



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İlköğretim Ana Bilim Dalı
İlköğretim Programı

MÜHENDİSLİK TASARIMI ODAKLI BÜTÜNLEŞİK STEM ETKİNLİKLERİNDE
ÜSTÜN ZEKÂLI VE YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN KULLANDIĞI BECERİLER

Ceylan ŞEN

Doktora Tezi

Ankara, 2018



Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En İyiyeye...



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İlköğretim Ana Bilim Dalı

İlköğretim Programı

MÜHENDİSLİK TASARIMI ODAKLI BÜTÜNLEŞİK STEM ETKİNLİKLERİNDE
ÜSTÜN ZEKÂLI VE YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN KULLANDIĞI BECERİLER

SKILLS USED BY GIFTED AND TALENTED STUDENTS IN INTEGRATED
STEM ACTIVITIES BASED ON ENGINEERING DESIGN

Ceylan ŞEN

Doktora Tezi

Ankara, 2018

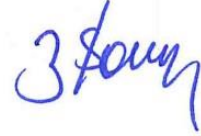
Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,
Ceylan ŞEN' in hazırladığı "Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **İlköğretim Ana Bilim Dalı, İlköğretim Bilim Dalı'nda Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı Prof. Dr. Erdinç ÇAKIROĞLU



Jüri (Danışman) Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Sonay AY



Jüri Üyesi Doç. Dr. İ.Elif YETKİN ÖZDEMİR



Jüri Üyesi Doç. Dr. Fatma ASLAN-TUTAK



Jüri Üyesi Doç. Dr. Üyesi Gürsel GÜLER



İkinci Tez Danışmanı Doç. Dr. Seyit Ahmet KIRAY

Enstitü Yönetim Kurulunun
17/03/2016 Tarihli ve 2016-
11/05 sayılı kararı.

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 02 / 11 / 2018 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali Ekber ŞAHİN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Öz

Bu araştırmada, mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları STEM becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin STEM ve STEM eğitime yönelik görüşlerinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Araştırmada nitel araştırma desenlerinden bütüncül tek durum deseni benimsenmiştir. Katılımcılar amaçlı örnekleme yolu ile belirlenmiştir. Katılımcıların Bilim ve Sanat Merkezi' ne devam eden 7. sınıf üstün zekâlı ve yetenekli olmaları örnekleme amacı olarak belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda çalışmaya Yozgat Bilim ve Sanat Merkezi' nde destek eğitimi alan yedi 7. sınıf öğrencisi katılmıştır. Uygulama sürecinde öğrencilerle on haftalık STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. STEM etkinliklerinde öğrencilerin kullandıkları STEM becerilerini belirlemek amacıyla grup görüşmeleri, gözlem ve dokümanlar (STEM etkinlik kitapçığı, günlükler, vb.) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu amaçla etkinlik süreci ve görüşmeler video ve ses kaydına alınmıştır. Öğrencilerin STEM ve STEM eğitime yönelik görüşlerinin belirlenmesinde ise STEM eğitimi öncesi ve sonrasında bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik, inovasyon, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği, yaşam ve kariyer becerilerini kullandıkları ortaya çıkmıştır. Katılımcıların STEM eğitimi öncesi ve sonrasında STEM ve STEM eğitime yönelik görüşlerine bakıldığında ise STEM eğitiminin STEM disiplinlerini tanımlamada, ilgi ve motivasyon sağlamada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM etkinlikleri süresince uygulama ortamının ve etkinlik içeriklerinin STEM becerilerinin ortaya konulmasında etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Bütünleşik STEM eğitimi, üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler, STEM becerileri, STEM etkinlikleri

