) doğrultusunda işlenen dersler grup çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin üç hafta boyunca sürdürdükleri bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme etkinliğine ait büyük tasarım problemine ilişkin çözüm önerilerini sunmaları istenmiştir. Etkinlik kitapçığında, grup tasarımından önce bireysel tasarımlarını oluşturmaları için alanlara yer verilmiştir ve öğrencileri sınırlamamak için etkinlik kitapçığında bulunan diğer boş sayfalara tasarım fikirlerini

yazabilecekleri, resmedebilecekleri söylenmiştir. Ayrıca büyük tasarım görevinin çözümüne ilişkin, grup olarak oluşturacakları üç tane bölüm bulunmaktadır. Tasarım sürecinin ilk aşamasında öğrencilerin grup çözümlerini, sağlıklı tavuklardan üremesi sağlanmış civcivlerin ve tavukların, sağlıklı besinlerle beslenebilmesi için bitkiler yetiştirebileceğimiz bir bahçe oluşturulması, diğer canlılara av olmasını engelleyecek, hasta olmaması için şartların uygun olduğu güvenli barınma alanlarının oluşturulması, büyüüp-gelişmesi için uygun şartların oluşturulması, sonraki nesillerin devamı için sağlıklı bir şekilde üremelerinin sağlanması, bu süreçte sıfır atık oluşturmayı esas almaları, en uygun bütçeyle doğa dostu bir çiftlik oluşmaları istenmiştir. Bu süreçte bilimsel açıklamalar ve ayrıntılandırmalara yer verilmeyişi dikkat çekmektedir. Çünkü öğrenciler henüz araştırma sorgulama sürecine girmediklerinden problemin çözümüne ilişkin yeterli bilgiye sahip değildirler. Ardından mini tasarımlar ve araştırmalarla öğrencilerin edindikleri bilgileri kullanarak ikinci çözüm önerilerini sunmaları istenmiş, edindikleri bilgileri kullanarak, bilgiyi tahmin etmeleri ve çıkarımlar yapmaları, yeniden yapılandırmaları, kendi çözümlerini üretmeleri beklenmiştir. Üçüncü çözüm önerilerinde ise artık tüm sınıfı kendi projelerindeki seçimleri için ikna etmeleri gerekmekte ve bunu grup olarak sunmaları beklenmektedir. Bu süreçte edindikleri bilgileri kullanarak, analiz ederek, net cevaplar ve gerekçelendirmelere yer vermeleri, seçimlerini değerlendirmeleri beklenmektedir. Nitekim grup içerisinde en iyi çözümün seçilmesi konusunda kriter ve sınırlamalar bağlamında tartışmaları sağlanmış, üretici düşünceleri için ortam hazırlanmıştır. Grup tasarımlarının oluşturulmasında bireysel hazırladıkları tasarım fikirlerini problemin kriter ve sınırlamaları bağlamında tartışmışlar, en iyi çözüm önerilerini seçerken neden bu çözümü seçtiklerini bilimsel veriler doğrultusunda ayrıntılandırmaları, gerekçelendirmeleri gerektiği söylenmiştir.

Etkinlik kitapçığının içeriği etkinliklerin tasarımı başlığı altında incelenmiştir.

3.3.1.2.2. Kamera Kayıtları

Öğrencilerin üretici düşünme becerileri ile ilgili birincil kaynak olarak kullanılan etkinlik kitapçıklarındaki çözüm önerilerinden elde edilen verilerin yorumlanmasının

ve değerlendirilmesinin yetersiz olduğu durumlarda, özellikle çizilen çözüm önerilerinin anlaşılması için süreçte, her bir grupta bir kamera olacak şekilde her ders saatinde uygulama sürecinin kamera ile kayıt altına alınması uygun görölmüştür. Aynı ortam içinde hem uygulayıcı hem araştırmacı hem öğretmen hem rehber olmak oldukça güç olmuştur. Video kayıtlarının tekrarlı olarak izlenebilmesi, verileri gözden kaçırmaya engel olacağından (Mills, 2007; Silverman, 2000; Plowman, 1999; Yin, 2011), sürecin kayıt altına alınmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda araştırma süresince her grup ayrı ayrı kameralarla (5 grup x 1 kamera = 5 kamera) takip edilmiş, süreç kayıt altına alınmıştır. PB-STEM etikliğinin öğrencilerin üretici düşünme becerilerine etkisinin analizinde, bulguların yorumlanmasında ve diğer gerekli durumlarda video kayıtlarına başvurulmuştur. Araştırmacı, sürecin kayıt altına alınmasıyla geçerlilik ve güvenilirliğinin artırılmasını amaçlamıştır.

Video kayıtlarının alınması için Giresun İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden ve öğrenci velilerinden gerekli izinler alınmış olup, öğrenciler etkinlikler başlamadan önce sözlü olarak bilgilendirilmişlerdir.

3.3.1.2.3. Fotoğraflar ve Araştırmacı Notları

Araştırmada elde edilen diğer verileri desteklemek amacıyla süreç sürekli fotoğraflanmıştır. Ayrıca araştırmacı öğretmen ve araştırmanın danışmanı tarafından sürekli gözlemler yapılarak araştırmacı notlar alınmıştır. Bu veriler diğer verileri desteklemek amacıyla ikincil veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Öğrenme ortamının açıklanması ve uygulama sürecinin açıklanmasının desteklenmesinin geçerlilik ve güvenilirliğin artırılmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca uygulanan PB-STEM eğitiminin, öğrencilerin üretici düşünme becerilerinin gelişimine etkisi incelenirken ortaya koydukları mini tasarımlarda ve büyük tasarımda da veri kaynağı olarak da fotoğraflar kullanılmıştır.

3.3.3.2. Verilerin Analizi

Araştırmada eylem sürecinin değerlendirilmesi için toplanan nicel verilerin analizinde istatistiksel yöntemler kullanılırken, nitel verilerin analizinde söylem analizi yapılmıştır.

Nitel ve nicel veriler için yapılan analizler “Nicel Verilerin Analizi” ve “Nitel Verilerin Analizi” başlıklarında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3.3.2.1. Nicel Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan nitel veriler, çalışmanın birinci alt problemi olan “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıkları üzerinde bir etkisi var mıdır?” sorusuna hizmet etmektedir. Araştırmada elde edilen nicel verilerinin analizinde SPSS 21 programı kullanılmıştır. Örneklem ortalamaları karşılaştırılacak iki ölçümde, örneklem sayısının az olması ya da sayısı yeterli olsa bile ölçümlerin normal dağılım göstermemesi durumunda parametrik olmayan testler ile ölçümler arasında fark olup olmadığı değerlendirilebilir (Can, 2018, s. 142). Nicel olarak hazırlanmış olan testin uygulandığı örneklem sayısı (N=28) normal dağılım için yeterli görülmediğinden non-parametrik testlerle analiz edilmesine karar verilmiştir.

Büyüköztürk (2016, s. 174)’e göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (Wilcoxon Signed Rank Test For Paired Samples), ilişkili iki ölçüm arasındaki farkın anlamlılığının test edilmesinde, ilişkili iki ölçüm setine ait fark puanlarının yönünün yanı sıra miktarını da dikkate alan, bağımsız değişkenin en az sıralama ölçeğinde olmasını ve gözlem çiftlerinin birbirinden bağımsız olmasını gerektirmektedir. Testlerin değerlendirmesinde ise sonuç tablosunda yer alan pozitif sıralar (positive ranks) birinci ölçümün büyük olduğu veri çiftlerini, negatif sıralar ise (negative ranks) ikinci ölçümün büyük olduğu veri çiftlerini göstermektedir (Can, 2018, s. 142).

Verilerin analizinde aynı sınıfa uygulanan bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme Akademik Başarı Testinin ve Bilimsel Okuryazarlık ölçeğinin ilk bölümünün (BO-S) ve ikinci bölümünün (BO-Mİ) her alt boyutunun ön test ve son test puanları arasındaki farkının tespit edilmesinde Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. BO-Mİ testine ait epistemolojik inançlar bölümünde yer alan veriler ters olduğundan düşük puanlar olumlu, yüksek puanlar olumsuz etki yapmaktadır. Bu nedenle sonuç negatif sıralar esas alınarak değerlendirilmelidir (Can, 2018, sf 145).

SPSS 21 programı ile yapılan analize ait ölçüm sonuçları bulgular bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3.3.2.2. Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan nitel veriler, çalışmanın ikinci alt problemi olan “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Üretici Düşünme Becerileri üzerinde bir etkisi var mıdır?” sorusuna hizmet etmektedir. Öncelikli olarak etkinlik kitapçığı ile toplanan veriler (çizimler, yazılı anlatımlar, ifadeler, açıklamalar) analiz edilmiş, bu verilerin detaylandırılması ve desteklenmesi için kamera kayıtlarından elde edilen veriler kodlanmıştır. Verilerin analizinde Gallagher ve Aschner’ın (1963) ve Aranda vd. (2020) üretken düşünme için tasarladıkları analitik çerçeve kullanılarak analiz edilmiştir. Bu sayede öğrencilerin, üretici düşünme becerilerini kullanıp kullanmadıkları tespit edilebilmiştir.

Öğrencilerin büyük tasarım görevine ait çözüm önerilerini sundukları günlerde nasıl düşündüklerini araştırmak için söylem analizi yaklaşımını kullanılmıştır. Söylem analizi, bir sosyal eylemin düzenini, organizasyonunu, özellikle günlük etkileşimde, söylemsel uygulamalarda, toplum üyelerinin sözlerinde, söylemlerinde, davranışlarında bulunan sosyal eylemleri inceler (Psathas, 1995). Söylem analizinde amaç, diyaloglardan kesin cevaplara çıkarmak değil, fikirleri, bilgileri, duyguları yorumlamak, inanç, davranış ve tutumları içeren konuşmaları sosyal bir çerçevede

anlamlandırabilmektir (Çelik & Ekşi, 2008). Punch (2011)'e göre söylem yaklaşımında geçerli üç temel ilkedен söz edilmektedir:

1. Söylemler içsel olarak yapılandırılmış olup, kurallara göre yönetilir.
2. Sosyal, siyasal, kültürel, ekonomik ve kişisel gerçekliklerin söylemi, konuşmacılar tarafından üretilir.
3. Söylem bireylerin deneyimlerini yansıtır. Bu sebeple söylem analizi, söylem tarafından etkilenen veya söylemin etkilediği deneyimlerin bir parçası ile ilgili olabilir.

Çelik ve Ekşi (2008)'e göre söylem analizinin aşamaları Şekil 3.40.'daki gibidir:



Şekil 3.40. Çelik ve Ekşi (2008)'e göre söylem analizinin aşamaları

“Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Üretici

Düşünme Becerileri üzerinde bir etkisi var mıdır?” sorusuna cevap bulabilmek için her biri 5-6 kişilik 5 öğrenci grubundan sınıfta, hem etkinlik kitapçıklarına çizdikleri ve açıklamaları ile hem de bu süreçteki her gruba ait masaya yerleştirilen kameralar ile veriler toplanılmıştır. Yaklaşık 8 saat grup konuşmaları kaydedildi ve bu konuşmalardan elde edilen veriler kelimeler, kelime öbekleri, cümleler ve diyaloglardan oluşmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen verilerin bir bütün olarak verilmesine, kelimelerin sözlükteki anlamlarıyla değil, bireylerin sosyal hayattaki eylemlerinin sonuçlarına bağlı olarak çalışmanın sonucunda yeni çözümler üretilmesine imkân sağlamasına (Güngör, 2020) dikkat edilmiştir. Sonuçlar birer veri olarak değil yorum olarak (Sözen, 1999) değerlendirilmiştir, cümleler ve paragraflarda oynama yapılmamıştır. Uygulama sürecinin her aşaması kamera ile kayıt altına alınmış, ancak 3 hafta süren araştırmada kamera kayıtlarına yalnızca öğrencilerin ilk, ara ve son çözüm önerilerini sundukları günlerle, proje sunumlarının yapıldığı günlere odaklanılmış ve sadece bu günlere ait veriler analiz edilmiştir. Bu günler, bir çözüm planlamaya (birinci çözüm önerileri), yeniden tasarlamaya (ikinci çözüm önerileri) ve çözümlerini bir projeye dönüştürüp, büyük tasarım görevine odaklandıkları, projelerini sundukları (üçüncü çözüm önerileri) ve sınıftaki bütün öğrencilerle değerlendirmesinin yapıldığı dersleri içermektedir. Sınıfta yapılan grup değerlendirme günlerindeki söylemler, yine üçüncü çözüm önerilerine dahil edilerek veriler gruplandırılmıştır.

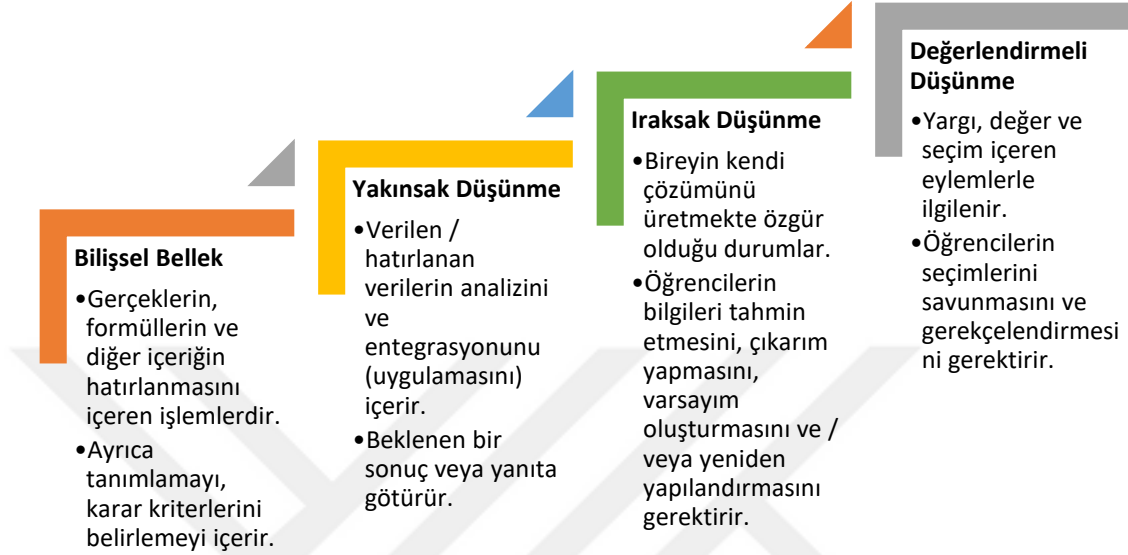
Projenin değerlendirilmesine ait izlenen video kayıtlarındaki söylemler kodlanırken, önceden kodlanan söylemlerle bir araya getirildiğinde bazı söylemlerin tabloda yerleri değiştirilmiştir. Verilerin farklı zamanlarda birkaç kez kodlanmış olması ve sıranması, yapılan nitel analizin güvenilirliğini ve geçerliliğini arttırmaktadır. Bu durum, konuşmalar sırasında ortaya çıkan düşünme tarzlarını anlama, üretici düşünceleri konusundaki araştırma problemine cevap bulmayı sağladı. Araştırmanın diğer günlerinde ise öğrenciler araştırma sorgulama sürecinde olup, mini tasarımlar ve mini araştırmalarla meşgul olduklarından, öğrencilerin büyük tasarım göreviyle ilgili konuşmalarını içermediğinden, analizler sırasında bu günlerdeki konuşmalara yer verilmemiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin üretici düşünme becerilerine ilişkin verilerinin analiz edilmesi için, 5 gruba/5-6 kişilik (Ayçiçeği, Kabaklar, Cıvıvlar, Isırganlar, Çakallar) ait düşünce süreçlerinin tanımlanmasında Gallagher ve Aschner'in (1963) analitik çerçevesini kullanılmıştır. Orijinali Guilford (1956)'a ait olan bu çerçeve, “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Üretici Düşünme Becerileri üzerinde bir etkisi var mıdır?” sorusuna cevap aramak için, üretken düşünmeyi incelemek amacıyla geliştirilmiştir. Söylemler kodlanırken STEM etkinlik kitapçığında yer alan çizimler, anlatımlar, sürece ilişkin fotoğraflar ve kamera kayıtları birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca çerçeve öğrenciler ve öğretmenlerin sınıfta sordukları sorulardan, konuşmalardan elde edilen verilerden yola çıkılarak ortaya çıkan düşünce türlerini araştırmak için (Humphries & Ness, 2015; Vogler, 2005) tablo 3.5.'te gibi uyarlanmıştır.

Tablo 4.5. Öğrenci ifadeleri için kodlama çerçevesi. (Aranda vd. (2020), Gallagher ve Ascher (1963) ve Guzey ve Jung (2021) tarafından yapılan çalışmadan uyarlanmıştır)

Üretici düşünmenin süreçleri	Açıklama	Örnek söylemler
Bilişsel Bellek (Cognitive memory-CM)	Gerçeklerin, formüllerin ve diğer içeriğin hatırlanmasını içeren işlemlerdir. Ayrıca tanımlamayı, karar kriterlerini belirlemeyi içerir.	<i>“IS3: Hani bir şey vardı, yumurtaların üstüne çıkıyorlardı tavuklar. Neydi o?”</i> <i>IS1: Kuluçka.”</i> <i>“CK3: Besin olarak solucan yetiştirmek.”</i> <i>“C2: Bahçeye meyve ağacı çizelim.”</i>
Yakınsak Düşünme (Convergent thinking-CT)	Verilen / hatırlanan verilerin analizini ve entegrasyonunu (uygulamasını) içerir. Beklenen bir sonuç veya yanıtı götürür.	<i>“K4: Tavuk kümesine horoz koymak” ve “Neslin devamlılığı için civcivler satın almak”</i> <i>“CK3: Besin olarak solucan yetiştirmek.”</i> <i>CK3: Tavuklara besin olarak pancar yetiştirmek.”</i> <i>“IS1: Kümesin içine tavuk ve horoz koyarız. Üremeleri için gerekli.”</i> <i>IS3: Pazı çabuk yetişir, çabuk çimlenir. Tohumla çoğalır.”</i>
Iraksak Düşünme (Divergent thinking-DT)	Bireyin kendi çözümünü üretmekte özgür olduğu durumlar. Öğrencilerin bilgileri tahmin etmesini, çıkarım yapmasını, varsayım oluşturmalarını ve / veya yeniden yapılandırmasını gerektirir.	<i>“K4: Ekim alanındaki bölümlere mısır, buğday ekmeliyiz, tavukların yiyebileceği ve üretimi kolay ürün olduğundan uygun buluyorum.”</i> <i>“K5: Ben acil çıkış kapısı koydum.”</i> <i>K3: Acil çıkış kapısı ne işe yaracak, neden koydun ki?</i> <i>K5: Diyelim ki bir sansar geldi. Av olmamak için kaçabileceği bir kapı bu. Oradan arkaya dolanıp kaçabilecek.</i> <i>K3: Labirent gibi olmuş. Labirent mi yaptın yani? Tavuklar kümeste değil sanki villada yaşıyorlar.”</i>
Değerlendirmeli Düşünme (Evaluative thinking-ET)	Yargı, değer ve seçim içeren eylemlerle ilgilenir. Öğrencilerin seçimlerini savunmasını ve gerekçelendirmesini gerektirir.	<i>“C3: Bitkilerin büyümesi için oksijen, ısı, su, hijyenik ortam gerekli. Bunları sağladığımızda bitkileri hızlıca büyütüp, tavuklara yedirebiliriz. Yem sıkıntısı çekmeyiz.”</i> <i>“CK2: Civcivleri beslemek için kendi kurduğumuz kümesi ve ürettiğimiz arpa, mısır, buğdayı kullanmalıyız.”</i> <i>CK3: Bir kutu içinde küçük bir yerde bakmalıyız.</i> <i>CK4: Hem kümes içinde hem de dışarda olmalı. Böylece dışardaki besinlerden de faydalanır, güneş ışığı alır, D vitamini alır.</i> <i>CK6: Bence organik yem, pancar, marul önemli.</i> <i>CK3: Organik yem alalım. Bir de bayat ekmek.</i> <i>CK2: Bayat ekmek almamıza gerek yok, yemekhaneden alırsanız bayat ekmekleri.”</i>

Gallagher ve Aschner (1963)'ın analitik çerçevesi, PB-STEM eğitimi sırasında öğrencilerin grup tasarımlarında yaşadıkları zorlukları öğrenci ifadeleriyle, düşünce türlerine göre analiz etmek için kullanılmıştır.



Şekil 3.41. Artan düşünsel seviyelerde dört farklı düşünme türü

Bu analiz şekil 3.42.'te olduğu gibi artan düşünsel seviyelerde dört farklı düşünme türüne göre sınıflandırılmıştır. En düşük sınıflandırma seviyesinde “bilişsel bellek” yer alır. Bu süreçte öğrenciler sadece bilimsel gerekçeleri ve süreçleri hatırlar ve ayrıca bilmeleri gerekenleri tanımlayabilirler. İkinci süreçte ise “yakınsak düşünme” yer alır. Bu süreç daha yüksek bir seviye olup, öğrencilerin bilgilerini uygulamalarını ve analiz etmelerini gerektirir. Bu tür bir düşünme türünde yalnızca tek bir doğru cevap vardır. Bu düşünme sürecinde cevap nettir, beklenen bir sonuç vardır. Üçüncü olarak “ıraksak düşünme”, yakınsak düşünmeye göre daha düşünsel ifade türlerini içerir. Çünkü bu ifadelerde öğrencilerin bilgiyi varsaydıkları, tahmin yürütürken birden çok çözüm geliştirdikleri daha karmaşık tepkilere yol açar. Son olarak en yüksek düşünme süreci olan “değerlendirici düşünme” de, öğrenciler bilgiyi değerlendirirken seçimlerini savunmalı ve gerekçelendirmelidir. Öğrenciler bu aşamada problemi çözmek için tasarım sürecine girer, olası çözümleri birleştirir, alternatif çözümleri değerlendirir ve önceliğine göre sıralar, mevcut alternatifler arasından karar verir, kısıtlamalara, gereksinimlere, deneyimlere, fen ve matematik bilgisine ihtiyaç duyar. Guilford (1956) üretici düşünme süreçlerinden rutin sürecinin, tasarım zorluklarıyla ilgili

olmadığı düşünöldüğünden, bu sürece ait söylemler kodlamaya dahil edilmemiş, analiz dışında tutulmuştur. Yine tekrarlı yapılan analizlerde, bazı söylemlerin bilimsel ifadeler içermemesi nedeniyle verilerden çıkarılmasına karar verilmiştir.

Gallagher ve Aschner (1963)'ın analitik çerçevesine göre kodlar, kelimeler, kelime öbekleri, cümleler ve diyaloglar şeklinde kodlanmış, üretici düşünmenin süreçleri temaları, etkinlikteki probleme ait kriter ve sınırlamalar ise kategorileri oluşturmuştur. Araştırmacı tarafından analiz edilen veriler üç ay arayla toplamda iki kez analiz edilmiş olup, daha sonra STEM eğitimi alanında çalışmaları olan doktor unvanına sahip bir fen eğitimi uzmanı ile analiz sonuçları, veri analizinin güvenilirliğini sağlamak için tartışılmış, görüş ayrılığı yaşanan kodlar işaretlenmiş, tartışma sonunda görüş birliğine varılmıştır. Elde edilen kodlar sayılarak söylem frekansları belirlenmiştir. Gallagher ve Aschner (1963)'ın analitik çerçevesi kullanılarak toplam 296 üretken düşünme söylemi belirlenmiş, bu söylemler tek tek kelimelerden oluşabildiği gibi, kelime öbekleri, cümleler ve diyalogları da içermektedir. Bu görüşmelerden %82,7'si ikinci ve üçüncü çözüm önerilerini oluştururken kullandıkları söylemlerden oluşmaktadır. İlk çözüm önerileri ise toplam söylemlerin %17,2 sini içermektedir. İkinci çözüm önerilerinin oluşturulması, projenin tasarlanması için yaratıcı ve özgün fikirlerin geliştirildiği günlere denk gelirken, üçüncü çözüm önerileri grup tasarımını oluşturmak için tartışmalara yer verilen, en iyi fikirlerin seçildiği ve değerlendirildiği, grup sunumlarının bütün sınıfın önünde birlikte değerlendirildiği günlere denk gelmektedir. İlk çözüm önerileri ise henüz araştırma sorgulama sürecine girilmediğinden, mevcut bilgiler doğrultusunda tasarımın yapıldığı bir sürece denk gelmektedir. Analizlerden elde edilen verilerin karşılaştırılması için, her çözüm önerisindeki toplam söylem sayısının, üretici düşünme süreçlerine göre yüzdelere bakılarak yorumlanmıştır. Örneğin Ayçiçeği grubunun ilk çözüm önerisinde toplamda 13 söylem elde edilmiş, bunlardan 10 tanesi üretici düşünmenin bilişsel süreç basamağına, 2 tanesi yakınsak düşünme basamağına, 1 tanesi de ıraksak düşünme basamağına uygundur ve değerlendirmeli düşünme basamağına uygun hiç söylem yoktur. Toplam 13 söylem %100 kabul edilip, bu söylemlerin %76,9'u bilişsel sürece, %15,4'ü ıraksak düşünmeye, %7,7'si ıraksak düşünmeye ve %0'ı değerlendirmeli düşünmeye denk gelmektedir. Araştırmaya ait bulgular, frekanslardan elde edilen

grafiklere göre “Araştırmanın ‘Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin üretici düşünme becerileri üzerinde bir etkisi var mıdır?’ problemine ilişkin bulgular” başlığında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3.4. Sonuçların Paylaşılması

Sonuçlar, araştırma bulguları ve sonuç tartışma ve öneriler başlığı altında ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3.4. Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenirliği

Eylem araştırmalarında, araştırmacının yanlılığın sürece karışma olasılığı yüksek olduğundan, çalışmanın her aşamasında alanında uzman kişilerin görüşüne başvurulması oldukça önemlidir (Büyüköztürk vd., 2018). Hem uygulamanın tasarlanması ve uygulanmasında hem de verilerin toplanmasında ve analizinde uzman görüşleri alınmıştır. Ayrıca etkinlik 1. Uluslararası STEM Öğretmenler Konferansı (2019)’nda sözlü bildiri şeklinde sunulmuş olup, STEM alanında uzman kişilerden dönütler alınmıştır. Probleme dayalı yaklaşıma uygun şekilde hazırlanan etkinlik, proje tabanlı olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin analiz ve bulgular 2. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi (FMGT-2020)’nde sunulmuş, alan uzmanlarından alınan dönütler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Etkinliğin uygulanması sırasında süreç boyunca STEM alanında bir uzman derse katılarak, sürecin doğru yönetilmesine destek sağlamıştır.

Araştırmanın geçerliliği ve güvenirliliği için mümkün olduğunca çok kaynaktan veri toplanmıştır. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını ölçmek için Fives vd. (2014) tarafından oluşturulan ve Şahin (2018) tarafından uyarlanan Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği, ancak bu ölçek bilimsel okuryazarlığın tüm boyutlarını ölçmediği için bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme Akademik Başarı Testi ile bilimsel okuryazarlığın bilgi boyutu da ölçülmüştür. Üretici düşünme becerilerinin

ölçülmesi için STEM etkinlik kitapçığı, kamera kaydı (veri kaybını önlemek için), fotoğraflar, öğretmen ve uzman gözlemleri gibi farklı veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Veri analizinin geçerlik ve güvenilirliğine ilişkin alınan önlemler verilerin analizi başlığında ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Farklı kaynaklardan elde edilen bu verilerin analizi ile elde edilen bulgular birbirini destekleyecek şekilde ilişkilendirilerek yorumlanmış ve sunulmuştur.

Eylem araştırmalarının bir önemli özelliği de sonuçların, sorunun çözümü olup olmadığıdır. Analizlerden elde edilen sonuçların problemin çözümüne ve alan yazına katkı sağlayacağı araştırmanın bulgu ve sonuçlarıyla sunulmuştur. Buna ek olarak, bazı araştırmacılarca eylem araştırmalarında döngünün tekrarlanmasının geçerliliği ve güvenilirliği arttıracığı (Gürgür, 2017) yönünde görüşler olsa bunun yapılmasının zorunluluk olmadığı da belirtilmektedir (Turhan Türkkkan vd., 2019). Çalışmadan çıkarılan sonuca göre, eylem araştırmalarında pilot uygulamaların yapılmasına yönelik bir görüş olmadığı, bu durumun deneysel araştırmalardan etkilenilmesinden kaynaklı olduğu ifade edilmektedir. Nitekim bu araştırmada ilk döngüde beklenen sonuçlar elde edildiği, probleme çözüm bulunduğu için tekrar edilmesine gerek kalmamıştır.

Eylem araştırmalarının bir plan dahilinde yürütülmesi ve problemin çözülebilmesi için yeterli zamanın olması önemlidir (Büyüköztürk vd., 2018). Bu araştırmada planlama yapılmış (bkz., Şekil 3.2.), problemin çözülebilmesi için zaman yeterli olmuştur. Transfer edilebilirliği sağlayabilmek için eylem planı, uygulandığı ortam, örneklem ve uygulama süreci mümkün olduğunca ayrıntılı olarak betimlenmiştir. Ek olarak, nitel veriler farklı zamanlarda 3 defa kontrol edilmiş, uzman desteği alınarak bazı verilerin yorumu değiştirilmiştir. Nitel bulgular doğrudan alıntılarla desteklenmiş, yaşanan süreç objektif bir şekilde yansıtılmaya çalışılmıştır. Benzer bağlamlarda benzer uygulamaların yapılabilmesi amacıyla veriler detaylı şekilde rapor haline getirilmiştir.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde PB-STEM eğitimi ile yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşüncülerinin geliştirilmesi amacıyla yürütülen bu eylem araştırmasının sonuçlarının değerlendirilmesi ile ilgili bulgular araştırmanın alt problemlerine göre alt başlıklar halinde sunulmaktadır.

4.1. Araştırmanın “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlıkları üzerinde bir etkisi var mıdır?” Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci problemine yönelik bilimsel okuryazarlık ölçeği ve akademik başarı testi ön test ve son test olarak uygulanmış ve araştırma bulguları aşağıda sunulmuştur.

4.1.1. Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği Verilerinden Elde Edilen Bulgular

Bilimsel okuryazarlık ölçeği iki bölümden oluşmaktadır. İki ayrı bölüm için yapılan analizlerden elde edilen bulgular “Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık (BO-S) Testine İlişkin Bulgular” ve “Bilime Yönelik Motivasyon ve İnançlarına (BO-Mİ) Yönelik Bulgular” başlıkların ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.1.1.1. Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık (BO-S) Testinden Elde Edilen Bulgular

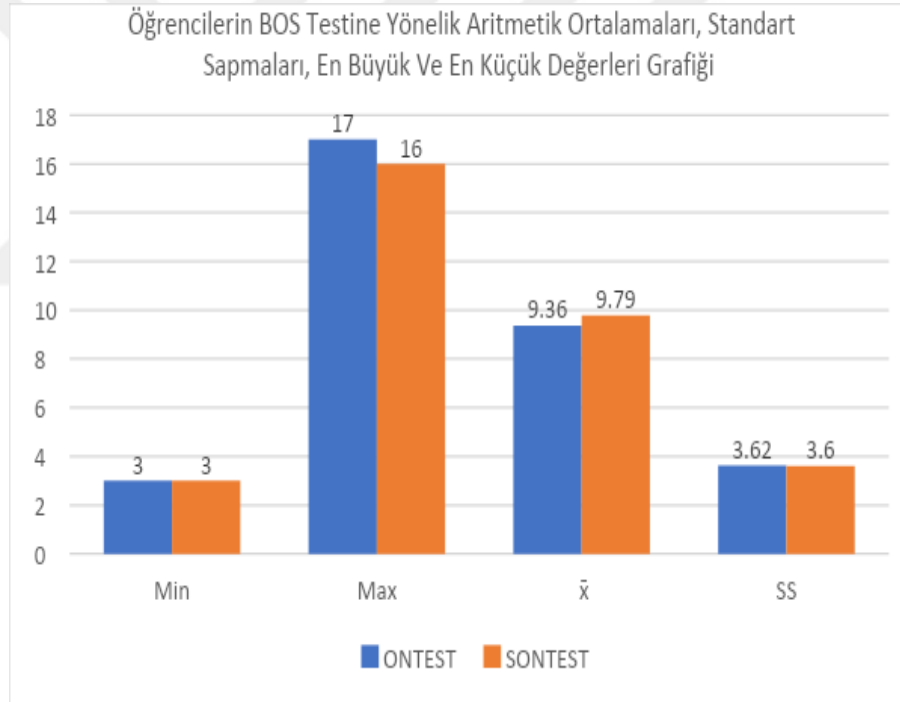
Öğrencilerin bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusundaki sergilenen bilimsel okuryazarlıklarına ilişkin ön test ve son test puanlarının aritmetik

ortalamları, standart sapmaları, en büyük ve en küçük puanlarına ilişkin bulgular tablo 4.1.'de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Öğrencilerinin BOS Testine Yönelik Aldıkları Puanlar, Aritmetik Ortalamaları, Standart Sapmaları, En Büyük ve En Küçük Değerleri

	N	Min	Max	$\bar{x}$	SS
ONTEST	28	3,00	17,00	9,36	3,62
SONTEST	28	3,00	16,00	9,79	3,60

Tablo 4.1. incelendiğinde öğrencilerin sergilenen bilimsel okuryazarlık testinden aldığı puanlar 3 ile 17 puan arasında değişirken, uygulama sonrasında 3 ile 16 puan arasında değişim göstermektedir. Uygulama öncesi ön test puan ortalamaları 9,36 iken, uygulama sonrasında son test puan ortalamaları 9,79 olmuştur (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Öğrencilerin BOS testine yönelik aritmetik ortalamaları, standart sapmaları, en büyük ve en küçük değerleri grafiği

Şekil 4.1. incelendiğinde PB-STEM eğitimi uygulamasının, öncesinde ve sonrasında ortalamalarda görülen artış, öğrencilerin sergilenen bilimsel okuryazarlıklarında anlamlı yönde değişim olduğunu göstermektedir. Değişimi değerlendirmek üzere Wicoxon işaretli sıralar testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.2.'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. BOS Testi'ne Yönelik Sınıfın Tamamına Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

Son test Ön test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p	Açıklama
Negatif	9	10,89	98,00	-2,213	0,027	p<0,05 anlamlı fark vardır.
Pozitif	18	15,56	280,00			
Eşit	1					
Toplam	28					

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.2. incelendiğinde, araştırmaya katılan sergilenen bilimsel okuryazarlık testinden aldıkları ön test- son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($Z=-2,213$, $p=0,027<0,05$). Fark puanlarının pozitif sıralar (son test) lehine olması, PB-STEM Uygulama sürecinin öğrencilerin sergilenen bilimsel okuryazarlıkları üzerine anlamlı etkisinin olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.1.1.2. Bilime Yönelik Motivasyon ve İnanç Testinden Elde Edilen Bulgular

PB-STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin bilime yönelik motivasyon ve inançlarına etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.3.'da sunulmuştur.

Tablo 4.3. BO-MI Testi'ne Yönelik Alt Boyutlara Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

Alt Boyutlar	Son test Ön test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p	Açıklama
Konu Değeri	Negatif	5	12,30	61,50	-2,342	0,019	p<0,05 Anlamlı fark vardır.
	Pozitif	1	11,92	214,50			
		8					
	Eşit	5					
	Toplam	2					
Özyeterlilik	Negatif	9	8,28	74,50	-2,380	0,017	p<0,05 Anlamlı fark vardır.
	Pozitif	1	15,66	250,50			
		6					
	Eşit	4					
	Toplam	2					
Epistemolojik İnançlar	Negatif	1	16,06	257,00	-2,073	0,038	p<0,05 Anlamlı fark vardır.
		6					
	Pozitif	1	9,40	94,00			
		0					
	Eşit	2					
Toplam		2					
		8					

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.3. incelendiğinde, araştırmaya katılan öğrencilerin bilimsel okuryazarlık-bilime yönelik motivasyon ve inanç testinin tüm alt boyutlarından aldıkları ön test- son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu sonuç PB-STEM uygulamalarının öğrencilerin Bilime yönelik motivasyon ve inançlarına ilişkin motivasyon, konu değeri ve epistemolojik inançlar boyutunda olumlu etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.1.1. Akademik Başarı Testinden (ABT) Elde Edilen Bulgular

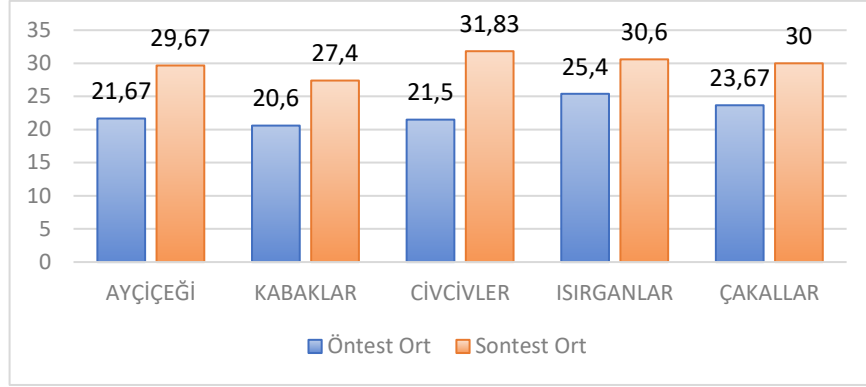
Proje tabanlı STEM eğitiminin öğrencilerin bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusundaki akademik başarılarına etkisine ilişkin ön test ve son test puanlarının aritmetik ortalamaları, standart sapmaları, en büyük ve en küçük puanlarına ilişkin bulgular tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Öğrencilerin Akademik Başarılarına İlişkin Ön Test ve Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalamaları, Standart Sapmaları, En Büyük ve En Küçük Puanlarına İlişkin Bulgular

Testler	N	Min	Max	$\bar{x}$	SS
ONTEST	28	7	35	22,54	7,52
SONTEST	28	13	39	29,96	7,13

Tablo 4.4. incelendiğinde, öğrencilerin ABT' den aldığı puanlar 7 ile 35 puan arasında değişirken, uygulama sonrasında 13 ile 39 puan arasında değişim göstermektedir. Uygulama öncesi ön test puan ortalamaları 22,54 iken, uygulama sonrasında son test puan ortalamaları 29,96 olmuştur.

Grupların STEM temelli etkinlik uygulaması öncesi ve sonrası akademik başarılarındaki değişimi karşılaştırmak amacıyla oluşturulan, öğrencilerin akademik başarılarının grup ortalamalarına ilişkin ön test ve son test karşılaştırması grafiksel olarak şekil 4.2.'de sunulmuştur.



Şekil 4.2. Öğrencilerin Akademik Başarılarının Grup Ortalamalarına İlişkin Ön Test-Son Test Sonuçları

Şekil 4.2.'de Ayçiçeği grubunun uygulama öncesi puan ortalamasının 21,67 iken, uygulaması sonrasında 29,67 olduğu; Kabaklar grubunun uygulama öncesi puan ortalamasının 20,6 iken, uygulaması sonrasında 27,4 olduğu; Cıvcıvler grubunun uygulama öncesi puan ortalamasının 21,5 iken, uygulaması sonrasında 31,83 olduğu; Isırganlar grubunun uygulama öncesi puan ortalamasının 25,4 iken, uygulaması sonrasında 30,6 olduğu; Çakallar grubunun uygulama öncesi puan ortalamasının 23,67 iken, uygulaması sonrasında 30,00 olduğu görülmektedir.

PB-STEM eğitimi uygulanmak üzere oluşturulan öğrenci gruplarının uygulama öncesi ön test puan ortalamaları ile uygulama sonrası son test puan ortalamaları arasında artış olduğu görülmektedir. Bu sonuç PB-STEM eğitimi uygulamasının öğrencilerin grup başarılarının artmasında olumlu etki ettiği şeklinde yorumlanabilir.

PB-STEM uygulamalarının tüm sınıftaki öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Akademik Başarı Testine Yönelik Deney Grubuna Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

Son test – Ön test	N	Ortalama Sıra	Sıra Toplamları	Z	p	Açıklama
Negatif	0	0,00	0,00	-4,626	0,000	p<.05 anlamlı fark var
Pozitif	28	14,50	406,00			
Eşit	0					
Toplam	28					

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.5. incelendiğinde öğrencilerin akademik başarı testinden aldıkları ön test- son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($Z=-4,626$, $p=0,000 < 0,05$). Fark puanlarının pozitif sıralar (son test) lehine olması, PB-STEM eğitimi uygulama sürecinin öğrencilerin akademik başarı üzerine anlamlı etkisinin olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, PB-STEM eğitiminin, öğrencilerin bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusundaki akademik başarılarının gelişiminde olumlu etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.2. Araştırmanın “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Üretici Düşünme Becerileri üzerinde bir etkisi var mıdır?” Problemine İlişkin Bulgular

Süreçte uygulanan PB-STEM eğitiminin, öğrencilerin üretici düşünme becerilerine etkisini belirlemek amacıyla 5 gruba ait kamera kayıtları ve etkinlik kitapçıları Gallagher ve Aschner (1963)’ın üretici düşünmenin analitik çerçevesinde yer alan bilişsel bellek, yakınsak düşünme, ıraksak düşünme ve değerlendirici düşünme süreçlerine göre incelenmiş ve söylem analizinden elde edilen sonuçlarına ilişkin bulgular sunulmuştur.

Öğrencilerin araştırma-sorgulama süreci öncesi (birinci çözüm önerisi/tasarım), sonrası (ikinci çözüm önerisi/revize etmek) ve en iyi çözümlerini sunmaları ve seçimlerini oluşturmaları (üçüncü çözüm önerisi/iletişim kurmak) sırasında sınıfı ikna etmeleri için gerekli tartışmaları yaptıkları çözüm önerileri incelenmiş ve üretici düşünmenin bilişsel süreç, yakınsak düşünme, ıraksak düşünme ve değerlendirmeli düşünme sınıflandırması bakımından kullandıkları çeşitli düşünme modlarına ait söylemler, söylem analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiş, bulgular işbirlikçi gruplara ve çözüm önerilerine göre ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

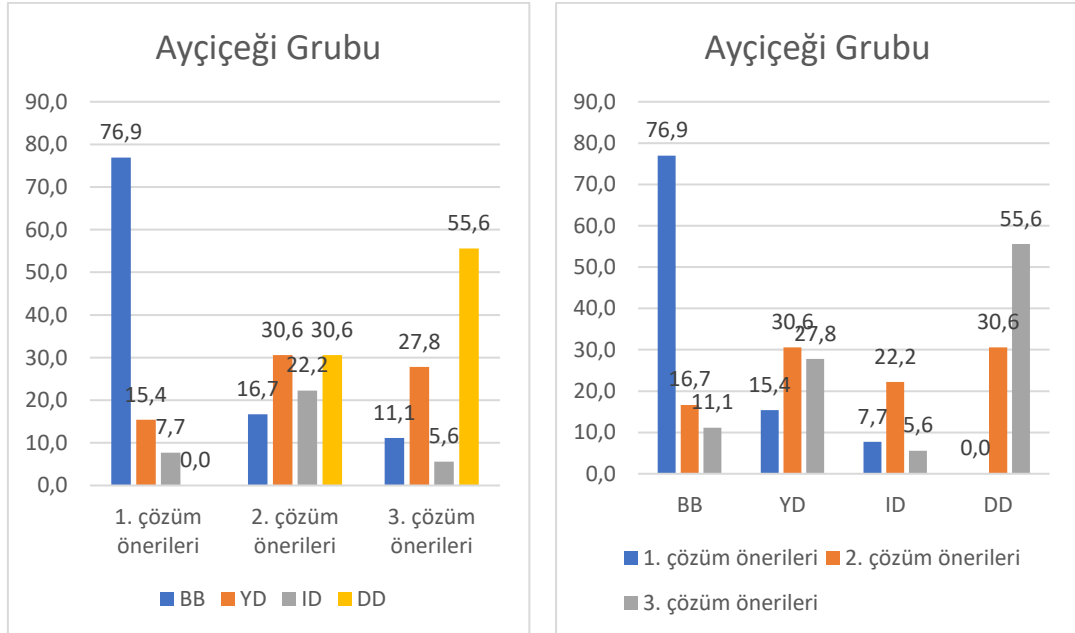
4.2.1. Grupların Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime Ait Bulgular

Öğrencilerin üretici düşünme becerilerindeki değişimler, üç aşamada incelenmiştir. İlk çözüm önerileri problemi tanımladıktan sonra, ikinci çözüm önerileri araştırma-sorgulama sürecinin ardından, üçüncü çözüm önerileri ise en iyi çözümü seçme ve sunma aşamasındaki söylemleri kapsamaktadır.

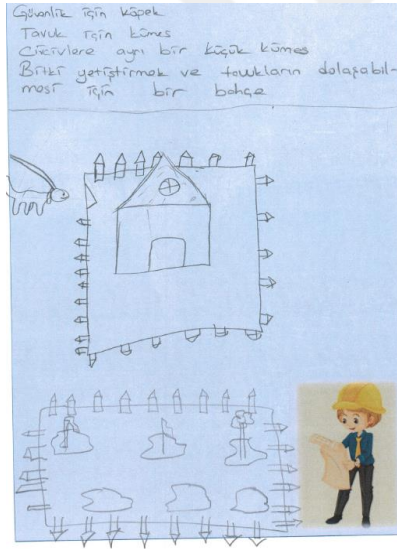
Grupların üretici düşünme becerilerindeki değişimlere ait bulgular, her grup için ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

4.2.1.1. Ayçiçeği Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular

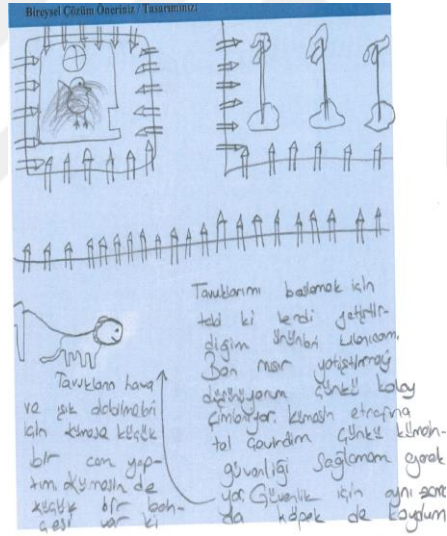
Öğrencilerin sağlıklı yumurtalar elde etmek için kurulması gereken çiftlik problemini tanımladıktan sonra araştırma sorgulama sürecine geçmeden önce ilk grup çözüm önerilerini oluşturmaları istenmiştir. Ayçiçeği grubu öğrencilerinin çözüm önerilerine ilişkin kamera kayıtları ve STEM etkinlik kitapçığından elde edilen söylemlere ait oranlar (%) şekil 4.3.'te verilmiştir.



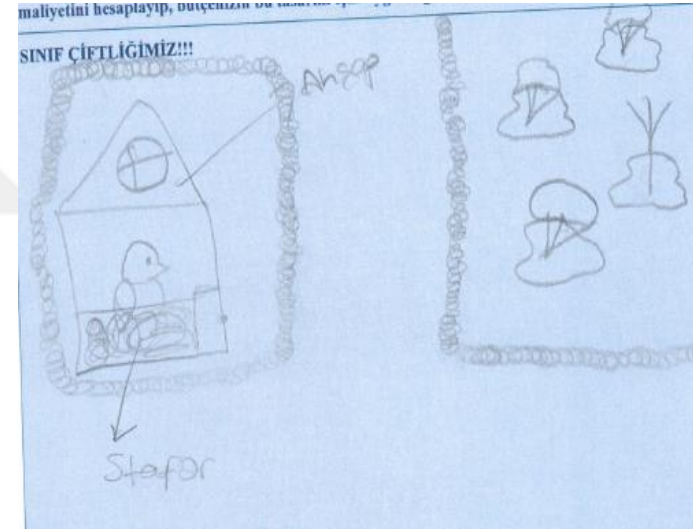
Şekil 4.3. Ayçiçeği Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular



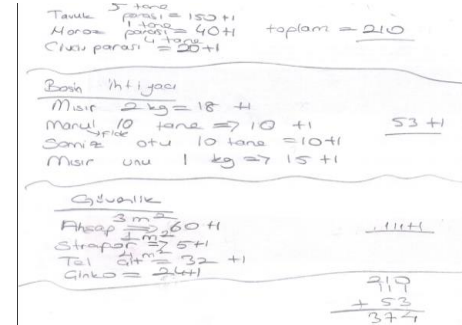
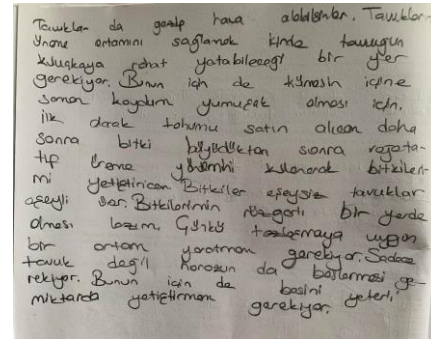
Birinci Çözüm önerisi



İkinci Çözüm Önerisi



Üçüncü Çözüm Önerisi



Şekil 4.4. Ayçiçeği Grubunun Çiftlik Tasarımına İlişkin Çözüm Önerilerine Ait Çizimleri ve Yazılı Söylemleri

Ayçiçeği grubunun, ilk çözüm önerilerinde bilişsel bellek, yakınsak düşünme, ıraksak düşünmeyi gerektiren söylemler olduğunu görülmektedir. Öğrencilerin ilk çözüm önerilerini oluşturabilmek için bilişsel bellek düzeyinde yanıtların yüksek oranda (%76,9) görülmesi beklendik bir durumdur. Burada ilginç olan, henüz araştırma-sorgulama sürecine girmedikleri halde bazı söylemlerin yakınsak düşünme (%15,4) ve ıraksak düşünme (%7,7) süreçlerinde görülmesidir. Bu durum düşük oranda da olsa öğrencilerin beklenen sonuç ve cevaplar verebildiklerini, bilgiyi tahmin edebildiklerini, kendi çözümlerini üretebildiklerini göstermektedir. İlk çözüm önerisinde değerlendirmeli düşünme sürecinde bir söylem olmaması beklenen bir durumdur. Çünkü değerlendirmeli düşünme süreci üst düzey düşünme becerilerini gerektirdiği gibi öğrencilerin bilgiyi değerlendirmelerini, seçimlerini gerekçelendirmelerini, düşüncelerini savunmalarını gerektirir. Örneğin aşağıdaki alıntı, bilgiyi tahmin eden, çıkarımlar yapan, yapılandıran, kendi çözümlerini üreten (İraksak Düşünme) bir grup öğrenciye aittir:

“A2: Çekilen çitlerin aralıklarını biraz daha az tutsak mı? Cıvcıvler buradan geçemezler mi sence?”

A3: Nasıl kaçacak oradan, tel ve çit varken?”

A2: Çit koyunlar için kullanılır, horoz ve tavuklar için altıgen teller var ya onlar daha uygundur.

Grup Üyeleri: huuummmmm. Tamam”

Öğrenciler burada varsayımlarından yola çıkarak güvenlik tedbirleri almak istemiş, elindeki sınırlı bilgilerle kendi çözümünü üretmişlerdir. Ancak böyle bir söylemde öğrencilerin bilgiyi yapılandırdıkları, kendi çözümlerini ürettikleri görülse de bilimsel bilgiyi yeteri kadar kullanamadıkları, gerekli ayrıntılandırmaları yapamadıkları görülmektedir. Nitekim ikinci çözüm önerilerini sunmadan önce öğrenciler, mini tasarım ve araştırmalarla araştırma-sorgulama sürecine girmişlerdir. Şekil 4.3.’te Ayçiçeği grubunun ikinci çözüm önerilerinden elde edilen bulgulara bakıldığında bilişsel bellek (%16,7), yakınsak düşünme (%30,6), ıraksak düşünme (%22,2) ve değerlendirmeli düşünme (%30,6) oranları görülmektedir. Bu süreçte bilişsel bellek

söylemlerinde azalma olurken yakınsak, ıraksak ve değerlendirmeli düşünme söylemlerinde artış olduğu görülmektedir. Öğrenciler oluşturdukları ilk çözüm önerilerini bilimsel gerekçeler göstererek revize etmişler ve geliştirme fırsatı yakalamışlardır. Bu süreçte öğrencilerin değerlendirmeli düşünme süreçlerini içeren söylemler kullandıkları görülmektedir. Ayrıca ıraksak ve yakınsak düşünme söylemlerinde de artışlar olmuştur. Öğrenciler ikinci çözüm önerilerini tasarlamadan önce, ilk tasarımlarında eksik kalan bilgileri tamamlamaları için araştırma sorgulama sürecine teşvik edildiler, geri bildirimlerle desteklendiler ve tasarımlarında gerekli değişimleri yaptılar. Örneğin öğrencilerden biri arkadaşlarını güvenli bir barınak yapmak konusunda ikna etmeye çalışırken aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır:

“A1: Tavuk eşeyli üreyen bir canlıdır. Kuluçkaya yatar ve yumurtalarını koyabilmesi için güvenli bir yere ihtiyacı vardır. Kuluçkaya yatması için güvenli bir barınak yapacağım. Hava alabilmeleri için pencereler açacağım.”

Yine bir diğer öğrenci ise tavukların beslenmesi için çiftlikte yetiştirilmesi gereken besinler konusunda grup arkadaşlarını ikna etmek için aşağıdaki cümleyi kullanmıştır:

“A3: İlk olarak tohumu satın alacağız, daha sonra bitki büyüdükten sonra vejetatif üreme yöntemini kullanarak bitkileri yetiştireceğiz.”

Bu iki öğrenci söyleminde de öğrencilerin bilimsel gerekçeler kullanarak bilgiyi değerlendirdikleri, gerekçelendirdikleri, seçimlerini savundukları, mevcut alternatifler arasından karar verdikleri görülmektedir. Bu aşamada öğrenciler kriterlere ve sınırlamalara daha çok odaklanmışlardır. Revizyon sürecinde bu beklenen bir durumdur. Öğrencilerin eski çözümlerini değiştirmeleri veya yeni fikirler üretmeleri olasıdır.

Başka bir öğrenci ise tavukların beslenmesi için,

“A1: Tavukların beslenebilmesi için pancar ekeceğim; çünkü tohumla çoğalıyor, sonra fide oluyor, böylece pancar üretebilirim.”

şeklinde söyleminde öğrencinin bilimsel gerekçelendirme yaparak beklenen bir sonuca ulaştığı görülmektedir. Tavukların beslenebileceği ve tohumla çoğalan bir besini tercih etmesi araştırma-sorgulama sürecinde elde ettiği bilgiyi kullanabildiğini göstermektedir.

PB-STEM sürecinin her aşamasında ihtiyaç duyulduğunda araştırma-sorgulama sürmüştür. Etkinlik kitapçığı hazırlanırken, ikinci çözüm önerilerinden sonra öğrencilerin ekte yer alan market kataloğunu kullanarak kriter ve sınırlamalara yeniden yoğunlaşmaları, bilgilerini farklı bir bakış açısıyla tartışmaları ve tasarladıkları projede eksikler varsa onları tamamlamaları istenmiş, ayrıca kitapçığın sonunda yer alan market kataloğunu kullanarak, maliyet hesapları yapmaları beklenmiştir. Genel anlamda çiftliğin sürdürülebilir olması ve öğrencilerin girişimcilik becerilerini kullanmaları için son bir fırsat daha verilmiştir. Proje tasarlama sürecinin bu aşaması öğrencilerin birinci çözüm önerilerinde yaptıkları planlama ve ikinci çözüm önerilerindeki revize aşamaları boyunca ürettikleri fikirler hakkındaki düşüncelerini pekiştirmelerine olanak sağlar. Şekil 4.3.'teki Ayçiçeği grubunun üçüncü çözüm önerilerinden elde edilen bulgulara bakıldığında bilişsel bellek (%11,1), yakınsak düşünme (%27,8), ıraksak düşünme (%5,6) ve değerlendirmeli düşünme (%55,6) oranları görülmektedir. Artık bu aşamada öğrencilerin en iyi çözüm önerilerini bütün sınıfa sunmaları gerektiğinden hem grup üyelerini hem de oluşturacakları sunumla bütün sınıf arkadaşlarını ikna etmeleri gerekmektedir. Bu nedenle seçimlerini savunmaları, gerekçelendirmeleri, önceliklendirebilmeleri, mevcut alternatifler arasından kriter ve sınırlamalara en uygun olan çözüm önerilerini seçmeleri gerekmektedir. Bu süreçte, eksik bilgilerini tamamlamaları, analiz etmelerini gerektiren yansıtıcı fikirlere rastlamak mümkün olmuştur. Proje tasarlama süreci için öğrencilerin ıraksak düşünme söylemlerini oldukça düşük oranda kullanmaları bizi şaşırtmak yerine, beklenen bir durum olarak değerlendirilmelidir. Çünkü bu aşama öğrencilerin yeni fikirler üretmesi için çok da elverişli bir aşama olmaktan çok, ürettikleri fikirlerin doğruluğu, eksik bilgilerin tamamlandığı ve bu bilgilerin değerlendirildiği, nihai kararların verildiği bir aşamadır. Bu nedenle öğrencilerin gerçek bilgileri hatırlandığı, projeye/çözüme nelerin dahil edilmesi gerektiği konusunda fikir birliğine varılması gereken, sınıfın sorunun çözümüne ilişkin ikna

edilmesi gereken, bilişsel, yakınsak ve değerlendirmeli düşünmenin bir arada kullanıldığı diyalogların kullanıldığı söylemler yer almaktadır.

A3: Tavuğun fiyatı 30 tl. 5 tavuk alacağız.

A1: 150 tl yapıyor. 2 horoz mu alalım.

A3: 2 tane alalım.

A1: 80 tl yapıyor. 4 adet civciv alalım. 20 tl ucuz.

A3: Ben maliyetinden kaçıyorum. Siz sürekli masraf çıkarıyorsunuz. Toplam 250 tl zaten canlılara gitti.

A4: Horoz kaç tane olmalı?

A3: 2 tane.

A4: Bence 1 tane alalım.

A1: Civcivin de horoz olma ihtimali var.

A2: Yeni üreteceklerimiz de var.

A3: Bence bu kadar civcive gerek yok.

A1: Civcivin ölme ihtimali var bir de büyüüp gelişemeyebilir.

A3: Bence bu sayılar iyi.

A2: Ama 1 horoz 40 tl yaaa

A3: Sanki bütçe çok düşecek. Çok fark etmedi ki.

A1: 5 tavuk için 1 horoz yeterli değil mi?

A2: Kesinlikle yeterli.

A1: Civciv de almalıyız. Diğer tavuklarda bir hastalık söz konusu olursa onlar çiftliğin devamlılığını sağlar. Ayrıca civcivlerin horoz çıkma ihtimalleri de var.”

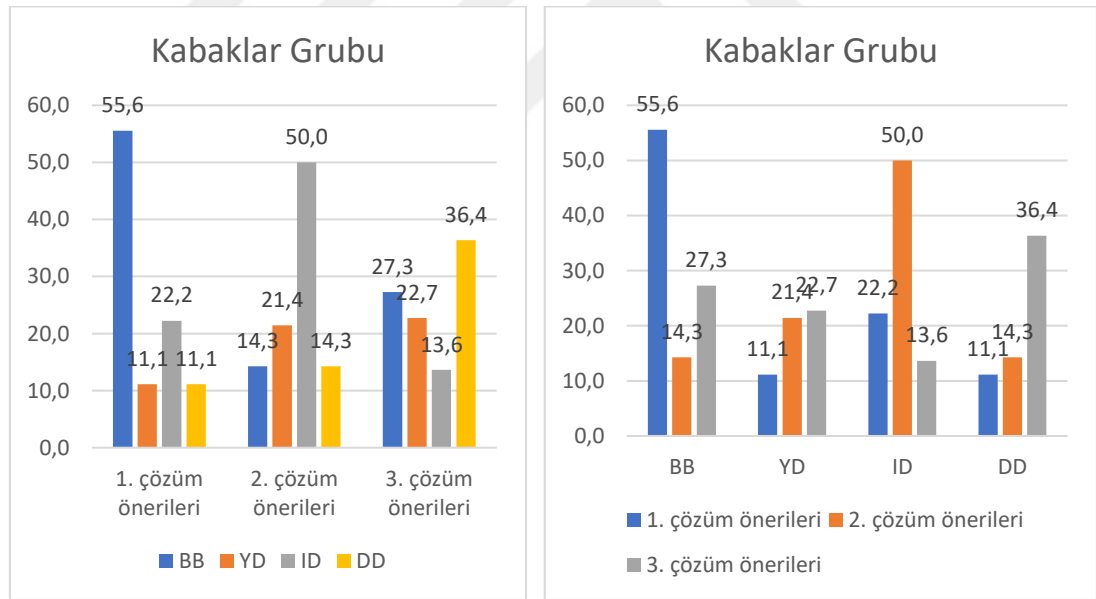
İşte bu grup diyalogunda, öğrenciler kümes popülasyonunu belirlerken kümeste yer alan canlıları üreme, büyüme ve gelişmeleri açısından değerlendiriyorlar. Seçtikleri dişi, erkek ve yavru bireylerin çiftliğin sürdürülebilirliği, kurulum maliyeti açısından seçimler yapmalarını, kararlarını vermelerini ve kriterler ve sınırlamalar bağlamında problemin çözülmesinde deneyimlerine ve bilgiye odaklanmalarını içermektedir.

Tüm bulgular değerlendirildiğinde Ayçiçeği grubu öğrencilerinin çiftlik tasarımı ile ilgili olarak üretici düşünmenin süreçlerini çözüm önerilerinin tüm aşamalarında

kullandıkları ve ikinci ve üçüncü çözüm önerilerinde üst düzey bir düşünme biçimi olan ıraksak düşünme ve değerlendirici düşünme süreçlerine yer verdikleri görüldüğünden üretici düşünme becerilerinde gelişim gösterdikleri şeklinde yorumlanabilir. Nitekim bu sonucun ortaya çıkmasında araştırma-sorgulama sürecinde yer verilen mini araştırma ve tasarımların da büyük katkısının olduğu söylenebilir.

4.2.1.2. Kabaklar Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular

Kabaklar grubunun sağlıklı yumurtalar elde etmek için kurulması gereken çiftlik problemini tanımladıktan sonra araştırma sorgulama sürecine geçmeden önce ilk grup çözüm önerilerini oluşturmaları istenmiştir. Kabaklar grubu öğrencilerinin çözüm önerilerine ilişkin kamera kayıtları ve STEM etkinlik kitapçığından elde edilen söylemlere ait oranlar (%) şekil 4.5.'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Kabaklar Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular

Ayçiçeği grubuna benzer şekilde, Kabaklar grubunda da ilk çözüm önerilerinde bilişsel bellek, yakınsak düşünme, ıraksak düşünmeyi gerektiren söylemler görülmektedir. Bu grupta Ayçiçeği grubundan farklı olarak ilk çözüm önerilerinde değerlendirmeli düşünme sürecine ait bulgulara rastlandığı dikkat çekmektedir. Öğrencilerin çözüm önerilerini oluşturabilmek için bilişsek bellek düzeyinde yanıtların yüksek oranda (%55,6) görüldüğü ve bunun beklendik bir durum olduğu söylenebilir. Yakınsak düşünme (%11,1) ve ıraksak düşünme (%22,2) süreçlerinde de söylemler olduğu şekil 4.5.'te görülmektedir. Bunların yanı sıra ilk çözüm önerilerinde beklenmedik bir şekilde üst düzey düşünme süreci olan değerlendirmeli düşünmeyi (%11,1) içeren söylem olduğu görülmektedir. Örneğin aşağıdaki alıntı, öğrencinin değer ve kendi seçimini içeren (Değerlendirmeli düşünme) bir söylemdir:

"K4: Şimdi korumaya geçelim. Şuraya kulübe yapalım, köpek kulübesi?"

K5: Paramız yetecek mi?"

K4: Ben zaten köpek alacaktım. Onu getiririm. Doberman gelecek ama yavru, büyür mü onu bilemiyorum."

Yukarıdaki diyalogda öğrencilerin seçimlerini gerekçelendirdikleri, alternatif çözümler üretmeye çalıştıkları görüldüğünden değerlendirmeli düşünme sürecinde bir bulgu olarak kabul edilmiştir. Problemin kriter ve sınırlamalarına dikkat ettikleri, bu sırada son çözüm önerilerinde, odaklanmalarını beklediğimiz bütçe sınırlamasını konuştukları da görülmektedir. Ancak böyle bir söylemde öğrenciler kişisel deneyimlerine odaklanmış olsalar da bu deneyimlerin bilimsel ifadeler içermedikleri, gerekli ayrıntılandırmaları yapamadıkları görülmektedir. Mini tasarım ve araştırmalarını tamamlayan öğrenciler ikinci çözüm önerilerini geliştirmek için yeniden problemin kriter ve sınırlılıklar bağlamında bireysel çözüm önerilerini değerlendirmişler ve grup tasarımlarını iyileştirmek için tartışmalara başlamışlardır. Şekil 4.5.'te Kabaklar grubunun ikinci çözüm önerilerinden elde edilen bulgulara bakıldığında bilişsel bellek (%14,3), yakınsak düşünme (%21,4), ıraksak düşünme (%50,0) ve değerlendirmeli düşünme (%14,3) oranları görülmektedir. İkinci çözüm önerilerinde bilişsel bellek söylemleri oranında azalma olurken özellikle ıraksak

düşünme söylemleri oranında iki kattan fazla artış olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi araştırma-sorgulama sırasında edindikleri bilgileri varsayımlardan yola çıkarak çıkarımlar yaparken kendi çözümlerini üretmek için kullanmış olmaları şeklinde açıklanabilir. Ayrıca ıraksak ve değerlendirmeli düşünme söylemleri oranında da artışlar olmuştur. Örneğin tavukların sağlıklı yumurtalar verebilmesi için sağlıklı besinlerle beslenmesi gerektiğini tartışan öğrencilerden birinin verdiği aşağıdaki gibi bir cevap artık ıraksak düşünme sürecine ait bir söylemdir.

“K4: Ekim alanındaki bölümlere mısır, buğday ekmeliyiz, tavukların yiyebileceği ve üretimi kolay ürün olduğundan uygun buluyorum.”

Yine başka bir öğrenciye ait olan söyleme bakıldığında çiftliğin güvenliği konusunda tartışırken kendi çözümünü ürettiğini görmekteyiz.

“K5: Ben acil çıkış kapısı koydum.

K3: Acil çıkış kapısı ne işe yaracak, neden koydun ki?

K5: Diyelim ki bir sansar geldi. Av olmamak için kaçabileceği bir kapı bu. Oradan arkaya dolanıp kaçabilecek.

K3: Labirent gibi olmuş. Labirent mi yaptın yani? Tavuklar kümeste değil sanki villada yaşıyorlar.”

Bu aşamada öğrenci çözüm üretmiş olsa da hala grubu tam olarak ikna edebilmiş değildir ve çözüm önerisi diğer grup üyeleri tarafından eleştirilmiştir. Yani burada sadece çözümü üreten öğrencinin değil, grubun tamamının bilgiyi değerlendirdiğini ve mevcut alternatifler arasından karar vermeye çalıştıklarını da görmekteyiz.

Üçüncü çözüm önerilerini oluştururken girişimcilik ve sürdürülebilirlik konularına odaklanan öğrenciler aynı zamanda diğer kriter ve sınırlamalar (güvenlik, besin üretimi, maliyet, popülasyon, sıfır atık, üreme-büyüme ve gelişme için uygun ortam sağlamak) üzerinde de bu bağlamda iyileştirmeler yapmak istediler. Artık bu nihai tasarımı bütün sınıfa sunup, arkadaşlarını ikna etmeleri gerektiğinden, grup üyelerinin her birinin çözümünü en iyi şekilde değerlendirip, karar vermeleri gerekmektedir.

Nitekim bu düşünceyi doğrular bulgularla karşılaşmıştır. Artık şekil 4.5.’teki Kabaklar grubunun üçüncü çözüm önerilerinde bilişsel süreç (%27,3), yakınsak düşünme (%22,7), ıraksak düşünme (%13,6) ve değerlendirmeli düşünme (%36,4) süreçlerinde söylem oranları görülmektedir. Daha önceki çözüm önerilerine bakıldığında son çözüm önerilerindeki söylemler incelendiğinde değerlendirmeli düşünme sürecini içeren söylemlerin oranında önemli bir artış (2,5 kat) olduğunu söylemek mümkündür. Kabaklar grubunun üçüncü çözüm önerilerinde değerlendirmeli düşünme sürecine ait bir örnek söylem aşağıda paylaşılmıştır.

“K1: Bitkilerin yetişmesi için 3 aylık süre lazım. Bu süre içinde yem satın almalıyız.

K4: Mısır ekelim bahçeye.

K2: Neden?

K4: 3 ay da büyüyor çünkü. Hızlı büyüyor ve tavuklar yiyor. Giresun’da yetiştirmek için iklim de uygun.”

Kabaklar grubuna ait bu diyalog üretici düşünme süreçleri açısından değerlendirildiğinde, bir önceki çözüm önerisinde karar verilememiş olan bir kriterin değerlendirilmesinin yapıldığı görülmektedir. Burada tavuklar için besin üretirken alternatif çözümler arasından seçimler yapmak, seçimleri önceliklendirmek değerlendirmeli düşüncenin işletildiğini göstermektedir. Benzer bir değerlendirmeli düşünme örneği incelendiğinde ise çiftliğin sürdürülebilirliği ve girişimcilik üzerine bir tartışma yapılmıştır.

“C5: 15 yumurta 15 TL.

C4: Tanesini ne kadara satmalıyız?

C5: Piyasada 1,5 TL. ben 15 tanesini 17 den satarım.

C4: Satamazsın. Köyde teyzem gezen tavuk yapıyor. 1 Tl den satıyor.

C5: Ben 1.25 ten satarım.

C4: Zarar edersin.

C5: Tamam 1.5 TL ye satalım. Yapacak bir şey yok.

C4: 1.25 TL en mantıklısı. Elimizde kalır sonra. Onları ne yapacağız?

C5: Yeriz 😊”

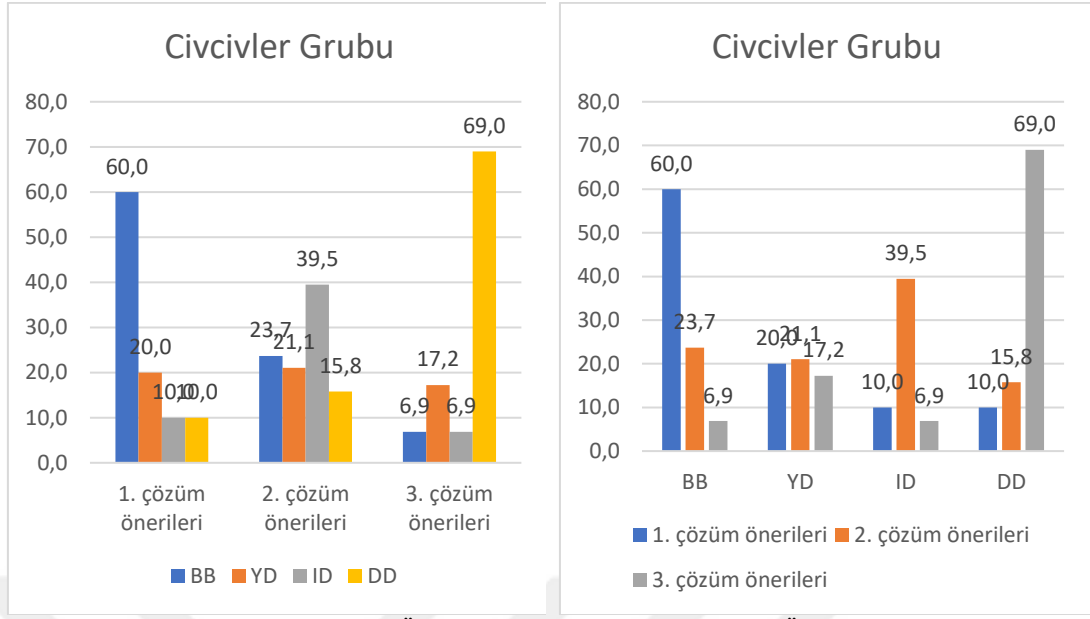
Bu diyalogda bütçe kriterine odaklanılmış gibi görünse de aslında çiftlikte kaç tavuk bulundurmaları gerektiğini, bunları bakabilecek kadar besin üretip üretemeyeceklerini ve çiftliğin büyüklüğünün bu kadar sayıda yumurta elde etmek için yeterli olup olmadığı gibi soruları cevaplamaya çalıştıkları dikkat çekmektedir. Ayrıca çiftlik için ellerinde sınırlı bütçe olması, onları çiftliği iyileştirmek için girişimcilik açısından üretici düşünmeye sevk etmiştir.

“K4: Tavuk kümesine horoz koymak” ve “Neslin devamlılığı için civcivler satın almak” gibi tek bir cevaba giden yakınsak düşünme süreci ve bilgiye ihtiyaç duyulan bilişsel sürecinin de kullanılması kaçınılmaz olmuştur.

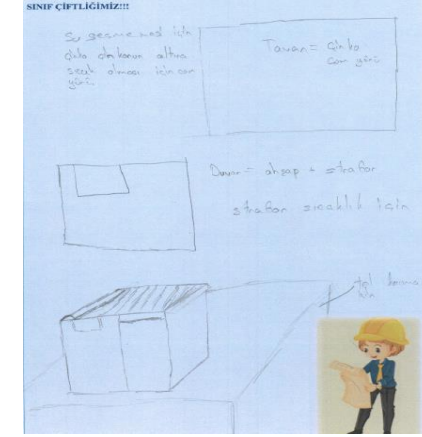
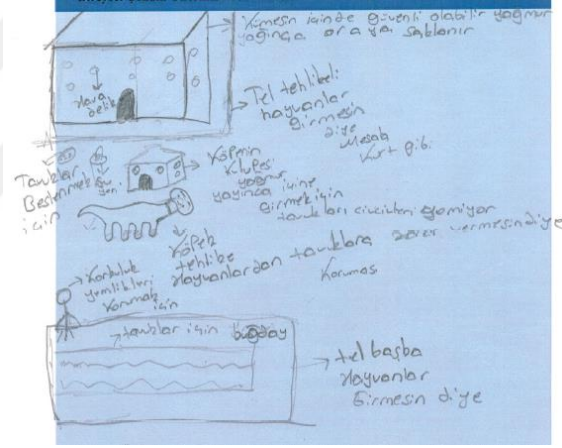
Tüm bulgular değerlendirildiğinde Kabaklar grubu öğrencilerinin çiftlik tasarımı ile ilgili olarak üretici düşünmenin süreçlerini çözüm önerilerinin tüm aşamalarında kullandıkları ve ikinci ve üçüncü çözüm önerilerinde üst düzey bir düşünme biçimi olan ıraksak düşünme ve değerlendirici düşünme süreçlerine yer verdikleri görüldüğünden üretici düşünme becerilerinde gelişim gösterdikleri şeklinde yorumlanabilir.

4.2.1.3. Civcivler Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular

Civcivler grubunun sağlıklı yumurtalar elde etmek için kurulması gereken çiftlik problemini tanımladıktan sonra araştırma sorgulama sürecine geçmeden önce ilk grup çözüm önerilerini oluşturmaları istenmiştir. Civcivler grubu öğrencilerinin çözüm önerilerine ilişkin kamera kayıtları ve STEM etkinlik kitapçığından elde edilen söylemlere ait oranlar (%) şekil 4.7.’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Civcivler Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular



Kimes: Yağmur yağınca tavuklar kimesin için çim çim etmek
 ve isinmesi için
 Tel: Tehlikeli hayvanlar girmesine göre yapılmış tehlikeli hayvanlar
 Tilki, Kurt, Kartal gibi hayvanlar, uçan hayvanlar
 Köpek Kütbesi: Yağmur yağınca köpek girmesin diye
 ve isinmesi için
 Köpek, Tehlikeli hayvanlardan tavuklardan kimesin
 Korkulu, Hayvanlar: Korkulu olan Korkulu Yemlikleri girmesin
 diye
 Yemlik: Tavuklar için yemek

5 tavuk = üreme + yumurta
 1 horoz = üreme
 3 civ civ = fakadan tavuk veya horoz
 5,5 m² ahşap = fiyat + koruma
 2 m² ahşap = su geçirmezlik
 16 m² tel = koruma (tel 10 kat)
 5,5 m² strofor = ısı yalıtımı
 10 kg arpa = yem + maliyet
 10 sentin otu = dekor + yem + maliyet
 5 manul = dekor + maliyet + yem
 1 kg paze = civciv yemi + yem
 1 kg organik yem = civciv yemi
 557,0 TL

Birinci Çözüm önerisi

İkinci Çözüm Önerisi

Üçüncü Çözüm Önerisi

Şekil 4.8. Cıvıvler Grubunun Çiftlik Tasarımına İlişkin Çözüm Önerilerine Ait Çizimleri ve Yazılı Söylemler

Civcivler grubunun söylemlerine ait bulgulara bakıldığında, Kabaklar grubuna benzer şekilde dört farklı üretici düşünme sürecini de içeren söylemler olduğu görülmektedir. Öğrencilerin ilk çözüm önerilerini oluşturabilmek için bilişsek bellek düzeyinde yanıtların yüksek oranda (%60) görülmesi diğer gruplarda da olduğu gibi beklendik bir durumdur. Henüz araştırma-sorgulama sürecine girmemiş olmalarına rağmen bazı söylemlerin yakınsak düşünme (%20), ıraksak düşünme (%10) ve değerlendirmeli düşünme (%10) süreçlerini içerdiği görülmesi ise, düşük oranda da olsa öğrencilerin beklenen sonuç ve cevaplar verebildiklerini, bilgiyi tahmin edebildiklerini, kendi çözümlerini üretebildiklerini, yargılamalarda bulunabildiklerini ve kendi seçimlerini yapabildiklerini göstermektedir.

“C3: Köpek koymalı mıyız?

C1: Ona kim yemek verecek?

C2: Ama şöyle, barınaktan sahiplenebiliriz.

C1: Eğitim vermeliyiz. Barınaktan aldığımızda eğitilmiş olmayacak sonuçta.

C3, C2: Eğitime gerek yok.

C1: Tavukların yanında bakarsak, tavukları yiyebilir belki.

C3: Köpek tavuk yiyor mu?

C2: Yeeerrrr???

C4: Kışın aç kaldığı zaman her şeyi yiyor. Köpeğe gerek yok. Abartılı olur. “

Öğrencilerin bu söylemleri, varsayımlardan yola çıkarak kendi çözümlerini ürettiklerini gösterse de öğrenmeleri gereken bilgiler olduğu, bu bilgileri kullanarak yeniden yapılandırmaya ihtiyaç duydukları görülmektedir. Nitekim bilgilerinin sınırlı olması ayrıntılandırma yapmalarına engel olmuş, kendi deneyimlerinden faydalananak oluşturdukları söylemleri içermiştir. Burada önemli olan bir mühendis gibi düşünmeleri ve ihtiyaç duydukları bilgiyi araştırma-sorgulama yoluyla edinmeleri ve bunu projelerinde kullanmalarını sağlamaktır. Bu nedenle gerçekleştirilen mini tasarım ve araştırmalar sonrası ikinci çözüm önerilerini oluşturmaları ve ilk çözümlerini revize etmeleri istenmiştir. Şekil 4.7.’deki Civcivler grubunun ikinci çözüm önerilerinden elde edilen bulgulara bakıldığında bilişsel bellek (%23,7),

yakınsak düşünme (%21,1), ıraksak düşünme (%39,5) ve değerlendirmeli düşünme (%15,8) oranları görülmektedir. İlk çözüm önerilerine göre, bu süreçte bilişsel bellek söylemlerinde azalma olurken, yakınsak, ıraksak ve değerlendirmeli düşünme söylemlerinde artış olduğu görülmektedir. Öğrencilerin ilk çözüm önerilerini revize etmeleri ve geliştirmeleri, üst düzey düşünme süreçlerini içeren söylemlerin oluşmasını sağlamıştır. Burada en dikkat çekici artış beklendiği gibi ıraksak düşünme sürecinde gerçekleşmiştir. Çünkü ıraksak düşünme sürecinde öğrencilerin yenilikçi ve özgün fikirler ürettikleri söylemler karşımıza çıkmaktadır.

“C3: Bitkilerin büyümesi için oksijen, ışık, su, hijyenik ortam gerekli. Bunları sağladığımızda bitkileri hızlıca büyütüp, tavuklara yedirebiliriz. Yem sıkıntısı çekmeyiz.”

“C3, C6: Kümeste tavuğun üremesi için gerekli sıcaklık sağlanıp, saman vb eşyalar da eklenecek.”

şeklindeki söylemler, edindikleri bilgileri kullanarak problemin çözümüne ilişkin yapılandırmalara yer verdikleri örneklerdir. Fakat öğrencilerin oluşturmuş oldukları ikinci çözüm önerileri eksik kalan sıfır atık kullanımı, maliyet hesaplamaları kriterleri kapsamında yeniden gözden geçirmeleri gerekliliğini ortadan kaldırmak için yeterli olmamıştır. Bu bağlamda bir kez daha araştırma-sorgulamaya ihtiyaç duyulmuş ve öğrencilerden son bir iyileştirme daha yapmaları istenmiştir. Üçüncü çözüm önerilerinde oluşturdukları söylemlere ait bulgular şekil 4.7.’deki gibi bilişsel süreç (%6,9), yakınsak düşünme (%17,2), ıraksak düşünme (%6,9) ve değerlendirmeli düşünme (%69) süreçlerini içermektedir. Cıvıvler grubunun bulguları incelendiğinde ilk çözüm önerilerinden üçüncü çözüm önerilerine kadar değerlendirmeli düşünme söylemlerinde önemli oranda artış olduğu görülmektedir. Buna karşılık bilişsel bellek, yakınsak bellek, ıraksak bellek oranlarında azalma olsa da hala bilgiyi hatırlamaya (bilişsel bellek), tek bir cevaba veya çözüme götüren yanıtları (yakınsak düşünme) aramaya çalıştıkları söylenebilir. Diğer gruplarda olduğu gibi Cıvıvler grubunun ıraksak düşünme söylemlerindeki düşüş, artık çözüm üretmek değil, çözümler arasından seçimler yapmak üzere tartıştıklarını bize göstermektedir. Bu bulgu, diğer gruplarda olduğu gibi Cıvıvler grubundan da beklenen bir bulgudur.

Öğrencilerin seçimlerini savundukları, olası çözümleri birleştirdikleri, yargıladıkları değerlendirmeli düşünme süreçlerini içeren bir örnek aşağıda yer almaktadır.

“C6: Maydonoz yiyor mu?

C3: Pancar yiyorlar. Ama marul ucuz zaten. Bayat ekmek de olabilir, ama sağlıklı olur mu?

C6: Bayat ekmek yemekhaneden de alabiliriz aslında.

C1: Bayat ekmek kaç tl?

C3: 1 tl

C2: Yemekhaneden alırsınız.

C4: Semiz otu da olur.

C3: Marulla semiz otu karışık alalım.

C2: Maydonoz da 1tl.

C4: 100 gr papatya alalım, 5tl.

C2: Papatya alma, çok pahalı o.

C3: Semiz otu ile marul ucuz. İki tane ürün yeterli.

C4: Naneye gerek var mı?

C3: Nane bahçede var zaten. Eşesiz olarak hızlıca yayılıyor etrafa, pahalı olan hiçbir şeye gerek yok.”

Burada besleyecekleri tavukların nasıl beslenmesi gerektiği konusunda en az maliyetle karar vermek için çaba gösterdikleri ve tartışma sürecini sürdürdükleri görülmektedir. Yemekhanedeki besin atıklarını değerlendirmek istemeleri de yine kriterlerden biri olan çevre dostu olma ve sıfır atık esasına dayalı bir proje geliştirmeyi de desteklemektedir. Ayrıca bahçede zaten var olan bitkilerin farkında olmaları, maliyet hesaplamaları yaparken daha ekonomik olmalarına katkı sağlamaktadır. Yine bir başka değerlendirmeli söylem içeren konuşmaya bakıldığında şu diyalogla karşılaşmaktayız:

“C1: Cıvcıvler büyüüp ilerde tavuk olacak. O nedenle 1 horoza ihtiyaç var.

C6: En fazla 2 tane olmalı.

C3: Cıvcıvler neslin devamı için gerekli, horozlar ise üreme için. 1 horoz 3 cıvcıv olsun.

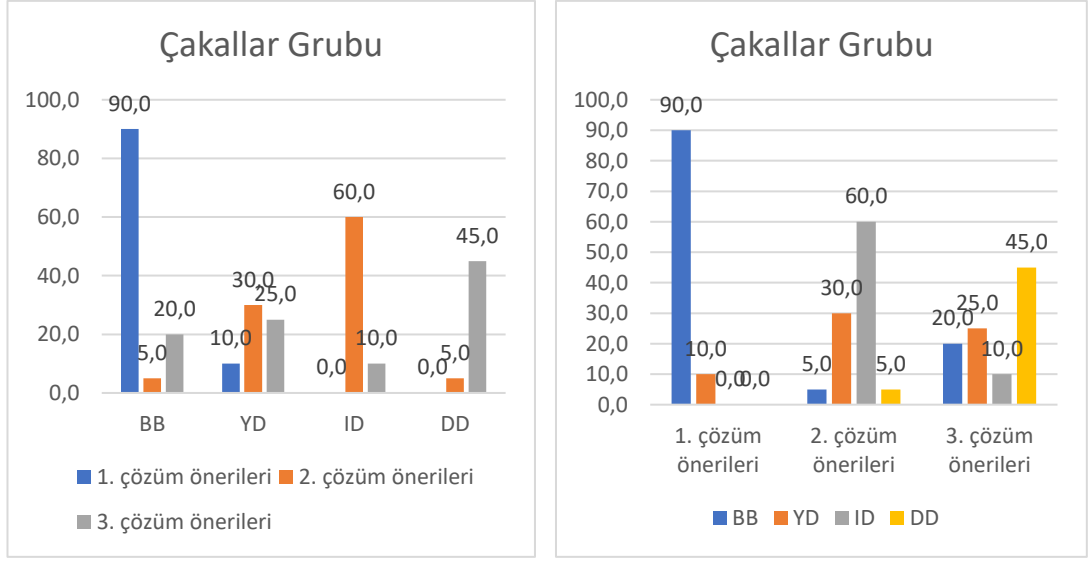
C1: Günlük besin ihtiyaçlarını karşılayabileceğimiz kadar olsun.”

Yukarıdaki söylemde ise kümesteki popülasyon dengesinin nasıl olması gerektiği ile ilgili bir tartışmaya girilmiştir. Neslin devam ettirilmesi için hangi türden kaç tane almaları gerektiği konusu önemli olsa da maliyet kriterini düşünmeden edememişlerdir. Ayrıca burada beslenme de önemli bir zorluk oluşturmaktadır. Hem maliyet hem emek istemektedir. Dolayısıyla çiftliğin sürdürülebilir olması için birçok kriter ve sınırlamayı bir arada değerlendirip, problemin çözümü için en iyi proje önerisini oluşturmaları gerekmektedir.

Tüm bulgular değerlendirildiğinde Cıvcıvler grubu öğrencilerinin çiftlik tasarımı ile ilgili olarak üretici düşünmenin süreçlerini çözüm önerilerinin tüm aşamalarında kullandıkları ve ikinci ve üçüncü çözüm önerilerinde üst düzey bir düşünme biçimi olan ıraksak düşünme ve değerlendirci düşünme süreçlerine yer verdikleri görüldüğünden üretici düşünme becerilerinde gelişim gösterdikleri şeklinde yorumlanabilir.

4.2.1.4. Çakallar Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular

Öğrencilerin sağlıklı yumurtalar elde etmek için kurulması gereken çiftlik problemini tanımladıktan sonra araştırma sorgulama sürecine geçmeden önce ilk grup çözüm önerilerini oluşturmaları istenmiştir. Çakallar grubu öğrencilerinin çözüm önerilerine ilişkin kamera kayıtları ve STEM etkinlik kitapçığından elde edilen söylemlere ait oranlar (%) şekil 4.9.'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Çakallar Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular

Çakallar grubunun ilk çözüm önerilerinde bilişsel bellek ve yakınsak düşünme süreçlerini gerektiren söylemler olduğunu gözlemledik. Öğrencilerin ilk çözüm önerilerini oluşturabilmek için bilişsel bellek düzeyinde yanıtların yüksek oranda (%90) görülmesi beklendi bir durumdur. Yakınsak düşünme (%10) sürecine ait az da olsa söylemler olduğu şekil 4.9.'da görülmektedir. Buna karşılık diğer gruplardan farklı olarak ıraksak düşünme ve değerlendirmeli düşünme süreçlerinde hiç söylem olmadığı görülmesi dikkat çekicidir. Bu durumu öğrencilerin ilk çözüm önerilerinde kendi çözüm önerilerini üretmekte zorlandıklarını, kararlar veremediklerini, sadece günlük yaşam deneyimlerden edindiği hatırlanan bilgilerin analizini yaptıklarını ve bu tanımları kullandıklarını, ezberci hafızadaki bilgilerden faydalandığı (bilişsel süreç), bunun yanında tek bir cevaba veya çözüme götüren ifadelerle yer verildiği (yakınsak düşünme) söylemlere yer verdikleri söylenebilir. Çakallar grubundaki iki öğrencinin söylemi aşağıdaki gibidir:

“CK3: Besin olarak solucan yetiştirmek.

“CK3: Tavuklara besin olarak pancar yetiştirmek.”

Öğrencilerin söylemlerine bakıldığında tavukların solucan yediklerini günlük yaşamından edindiği bilgilerden yola çıkarak kullandığını, bunun tavukları için hayvansal bir besin kaynağı olması ve sağlıklı yumurtalar için böylesi bir protein kaynağının işe yarayacak olması, ayrıca maliyeti düşürücü bir besin kaynağı olduğunun değerlendirilememesinin, yeterince ayrıntılandırılmadığını, bu nedenle söylemin bilişsel bellek sürecine ait olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu grupta yer alan C6 rumuzlu öğrencinin köy yaşantısının olması, incelenen kamera görüntülerinden tespit edildiğinden günlük yaşam deneyimlerine söylemlerinde sık rastlanmasının beklenen bir durum olduğu söylenebilir. Burada beklenen olası durum, araştırma-sorgulama sürecine girdikten sonraki günlük deneyimlerinin gruba sağladığı katkının bilimsel bilgilerle günlük deneyimlerin birleştirilmesidir. Nitekim grubun ikinci çözüm önerilerine ait bulgular bilişsel bellek (%5), yakınsak düşünme (%30), ıraksak düşünme (%60) ve değerlendirmeli düşünme (%5) söylemlerindeki oranlarda olumlu artışlar olduğu görülmüştür. ıraksak düşünme söylemlerine ilk çözüm

önerilerinde hiç rastlamazken, ikinci çözüm önerilerinde önemli bir artışın görülmesi, süreçte mini tasarım ve araştırma uygulamalarının katkısının büyük olduğunu göstermektedir. Gruptaki katılımcılar araştırma-sorgulama sürecinde edindikleri bilgileri tahminler yoluyla kendi çözüm önerilerini oluşturmakta kullanmışlardır ve grupta bununla ilgili birçok söylem oluşmuştur. Bunlardan bir tanesi aşağıdaki gibidir:

“CK1: Üreme için ne yapmayı öneriyorsun?”

CK3: Köyden sağlıklı yumurtlayan köy tavukları alalım, ki sağlıklı bireyler elde edelim.

CK3: Tavuk ve horozlar aynı kümeste. Eşeyli olarak üremesini sağlar. Daha iyi yumurtlamasını sağlıyor. “

Bir diğer söylem de aşağıdaki gibidir:

“CK4: Arpa, mısır, buğday ekdim. Çünkü tavukların tüketebileceği besinler bunlar ve ben de üretebilmek için uygun şartları sağlayabilirim.

“CK4: Hayvansal besin kaynağı olarak solucanlar ekledim. Hem tavuklar beslenir hem de toprağı havalandırırlar.”

Bu tür diyaloglarda öğrencilerin varsayımlarını konuştuklarını, ilk çözümlerini yapılandırdıklarını ve bu sırada kendi çözümlerini oluştururken araştırma-sorgulama sürecinde edindikleri bilgileri kullanarak kriter ve sınırlamaları değerlendirdiklerini söyleyebiliriz. Ayrıca ilk çözüm önerisindeki solucanların besin kaynağı olarak kullanılması beklenildiği gibi bilimsel gerekçelerle açıklanmıştır. Böylece ilk çözüm önerisinde yaşam deneyimi olarak öne sürülen bilgi, bilimsel anlamda değer kazanmış, başka bir söylemde değerlendirilmeye hazır hale gelmiştir. Ayrıca Kabaklar grubu katılımcılarının kümes tasarımı sırasında güvenlik kriterini yerine getirmek için ikinci çözüm önerisinde kullandıkları değerlendirmeli düşünme diyalogu projedeki mühendislik tasarımı konusunda da fikirler ürettiklerini göstermektedir. Aşağıda verilen örnek diyalog şu şekildedir:

“CK3: Bence en doğrusu elektrikli tel çekmek. Yabani hayvanlar dokunursa direk kaçarlar.

CK6: Köpek daha iyi bence. Elektrik diğer canlılara zarar verebilir. Onları yok etmek istemeyiz.

CK3: Köpek horozları yiyor.

CK1: Yiyor mu?

CK2: Tel yeteri kadar yüksek değil, üzerinden geçerler.