Abstract

In this research, it was aimed to determine the STEM skills that were used by gifted and talented students in integrated STEM activities based on the engineering design. Additionally, it was aimed to find out students' views about STEM and STEM education. In the study, simple-case holistic design, a type of qualitative research, was used. The purpose of sampling required that the participants should be gifted and talented 7th grade students enrolled in Science-Art Center. Hence, seven 7th graders who got supportive instruction in SAC participated in the study. During implementation process, ten-week STEM activities were conducted with the students. Group interviews, observations and documents (STEM activity manual, dairies etc.) were used as data collection tools to determine skills performed by the students in the STEM activities. For this purpose, the activity process and interviews was video- and audio-recorded. To reveal the students' views about STEM and STEM education, individual interviews were conducted before and after the STEM activities. The study showed that talented and gifted students, who participated in the integrated STEM activities based on engineering design, used reasoning, problem solving, making connection, engineering, innovation, creativity, communication and collaboration, life and career skills. When the participants' views about STEM and STEM education were examined before and after the STEM education, it was concluded that STEM education was effective in defining STEM disciplines and providing motivation. It was also revealed that throughout the STEM activities, implementation environment and the activity contents were effective in revelation and development of STEM skills.

Keywords: Integrated STEM education, gifted and talented students, STEM skills, STEM activities

Teşekkür

Doktora eğitim sürecimde daima destek olan, öneri ve dönütleriyle çalışmama yön veren, her zaman motive eden bir danışmandan çok daha ötesi olan değerli danışmanım, örnek aldığım hocam Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Sonay AY' a sonsuz teşekkür ediyorum.

İkinci tez danışmanım olarak çalışmama katkı sağlayan ve çalışmamın şekillenmesini sağlayan Doç. Dr. Seyit Ahmet KIRAY' a, tez izleme komitesinde yer alarak değerli görüş ve önerilerini paylaşan, bilgi ve tecrübeleriyle katkı sağlayan Doç. Dr. Çiğdem HASER' e; tez jürimde yer alarak öneri ve eleştirileriyle çalışmama yön veren Prof. Dr. Erdinç ÇAKIROĞLU' na, Doç. Dr. Elif YETKİN ÖZDEMİR ve Doç. Dr. Fatma ASLAN-TUTAK' a teşekkürlerimi sunuyorum.

Doktora sürecimin ilk gününden itibaren her zaman beni destekleyen, motive eden, tezime katkı sağlayıp emek veren, düştüğümde kaldıran, bu mutluluğuma ortak olan ayrıca tez jürimde de yer alarak öneri ve eleştirileriyle katkı sağlayan sayın hocam Doç. Dr. Gürsel GÜLER' e minnetlerimi iletmek isterim.

Süreçte beraber yol aldığımız ve manevi desteklerini esirgemeyen canım arkadaşlarım Arş. Gör. Nadide YILMAZ' a, Arş. Gör. Esra DEMİRAY' a ve Arş. Gör. Gülbin ÖZKAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Doktora çalışmamda bana yardımcı ve destek olan, tez uygulamamda ve yazım sürecimde katkılarını esirgemeyen çalışma arkadaşım Arş. Gör. Şenol NAMLI' ya teşekkür ederim.

Yozgat Bozok Üniversitesi' nde görev yapmakta olan hocalarıma tezimi uygulamamda gösterdikleri yardım için teşekkür ediyorum. Tez çalışmamı gerçekleştirmemde yardımcı olan ve bu konuda destek sunan Fatma Temel Turhan Bilim ve Sanat Merkezi idareci ve öğretmenlerine teşekkür ediyorum. Tez uygulamamda bana yardımcı olan başta Perihan GÜN ve Mustafa SAĞLAM olmak üzere Yozgat Bozok Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği öğrencilerine teşekkür ederim.

Bu süreçte bana en büyük desteği veren ve hayatım boyunca her zaman desteklerini hissettiğim sevgili annem ve babam olmak üzere tüm aileme çok teşekkür ediyorum.

İçindekiler

Öz.....	ii
Abstract	iii
Teşekkür.....	iv
Tablolar Dizini.....	x
Şekiller Dizini.....	xi
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	xiii
Bölüm 1 Giriş.....	14
Problem Durumu	14
Araştırmanın Amacı ve Önemi	16
Araştırma Problemleri	20
Sayıltılar	20
Sınırlılıklar	20
Tanımlar	21
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	22
Üstün Zekâlı ve Yetenekli Birey	22
Üstün zekâlı ve yetenekli bireyin tanımlanması.	24
Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin özellikleri.	28
Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ihtiyaçları.....	31
Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik özel eğitim.	32
Üstün yetenekli öğrenciler için uygun destek modelleri.	33
Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik eğitim stratejileri.....	37
21. yy Eğitimi.....	41
Entegre eğitim.....	42
STEM kavramı.	42
STEM' in doğuşu.	43
Türkiye' de STEM.	47

STEM disiplinleri.....	49
STEM Eğitimi	51
STEM eğitim içeriği.....	57
STEM ortamı.....	65
Bütünleşik STEM eğitimi.....	69
STEM eğitiminde mühendislik tasarımı yaklaşımı.....	70
STEM Becerileri	71
21. yy becerileri.....	71
K-(4-8) becerileri.....	74
Akıl yürütme becerisi.....	76
Problem çözme becerisi.....	77
İlişkilendirme becerisi.....	79
Mühendislik becerisi.....	80
İnovasyon.....	82
Yaratıcılık.....	83
İletişim ve işbirliği.....	85
Yaşam ve kariyer becerileri.....	86
İlgili Araştırmalar	88
STEM eğitiminin becerilere etkisi.....	92
STEM eğitiminin kariyer seçimine etkisi.....	94
Bölüm 3 Yöntem.....	98
Araştırmanın Türü	98
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	99
Katılımcıların bireysel özellikleri.....	100
BİLSEM öğrenci seçimi.....	102
WISC-IV (WÇZÖ-IV) Zekâ Testi.....	103
Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) eğitimi.....	104

Veri Toplama Süreci.....	105
Pilot uygulama.	105
Pilot uygulama sonrası yapılan değişiklikler.....	109
Asıl uygulama.	111
STEM eğitimi uygulamaları ve etkinlikleri.....	114
Veri Toplama Araçları	122
Görüşme.....	123
Gözlem.	126
Doküman.	127
Görsel-İşitsel öğeler.....	128
Verilerin Analizi	129
Birinci araştırma problemine ilişkin analiz.	129
İkinci araştırma problemine ilişkin analiz.....	137
Araştırmanın geçerlik ve güvenirliği.	140
Etik boyut.....	141
Araştırmacının rolü.	142
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar.....	144
Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	144
Akıl yürütme becerisine ait bulgular.	144
İlişkilendirme becerisine ait bulgular.	154
Problem çözme becerisine ait bulgular	164
Mühendislik becerisine ait bulgular	174
İletişim ve işbirliği becerisine ait bulgular	195
İnovasyon becerisine ait bulgular.....	206
Yaşam ve kariyer becerilerine ait bulgular	217
İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	223
STEM disiplinlerine yönelik görüşler	224

STEM etkinliklerine yönelik görüşler.	230
Uygulayıcıya yönelik görüşler.	232
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler	235
STEM Becerilerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	235
Akıl yürütme becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma.....	235
Problem çözme becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma.....	237
İlişkilendirme becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma.....	239
Mühendislik becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma.....	240
İletişim ve işbirliği becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma.....	242
İnovasyon becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma.	244
Yaratıcılığa ilişkin sonuçlar ve tartışma.....	246
Yaşam ve kariyer becerilerine ilişkin sonuçlar ve tartışma.....	247
STEM ve STEM Eğitime İlişkin Sonuçlar ve Tartışma.....	249
STEM disiplinlerine ilişkin sonuçlar ve tartışma.	249
STEM etkinliklerine ilişkin sonuçlar ve tartışma.	251
Uygulayıcıya ilişkin sonuçlar ve tartışma.	252
Öneriler	253
Uygulamaya yönelik öneriler.....	253
İleride yapılacak araştırmalara yönelik öneriler.....	254
Kaynaklar	256
EK-A: STEM Eğitim İçeriği.....	303
“Köprümü Yapıyorum” Etkinliği	303
“Yel Değirmeni” Etkinliği.....	305
“Fırlatıyorum!” Etkinliği	308
“Uçurtma” Etkinliği.....	310
“Kendi Logomu Tasarlıyorum” Etkinliği	312
“Küp Çözen Robot” Etkinliği	314