CK3: Yüksek olur, hiçbir hayvan giremez.

CK4: Maliyeti yüksek olur o zaman?

CK3: Özel eğitilmiş köpekler de pahalı.

CK1: Hayır. Etrafını tuğlayla çevirmeliyiz.

CK3: Tuğlanın maliyeti de yüksek.

CK2: Elektrik maliyeti yüksek olur C3.

CK3: Hayır evden düşük voltajlı gerilim veririz. Hayvanlara zarar vermez ama korkutmak için yeterli olur. Tuğla güneşi keser. Güneş görmezlerse D vit. Eksik kalır.”

Burada elektrikli bir güvenlik sistemi tasarlamaktan söz ettikleri gibi, doğaya da zarar vermemenin yollarını aradıklarını, ayrıca bütçeyi en uygun şekilde kullanmayı ve tavukların sağlıklı bir ortamda yaşamaları için gün ışığı kullanmalarının öneminden söz edildiği görülmektedir.

Şekil 4.9.’da Çakallar grubunun üçüncü çözüm önerilerinden elde edilen bulgulara bakıldığında bilişsel bellek (%20), yakınsak düşünme (%25), ıraksak düşünme (%10) ve değerlendirmeli düşünme (%45) oranları görülmektedir. İlk çözüm önerilerinde olmayan ve ikinci çözüm önerilerinde oldukça düşük oranlarda değerlendirmeli düşünme süreci söylemleri olduğu Şekil 4.9.’da görülen Çakallar grubu, üçüncü çözüm önerilerinde önemli bir oranda değerlendirmeli düşünme süreci söylemlerini kullanmıştır. Diğer gruplarda olduğu gibi üst düzey düşünme becerilerini kullanmaları açısından beklenen bir durumdur. Değerlendirmeli düşünme söylemlerini içeren örnek bir diyalog aşağıdaki gibidir:

“CK2: Cıvıvleri beslemek için kendi kurduğumuz kümesi ve ürettiğimiz arpa, mısır, buğdayı kullanmalıyız.

CK3: Bir kutu içinde küçük bir yerde bakmalıyız.

CK4: Hem kümes içinde hem de dışarda olmalı. Böylece dışardaki besinlerden de faydalanır, güneş ışığı alır, D vitamini alır.

CK6: Bence organik yem, pancar, marul önemli.

CK3: Organik yem alalım. Bir de bayat ekmek.

CK2: Bayat ekmek almamıza gerek yok, yemekhaneden alırsanız bayat ekmekleri.”

Öğrencilerin sağlıklı tavuklar yetiştirmek için besin üretimi konusunda konuştukları bu tartışmada, civcivlerin bakımı için nasıl bir kümese ihtiyaçları olduğunu değerlendirdiklerini, olası çözümleri birleştirdiklerini, bu sırada yemekhanedeki atık besinleri kullanarak çevre dostu olma kriterini de düşündüklerini, ayrıca sağlıklı besin tüketebilmek için organik yem kullanımını tartıştıklarını görmek kriter ve sınırlamalara dikkat edildiğini göstermektedir. Bu çoklu kriterler arasından öğrencilerin kendi seçimlerini içeren eylemlerde bulunulması üst düzey bir düşünme biçimi olduğundan değerlendirmeli düşünme sürecinde kodlanmıştır. Bir başka diyalog aşağıdaki gibidir:

“CK3: Ayrıca civcivler 2,5-3 ayda ürer ve büyürler. Bu nedenle çok civciv almadık.

CK1: Civciv ve horoz yetiştirmek gerek, çünkü üreme için horoza ihtiyaç var. Civcivler de ölen tavukların yerine geçer.

CK2: Civciv sayısı fazla olursa büyüdüklerinde sayı artar, kar ederiz.

CK3: Civcivlerin bir yararı yok. Tavukların üremesi için horoz lazım.

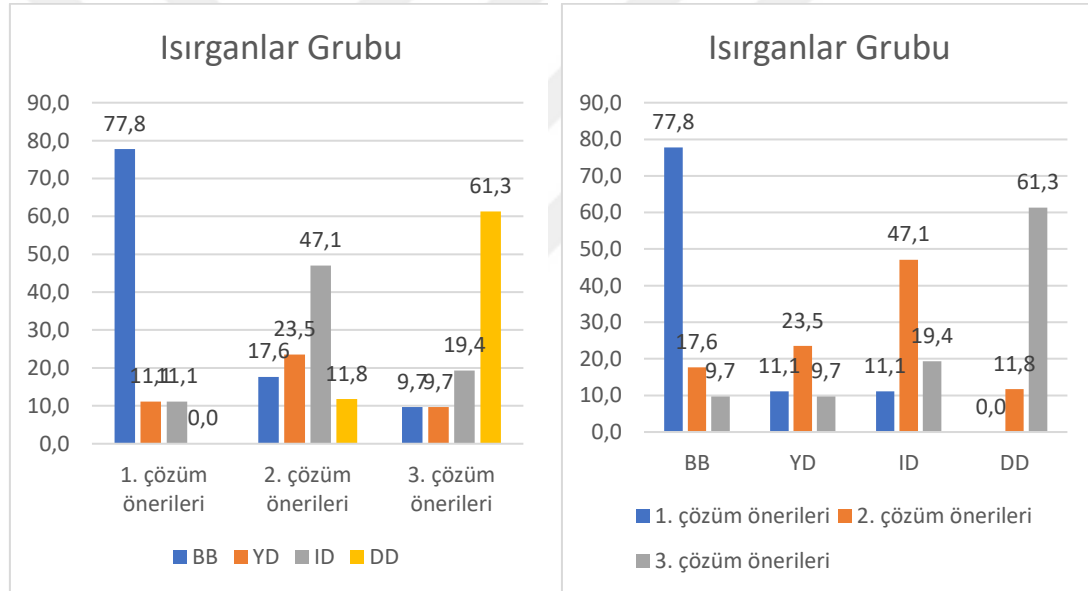
CK4: Civciv olursa onları nasıl bakacağımızı deneyimleriz. Hem onlar diğer tavuklar yaşlanınca işe yarar.”

Tüm bulgular değerlendirildiğinde Çakallar grubu öğrencilerinin çiftlik tasarımı ile ilgili olarak üretici düşünmenin süreçlerini ilk çözüm önerilerindeki söylemlerinin sadece bilişsel süreç ve yakınsak düşünme süreci çerçevesinde kullandıkları, buna karşılık ikinci çözüm önerilerinde yakınsak ve ıraksak düşünme süreçlerindeki söylem oranlarında önemli artışlar olduğu, son olarak da üçüncü çözüm önerilerinde değerlendirici düşünme süreçlerine yer verdikleri görüldüğünden üretici düşünme becerilerinde gelişim gösterdikleri şeklinde yorumlanabilir. Nitekim bu sonucun

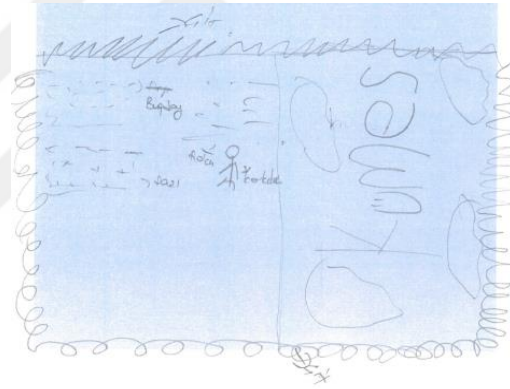
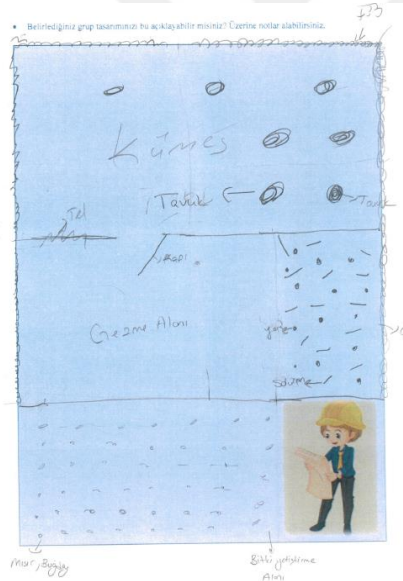
ortaya çıkmasında araştırma-sorgulama sürecinde yer verilen mini araştırma ve tasarımların da büyük katkısının olduğu söylenebilir.

4.2.1.5. Isırganlar Grubunun Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular

Öğrencilerin sağlıklı yumurtalar elde etmek için kurulması gereken çiftlik problemini tanımladıktan sonra araştırma sorgulama sürecine geçmeden önce ilk grup çözüm önerilerini oluşturmaları istenmiştir. Isırganlar grubu öğrencilerinin çözüm önerilerine ilişkin kamera kayıtları ve STEM etkinlik kitapçığından elde edilen söylemlere ait oranlar (%) şekil 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Isırganlar Grubunun Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular



SINIF ÇİFTLİĞİMİZ!!!

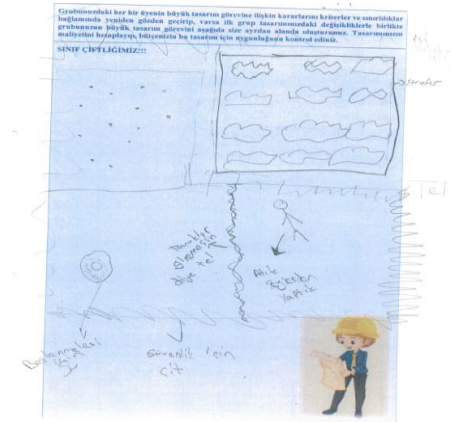
Süeda'nınkini seçtik. Onun önerisinde geliştireceğiz. Çiğdem alanı vs. kümes alanı, lahana, morut, patlı, semizotu vs. lahana ve diğerlerin malı = 1 H lahana = 1,5 semizotu = 1 H patlı = 3 H

İkinci Çözüm Önerisi

başlangıç: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 lahana = 1 H lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 lahana = 1 H lahana, 1 H lahana, 1 H lahana

Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana

Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana



SINIF ÇİFTLİĞİMİZ!!!

Süeda'nınkini seçtik. Onun önerisinde geliştireceğiz. Çiğdem alanı vs. kümes alanı, lahana, morut, patlı, semizotu vs. lahana ve diğerlerin malı = 1 H lahana = 1,5 semizotu = 1 H patlı = 3 H

İkinci Çözüm Önerisi

başlangıç: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 lahana = 1 H lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 lahana = 1 H lahana, 1 H lahana, 1 H lahana

Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana

Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana
 Çiğdem alanı: lahana, 1 H lahana, 1 H lahana

Birinci Çözüm önerisi

İkinci Çözüm Önerisi

Üçüncü Çözüm Önerisi

Şekil 4.12. Isırganlar Grubunun Çiftlik Tasarımına İlişkin Çözüm Önerilerine Ait Çizimleri ve Yazılı Söylemler

Isırganlar grubu öğrencilerinin ilk çözüm önerilerinde bilişsel bellek, yakınsak düşünme, ıraksak düşünmeyi gerektiren söylemler olduğunu gözlemledik. Öğrencilerin ilk çözüm önerilerini oluşturabilmek için bilişsek bellek düzeyinde yanıtların yüksek oranda (%77,8) görülmesi beklendik bir durumdur. Burada ilginç olan, Ayçiçeği grubu öğrencilerinde de görüldüğü gibi henüz araştırma-sorgulama sürecine girmedikleri halde bazı söylemlerin yakınsak düşünme (%11,1) ve ıraksak düşünme (%11,1) süreçlerinde görülmesidir. Bu durum bilişsel bellek sürecindeki söylemlerin, bazı hatırlanan içerikleri tanıma, seçici hatırlama gibi süreçlerin kullanılmasıyla basitçe üretildiği şeklinde yorumlanabilir. İlk çözüm önerisinde değerlendirmeli düşünme sürecinde bir söylem olmaması beklenen bir durumdur. Değerlendirmeli düşünme sürecine ait olan yargılama, değer ve seçimi içeren eylemler ile ilgilenme, bu konuda anlaşmalar, anlaşmazlıklar ve görüşlerin yer aldığı söylemleri içermemesi üst düzey düşünme becerilerini henüz üretmedikleri söylenebilir. Örneğin aşağıdaki alıntı, varsayımlarından yola çıkarak çıkarımlar yapan, bilgiyi yapılandıran, kendi çözümlerini üreten (İraksak Düşünme) bir öğrenciye aittir:

“İS1: Şimdi benim toprak için güzel bir gübre fikrim var, kompost yapabiliriz.”

Ancak öğrenci burada varsayımlarından yola çıkarak çevre dostu bir fikir üretmiş olsa da bunu nasıl yapacağı hakkında pek fikrinin olmadığı, konuşmayı sürdürememesinden ve grubu ikna etmek için çaba harcamayışından anlaşılmaktadır. Öğrenciler kendi sosyal çevresinden duyduğu ama içini tam olarak dolduramadığı sınırlı bilgilerle kendi çözümünü üretmişlerdir. Ancak böyle bir söylemde öğrencilerin bilgiyi yapılandırdıkları, kendi çözümlerini ürettikleri görülse de bilimsel bilgiyi yeteri kadar kullanamadıkları, gerekli ayrıntılandırmaları yapamadıkları görülmektedir. Nitekim ikinci çözüm önerilerini sunmadan önce öğrenciler mini tasarım ve araştırmalarla araştırma-sorgulama sürecine girmişlerdir. Şekil 4.11.’de Isırganlar grubunun ikinci çözüm önerilerinden elde edilen bulguların, bilişsel bellek (%17,6), yakınsak düşünme (%23,5), ıraksak düşünme (%47,1) ve değerlendirmeli düşünme (%11,8) oranları görülmektedir. Özellikle ıraksak düşünme sürecindeki artış oranı birinci çözüm önerisindeki orana kıyasla 4 kattan fazladır. Bu değişimin asıl sebebinin

ilk çözüm önerilerinde sundukları fikirleri, mini tasarım ve araştırmalardan sonra gerekçelendirerek bilgiyi tahmin etmelerini sağlayan, yeniden yapılandırmalarını gerektiren, kendi çözümlerini üreten üretken fikirlerin ikinci çözüm önerilerinde ortaya çıkması olduğu düşünülmektedir. Aşağıda iki öğrenciye ait ıraksak düşünme sürecine kodlanan kısa bir diyalog verilmiştir:

“IS3: Geri dönüşümlü malzemeler kullanmalıyız.

IS1: Çitleri geri dönüşümlü malzemelerle yapmalıyız. Hurdacılardan ve eskicilerden topladığımız malzemeleri kullanabiliriz.”

Bu iki öğrencinin söylemleri incelendiğinde geri dönüşümlü ürün kullanmak istemişler; çünkü problemin kriterlerinden biri sıfır atığın esas alınmış olmasıydı. Burada öğrenciler kriter uygun olacak şekilde edindikleri bilgileri yapılandırarak kendi çözümünü üretebileceği söylemlere geliştirmişlerdir. Ayrıca bir diğer öğrenci diyalogunda da tavuklar ve dolayısıyla yumurtalar elde etmek için sağlıklı besinler üretmenin yolları aranmış, yine burada da kendi çözümlerini üretmek üzere söylemler geliştirdiklerini görmekteyiz.

“IS2: Besin üretimi için farklı bir önerisi olan var mı?

IS3: Buğday, pazı, marul diyorum. Hem hızlı büyür hem de tavuklar sever.

IS4: Ben de pazı diyorum. Hızlı büyür hızlı çimlenir.

IS1: Mantıklı düşünün arkadaşlar. Bu bölgede buğday yetişir mi?

IS2: Sen ne koydun IS4?

IS4: Marul, lahana, pazı, semiz otu. Maliyetleri düşük.”

Problemin kriterlerinden birisi sağlıklı yumurtalar elde etmek, bunun için de sağlıklı besinler üretmektir. Öğrenciler edindikleri bilgileri kullanarak bölgede en hızlı ve iklim şartlarına en uygun besinleri seçmeyi tercih etmişler, ilk çözüm önerilerinde sundukları fikirleri optimize etmişler, çözümlerini gerekçelendirerek yeni çıkarımlarda bulunmuşlardır. Hazır besinler alabilmeleri için de seçenekler sunulmuştur ama tam da bu noktada onları sınırlayan bütçe kriteri işe dahil olmaktadır. İkinci çözüm önerilerinde maliyet kriteri içeren söylemlere oldukça az yer verildiği

söylenbilir. Burada öğrenciler bütçe kriterinden çok “Nasıl besin üretebilirim?, Alanı en iyi şekilde nasıl kullanırım?, Üreme için en iyi şartlar nelerdir?, Çiftliğin popülasyonunu nasıl dengelerim?, Güvenlik için neler yapmalıyım?” sorularına odaklanmışlardır. Yine burada yakınsak düşünme sürecindeki söylemlerin oranındaki artıştan da (ilk çözüm önerilerinin 2 katından fazla) söz etmek mümkündür. Çünkü burada bilginin uygulanması ve analiz edilmesi sonucunda ulaşılabilecek doğru ya da yanlış olan tek bir cevabın olması bu tür söylemlerin artmasına sebep olabilir. Aşağıda yakınsak düşünme sürecinde kullanılmış iki öğrenci söylemi yer almaktadır:

“IS1: Kumesin içine tavuk ve horoz koyarız. Üremeleri için gerekli. “

“IS3: Pazı çabuk yetişir, çabuk çimlenir. Tohumla çoğalır.”

IS1 öğrencinin söylemi kümeste devamlılık sağlamak için üremenin sağlanması gerektiği üzerinedir. Öğrendiği bilgilerden tavuğun eşeyli ürediğini, bu nedenle bir dişi bir erkek bireyin gerekliliğinin olduğunu anladığı, bu bilginin problemin çözümü için kullandığı, çözüme götüren verilerin analiz edildiği şeklinde yorumlayabiliriz. Ayrıca IS3’ün besin üretimi için çimlenmesi kolay bir bitki seçmiş ve üremesinin kolay olduğunu öğrenmiş bu bilgiyi problemin çözümü için hatırlamış, çözüme entegre etmiş olduğu düşünüldüğünden yakınsak düşünme sürecine ait olduğuna karar verilmiştir. Nitekim bilişsel süreç söylemlerindeki oranda diğer gruplarda da beklendiği gibi azalma görülmektedir. Bu ise bilişsel süreç gerektiren söylemlerin bilgileri, formülleri ve diğer içerikleri hatırlamayı içerir ve bu hatırlanan verilerin kavranmasını, tanımlanmasını içerir. Bu sürece ait tüm söylemler zaten ilk çözüm önerilerinde ve mini tasarım-araştırmalarda oldukça yoğun üretildiler. İkinci çözüm önerilerinin öğrenmenin ve araştırmanın durmadığı, bu nedenle bilişsel sürece halen ihtiyaç duyulduğu ancak üretici düşünmenin daha üst düzeyde kullanıldığı yakınsak ve ıraksak bilgilere daha çok ihtiyaç duyulduğu bir aşama olduğu düşünülmektedir.

“IS3: Hani bir şey vardı, yumurtaların üstüne çıkıyorlardı tavuklar. Neydi o?

IS1: Kuluçka.”

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrencilerin öğrendikleri kuluçka kavramına ait bilgiyi seçerek hatırlamaya çalıştığı, kavramları tanımayı gerektiren, ezberci hafızanın kullanıldığı bilişsel sürece ait bir söylem olduğu düşünülmüştür.

Üçüncü çözüm önerilerinde ise öğrencilere bütün kriterleri bir arada tekrar değerlendirmelerini sağlayacak, yargılama ve değerlerin sorgulandığı son bir şans daha verilmiş, en iyi çözüm önerilerini seçmeleri istenmiştir. Proje tasarlama sürecinin bu aşaması öğrencilerin birinci çözüm önerilerinde yaptıkları planlama ve ikinci çözüm önerilerindeki iyileştirme aşamaları boyunca ürettikleri fikirler hakkındaki düşüncelerini pekiştirmelerine olanak sağladığından önemlidir. Şekil 4.11’de Isırganlar grubunun üçüncü çözüm önerilerinden elde edilen bulgulara bakıldığında bilişsel bellek (%9,7), yakınsak düşünme (%9,7), ıraksak düşünme (%19,4) ve değerlendirmeli düşünme (%61,3) oranları görülmektedir. Üçüncü çözüm önerilerinde Isırganlar grubu öğrencilerinin söylemlerinin diğer gruplarda olduğu gibi değerlendirici düşünme sürecinde yoğunlaştığı şekil 4.11.’de görülmektedir. Bunun nedeninin diğer gruplarda olduğu gibi öğrencilerin projelerini bütün sınıfa sunmaları gerektiğinden hem grup üyelerini hem de oluşturacakları sunumla bütün sınıf arkadaşlarını ikna etmeleri gerektiği, bu sebepten seçimlerini savunmaları, gerekçelendirmeleri, önceliklendirmeleri, mevcut alternatifler arasından kriter ve sınırlamalara en uygun olanı seçmeleri gerekmesidir. Isırganlar grubuna ait bir söylem aşağıdaki gibidir:

“IS5: Beslenme için daha çok bitkisel kaynaklı ürünler üretmeye odaklandık. Hayvansal kaynaklı besinleri bahçede gezinirken solucanları, kurtları, böcekleri yerken elde edeceğiz. O nedenle ona bir bütçe ayırmadık.”

Bu söylem beslenme sürecindeki seçimlerini değerlendiren, yeniden yapılandırmalarını gerektiren, diğer grup üyelerinin bu konuda yeniden düşünceleri ve bir önceki fikrin revizeye ihtiyaç duyulduğunu gösteren bir söylemdir. Bu yönüyle değerlendirici düşünme sürecine ait bir söylem olarak kabul edilmiştir. Bir diğer diyalogda ise tavukların üremeleri ve çiftlik popülasyonu üzerine değerlendirmeli düşünme sürecine *kodlanmış* bir tartışma yer almaktadır.

“IS2: Horoz üremek için gerekli. Çünkü tavuklar eşeyli ürer. 1 horoz, 4 civciv alsak yeterli.

IS3: Civcivi bilmem ama horoz yetiştirmeliyiz. Üremeleri için horoza ihtiyaç var. 1 horoz yeterli çünkü 2 tane olurlarsa kavga ederler.

IS5: Birden fazla horozu yetiştirmek maliyetli olur. Besinleri tasarruflu kullanmalıyız.”

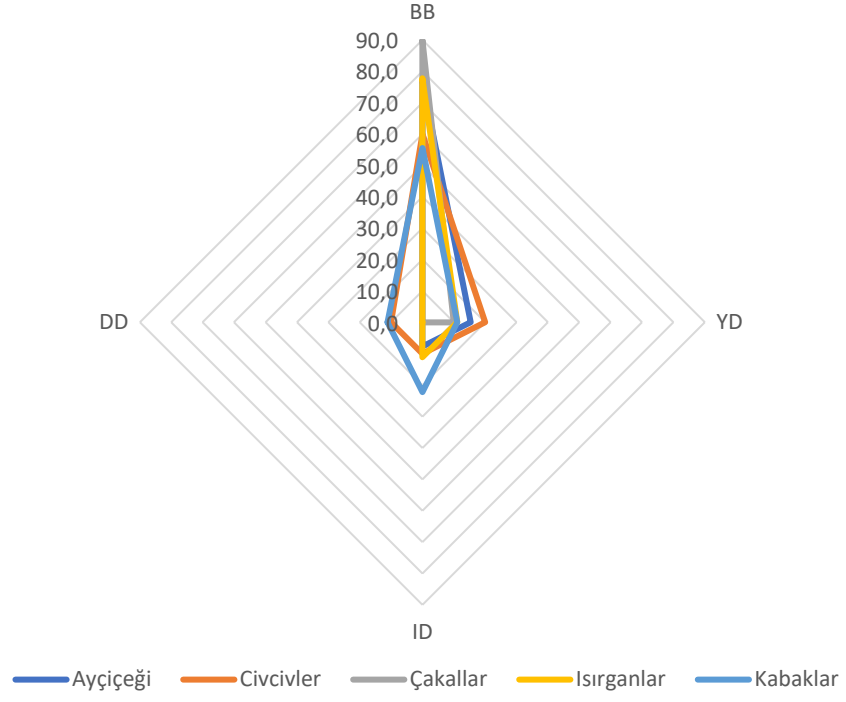
Son çözüm önerilerini oluştururken sunuma hazırlanmaları için problemin bütün kriterlerini düşünmüş olmaları, sınıf arkadaşlarını kendi projelerinin en iyi olduğu konusunda ikna etmeleri, seçimlerini bilimsel bir dille gerekçelendirmeleri, savunmaları gerektiğinden çok yönlü düşündükleri söylenebilir. Nitekim Isırganlar grubunun çözüm önerisi sunumlar sonrasında yapılan değerlendirmede sınıfın en iyi çözümü olarak kabul edilmiş olup sonrasında sınıfın tamamının katılımıyla revize edilmiştir. Böylece uygulanacak olan sınıf çiftliği projesi ortaya çıkmıştır.

Tüm bulgular değerlendirildiğinde Isırganlar grubu katılımcılarının çiftlik tasarımı ile ilgili olarak üretici düşünmenin süreçlerini çözüm önerilerinin tüm aşamalarında kullandıkları ve ikinci ve üçüncü çözüm önerilerinde üst düzey bir düşünme biçimi olan ıraksak düşünme ve değerlendirici düşünme süreçlerine yer verdikleri görüldüğünden üretici düşünme becerilerinde gelişim gösterdikleri şeklinde yorumlanabilir.-Nitekim bu sonucun ortaya çıkmasında araştırma-sorgulama sürecinde yer verilen mini araştırma ve tasarımların da büyük katkısının olduğu söylenebilir.

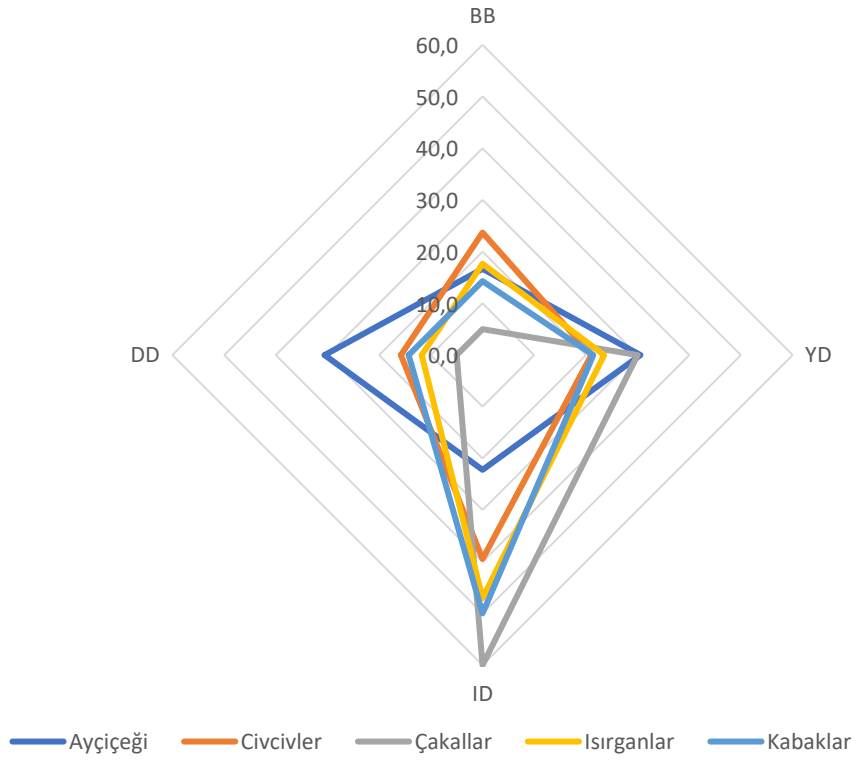
4.2.1.6. PB-STEM Temelli Eğitim Boyunca Grupların Üretici Düşünme Becerilerindeki Gelişime İlişkin Elde Edilen Bulgular

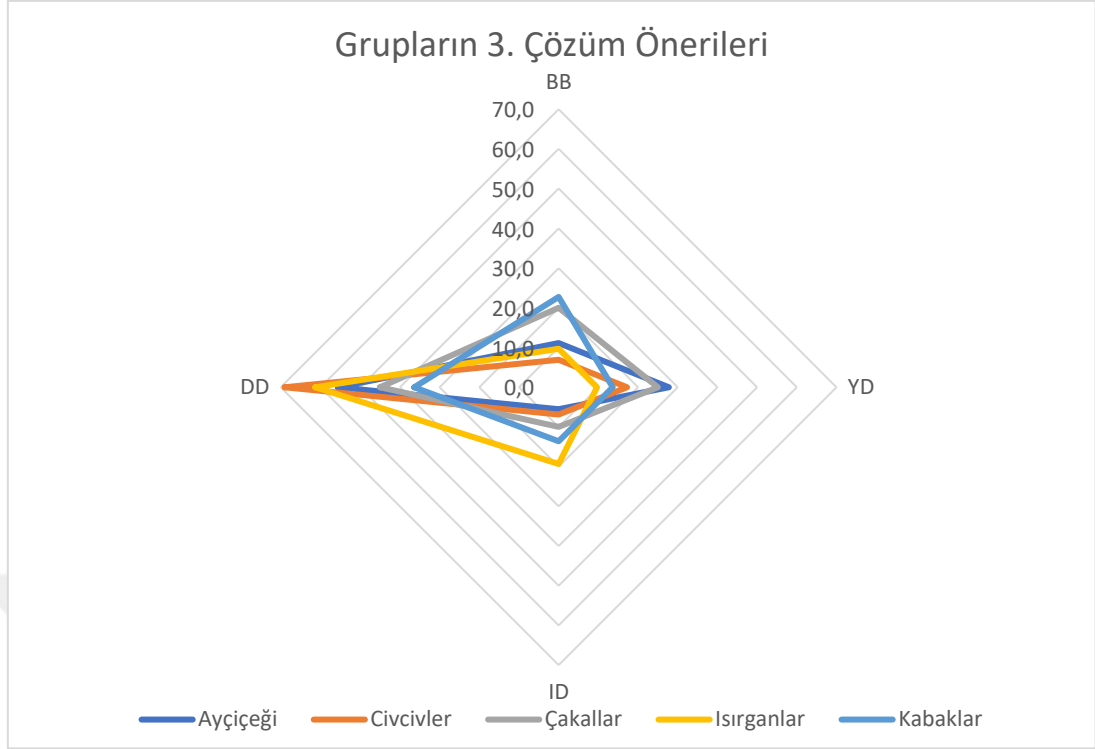
Bu başlık altında yukarıda her bir grubun üretici düşünme süreçlerine ilişkin elde edilen söylemlerin oranlarındaki değişim ayrı başlıklar altında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Grupların birinci, ikinci ve üçüncü çözüm önerilerinden toplanan üretici düşünme (bilişsel süreç, yakınsak düşünme, ıraksak düşünme ve değerlendirmeli düşünme) söylemlerinin değişimi şekil 4.13.’te sunulmuştur.

Grupların 1. Çözüm Önerileri



Grupların 2. Çözüm Önerileri



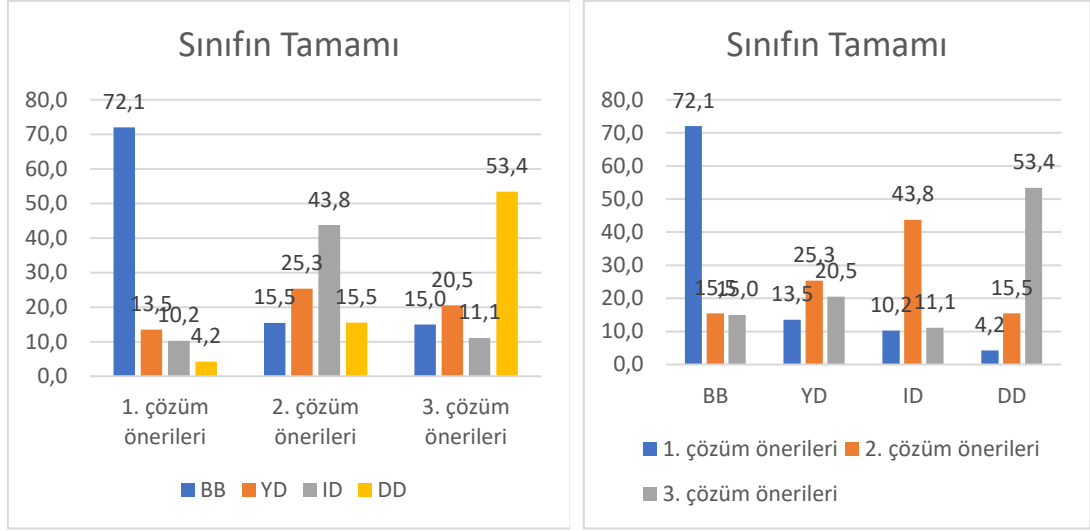


Şekil 4.13. Grupların Çözüm Önerilerine Göre Üretici Düşünme Süreçlerindeki Değişim

Şekil 4.13. incelendiğinde PB-STEM eğitimi süreci boyunca grupların üretici düşünme süreçlerine ilişkin pozitif ve beklenen yönde değişimler olduğu görülmektedir. Bu bulgular öğrencilerin söylemlerinin ilk çözüm önerilerinde bilişsel süreçte, ikinci çözüm önerilerinde ıraksak düşünme sürecinde, üçüncü çözüm önerilerinde ise değerlendirmeli düşünme sürecinde yoğunlaştığı, bunun yanı sıra bütün çözüm önerilerinde düşük oranlarda da olsa diğer düşünme süreçlerini kullanmaya devam ettikleri şeklinde yorumlanabilir.

4.2.2. Öğrencileri (Sınıfın Tamamının) Üretici Düşünme Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular

Sınıftaki bütün öğrencilerin sağlıklı yumurtalar elde etmek için kurulması gereken çiftlik problemine ait ilk çözüm önerilerinde oluşturdukları kodlar analiz edilmiş, çözüm önerilerine ilişkin kamera kayıtları ve STEM etkinlik kitapçığından elde edilen söylemlere ait oranlar (%) şekil 4.14'te verilmiştir.



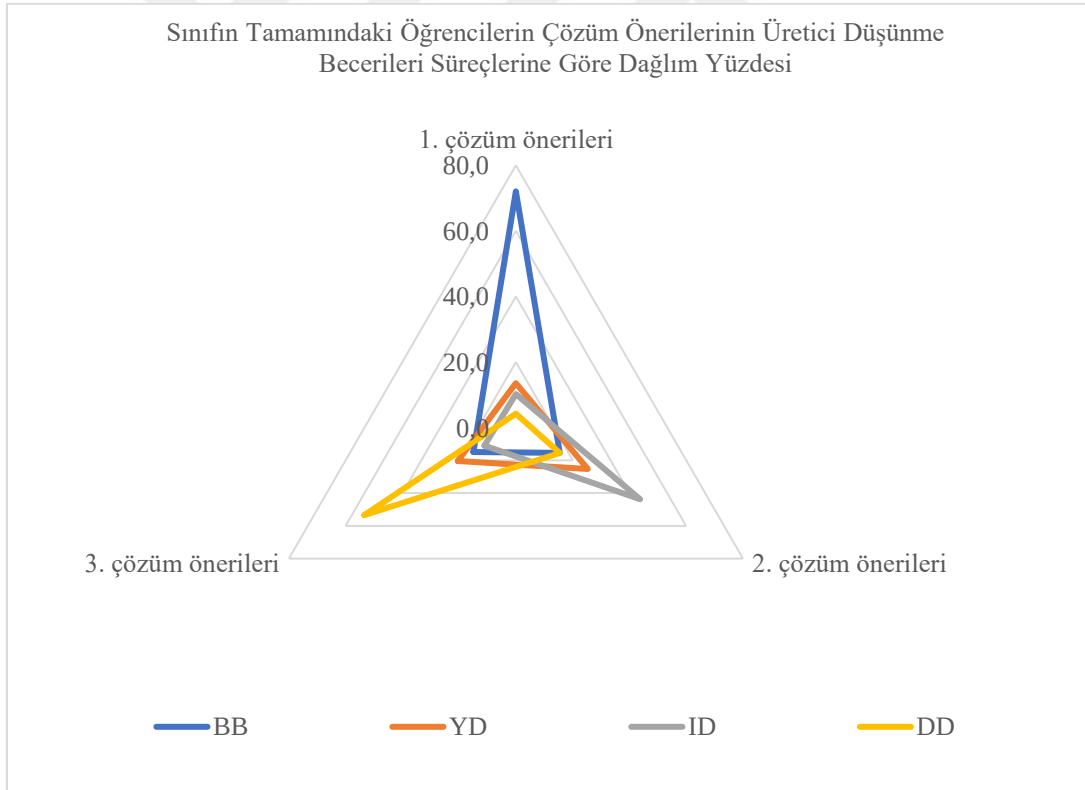
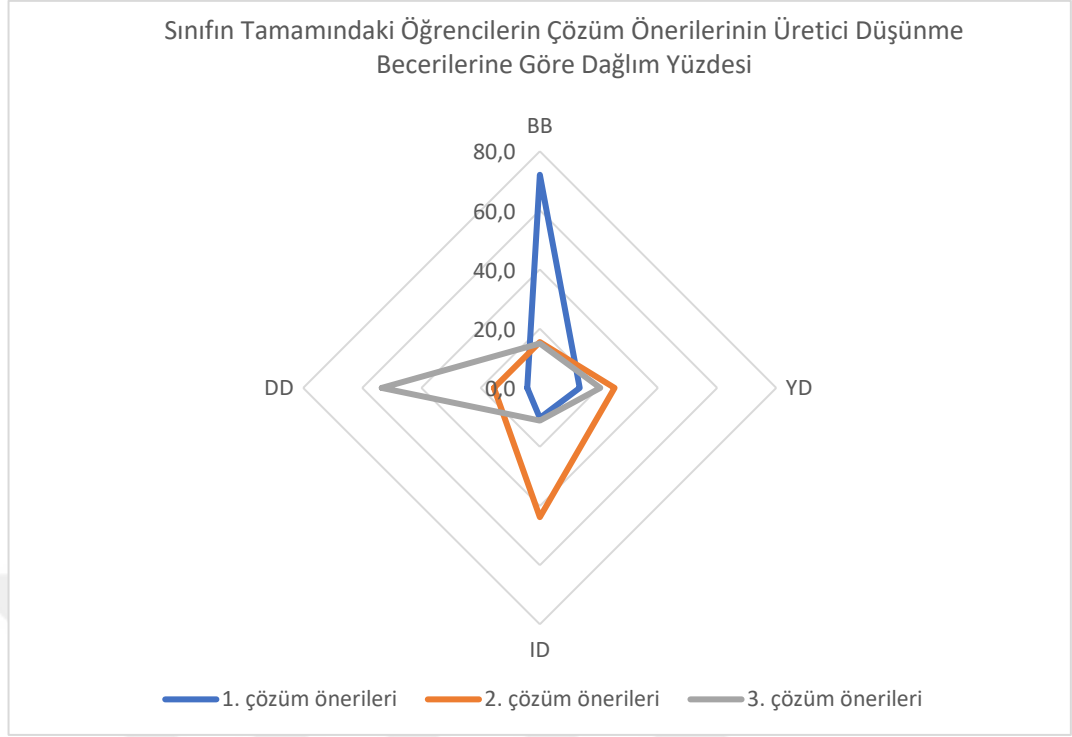
Şekil 4.14. Sınıfın Tamamının Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Verilerin Üretici Düşünme Süreçlerine Göre Sınıflandırılmasına İlişkin Bulgular

Sınıftaki bütün öğrencilerin ilk çözüm önerilerinden elde edilen söylemlerin oranlarına bakıldığında bilişsel sürece ait söylemler %72,1'dir. İkinci çözüm önerilerinde bu oranın %15,5'a düştüğü, üçüncü çözüm önerilerinde ise %15 şeklinde olduğu Şekil 4.14.'te görülmektedir. Bilişsel sürece ait bu değişim, gruplarla paralellik göstermekte olup, bilişsel sürece ait söylemlerin kullanımının azalması öğrencilerin ilk çözüm önerilerinde üst düzey düşünme becerilerini kullanmakta zorlandıklarını göstermekte olduğu şeklinde yorumlanabilir. Nitekim ilk çözüm önerilerine göre ikinci çözüm önerilerinde yakınsak (%13,5'dan %25,3'e) ve özellikle ıraksak düşünme (%10,2'den %43,8'e) süreçlerinde önemli artışlar olduğu Şekil 4.14.'te görülmektedir. Bu durum öğrencilerin araştırma-sorgulama sürecinde öğrendikleri bilgileri analiz edebildikleri, varsayımlarda bulundukları, optimizasyon yapabildikleri ve kendi çözüm önerilerini üretebildikleri şeklinde yorumlanabilir. Üçüncü çözüm önerilerine geldiğimizde ise ilk ve ikinci çözüm önerilerindeki oranlara göre değerlendirici düşünme sürecine ait söylemlerin oranında (%4,2'den %15,5'a ve %53,4'e) önemli bir artış olduğu görülmektedir. Bu değişim öğrencilerin son çözüm önerilerinde bilgiyi daha iyi değerlendirebildikleri, yargılamalara ve değerlere göre kendi seçimlerini içeren eylemler gösterdikleri, seçimlerini gerekçeleriyle savundukları, olası çözümleri birleştirdikleri, alternatifler arasından değerlendirme ve birleştirme yaptıkları, kararlar verdikleri, kısıtlamalara, bilimsel verilere odaklandıkları üst düzey düşünme biçimlerini kullandıkları şeklinde yorumlanabilir. Elbette son çözüm önerilerinde

bilişsel ve yakınsak düşünme süreçlerini de kullanmayı sürdürmüşlerdir. Çünkü her aşamada araştırma-sorgulama sürmüş, bilgiler tazelenmiş, unutulanlar hatırlanmış, kavramlar gözden geçirilmiş, analizlere devam edilmiş, grup üyeleri ve sınıf arkadaşlarını ikna etmeleri için tartışmalar içinde gerekçelendirmeye ihtiyaç duyulmuştur.

4.2.2.1. PB-STEM Temelli Eğitim Boyunca Grupların ve Sınıfın Tamamının Üretici Düşünme Becerilerindeki Gelişime İlişkin Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında sınıfın tamamının üretici düşünme süreçlerine ilişkin elde edilen söylemlerin oranlarındaki değişim ayrı başlıklar altında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Sınıfın tamamından birinci, ikinci ve üçüncü çözüm önerilerinden toplanan üretici düşünme (bilişsel süreç, yakınsak düşünme, ıraksak düşünme ve değerlendirmeli düşünme) söylemlerinin değişimi şekil 4.15. 'te sunulmuştur.



Şekil 4.15. Sınıftaki Öğrencilerin Tamamının Çözüm Önerilerinden Elde Edilen Söylemlerin Üretici Düşünme Süreçlerindeki Değişimi

Şekil 4.15. incelendiğinde PB-STEM eğitimi süreci boyunca sınıfın tamamının üretici düşünme süreçlerine ilişkin değişimler olduğu görülmektedir. Bu bulgular öğrencilerin söylemlerinin ilk çözüm önerilerinde bilişsel süreçte, ikinci çözüm önerilerinde ıraksak düşünme sürecinde, üçüncü çözüm önerilerinde ise değerlendirmeli düşünme sürecinde yoğunlaştığı, bunun yanı sıra bütün çözüm önerilerinde düşük oranlarda da olsa diğer düşünme süreçlerini kullanmaya devam ettikleri şeklinde yorumlanabilir.



BÖLÜM 5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde PB-STEM eğitimi ile yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık ve üretici düşüncelerinin geliştirilmesi amacıyla yürütülen bu eylem araştırmasının sonuçları araştırmanın alt problemlerine göre alt başlıklar halinde sunulmuş ve ilgili literatür ışığında tartışılmıştır.