“Benim Robotum” Etkinliği.....	317
“Hücre Modelim” Etkinliği	320
“Denge Modeli” Etkinliği	322
EK-B: STEM Etkinliklerinde Ortaya Çıkan Beceri ve Alt Beceriler	324
EK-C: Bireysel Görüşme Formu	325
EK-Ç: Grup Görüşme Formu.....	327
EK-D: Gözlem Formu	329
EK-E: Gönüllü Katılım Öğrenci Formu.....	330
EK-F: Gönüllü Katılım Veli Formu	331
EK-G: Etik Komisyonu Onay Bildirimi.....	332
EK-H: MEB Araştırma İzni Bildirimi	333
EK-I: Etik Beyanı	334
EK-İ: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu	335
EK-J: Dissertation Originality Report	336
EK-K: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı	337

Tablolar Dizini

Tablo 1 Üstün Yetenekli Öğrencilerin Tanımlanması Modeli	27
Tablo 2 ABD Eğitiminde STEM' in Çıkış Süreci	44
Tablo 3 Katılımcıların Demografik Özellikleri	100
Tablo 4 Pilot Uygulama Çalışma Takvimi	105
Tablo 5 Pilot Uygulama Katılımcılarına Ait Demografik Bilgiler	107
Tablo 6 Asıl Uygulama Çalışma Takvimi	111
Tablo 7 STEM Etkinlik Takvimi ve Öğrenci Katılım Durumları	114
Tablo 8 Çalışmada Kullanılan Veri Toplama Araçları	122
Tablo 9 Akıl Yürütme Becerisi Örnek Kodlama	131
Tablo 10 Problem Çözme Becerisi Örnek Kodlama	132
Tablo 11 İlişkilendirme Becerisi Örnek Kodlama	132
Tablo 12 Mühendislik Becerisi Örnek Kodlama	133
Tablo 13 İletişim ve İşbirliği Becerisi Örnek Kodlama	134
Tablo 14 İnovasyon Becerisi Örnek Kodlama	135
Tablo 15 Yaşam ve Kariyer Becerileri Örnek Kodlama	136
Tablo 16 Yaratıcılık Becerisi Örnek Kodlama	137
Tablo 17 STEM Etkinlikleri Öncesi-Sonrası Öğrenci Görüşleri	138
Tablo 18 Öğrencilerin Kullandığı Akıl Yürütme Becerisi ve Alt Beceriler	145
Tablo 19 Öğrencilerin Kullandığı İlişkilendirme Becerisi ve Alt Beceriler	155
Tablo 20 Öğrencilerin Kullandığı Problem Çözme Becerisi ve Alt Beceriler	164
Tablo 21 Öğrencilerin Kullandığı Mühendislik Becerisi ve Alt Beceriler	174
Tablo 22 Öğrencilerin Kullandığı İletişim ve İşbirliği Becerisi ve Alt Beceriler	196
Tablo 23 Öğrencilerin Kullandığı İnovasyon Becerisi ve Alt Beceriler	207
Tablo 24 Öğrencilerin Ortaya Çıkan Yaratıcılık Becerisi	210
Tablo 25 Mehmet' in Ürün Yaratıcılık Değerlendirmesi	211
Tablo 26 Şenay ve Özgür' ün Ürün Yaratıcılık Değerlendirmesi	213
Tablo 27 Murat' in Ürün Yaratıcılık Değerlendirmesi	214
Tablo 28 Seda, Burcu ve Fatih' in Ürün Yaratıcılık Değerlendirmesi	215
Tablo 29 Öğrencilerin Kullandığı Yaşam ve Kariyer Becerisi	218
Tablo 30 STEM Eğitimi Öncesi-Sonrası Disiplinlere İlişkin Sonuçlar	249