5.1. PB-STEM Eğitiminin Öğrencilerin Bilimsel Okuryazarlıklarına Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma

“Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlıkları üzerinde bir etkisi var mıdır?” problemin ilişkin olarak “Bilimsel Okuryazarlık Testi” ve “Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi” ön test ve son test şeklinde uygulanmış ve sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bu testlere ilişkin ön test-son test puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu, ayrıca PB-STEM uygulamasının öncesinde ve sonrasında ortalamalarda artış olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, uygulanan PB-STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarında anlamlı yönde değişime sebep olduğu şeklinde yorumlanabilir. 21. yy eğitimin odağında öğrencilerin bilimsel okuryazarlığının geliştirilmesi yer almaktadır. Fen bilimlerini öğrenmede, öğrenciler kavramları anlayabilir, bilimsel süreç becerilerini kullanarak gerçek yaşam problemlerine çözüm bulabilirler (Fives vd., 2014). Problem çözme ise öğrencilerin bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin bütünleştirilmesiyle (National STEM Education Center, 2014), grup çalışmalarına dahil olduğu STEM eğitim yaklaşımı yardımıyla gerçekleştirilebilir (Han vd., 2015). Araştırmanın gerçekleştirildiği bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun, PB-STEM yaklaşımına uygulanmasının uygun olması

ve etkinliğin fen bilimleri ile ilgili anlaşılması gereken kavramların araştırılması ve sorgulanmasını gerektirmesi, mühendislik, matematik ve teknoloji entegrasyonu içermesi nedeniyle, disiplinler arası öğretim araştırmalarının öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının gelişimini destekleyeceği inancıyla yürütülen araştırma sonuçları gibi bu araştırmanın sonuçlarının da bu beklentiyi karşıladığı söylenebilir. Nitekim Storksdieck (2016) tarafından yapılan araştırmada 21. yy becerilerinin geliştirilebilmesinde bilimsel okuryazarlık kavramının önemine dikkat çekilmiş, bunun ise bilim ve mühendislik uygulamaları sayesinde STEM eğitimiyle sağlanabileceğine vurgu yapılmıştır. Gerçekleştirdiğimiz araştırma STEM eğitimi çerçevesinde sürdürüldüğünden, bilimsel okuryazarlığın gelişimine katkı sağlamış olabilir. Yine literatürde bir başka araştırmada lise öğrencilerinin akışkanlar dinamiği konusunda STEM temelli eğitimle bilimsel okuryazarlığının gelişimi incelenmiş, öğrencilerin bilimsel verileri yorumlama ve kanıtlama becerilerinde olumlu sonuçlar elde edildiği görülmüştür (Parno vd., 2018). Bu bağlamda Storksdieck (2016)'ın ve Parno vd., (2018)'in araştırmasından elde edilen sonuçlar bu araştırmanın sonuçları ile uyumludur. Yine Parno vd. (2020b) tarafından yapılan araştırmada “Akışkan Statiği Konusu”nda gerçekleştirilen PBL ile entegre STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını artırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürdeki Afriana vd. (2016) tarafından yapılan bir başka araştırmada da hava kirliliği konusunda PB-STEM eğitimi ile yürütülen sürecin, ilkökul öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarına olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Yulianti vd. (2018a) tarafından 26 öğrenciyle, STEM eğitimi ile gerçekleştirilen sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarına ve fizik problem çözme becerilerine etkisi incelenmiştir. Fizik problem çözme becerileri, bireyin problemi çözmek için bir çözüm geliştirdiği araştırma faaliyetinden kazanılan uzmanlıktır (Selçuk vd., 2018). Bilimsel okuryazarlık, öğrencilerin fen alanları ile ilgili bilimsel konulara dahil olma yeteneği olarak tanımlanmıştır (OECD, 2016). Araştırmada sorgulamaya dayalı öğrenme modelinin gerçek yaşam problemleri bağlamında STEM eğitime entegre edilmesiyle 21. yy taleplerine göre öğrencilerin geliştirilebilmesi amaçlanmış, deney grubuna ilişkin fizik problem çözme becerilerinin öğrencilerin bilimsel okuryazarlığına etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Yine

sorgulamaya dayalı öğrenme yoluyla gerçekleştirilen başka bir STEM eğitiminde, 68 öğrenciyle yapılan araştırmada öğrencilerin fizik kavram başarılarının ve bilimsel okuryazarlıklarının geliştirildiği sonucuna varılmıştır (Yuliati vd., 2018b). Bu bağlamda PB-STEM eğitiminde araştırma-sorgulama sürecini mini tasarımlar ve mini araştırmalarla işlettığımızdan, Yuliati vd. (2018a) ve Yuliati vd. (2018b) tarafından yapılan çalışmalar, araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir. Ayrıca literatürde yer alan, araştırma-sorgulamaya dayalı etkinliklerle desteklenmiş bilim merkezi uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, bilimsel okuryazarlık düzeylerine ve sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisini inceleyen doktora tezinden elde edilen sonuçlara göre araştırma-sorgulamaya dayalı etkinliklerle desteklenmiş bilim merkezi uygulamaları kullanılarak işlenen derslerin, mevcut öğretim programı kullanılarak işlenen derslere kıyasla öğrencilerin temel bilimsel okuryazarlık düzeyinin Bilimin Doğası alt boyutunda olumlu veya olumsuz yönde herhangi bir değişiklik meydana getirmediği tespit edilmişken; Bilim – Teknoloji – Toplum alt boyutunda ise olumlu yönde anlamlı değişim meydana getirdiği tespit edilmiştir (Öz, 2015). Yedinci sınıf seviyesinde öğrenim gören 58 öğrenciyle gerçekleştirilen çalışma, 22 ders saati boyunca sürdürülmüştür. Bilimin doğası boyutunda değişim olmaması ise araştırmanın süresinin kısa tutulmasıyla, bilimsel okuryazarlık gibi çok boyutlu bir özelliğin daha uzun sürede değişim göstermesiyle ilişkilendirilmiştir. Fives vd. (2014) ölçekte bilimin doğasını diğer boyutlarla ilişkilendirerek incelemiştir. Nitekim iki aylık (haftalık 4 saat fen bilimleri+2 saat bilim uygulamaları ve ders dışı zamanlar) bir süreçte öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarında anlamlı değişimler elde edilmiş olması bu araştırmanın sonuçlarıyla farklılık göstermektedir. Öğrenciler, PB-STEM eğitimi ile sadece araştırma-sorgulamaya yapmayıp gerçek yaşam bağlamında bir problemin çözülebilmesi için STEM disiplinlerini bir proje tasarlamada işe koşuldular. Bu süre içerisinde öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarında anlamlı değişimler elde edilmiş olmasında, Öz (2015)'den farklı olarak uzun süreli ve yoğun olarak gerçekleştirilmiş proje tabanlı STEM eğitiminin önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Alan yazında PB-STEM eğitimleriyle bilimsel okuryazarlığın ölçülmesine ilişkin çok az araştırma yer almaktadır. Bu anlamda bilimsel okuryazarlığın alt boyutları ile ilgili araştırma sonuçlarını incelemek ve tartışmak anlamlı olabilir.

5.1.1. Öğrencilerin Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık Testinden Aldıkları Puanlara İlişkin Sonuç, Tartışma:

Öğrencilerin bilimsel okuryazarlığın “Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık (BO-S)” boyutunda ön-test ve son-test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılık bulunmuş ve PB-STEM eğitiminin, öğrencilerin sergilenen bilimsel okuryazarlıklarının gelişiminde olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Strong (2013)’e göre STEM eğitiminin en önemli boyutlarından birisi olan **bilimsel süreç becerileri**, MEB (2018) programında ve Collette ve Chiappetta (1987); Weld (2004)’e göre bilimsel okuryazarlık kavramının alt boyutları arasında yer almaktadır. Fives (2014) BOY ölçeğinde yer alan, BO-S testinin alt boyutlarında bilimsel süreç becerilerine yer verilmektedir. Sullivan (2008) ortaokul öğrencileri ile yaptığı araştırmada, Yamak vd. (2014)’ın STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Araştırmada elde edilen sonuçlar BO-S testinden elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Araştırmanın bu sonucuyla paralel olup çalışma grubu bu araştırmadan farklı olan Bozkurt (2014), Gökbayrak ve Karışan (2017a), Marulcu ve Sungur (2012), Şencan (2014) tarafından yapılan araştırmalarda da bilimsel süreç becerilerinin gelişme gösterdiği dolaylı yoldan da olsa araştırmayı destekler niteliktedir.

Collette ve Chiappetta (1987); Weld (2004)’ya göre bilimsel okuryazar bireylerin özellikleri arasında bireylerin bilime karşı pozitif tutum geliştirmiş olmaları yer almaktadır. Yamak vd. (2014) tarafından yapılan araştırmada FeTeMM eğitiminin ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine karşı tutumlarını pozitif yönde geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Bozkurt (2014), Çavaş (2013), Doğanay (2018); Harkema vd. (2009) ve Means vd. (2016) tarafından yapılan araştırmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Alan yazında yer alan bu araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen araştırmaların öğrencilerin fen bilimlerine karşı olumlu tutum geliştirmeleri, bilimsel okuryazarlığın tutum boyutuna vurgu yapmaktadır. Bu yönüyle yaptığımız araştırmada elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Tüm bireylerin bilimsel okuryazar olmasının, günlük hayatta karşılaşılan problemler ile ilgili uygun kararlar verilebilmesi için gerekli olduğu belirtilmektedir (Millar & Osborne, 1998). Parno vd. (2019) tarafından yapılan araştırmada ise optik aletler konusunda probleme dayalı öğrenme (PDÖ) yaklaşımının STEM eğitiminde birlikte kullanılmasıyla problem çözme becerileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bunun için iki deney, bir kontrol grubu oluşturulmuş, sırasıyla ilk deney grubuna PDÖ STEM (Probleme Dayalı STEM), ikinci deney grubuna sadece PDÖ ve kontrol grubuna ise geleneksel öğrenme modeli uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre PDÖ STEM uygulamasıyla yürütülen derslerde problem çözme becerisinin daha yüksek olduğu, PDÖ’de de etkili olduğu, geleneksel öğrenme metodunun kullanıldığı kontrol grubunda ise en az etki gösterdiği görülmüştür. Parno vd. (2020a) tarafından yapılan bir başka araştırmada STEM yaklaşımıyla lise ikinci sınıf öğrencilerinin elektromanyetik indüksiyon konusundaki problem çözme becerileri incelenmiş, deney grubunda STEM yaklaşımı uygulanırken kontrol grubunda PBL yaklaşımı uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre her iki grubun problem çözme becerisinde anlamlı değişim olmuş, ancak PB-STEM yaklaşımı uygulanan deney grubunda, PBL uygulanan kontrol grubuna göre etki büyüklüğünün daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Nitekim yapılan çalışmada uygulamaya bir **günlük yaşam problemiyle** başlanmış, bu problemin çözümünde bilimsel bilginin kullanılmasına, araştırma sorgulama sürecine yer verilmiştir. Fives (2014)’ın BOY testinin bileşenlerinden biri de bilimsel sonuçları günlük yaşama uygulanmasıdır. Bu anlamda problem çözme becerisi bilimsel okuryazarlığı destekler bir bileşendir. Alan yazında uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine olumlu etki ettiğini gösteren, dolaylı da olsa sonuçları destekleyen araştırmalar olduğu söylenebilir (Dewaters, 2006; İnce vd. 2018; Şahin vd., 2014; Tabaru, 2017).

Osborne (2007)’ye göre bilimsel okuryazarlığın bilişsel boyutunun öğrencilerin bilimsel anlamda eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini sağladığı yönündedir. Fives (2014)’ın belirlediği alt boyutlara bakıldığında değişkenleri tanımlamak, araştırmanın deseni hakkında eleştirel sorular sormak da yer almaktadır. Bu anlamda **eleştirel düşünme becerisine** de vurgu yapılmaktadır. Alan yazında STEM etkinliklerinin eleştirel düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediğini gösteren

araştırma yer almaktadır (Hacıoğlu, 2017; Hacıoğlu & Gulhan, 2021). Yapılan araştırma, bu araştırmayla farklı örnekleme gerçekleştirilmiş olsa da bilimsel okuryazarlığın gelişimine sağladığı katkıdan dolayı araştırmayı destekler niteliktedir.

Miller (1983) bilimsel okuryazarlığı bilimin doğası, bilimin içeriği ve bilim-teknoloji-toplum ilişkisi boyutlarında incelemiştir. Alan yazında STEM etkinliklerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine ilişkin yapılan araştırmada, STEM etkinliklerine dayalı olarak yapılan öğretimin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Ozan & Uluçınar Sağır, 2020). Fives vd. (2014) ölçekteki alt boyutları incelendiğinde **bilimin rolü** bileşeni “Bilimsel araştırmaların **doğasını** açıklar.” şeklinde ifade edilmektedir. Yıldırım vd. (2017) tarafından öğretmen adayları ile yapılan bir araştırmada STEM eğitimi uygulamalarının bilimin doğası anlayışları üzerinde olumlu etki oluşturduğu, bir başka çalışmada Şık (2019) ise ortaokul yedinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği araştırmada STEM içerikli eğitimin kontrol grubunda yapılan eğitime göre bilimin doğası görüşlerini geliştirmede daha etkili olduğunu tespit etmiş, Michaels vd. (2008), yaptıkları araştırmada bilimsel uygulamalara katılan bireylerin çevrelerindeki bilgi ve olayları açıklamalarının kolaylaştığını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda gerçekleştirilen bu araştırmalardan elde edilen sonuçlar araştırmayı destekler niteliktedir.

5.1.2. Öğrencilerin Bilime Yönelik Motivasyon ve İnançları Ölçeğinden Aldıkları Sonuçlara İlişkin Sonuç, Tartışma:

Öğrencilerin bilimsel okuryazarlığın “Bilime Yönelik Motivasyon ve İnanç (BO-Mİ)” testinin konu değeri, öz yeterlik ve epistemolojik inançlar alt boyutlarında ön test son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılık bulunmuş ve PB-STEM eğitiminin, öğrencilerin bilime yönelik motivasyon ve inançlarının gelişiminde olumlu etkisi sonucuna varılmıştır.

Fives vd. (2014)’e göre bilime yönelik motivasyon ve inançlara ait bileşenler, bireylerin bilimsel faaliyetlere katılma konusundaki motivasyonlarını ve bilimsel bilginin kaynağı ve kesinliği hakkındaki görüşlerini belirlemektedir. Bu bağlamda

ölçekte yer alan alt boyutları destekleyen bir diğer kavram olan, üst bilişsel farkındalık, bir kişinin kendi zihinsel süreçlerini kontrol etmesi, kendi öğrenme stratejilerinin farkında olması, kendi öğrenmesini değerlendirmesi, planlaması, izlemesi ve bilgisini yönetme stratejilerini kullanmasını içermektedir (Bağçeci vd., 2011).

Afiana vd. (2016) tarafından, STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarına etkisinin incelendiği çalışmada öğrencilerden alınan görüşlerden ise neredeyse tüm öğrencilerin PB-STEM eğitiminden heyecan duydukları, öğrenme sırasında etkileyici deneyimler edindikleri ve öğrenme motivasyonlarının ve ilgilerinin arttığı sonucu çıkarılmıştır. Bu araştırmada da PB-STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını arttırması ve bilimsel okuryazarlığın bilime yönelik motivasyon ve inançlar boyutunda olumlu etkisi sonuçları da yaptığımız bu araştırmayı destekler niteliktedir.

Çevik ve Abdioğlu (2018) yaptığı araştırmada STEM etkinliklerinin, öğrencilerin fen motivasyonuna orta büyüklükte ve üst bilişsel farkındalığa büyük düzeyde bir etkiye sahip olduğu, STEM başarıları ile fen bilimlerine yönelik motivasyonları ve üst bilişsel farkındalıkları arasında anlamlı ve pozitif yönde bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç bilimsel okuryazarlığındaki değişimi destekler niteliktedir. Alan yazında bu duruma benzerlik gösteren başka araştırmalar da yer almaktadır (Green, 2012; Gökbayrak & Karışan, 2017b; Park & Yoo, 2013; Yıldırım & Selvi, 2017).

Padilla (1986)'ya göre, bireylerin bilimsel okuryazar olmaları için bilimsel süreçte sahip oldukları becerileri kullanabilmeleri kadar bu süreçte sahip oldukları becerileri ele alış biçimleri ve bunları davranış olarak yansıtabilmeleri önemli olup bireylerin bilimsel süreçte kullandıkları bilimsel bilginin; ne olduğunu, nasıl ortaya çıkarıldığını ve nasıl kullanıldığını sorgulamaları, epistemolojik inançlarının bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir (Acat vd., 2010). Fives (2014)' e göre bireyin bilime yönelik epistemolojik inançları BO-Mİ ölçeğinin alt boyutlarından biridir. Bahşi ve Fırat (2020) yaptığı araştırmada STEM etkinliklerinin ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel epistemolojik inançlarına etkisi incelemiş, araştırma sonucunda ise STEM

etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel epistemolojik inançlarına etkisinin olduğu sonucuna ulaşılması, yapılan bu araştırmayı desteklemektedir.

Means vd. (2016) tarafından kapsayıcı STEM liseleriyle Kuzey Kaliforniya'daki diğer liseleri karşılaştıran bir başka araştırmada, öğrencilerin STEM okullarına devam etmeleri halinde lisede hesaplama, matematik ve kimya alanlarındaki başarılarında artış sağlarken, ders dışı STEM etkinliklerine katılımlarında artış olduğu, bilim kariyerlerine ilgisinin arttığı, buna bağlı olarak da yüksek lisansa devam etme ve yüksek dereceler alma arzusunu tetiklediği sonucuna varılmıştır. Bu araştırma Fives vd. (2014) tarafından geliştirilen ölçekteki bilim ve matematik (Bilimde matematiğin kullanılması, bilimde matematiğin uygulanmasının anlaşılması), bilime yönelik motivasyon ve inançlar ve bilimin rolü (genel fen kavramlarını anlar) boyutlarında yapılan araştırmayı destekler niteliktedir.

Bilimsel okuryazarlık bir ulusun refahı ile ilişkilidir ve bu refah iyi yetiştirilmiş mühendisler, bilim insanları ve teknik personellerle araştırma ve geliştirmeye önem verilerek uluslararası pazarda başarılı bir şekilde yer almakla sağlanabilir (Laugksch, 2000). Means vd. (2016) tarafından yapılan araştırmada öğrencilerin STEM programlarına dahil olmasının, öğrencilerin bilim alanlarında kariyer yapmak istemelerinde (yüksek lisans yapma isteği) etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bilimsel okuryazarlığın toplumda yetişen tüm bireyler için kariyer beklentileri veya yetenekleri ne olursa olsun gerekli olduğu düşünülmektedir (Millar & Osborne, 1998). STEM eğitimi alan bireylerin bilimsel alanlarda kendilerini yeterli görerek bu alanlarda kariyer seçimleri yapmalarındaki isteklilik bağlamında Means vd. (2016)'nin yapmış olduğu çalışmada, Fives vd. (2014)'nin geliştirmiş olduğu ölçeğin, bilimsel okuryazarlığın öz yeterlilik boyutuna vurgu yapıldığı ve araştırmayı destekler nitelikte sonuçlara sahip olduğu söylenebilir. Literatürde Kapila ve Iskander (2014) tarafından gerçekleştirilen, STEM'in öğrencilerin öz yeterliliklerinin gelişimine katkı sağladığını gösteren, benzer sonuçlara sahip başka bir araştırma da yer almaktadır.

Öğrencilerin bilimsel okuryazarlığın bilime yönelik motivasyon ve inanç (BOMİ) testinin konu değeri, öz yeterlik ve epistemolojik inançlar alt boyutlarında ön test son

test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılık bulunmuş ve PB-STEM eğitiminin, öğrencilerin bilime yönelik motivasyon ve inançlarının gelişiminde olumlu etkisi sonucuna varılmıştır.

5.1.3. PB-STEM Eğitiminin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın birinci problemi olan “Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarına etkisi var mıdır?” sorusuna cevap bulabilmek için kullanılan bilimsel okuryazarlık ölçeği, öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını yöntem-yordam ve epistemik bilgi boyutlarından ölçmektedir. Ancak OECD ve IEA gibi kurumlar yaptıkları uluslararası sınavlarda içerik bilgisine yer vermektedir. Bu bağlamda öğrencilerin konuya ilişkin kazanımlardan edindikleri bilgilerin de ölçülmesine ihtiyaç duyulmuş ve kazanımların ölçülmesine hizmet eden akademik başarı testi uygulanmıştır. Akademik başarı testinden elde edilen sonuçlara göre, uygulanan PB-STEM eğitimi öğrencilerin akademik başarılarının geliştirilmesinde etkili olmuştur.

Şahin ve Ateş (2018)’e göre BO-S bir başarı testidir. Ancak bireylerin genel bilimsel konular hakkındaki bilgilerini ölçen sorulardan oluşmaktadır, belirli bir kazanımı, konuyu ve üniteyi kapsamamaktadır. Collette ve Chiappetta (1987); Weld (2004)’e göre bireylerin temel alan bilgisine sahip olmaları bilimsel okuryazar bireylerin özellikleri arasındadır. Yine Fives vd (2014) tarafından geliştirilen bilimsel okuryazarlık ölçeğinin alt boyutlarından biri olan bilimin rolü, bilimsel araştırmalar vasıtasıyla cevaplanabilecek soruları belirlemeyi, bilimsel davranışların doğasını anlamayı, genel bilimsel kavramları anlamayı gerektirmektedir. BO-S alt boyutları **akademik başarıya** vurgu yaptığından, Çevik M. (2018); Karaçalli ve Korur (2014); Lou vd. (2014); Rabitoy vd. (2015) ve Robinson vd. (2014) araştırmalarda elde ettiği sonuçların, PB-STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı görülmekte olup, öğrencilerin BO-S testinden aldıkları puan ortalamalarındaki artışı desteklemektedir. Alan yazın incelediğinde PB-STEM uygulamalarının akademik

başarıyı arttırdığı yönde sonuçlara sahip birçok araştırmanın olması (Bennett vd., 2007; Büyükbastırmacı, 2019; Bybee, 2010; Ceylan, 2014; Ceylan & Özdilek, 2015; Irkçatal, 2016; İnce vd., 2018; Means vd., 2016; Şahin & Kardaş, 2020; Yamak vd., 2014; Yıldırım & Altun, 2015) araştırmanın sonucunun önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Ayrıca alan yazında yapılan araştırmalar incelendiğinde Yamak vd., (2014) tarafından ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi incelenmiş ve STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde olumlu etkisinin olması, bu araştırmadaki PB-STEM uygulamasında bilimsel süreç basamaklarına yer verilmesinin elde edilen akademik başarıda anlamlı artışı destekler niteliktedir.

Araştırma bulgularında ayrıntılı olarak verilmemiş olsa da ilgili literatür incelendiğinde ortaya çıkan bir sonuç olarak, bu araştırmanın katılımcı öğrencilerin çoğunluğunun fen başarısı yüksek öğrencilerden oluşmasına rağmen, karma bir grupla çalışıldığından bazı öğrencilerin fen başarılarının ise düşük olduğu bilinmektedir. C5, C6, IS4, CK3, CK4 gibi öğrencilerin fen bilimleri dersinde geçmiş konularda düşük başarı göstermelerine rağmen, gerçekleştirilen PB-STEM eğitiminden önce ve sonra gerçekleştirilen akademik başarı testinden aldıkları puanlar incelendiğinde elde ettikleri başarıda önemli oranda artış olduğu görülmüştür. Literatürde fen başarısı yüksek olan grupların, fen başarısı düşük olan gruplara göre, STEM temelli etkinliklerde de daha başarılı olduğunu, ancak standart olarak kullanılan akademik başarı testlerinin başarı ölçmede tek başına yeterli olmadığını; öğretmen gözlemleri, öğrenci sunumları değerlendirildiğinde düşük başarılı öğrencilerin de bilimsel kavramları anlamada olumlu değişimler gösterdiklerini ifade eden çalışmalar, bu yönüyle araştırmayı destekler niteliktedir (Doppelt vd., 2008). Ayrıca Alan yazında yapılan araştırmalar incelendiğinde Yamak vd. (2014) tarafından ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi incelenmiş ve STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde olumlu etkisi, bu araştırmada yer alan PB-STEM uygulamasında bilimsel süreç basamaklarının işletilmesinin elde edilen akademik başarının artışı olumlu etkilediği söylenebilir.

Araştırmadan elde edilebilecek bir diğer sonuç, STEM etkinliklerinde ortaokul öğrencilerinin mini tasarımlar yaptıklarında, bir ürün elde ederek başarıya ulaşmış olduklarından, daha fazla bilgi sahibi olma isteklerini arttırmış olabilir. Bu durumun da başarıya olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Ayrıca literatürde yapılan bazı araştırmaların sonuçları da bu durumu desteklemektedir (Çavaş, vd., 2013; Doppelt vd., 2008; Harkema, vd., 2009; Moore vd, 2013; Yamak vd., 2014).

Araştırmada gerçekleştirilen PB-STEM eğitiminin öğrencilerin başarısına olumlu yönde etki ettiği sonucu, öğrencilerin öğrenmelerinde PB-STEM uygulamasının etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer birçok araştırmada elde edilen sonuçlar yapılan bu araştırmada elde edilen sonuçları desteklemektedir (Bybee, 2010; Ceylan & Özdilek, 2015; Çevik, 2018; Lou vd., 2014; Means vd., 2016; Rabitoy vd., 2015).

OECD (2016)'nin bilimsel okuryazarlık çerçevesine göre içerik bilgisi bilimsel okuryazarlığın değerlendirme kriterlerinden biridir. Fives vd. (2014) bilimsel okuryazarlık ölçeğinde içerik bilgisini ölçmemişlerdir. Araştırmada kullanılan Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı testinden elde edilen, PB-STEM eğitiminin akademik başarıya anlamlı etkisi olduğunu gösteren sonuçlar, bilimsel okuryazarlığı içerik bilgisi anlamında destekler niteliktedir.

OECD (2016) tarafından öğrencilerin içerik, yöntem-yordam ve epistemik bilgileri PISA sınavlarında ölçülmektedir. Araştırmada kullanılan Fives vd. (2014) tarafından hazırlanmış olan bilimsel okuryazarlık testi içerik bilgisinden ziyade, süreç ve epistemik bilgi boyutlarını ölçmektedir (Şahin, 2018). Bu araştırmada gerçekleştirilen PB-STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına olan olumlu etkisinin, bilimsel okuryazarlık testinden elde edilen olumlu sonuçlara ek olarak, bilgi boyutunda eksik kalan içerik bileşenini tamamladığı söylenebilir. Bu bağlamda öğrencilerin akademik başarılarındaki artış, bilimsel okuryazarlık testinden elde ettikleri sonuçları desteklemektedir.

5.2. PB-STEM Eğitiminin Öğrencilerin Üretici Düşünme Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma

“Fen bilimleri dersinde, bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme konusunun PB-STEM eğitimi ile öğrenilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin üretici düşünme becerisi üzerinde bir etkisi var mıdır?” problemine ilişkin olarak söylemleri değerlendirilmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin PB-STEM eğitimi sırasında oluşturdukları çözüm önerilerindeki söylemlerinden elde edilen bulgulara göre üretici düşünme becerilerinde (üst düzey becerilerinde) gelişim olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, uygulanan PB-STEM eğitiminin öğrencilerin üretici düşünme becerilerinde olumlu yönde bir değişime sebep olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Gallagher ve Aschner (1963) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin okuma becerilerindeki gelişimin, sınıf etkileşiminin analizini içeren bir yaklaşımla incelenmesi amaçlanmıştır. Bu süreçte X yöntemi ve Y yöntemi adı verdikleri iki yöntemin uygulandığı gruplarda, erkekler ve kızlar tarafından kullanılan farklı düşünce süreçlerindeki (bilişsel bellek, yakınsak düşünme, ıraksak düşünme, değerlendirmeli düşünme) değişimler incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda erkekler ve kızlar tarafından kullanılan farklı düşünce süreçlerinin oranının benzer olmasına rağmen, erkeklerin kızlardan daha farklı tepkiler ürettiği tespit edilmiştir. Bu farklılığın sebeplerini özel olarak araştırmamış olsalar da ders içerisinde sorulan sorularda, sorgulama sürecinde, kullanılan yöntem tekniklerde farklılıklar olmasından kaynaklı olduğunu öne sürmüşlerdir. Yapılan bu çalışma karma bir çalışma olup, cinsiyete göre PB-STEM eğitimi boyunca üretici düşünme becerilerindeki değişim incelenmemiştir. Nitekim PB-STEM eğitimi ile gerçekleştirmiş olduğumuz araştırmada, öğrencilere aynı yöntem teknikler uygulamış olup, her birey için şartların eşit olmasına dikkat edilmiştir. Hem araştırmacı hem de sınıfın öğretmeni, öğrencilere eşit oranda rehberlik etmiş, sınıf ortamında sunulan olanaklar eşit tutulmuş, her grubun araştırma-sorgulama sürecinde bilgiye kolayca ulaşabilmesi için internet ve araç sağlanmış, okul imkanları bütün öğrenciler için eşit kullanılmış, bütün dersler her öğrenci için aynı yöntem ve teknikle işlenmiştir.

Aranda vd. (2020)'nin yaptığı çalışmada altıncı sınıf öğrencileriyle bir fen bilimleri dersinde, tasarım temelli bir problemin çözülmesi için farklı düşünme modlarının nasıl kullanıldığı araştırılmıştır. Yaptığımız araştırmaya benzer şekilde üretken düşünme sürecinin incelenmesi için Gallagher ve Ashner (1963)'ın analitik çerçevesi kullanılarak nitel ve betimsel bir araştırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğrenciler çeşitli düşünme biçimlerini kullanmışlar ve öğrenciler ilk tasarımlarını planlarken bilişsel bellek, yakınsak düşünme, farklı düşünme ve değerlendirme düşünme süreçlerini kullandıkları; ancak tasarım kararlarını sonuçlandırdıklarında ve müşteriye sunduklarında, tasarım kararlarını değerlendirdikleri ve gerekçelendirdikleri için daha yüksek dereceli düşünme modlarını yüksek oranda kullandıkları ifade edilmiştir. Nitekim bu sonuç bu araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Yapılan araştırmada son çözüm önerilerinde üst düzey düşünme becerilerinin yüksek çıkması, Aranda vd. (2020)'nin yaptığı çalışmada olduğu gibi, daha yüksek üretkenlik ve kavramsal performans için etkili bir eğitim stratejisi kullanıldığı konusunda bize fikir vermektedir. Aranda vd. (2020)'nin yürüttüğü araştırmada fen bilimleri dersine dahil olan bir biyoloji ünitesi işlenmiştir. Tasarım temelli STEM öğretimi sürecinde öğrencilere sunulan tasarım probleminde, onlardan Midwestern Üniversitesi Tarımsal Yayım Ofisi için genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) çapraz tozlaşmasını önlemek ve test etmek için bir süreç tasarlama istenmiştir. ABD'nin Orta Batı eyaletinde yaşayan öğrenciler için bu problem bir gerçek yaşam problemi olarak kabul edilmiştir. Benzer şekilde yaptığımız bu araştırmada gerçek yaşam problemi olarak, artık günümüzde GDO'lu ürünlerin artış göstermesiyle, sağlıklı gıdalar tüketmenin zorluğundan söz edilmiştir. Sağlıklı yumurtalara ulaşmanın zorluğundan söz eden bir gazete haberi gerçek yaşam problemi olarak sunulmuş, öğrencilerin bu problemi projelendirerek çözmeleri için bir çiftlik tasarlama istenmiştir. Bu yönüyle yaptığımız çalışma Aranda vd. (2020)'un yaptığı çalışmayla benzerlik göstermektedir. Yine Aranda vd. (2020) yaptığı çalışmada analizler için kodlamalar yaparken öğrencilerin ilk tasarım, yeniden tasarlama ve sunum aşamasındaki söylemlerine odaklanmış, bu yönüyle yaptığımız çalışmayla benzerlik göstermektedir. Ayrıca 8 kişiden (4+4) oluşan iki grupta sınırlı olarak yürütülen bu çalışmadan farklı olarak bu araştırmada 5-6 kişiden oluşan 5 grup yer almakta olup, daha çok öğrencinin araştırmaya katılımı mümkün olmuştur.

Yine Guzey ve Jung (2021) tarafından yapılan bir araştırmada ortaokul öğrencilerinin fen öğrenmesinde küçük gruplar halinde çalışmasından elde edilen söylemlerin cinsiyetlere göre üretici düşünme süreçleri bakımından farklılaşması incelenmiştir. İraksak düşünme süreçlerine ait söylemlerin oranlarında iki cins için daha yüksek oranlarda fikir ve düşünce ürettikleri yönünde benzer sonuç vermiş, ancak yakınsak düşünme, değerlendirmeli düşünme ve bilişsel bellekte daha düşük oranlarda söylem ürettikleri şeklinde sonuç vermiştir. Buna ek olarak kızlar ve erkekler karma gruplarla çalışırken daha az ıraksak düşünme söylemleri kullanmışlardır. Bütün olarak bakıldığında ise fen öğrenmeyle ilgili olarak hem kızlar hem de erkekler anlamlı öğrenme kazanımları göstermişler, küçük tasarım ekiplerinde bir mühendislik tasarım görevine katılmanın, öğrencilere üretken düşünme ile meşgul olma ve hedeflenen bilim kavramı olan ekosistemleri öğrenmelerini geliştirme fırsatları sağladığını göstermiştir. Bu araştırmadan farklı olarak araştırmamızda cinsiyet faktörleri açısından farklılıklar araştırılmamış olsa da karma çalışılan grupların sonuçları açısından, Guzey ve Jung (2021) tarafından yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir. Bu yönüyle küçük tasarım ekiplerinde bir mühendislik tasarım görevine katılmanın, öğrencilere üretken düşünme ile meşgul olma ve hedeflenen bilim kavramı olan ekosistemleri öğrenmelerini geliştirme fırsatları sağladığını göstermiş (Guzey & Jung, 2021) olup, yapılan çalışmada da küçük gruplar halinde çalışılan (5-6kişi) öğrencilerin üretken düşünmelerinde artış sağlanması, dersin hedefi olan bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişmenin öğrenilmesi açısından benzer sonuçlar elde edildiği şeklinde açıklanabilir. Nitekim araştırmada sunulan akademik başarı testi sonuçları bu söylemi desteklemektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin PB-STEM eğitimi boyunca bilimsel kavramları öğrenmekle ilgili değerlendirmeli düşünme süreçlerini içeren üst düzey düşünmeyi gerektiren söylemlerin oranlarının (üretici düşünme becerilerinin) artmasıyla, bilimsel okuryazarlık testinden elde edilen sonuçlar bilimsel kavram öğrenme konusunda birbirini desteklemektedir. Ayrıca Guzey ve Jung (2021) tarafından yürütölen araştırmada veriler nitel analizlerden söylem analizi kullanılarak analiz edilmiş olup, bu bağlamda araştırmamızla analiz yöntemi bakımından benzer olduğu söylenebilir. Yazarlar yaptıkları çalışmada yerel bir nehirdeki su kirliliğı üzerine gerçek yaşam problemi vermişler, araştırmamızdakine benzer şekilde biyoloji içerikli bir mühendislik tasarım sürecine girmişlerdir. Ayrıca

literatür incelendiğinde biyoloji alanında bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım sürecinin birlikte işletildiği STEM etkinliklerine sınırlı sayıda rastlandığından (Aranda vd., 2020; Guzey & Jung, 2021), yapılan çalışmayla bu yönüyle benzerlik göstermesinin literatüre katkı sağlamak açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Rivard ve Straw (1999) tarafından yapılan çalışmada, konuşma, yazma, konuşma ve yazmanın basit ve entegre bilginin öğrenilmesi ve akılda tutulması üzerindeki etkisini keşfetmek ve konuşma ve yazmanın bu süreçlere aracılık ettiği mekanizmaları tanımlamak amacıyla konuşma yazmanın fen öğrenmedeki rolü araştırmışlardır. Araştırmanın bulgularına göre konuşmanın akranlar arasında bilgi paylaşımı, açıklığa kavuşturma ve dağıtma, soru sorma, hipotez kurma, açıklama, ve fikirleri birlikte formüle etmek, akran tartışmaları sırasında önemli mekanizmalar olduğu, analitik yazı, temel fikirleri daha tutarlı ve yapılandırılmış bilgiye dönüştürmek için önemli bir araç olduğu, yazı ile birleştirilen konuşma, zaman içinde fen öğreniminin kalıcılığını artırdığı, cinsiyet ve yetenek, öğrenmeyi geliştirmek için konuşma ve yazmanın etkililiğini belirleyen önemli aracı değişkenler olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. PB-STEM eğitimi süresince öğrencilerin akran tartışmaları analizler için önemli veriler sunmuştur. Gruplardaki öğrenciler, akran tartışmaları sırasında önemli uygulamalar olan sorular sorarken, beyin fırtınası yaparak çözümler geliştirip, fikir alışverişinde bulunurken akranları arasında fikirlerini paylaştılar ve bilgiyi paylaştılar. Bu bağlamda çalışmamız Rivard ve Straw (1999)'un çalışmasıyla benzeşmektedir.

Gerçekleştirilen PB-STEM eğitiminde oluşturulan projenin amacı gruplar arasında rekabet yaratmak değildir. Gruplardan istenen kriter ve sınırlamaları karşılayan çözümler bulmalarıydı. Öğrenciler davranışsal düzeyde rekabete girmeden iş birliği içinde çalışarak fikirlerini beyan ettiler, tartışmalara girdiler, değerlendirmeler yaptılar ve çözüm önerilerini oluşturdular. Lou vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçların elde edilmiş olması, yaptığımız çalışmayı desteklemektedir. Nitekim proje tabanlı yürütülen süreçte mühendislik tasarım süreci ve bilimsel araştırma süreci birlikte yürütülmüş olmuş, öğrenci özelliklerinin, yaratıcılığının, önceki deneyimlerinin, tutumlarının, inançlarının, değerlerinin ve bağlamsal faktörlerin mühendislik ve bilimdeki öğrenci katılımını ve öğrenmeyi etkilediğini

bilinmektedir (Aranda vd., 2020; Calabrese Barton vd., 2017; Guzey vd., 2016; Schnittka & Schnittka, 2016). Bu bağlamda Guzey ve Jung (2021)'nin çalışmasında da olduğu gibi, anlamlı ve ilgi çekici tasarım etkinliklerini uygulamanın, öğrencileri tasarım gruplarını bilinçli olarak düzenlemenin ve gruplarda rekabet yerine iş birliğine dayalı çalışmaya odaklanmanın, karma ve tek cinsiyetli ekiplerde daha verimli tasarım konuşmalarına ittiğini göstermektedir.

Barışık (2018) yaptığı çalışmada üstün zekâlı/yetenekli öğrencilerin üretici düşünme becerilerindeki değişimi duyuşsal özellikler bakımından incelemiş, çalışmaya katılan üstün zekâlı/yetenekli öğrencilerin; üretici düşünme becerilerinin ortalama düzeyin üstünde olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca literatürde benzer sonuçlara sahip başka çalışmalarda yer almaktadır (Karabey, 2010; Şahin, 2014). Ancak zekâ ve yaratıcılık doğuştan gelir ve Şahin (2014)'e göre zekâ, genel yaratıcılığın yalnızca %5'ini açıklayabilir. 21. Yy becerilerine sahip olması beklenen öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünmeleri gerektiğinden, onlara yaratıcı bireyler olduğunu öğretmek ve bu süreci deneyimlemelerini sağlamak gerekmektedir (Shanahan, 2009). Bu bağlamda yaratıcılık sadece üstün yeteneklilere özgü bir özellik olmayıp, uygun koşullar sağlandığında, eğitimle keşfedilebilir ve geliştirilebilir. Üretici düşünme yaratıcılığın bir alt boyutudur. Bu bağlamda Barışık (2018)'in yaptığı çalışmadan elde ettiği sonuçlar çalışmayı destekler niteliktedir Nitekim Hacıoğlu (2017) yılında yaptığı çalışmada STEM eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının e yaratıcı düşünme becerisine etkisini incelemiş, öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık becerilerinin STEM eğitimi temelli etkinlikler ile geliştiğini tespit etmiştir. Farklı örneklem ile çalışılmış olsa da öğretmen adaylarının yaratıcılıklarının gelişmiş olması, bu çalışmada elde edilen sonucu desteklemektedir. Ayrıca literatürde, gerçekleştirilen bu çalışmayı destekleyebilecek nitelikte, tasarım sürecinin farklı örneklemelerin yaratıcılığına etkisini inceleyen çalışmalar yer almaktadır. Öğrencilerin yaratıcı otantik problem çözme süreçlerini incelemede tasarım temelli ve proje tabanlı mekatronik dersleri işlenmişler, öğrencilerin karmaşık problemlerin çözümlerinde tasarım sürecini kullanabilmeleri için yaratıcı düşüncelerinin önemli olduğu sonucuna varmışlardır (Doppelt & Armon, 1999).

Tasarım problemlerine çözüm üretmek mantıksal faaliyetler olarak görülmekte olup, öğrenciler bu süreçte sistematik ve yaratıcı düşünme tarzlarıyla meşgul olurlar (Llyod vd., 1995). Tasarım sürecinde öğrenciler, problem çözmenin yinelemeli bir süreci olan tasarımın doğası gereği, döngüsel bir yapıda çözüm üretirler ve bu süreç, bir çözümün oluşturulması, analizi, sentezi ve değerlendirilmesi için fırsatlar sağlayarak üretken düşünmeyi teşvik eder (Guzey & Jung, 2021). PB-STEM eğitiminde sağlıklı yumurtalar elde edebilmek için döngüsel bir proje tasarlama ve projeyi uygulama süreci işletildi. Süreçte bir gerçek yaşam problemi, kriter ve sınırlamalar bağlamında çözüldü ve uygulandı. Bu sırada oldukça karmaşık bir düşünce sürecinden geçen öğrenciler, problemin çözümüne yardımcı olması için mini tasarım ve araştırmalarla araştırma-sorgulama sürecine girdiler. Bu karmaşık problemin çözümü için üç defa çözüm ürettirler ve her defasında bir öncekini revize ederek yeni fırsatlar yakaladılar. Bu yönüyle Llyod vd. (1995) tarafından yapılan çalışma bu araştırmayı destekler niteliktedir.

Liu ve Schoenwetter (2004) yaptıkları çalışmada yaratıcılığın mühendisler için ne anlama geldiğini ve yaratıcılığa giden engellerin üstesinden nasıl gelebileceklerini öğretmek, yaratıcılığı kolaylaştırmak için bir sınıf ortamında uygulanabilecek, Treffinger'ın yaratıcı öğrenme modeline dayanan çalıştırılabilir bir araç geliştirmeyi önermiş ve öğretmenlerin öğrencilerde yaratıcılığın önündeki engelleri belirlemeyi ve kaldırmayı öğretmenin yanı sıra, problem çözmeye yönelik öğretim stratejileri yoluyla öğrencilerin yaratıcılığını daha da kolaylaştırması ve beslemesi gerektiği sonucuna varmıştır. Bu süreçte kullanılan Treffinger'ın yaratıcı öğrenme modeli bu araştırmadaki değerlendirme süreçlerine benzer şekilde üç hiyerarşik süreçten oluşmaktadır. Bunlardan ilki öğrenme ve temel düşünme araçlarını kullanma; ikincisi sistematik bir problem çözme sürecini öğrenmek ve uygulamak ve üçüncüsü gerçek problemlerle çalışmaktır. Gerçekleştirilen PB-STEM eğitiminde öğrencilerin üretken söylemlerde bulunmasını incelemek için bu hiyerarşiye benzer çözüm önerileri sunmalarına fırsatlar verilmiştir. İlk çözüm önerilerinde ellerindeki bilgileri kullanarak bunu proje tasarımına uygulamışlar, ikinci çözüm önerilerinde araştırma-sorgulama sürecinde öğrendiklerini problemin çözümünde kullanmışlar, bunu yaparken de bilimsel süreci kullanmaya dikkat etmişlerdir. Üçüncü ve son çözüm önerilerinde ise

bir gerçek yaşam problemi olan büyük tasarım probleminin çözümü için nihai tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Bu bağlamda gerçekleştirdiğimiz PB-STEM eğitimi ile Liu ve Schoenwetter (2004) yaptıkları çalışma birbirini destekler niteliktedir.

Chin (2007) öğretmenlerin öğrencilerin düşüncesini güçlendirmek ve öğrencilerin bilimsel bilgiyi inşa etmelerine yardımcı olmak için sınıf söyleminde soruları nasıl kullandıklarını ortaya çıkarmak için üretken düşünmeyi teşvik eden yaklaşımları incelemiş, yedinci sınıfta fen bilimleri dersi veren altı öğretmenle çalışmasını yürütmüştür. Bu süreçte öğrencilerin üretici düşünme becerilerini geliştirici sorular sormanın öneminden bahsetmiştir (Üretici Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesi İçin İhtiyaç Duyulan Öğrenme Ortamları başlığında ayrıntılı olarak bahsedilmiştir.). Nitekim yaptığımız araştırmada öğrencileri üretken düşünmeye teşvik eden sorular sormaya dikkat edildi. Etkinliği yürütecek olan öğretmenin geçmiş deneyimlerinin olmasının ve konuya hakimiyetinin uygun sorular sormak için önemli bir kriter olduğu söylenebilir. Ayrıca etkinlik kitapçığının hazırlanması sonrasında alınan uzman görüşleri, öğretmenin dersi izole edilmiş doğru yanıtlar şeklinde sunmak yerine, kavramlar arasındaki bağlantıların kavramsal çerçeveye entegre edilmesine yardımcı olacak sorular sormasını kolaylaştırmış, öğrencilerin önceki öğrenmeleri dikkate alınmış ve ön bilgilere uygun sorular oluşturulmaya dikkat edilmiş ve bu soruları aşamalandırırken pedagojik becerilere sahip olduğu, araştırmanın danışmanı olan STEM uzmanı tarafından derslere dahil olunarak görülmüş, fen derslerinde pasif bir alıcı rolü üstlenen öğrencilerin de iş birliği alınmış, son olarak dar bir zaman aralığında gerçekleştirilecek olan sınavlar yerine, öğrenmeyi ve öğretimi zenginleştirmeyi amaçlayarak, öğrencilerin sınav kaygısından uzak olabileceği ortamların oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Bu bağlamda Chin (2007) tarafından yapılan çalışmayla, gerçekleştirdiğimiz PB-STEM eğitiminde üretici düşünmeyi teşvik eden yaklaşımların kullanılması açısından benzerlikler göstermektedir.

Mutodi (2016) yaptığı araştırmada, hesaplamalı yaklaşım kullanarak, gerçek yaşam problemlerinin çözümünde on ikinci sınıf öğrencilerinin üretici düşünme modelini keşfetmeyi amaçlamış ve sonuç olarak öğrencilerin problemlerin bağlamlarını çözmekte ve sembolik olarak temsil etmekte, denklemleri ve fonksiyonları formüle

etmekte, problemi çözmekte ve çözümleri yorumlamak için matematik metotları uygulamakta zorlandıklarını belirtmiş, ancak çalışmanın çıkarımları olarak, öğretmenlerin, problem çözme sürecinde, eleştirel düşünme ve üretken düşünme için öğretimi teşvik edecek şekillerde öğrenenleri meşgul etmeleri gerektiğini belirtmiştir. Bu araştırmanın sonuçları, öğrencilerin hesaplamalı yaklaşım kullanarak optimizasyon problemlerini çözmekte, verimli düşünme süreçlerinden yoksun olduğunu ortaya koymuştur. Her ne kadar Mutodi (2016)'nın matematik dersi bağlamında yaptığı araştırma sonuçları, gerçekleştirdiğimiz PB-STEM çalışmasının sonuçlarıyla örtüşmese de problemi iyi yapılandıramamış ya da süreci etkili yönetememiş olabileceği gibi, öğrencileri üretici düşünmeye sevk edebilecek ortamlar yaratamamış da olması bu duruma sebep olmuş olabilir.

Murtianto vd. (2019) cebir konularında problem çözmede öğrencilerin üretken düşünmesini tanımlamak amacıyla yaptığı araştırmada, birbirinden farklı ve öğrencileri üretken düşünceye sevk edeceğine inandığı dört konu belirlemiş, sonuç olarak, öğrencilerin kendi öğrenmesinin sorumluluğunu yüksek oranda aldığını, gerçekten eleştirel düşünme becerisini ve yaratıcılığını kullanarak, üretken düşünme yeteneğini kullanabildiklerini ve bunu geliştirebildiklerini tespit etmiştir. Ayrıca üretken düşünceye sahip olan öğrencilerin özelliklerini belirlemiş ve üretici öğrencileri problemi iyi tanımlayabilen, gerekçeleri açıkça yazabilen ve matematik modelini yazarken problemde bilinenleri ve sorgulananları tam olarak açıklayabilen, aynı zamanda hesaplama yapıp doğruluğu kontrol edebilen, problemlerle başa çıkmanın daha çeşitli yollarını bulup, birden fazla çözüm üreten, doğru sonuca varmak için en iyi çözümü seçmede hassas hesaplamalar yapan, problemin çözümü için bilinenlerden yola çıkarak oluşturdukları çözümlerini iki kez kontrol eden bireyler şeklinde tanımlamıştır. Çalışma matematik alanında yapılmış olsa, alan yazında üretici düşünme becerileri konusunda yapılan az sayıda araştırma olduğundan ve fen bilimleri ve matematik derslerinin birbirinin tamamlayıcısı olduğu düşünüldüğünden, ayrıca STEM disiplinlerinden birinin de matematik olmasından yola çıkıldığında gerçekleştirilen PB-STEM eğitimi destekleyen sonuçların elde dilmiş olması önem taşımaktadır. Ayrıca yaptığımız araştırmada Murtianto vd. (2019)'un üretici düşünen bireylerin özelliklerinde belirttiği gibi öğrenciler problemi tanımlayabilmek için kriter

ve sınırlamaları belirlemişler, bireysel çözüm önerileri sunmuşlar ve birden fazla ürettikleri bu çözüm önerilerini tartışarak en iyi çözümleri seçmişler ve grup çözüm önerilerini sunmuşlar, kriter ve sınırlamalara uyan ve kendileri için en doğru projeyi belirlemede araştırma sorgulamalar yaparak üç farklı revize içeren çözüm üretmişlerdir. Çözümlerini hem grup arkadaşlarına hem de öğretmene ve sınıf arkadaşlarına gerekçeleriyle sunmuşlardır. Bu bağlamda iki araştırma arasında bu özellik bakımından da benzerlik bulunmakta olup, yapılan çalışmayı desteklediği söylenebilir.

Astawa vd. (2017) tarafından, PBL'nin öğrencilerin İngilizce Üretici Düşünme Becerileri üzerindeki etkisine ve etkinliklerin Bali-Endonezya'daki bir devlet ortaokulunda öğretim ve öğrenim sürecini nasıl etkilediğini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, PB'nin öğrencilerin İngilizce üretken düşünme becerileri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiş, öğrencilerin bir kısmında, PB'nin şevk, güven, yaratıcılık, kendi kendine öğrenme ve işbirliğine dayalı öğrenme becerilerini geliştirdiği bulunmuş, öğretmen açısından ise PB'nin öğretme motivasyonunu ve memnuniyetini arttırdığını belirlemiştir. Yine farklı bir ders bağlamında çalışılmış olsa da proje tabanlı yürütülen bu araştırmanın sonuçları araştırmamızın sonuçlarıyla örtüşmekte olduğundan destekleyici niteliktedir.

5.3. Öneriler

Bu araştırma, PB-STEM yaklaşımı içeren etkinlikle sürdürülen fen bilimleri dersinin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının ve üretici düşünme becerilerinin gelişimine etkisini incelemektedir. Buna ek olarak çalışma grubu, tasarlanan, açıklanan ve uygulanan öğrenme ortamı ile sınırlıdır.

- Araştırmanın çalışma grubu yedinci sınıf ortaokul öğrencilerinde oluşmaktadır. Etkinlik ve ölçekler öğretmenin, öğrencilerin ve okulun imkanları doğrultusunda farklı sınıf seviyelerinde geliştirilip, denendiğinde farklı sonuçların elde edilebileceği düşünülmektedir.

- Bu çalışma proje tabanlı STEM eğitimiyle yapılmıştır. Araştırmacılar farklı yaklaşımlar kullanarak (Mühendislik Tasarım Temelli, Probleme Dayalı, Araştırma Sorgulamaya Dayalı, Sosyo-bilimsel Konularda) aynı konuyu kendi ortamlarına ve şartlarına göre düzenledikleri STEM etkinlikleriyle deneyebilirler.
- Alan yazında mühendislik tasarım temelli, probleme dayalı, araştırma sorgulamaya dayalı yapılmış birçok STEM çalışması yer almaktadır. Bu çalışmalara ayrıntılı olarak tez içeriğinde yer verilmiştir. Ancak bu araştırmalardaki etkinliklerin büyük bir kısmı fizik ve kimya konuları üzerinedir. Biyoloji konuları ile hazırlanan, STEM etkinliklerinin sayısı oldukça azdır. Biyoloji konularında sürdürülen STEM temelli çalışmaların uygulayıcı olarak öğretmenlere, araştırmacılara, MEB programına ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Araştırma, STEM disiplinlerinden fen ve mühendislik disiplininin odağında diğer disiplinlerin entegrasyonları ile sınırlıdır. Fen ve teknoloji disiplinleri odağa alınarak, sürece ısı, sıcaklık, nem, mineral dengesi ölçen sensörlerin dahil edilerek gerçekleştirilen farklı STEM çalışmalarının yürütülmesinin alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Bu çalışma tek gruplu ön test-son test desenine göre gerçekleştirilmiştir. Çift gruplu (Deney-Kontrol) desenler gibi başka desenler kullanılarak da sürdürülmesi, farklı sonuçların elde edilmesi anlamında literatüre katkı sağlayabilir.
- Bu araştırmada 21. yy becerileri ya da üst düzey becerileri olarak adlandırılan becerilerden, bilimsel okuryazarlık seviyelerindeki ve üretici düşünme becerilerindeki değişim gözlemlenmiştir. Ancak zaman sınırlaması sebebiyle girişimcilik becerileri ölçülememiştir. Öğrencilerin ürettikleri ürünleri pazara götürüp satmaları, elde ettikleri gelirle çiftliği iyileştirmeleri ve geliştirmeleri sağlanarak girişimcilik becerilerinin geliştirilmesi üzerine yeni bir araştırma yapılması önerilebilir. Ayrıca farklı beceri gelişimlerine etkisi de araştırılabilir.
- Yapılan çalışmaların sayıları artırılarak, STEM temelli etkinliklerin, öğrencilerin ileriki yaşamlarında yaptıkları meslek seçimlerine etkileri incelenebilir.
- Öğrencilerin projeler üzerinde 45 veya 90 dakika gibi kısa süreli değil, gerekirse okul saatlerinden sonra ya da hafta sonlarını da kapsayan zamanlarda, haftalar

süren projeler üzerinde çalışmaları önemlidir. Bu çalışmada, 3 hafta süresince ders içinde ve ders dışında çalışılmak üzere planlama yapılmış olup, ders için ayrılan süre bittiğinde ise toplamda iki ayı bulacak şekilde çiftliğin sürdürülebilirliği üzerine ders dışında çalışılmaya devam edilmiştir. Yapılacak olan benzer çalışmalarda, planlanan çalışmaların haftalara yayılması, ders içi ve dışında etkinliklerin sürdürülmesi önerilmektedir.

Bu çerçevede bireylerin bilimsel okuryazarlık seviyelerinin artırılmasına ve üretici düşünme becerilerinin geliştirilmesine ilişkin öneriler ayrı başlıklarda sunulmuştur.

5.3.1. Bilimsel Okuryazarlığın Geliştirilmesine İlişkin Öneriler

- Öner vd. (2014) Teksas-FeTeMM (T-FeTeMM) okullarının akademik performanslarının ilişkili oldukları eğitim servis merkezlerine (ESM) göre incelemesinin yapıldığı çalışmada, ESM'lerin bulundukları bölgelere göre öğrenci başarılarında farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla T-FeTeMM öğrencilerinin üç yıllık performansları incelenmiş, ESM'ler değiştiğinde öğrencilerin demografik özellikleri de değiştiğinden, başarılarında anlamlı farklılıklar olduğu gözlenmiştir. PB-STEM eğitimiyle yürütülen çalışmalarda, öğrencilerin demografik özellikleri bakımından akademik başarılarına etkilerinin araştırılması literatüre destek sağlanabilir.
- Öğrencilerin demografik özellikleri ve eğitimin uygulama bölgesi değiştiğinde, PB-STEM uygulaması olarak gerçekleştirilen bu eğitimin, farklı bölgeler ve demografik özellikler açısından incelendiğinde farklı sonuçlar verebileceğini gösteren çalışmalara ulaşılmıştır (Öner vd. 2014; Ceylan, 2014; Hill, 2002; Becker & Park, 2011; Olivarez, 2012; Judson, 2014; Yıldırım & Altun, 2015). Ülkemizin de 7 farklı bölgeden oluştuğu ve her bölgedeki yaşam koşullarının ve demografik özelliklerin farklılaştığı bilindiğinden, ileride yapılacak olan benzer çalışmalarda, öğrencilerin demografik özellikleri ve uygulama bölgesi değişiminin öğrencilerin başarı ve becerilerine etkilerinin araştırılması literatüre destek sağlayabilir.

- Literatürde STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarına etkisini inceleyen çalışma sayısı oldukça az olduğundan, farklı ünitelerde ve sınıf kademelerinde de benzer çalışmaların yapılması araştırmacılara önerilmektedir.
- Ortaokul sıralarında olan öğrenciler, gelecekte toplumu şekillendirecek bireyler olduklarından, gerçek yaşam problemlerini bilimsel yollarla çözebilmeli, bilimi kendilerine yol edinmeleri için, öğretmenlerin derslerinde bilimsel okuryazarlık gelişimine önem vermeleri önerilmektedir.
- Son yıllarda MEB (2013, 2015, 2018) programlarında, PISA, TIMMS gibi sınavlarda fen okuryazarlığına daha çok yer verildiğinden, öğretmenlere, öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını arttırabilmek için derslerinde STEM etkinliklerine yer vermeleri önerilmektedir.

5.3.2. Üretici Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesine İlişkin Öneriler

- Bu araştırma, Aranda vd. (2020) tarafından sürdürülen çalışmaya benzer şekilde, 5-6 kişiden oluşan 5 işbirlikçi grup ile sürdürülmüştür. Tasarım konuşmaları içinde söylemlerin niteliğinin incelendiği bu araştırma, Guzey ve Jung (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada olduğu gibi, daha büyük büyük çalışma gruplarıyla ve daha uzun süreli bir çalışma şeklinde yürütülürse, daha fazla söylem oluşabilir. Örneklem büyüklüğüne ve düşünce birimlerinin sayısına uygun istatistiksel testleri kullanılarak, daha fazla sayıda grup veya diğer sınıflardaki takımlarla karşılaştırmalar yapılması, daha genelleştirilebilir bulgulara ulaşmamızı sağlayacaktır. Ayrıca, daha fazla sayıda öğrenci grubu fen öğreniminin performansı ile erkek ve kız çocukları arasındaki üretken düşünme arasındaki ilişkiyi keşfetmemize izin verebilir.
- Cinsiyet araştırması ve entegre bilim eğitimi, öğrencilerin mühendislik ve bilime katılımını anlamada önemlidir. Artan ilgi ve mühendisliği fen öğretimine (ör. NGSS) entegre etmeye yönelik çağrılarla birlikte, mühendislik uygulamalarının fen öğretimine adil yollarla kasıtlı ve anlamlı bir şekilde nasıl entegre edileceğine dair net bir anlayış kritik olmaya devam etmektedir (Ryoo & Calabrese Barton, 2018). Cinsiyet içeren müfredat birimlerinin öğrencilerin bilim ve mühendislik hakkındaki cinsiyete dayalı algıları üzerindeki etkisini araştırmak için gelecekte

yapılacak araştırmalara ihtiyaç vardır. Oluşan söylemlerin analizi çalışmanın farklı sonuçların elde edilmesinde alan yazına fayda sağlayabilir.

- Aranda vd. (2020) ve Guzey ve Jung (2021) yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin cinsiyet özellikleri bakımında mühendislik tasarım temelli bir etkinlik boyunca elde ettiği söylemlerini incelerken, cinsiyete bağlı olarak üretici düşünme becerilerindeki gelişimi de takip etmiştir. Bu araştırma cinsiyet bakımında karma bir grupta gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bilim ve mühendislik hakkındaki cinsiyete dayalı algıları üzerindeki etkisini araştırmak için gelecekte yapılacak araştırmalara ihtiyaç vardır. Ülkemizde üretici düşünme becerilerinin cinsiyete bağlı olarak gelişimini inceleyen farklı araştırmalar yapılması önerilebilir.
- Bu araştırma, proje tabanlı öğrenme yaklaşımının STEM öğretime entegrasyonu ile sürdürülmüştür. Entegre bilim eğitimi, öğrencilerin mühendislik ve bilime katılımını anlamada önemlidir. Artan ilgi ve mühendisliği fen öğretime (ör. NGSS) entegre etmeye yönelik çağrılarla birlikte, mühendislik uygulamalarının fen öğretime adil yollarla kasıtlı ve anlamlı bir şekilde nasıl entegre edileceğine dair net bir anlayış kritik olmaya devam etmektedir (Ryoo & Calabrese Barton, 2018). Bu çalışma ve benzer araştırmalar, farklı yaklaşımların entegrasyonu ile gerçekleştirildiğinde farklı sonuçlar elde edilebilir.
- Gerçekleştirilen bu çalışmada, fen bilimleri müfredatında yer alan bir biyoloji içeriği olan “Bitkilerde ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme” konusuna ait söylemler incelenmiştir. Farklı konulardaki beceri değişimleri öğrencilerin beceri gelişimleri takip edildiğinde, literatüre ve araştırmacılara katkı sağlayabilir.
- Çalışmada, Aschner ve Gallagher (1963)’ın kullandığı Guilford’un zekâ modelinden yola çıkılarak tasarlanmış üretici düşünme süreçleri kullanılmıştır. Araştırmacılar farklı kuramlardan faydalanarak yaptığı çalışmalarla alan yazına katkı sağlayabilirler. Ayrıca bu araştırmada modele ait zekâ yapısı kategorilerinden, bilişsel, ıraksak, yakınsak ve değerlendirmeli düşünme süreçlerini içeren söylemler incelenmiştir. Sınıf ortamında yönetilen etkinliklerde konuşmacıların sıradan davranışlarının işleyişini düzenleyen, duygu tonunu ifade eden, davranışları tanımlayan bir dizi kategoriden oluşan rutin kategorisine ait

söylemlere yer verilmemiştir. Bundan sonraki yapılacak olan çalışmalarda rutin söylemlere de yer verilerek, farklı sonuçlar elde edilebilir.

- Araştırma süresince sadece öğrenci söylemleri kodlanmış, öğretmen söylemleri dikkate alınmamıştır. Yapılacak olan araştırmalarda, öğretmen söylemlerini inceleyerek, öğretmenlerin süreç boyunca öğrencileri üretici düşünmeye teşvik edecek söylemleri üretilen üretmedikleri, öğretmenlerin üretici düşünme becerilerindeki değişimleri hakkında fikir sahibi olunması mümkün olabilir.
- Araştırma fen bilimleri dersi odağındaki söylemlerin incelenmesi şeklinde sürdürülmüştür. Diğer disiplinlerin merkeze alındığı derslerde öğrencilerin üretici düşünme becerilerindeki değişimlerinin incelenmesi literatüre katkı sağlayabilir.
- Çalışmada ürün odaklı bir tasarım süreci değil, süreç odaklı tasarım süreci incelenmiştir. Proje tabanlı STEM yaklaşımlarında öğrencilerin düşüncelerindeki değişimin incelenmesi için, araştırmacıların ve öğretmenlerin sürece odaklanması önerilebilir.

“Geleceğin savaşı beyin savaşı olacaktır. Bu savaşın zaferi eğitim yoluyla kazanılacaktır.”

Mustafa Kemal Atatürk



KAYNAKLAR

- Acat, M. B., Tüken, G., & Karadağ, E. (2010). Bilimsel epistemolojik inançlar ölçeği: Türk kültürüne uyarlama, dil geçerliği ve faktör yapısının incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(4), 67-89.
- Açıkgöz, K., Ü. (2009). *Aktif Öğrenme, Eğitim Dünyası Yayınları*.
- Adams, R. (2015). Inquiry into design review conversations. In R. Adams & J. Siddiqui (Ed.), *Analyzing design review conversations* (pp. 3–22). Purdue University Press.
- Afriana, J., & Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to stem to enhance elementary school's students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 5, 261-267. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493>
- Agin, M. (1974). Education for scientific literacy: A conceptual frame of reference and some applications. *Science Education*, 58 (3), 403-415. <https://doi.org/10.1002/sce.3730580316>
- Aikenhead, G. & Elliott, D. (2010). An Emerging Decolonizing Science Education in Canada. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. 10(4), 321-338. <https://doi.org/10.1080/14926156.2010.524967>
- Aikenhead, G. S. (2007). Expanding the research agenda for scientific literacy. In C. Linder, L. Östman, & P. Wickman (Eds.), *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction* (pp. 64–71). Geotryckeriet Uppsala
- Akgündüz, D. (2016). Yeni nesil okulda teknoloji entegrasyonu. Mustafa Yavuz (Ed.), *Yeni Nesil Okul-Araştıran Okul* (s.135-185) içinde. Eğitim Yayınları.
- Akin, O., & Awolomo, O. (2015). A discursive approach to understand dependencies between design acts. In R. Adams & J. Siddiqui (Eds.), *Analyzing design review conversations* (pp. 217–240). Purdue University Press. <https://doi.org/10.5703/1288284315947>

- Alberta Education. (2007). *Primary programs framework-curriculum integration: Making connections*, Alberta, Canada. <https://education.alberta.ca/media/656618/curr.pdf>
- Alıcı, M. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.
- Allen, D., E., Duch, B., J., & Groh, S., E. (1996). The Power of Problem-Based Learning in Teaching Introductory Science Courses. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, 43–52. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966808>
- American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1990). *Science for all American: Project 2061*. Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1989) *Project 2061: Science for All Americans*, AAAS.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers*, 41, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>
- Andreasen, N. C. (2015). *Yaratıcı Beyin-Dehanın Nörobilimi*. Akılçelen Kitaplar.
- Aranda, M., Lie, R., & Guzey, S. (2020). Productive thinking in middle school science students' design conversations in a design-based engineering challenge. *International Journal of Technology and Design Education*, 30, 67–81. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09498-5>
- Aschner, M. J., Gallagher, J. J., Jenne, W. C., Perry, J. M., Farr, H., & Afsar, S. (1962). A system for classifying thought processes in the context of classroom verbal interaction. *Mimeographed, Institute for Research on Exceptional Children*, 3-2, (pp. 1-8). University of Illinois. <https://www.jstor.org/stable/23887541>

- Aslanyavrusu, Y. (2013). *Ortaöğretim 9.sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Astawa, N., Artini, L., Kerti N., & Putu. (2017). Project-based learning activities and EFL students' productive skills in English. *Journal of Language Teaching and Research*. 8. 1147-1155. <http://dx.doi.org/10.17507/jltr.0806.16>
- Assessment and Teaching of 21st Century Skills [ATC21S]. (t.y.). <http://www.atc21s.org/> adresinden 20.05.2021 tarihinde ulaşılmıştır.
- Atman, C., Cardella, M., Turns, J., & Adams, R. S. (2005). Comparing freshman and senior engineering design processes. *Design Studies*, 26 (4), 325–357. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.09.005>
- Augustine, N. R. (2005). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11463>.
- Aydın, M. (2011). *Fen ve Teknoloji Öğretmenleri İçin Geliştirilen Proje Tabanlı Öğretim Yöntemi Konulu Bir Destek Programının Etkilerinin Araştırılması* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Ayvacı, H.Ş. & Çoruhlu, T.Ş. (2010). Fen ve teknoloji dersi proje tabanlı öğretim uygulamasında ilköğretim öğrencilerinin karşılaştıkları güçlükler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 1, 43-59. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uefad/issue/16691/173473>
- Bacanak, A. (2002). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen okuryazarlıkları ile fen – teknoloji toplum dersinin uygulanışını değerlendirmeye yönelik bir çalışma* [Yüksek Lisans Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Bağçeci, B., Döş, B., & Sarıca, R. (2011). İlköğretim öğrencilerinin üst bilişsel farkındalık düzeyleri ile akademik başarısı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (16), 551-566. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkusbed/issue/19554/208364>

- Bahadır, E. (2011). *İlköğretim 8. Sınıf “maddenin halleri ve ısı ünitesi”nin öğretiminde işbirlikli öğrenme temelli bilimsel mektupların kullanılmasının öğrencilerin tutum, başarı ve bilimsel-okuryazarlıklarına etkisinin incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi]. Erzincan Üniversitesi.
- Bahşi, A. & Açıkgül Fırat, E. (2020). STEM Etkinliklerinin 8. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Epistemolojik İnançlarına ve Fen Başarılarına Etkisinin İncelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39 (1), 1-22. <https://dergipark.org.tr/en/pub/omuefd/issue/53755/616509>
- Baird, J.R., & Northfield, J.R. (Eds.). (1992). *Learning from the PEEL experience*. Monash University Printing.
- Baker E., Trygg B., Otto P., Tudor M. & Ferguson L. (2011). *Project Based Learning Model Relevant Learning for the 21st Century*. Pasific Education Institute.
- Baker, D. R. (2004). Focus on science literacy: the role of writing and speaking in the construction of scientific knowledge. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*, 0(16), 1-7.
- Baltacı, A. (2019). Nitel Araştırma Süreci: Nitel Bir Araştırma Nasıl Yapılır? *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 5(2). 426-438. <https://doi.org/10.31592/aeusbed.598299>
- Barak, M. & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving, *International Journal of Technology and Design Education*, 19, 289-307. <https://doi.org/10.1007/s10798-007-9043-3>
- Barak, M., & Doppelt, Y. (1999). Integrating the CoRT program for creative thinking into a project-based technology curriculum. *Research in Science and Technological Education* 17(2), 139–151. <https://doi.org/10.1080/0263514990170202>
- Barak, M., & Maymon T. (1998). Aspects of teamwork observed in a technological task in junior high schools. *Journal of Technology Education*, 9(2), 3–17. <https://doi.org/10.21061/jte.v9i2.a.1>

- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoğlu, C. & Ocak, C. (2019). The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers. *School Science And Mathematics*. 119(4), 223-235. <https://doi.org/10.1111/ssm.12330>
- Baran, M. & Maskan, A. (2010). The effect of project-based learning on pre-service physics teachers electrostatic achievements. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5(4), 243–257. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.371>
- Barışık, C. Ş. (2018). *Üstün zekâlı/yetenekli öğrencilerin fen bilimleri dersinde üretici düşünme becerilerinin duyuşsal değişkenler açısından incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Barlow C.M. (2000). Guilford's structure of the intellect. *The Co-Creativity Institute*, 630, 221-9456. <http://www.cocreativity.com/handouts/guilford.pdf>
- Barnett, M. Connolly, K. G., Jarvin, L., Marulcu, I. Rogers, C., Wendell, K. B. & Wright, C. G. (2008). Science through LEGO engineering design a people mover: simple machines. http://www.legoengineering.com/wp-content/uploads/2013/05/LEcom_Compiled_Packet_Machines_LowRes.pdf
- Baroody, A. J., Feil, Y., & Johnson, A. R. (2007). An alternative reconceptualization of procedural and conceptual knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 115–131. <https://doi.org/10.2307/30034952>
- Barrett, B. S., Moran, A. L. & Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: An interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-6>
- Barron, B. & Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for meaningful learning: A review of research on inquiry-based and cooperative learning (PDF). *Powerful Learning: What We Know About Teaching for Understanding*. 11-70. Jossey-Bass.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J. D. & The Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1998).

- Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 7(34), 271–311. <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672056>
- Barutçugil, İ. (2002), Bilgi Yönetimi, Kariyer Yayıncılık.
- Basadur, M., Graen, G., & Wakabayashi, M. (1990). Identifying individual differences in creative problem solving style. *The Journal of Creative Behavior*, 24(2), 111–131. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1990.tb00533.x>
- Başaran, M. (2005). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilgi Okuryazarlıklarının Değerlendirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 63–177. <http://www.gefad.gazi.edu.tr/tr/pub/issue/6755/90831>
- Baumann, N. & Kuhl, J. (2002). Intuition, affect, and personality: Unconscious coherence judgments and self-regulation of negative affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(5), 1213–1223. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.83.5.1213>
- Bayraktar, H. V. (2015). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(37), 709-718.
- Beane, J. (1991). The middle school: The natural home of integrated curriculum. *Educational Leadership*, 49(2), 9-13.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(56), 23-37. <https://doi.org/10.12691/education-2-10-4>
- Behram, M. (2019). *STEM eğitiminin okul öncesi dönemi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to

- science teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370.
<https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Bicer, A., Boedeker, P., Capraro, R. & Capraro, M. (2015). The Effects of STEM PBL on Students' Mathematical and Scientific Vocabulary Knowledge. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 2 (2), 69-75.
- Binkley, M., Erstad, O., Hermna, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. In: Griffin, P., Care, E., & McGaw, B. *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, 17-66.
http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Birleşmiş Milletler (BM). (2021). Global Report On Food Crises-Küresel Gıda Krizi Raporu. Joint Analysis For Better Decisions. fsinplatform.org/sites/default/files/resources/files/GRFC%202021%20050521%20med.pdf
- Birleşmiş Milletler (BM). (t.y.). Birleşmiş Milletler Kalkınma Hedefleri. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sdgs-framework-for-covid-19-recovery/>
- Blair, D. (2009). The child in the garden: An evaluative review of the benefits of school gardening. *Journal of Environmental Education*, 40(2), 15–38.
<http://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>
- Blank, W. E., & Harwell, S. (1997). *Promising Practices for Connecting High School to the Real World*. University of South Florida.
- Bloch, E. (1986). Basic research and economic health: The coming challenge. *Science*, 232(4750), 595-600. <http://doi.org/10.1126/science.232.4750.595>
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Boaler, J. (1997). *Experiencing school mathematics: Teaching styles, sex, and settings*. Buckingham: Open University Press.

- Boss, S. (2013). *PBL for 21st century success*. Buck Institute of Education, Project-based Learning Toolkit Series.
- Bozkurt Altan, E. & Hacıoğlu, Y. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde stem odaklı etkinlikler gerçekleştirmek üzere geliştirdikleri problem durumlarının incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 487-507. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.506462>
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* [Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Branchetti, L., Cutler, M., Laherto, A., Levrini, O. Palmgren, E.K., Tasquier, G., & Wilson, C. (2018). The I SEE project: An approach to futurize STEM education. *Opening Visions for Sustainability*, 9, 10-26. <http://dx.doi.org/10.13135/2384-8677/2770>
- Branscomb, A. (1981). Knowing How to Know. *Science, Technology, & Human Values*, 6(36), 5-9. Retrieved June 25, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/689092>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C. & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. & Rogers, C. (2008). Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education*. 97. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00985.x>.
- Brown, R. T. (1989). Creativity: What are we to measure? In J. A. Glover, R. R. Ronning, and C. R. Reynolds (Eds.). *Handbook of creativity* (3-32). Plenum.
- Brunsell, E. (2012) The engineering design process. In Brunsell, E. (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-5). National Science Teacher Association [NSTA] Press.

- Buck Institute for Education (BIE) (2018). What is PBL? Retrieved from https://www.bie.org/about/what_pbl.
- Bucklin-Sporer, A., & Pringle, R. (2010). *How to Grow a School Garden : A Complete Guide for Parents and Teachers*. Timber.
- Bukhari, S., Bashir, A. K. & Malik, K. M. (2018). Semantic web in the age of big data: A perspective. <https://doi.org/10.31219/osf.io/mwjtg>.
- Büyükbastırmacı, Z. (2019). *The effect of STEM applications used in power and unit in 7th grades on success, attitudes, and motivation* [Unpublished master's thesis]. Necmettin Erbakan University.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı* (22. Baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (s208). Pegem Akademi.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heinemann.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrel & E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 20-46). American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- Bybee, R. W. (2010a). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Bybee, R. W. (2010b). What is STEM? *Science*, 329, 996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Bybee, R. W. (2010c). *The teaching of science: 21st century perspectives*. NSTA.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA.
- Bybee, R.W. (2000). Achieving technological literacy: A national imperative. *The Technology Teacher: A Journal of the American Industrial Arts Association.*, 60, 23–28. <https://doi.org/info:doi/>

- Calabrese Barton, A., Tan, E., & Greenberg, D. (2017). The makerspace movement: Sites of possibilities for equitable opportunities to engage underrepresented youth in STEM. *Teachers College Record*, 119(6), 1-44.
- Can, A. (2018). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (6. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Cansoy, R. (2018). Uluslararası çerçevelere göre 21.yüzyıl becerileri ve eğitim sisteminde kazandırılması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7 (4), 3112-3134. Retrieved from <http://www.itobiad.com/issue/39481/494286>
- Capraro R.M. & Slough S.W. (2013) Why PBL? Why STEM? Why now? an introduction to STEM Project-Based Learning. In: Capraro R.M., Capraro M.M., Morgan J.R. (eds) *STEM Project-Based Learning*. SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_1
- Capraro, M. M., & Nite, S. B. (2014). STEM integration in mathematics standards. *Middle Grades Research Journal*, 9(3), 1-10.
- Capraro, M.M., & Jones, M. (2013). Interdisciplinary STEM Project-Based Learning. In: Capraro R.M., Capraro M.M., Morgan J.R. (eds) *STEM Project-Based Learning* (pp. 51-58). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_6
- Capraro, R. M. & Slough, S. W. (2009). Project Based Learning, An Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Approach. Sense Publishers.
- Capraro, R. M., Barroso, L. R., Nite, S., Rice, D., Lincoln, Y. S., Young, J. & Young, J. (2017). Developing a useful and integrative STEM disciplinary language. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 1–11.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M. & Morgan, J. R. (2013). *STEM Project-Based Learning An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach* (Second Edition). Sense Publishers.

- Carter, L. (2005). Globalisation and Science Education: Rethinking science education reforms. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(5), 561-580. <https://doi.org/10.1002/tea.20066>
- Caughran, B. (2010). AIBS Comments on STEM Education to House Science Committee. https://www.aibs.org/position-statements/20100128_stem_ed.html. adresinden 04 2019 tarihinde erişildi.
- Ceylan, S. & Özdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 223 – 228.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Chan, A. D. C. & Fishbein, J. (2009). A global engineer for the global community. *The Journal of Policy Engagement*, 1(2), 4-9.
- Chen, L. (2004). “Cooperative Project-Based Learning and Students's Learning Styles on web page development.” *J. Educational Technology Systems*, 32(4), 363-375.
- Chen, S.-C., & Lin, C.-P. (2019). Understanding the effect of social media marketing activities: The mediation of social identification, perceived value, and satisfaction. *Technological Forecasting and Social Change*, 140, 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.025>
- Chen, Y., & Chang, C. C. (2018). The impact of an integrated robotics STEM course with a sailboat topic on high school students' perceptions of integrative STEM, interest, and career orientation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), 1614. <https://doi.org/10.29333/ejmste/94314>
- Chin, C. (2006). Teacher questioning in science classrooms: What approaches stimulate productive thinking? In Y. J. Lee, A. L. Tan & B. T. Ho (Eds.), *Proceedings of ISEC 2006* (pp. 183-192). *National Institute of Education*. <http://hdl.handle.net/10497/4744>

- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815- 843. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20171>.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1–49. <https://doi.org/10.2307/1170558>
- Chittum, J. R., Jones, B. D., Akalin, S. & Schram, Á. B. (2017). The effects of an afterschool STEM program on students’ motivation and engagement. *International Journal of STEM Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0065-4>
- Cifuentes, L., & Özel, S. (2009). Using technologies to support FETEMM project-based learning. In R. M. Capraro & S. W. Slough (Eds.), *Project-based learning: An integrated sciences, technology, engineering, and mathematics (FETEMM) approach* (pp. 67–78). Sense.
- Cleaves, A. (2005). The formation of science choices in secondary school. *International Journal of Science Education*, 27(4), 471-486. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323746>
- Cole, K., Means, B., Simkins, M. & Tavali F. (2002). *Increasing Student Learning Through Multimedia Projects*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Collette, A. T. & Chiappetta, E. L. (1987). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Merrill Publishing Company.
- Colley, K., E. (2006). Understanding ecology content knowledge and acquiring science process skills through Project-Based science instruction, *Science Activities*, 43(1), 26-33. <https://doi.org/10.3200/SATS.43.1.26-33>
- Colley, K., E. (2008). Project-Based Science instruction: A primer, an introduction and learning cycle for implementing Project-Based science, *The Science Teacher*, 75(8), 23-28.

- Connors-Kellgren, A., Parker, C. E., Blustein, D. L. & Barnett, M. (2016). Innovations and challenges in project-based STEM education: Lessons from ITEST. *Journal of Science Education and Technology*, 6(25), 825-832. <https://www.learntechlib.org/p/193291/>.
- Cooper, C. R., Baum, S. M., & Neu, T. W. (2005). Developing scientific talent in students with special needs. S. K. Johnsen, & J. Kendrick In: *Science education for gifted students* (s. 63-78). Texas: Prufrock Press.
- Corlu, M. (2014). FeTeMM Eğitimi Makale Çağrı Mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3 (1), 4-10. <https://doi.org/10.19128/turje.181071>
- Costello, P. J. M. (2003). Action research. *Continuum*.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215–226.
- Council of Ministers of Education of Canada (1997). Common framework of science learning outcomes. Toronto: *Council of Ministers of Education*.
- Covid İnovasyonları [Covid Innovations]; (t.y.). <https://www.covidinnovations.com/> adresinden 17.05.2021 tarihinde erişildi.
- Craft, A. M. & Capraro, R M. (2017). Science, technology, engineering, and mathematics project-based learning: Merging rigor and relevance to increase student engagement. *Electronic International Journal of Education, Arts, and Science*, 3(6), 140-158.
- Crismond, David P. (2011). Scaffolding strategies for integrating engineering design and scientific inquiry. In M. Barak & M. Hacker (Eds.), *Fostering Human Development Through Engineering and Technology Education* (pp. 235-255). Rotterdam: Sense.
- Cross, R. T., & Price, R. F. (1992). Teaching science for social responsibility. Sydney, Australia: St Louis.
- Curtis, D. (2002). Power of Projects. *Educational Leadership*, 60(1).

- Çakallıoğlu, S. N. (2008). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımına dayalı fen bilgisi öğretiminin akademik başarı ve tutuma etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- Çelik, H., & Ekşi, H. (2008). Söylem Analizi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 27(27), 99-117.
- Çevik, M. & Abdioğlu, C. (2018). Bir bilim kampının 8. sınıf öğrencilerinin STEM başarılarına, fen motivasyonlarına ve üst bilişsel farkındalıklarına etkisinin incelenmesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(5), 304-327. <https://doi.org/10.15869/itobiad.477163>
- Çevik, M. & Azkın, Z. (2020). STEM anlayışının ve görselleştirilmesinin zekâ alanlarıyla ilişkisinde proje tabanlı öğretime dayanan STEM yaklaşımının (STEM PTÖ) rolü. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(34), 1-44. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.322.1>
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>
- De Bono, E. (2017). *Practical thinking: Four ways to be right, five ways to be wrong* (1. Baskı) Ebury Digital.
- de Jong, T. & van Joolingen, W.R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)

- DeFillippi, R. J. (2001). Introduction: Project-based learning, reflective practices and learning. *Management Learning*, 32(1), 5–10.
<https://doi.org/10.1177/1350507601321001>
- Delilse, R. (1997). How to Use Problem-Based Learning in the classroom, *Association for Supervision and Curriculum Development*.
- Demir R. & Aybek B. (2012). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin öğrenme stilleri ve çoklu zekâ alanlarının incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 3, 27-40
- Demirel, Ö. (2005). Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Program Geliştirme, Pegem A Yayıncılık.
- Demirel, Ö. (2013). Eğitimde Program Geliştirme. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Demirhan, C & Demirel, Ö. (2016). Program Geliştirmede Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (1).
- Demirhan, C. (2002). *Program Geliştirmede Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Deng, Z. (2007). Scientific literacy as an issue of curriculum inquiry. A paper presented at the Linnaeus Tercentenary 2007 symposium “*Promoting scientific literacy*,” Uppsala University.
- Denzin, NK (1970). *Araştırma kanunu*. Aldine.
- Department of Education and Employment, (1999). *The national curriculum for England*. HMSO.
- DeWaters, J., & Powers, S. (2006). Improving science literacy through project based k 12 outreach efforts that use energy and environmental themes. *Annual Conference and Exposition [ASEE] Conference Proceedings*.
<https://doi.org/10.18260/1-2--158>
- Dewey, J. (1938). Experience and Education. Collier Books.
- Dewey, J. (1997). Experience and Education. Kappa Delta Pi.

- Dickinson, K. P., Soukamneuth, S., Yu, H. C., Kimball, M., D'Amico, R. & Perry, R. (1998). Providing educational services in the summer youth employment and training program (Technical assistance guide). *Department of Labor, Office of Policy and Research*.
- Dierking, Lynn. (2005). Lessons without limit: how free-choice learning is transforming science and technology education. *História, ciências, saúde--Manguinhos*. 12, 145-60. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000400008>.
- Diffily, D. & Sassman, C. (2002). Project-Based Learning with young children, Heinemann.
- Diffily, D. (2002). Project-Based Learning: Meeting social studies standards and the needs of gifted learners, *gifted child today*, 25(3), 40-43. <https://doi.org/10.4219/gct-2002-69>
- Doğanay K. (2018). *Probleme dayalı STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Domínguez, C. & Jaime, A. (2010). Database design learning: A project-based approach organized through a course management system. *Computers & Education*, 55(3), 1312–1320. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.001>
- Doppelt, Y. & Armon, U. (1999). 'LEGO-Logo (Multi-Techno-Logo) as an authentic environment for improving the learning skills of low-achievers'. In *Proceedings of EUROLOGO 99 Conference Book* (pp. 197–205).
- Doppelt, Y. (2003). Implementation and assessment of project-based learning in a flexible environment. *International Journal of Technology and Design Education*. 13, 255-272. <https://doi.org/10.1023/A:1026125427344>
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E. & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39. <http://hdl.handle.net/10919/8390>

- Drake, S. & Burns, R. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Duban, N. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji okuryazarlığı ve bu bireylerin eğitimi hakkındaki görüşleri. *Teorik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 162-174.
- Dugger, W. E. (2010, December). *Evolution of STEM in the united states*. [Sunulmuş bildiri] The 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Queensland, Australia.
- EC/EACEA/Eurydice (2012). *Developing key competences at school in Europe: Challenges and opportunities for policy*. [Eurydice Report]. Publications Office of the European Union, Luxembourg, Luxembourg.
- English, L. D., Hudson, P. B., & Dawes, L. A., (2011) Middle school students' perceptions of engineering. In P. B. Hudson & V. Chandra (Eds.) *STEM in education conference: science, technology, engineering and mathematics in education conference*, (pp. 1-11). Queensland University of Technology.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* [Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Erdem, M. & Akkoyunlu, B. (2002). İlköğretim sosyal bilgiler dersi kapsamında beşinci sınıf öğrencileriyle yürütülen ekiple proje tabanlı öğrenme üzerine bir çalışma, *İlköğretim-Online*, 1(1), 2-11.
- Erden, M. (2005). Öğretmenlik Mesleğine Giriş, (Üçüncü Baskı). Epsilon Yayıncılık.
- Erdogan, N., Navruz, B., Younes, R. & Capraro, R. (2016). Viewing how STEM Project-Based Learning influences students' science achievement through the implementation lens: A latent growth modeling. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 12(8), 2139-2154. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1294a>.
- Erdogan, T. & Senemoglu, N. (2017). PBL in teacher education: its effects on achievement and self-regulation, *Higher Education Research & Development*. 36(6), 1152-1165. <http://doi.org/10.1080/07294360.2017.1303458>

- Erdoğan, S. C. (2014). *Bilimsel yaratıcılığı temel alan farklılaştırılmış fen ve teknoloji öğretiminin üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin başarı, tutum ve yaratıcılığına etkisi* [Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Ergun, A. & Külekci, E. (2019). The effect of Problem Based STEM education on the perception of 5th grade students of engineering, engineers and technology. *Pedagogical Research*, 4(3). <https://doi.org/10.29333/pr/5842>
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi- Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43-67. <https://doi.org/10.31805/acjes.828442>
- Esina, E., Velichko, M., Gladkikh, Y., Satler, O. & Nortsova, R. (2021). *Ecology and STEM*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Belgorod, Rusia. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1089/1/012025>
- ET-IITB [Interdisciplinary Programme in Educational Technology-Indian Institute of Technology Bombay], (t.y.) <http://www.et.iitb.ac.in/Resources/telots-projects-intro/divcon1.pdf> web sitesinden 29.01.2021 tarihinde saat: 23.54'te alınmıştır.
- Fallik, O., Eylon, B., S. & Rosenfeld, S. (2008). Motivating teachers to enact free-choice project-based learning in science and technology (PBLSAT): effects of a professional development model, *Journal of Science Teacher Education*, 19(6), 565-591. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9113-8>
- Farkas, A. (2010). Projectpedagogy- Interpretations and Background Principles, *US China Education Review*, 7(4), 30-36.
- Felix, A. (2016). *Design based science and higher order thinking*. [Doctoral Dissertation]. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Felix, A. L. (2010). *Design-based science for STEM student recruitment and teacher professional development*. Paper presented in Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova University.

- Fifolt, M. & Morgan, A. F. (2019) Engaging K-8 Students through Inquiry-based Learning and School Farms, *Journal of Education for Students Placed at Risk (JESPAR)*, 24(1), 92-108, <https://doi.org/10.1080/10824669.2018.1545583>
- Filippatou, D. & Kaldi, S. (2010). The effectiveness of project-based learning diffuculties regarding academic performance, group work and motivation. *International Journal of Special Education*, 25(1), 17-26.
- Fisher, R. (1995). Teaching Children to Think. Stanley Thornes Ltd.
- Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. S., & Nicolich, M. (2014). Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, 98(4), 549-580. <https://doi.org/10.1002/sce.21115>.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110. <https://doi.org/10.1002/tea.20040>
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (Sixth edition). McGraw-Hill Pub.
- Fuller, S. (2002). *Knowledge management foundations*. Butterworth Heinemann.
- Fulton, K., & Britton, T. (2011). *STEM teachers in professional learning communities: From good teachers to great teaching*. National Commission on Teaching and America's Future.
- Gallagher, J. & Aschner, M. (1963). A Preliminary Report On Analyses Of Classroom Interaction. *Merrill-Palmer Quarterly of Behavior and Development*, 9(3), 183-194. Retrieved January 29, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/23082786>
- Gallagher, J. (1971). A Broader Base for Science Teaching. *Science Education*, 55, 329–338.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. & Can, B. (2019). Bütünleşik STEM Eğitimi Modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55. <https://doi.org/10.9779/PUJE.2018.221>

- Ghadiri K. M., Francomano, D., Bellisario, K., & Pijanowski, B. (2018). Promoting STEM Interest and Connections to Nature Through a Soundscape Ecology Camp for Students With Visual Impairments. *12*(8), 2139-2154
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1294a>
- Ghebreyesus, T. A. (2020). WHO (World Health Organization) Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19. <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020> . 05.05.2021 tarihinde erişilmiştir.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge – the dynamics of science and research in contemporary societies*. SAGE.
- Gonzalez, H.B. & Kuenzi, J.J. (2014). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer (R42642). <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc122233/>
- Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017a). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017b). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40.
- Green, A. (2012). *The integration of engineering design projects into the secondary science classroom* [Unpublished master's thesis]. Michigan State University.
- Griese, B., Lehmann, M., & Roesken-Winter, B. (2015). Refining questionnaire-based assessment of STEM students' learning strategies. *International Journal of STEM Education*, 2(12).
- Guilford, J. P. (1956). Structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53(4), 267–293.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill.

- Guilford, J. P. (1987). The 1950 Presidential Address to the American Psychological Association. In S. G. Isaksen (Ed.), *Frontiers of Creativity Research*. Bearly Limited.
- Guzey, S. & Jung, J. (2021). Productive Thinking and Science Learning in Design Teams. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 215-232. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10057-x>
- Guzey, S. & Moore, Tamara & Harwell, Michael & Moreno, Mario. (2016). STEM Integration in Middle School Life Science: Student Learning and Attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 550-560. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9612-x>
- Guzey, S. S. & Aranda, M. (2017). Student participation in engineering practices and discourse: An exploratory case study. *Journal of Engineering Education*, 106, 585-606. <https://doi.org/10.1002/jee.20176>
- Guzey, S.S., Caskurlu, S. & Kozan, K. (2020). Integrated STEM pedagogies and student learning. In C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore & L. D. English (Eds.), *Handbook of research on STEM education*. Routledge.
- Gülhan, F. & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. *Eğitim Bilimlerinde Nitelikler ve Yenilik Arayışı* (Edt: Demirel, Ö. ve Dinçer, S.), Pegem Yayıncılık, 283-302. <http://dx.doi.org/10.14527/9786053183563b2.019>
- Gülhan, F. (2012). *Sosyo-bilimsel konularda bilimsel tartışmanın 8. sınıf öğrencilerinin fen okuryazarlığı, bilimsel tartışmaya eğilim, karar verme becerileri ve bilim toplum sorunlarına duyarlılıklarına etkisinin araştırılması*. [Yüksek lisans tezi].
- Gülhan, F. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi* [Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.

- Güneş, M. H. & Serdaroğlu, C. (2018). Bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesinde geliştirilen başarı testinin geçerliliği ve güvenilirliği. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi* (BEST Dergi), 2(1), 35-40.
- Güngör, B. (2020). Söylem Yaklaşımı Üzerine Bir Kavram Çalışması ve Eleştirel Söylem Analizi. *Kritik İletişim Çalışmaları Dergisi*, 2(2), 1-11.
- Dewey, J., (1993) *Özgürlük ve Kültür*. (V. Günyol, Çev.) John Dewey C. P. Putnam's Sons (Orijinal eserin basım tarihi 1939).
- Gürgür, H. (2017). Eylem araştırması. A. Saban & A. Ersoy (Eds.). *Eğitimde nitel araştırma desenleri* (2. Baskı, s. 31-80.) içinde. Anı Yayıncılık.
- Hacıoğlu Y. (2017). *Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimi Temelli Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eleştirel ve Yaratıcı Düşünme Becerilerine Etkisi* [Doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Hacıoğlu, Y. & Başpınar, A. (2020). Bir sınıf öğretmeni ve öğrencilerinin ilk STEM eğitimi deneyimleri. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(22), 1-23. <https://doi.org/10.38155/ksbd.690919>
- Hacıoğlu, Y. & Dönmez Usta, N. (2020). Digital game design-based STEM activity: Biodiversity example, *Science Activities*, 57(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1080/00368121.2020.1764468>
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807-830. <https://doi.org/10.14686/buefad.v5i3.5000195411>
- Hacıoglu, Y. & Gulhan, F. (2021). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 7(2), 139-155. <https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>
- Hafizan E., Halim L. & Shahali M. (2016). STEM Learning through Engineering Design: Impact on Middle Secondary Students' Interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education* 13(5) 1189–1211.