Şekiller Dizini

Şekil 1. Üç halka modeli.	28
Şekil 2. Bütünleşik STEM eğitimi.	69
Şekil 3. STEM beceri seti.	76
Şekil 4. STEM etkinlikleri uygulama modeli.	115
Şekil 5. STEM Etkinlikleri Süresince Kullanılan Beceriler.	130
Şekil 6. Özgür ve Fatih' in uçurtma modeli görüntüleri.	148
Şekil 7. Fatih' in örnek ilişkilendirme görüntüsü.	159
Şekil 8. Burcu' nun mancınık modeli görüntüsü.	166
Şekil 9. Mehmet' in logo modeli görüntüsü.	169
Şekil 10. Mehmet' in robot modeli görüntüsü.	170
Şekil 11. Fatih' in hücre modeli görüntüsü.	171
Şekil 12. Fraktal tasarımına ait örnek görüntüler.	173
Şekil 13. Öğrencilerin köprü tasarımlarının görüntüleri.	176
Şekil 14. Öğrencilerin köprü modellerinin görüntüleri.	178
Şekil 15. Öğrencilerin yel değirmeni tasarımlarının görüntüleri.	179
Şekil 16. Öğrencilerin yel değirmeni modellerinin görüntüleri.	181
Şekil 17. Öğrencilerin mancınık tasarımlarının görüntüleri.	182
Şekil 18. Öğrencilerin mancınık modellerinin görüntüleri.	185
Şekil 19. Öğrencilerin 3D robot tasarımlarının görüntülerin.	186
Şekil 20. Öğrencilerin robot modellerinin görüntüleri.	188
Şekil 21. Öğrencilerin 3D denge tasarımlarının görüntüleri.	190
Şekil 22. Öğrencilerin denge modellerinin görüntüleri.	193
Şekil 23. Şenay' a ait "Fırlatıyorum!" etkinliği gözlemci notu.	197
Şekil 24. Özgür' e ait "Küp Çözen Robot" etkinliği gözlemci notu.	197
Şekil 25. Mehmet' e ait "Köprümü Yapıyorum" etkinliği gözlemci notu.	197
Şekil 26. Seda ve Burcu' nun günlük notlarından örnek görüntü.	197
Şekil 27. Burcu' ya ait "Köprümü Yapıyorum" etkinliği gözlemci notu.	198
Şekil 28. Seda' ya ait "Fırlatıyorum!" etkinliği gözlemci notu.	198
Şekil 29. Fatih e ait "Uçurtma" etkinliği gözlemci notu.	198
Şekil 30. "Logomu Tasarlıyorum" etkinlik ortamına ait örnek görüntü.	198
Şekil 31. "Hücre Modelim" etkinlik ortamına ait örnek görüntü.	200
Şekil 32. "Fraktal" ve "Benim Robotum" etkinlik ortamına ait örnek görüntü.	201

Şekil 33. “Denge Modelim” etkinlik ortamına ait örnek görüntü.	202
Şekil 34. Murat’ a ait “Logomu Tasarlıyorum” etkinliği gözlemci notu.....	202
Şekil 35. Murat’ a ait “Denge Modelim” etkinliği gözlemci notu.....	202
Şekil 36. Burcu’ ya ait “Denge Modeli” etkinliği gözlemci notu.	204
Şekil 37. Seda’ ya ait “Denge Modeli” etkinliği gözlemci notu.	204
Şekil 38. “Küp Çözen Robot” etkinlik ortamına ait örnek görüntü.	205
Şekil 39. Şenay ve Özgür’ ün örnek yaygınlaştırma ürünleri.	209
Şekil 40. Mehmet’ in köprü modeline ilişkin gözlemci notu.....	212
Şekil 41. Mehmet’ in yel değirmeni modeline ilişkin gözlemci notu.....	212
Şekil 42. Mehmet’ in mancınık modeline ilişkin gözlemci notu.	212
Şekil 43. Ömer’ in köprü modeline ilişkin gözlemci notu.....	213
Şekil 44. Ömer’ in logo modeline ilişkin gözlemci notu.....	213
Şekil 45. Ömer’ in mancınık modeline ilişkin gözlemci notu.	213
Şekil 46. Şenay’ ın yel değirmeni modeline ilişkin gözlem notu.....	214
Şekil 47. Murat’ ın logo modeline ilişkin araştırmacı notu.....	215
Şekil 48. Murat’ ın uçurtma modeline ilişkin araştırmacı notu.....	215
Şekil 49. Seda’ nın yel değirmeni modeline ilişkin araştırmacı notu.	216
Şekil 50. Burcu’ nun köprü modeline ilişkin araştırmacı notu.	216
Şekil 51. Fatih’ in mancınık modeline ilişkin araştırmacı notu.	216
Şekil 52. Mehmet’ in robot modellerinin karşılaştırılma görüntüsü.....	219
Şekil 53. Şenay’ ın eleştirisine yönelik gözlemci notu.....	220
Şekil 54. Burcu’ ya ait “Fırlatıyorum!” etkinliği gözlemci notu.	221
Şekil 55. Seda’ ya ait “Yel Değirmeni” etkinliği gözlemci notu.	222
Şekil 56. Fatih e ait “Fraktal” Etkinliği gözlemci notu.	222
Şekil 57. Şenay’ a ait “Logomu Tasarlıyorum” etkinliği gözlemci notu.....	222
Şekil 58. Özgür’ e ait “Denge Modelim” etkinliği gözlemci notu.....	222
Şekil 59. Mehmet’ e ait “Denge Modelim” etkinliği gözlemci notu.....	222