- Hall, A. & Miro, D. (2016). A Study of Student Engagement in Project-Based Learning Across Multiple Approaches to STEM Education Programs. *School Science and Mathematics*, 116(6), 310-319. <https://doi.org/10.1111/SSM.12182>
- Han, S. (2017). Korean students' Attitudes toward STEM project-based learning and major selection. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(2), 529–548. <https://doi.org/10.12738/estp.2017.2.0264>.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M.M. (2015). “How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PBL) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement.” *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(5), 1089-1113.
- Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' achievement in four mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13(3).
- Hanover Research. (2012). Best practices in elementary STEM programs. Retrieved May 15, 2020 from http://school.elps.k12.mi.us/ad_hoc_mms/committee_recommendation/4.pdf
- Harada, V., Kirio, C. & Yamamoto, S. (2008). Project-Based Learning: Rigor and relevance in high schools. *Library Media Connection*, 26(6), 14-16.
- Harari, Y. N. (2018). *21. Yüzyıl İçin 21 Ders* (1. Baskı). (S. Sıral, Çev.). İstanbul: Kolektif Kitap (Orijinal eserin basım tarihi, 2018).
- Harkema, J., Jadrich, J. & Bruxvoort, C. (2009) Science and engineering: Two models of laboratory investigation. *The Science Teacher*, 76(9), 27-31.
- Harman, G., Yenikalaycı, N. (2021). STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 53(53), 206-226. <https://doi.org/10.15285/maruaeabd.729672>

- Harrel, P. (2010). Teaching an integrated science curriculum: Linking teacher knowledge and teaching assignments. *Teacher Education*, 19(1), 145-165.
- Harwell, S. (1997). Project-based learning. In W.E. Blank & Harwell, S. (Eds.). *Promising practices for connecting high school to the real world*. University of South Florida.
- Hawking S. (2019). *Büyük Sorulara Kısa Yanıtlar*. (1. Basım). Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Helle, L., Tynjala, P. & Olkinuora, E. (2006). Project-Based Learning in Post-Secondary Education-Theory, Practice and Rubber Sling Shots, *Higher Education*, 51, 287- 314.
- Hesapçioğlu, M. (1994). *Öğretim İlke ve Yöntemleri: Eğitim Programları ve Öğretim*. Beta Basım Dağıtım A.Ş.
- Hesapçioğlu, M. (1998). *Öğretimde İlke ve Yöntemler*, Beta Basımevi.
- Hill, M.D. (2002). *The effects of integrated mathematics/science curriculum and instruction on mathematics achievement and student attitudes in grade six*. [Doctoral Dissertation]. Texas A&M University.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Sense.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future: Building a curriculum for social activism*. Sense.
- Hoffman, B.& Ritchie, B. (1997). Using multimedia to overcome the problems with Problem-Based Learning, *Instructional Science*, 25(2), 97-115. <https://doi.org/10.1023/A:1002967414942>
- Hoffman, J. A., Schmidt, E. M., Wirth, C., Johnson, S., Sobell, S. A., Pelissier, K., ... Izumi, B. T. (2017). Farm to preschool: The state of the research literature and a

- snapshot of national practice. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition*, 12(4), 443–465. <https://doi.org/10.1080/19320248.2016.1227747>
- Hofstein A., Eilks, I. & Bybee R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *Intl. Jou. of Sci. and Math. Edu.* 9, 1459-1483. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9>
- Holdbrook J. & Rannikme M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288. University of Tartu Int. J. Environ. Sci. Educ.
- Holm, M. (2011). Project-based instruction: A review of the literature on effectiveness in prekindergarten. *River Academic Journal*, 7(2), 1-13. Retrieved from, https://www.bie.org/object/document/project_based_learning_a_review_of_the_literature_on_effectiveness
- Holubova, R. (2008). Project-Based Physics – Physics Teacher Training Course: Physics Teacher for the 21st Century, *The International Journal of Learning*, 15(8), 253-263.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academy of Engineering and National Research Council. National Academies Press.
- Hong Kong Education Bureau. (2016). Report on Promotion of STEM education: Unleashing potential in innovation. Education Bureau.
- Humphries, J., & Ness, M. (2015). Beyond who, what, where, when, why, and how: Preparing students to generate questions in the age of Common Core Standards. *Journal of Research in Childhood Education*, 29(4), 551-564. <http://doi.org/10.1080/02568543.2015.1073199>
- Hurd, P. D. & Gallagher, J. J. (1966). Goals related to the social aspects of science. In *Sequential programs in science for a reconstructional curriculum* (pp. 12-18). Educational Research Council.

- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13–16.
- Hurd, P. D. (1975). Science, technology, and society: News goals for interdisciplinary science teaching. *The Science Teacher*, 42(2) ,27-30.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). Infusing Engineering Design into High School STEM Courses. *Publications*. Paper 165. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165
- International Technology Educators Association [ITEA]. (1996). *Technology for All Americans: A rationale and structure for the study of technology*. Reston, Author.
- International Technology Educators Association [ITEA]. (2002). *Technically Speaking: Why all Americans need to know more about technology*. Reston, Author.
- International Technology Educators Association/International Technology and Engineering Educators Association [ITEA]. (2000/2002/2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, Author.
- İrkıçatal, Z. (2016). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve FeTeMM algıları üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- İnaltun, H. & Ateş, S. (2018). Fen bilimleri eğitiminde biçimlendirici değerlendirme: literatür taraması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38 (2), 567-612. <http://doi.org/10.17152/gefad.353975>
- İnce, K. & Mısır, M. (2018). Bilim ve STEM. İçinde: *Merhaba STEM yenilikçi bir öğretim yaklaşımı*. Eğitim Yayınevi.
- İnce, K., Mısır, M., Küpeli, M. & Fırat, A. (2018). 5. sınıf fen bilimleri dersi yer kabuğunun gizemi ünitesinin öğretiminde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisi ve akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1 (1), 64-78.

- Jacobs, H. H. (1989). Design options for an integrated curriculum, H.H. Jacobs (Ed). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jerald, C. D. (2009). *Defining a 21st century education*. Alexandria, Center for Public Education.
- Johnson, A. P. (2003). *What every teacher should know about action research*. Pearson Education, Inc.
- Johnson, C. C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics*, 113(8), 367–368.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Holubec, E. (1998). *Cooperation in the classroom* (6th ed.). Interaction Book Company.
- Jones, B. D., Osborne, J. W., Paretti, M. C. & Matusovich, H. M. (2014). Relationships among students' perceptions of a first-year engineering design course and their engineering identification, motivational beliefs, course effort, and academic outcomes. *International Journal of Engineering Education*, 30(6), 1340–1356.
- Judson, E. (2014). Effects of transferring to STEM-focused charter and magnet schools on student achievement. *The Journal of Educational Research*, 107(4), 255-266. <https://doi.org/10.1080/00220671.2013.823367>
- Kaldi, S., Filippatou, D. & Govaris, C. (2011). Project-based learning in primary schools: Effects on pupils' learning and attitudes, *Education*, 39(1), 35–47. <https://doi.org/10.1080/03004270903179538>
- Kampa, N. & Köller, O. (2016). German national proficiency scales in biology: Internal structure, relations to general cognitive abilities and verbal skills. *Science education*, 100(5), 903-922. <https://doi.org/10.1002/sce.21227>
- Kapila, V. & Iskander, M. (2014). Lessons learned from conducting a K-12 project to revitalize achievement by using instrumentation in science education. *Journal of STEM Education*, 15(1), 46-51.
- Kapoor, D., & Jordan, S. (2009). *Education, Participatory Action Research and Social Change: International Perspectives*. Palgrave Macmillan.

- Karabey, B. (2010). *İlköğretimdeki üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözmeye yönelik erişim düzeylerinin ve kritik düşünme becerilerinin belirlenmesi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Karaçalli, S. & Korur, F. (2014). The effects of project-based learning on students' academic achievement, attitude, and retention of knowledge: the subject of "electricity in our lives". *School Science and Mathematics*, 114(5), 224-235. <https://doi.org/10.1111/ssm.12071>
- Katz, L. G. & Chard, S. C. (1989). *Engaging children's minds: The project approach*. Ablex Press.
- Katz, L., G. (1994). *The Project Approach*. ERIC Digest.
- Kaya, K. (1939). *Toplu Tedrisat Hareketleri (Yabancı Memleketlerde Terbiye ve Tedris Denemeleri: II)*, Tan Matbaası.
- Kaygın, B. & Çetinkaya, Ç. (2015). Yaratıcılığın Değerlendirmesinde Yeni Yaklaşımlar. *Üstün Zekalı Eğitim ve Yaratıcılık Dergisi*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.18200/JGEDC.2015210883>
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (2007) Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere. In: Denzin, N. and Lincoln, Y., Eds., *Strategies of Qualitative Inquiry*, Sage, 271-330.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2000). Participatory action research. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.), *The handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 567–605). Sage.
- Keselman A. (2003). Supporting Inquiry Learning by Promoting Normative Understanding of Multivariable Causality, *Journal of Research In Science Teaching*, 40(9), 898-921 <https://doi.org/10.1002/tea.10115>
- Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record*, 19, 319–335.
- Kim, K. H. (2009). Factor analysis creativity. In B. Kerr (Ed.). *Encyclopedia of Giftedness, Creativity and Talent*. (p. 347-350). Sage Publications.

- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1–55. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90007-9](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90007-9)
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T. & Gibson, D. (2015). Gender differences in conceptualizations of STEM career interest: Complementary perspectives from data mining, multivariate data analysis and multidimensional scaling. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(4), 13-19. <https://www.learntechlib.org/p/171343/>.
- Knoll, M. (1997). The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development, *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 59-80.
- Ko, P.Y., & Marton, F. (2004). Variation and the secret of the virtuoso. In F. Marton&A.B.M. Tsui (Eds.), *Classroom discourse and the space of learning* (pp. 43–62). Lawrence Erlbaum Associates.
- Koch, S., Waliczek, T. M., & Zajicek, J. M. (2006). The effect of summer garden program on the nutritional knowledge, attitudes and behaviors of children. *HortTechnology*, 16(4), 620–625. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.16.4.0620>
- Kokotsaki, D., Menzies, V. & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J. & Puntambekar, S. (1998). Learning by design from theory to practice. <https://doi.org/10.1145/2380552.2380564>
- Kolodner, J., Camp, P., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S., & Ryan, M. (2003). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design(tm) Into Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1204_2

- Korkmaz, H. & akmakı, G. (2006). Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı, Bahar, M. (Ed.), *Fen ve Teknoloji Öğretimi*, (109-135) Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Korkmaz, H. & Kaptan F., (2001). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 193-200.
- Korkmaz, H. & Kaptan, F. (2002). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin akademik başarı, akademik benlik kavramı ve çalışma sürelerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 91-97.
- Köklü, N. (1993). Eylem Araştırması, *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 26(2). https://doi.org/10.1501/Egifak_0000000478
- Krajcik, J. S. & Blumenfeld, P. (2006). Project-based learning. In K. L. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317-333). Cambridge University.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W. & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483-497.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Middle school students' initial attempts at inquiry in project-based science classrooms. *Journal of the Learning Sciences*, 7, 313-350. <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672057>
- Krajcik, J. S., Czerniak, C. M., & Berger, C. F. (2002). Teaching science in elementary and middle school classrooms: *A project-based approach* (2nd ed.). Routledge.
- Krulik, S., & Rudnick, J.A. (1999). Innovative tasks to improve critical and creative thinking skills. *Developing mathematical reasoning in grades K- 12*. Lee V. Stiff (Ed.). National Council Of Teachers Of Mathematics.
- Kuhn, D. (2002). What is scientific thinking and how does it develop? In Goswami, U. (Ed.), *Blackwell handbooks of developmental psychology. Blackwell handbook of childhood cognitive development* (p. 371–393). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470996652.ch17>

- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as srgument. *Science Education*. 94. 810-824. <https://doi.org/10.1002/sce.20395>
- Kuhn, D., Garcia-Mila, M., Zohar, A., & Andersen, C. (1995). Strategies of knowledge acquisition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 60(4), 245.
- Kwon, H. (2017). Effects of 3D Printing and Design Software on Students' Interests, Motivation, Mathematical and Technical Skills. *Journal of STEM Education*, 18(4). Laboratory for Innovative Technology in Engineering Education (LITEE).
- Kwon, H., Capraro, R.M., & Capraro, M.M. (2021). When I Believe, I Can: Success STEMs from My Perceptions. *Can. J. Sci. Math. Techn. Educ.* <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00132-4>
- Lacey, T. A., & Wright, B. (2009). *Occupational employment projections to 2018*. Monthly Labor Review, 82-109.
- Laffey, J., Tupper, T., Musser, D. & Wedman, J. (1998). A Computer-Mediated Support System for Project-Based Learning, *Educational Technology Research and Development*, 46(1), 73-86. <https://doi.org/10.1007/BF02299830>
- LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-Based Learning (PBL) and Student Interest in STEM Careers: The Roles of Motivation and Ability Beliefs. *Education Sciences*, 7(4), 92. <https://doi.org/10.3390/educsci7040092>
- Lai, C. (2018). Using Inquiry-Based Strategies for Enhancing Students' STEM Education Learning. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 4 (1), 110-117.
- Lam, P., Doverspike, D., Zhao, J., Zhe, J.& Menzemer, C. (2008). An evaluation of a STEM program for middle school students on learning disability related IEPs. *Journal of STEM education*, 9(12), 21–29. <https://doi.org/10.21891/jeseh.389740>

- Larsen, A. (2016). *Project-Based Learning's Effect on Students' Understanding and Usage of the Engineering Design Process* [Unpublished doctoral thesis]. Saint Catherine University.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:13.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:13.0.CO;2-C)
- Lee, Y., Capraro, R. M. & Bicer, A. (2019). Affective mathematics engagement: A comparison of STEM PBL versus Non-STEM PBL instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 270-289. (0.35 Impact factor – SCOPUS) <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00050-0>
- Leonard, M. J. (2004). *Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom*. National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, B.C.
- Leung, A. (2020). Boundary crossing pedagogy in STEM education. *International Journal of STEM Education*. 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00212-9>
- Leung, J.S. (2021). Shifting the Teaching Beliefs of Preservice Science Teachers About Socioscientific Issues in a Teacher Education Course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10177-y>
- Lewis, J. D. (1982). Technology, enterprise, and American economic growth. *Science*, 215, 1204–1211. <https://doi.org/10.1126/science.215.4537.1204>
- Lin, K.-Y., Hsiao, H.-S., Chang, Y.-S., Chien, Y.-H., & Wu, Y.-T. (2018). The Effectiveness of Using 3D Printing Technology in STEM Project-Based Learning Activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), em1633. <https://doi.org/10.29333/ejmste/97189>
- Lindahl, B. (2007, April). *A longitudinal study of students' attitudes towards science and choice of career*. Paper presented at Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching.

- Linder, C., Östman L., Wickman P. (2007). Promoting scientific literacy: Science education research in transaction. *Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium*, Uppsala University.
- Liu, C. C., & Chen, I. J. (2010). Evolution of constructivism. *Contemporary Issues in Education Research*, 3(4), 63-66. <https://doi.org/10.19030/cier.v3i4.199>
- Liu, S., Liao, H. & Pratt, J.A. (2009) Impact of Media Richness and Flow on E-Learning Technology Acceptance. *Computers & Education*, 52, 599-607. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.11.002>
- Liu, Z. & Schoenwetter, D., (2004). Teaching Creativity in Engineering. *International Journal of Engineering Education*, 20(5), pp. 801–808. <http://dx.doi.org/10.1002/jee.20048>
- Llyod, P., Lawson, B. & Scott, P. (1995). Can concurrent verbalization reveal design cognition? *Design Studies*, 16(2), 237–259.
- Loso, J., Staub, D., Colby, S., Zhou, W., Olfert, M., Kattelman, K., Mathews, A., Vilaro, M., Brown, O., Kidd, T., Horacek, T., White, A., Franzen-Castle, L., Mathews, A., (2016). Childhood and current gardening is associated with increased fruit and vegetable intake among college-aged students participating in the Get Fruved Study. *Journal of American Diet Association*, 116(9), A13. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.06.029>
- Lou, S. J., Tsai, H. Y. & Tseng, K. H. (2011). STEM online project-based collaborative learning for female high school students. *Kaohsiung Normal University Journal*, 30, 41-61.
- Lou, S. J., Tsai, H. Y., Tsang, K. H. & Shih, R. C. (2014). Effects of Implementing STEM-I Project-Based Learning Activities for Female High School Students. *International Journal of Distance Education Technologies*, 12(1), 52-73. <https://doi.org/10.4018/ijdet.20140110104>
- Lou, S., Chou, Y., Shih, R. & Chung, C. (2017). A Study of Creativity in CaC2 Steamship-derived STEM Project-based Learning. *Eurasia journal of*

- mathematics, science and technology education*, 13(6), 2387-2404.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01231a>
- Lou, Y., Abrami, P. C., Spence, J. C., Poulsen, C., Chambers, B. & d'Apollonia, S. (1996). Within-class grouping: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66(4), 423–458. <https://doi.org/10.2307/1170650>
- Luck, R. (2009). 'Does this compromise your design?' Interactionally producing a design concept in talk, *CoDesign*, 5(1), 21-34, <https://doi.org/10.1080/15710880802492896>
- Madhuri, M. (2015). *Development and assessment of engineering design competencies*. [Unpublished doctoral dissertation]. Indian Institute Of Technology Bombay.
- Makel, M. C., & Plucker, J. A. (2008). Creativity. In S. I. Pfeiffer (Ed.), *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research, and best practices* (247–270). Springer.
- Makel, M. C., & Plucker, J. A. (2009). Intelligence Theories. In B. Kerr (Ed.). *Encyclopedia of Giftedness 1, Creativity and Talent*. (504-507). Sage Publications.
- Malterud, K. (2001). Qualitative research: Standards, challenges, and guidelines. *The Lancet*, 358(9280), 483-488. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)05627-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)05627-6).
- Markham, T., Mengendoller, J., Larmer, J. & Ravitz, J. (2003). *Project based learning handbook a guide to standards focused project based learning for middle and high scholl teachers* (Second Education), Buck Institute for Education.
- Marton, F., Tsui, A., Chik P. PM., Ko P. Y., & Lo M. L. (2004). *Classroom discourse and the space of learning*. Routledge.
- Marulcu, I. & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 12(1), 13-23.

- McCormick, R. (2004). Issues of learning and knowledge in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 14(1), 21–44. <https://doi.org/10.1023/B:ITDE.00000007359.81781.7c>
- McDonnell, J. (1997). Descriptive models for interpreting design. *Design Studies*, 18(4), 457–473. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(97\)00012-4](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(97)00012-4)
- McGrath, D. (2002). Getting started with project based learning. Learning and Leading with Technology, *Internatianol Society for Technology in Education*, 30 (3) 42-45.
- McGuiness, C. (2006). What faculty think: Exploring the barriers to information literacy development in undergraduate education. *Journal of Academic Librarianship*, 32, 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2006.06.002>
- McNiff, J., & Whitehead, J. (2006). *All you need to know about action research*. Sage Publications.
- Meador, K. S. (2003). Thinking creatively about science suggestions for primary teachers, *Gifted Child Today*, 26(1), 25–29. <https://doi.org/10.4219/gct-2003-93>
- Means, B., Wang, H., Young, V., Peters, V. & Lynch, S. J. (2016). STEM-focused high schools as a strategy for enhancing readiness for postsecondary STEM programs. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21313>
- MEB (2006). *Talim ve terbiye kurulu başkanlığı, ilköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB (2013). *Talim ve terbiye kurulu başkanlığı, ilköğretim kurumları fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. <http://mufredat.meb.gov.tr/> adresinden erişilmiştir.
- MEB (2019). *PISA 2018 Türkiye Ön Raporu* (No:10). Millî Eğitim Bakanlığı, Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi.

- MEB (2020). *TIMSS 2019 Türkiye Ön Raporu* (No:15). Millî Eğitim Bakanlığı, Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi.
- Meeker, M., (1974). “A beginner's reader about Guilford's Structure of Intellect” kitap kapağı. 20/01/2020 tarihinde <http://www.davidsponheim.com/index.html>. Adresinden erişilmiştir.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136. <https://doi.org/10.30707/JSTE48.2MENTZER>
- Mertler, C. A. (2006). *Action research: teacher as researchers in the classroom*. Sage Publication.
- Mettas, A., C. & Constantinou, C., C. (2007). The Technology Fair: A Project-Based Learning Approach For Enhancing Problem Solving Skills and Interest in Design and Technology Education, *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 79-100. <https://doi.org/10.1007/s10798-006-9011-3>
- Michaels, S., Shouse, A.W. & Schweingruber, H.A. (2008). Ready, set, science! Putting research to work in k-8 science classrooms. *Board on science education, center for education, division of behavioral and social sciences and education*. The National Academies Press.
- Milentijevic, I., Ciric, V. & Vojinovic, O. (2008). Version control in project-based learning. *Computer & Education*, 50(4), 1331–1338. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.12.010>
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications, Inc.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. Fulmar Colour Printing Company Limited.
- Miller, E., & Krajcik, J. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: a design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(7). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6>.

- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29–48.
- Mills, G. E. (2007). *Action research: A guide for the teacher researcher* (3rd Ed.). Pearson Education.
- Mills, L. A. (2013). *Indicators of science, technology, engineering, and math (STEM) career interest among middle school students in the USA*. [Doctoral dissertation]. University of Norty Texas.
- Mohr-Schroeder, M. J., Jackson, C., Miller, M., Walcott, B., Little, D. L., Speler, L., & Schroeder, D. C. (2014). Developing middle school students' interests in STEM via summer learning experiences: See Blue STEM Camp. *School Science and Mathematics*, 114(6), 291–301. <https://doi.org/10.1111/ssm.12079>
- Moje, E., B., Collazo, T., Carrilo, R. & Marx R., W. (2001). “Maestro, What is “Quality”?”: Language, Literacy and Discourse in Project-Based Science, *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 469-498. <https://doi.org/10.1002/tea.1014>
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.-H., Tank, K.M., & Roehrig, G.H. (2013). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Edt.), *Engineering in precollege settings: Research into practice*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. TIES. <https://doi.org/10.12691/education-6-7-21>
- Mortimer, E.F., & Scott, P.H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Open University Press.
- Moursund, D. (2002). Project-Based Learning Using Information Technology, 2nd edition, *International Society for Technology in Education*.
- Moursund,D. (1999). *Project based learning using information technology*. ISTE Publications.
- Mullis I.; Martin Michael O.; Foy P.; Kelly Dana L. & Fishbein B. (2020). TIMSS 2019 International Report. 17.05.2021 tarihinde

<https://www.iea.nl/sites/default/files/2021-01/TIMSS%202019-International-Results-in-Mathematics-and-Science.pdf>. adresinden erişilmiştir.

- Murnane, R. & Raizen, S. (1988). *Improving indicators of the quality of science and mathematics education in grades K-12*. National Academy Press.
- Murtianto, Y. H., Muhtarom, M., Nizaruddin, N., & Suryaningsih, S. (2019). Exploring student's productive thinking in solving algebra problem. *TEM Journal -Technology, Education, Management, Informatics*, 8(4), 1392–1397. <https://doi.org/10.18421/TEM84-41>
- Mutakinati, L., Anwari, I. & Kumano, Y. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerilerinin STEM Eğitimi Proje Tabanlı Öğrenme Yoluyla İncelenmesi. *Jurnal Pendidikan IPA Endonezya*, 7(1), 54-65. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.10495>
- Mutodi, P. (2016). *Exploring learners' application of productive thinking model in solving optimising real-life problems: a calculus approach*. ISTE Conference. <http://hdl.handle.net/10500/22891>
- Nadelson L. S., Callahan J., Pyke P., Hay A., Dance M. & Pfiester J. (2013) Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teachers, *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168, <https://doi.org/10.1080/00220671.2012.667014>
- Nargund-Joshi, V. & Liu, X. (2013, Nisan). *Understanding meanings of interdisciplinary science inquiry in an era of next generation science standards*. Paper presented in National Association for Research in Science Teaching Annual Conference. Rio Grande, Puerto Rico.
- National Academies [NAEP] (2014). *Technology and engineering literacy framework for the 2014 national assessment of educational progress-pre-publication edition*. National Assessment Governing Board.
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. L. Katehi and M. Feder (Eds.). The National Academies.

- National Academy of Engineering [NAE]. (2010). *Standards for K-12 engineering education*. National Academies Press.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC]. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. NAP.
- National Farm to School Network. (2017). *The benefits of farm to school*. www.farmtoschool.org/Resources/BenefitsFactSheet.pdf
- National Research Council (NRC). (1987). *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18890>.
- National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. National Academy.
- National Research Council (NRC). (2005). *How students learn: Science in the classroom*. National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2009a). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. The National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2009b). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. The National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2012a). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2012b). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. The National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2014a). *Developing assessments for the next generation science standards*. The National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2014b). *STEM learning is everywhere: Summary of a convocation on building learning systems*. The National Academies Press.

- National Research Council (NRC). (2015a). *Guide to implementing the next generation science standards*. The National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2015b). *Identifying and supporting productive STEM programs in out-of-school settings*. The National Academies Press.
- National Science Board (NSB) (1983). *Educating Americans for the 21st Century: A Plan of Action for Improving Mathematics, Science and Technology Education for All American Elementary and Secondary Students So that Their Achievement is the Best in the World by 1995: a Report to the American People and the National Science Board (Vol. 2)*. National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics, Science, and Technology.
- National STEM Education Center. (2014). *STEM education network manual*. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Nbina J., B., & Obomanu B., J. (2010). The Meaning of Scientific Literacy: A Model of Relevance in Science Education. *The Online Journal of Academic Leadership*, 8 (4). <https://scholars.fhsu.edu/alj/vol8/iss4/70>
- Newman, J. L. (2008). Talents are unlimited: it's time to teach thinking skills again! 31(3), 34-44. <https://doi.org/10.4219/gct-2008-789>
- Next Generation Science Standards (NGSS) Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.
- Ng, C. H., & Adnan, M. (2018). Integrating STEM education through Project-Based Inquiry Learning (PIL) in topic space among year one pupils. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 296(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899x/296/1/012020>
- Ng, T. K. & Chu, S. (2021). Motivating Students to Learn STEM via Engaging Flight Simulation Activities. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09907-2>.
- Njoo, M. & de Jong, T. (1993). Exploratory learning with a computer simulation for control theory: Learning processes and instructional support. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 821–844. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300803>

- Noperman, F., Purwandari, E., Winarni, E. Dalifa, D. (2019). Designing inquiry-based expertise sharing model to enhance graduate employability in higher education institutions. *Malasian Online Journal Of Educational Management* 8(1), 18-38.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education*, 87(2), 224-240. <https://doi.org/10.1002/sce.10066>
- Novak, E. & Wisdom, S. (2018). Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers' Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety about Teaching Science. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9733-5>
- NSTA (National Science Teachers Association) (2008). *Science Fairs Plus: Reinventing an Old Favorite K-8*, NSTA.
- NSTA [National Science Teachers Association] (1971). NSTA Position Statement on School Science Education for 1970's. *The Science Teacher*, 38, 46–51.
- NSTA [National Science Teachers Association] (1982). *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s*. NSTA.
- O'Hearn, G. T. (1976). Scientific literacy and alternative futures. *Science Education*, 61(1), 103-114. <https://doi.org/10.1002/sce.3730600114>
- OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills. The PISA 2000 Assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. OECD.
- OECD (2004a). *Problem Solving for Tomorrow's World*. OECD.
- OECD (2004b). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD.
- OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*, Programme for International Student Assessment (PISA), OECD.
- OECD (2010). *PISA 2009 assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. OECD.

- OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA, OECD.
- OECD (2017). *What is PISA?*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/>.
- OECD (2019a). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*, PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- OECD (2019b). *PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed*, PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>.
- OECD (2019c). *PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives*, PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>.
- OECD (2020a). *PISA 2018 Results (Volume IV): Are Students Smart about Money?*, PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/48ebd1ba-en>.
- OECD (2020b). *PISA 2018 Results (Volume V): Effective Policies, Successful Schools*, PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ca768d40-en>.
- Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a South Texas middle school*. [Doctoral dissertation]. Texas A&M University.
- Osborne, J. (2007). Science Education for the Twenty First Century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75396>
- Ozan, F., & Uluçınar Sağır, Ş. (2020). FeTeMM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat (JSTEAM) Eğitim Dergisi*, 3 (2), 32-43.
- Öner, A. T., & Ertekin, E. (2016). Gelişen Dünyada Değişen Matematik Eğitimi: 21.yy'da Matematik Eğitiminde Yaklaşımlar. *Yeni Nesil Okul "Araştıran Okul"*. İçinde Eğitim Kitapevi.
- Öner, A. T., Navruz, B., Biçer, A., Peterson, C. A., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2014). T-STEM academies' academic performance examination by education

- service centers: A longitudinal study. *Turkish Journal of Education (TURJE)*, 3(4),40-51. <https://doi.org/10.19128/turje.35590>
- Öz, R. (2015). *Araştırma ve sorgulamaya dayalı etkinliklerle desteklenmiş bilim merkezi uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, bilim okuryazarlıklarına ve sorgulayıcı düşünme becerilerine etkisi*. [Yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Özçakır Sümen, Ö., & Çalışıcı, H. (2019). STEM Proje Tabanlı Öğrenme Ortamında Sınıf Öğretmeni Adaylarının Geliştirdikleri Matematik Projelerinin İncelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 238-252. <https://doi.org/10.7822/omuefd.521012>
- Özdemir, A. & Yılmaz, O. (2009). İlköğretim okulları bahçelerinin çocuk gelişimi ve sağlıklı yaşam üzerine etkilerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 181, 121-130.
- Özer, D. & Özkan, M. (2012). Proje Tabanlı Öğretimin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoloji Konuları ile İlgili Akademik Başarılarına Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 87-102. <http://hdl.handle.net/11452/12391>
- Öztürk, N., Bozkurt Altan, E. & Tan, S. (2020). Ortaokul öğrencilerinin “Geleceğe hazırlanıyorum: Problemlere çözüm arıyorum” projesinin kendilerine katkılarına yönelik değerlendirmelerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 49(225), 153-179.
- Padilla, M. J. (1986). *The science process skills. Research matters—To the science teacher*, (No. 9004). Reston, National Association for Research in Science Teaching (NARST).
- Panasan, M. & Nuangchalem, P. (2010). Learning outcomes of project-based and inquiry-based learning activities, *Journal of Social Sciences*, 6(2), 252-255. <http://dx.doi.org/10.3844/jssp.2010.252.255>
- Park, S.J., & Yoo, P.K., (2013). The Effects of the learning motive, interest and science process skills using the “Light” unit in science-based STEAM. *Elementary*

Science Education, 32(3), 225-238.
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.1.1.00043>

Parno, Yuliati, L. & Ni'mah, B. (2019). The influence of PBL-STEM on students' problem-solving skills in the topic of optical instruments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1171(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1171/1/012013>.

Parno, Yuliati, L., & Munfaridah, N. (2018). The profile of high school students' scientific literacy on fluid dynamics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012027>

Parno, Yuliati, L., Munfaridah, N., Ali, M., Rosyidah, F. U. N., & Indrasari, N. (2020a). The effect of project based learning-STEM on problem solving skills for students in the topic of electromagnetic induction. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022025>

Parno, Yuliati, L., Ndadari, I. P., & Ali, M. (2020b). Project Based Learning Integrated STEM to Increase Students' Scientific Literacy of Fluid Statics Topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1491(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1491/1/012030>

Partnership for 21st Century Skills (P21), (2019). *Partnership for 21st Century Learning*. 06.05.2021 tarihinde https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf adresinden erişilmiştir.

Partnership for 21st Century Skills. (2015). *P21 framework definitions*. http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_

Patton, MQ. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods*. (3rd Edition). Sage.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., et al. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

- Pella, M. O. (1967). Science literacy and the high school curriculum. *School Science and Mathematics*, 67(4), 346-356.
- Pella, M. O., O'Hearn, G. T. & Gale, C. G. (1966). Referents to Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199-208.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660040317>
- Peterson, P., Fennema, E., Carpenter, T., & Loef, M. (1989). Teachers' Pedagogical Content Beliefs in Mathematics. *Cognition and Instruction*, 6(1), 1-40. Retrieved May 27, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/3233461>
- Plowman, L. (1999). Using Video for Observing Interaction in the Classroom. Edinburgh: *Scottish Council for Research in Education*.
<http://dx.doi.org/10.1177/1470357206060917>
- Psathas, G. (1995). Conversation analysis: The study of talk in interaction. Sage.
- Punch, K.F. (2011). *Sosyal Araştırmalara Giriş Nitel ve Nicel Yaklaşımlar* (2. Baskı) (Çevirenler: D. Bayrak, H. B. Arslan, Z. Akyüz) (Editör: Zeliha Etöz). Siyasal Kitabevi.
- Rabito, E. R., Hoffman, J. L., & Person, D. R. (2015). Supplemental instruction: the effect of demographic and academic preparation variables on community college student academic achievement in stem-related fields. *Journal of Hispanic Higher Education*, 14(3), 240-255. <https://doi.org/10.1177/1538192714568808>
- Rahayu, S. (2017). Promoting the 21st century scientific literacy skills through innovative chemistry instruction. AIP Conference Proceedings. 1911. 020025.
<https://doi.org/10.1063/1.5016018>
- Rahmawati, R., Wilujeng, I. & Kamila, A. (2021). The Effectiveness of STEM-Based Student Worksheets to Improve Students' Data Literacy. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*,
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.210326.073>
- Ramsey, J. (1989). A Curriculum Framework for Community-Based STS Issue Instruction. *Education and Urban Society: Issues-Based Education*, 22(1), 40-53.
<https://doi.org/10.1177/0013124589022001005>

- Ray, S., Fisher, D. R., & Fisher-Maltese, C. (2016). School gardens in the city: Does environmental equity help close the achievement gap? *DuBois Review: Social Science Research on Race*, 3(3), 379–395. <https://doi.org/10.1017/S1742058X16000229>
- Rehmat, A. P. (2015). *Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: A problem-based learning approach for STEM integration*. [Doctoral dissertation]. University of Nevada.
- Renzulli, J. S., Gubbins, E. J., Mcmillen, K. S., Eckert, R. D., & Little, C. A. (2009). Systems and models for developing programs for the gifted & talented. *Gifted and Talented International*, 25(2), 171–172. <https://doi.org/10.1080/15332276.2010.11673581>
- Resmî Gazete (2014). *Millî Eğitim Bakanlığı İlköğretim Kurumları Yönetmeliği*, Başbakanlık Basımevi.
- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., & Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 181.
- Rittle-Johnson, B., & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology*, 91(1), 175–189. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.1.175>
- Rivard, L. & Straw, S. B. (1999). The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science Education*, 84(5), 566–593. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200009\)84:5<566::AID-SCE2>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200009)84:5<566::AID-SCE2>3.0.CO;2-U)
- Rivet, A. E. & Krajcik, J. S. (2004). Achieving standards in urban systemic reform: An example of a sixth grade project-based science curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 669–692. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20021>
- Roberts, D. A. (1983). *Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs*. Minister of Supply and Services.

- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*, (1. Edition, 729 – 780). Mahwah.
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G.& Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 189–213. <https://doi.org/10.1177/1932202X14533799>
- Roth, W. M. & Lee S. (2004). Science education as/for participation in the community, *Science Education*. 88, 263-291. <https://doi.org/10.1002/sce.10113>
- Roth, W. M., Tobin, K., & Ritchie, S. (2001). *Re/Constructing elementary science*. Peter Lang Publishing.
- Roth, W-M. (1996). Teacher questioning in an open-inquiry learning environment: Interactions of context, content, and student responses. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 709–736. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199609\)33:7<709::AID-TEA2>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199609)33:7<709::AID-TEA2>3.0.CO;2-R)
- Ruba, P.A. & Anderson, H. O. (1978). Development of an Instrument to Assess Secondary School Students' Understanding of the Nature of Scientific Knowledge. *Science Education*, 62(4), 449–458. <https://doi.org/10.1002/sce.3730620404>
- Rugh, M., Beyette, D., Capraro, M. & Capraro, R. (2021). Using DIME maps and STEM project-based learning to teach physics. *Interactive Technology and Smart Education*. <https://doi.org/10.1108/ITSE-07-2020-0109>
- Runco, M. A. & Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity Research Journal*, 24(1), 66-75, <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.652929>
- Rutherford, F. J. & Ahlgren. (1989). *Science for All Americans: A Project 2061 Report*. American Association for the Advancement of Science.

- Ryoo, J. J., & Calabrese Barton, A. (2018). Equity in STEM-rich making: Pedagogies and designs. *Equity & Excellence in Education*, 51(1), 3–6. <https://doi.org/10.1080/10665684.2018.1436996>
- Sağdıç, M. & Bakırcı, H. (2020). Rehberli araştırma sorgulama öğretim yönteminin 7. sınıf öğrencilerinin FeTeMM tutumları üzerindeki etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 363-376 <https://doi.org/10.32709/akusosbil.534626>
- Sahin, A. (2015). A practice-based model of STEM teaching: Stem students on the stage (SOS)TM. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2>
- Sahin, A. (2019). The Role of Interdisciplinary Project-Based Learning. In Integrated STEM Education. In A. Sahin & J. M-S. Margaret (Eds.), *STEM Education 2.0* (pp. 93-103). Brill Sense. https://doi.org/10.1163/9789004405400_006
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Santos, W. L. P. (2009). Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, 93(2), 361–382. <https://doi.org/10.1002/sce.20301>
- Schleicher, A. (2012), Ed., *Preparing Teachers and Developing School Leaders for the 21st Century: Lessons from around the World*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264xxxxxx-en>
- Schnittka, C. G., Evans, M. A., Won, S. & Drape, T. D. (2015). Looking for learning in afterschool spaces: Studio STEM. *Research in Science Education*. <http://dx.doi.org/10.18260/1-2--22261>
- Schnittka, J., & Schnittka, C. (2016). “Can I drop it this time?” Gender and collaborative group dynamics in an engineering design-based afterschool program. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(2), 1. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1120>
- Schunn, C. D. (2009). How kids learn engineering: The cognitive science perspective. *The Bridge*, 39(3), 32-37.

- Schwartz, P., Mennin, S. & Webb, G. (2001). *Problem-Based Learning: Case Studies, Experience and Practice*, Kogan Page Limited.
- Scott, P. (1998). Teacher talk and meaning making in science classrooms: A Vygotskian analysis and review. *Studies in Science Education*, 32(1), 45–80. <https://doi.org/10.1080/03057269808560127>
- Selçuk G. S. Çal S., & Erol M., (2008) The Effects of Problem Solving Instruction on Physics Achievement, Problem Solving Performance, and Strategy Use. *Journal Physics Education*, 2(3) 151-166. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.315>
- Selmer, S., Luna, M. & Rye, J. (2015). Insights Into Teachers' Experiences Implementing Garden-Based Learning: Characterizing the Relationship Between the Teacher and the Curriculum. *Teachers College Record*. 117(9), 1-36.
- Selvi, M. & Yıldırım, B. (2017). STEM Öğretme-Öğrenme Modelleri: 5E Öğrenme Modeli, Proje Tabanlı Öğrenme ve STEM SOS Modeli. *Kuramdan Uygulamaya STEM^{AE} Eğitimi* (pp.203-238), Pegem Yayıncılık.
- Seren, S., & Veli, E. (2018). 2005 yılı itibariyle değişen fen bilimleri dersi öğretim programlarında STEM eğitime yer verilme düzeylerinin karşılaştırılması. *Journal of STEAM Education*, 1 (1), 24-47.
- Settlage, J. (1995). Children's conceptions of light in the context of a technology-based curriculum. *Science Education*, 79(5), 535–553. <https://doi.org/10.1002/sce.3730790505>
- Shahrokh, R. (1998). Development of high-order thinking skills in students. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 18(2), 52-64.
- Shamos, M. H. (1989). Views of scientific literacy in elementary school science programs: Past, present, and future. In A. B. Champagne, B. E. Lovitts, & B. J. Callinger (Eds.), *This year in school science. Scientific literacy* (pp. 109–127). AAAS.
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. Rutgers University Press, New Brunswick.

- Shanahan, M. C. (2009). Creative activities and their influence on identification in science: Three case studies. *Journal of Elementary Science Education*, 21(3), 63-79. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03174723>
- Shen, B. S. P. (1975a). Scientific literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Eds.), *Communication of scientific information* (pp. 44–52). Karger. <https://doi.org/10.1159/000398072>
- Shen, B. S. P. (1975b). Science literacy. *American Scientist*, 63(3), 265–268. <https://www.scribd.com/document/357270400/1975-Shen-Science-Literacy-pdf>
- Shortland, M. (1988). Advocating science: Literacy and public understanding. *Impact of Science on Society*, 38(4), 305–316.
- Showalter, V. (1974). What Is United Science Education: (Part 5) Program Objectives And Scientific Literacy, Prism II, *Center For Unified Science Education*, Columbus, Ohio.
- Siew, N. M., Amir, N. & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(8), 1-20. <http://dx.doi.org/10.1186/2193-1801-4-8>
- Silk E. M. & Schunn C. D. (2008). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting, *Journal of Science Education and Technology*, 41(10), 1081-1110. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9144-8>
- Silverman, D. (2000). *Doing qualitative research*. Sage.
- Silverman, D. (2016). *Qualitative research*. Sage.
- Sjöström J., Eilks I. (2018) Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. In: Dori Y.J., Mevarech Z.R., Baker D.R. (eds) *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education. Innovations in Science Education and Technology*, 24, 65-88. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66659-4_4
- Sjöström, J. (2013a). Towards *Bildung*-oriented chemistry education. *Science & Education*, 22(7), 1873–1890. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9401-0>

- Sjöström, J. (2013b). Eco-driven chemical research in the boundary between academia and industry – PhD students' views on science and society. *Science & Education*, 22(10), 2427–2441. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9490-4>
- Sjöström, J., & Talanquer, V. (2014). Humanizing chemistry education: From simple contextualization to multifaceted problematization. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1125–1131. <https://doi.org/10.1021/ed5000718>
- Soffel, J. (2016). What are the 21st-century skills every student needs? 06.05.2021 tarihinde <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students/> adresinde erişilmiştir.
- Solomon, G. (2003). *Project Based Learning: A Primer*. Technology and Learning, 23(6).
- Sözen, E. (1999). *Söylem: Belirsizlik, Mücadele, Bilgi, Güç ve Refleksivite*. Paradigma Yayınları.
- Stearns, L. M., Morgan, J., Capraro, M. M. & Capraro, R. M. (2012). A Teacher observation instrument for PBL classroom instruction. *Journal of STEM Education (Online): Innovations and Research*, 13(3), 7.
- Sterling, S. (2011). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5(11), 17–33. <https://doi.org/10.3390/su5125347>
- Sternberg, R. J. (2009). WISC as a model of giftedness. J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Erkert, & C. A. Little In, *Systems and models for developing the gifted and talented* (2. b., pp 477-503). Creative Learning Press. <https://doi.org/10.1080/02783190509554335>
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. Sternber (Ed.), *Handbook of creativity* (pp 3-14). Cambridge University.
- Stevenson, J. A. (1922). *The Project Method of Teaching*. New York: The MacMillan Company, (43-119).

- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), Article 4. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Stoller, F. L. (1997). Project Work: A Means to Promote Language Content. *English Teaching Forum*. 35(4), 2-16.
- Storksdieck, M. (2016). Critical information literacy as core skill for lifelong STEM learning in the 21st century: reflections on the desirability and feasibility for widespread science media education. *Cultural Studies of Science Education*. 11, 167-182. <http://dx.doi.org/10.1007/s11422-015-9714-4>
- Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction* [ProQuest Dissertations And Theses]. Hofstra University.
- Sukowati D., Ani R. & Sugianto (2017). Analisis Kemampuan Literasi Sains dan Metakognisi Peserta Didik. *Phys. Comm* 1(1). <https://doi.org/10.15294/physcomm.v1i1.8961>
- Sulaiman M. A. & Shamsa S. A., (2014) The effect of environmental science projects on students' environmental knowledge and science attitudes, *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(3), 213-227. <http://dx.doi.org/10.1080/10382046.2014.927167>
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373–394. <https://doi.org/10.1002/tea.20238>
- Sumarni W., Wardani S., Sudarmin S. & Gupitasari, D. N. (2016). Project based learning (PBL) to improve psychomotoric skills: a classroom action research. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 157–163. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.4402>
- Sungur Gül, K. & Marulcu, İ. (2014). Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının

- incelenmesi. *International Periodical for The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 761-786. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.6561>
- Suryanti, S., Ibrahim, M. & Ledes, N. (2018). Process skills approach to develop primary students' scientific literacy: A case study with low achieving students on water cycle. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 296(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/296/1/012030>.
- Süren, T. (2008). *İlköğretim birinci kademe öğrencilerinde bilimsel okuryazarlık düzeyi* [Yüksek lisans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Swartz, R. & Parkes, S. (1994). *Infusing the teaching of critical and creative thinking into content instruction: A lesson design handbook for the elementary grades*. Critical Thinking Press & Software.
- Sylvia Duckworth'un düşünme modları çizimi (t.y.). / 29.01.2021 tarihinde <https://www.teachthought.com/critical-thinking/3-modes-of-thought-divergent-convergent-thinking> adresinden erişilmiştir.
- Şahin F. (2018). *Yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıkları ile bazı bilişsel değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okulsonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri*. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri. 14(1), 1-26.
- Şahin, Ç. (2003). Değişen dünyada sınıf öğretmenlerinin değişen toplumsal ve yaratıcılık rolleri. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü E-Dergi*, 1 (1), 35-42.
- Şahin, F. & Ateş, S. (2018). Ortaokul öğrencilerine yönelik bilimsel okuryazarlık ölçeği adaptasyon çalışması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38 (3), 1173-1205. <http://dx.doi.org/10.17152/gefad.406601>.
- Şahin, F. & Kardaş, S. (2020). Bilimsel hikâyelerin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilimin doğasını anlamalarına etkisinin incelenmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 7, 222-234. <https://doi.org/10.21733/ibad.686456>

- Şencan, D. (2013). *Günlük yaşam problemlerinin 7.sınıf öğrencilerinde bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve bilimsel okuryazarlığı üzerine etkisi: kuvvet ve hareket* [Yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Şenol, A. K. & Büyük, U. (2013). Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: Robolab. *Journal Turkish Studies*, 10(3), 213-236.
- Şık, N. Ü. (2019). *Bilimin doğası unsurlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretimi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi.
- Tang, J.C., & Leifer, L.J. (1991). An observational methodology for studying group design activity. *Research in Engineering Design* 2, 209–219. <https://doi.org/10.1007/BF01579218>
- Tal, T., Krajcik, J. S. & Blumenfeld, P. C. (2006b). Urban schools' teacher enacting project-based science. *Journal of Research in Science Teaching*. 43(7), 722-745. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20102>
- Talas, S., Talas, Y., Sönmez, A. (2013). Bilim Sanat Merkezlerine devam eden üstün yetenekli öğrencilerin okullarında yaşadıkları problemler. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 42-50.
- Tarhan, U. (2019). *T İnsan*. Destek Yayınları.
- Tati, T., Firman, H. & Riandi, R. (2017). The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*. 895(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012157>
- Taylor C.W., Ghiselin, B., Wolfer, J., Loy, L., Bourne, L.E. Jr. (1964). *Development of theory of education from psychology and other basic research findings*. [Final Report]. USOE, Cooperative Research Project No: 624. University of Utah.
- Tekin, H. (2008). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Yargı Yayınları.

- Thomas, B., & Watters, J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*, 45, 42–53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijedudev.2015.08.002>
- Thomas, G., & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? In M. Shortland (Ed.), *Scientific literacy papers* (pp. 1–14). Oxford, UK: Department for External Studies, University of Oxford.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. California: The Autodesk Foundation.
- Thomas, J., Michaelson, A. & Mergendoller, J. (2002). *Project-based learning: A handbook for middle and high school teachers*. Novato, CA: The Buck Institute for Education.
- Tinker, R., F. (2007). *Thinking About Science*. <https://concord.org/wp-content/uploads/2016/12/pdf/ThAbSci.pdf>, 04.04.2021 tarihinde erişilmiştir.
- Toffler A. (1992). *Yeni Güçler, Yeni Şoklar*. (B. Çorakçı, Çev.). Altın Yayınları, İstanbul.
- Toprak, E. (2007). *Proje Tabanlı Öğrenme Metodunun İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersindeki Akademik Başarısına Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Tortop, H. S. (2010). *Yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanan alan gezisi ile desteklenmiş proje tabanlı öğrenme modelinin güneş enerjisi ve kullanım alanları konusunda uygulanması* [Doktora Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (1994). *Creative problem solving: An introduction (Revised edition)*. Center for Creative Learning.
- Tress, G., Tress, B., & Fry, G. (2006). Publishing integrative landscape research: analysis of editorial policies of peer-reviewed journals. *Environmental Science & Policy*, 9(5), 466-475. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.03.004>
- Tress, G., Tress, B., & Fry, G. (2007). Analysis of the barriers to integration in landscape research projects. *Land use policy*, 24(2), 374-385. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2006.05.001>

- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J. & Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Turgut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Turhan Türkkan, B., Yolcu, E. & Karataş, T. (2019). Türkiye’de Eğitim Bilimleri Alanında Eylem Araştırması İçeren Doktora Tezlerinin İncelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(28), 501-524. <http://dx.doi.org/10.35675/befdergi.471731>
- Türk Dil Kurumu [TDK] sözlük (t.y.). TDK sözlük. 20.01.2021 tarihinde http://tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.55b65c41e961c6.45818659 adresinden erişilmiştir.
- Türk Dil Kurumu [TDK] sözlük (t.y.). TDK sözlük. 25.05.2020 tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden erişilmiştir.
- Tytler, R. (2014). Attitudes, identity and aspirations towards science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (82-103). Routledge. <http://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30068091>
- UNEP. (2012). *21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues*. United Nations Environment Programme (UNEP). <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8056>
- Üçüncüoğlu, İ. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının tasarlanması ve etkililiğinin araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Sinop Üniversitesi.
- Ünal, H., Sadi, S., Yıldırım, A., & Seven, S. (2010). *Bilimsel Okuryazarlık. II. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları*.
- Ürey, M. (2018). Bahçe Temelli Öğrenme Yaklaşımına Yönelik Eğilimler: Okul Bahçesi Uygulamaları Örneği (2000-2015). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 1054-1080. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2018.96>

- Ürey, M., Çepni, S., Köğce, D. & Yıldız, C. (2013). Serbest etkinlik çalışmaları dersi kapsamında geliştirilen fen temelli ve disiplinlerarası okul bahçesi programının öğrencilerin bazı matematik kazanımları üzerine etkisinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(3), 37-58. <https://doi.org/10.19171/uuefd.37602>
- Vaiz, O. (2003). "*Proje Tabanlı Öğrenmede Portfolyoların (Öğrenci Gelişim Dosyalarının) Kullanımı ve Öğrenme Sürecine Yansımaları*" [Yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Van Rooij, S. W. (2009). Scaffolding project-based learning with the project management body of knowledge (PMBOK®). *Computers & Education*, 52(1), 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.012>
- Van Tassel-Baska (2003). *Curriculum planing and instructional desing for gifted learners*, Love Publication.
- van Zee, E.H., & Minstrell, J. (1997a). Reflective discourse: Developing shared understandings in a physics classroom. *International Journal of Science Education*, 19(2), 209–228. <https://doi.org/10.1080/095006970190206>
- van Zee, E.H., & Minstrell, J. (1997b). Using questioning to guide student thinking. *The Journal of the Learning Sciences*, 6(2), 229–271. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0602_3
- Vasquez, J. A., Sneider, C. & Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials*. Heinemann.
- Veenman, S., Kenter, B. & Post, K. (2000). Cooperative learning in Dutch primary classrooms. *Educational Studies*, 26(3), 281–302. <http://dx.doi.org/10.1080/03055690050137114>.
- Vogler, K. E. (2005). *Improve your verbal questioning*. The Clearing House, 79(2), 98-103.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3), 299-321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>

- Wagner, T. (2008). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need-and what we can do about it*. Basic Books.
- Wan Husin, W. N. F., Mohamad Arsad, N., Othman, O., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K. & Iksan, Z. (2016). Fostering students' 21st century skills through project oriented problem based learning (POPBL) in integrated STEM education program. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17 (1), 60-67.
- Wan, Z. H., So, W. M. W. & Zhan, Y. (2020). Developing and Validating a Scale of STEM Project-Based Learning Experience. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09965-3>
- Wang, H. (2012). *A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. [Dissertation]. Minesota: University of Minnesota. <https://hdl.handle.net/11299/120980>.
- Wang, M. T. & Degol, J. L. (2016). Gender gap in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Current knowledge, implications for practice, policy, and future directions. *Educational Psychology Review*, 28, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>
- Weber, K. (2012). Gender differences in interest, perceived personal capacity, and participation in STEM-related activities. *Journal of Technology Education*, 24(1), 18-33. <https://doi.org/10.21061/jte.v24i1.a.2>
- Weld, L. (2004). *The Game of Science Education*. Pearson Education.
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. <http://hdl.handle.net/10427/010300>

- Wenning, C.J. (2006), Assessing nature-of-science literacy as one component of scientific literacy, *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(4), 3-15.
- Westwood, P. (2008). *What teachers need to know about teaching methods*. Acer Press.
- Wickman, P. O., Liberg, C., & Östman, L. (2012). Transcending science: Scientific literacy and *Bildung* for the 21st century. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe* (pp. 39–61). Sense.
- Widowati, A., Widodo, E., Anjarsari, P. & Setuju, S. (2017). The Development of Scientific Literacy through Nature of Science (NoS) within Inquiry Based Learning Approach. *Journal of Physics: Conference Series*. 909(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012067>
- Williams, D. R., & Dixon, P. S. (2013). Impact of garden-based learning on academic outcomes in schools: Synthesis of research between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, 83(2), 211–235. <http://dx.doi.org/10.3102/0034654313475824>
- Winn, S. (1995). Learning by Doing: Teaching Research Methods Through Student Participation in a commissioned research project, *Studies in Higher Education*, 20(2), 203-214. <http://dx.doi.org/10.1080/03075079512331381703>
- Wolk, S. (1994). *Project-based learning: pursuits with a purpose*. Educational Leadership, 52(3), 42-45.
- Wolmarans, N. (2015). Navigating boundaries: Moving between context and disciplinary knowledge when learning to design. In R. Adams & J. A. Siddiqui (Eds.), *Analyzing design review conversations* (pp. 197–216). Purdue University Press.
- Yager, R. E. (1984). The major crisis in science education. *School Science and Mathematics*, 84(3), 189–198. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1949-8594.1984.tb09540.x>
- Yalın, H.İ. (2010). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Nobel Yayınevi.

- Yamak, H. Bulut, N. & Dündar, S. (2014). The impact of STEM activities on 5th grade students' scientific process skills and their attitudes towards science. *GEFAD*, 34(2), 249-265. <http://dx.doi.org/10.17152/gefd.15192>
- Yasak, M. T. (2017). *Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç konusu örneği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi.
- Yeh, Y. C. (2003). *Critical thinking test-Level I guidebook*. Psychological Publishing Co.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma*. Seçkin Yayınları.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40. <https://doi.org/10.31202/ecjse.67132>
- Yıldırım, B. & Selvi, M. (2017). *STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma*. Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, B. (2016). *7. Sınıf Fen Bilimleri Dersine Entegre Edilmiş Fen, Teknoloji, Mühendislik Matematik (STEM) Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkilerinin İncelenmesi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Yıldırım, B., Şahin, E., & Tabaru, G. (2017). STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimin doğası inançları, bilimsel araştırma ve yapılandırmacı yaklaşıma yönelik tutumları üzerindeki etkisi. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 8(28), (LXVI-LXXIX).
- Yilmaz, M., Ren, J., Custer, S. & Coleman, J. (2010). Hands-on summer camp to attract K-12 students to engineering fields. *IEEE Transactions on Education*, 53(1), 144–151. <http://dx.doi.org/0.1109/TE.2009.2026366>
- Yin, R. K. (2011). *Qualitative research from start to finish*. New York: The Guilford.
- Yontar, A. (1993). “İnsanda Yaratıcılığın Gelişimi”, *Yaratıcılık ve Eğitim, Türk Eğitim Derneği*, Eğitim Dizisi No: 17, XVII. Eğitim Toplantısı, 25-26 Kasım, Safak Matbaacılık.

- Yore, L. D. (2012). Science literacy for all: More than a slogan, logo, or rally flag! In K. Tan & M. Kim (Eds.), *Issues and challenges in science education research* (pp. 5–23). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3980-2_2
- Yuliati, L., Parno, Hapsari, A. A., Nurhidayah, F. & Halim, L. (2018a). Building Scientific Literacy and Physics Problem Solving Skills through Inquiry-Based Learning for STEM Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012026>
- Yuliati, L., Parno, Yogismawati, F. & Nisa, I. K. (2018b). Building Scientific Literacy and Concept Achievement of Physics through Inquiry-Based Learning for STEM Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012022>
- Yurtluk, M. (2005). Proje Tabanlı Öğrenme. Ö. Demirel içinde, *Eğitimde Yeni Yönelimler*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Zhao, Y. (2009). *Catching up or leading the way: American education in the age of globalization*. ASCD.
- Zuriyani, E. (2017). Literasi Sains dan Pendidikan. <http://www.academia.edu/11664935/literasi-sains-dan-pendidikan>



T.C.
GİRESUN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 29409993-605.01-E.25954672
Konu : Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2017/25 nolu Genelgesi.
b) Giresun Üniversitesinin tarih ve 25309116 DYS sayılı yazısı.

Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Yasemin ADANIR "Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Konusunda Yürütülen STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilgi ve Becerilerine Etkisi" konulu araştırma yapmak istemektedir. Çalışma; Giresun [Redacted] Ortaokulu öğrencileriyle gerçekleştirilecektir. İlgili (b) yazı ile eklerinin (a) Genelge kapsamında incelenmesi sonucu oluşturulan "Araştırma Değerlendirme Komisyonu Raporu" ekte sunulmuştur.

Söz konusu çalışmanın yukarıda sözü edilen öğrencilerle 01.04.2019-01.06.2019 tarihleri arasında, Müdürlüğümüzce mühürlenmiş ve ekte sunulan veri toplama araçlarını kullanarak; tüm çalışmaların okul yönetiminin sorumluluğunda/gözetiminde yürütülmesi, yapılacak çalışmaların eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmadan, okul yönetiminin planlayacağı çalışma takvimine göre yapılması, çalışmalara katılımın gönüllülük esasına dayalı olarak sağlanması, uygulama ile toplanacak verilerin sadece bu araştırma dâhilinde kullanılması ve araştırma sonucunun Müdürlüğümüz AR-GE Birimine basılı veya elektronik doküman olarak teslim edilmesi koşulları ile gerçekleştirilmesinde herhangi bir sakıncanın olmadığı Müdürlüğümüzce uygun değerlendirilmektedir.

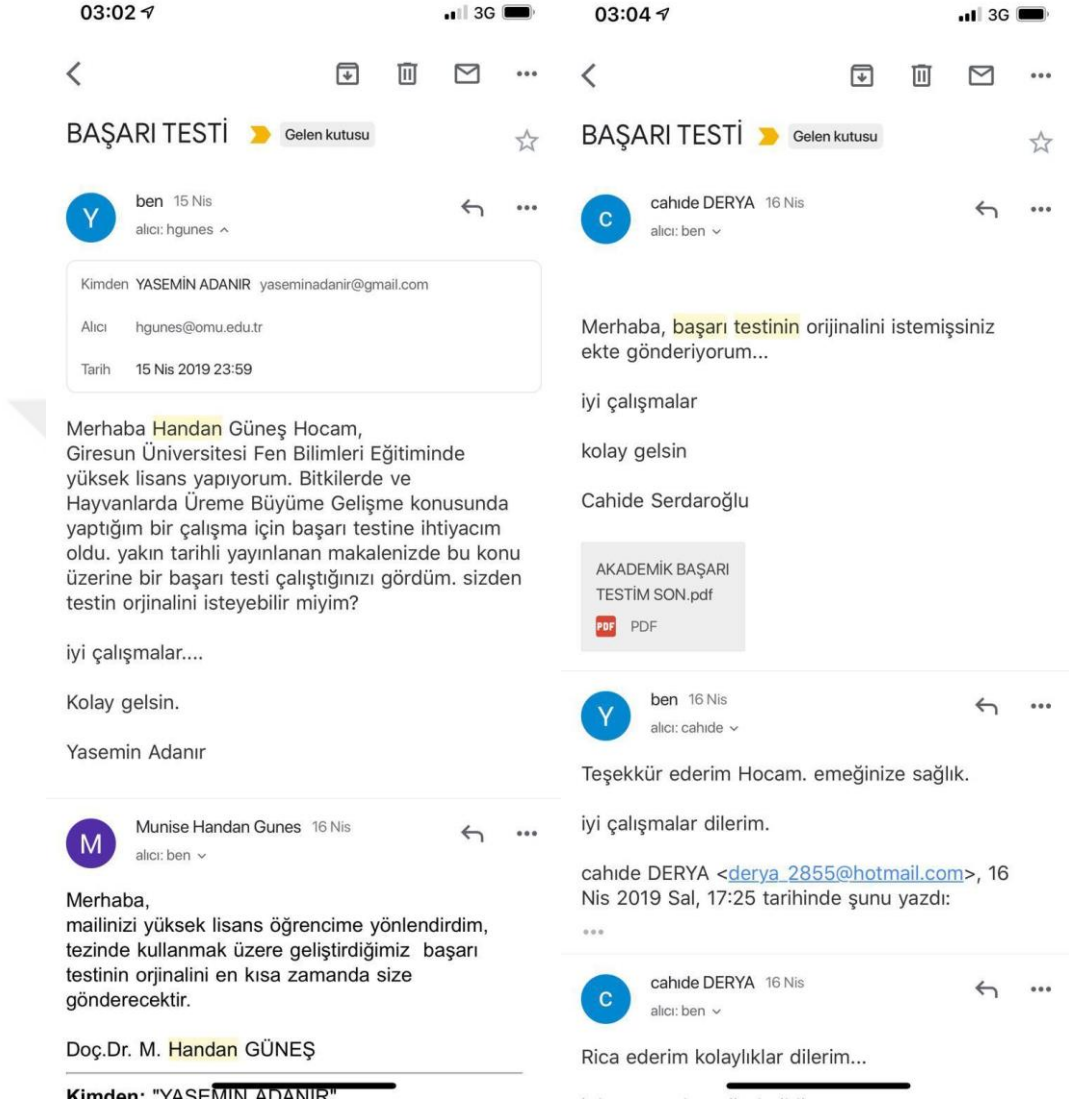
Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Ergin AYBAR
Müdür a.
Müdür Yardımcısı

OLUR
<...>

Ertugrul TOSUNOĞLU
Vali a.
İl Millî Eğitim Müdürü

EK 2: Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi Kullanım İzni



EK 3: Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme Akademik Başarı Testi

Değerli öğrenciler;

Bu akademik başarı testi STEM eğitimi uygulamalarının bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesindeki akademik başarıya etkisini incelemek amacıyla hazırlanmıştır. 40 adet sorudan oluşan test okul notlarınızı etkilemeyecektir. Lütfen sorulara bildiğiniz kadarıyla cevap veriniz.

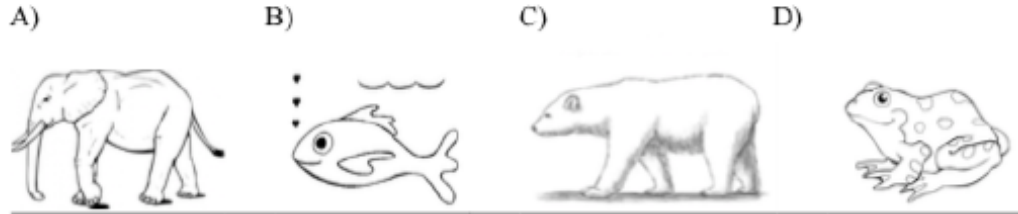
Adı Soyadı:

Sınıfı: No:

1 - Eşeysiz üremeyle oluşan yavrularla ilgili olarak aşağıdakilerin hangisi doğrudur ?

- A) Bütün yavrular kalıtsal olarak farklıdır
B) Sadece bir tane yavru oluşur
C) Kalıtsal özelliklerin yarısı ortaktır
D) Bütün yavrular kalıtsal olarak aynıdır

2 - Aşağıda verilen canlılardan hangisi başkalaşım geçirir ?



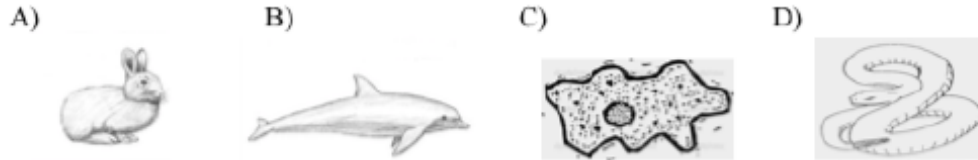
3 - Suda yaşayan canlılarda dış döllenme gerçekleşir ve ortama çok sayıda üreme hücresi bırakırlar. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisidir ?

- A) Bırakılan üreme hücrelerinin hepsinin de döllenme şansı olduğu için
B) Yumurtaların hepsinin döllenme şansı olup spermilerin olmadığı için
C) Üreme hücrelerinin ancak bir kısmının döllenip gelişme şansı bulduğu için
D) Spermilerin hepsinin döllenip yumurtaların hiçbirini döllenemediği için

4 - Eşeyli ve eşeysiz üreme olayları arasında aşağıdakilerden hangisi ortaktır ?

- A) Büyüme ve gelişmenin gerçekleşmesi
B) Döllenmenin gerçekleşmesi
C) Oluşan yavruların farklı özellikte olması
D) Sperm ve yumurta oluşturulması

5 - Aşağıdaki canlılardan hangisinde eşeysiz üreme görülür ?



6 - Aşağıdaki canlılardan hangisi, diğerlerinden farklı bir döllenme şekline sahiptir ?

- A) Hamsi
B) Yarasa
C) Balina
D) Kedi

- 7 – I . Tozlaşma
II . Döl lenme
III . Çimlenme
IV . Genç ve olgun bitki
V . Tohum ve meyve

Bitkinin hayat döngüsü ile ilgili yukarıda verilenler aşağıdakilerden hangisinde doğru sıralanmıştır ?

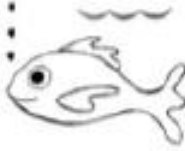
- A) II-I-III-V-IV B) II-I-V- III-IV C) I-II-V-III-IV D) IV-I-III-II-V

8 – Aşağıdaki hayvanlardan hangisi doğurarak çoğalır ?

A)



B)



C)



D)



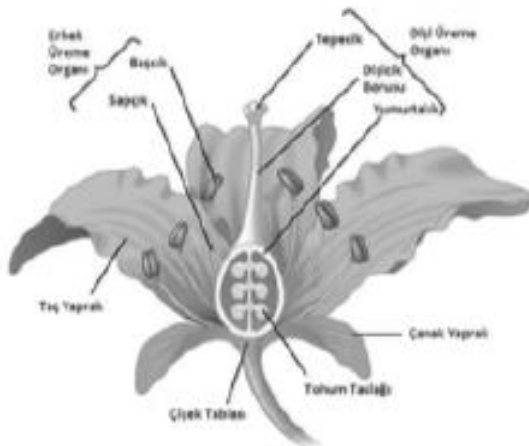
9 – Çiçekli bitkilerin erkek üreme hücresini içeren yapı aşağıdakilerden hangisidir ?

- A) Polen B) Çanak yaprak C) Çiçek sapı D) Yumurtalık

10 – Çiçekli bitkilerde üremenin başlangıcı aşağıdakilerden hangisidir ?

- A) Döl lenme B) Tozlaşma C) Çimlenme D) Büyüme

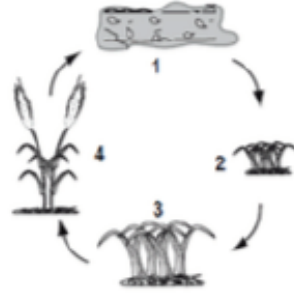
11 –



Yukarıdaki şekilde çiçekli bir bitkinin kısımları verilmiştir. Buna göre döl lenme olayı aşağıdaki kısımlardan hangisinde gerçekleşir?

- A) Tepecik B) Tohum taslağı C) Yumurtalık D) Dişicik borusu

12 –



Buğdayın Hayat Döngüsü

Ahmet: Dedeciğim, tarladaki bu küçük yapraklı bitkilerin adı ne ?

Dede: Bunlar buğday bitkileri... Tohumlarını sonbaharda ektik, yaz tatilinde köye geldiğinde bunları büyümüş ve üzerinde tohumları oluşmuş göreceksin.

Ahmet yazın köye gidince buğdayın yukarıdaki hayat döngüsünde kaç numaralı basamağı görecektir ?

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

13 – Aşağıda verilen üreme çeşitlerinden hangisi eşeysiz üremeye örnek olarak verilemez ?

- A) Vejetatif B) Bölünerek C) Polen ile D) Rejenerasyon

14 –



Mehmet ile dedesi birbirinin aynı olan fasulye fidelerini bahçedeki boşluklara ekip, eşit miktarda su veriyorlar.

Bir süre sonra, şekildeki gibi ağaç gölgesinde kalan fidelerin diğerlerine göre daha az büyüdüğünü görüyorlar.

Bu durumu sınıftaki arkadaşlarına deneyle göstermek isteyen Mehmet, fasulye fideleriyle aşağıdaki düzeneklerin hangisini hazırlamalıdır ?

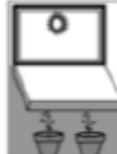
A)



B)



C)



D)



15 – Aşağıdaki hayvanlardan hangisi diğerlerine göre çok fazla sayıda yumurta meydana getirerek kendi nesillerini devam ettirme şansını artırır ?

- A) Ördek B) Balık C) İnek D) Köpek

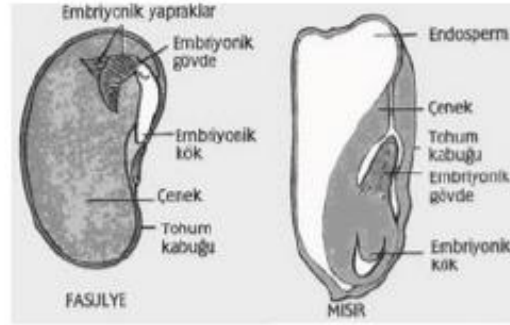
16 – Aşağıdaki canlılardan hangisinde tomurcuklanarak üreme görülür ?

- A) Hidra B) Deniz yıldızı C) Bakteri D) Amip

17 – Memeli hayvanlar için aşağıdakilerden hangisi **söylenemez** ?

- A) Yavru bakımı gözlenemez
B) Doğurarak ürerler
C) Embriyo, dişi üreme organında gelişir
D) Zigot iç dölleme ile oluşur

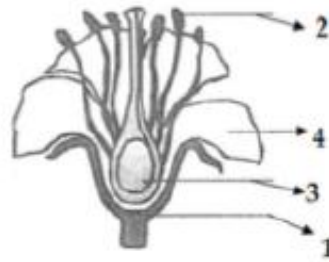
18 –



Yukarıdaki şekilde tohumların kısımları verilmiştir. Buna göre tohum çimlenme esnasında besin ihtiyacını nereden karşılamaktadır ?

- A) Gövde B) Çenek C) Tohum kabuğu D) Kök

19 –



Bir çiçeğin temel kısımları, yukarıdaki şekilde gösterilmiştir.

Rengi ve hoş kokusuyla böceklerin ilgisini çeken ve bu sayede tozlaşmaya yardımcı olan çiçek kısmı hangisidir ?

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

20 – Kuşların üremesi ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I – Sert kabukları olan yumurta üretirler
- II – Yavru oluşması için kuluçkaya yatarlar
- III – Oluşan yavruların belli bir süre beslerler

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) I, II ve III

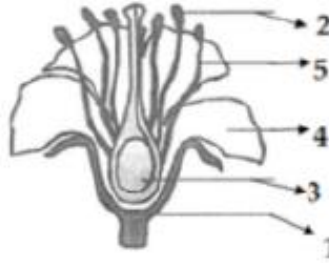
21 – Çiçekli bitkilerde üretilen polenlerin tozlaşması ;

- I. Rüzgar
- II. Su
- III. Bazı hayvanlar

faktörlerinden hangileriyle sağlanır ?

- A) Yalnız I B) I ve III C) I ve II D) I, II ve III

22 –



Bir çiçeği inceleyen araştırmacı şekildeki çiçek kısımlarından hangilerinde üreme hücrelerine rastlayabilir ?

- A) I ve II B) II ve IV C) II ve III D) III ve IV

23 – “Çiçekli bitkide tozlaşmadan sonra çiçek yapısında görülen ilk olay” ifadesini aşağıdakilerden hangisi doğru olarak tamamlar ?

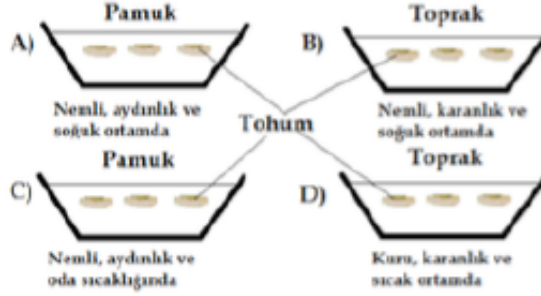
- A) Meyve oluşumudur
- B) Döllenmedir
- C) Yaprak oluşumudur
- D) Spor oluşumudur

24 – Bitkide çiçekler toplanırsa bitki aşağıdakilerden hangisini gerçekleştiremez ?

- A) Büyümeye devam etme
- B) Besin üretme
- C) Tohum oluşturma
- D) Su ve mineralleri kökten gövdeye iletme

25 – Tohumun yapısındaki bitki taslağının (embriyo) büyüyüp gelişerek, genç bir bitkiyi oluşturmaya **çimlenme** denir.

Bir miktar fasulye tohumu, aşağıdaki şartlara sahip ortamların hangisinde çimlenebilir ?



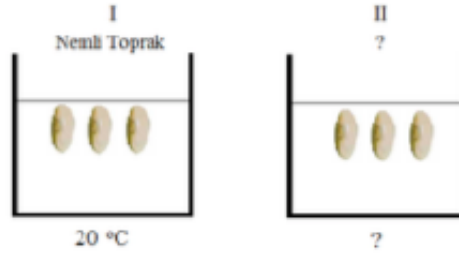
26 – Bir tohumun çimlenmesi için gerekli olmayan ama çimlenme olayı bittikten sonra büyümesi için gerekli olan faktör aşağıdakilerden hangisidir ?

- A) Sıcaklık B) Oksijen C) Su D) Işık

27 – Aşağıdaki verilen çiçek kısımlarından hangisi renk ve kokularıyla böcekleri çiçeğe çekerek tozlaşmaya yardım eder ?

- A) Dişi üreme organı
B) Çanak yapraklar
C) Erkek üreme organı
D) Taç yapraklar

28 –



Topraktaki nem miktarının çimlenmeye etkisini araştıran bir öğrenci yukarıdaki düzenekleri kuruyor.

Buna göre II. Kabın nem ve sıcaklığı aşağıdakilerden hangisindeki gibi olmalıdır ?

	<u>TOPRAK</u>	<u>SICAKLIK</u>
A)	Nemli	30 °C
B)	Nemli	20 °C
C)	Kuru	20 °C
D)	Kuru	30 °C

29 – Tabloda hayvanların üreme ve gelişmeleriyle ilgili bazı özellikler verilmiştir.

	Yumurtayla çoğalır	Doğurarak çoğalır	Yavru bakımı görülür
I	√	X	X
II	√	X	√
III	√	X	X
IV	X	√	√

(√ - bulunan x – bulunmayan özellik)

Numaralandırılan hayvan grupları aşağıdakilerden hangisinde bulunmaktadır ?

I	II	III	IV
A) Hamsi	Güvercin	Yılan	Kedi
B) Ayı	Balık	Papağan	Solucan
C) Kartal	Ayı	Yılan	Kurbağa
D) İnek	Ayı	Fare	Kaplumbağa

- 30 – I. İnek
II. Yılan
III. Kartal
IV. Kurbağa
V. Tavuk

Yukarıdaki hayvanlar yavru bakımına göre nasıl gruplandırılabilir ?

	Yavru Bakımı Var	Yavru Bakımı Yok
A)	II, IV ve V	I ve III
B)	I, III ve V	II ve IV
C)	I ve IV	II, III ve V
D)	I ve III	II, IV ve V

31 -

Hayvan	Suda yaşar mı ?	Başkalaşım geçirir mi ?	Embriyo gelişimi anne karnında mı olur ?
?	Evct	Hayır	Hayır

Selma evinde beslediği hayvanla ilgili olarak tablodaki sorulara cevap veriyor.

Buna göre, Selma'nın beslediği hayvan hangisidir ?

A)



B)



C)



D)



- 32- I. Işık
II. Su
III. Oksijen
IV. Sıcaklık

Yukarıdakilerden hangisi/hangileri bitkilerin büyümesi için gerekliyken çimlenme için gerekli **değildir**?

- A)Yalnız I
B)Yalnız II
C) I,II,III
D)II,III,IV

33- Dişi üreme hücresi ile erkek üreme hücresi birleşip kaynaşması olayına denir” cümlesinde boş bırakılan yerlere sırasıyla aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

- A) sperm-yumurta-tozlaşma
B) yumurta-sperm-tozlaşma
C) sperm-yumurta-döllenme
D) yumurta-sperm-döllenme

34-Aşağıdaki öğrenciler eşeysiz üreme örnekleri vermiştir.

AYÇA: Ortadan ikiye kesilen toprak solucanlarının her birinin eksik kısımlarını tamamlaması.

TUĞÇE: Denizyıldızının kopan kollarından yeni denizyıldızları oluşması.

ULAŞ: Kavak ağaçlarının koparılan bir dalı toprağa dikildiğinde büyümesi.

BARAN: Bira mayasının vücudundan çıkan uzantılardan yeni bira mayaları oluşması.

Buna göre hangi öğrencilerin verdikleri örnekler aynı üreme çeşidine aittir?

- A)Ayça ve Tuğçe
B)Ayça ve Ulaş
C)Tuğçe ve Ulaş
D)Ulaş ve Baran

35-Veli mutfaklarındaki mercimeklerinden bir avuç alarak, bir çimlenme deneyi yapıyor. Deneyin sonuçlarını aşağıdaki gibi hazırladığı çizelgeye kaydediyor.

Olay	Kuru toprak	Nemli toprak
Çimlenme	Gerçekleşmedi	Gerçekleşti

Deney aşağıdaki hipotezlerden hangisini test etmek için yapılmıştır?

- A)Çimlenme için sıcaklığın çok düşük olmaması gerekir.
B)Su miktarı çimlenmeyi etkileyen bir faktördür.
C)Ortamdaki oksijen miktarı çimlenmeyi etkiler.
D)Ortamdaki ışık miktarı çimlenmeyi etkiler.

- 36- I. Yılan
II. Karga
III. Kelebek
IV. Papağan
V. At

Ahmet yukarıdaki canlılardan, yumurtadan çıktığında anne ve babasına benzemeyenleri ayrı bir liste yaparsa listesinde aşağıdaki canlılardan hangileri olmalıdır?

- A)Yalnız III B)I ve II C)IIIve V D)IV ve V

37-Eşeysiz üreme ile ilgili aşağıdaki öğrencilerden hangisinin yaptığı yorum **yanlıştır**?

- A)Eşeysiz üremede üreme hücreleri görev almaz.
B)Oluşan canlılar ana canlı ile aynı kalıtsal özelliklere sahiptir.
C)Eşeysiz üremede canlı vücudunda bazı dokuların büyüüp gelişmesiyle yeni canlılar oluşabilir.
D)Sadece bitkilerde eşeysiz üreme görülür.

38- Öğretmen: Bitkilerde görülen vejetatif üremede bitkilerin hangi kısımlarından yeni bir bitki oluşmaktadır?

Öğrenci:.....

Yukarıdaki öğrenci öğretmenin sorusuna hangi cevabı verirse soruyu **yanlış** cevaplamış olur?

- A)Dal B)Çiçek C)Gövde D)Kök

39-Yumurta ile çoğalan canlılarda başkalaşım sürecinde ara dönemlerde canlı ana canlıya benzememektedir. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A)Ana canlının kalıtsal yapısı
B)Üreme şekli
C)Yumurtanın şekli
D)Yumurtadaki besin yetersizliği

- 40- I.Çok sayıda çiçek açması
II.Oluşturduğu tohum sayısının birden fazla olması
III.Tohumun etrafında etli meyve kısmının oluşturulması

Yukarıdaki ifadelerden hangileri bitkilerin üreme şansını arttıran faktörlerdir?

- A)Yalnız II B)I ve II C)I,II ve III D)I ve III

Teşekkür ederim...

Yasemin ADANIR
Fen Bilimleri Öğretmeni

EK 4: Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği Kullanım İzni

Bilimsel Okuryazarlık Ölçme Aracı

 feride çelik <feride_celik84@hotmail.com>
26.04.2019 Cum 08:55
Siz

 Bilimsel Okuryazarlık Ölçme A...
520 KB

Merhaba canım, ölçme aracı ekte yer alıyor. Sormak istediğiniz bir şey olursa haberleşiriz arkadaşım. Çok kolay gelsin, öpüyorum

--
Arş. Gör. Dr. Feride ŞAHİN
Celal Bayar Üniversitesi
Demirci Eğitim Fakültesi
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Fen Bilgisi Eğitimi ABD

Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği

 **YASEMİN ADANI...** 20 Ekim Paz 16:48 (1 gün önce) ☆ ↩ ⋮
Alıcı: feride_celik84

Merhaba Feride Hocam, daha öncesi tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yasemin Hacıoğlu aracılığı ile tarafınızdan türkçeye uyarlama çalışması yapılan Bilimsel okuryazarlık ölçeğinin tezimde kullanım iznini almıştık. ölçeğin değerlendirilmesi için sergilenen bilimsel okuryazarlık bölümünün cevap anahtarını ve değerlendirmesine ilişkin bilgileri benimle paylaşabilir misiniz?

Yasemin Adanır
Fen Bilimleri Öğretmeni
GÜ Yüksek Lisans Öğrencisi

0533 658 75 73

Fwd: Bilim Okur Yazarlığı Ölçeği Hk.

➡ Gelen Kutusu x

 **feride çelik** 11:17 (12 saat önce) ☆ ↩ ⋮
Alıcı: ben

Merhaba Yasemin Hocam,
Cevap anahtarı ekte yer alıyor. BO-S tek boyutlu bir başarı testi olduğu için uygulanması sonunda toplam puan olarak gerekli analizleri yapabilirsiniz. Ölçeğin diğer duyuşsal boyutu 3 boyutlu olduğu için toplam puan alamıyoruz. Her boyutun puanını ayrı ayrı hesaplıyoruz. Yasemin'e sevgi ve selamlarımı iletin lütfen.
İyi çalışmalar dilerim, sevgiler
[iOS için Outlook](#) uygulamasını edinin

EK 5: Bilimsel Okuryazarlık Ölçeği

Adı Soyadı: Sınıfı: No:

Değerli öğrenciler;

Bu ölçek, sizlerin bilimsel okuryazarlık düzeylerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. İki bölümde oluşmaktadır. birinci bölümde 18 adet çoktan seçmeli soruya, ikinci bölümde ise bilimin değeriyle ilgili maddeler hakkında düşüncelerinizi derecelendirmeniz istenmektedir. Bu ölçekte vermiş olduğunuz cevapla akademik olarak değerlendirilmenize etki etmeyecek olup, kişisel bilgileriniz gizli kalacaktır. Sorula dikkatlice okuyarak cevaplamınız önemlidir.

1. BÖLÜM

Yönerge: Her soru için bir cevap seçiniz ve yuvarlak içine alınız.

1. Bir öğrenci balıkların davranışlarını incelemek istemektedir. Bu öğrenci 4 tane küçük akvaryum ve 20 tane de balık alır. Balıkların 8 tanesini birinci akvaryuma, 6 tanesini ikinci akvaryuma, 4 tanesini üçüncü akvaryuma ve 2 tanesini de dördüncü akvaryuma koyar. Öğrenci, bütün akvaryumları aynı miktarda güneş alacak bir yere koyar ve her bir akvaryumun sıcaklığını 25°C’de sabit olarak tutar. Bu koşullar altında balıkların davranışını gözlemler.

				
Balık Sayısı	8	6	4	2
Sıcaklık°C	25	25	25	25

Öğrenci, bu deneyde aşağıdaki değişkenlerden hangisinin, balıkların davranışlarına olan etkisini bulmayı hedeflemektedir?

- A. Fanustaki balık sayısının balıkların davranışına etkisi
B. Fanus sıcaklığının balıkların davranışına etkisi
C. Fanus sıcaklığı ve ışık miktarının balıkların davranışına etkisi
D. Balık sayısı, fanus sıcaklığı ve ışık miktarının balıkların davranışına etkisi
2. Alper “ Ev Ödevine Hayır Grubu” tarafından oluşturmuş bir internet sitesi bulmuştur. Öğrencilere verilen ev ödevlerinin olumlu ve olumsuz yönlerini araştırmak isteyen Alper için, bu site güvenilir bir bilgi kaynağı mıdır?
- A. Evet. Bu grup ev ödevine karşıdır ve ev ödevinin olumlu ve olumsuz yönlerini bilmektedir.
B. Evet. İnternet sitelerindeki bilgiler her zaman tutarlı ve doğrudur.
C. Hayır. Bu grup, internet sitesinde ev ödevinin olumsuz yönlerini savunan görüşleri daha fazla ön plana çıkarmış olabilir.
D. Hayır. Bu grup, muhtemelen ev ödevinin olumlu ve olumsuz yönlerini tartışma konusunda yeterli değildir.
3. Bir kasabada yaşayan insanların % 40’ı bir çeşit hastalığa sahiptir. Bu kasabanın nüfusunun %50’si kadındır. Bu kasabada hasta olanların yüzde kaç kadındır?
- A. % 10 B. %20 C. %50 D. Verilen bilgiler yeterli değil

4. Aşağıdaki seçeneklerde verilen soruları inceleyiniz. Bu sorulardan hangisi **bilimsel yöntem veya yollar** kullanılarak cevaplanamaz?

A. Her yıl ne kadar dondurma satılıyor? C. Dondurma buzdolaplarından önce soğuk olarak nasıl muhafaza ediliyordu?

B. Hangi dondurma türü en güzeldir? D. Bir top dondurmada kaç kalori vardır?

5. Bir grup öğrenci, kâğıttan uçak yaparak onu en uzun mesafeye uçurmaya çalışmaktadır. Öğrenciler, kullanılan kâğıdın cinsi ve uçağın tasarımının, yapılan uçağın ne kadar uzağa uçacağını etkileyeceğini düşünmektedir. Öğrenciler ilk olarak kâğıdın cinsinin, uçağın uçuş mesafesine etkisini araştırmaktadır. Bu amaçla farklı kâğıt cinslerini kullanarak aynı tasarıma sahip birçok uçak yapmışlardır. Yapılan bütün uçakların aynı tasarıma sahip olması neden önemlidir?

A. Öğrenciler, aynı tasarımı kullanarak hem kâğıdın cinsinin hem tasarımın etkisini öğrenebilir.

B. Öğrenciler, aynı tasarımı kullanarak tasarımın etkisini öğrenebilir.

C. Eğer aynı tasarıma sahip uçak kullanılmazsa kâğıdın cinsinin etkisini bulamazlar.

D. Uçakların aynı tasarıma sahip olması önemli değildir, çünkü öğrenciler tasarımın etkisini araştırmamaktadır.

6. Kerem, Özlem ve Sena bir hafta boyunca her gün 10'ar tane matematik problemi çözmüştür. Her öğrencinin çözümlerindeki doğru cevap sayısı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Özlem'in en fazla doğru cevap yaptığı kaç gün vardır?

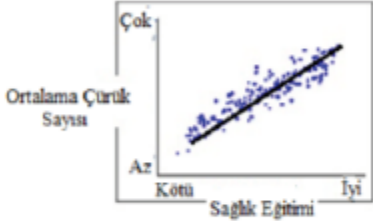
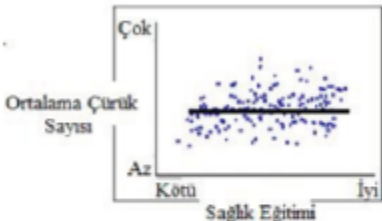
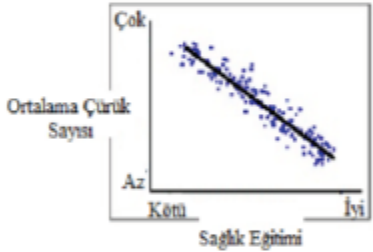
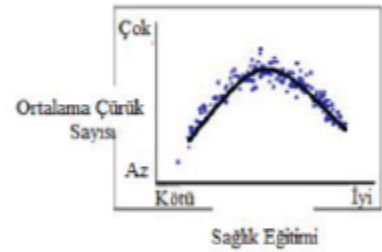
	Pzt	Salı	Çrş	Perş	Cuma
Kerem	4	5	8	6	5
Özlem	3	8	6	5	8
Sena	4	5	5	6	9

A. 1

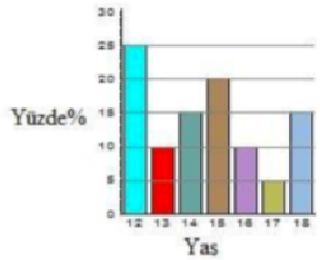
B. 2

C. 3

D. 4

7.	Aşağıda görülen grafiklerde, sağlık eğitimi ve kişi başına düşen çürük diş sayısı ortalaması arasındaki ilişki görülmektedir. Hangi grafik sağlık eğitimini iyi veren ülkelerdeki kişi başına düşen çürük diş ortalamasının daha <u>az olduğunu</u> göstermektedir? A.  B.  C.  D. 
8.	Ozmoz olayı bilimsel olarak, bazı moleküllerin yarı geçirgen bir tabakadan geçebilirken daha büyük moleküllerin engellenmesi olarak ifade edilmektedir. Bu olayın günlük yaşamda, tuzlu sudan saf su elde etmek gibi birçok kullanım alanı vardır. Sizin telefonunuza bir gün "Bilgi, kitaplardan ozmoz yoluyla insanlara aktarıldığı için, yastıklarının altında kitapla uyuyan insanlar ozmoz yoluyla daha iyi notlar alırlar." ifadesi bulunan bir mesaj gelmiştir. O halde, <u>daha iyi not almanız için</u> yastığınızın altında kitabınızla uyumanız gerekli midir? A. Eğer yarı geçirgen bir yastık kullanırsak, evet. C. Hayır, çünkü yastığın altındaki kitaplar uykuyu böler. B. Evet, çünkü ozmoz bilinen bir bilimsel süreçtir. D. Hayır, çünkü ozmozun notlarla ilgisi yoktur.

9.	Bir ilde her yıl meydana gelen araba kazalarının sayısı kaydedilmektedir. Bir yıl içinde, 4 ve 6 şeritli otoyollarda 1500 tane araba kazası olmuştur. Aynı yılda 2 şeritli otoyollarda meydana gelen kaza sayısı 500'dür. İlin valisi bu verilere dayanarak 4 ve 6 şeritli otoyollarda araba kullanmak 2 şeritli yollarda araba kullanmaktan daha tehlikelidir şeklinde bir sonuca ulaşmıştır. Ulaşılan bu sonuç hakkında ne düşünüyorsunuz? A. Katılıyorum. 4 ve 6 şeritli otoyollar daha tehlikeli olarak bilinir. B. Katılmıyorum. 2 şeritli yollarda meydana gelen kazalar artabilir. C. Katılıyorum. İllerde 4 ve 6 şeritli otoyollar 2 şeritli otoyollardan daha fazladır. D. Katılmıyorum. Her bir otoyolu kaç arabanın kullandığı hesaba katılmamıştır.
10.	Amerika Birleşik Devletleri'nde 2 Şubat günü birçok gazeteci, bir dağ sıçanının davranışlarını izlemek için hayvanat bahçelerine akın eder. Bu ülkede insanlar arasında şöyle bir inanış vardır: Eğer dağ sıçanları barınaklarını bırakır ve dışarıda kalırlarsa, bahar çok yakında gelecek; eğer dağ sıçanları barınaklarına geri kaçarlarsa, 6 haftadan daha fazla kış olacak demektir. Gazeteciler bu yıl, dağ sıçanının yuvasına geri kaçtığını tespit etmişlerdir. Yukarıda verilen senaryodaki <u>en bilimsel gözlem</u> aşağıdakilerden hangisidir? A. Dağ sıçanı barınağına geri dönmüştür. B. Dağ sıçanı insanlardan korkmuştur. C. Kış mevsimi 6 haftadan daha fazla sürecektir. D. Dağ sıçanları hava durumunu tahmin etme yeteneğine sahiptir
11.	Soner'in annesi, derslerdeki öğrenci başarısının nasıl artırılabilirliği ile ilgili bilimsel bir makale okumuştur. Makaleyi okuduktan sonra, Soner'in en geç akşam 9.00'de uyuması gerektiğine karar vermiştir. Yukarıda <u>bahsedilen bilgiler doğrultusunda</u>, Soner'in annesinin okuduğu makalenin ana fikri aşağıdakilerden hangisi olabilir? A. Akşam saat 9.00'dan önce uyuyan öğrenciler okulda daha az yorulur. B. İyi not alan öğrenciler okuldayken daha zindedir. C. Öğrenciler akşam saat 9.00'dan önce uyuduklarında sınavlardan aldıkları okul notları yükselir. D. Erken yatan öğrenciler ertesi gün daha enerjik olurlar.

12.	Grafikte gösterilen kişilerin yüzde kaçı 15 yaşından büyüktür?  A. %20 B. %30 C. %40 D. %50
13.	Burak, hangi koşulların fasulye fidelerinin uzunluğunu etkilediğini öğrenmek istemektedir. Bunun için 9 tane deney tüpünün her birine nemli kâğıda sarılmış bir fasulye tohumu yerleştirmiştir. Tüplerden üç tanesini güneş alan bir pencere rafına, diğer üç tüpü aynı odanın karanlık bir köşesine ve kalan üç tüpü de aynı odada bulunan bir buzdolabına koymuştur. Bir hafta sonra her bir tüpteki fasulye fidelerinin uzunluğunu ölçmüştür. Aşağıdaki değişkenlerden hangisi, Burak'ın fasulye fidelerinin uzunluğuna olan etkisini bulmaya çalıştığı değişkenlerdir? A. Sıcaklık ve nem B. Nem ve test tüpünün uzunluğu C. Işık ve sıcaklık D. Işık ve zaman
14.	Bir ülkede kişi başına düşen çürük diş sayısı oldukça fazladır. Diş çürükleri hakkında aşağıdaki hangi soru <u>sadece deneysel yöntemlerle</u> cevaplanabilir? A. Bu ülkede erkekler mi yoksa kadınlar mı daha fazla diş çürüğüne sahiptir? B. Su kaynaklarına D vitamini eklenmesi diş çürümelerini etkiler mi? C. Son 10 yılda çürümüş diş sayısı artış gösterdi mi? D. Ülkenin bazı bölgelerindeki diş çürüğü diğer bölgelere göre daha yaygın mıdır?