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

BİLSEM: Bilim ve Sanat Merkezi

GZ: Genel Zihinsel Alanda Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrenci

RM: Resim-Müzik Alanlarında Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrenci

STEM: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik),
Mathematics (Matematik)



Bölüm 1

Giriş

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem ve alt problemler, sayıtlar ve tanımlar üzerinde durulacaktır.

Problem Durumu

Okullardaki eğitimde genelde düşük başarı gösteren öğrenci başarısını iyileştirmeye odaklanılırken geleceğin pek çok mesleğinde etkili olacak üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitime gereken özen gösterilmemektedir (Callahan ve diğerleri, 2015; Sak, 2011; Thomas, 2018). Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler gelişimlerine uygun hızda ve farklılaştırılmış bir programa ihtiyaç duymaktadırlar (Final Report of the National Mathematics Advisory Panel, 2008). Bu amaçla üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitiminde zenginleştirilmiş bir müfredat içeriği ve materyal kullanımı önerilmektedir (Corrigan ve diğerleri, 2013; Ericsson, 2014; Jolly, 2009; Miedijensky ve Tal, 2016; Tunnicliffe, 2010). Yapılan pek çok çalışmada (Andersen, 2014; Choi, 2014; Olszewski-Kubilius, 2009; Robinson, Dailey, Hughes ve Cotabish, 2014; Schroth ve Helfer, 2017; Tofel-Grehl ve Callahan, 2017; Trna ve Trnova, 2015; von Károlyi, 2013; Yoon ve Mann, 2017) üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarını gidermede etkili bir öğretim ortamının sağlanarak becerilerinin gelişimlerinde STEM eğitimi ve etkinlikleri önerilmektedir.

STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirildiği disiplinler arası bir eğitim yaklaşımıdır (Sanders, 2009). STEM eğitiminin amacı STEM disiplinleri ve konularında öğrencileri iyi bir şekilde hazırlayarak STEM meslek ve kariyer alanlarında nitelikli birey ihtiyacını karşılamaktır (National Research Council [NRC], 2013). STEM eğitiminin ana hedefi K-12 seviyesinde öğrencilerin 21. yy becerilerinin gelişimini sağlayarak STEM kariyer alanlarında nitelikli bireylerin yer almasını teşvik etmektir (Orpwood, Schmidt ve Jun, 2012).

STEM eğitimi üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ilgi ve merak duymalarında, karmaşık problemlere yönelik yaratıcı çözüm geliştirmelerinde ve yeni keşiflerde bulunmalarına fırsat sağlayan uygun bir eğitim modelidir (Lee, Baek ve Lee, 2013). STEM eğitimiyle üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin disiplinler arası çalışmalarda işbirliği yapmaları ve meydan okuma ile zorlu görevlerin üstesinden gelmelerine fırsat

sunulmaktadır (Song, Moon, Hah, Han ve Sung, 2010). Roman (2012) STEM kariyer alanlarında üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin önemini belirterek rekabetçi küresel ekonomide yer almalarında STEM eğitiminin beceri gelişimlerini sağladığını ifade etmektedir. Clinkenbird (2007) günümüz bilim, teknoloji ve ekonomi iş dünyasına en fazla katkıda bulunması muhtemel öğrencilerin üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler olduğunu belirterek bu öğrencilerin eğitim programlarında STEM eğitime yer verilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu doğrultuda üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM eğitimi ve etkinliklerinde bulunmalarına fırsat verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