15.	Çanakkale Ortaokulu'nun müdürü okul kantininde daha sağlıklı gıdaların satılmasını istemektedir. Bu amaçla kantinde şeker ve sakız satışlarını kaldırmayı düşünmektedir. Okul müdürü, bu görüşü hakkında öğrencilerin ne düşündüğünü belirlemek istiyor. Müdürün bu konu hakkında öğrencilerin ne düşündüğünü belirlemesinin <u>en uygun yolu</u> hangisidir? A. Spor kulübündeki tüm öğrencilere bir anket uygulamak. B. Sağlık kulübündeki tüm öğrencilere bir anket uygulamak. C. Okuldaki bütün öğrencileri temsil etmesi amacıyla her sınıftan rastgele seçilen 5 öğrenciye anket uygulamak. D. Sadece kantinden şeker ve sakız alan öğrencilere bir anket uygulamak.
16.	Bir belediye meclisi kedileri araba çarpmalarından korumak istiyor. Bunun için sokak kedilerinin toplanıp, barınaklarda koruma altına alınmasını sağlayan bir karar alıyor. Aşağıdakilerden hangisi bu kararın <u>istenmeyen bir etkisi</u> olabilir? A. Fare sayısında artış B. Kedi sayısında azalma C. Araba kazalarında artış D. Araba kazalarında azalma

17. Meteorolojinin yayınladığı bir hava durumu raporunda “Konya ili yakın gelecekte ciddi bir susuzluk (kuraklık) yaşayacak!” denilmiştir. Aşağıdakilerden hangisi bu iddiayı destekleyecek en önemli kanıt olabilir?

A. Haftalık ortalama yağış miktarı

B. Haftalık ortalama sıcaklık değeri

C. Barajlardaki su seviyelerinin ani düşüp yükselmesi

D. Haftalık ortalama bulutlu gün sayısı

18. Bilimsel bir dergi beslenme düzeninin fareler üzerindeki etkisi hakkında bir çalışma yayımlamıştır. Bilim insanları, 6 hafta boyunca 60 erkek fareye sadece köpek maması vermişlerdir. Aynı 6 hafta boyunca diğer 60 fareye normal fare yiyeceği vermişlerdir. Altı haftanın sonunda her iki grupta da, üzerlerinde koyu benek oluşan fareler sayılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

	Koyu benek çıkaran fareler	Koyu benek çıkarmayan fareler	Toplam
Köpek mamasıyla beslenen	42	18	60
Normal fare yiyeceği ile beslenen	16	44	60

Bu çalışmada toplanan veriler aşağıdaki sonuçlardan hangisini desteklemektedir?

A. Fareleri köpek mamasıyla beslemek faydalıdır.

B. Koyu benekli fareler köpek mamasını tercih eder.

C. Yiyecek türü ile farelerdeki koyu benekler arasında ilişki vardır.

D. Beslenmenin farelerde gelişen siyah beneklerle ilgisi yoktur.

2. BÖLÜM

Bilimin Değeri						
Yönerge: Her bir madde için her bir duruma ne kadar katılıp katılmadığınızı <u>en iyi belirten rakamı</u> seçiniz. Bunlar sizin düşüncelerinizdir ve <u>doğru ya da yanlış cevap yoktur.</u>						
1.	Fen Bilimleri Dersi'nin ödevlerinde çalışmayı genellikle.....bulurum.	① Çok sıkıcı	② Sıkıcı	③ Orta Düzeyde	④ Eğlenceli	⑤ Çok eğlenceli
2.	Diğer etkinliklerinizle karşılaştırıldığında, fen bilimleri ile ilgili öğrendikleriniz ne kadar yararlıdır?	① Hiç yararlı değil	② Yararlı Değil	③ Orta Düzeyde Yararlı	④ Yararlı	⑤ Çok yararlı
3.	Benim için fen bilimlerinde iyi olmak.....	① Hiç önemli değil	② Önemli Değil	③ Orta Düzeyde Önemli	④ Önemli	⑤ Çok önemli
4.	Diğer etkinliklerinizle karşılaştırıldığında, fen bilimleri alanında iyi olmak sizin için ne kadar önemlidir?	① Hiç önemli değil	② Önemli Değil	③ Orta Düzeyde Önemli	④ Önemli	⑤ Çok önemli
5.	Fen bilimleri ile uğraşmaktan ne kadar hoşlanırsın?	① Hiç Hoşlan- mam	② Hoşlanmam	③ Orta	④ Hoşlanırım	⑤ Çok fazla
6.	Okulda öğrendiğiniz bazı şeyler sınıf dışında yaptığınız etkinliklerde iyi olmanızı sağlar, yani onlar yararlıdır. Örneğin bitkileri öğrenmek bahçe yapmanıza yardımcı olabilir. Fen Bilimi Dersi'nde öğrendikleriniz genellikle ne kadar yararlıdır?	① Hiç faydalı değildir	② Faydalı değildir	③ Orta Düzeyde Faydalı	④ Faydalıdır	⑤ Çok faydalıdır

Fende ne yapabilirim						
Yönerge. Her bir madde için, her bir duruma ne kadar katıldığınızı <u>en iyi belirten</u> rakamı seçiniz. Bunlar sizin düşüncelerinizdir ve <u>doğru ya da yanlış cevap yoktur.</u>						
		Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Biraz Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1.	Sorulara cevap vermek için fen bilimini ne zaman kullanacağımı bilirim.	①	②	③	④	⑤
2.	Günlük hayatımda karar vermek için fen bilimini kullanabilirim.	①	②	③	④	⑤
3.	Problem çözerken bilimsel yöntemleri nasıl kullanacağımı bilirim.	①	②	③	④	⑤
4.	Bilimsel bilgi ve reklamlarda bize sunulan bilgi arasındaki farkı ayırt edebilirim.	①	②	③	④	⑤
5.	Fen bilimleri dersindeyken, önemli fikirler bulabilirim.	①	②	③	④	⑤
6.	Bilimsel soruları cevaplarken matematiği kullanabilirim.	①	②	③	④	⑤
7.	Bir olaydaki gözlem ve sonuçlar arasındaki farkı belirtebilirim.	①	②	③	④	⑤
8.	Elimdeki sayısal bilgileri kullanarak bir grafik oluşturmak, benim için kolaydır.	①	②	③	④	⑤

Fen hakkında neye inanıyorum						
Yönerge. Her bir madde için her bir duruma ne kadar katıldığınızı <u>en iyi belirten</u> rakamı seçiniz. Bunlar sizin düşüncelerinizdir ve <u>doğru ya da yanlış cevap yoktur.</u>						
		Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Biraz Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1.	Herkes, bilim insanlarının söylediklerine inanmak zorundadır.	①	②	③	④	⑤
2.	Fen bilimlerinde, bütün soruların tek bir doğru cevabı vardır.	①	②	③	④	⑤
3.	Bilimsel bilgi her zaman doğrudur.	①	②	③	④	⑤
4.	Fen Bilimlerinde, Fen Bilimleri kitaplarının söylediği şeylere inanmak zorunludur.	①	②	③	④	⑤
5.	Bilim yapmanın en önemli parçası, doğru bir cevap ortaya çıkarmaktır.	①	②	③	④	⑤
6.	Fen Bilimleri Dersi'nde öğretmenin anlattığı her şey doğrudur.	①	②	③	④	⑤
7.	Bilim insanları, Fen bilimleri hakkında neredeyse her şeyi bilirler; bilecek daha fazla bir şey yoktur.	①	②	③	④	⑤

		Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Biraz Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
8.	Fen Bilimleri kitabında bir şey okursanız, doğru olduğundan emin olabilirsiniz.	①	②	③	④	⑤
9.	Bilim insanları <u>bir deneyden</u> yalnızca <u>bir tane cevap</u> alırlar.	①	②	③	④	⑤
10.	Bilim insanları fende/bilimde neyin doğru olduğu ile ilgili hep aynı fikirdedirler.	①	②	③	④	⑤
11.	Bilimde neyin doğru olduğunu sadece bilim insanları bilir.	①	②	③	④	⑤

Cevaplarınızı Kontrol Ediniz...

Teşekkür ederim.

Yasemin Adanır
Fen Bilimleri Öğretmeni

**EK 6: Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme STEM Etkinlik
Kitapçığı**

**Bitkilerde ve
Hayvanlarda Üreme
Büyüme ve Gelişme
Konusu STEM
Etkinliği Öğrenci
Dosyası**

Adı
Soyadı:

•

Sınıfı:

•

Numarası:

•

Yasemin ADANIR
Mayıs, 2019



“PAZARLAMA YALANLARI...”

Tavuğun beslenmesinden kaynaklı yumurtaya verilen isimler nelerdir?

Ticari yumurta ambalajlarında yer alan “organik yumurta”, “köy yumurtası”, “doğal yumurta”, “gezen tavuk yumurtası” gibi farklı ifadelerin, tüketicilerde oluşturduğu yanlış algının ortadan kaldırılması için 24

Kasım 2017’de tebliğ değişikliğiyle “yetiştirme metodu kodu” nun işletme ve kümes numarasıyla birlikte yumurta kabuğuna damgalanması zorunluluğu getirildi. Böylece AB

İli gAİrsel sonucu

sağlandı. Hayvancılıkta temel yemlerinin temelini soya ve mısır oluşturmaktadır. Özellikle bu iki ürün için yem yapımında kullanmak üzere ve GDO’lu (genetiği değiştirilmiş organizma) olanı ucuz olduğundan, Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği Demeği (BESD-BİR), yasa gereği Biyogüvenlik Kurulu’na başvuru yaparak, ithalat izinleri istemiş ve 10 soya ile 26 mısır geni olmak üzere toplam 36 GDO’lu ürünün ithalatına izin almışlardır. Türkiye’de genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) üretimi ve gıdada kullanımı yasak. 2010 yılında çıkan Biyogüvenlik Yasası ile Biyogüvenlik Kurulu’na başvurularak hayvan yeminde kullanmak amaçlı ithalat izni alınabiliyor. Kısacası köy, gezen tavuk ve doğal yumurta gibi kulağa hoş gelen sözcüklerle sağlıklı yumurta oluşmuyor.

SAĞLIKLI YUMURTANIN PEŞİNDE...

Ziraat Mühendisi Murat Kapıkıran, “Piyasada üretilen yemlerin temelini soya ve mısır oluşturuyor. O yüzden köy yumurtası, gezen tavuk yumurtası ve doğal yumurta gibi kulağa hoş gelen sözcüklerle sağlıklı yumurta oluşmuyor” diyor.

Problem Durumu:

Hepimizin bildiği gibi yumurtanın sağlığa faydaları saymakla bitmez. İyi bir protein kaynağıdır, proteinler yapıcı ve onarıcı olduğundan büyüyüp gelişmemizi sağlar, yaralarımızın onanılmasında görev alır, yıpranan dokularımızın yenilenmesini sağlar, kemiklerimizi güçlendirir. Yumurtayı en çok kahvaltıda tüketiriz ama birçok yemeğin içine mutlaka yumurta koyarız. Fakat son yıllarda, yukarıdaki gazete haberinde olduğu gibi, birçok uzman tezgahlardaki yumurtaların aslında sağlıklı olmadığından; yumurta alırken dikkatli olmamız gerektiğini söylüyor. Bu nedenle daha çok organik yumurtaları tercih etmemiz gerektiğini, bunlara ancak pazarlardaki güvенеbileceğimiz kişilerden alarak ulaşabileceğimizden söz ediyorlar. Fakat bu yumurtaların organik olduğuna ikna olmamız öyle kolay değil. Sertifikasyon kuruluşlarından onaylı sertifikalarla satılıyor olmaları çok önemli. Bu tür şartlarda üretilmiş sağlıklı yumurtalara ulaşmamız hiç de kolay olmuyor. Bu kadar karmaşanın içinde sağlıklı yumurta tüketebilmek için bilinçli bir üretime ihtiyacımız var.

Sizler okulumuz hobi bahçesinde bize ayrılan alanı kullanarak, bilinçli bir yumurta üretimi ve ürettiğimiz yumurtaları afiyetle tüketmek için bir sınıf çiftliği kurmak için görevlendirilmiş ziraat mühendislerisiniz. Çiftliğimiz için öncelikle sahip olacağımız sağlıklı tavuklardan üremesi sağlanmış civcivlerin ve tavukların, sağlıklı besinlerle beslenebilmesi için bitkiler yetiştirebileceğimiz bir bahçe oluşturulması, diğer canlılara av olmasını engelleyecek, hasta olmaması için şartların uygun olduğu güvenli barınma alanlarının oluşturulması, büyüyüp-gelişmesi için uygun şartların oluşturulması, sonraki nesillerin devamı için sağlıklı bir şekilde üremelerinin sağlanması gerekmektedir. Aynı zamanda bu süreçte sıfır atık oluşturmak esas alınarak, doğa dostu bir çiftlik planlamalıyız. Bu iş için okulumuzun ayırabileceği tl bütçe vardır.

Gelin şimdi bizim ve çevremizde yaşayan herkesin problemi olan bu sorunu hep birlikte çözelim!!!

- Problemimizi kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendiriniz.

Problem Tanımlanması	
Problem Kriterleri:	Problem Sınırlılıkları:

- Verilen büyük tasarım görevini gerçekleştirmek, problemimizi çözebilmek için, içerik alan bilgisi olarak neleri biliyorsunuz? Neleri bilmeniz gerekiyor?

Neleri Biliyoruz?	Neleri Bilmemiz Gerekıyor?

- Aşağıda yer alan soruları cevaplamanız tasarlayacağınız çiftlik konusunda size yardımcı olacaktır. Araştırmalarınızı sınıfınızdaki imkanlarımızı kullanarak grubunuzla sürdürebilirsiniz.

1) Geçmiş yıllarda öğrendiğimiz bilgilerimizi hatırladığımızda, bitkileri nasıl sınıflandırınız? Araştırarak örnekler veriniz.

2) Çiçekli ve çiçeksiz bitkilerin yapısı nasıldır? Sınıfımızdaki kaynakları kullanarak araştırınız.

3) Bitkiler nesillerini nasıl devam ettirirler? Üreme çeşitleri hakkında araştırma yapınız?

- 4) Bütün bitkiler aynı şekilde mi ürer? Üremeleri arasında fark var mıdır? Araştırmanız sırasında örneklemeler yapınız.

- 5) Bahar aylarında havaların ısınmasıyla birlikte, alerjik nezle vakalarında artış görülmektedir. Uzmanlar bu durumun temel nedeninin tozlaşma olduğunu dile getiriyorlar. Tozlaşma nasıl gerçekleşir? Bitkiler açısından önemini araştırınız.

- 6) İnsanlarda üreme konusunda, canlının ilk hücresi olan zigotun oluşabilmesi için üreme hücrelerinin döllenmesi gerektiğini öğrenmiştik. Bu durum bitkilerde nasıl gerçekleşmektedir? Bütün bitkilerde döllenme olayı gerçekleşir mi? Neden?

- Araştırmanızı yaparken hangi kaynakları kullandınız.



- Sınıf çiftliğimizi oluşturmak için grubunuzdaki herkesin bireysel olarak önereceği çözüm önerileriniz nelerdir? Size dağıtılan kağıtlara çiziniz, varsa açıklamalarınızı yazınız.

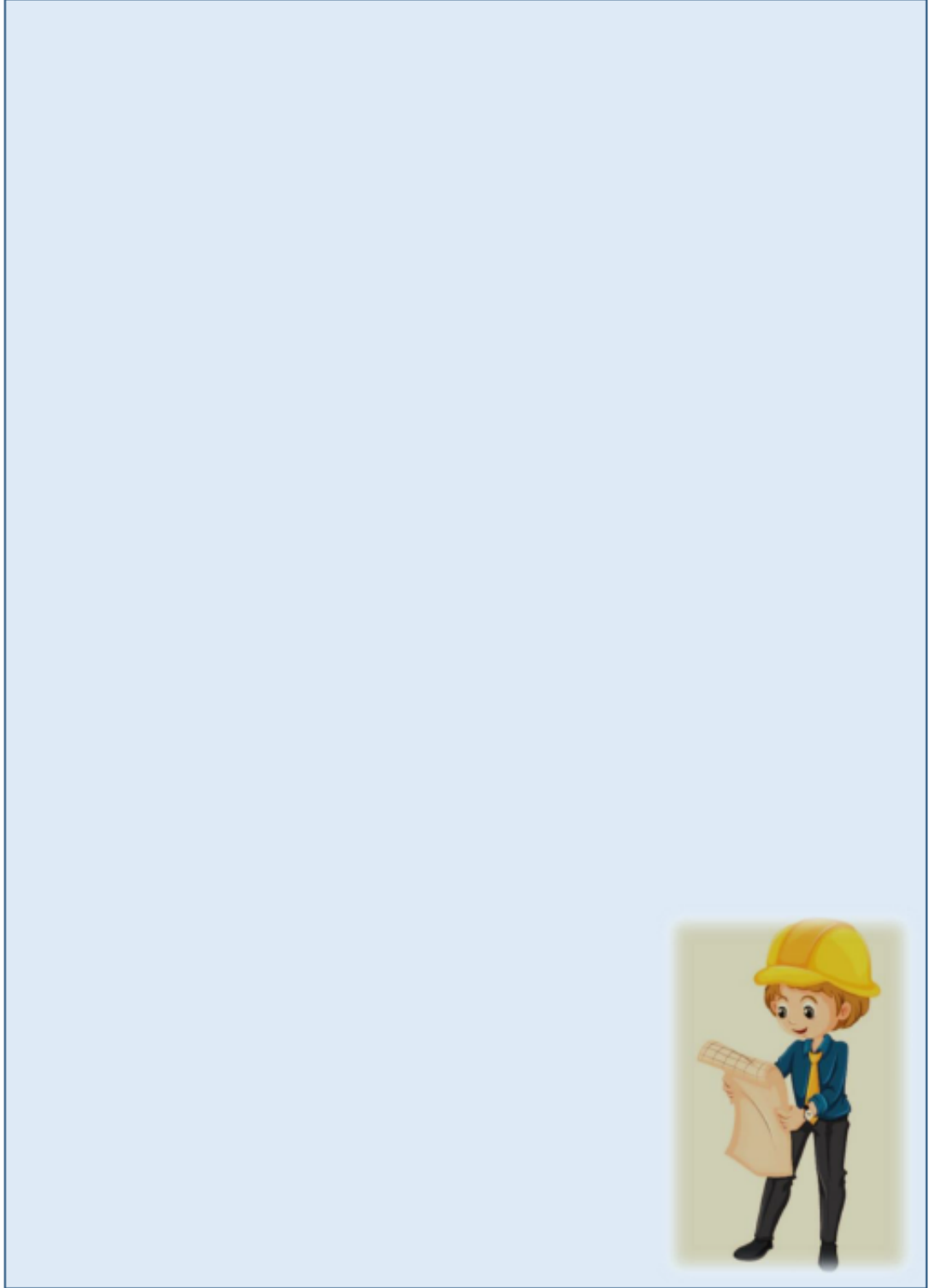
Bireysel Çözüm Öneriniz/Tasarımınız:

- Oluşturacağınız sınıf çiftliği için belirlediğiniz çözüm önerilerinden birini tercih etmeniz gerekiyor. Problemi sınırlılıklar ve kriterler bağlamında değerlendirerek en iyi çözümü seçmelisiniz. Size sunulan karar verme matrislerini kullanarak seçiminizi kolaylaştırabilirsiniz.

KRİTELER		'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

SINIRLILIKLAR		'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

- Belirlediğiniz grup tasarımınızı bu açıklayabilir misiniz? Üzerine notlar alabilirsiniz.



Mini Araştırma 1. Bitkilerde Üreme-Büyüme ve Gelişme

Mini Araştırma 1: Çiçekli Bir Bitkinin İncelenmesi-Üreme

DENEY 1: Çiçekli Bir bitkisinin incelenmesi

Deney İçin Gerekli Malzemeler: Çiçekli bir bitkinin çiçekli kısmı, kesici bir meyve bıçağı yada bistüri, kalem...

1. Grubunuzla karar verdiğiniz çiçekli bir bitkiyi, bistüri yada bir meyve bıçağı yardımıyla dikey olacak şekilde kesiniz.
2. Dıştan içe doğru çiçeğin bölümlerini inceleyiniz.
3. Gözlemlerinizi aşağıdaki bölüme grubunuzla birlikte çiziniz. Bu kısımların bitki için önemini kısaca not ediniz.

Çiçeğin Kısımları:

Görevleri:

1.

2.

3.

4.

5.

6.

Sonuç:

1. Çevremizdeki meyve ağaçlarında da çiçekler var. Bu çiçeklerin önemi nedir?

2. Çiçliğimizde çiçekli bitkilere ihtiyacımız olacak mı? Neden?

3. Çiçeksiz bitkiler nesilleri nasıl devam ettirirler?

Mini Araştırma 2: Tohum nasıl oluşur? Tohumun canlılar için önemi nedir?
DENEY 2 : Tohumun Yapısını İnceleyelim
Deney İçin Gerekli Malzemeler: Bir gün öncesinden suda bekletilmiş, yumuşamış tohumlardan 5 adet, kuru tohum 5 adet...
1. Kuru tohumu inceleyelim. Tohumun dış yapısı hakkında gözlemlerimizi not edelim.
2. Suda bekletilmiş nemli olan tohumumuzu inceleyelim. Gözlemlerimizi not edelim.
3. Bir tohumun hangi bölümlerden oluştuğunu gözlemlerimizden yola çıkarak, aşağıdaki alana çizelim. Bu bölümlerin tohuma ne gibi faydalar sağladığını yazalım.
4. Tohumlar canlı gibi görünmedikleri halde nasıl canlandılar? Açıklayınız.
5. Tohumun bitkiler ve diğer canlılar için önemi nedir? Açıklayınız.
6. Bütün bitkilerin tohumu var mıdır? Nedenlerini açıklayınız.

DENEY 3: Çimlenme deneyi

Deney İçin Gerekli Malzemeler: Su, pamuk, 5 adet plastik bardak, mısır, arpa, buğday... tohumları, cetvel, deney rapor kağıdı, kalem...

Deneyin aşamaları:

1. 5 adet plastik bardağın tabanına ince bir pamuk tabakasıyla örtünüz.
2. Grubunuzla belirlediğiniz tohumlardan yaklaşık 10'ar tanesini bardakların içine atınız.
3. Hazırladığımız bardakları silinmeyecek şekilde 1'den 5'e kadar numaralandırınız.
4. İlk 4 bardaktaki pamukların üzerine tohumlar açıkta kalmayacak şekilde pamuk seriniz.
5. 1 numaralı bardağınıza su ekleyiniz ve ağzı açık kalacak şekilde oda sıcaklığında (24-25 °C) bekletiniz.
6. 2 numaralı bardağınıza su eklemeyiniz ve ağzı açık kalacak şekilde oda sıcaklığında (24-25 °C) bekletiniz.
7. 3 numaralı bardağınıza su ekleyiniz; fakat ağzını hiç hava almayacak şekilde iyice kapatınız ve oda sıcaklığında (24-25 °C) bekletiniz.
8. 4 numaralı bardağınıza su ekleyiniz, ağzı açık kalsın, fakat bu bardağı buzdolabında bekletiniz.
9. 5 numaralı bardağınıza su ekleyiniz, ağzı açık kalsın, fakat bu bardağın üzerine pamuk sermeyiniz.
10. Yaklaşık bir hafta boyunca, 2. Bardak hariç diğerlerine her gün eşit miktar su vererek, bardaklardaki değişimleri gözlemleyelim. Tohumlarda meydana gelen değişimleri ektaki çimlenme günlüğüne not edelim. Çimlenenler için gerekli ölçümleri yapalım.



- Yaptığımız deneyde 1. Ve 2. bardaklardaki tohumları kıyasladığımızda, çimlenme için gerekli hangi değişkeni incelediğimizi aşağıdaki tabloda doldurumuz.

Araştırma Sorusu:.....?

Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken

Deneyinizin sonuçlarını grubunuzla tartışarak açıklayınız:

- Yaptığımız deneyde 1. ve 3. bardaklardaki tohumları kıyasladığımızda, çimlenme için gerekli şartlardan hangi değişkeni incelediğimizi aşağıdaki tabloda doldurumuz.

Araştırma Sorusu:.....?

Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken

Deneyinizin sonuçlarını grubunuzla tartışarak açıklayınız:

- Yaptığımız deneyde 1. ve 4. bardaklardaki tohumları kıyasladığımızda, çimlenme için gerekli şartlardan hangi değişkeni incelediğimizi aşağıdaki tabloda doldurunuz.

Araştırma Sorusu:.....?

Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken

Deneyinizin sonuçlarını grubunuzla tartışarak açıklayınız:

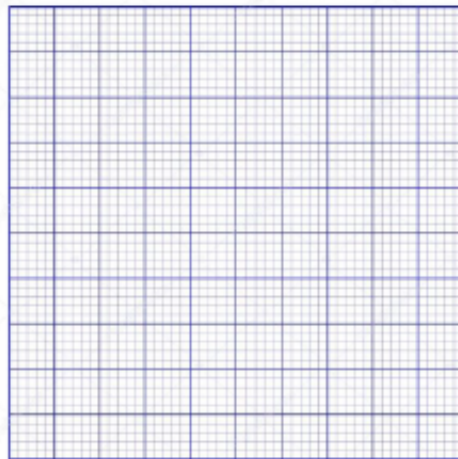
- Yaptığımız deneyde 1. ve 5. bardaklardaki tohumları kıyasladığımızda, çimlenme için gerekli şartlardan hangi değişkeni incelediğimizi aşağıdaki tabloda doldururuz.

Araştırma Sorusu:.....?

Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken

Deneyinizin sonuçlarını grubunuzla tartışarak açıklayınız:

Yaptığımız gözlemlerden yola çıkarak, çimlenme süresi ve bardak numarası ilişkisini gösteren sütun grafiğini size ayrılan grafik kağıdına çizersiniz, bu grafikten çıkardığınız sonucu yorumlarsınız.



Yorum:

Sonuç:

Çimlenmeye etki eden faktörler:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Bardak Gün	1.BARDAK	2.BARDAK	3.BARDAK	4.BARDAK	5.BARDAK
1.GÜN					
2.GÜN					
3.GÜN					
4.GÜN					
5.GÜN					
6.GÜN					
7.GÜN					

Mini Tasarım 1: Bitkilerde Büyüme-Gelişme

- Grubumuzla seçtiğiniz, istediğiniz bir bitkinin büyüme ve gelişmesini takip ediniz.

1. Büyüme ve gelişmesini takip etmek için hangi bitkiyi seçtiniz? Neden bu bitkiyi tercih ettiniz.

2. Seçtiğiniz bitkinin özellikleri nelerdir?

3. Bitkinize ne kadar sıklıkla su vermelisiniz? Neden?

4. Bitkiniz oda koşullarında mı yetiştireceksiniz, dışarda bir yerde mi? Neden?

5. Bitkinizin hızlı büyümesi için başka hangi şartları sağlamayı düşünüyorsunuz? Neden?

- Mini tasarım görevinizi gerçekleştirmek için grubunuzun her bir üyesine dağıtılan bireysel tasarım kâğıtlarınıza çizimlerinizi yapın.

- Grubunuzun her bir üyesinin seçtiği bitkiye ait tasarladığı ortamları karşılaştırın. Yaptığınız karşılaştırmalardan yola çıkarak grubunuzun büyüme ve gelişimini takip etmek için seçtiği bitkiyi belirleyip, büyüme gelişmesi için en iyi şartları neler olacağına karar vererek, grubunuzun mini tasarımını boş bırakılan yere çizin ve bilimsel gerekçeleriyle açıklayınız.

• Şimdi sıra seçtiğiniz bu bitkinin büyüme ve gelişmesini üstlenmekte... Grubunuzla birlikte seçtiğiniz bu bitkinin büyüme gelişme sürecini takip ederken, büyümesi ve gelişmesi için gerekli şartları sağlayıp, değişimleri takip günlüğü tutarak bir hafta boyunca takip günlüğüne grubunuzla birlikte not ediniz.
• 1. Gün
• 2. Gün
• 3. Gün
• 4. Gün
• 5. Gün
• 6. Gün
• 7. Gün

DİKKAT!!!

- Gelin büyük problemimizi hatırlayalım. Sınıf çiftliğimizde sağlıklı yumurtalar elde edebilmek için sağlıklı tavuklar yetiştirmek istiyoruz. Peki, sağlıklı tavuklar sadece bitkilerle mi beslenir? Tavukların tükettiği hayvansal kaynaklı gıdaları araştırınız.

- Mini Araştırma 3:** Aşağıda yer alan soruları cevaplamanız tasarlayacağınız çiftlik konusunda size yardımcı olacaktır. Araştırmalarınızı sınıfınızdaki imkânlarımızı kullanarak grubunuzla sürdürebilirsiniz.

1. Geçmiş yıllardaki bilgilerimizi hatırlayalım. Hayvanları nasıl sınıflandırıyoruz?

2. Hayvanlar üremelerini nasıl gerçekleştirir? Sınıftaki imkanlarınızı kullanarak araştırma yapınız ve örnekler veriniz.

.....	Örnek		Örnek

3. Bütün hayvanlarda yavru bakımı görülür mü? Bildiğiniz bütün hayvanları düşündüğümüzde bunları yavru bakımı açısından nasıl gruplandırırsınız? Gerekçeleriyle açıklayınız.

Yavru bakımı var	Örnek	Yavru Bakımı Yok	Örnek

Mini Tasarım 2: Bir Hayvanın Bakımını Üstlenelim.

- Doğada birçok hayvan var. Bunlardan bazılarının evcil olduğunu biliyoruz. Aramızda evcil hayvanı olanlar da olabilir. Bir hayvanın bakımını üstlenmeden önce, onun temel ihtiyaçlarını karşılayabilmemiz gerekir. Okulumuzdaki arkadaşlarımızdan hayvan beslemek, onun sorumluluğunu almak isteyenler olabilir. Onlara bir hayvanın barınması, beslenmesi, gelecek nesillerin devamlılığı için üremesi, sağlıklı bir şekilde büyümesi ve gelişmesi, diğer canlılara av olmaması için neler yapabilecekleri hakkında maksimum 2dk'lık bir kamu spotu hazırlayalım ve hazırladığımız kamu spotunu okulumuzun koridorlarındaki tv ekranlarında okul idaresinden izin alarak yayınlayalım!!!

DİKKAT!!!

- Aşağıda yer alan tabloyu doldurmanız hazırlayacağınız kamu spotu konusunda size yardımcı olacaktır. Araştırmalarınızı sınıfınızdaki imkanlarımızı kullanarak grubunuzla sürdürebilirsiniz.

Mini Araştırma:	Balıklar	Kurbağalar	Sürüngenler	Kuşlar	Memeliler
Nerede yaşar?					
Nasıl beslenir?					
Nasıl çoğalır?					
Dünyaya gelmeden önce yavruları nasıl gelişir?					
Yavrularına nasıl bakarlar?					

- Yumurtayla üreyen her hayvanın, yumurta gelişim süreci aynı mıdır? Neden?

3. Bütün canlıların yavruları ana canlıya benzer mi? Örneklerle açıklayınız.

EĞLENCE ZAMANI ☺

<https://www.1001oyun.com/oyun/deer-simulator.html>

- Yukarıdaki web adresinde bulunan simülasyon oyununu oynayarak bir geyiğin hayattan kalmasını sağlayalım. Oyuna başlamadan önce geyiğin nelerle beslendiğini, nasıl çoğaldığını, nerede yaşadığını, yavrularını nasıl beslediğini, yavrularını dünyaya nasıl getirdiğini araştıralım.

Oyun süreniz 10 dk.

- Grubunuza ayrılan süre içerisinde edindiğiniz bilgilerden yola çıkarak, grubunuzla belirlediğiniz bir hayvanın bakımını anlatan maksimum 2 dk'lık bir kamu spotu hazırlamalısınız. Hazırlayacağınız kamu spotunun planını(senaryosunu) aşağıda size ayrılan bölümde grubunuzla birlikte hazırlayınız, bilimsel gerekçeleriyle açıklayınız. Kamu spotunu çekerken yanınızda getirdiğiniz kameraları, fotoğraf makinelerini kullanabilir, akıllı tahtadan yardım alabilirsiniz.

Artık kamu spotunuzu oluşturmaya hazırsınız!!!

<https://www.powtoon.com/html5-studio/#/edit/e7K77sd4bqk>

Yukarıdaki linki kullanarak kamu spotunuzu oluşturunuz.

Mini Tasarım 3: Hobi Bahçesini Eşit Bölümlere Ayırma

Çiftliğimizde sağlıklı tavukların beslenmesi için oluşturacağımız tarım alanını 5 grup arasında eşit bir şekilde bölüştürmeliyiz. Bunun için nasıl bir yol izlemeliyiz? Tarım yapacağınız alanın gerçek boyutlarını istediğiniz oranda küçülterek nasıl bir planlama yapacağınızı, aşağıdaki malzemeleri kullanarak üç boyutlu maket oluşturarak tasarlayınız.

1. Tavuklar hangi besinleri tüketir? Bunlardan hangilerini çiftlikte üreteceksin? Neden?

2. Bu bitkileri üretmek için bahçenin kaç m²'sini (yada kaçta kaçını , yüzde kaçını) kullanacaksın?

3. Size verilen malzemelerle tarım alanınızı nasıl kucağınızı anlatan bir grup tasarımı yapınız. Tasarımınızı grubunuzla birlikte size ayrılan bölüme çizebilirsiniz.

!!!Planlama için bu alanı kullanabilirsiniz.

Malzemeler: Mukavva, yapıştırıcı, çeşitli tohumlar, boyalar, makas, cetvel, silikon tabancası, metre, kalem, kağıt...

Mini Tasarım 4: Tavuklar İçin Kümes Tasarlayalım

Okulumuzda bize ayrılan sınıf çiftliğimizde sağlıklı yumurtalar üretip, afiyetle tüketmek istiyoruz. Çiftliğimizde bize sağlıklı yumurtalar verecek tavuklar yetiştirebilmek için onların sağlıklı beslenmeleri, diğer canlılara av olmayacakları güvenli bir barınma alanına sahip olmaları, hastalıklardan korunmak ve hijyenleri için yaşadıkları ortamın temizliği, kemik gelişimleri için güneş görmeleri önemli, nesillerini devam ettirebilmeleri için sağlıklı civcivler üretmeleri önemli.

Yaptığımız bütün bu araştırmalardan ve edindiğiniz bilgilerden yola çıkarak, grubunuzla tavuklar için bir kümes tasarlayınız.

Neleri Biliyoruz?	Neleri Bilmemiz Gerekliyor?

1. Tavuklar sınıflandırma basamaklarının neresinde yer almaktadır?

2. Tavuklar üremelerini nasıl gerçekleştirirler? Açıklayınız.

3. Tavuklarda yavru bakımı var mıdır? Açıklayınız.

4. Tavukların büyüme ve gelişmeleri için hangi şartlar gereklidir?

5. Tavukların büyüme ve gelişmesinin diğer canlılardan farkı nedir?

6. Kulučka ne demektir? Tavuklar için önemi nedir? Açıklayınız.

- Tavukların üreme-büyüme-gelişmesi süreçlerinin en iyi şartlarda gerçekleşmesi için dikkat etmeniz gereken kriter ve sınırlılıklarınız nelerdir? Açıklayınız.

Kriterler:	Sınırlılıklar:

- Mini tasarım görevinizi gerçekleştirmek için grubunuzun her bir üyesine dağıtılan bireysel tasarım kağıtlarınıza çizimlerinizi yapın ve ihtiyaç duyduğunuz da tasarım üzerine notlar alarak açıklamalar yapabilirsiniz.
- Grubunuzdaki her bir üyenin mini tasarımına ait çözüm önerilerinizi karşılaştırarak, grubunuza ait çözüm önerinizi aşağıda ki size ayrılmış bölüme çiziniz.



Büyük Tasarım Görevine Geri Dönelim!!!!

- Bir bitkinin üremesi, büyümesi gelişmesini, bir hayvanın bakımını üstlenmenin yollarını araştırdık. Şimdi sıra büyük tasarım görevini gerçekleştirmede! Sizler okulumuzun ziraat mühendisleri olarak, okul müdürümüzün, sağlıklı yumurtalar elde edebilmemiz için ayırmış olduğu sınıf çiftliğimizde, yetiştireceğimiz tavukların sağlıklı besinlerle beslenmesi, diğer canlılara av olmaması, hastalıklardan korunması, neslinin devamlılığı için uygun üreme ortamının sağlanacağı, ... Tl bütçeyi aşmayacak bir çiftlik tasarlayacaksınız.
- Yaptığınız araştırmalar ve edindiğiniz bilgileri düşününüz. Büyük tasarım göreviniz için çizdiğiniz tasarımı hatırlıyor musunuz? Büyük tasarım görevinizde neler değişti? Nasıl bir büyük tasarım önerirsiniz? Büyük tasarım görevinizi gerçekleştirmek için grubunuzun her bir üyesine dağıtılan bireysel tasarım kâğıtlarınıza çizimlerinizi yapınız.

Bireysel Çözüm Öneriniz / Tasarımınız:

- Oluşturacağınız sınıf çiftliği için belirlediğiniz çözüm önerilerinden birini tercih etmeniz gerekiyor. Problemi sınırlılıklar ve kriterler bağlamında değerlendirerek en iyi çözümü seçmelisiniz. Size sunulan karar verme matrislerini kullanarak kriter ve sınırlılıklarınızı tekrar gözden geçirin.

KRİTELER		'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

SINIRLILIKLAR		'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Grubunuzdaki her bir üyenin büyük tasarım görevine ilişkin kararlarını kriterler ve sınırlılıklar bağlamında yeniden gözden geçirip, varsa ilk grup tasarımınızdaki değişikliklerle birlikte grubunuzun büyük tasarım görevini aşağıda size ayrılan alanda oluşturunuz.

SINIF ÇİFTLİĞİMİZ!!!



- **Büyük Tasarım Görevi:** Yaptığımız son araştırmayı da dikkate alarak, edindiğimiz bütün verilerden yola çıkıp, size verilen mühendis market kataloğundaki ürünleri fiyatı, sağlamlığı, dayanıklılığı, sağlıklı olması, güvenli ve hijyenik olma durumları bakımından yeniden gözden geçirip, sağlıklı yumurtalar elde edebilmek ve çiftliğin sürdürülebilirliğini sağlamak için gerekli şartların oluşturulduğu bir sınıf çiftliği tasarlayınız.
- Ayrıca size verilen bütçeyi bu iş için nasıl kullandığınızı gösteren bir bütçe planı hazırlamalısınız.

Düşünelim, Araştıralım...

1. Tavuk çiftliği kuracağımız alanda kaç tavuk yetiştirilebilir? Nedenleriyle açıklayınız.

2. Kümes içinde civciv ve horoz da yetiştirmelisiniz? Neden? Kaç adet olmalı? (Kümesin ve kullanacağımızın alanın boyutlarını düşünerek cevap veriniz.)

3. Çiftliğimizde besleyeceğimiz tavukların, horozların ve civcivlerin günlük besin ihtiyacı nedir? Araştırmamız.

4. Ekip, diktiğimiz besinler büyüyüp gelişinceye kadar, elinizdeki bütçeden bir miktarını tavukların beslenmesi için ayırmalısınız. Bütçenizi düşündüğünüzde, ayırmayı planladığınız bölümüyle kaç kümes hayvanı (tavuk, civciv, horoz) bakabilirsiniz? Araştırmamız.

5. Cıvcıvlerin ergin tavuk halini alması ne kadar zaman alır? Bu süreçte beslenmeleri ve barınmalarını nasıl sağlayacaksınız? Araştırınız.

6. Çiftliğimdeki tavuklardan kaç yumurta elde edebiliriz? Bu yumurtalardan kaç tanesi kendi tüketiminiz için ayırmalısınız? Araştırınız.

7. Çiftliğinizi kurmak için harcayacağımız bütçeyi ve elde edeceğimiz yumurtaları düşündüğünüzde, çiftliğiniz için harcadığınız paranın ne kadar zamanda size geri dönmesi mümkün olur?

8. Tüketeceğiniz miktarın üzerinde yumurta üretebilerseniz, yumurtaları satarak çiftliğinizi nasıl geliştirirsiniz? Araştırınız.

9. Yumurtaları satacağınız tüketici hedef kitleniz kimlerden oluşuyor? Kaç kişiye yumurta satabilirsiniz? Bu kişileri sizden yumurta almaları için nasıl ikna edeceksiniz? Araştırınız.

10. Tavukların hasta olma, yaşlanma, salgın hastalıkların yayılması gibi durumlarda, tavuklarınıza bir şey olursa çiftliğin sürdürülebilirliği için önerileriniz nedir? Açıklayınız.

11. Size verilen mühendis market kataloğundaki bilgilerden yola çıkarak ürünleri fiyatı, sağlamlığı, dayanıklılığı, sağlıklı olması, güvenli ve hijyenik olma durumları bakımından araştırmız.

- Büyük tasarım görevinizi gerçekleştirmek için grubunuzun her bir üyesine dağıtılan bireysel tasarım kâğıtlarınıza çizimlerinizi yapınız.

Bireysel Çözüm Öneriniz / Tasarımınız:

- Oluşturacağımız sınıf çiftliği için belirlediğiniz çözüm önerilerinden birini tercih etmeniz gerekiyor. Problemi sınırlılıklar ve kriterler bağlamında tekrar değerlendirerek en iyi çözümü seçmelisiniz. Size sunulan karar verme matrislerini kullanarak kriter ve sınırlılıklarınızı tekrar gözden geçirin.

KRİTELER		'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

SINIRLILIKLAR		'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi	'nın Çözüm Önerisi
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Grubunuzdaki her bir üyenin büyük tasarım görevine ilişkin kararlarını kriterler ve sınırlılıklar bağlamında yeniden gözden geçirip, varsa ilk grup tasarımınızdaki değişikliklerle birlikte grubunuzun büyük tasarım görevini aşağıda size ayrılan alanda oluşturunuz. Tasarımınızın maliyetini hesaplayıp, bütçenizin bu tasarım için uygunluğunu kontrol ediniz.

SINIF ÇİFTLİĞİMİZ!!!



- Şimdi sıra, sınıf çiftliğimizi oluşturmaya geldi. Tasarımınızda bulunması gerekenleri tespit edip, sınıfınızın tasarımını oluşturmak için aşağıdaki değerlendirme formunu dolduralım. 5 adet ayrı çiftlik kurmak yerine her tasarımın şartları karşılayan en iyi fikrinden yola çıkarak, sınıf çiftliğimizi oluşturalım.

Tasarımınızda bulunması gerekenler:	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
Tasarladığınız çiftlikte tavukların sağlıklı beslenmesini sağlayacak besinler var mı?					
Tavukların sağlıklı bir şekilde türeme-büyüme ve gelişmesi için elverişli bir alan mı?					
Tasarladığınız kümes, tavukların diğer hayvanlara av olmasını engelliyor mu?					
Tavuk beslemek için alan var mı?					
Bitki besleyecek alan var mı?					
Okulumuzun çiftlik için ayırmış olduğu bütçe, çiftliğinizin maliyetini karşılıyor mu?					
Oluşturduğunuz çiftlikte sıfır atık oluşturmak esas alındı mı? Doğa dostu mü?					
Toplam puanlar:					

ÇİFTLİK MARKET KATALOĞU

KÜMES HAYVANLARI

TAVUK



30 TL/adet

HORUZ



40 TL/adet

ÇİVCİV



5 TL/adet

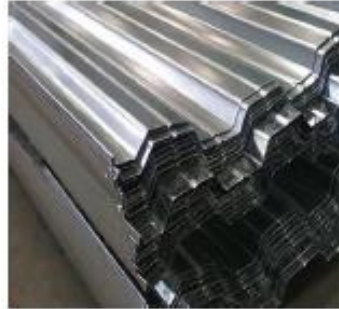
KÜMES DIŞ CEPHESİ

AHŞAP



15 TL/m²

ÇİNKO



12 TL/m²

TEL ÇİT



8 TL/m²

ISI YALITIM MALZEMELERİ

STRAFOR



5 TLm²

CAM YÜNÜ



15 TLm²

MANTAR LEVHA



25 TLm²

TAVUK YEMLERİ

MISIR



9 TL/kg

BULGUR



7 TL/kg

ARPA



6 TL/kg

MARUL



1 TL/adet

FİDELER

LAHANA



1,5 TL/adet

SEMİZ OTU



1 TL/adet

SEMİZ OTU FÄ°DESÄ° ile ilgili gÄ°rsel sonucu

ÇİÇEKLİ BİTKİ TOHURLARI

GÜL DALI



3 TL/adet

NERGİS TOHUMU



5 TL/100 g

PAPATYA TOHUMU



5 TL/100 g

TOHUM ÇEŞİTLERİ

MISIR



6 TL/100 g

MAYDONOZ



5 TL/100 g

NANE



5 TL/100 g

PAZI



3 TL/100 g

KARA LAHANA



5 TL/100 g

BUĞDAY



10 TL/100 g

MISIR UNU



15 TL/kg

CİVCİV YEMİ
BAYAT EKMEK



1 TL/adet

ORGANİK YEM



15 TL/kg

organik tavuk yemi ile ilgili görsel sonucu

ÖZGEÇMİŞ

Yasemin ADANIR İlk, orta ve lise eğitimini Giresun ilinde tamamladı. 2001 yılında Giresun Lisesi'nden mezun oldu. 2001 yılında başladığı Marmara Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü'nü 2005 yılında bitirdi. 2018 yılında Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2006 yılında Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı Yenidoğan 19 Mayıs İlköğretim Okulu'nda Fen Bilgisi Öğretmeni olarak çalışmaya başladı. Halen Giresun ilinde bir ortaokulda Fen Bilimleri Öğretmeni olarak görev yapmaktadır. Uluslararası 13-14 Haziran 2019 tarihinde düzenlenen STEM Öğretmenler Konferansı'nda "Okulumuzun Bahçesine Mini Bir Çiftlik Kuralım" başlıklı STEM etkinliği çalışmasını sözlü bildiri şeklinde sunmuştur. 19-22 Kasım 2020 tarihlerinde online olarak düzenlenen II. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi (FMGTEK 2020)'nde "Proje Tabanlı STEM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlığına Etkisi" başlıklı çalışmayı sözlü bildiri şeklinde sunmuştur.