STEM eğitiminin çeşitli faktörlerde etkililiğine yönelik çalışmaların olmasının yanı sıra STEM eğitimiyle birlikte özellikle geliştirilmesi gereken becerilerin tanımlandığı çalışmalara rastlanmamıştır. STEM eğitimi, Bybee (2010) tarafından “öğrencilerin gerçek yaşamda ihtiyaçlarını karşılayacak bilgi ve beceri gelişimlerini sağlayan disiplinler arası 21. yy eğitim hareketi” olarak tanımlanmıştır. 21. yy eğitiminde hedeflenen temel alan ve beceriler Partnership for 21st Century Skills (P21, 2011) tarafından tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır:

- Temel Konular & 21. yy Temaları
- Öğrenme ve İnovasyon Becerileri
 - Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerisi
 - İletişim
 - İşbirliği
 - Yaratıcılık ve İnovasyon
- Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri
 - Bilgi Okur Yazarlığı
 - Medya Okur Yazarlığı
 - BİT (Bilgi, İletişim ve Teknoloji) Okuryazarlığı
- Yaşam ve Kariyer Becerileri
- Sosyal ve Kültürlerarası Beceriler

STEM eğitiminin becerilere yönelik etkisinin ortaya konulduğu pek çok çalışmada (Eguchi, 2016; Cooper, 2013; Dede, 2010; Krishnamurthi ve Rennie, 2013; Sheffield, Koul, Blackley ve Maynard, 2017; Thibaut, Knipprath, Dehaene ve Depaepe, 2018; Trust ve Maloy, 2017) P21 (2011) tarafından tanımlanan 21. yy becerilerinin temel alındığı görülmektedir. Günümüzde yaygınlaşan ve eğitim programlarında da yer alan STEM eğitimiyle birlikte geliştirilmesi hedeflenen becerilerin tanımlanması ve STEM eğitiminin de bu ihtiyaçlar doğrultusunda yapılandırılması önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda 21. yy endüstri, teknoloji, bilim ve sanayi mesleki alanlarındaki nitelikli iş gücünü karşılayacak ve küreselleşen dünya şartlarında rekabete dirençli çalışan kitlesinde yer alması muhtemel üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM eğitimi almaları ve STEM becerilerinin ortaya konularak gelişimlerinin sağlanması gerekmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmada, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik STEM eğitim içeriği hazırlanmış ve mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde öğrencilerin kullandıkları STEM becerilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM ve STEM eğitimine yönelik görüşleri de ortaya konulmuştur.

STEM eğitimi, üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin eğitimde ihtiyaç duydukları uygulama ve müfredat çeşitliliği ile üst düzey ve karmaşık bilgi edinmeleri için fırsat sağlamaktadır (National Association for Gifted Children [NAGC], 2008). ABD Milli Bilim Akademisi (The National Academies) tarafından yayınlanan “Fırtınadan Çıkış (Rising Above the Gathering Storm)” raporunda K-12 düzeyinde ve üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitiminde STEM’ in yer almasının önemi belirtilmektedir (National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, & Institute of Medicine [NASEM], 2007). Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin eğitiminde farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş eğitim modeli önerilmektedir (VanTassel-Baska, 1986). STEM eğitiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler için ilgi çekici ve merak uyandırıcı olmakla birlikte yaratıcılıklarını ön plana çıkarmaya ve problem çözme becerilerine yönelik fırsat sunduğu belirtilmektedir (Lee, Olszewski-Kubilius ve Thomson, 2012).

Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin eğitiminde gerçekleştirilen STEM eğitiminin faydaları arasında hızlandırılmış eğitim stratejisinin kullanım imkânı, karmaşık

içeriklerin sunumu, farklı öğrenme fırsatlarına erişim sağlanması, duyuşsal ihtiyaçları değerlendirme ve giderme amacıyla daha fazla destek olanakları, uzman çalışanlar (mentor, konuşmacı, eğitimci) ile işbirliği, K-12 düzeyinde hızlandırma stratejisi sağlamada yardımcı olma özelliklerinin olduğu belirtilmiştir (Lee ve diğerleri, 2012).

Olszewski-Kubilius (2009) üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik gerçekteşirilen STEM eğitiminin avantajlarını şu şekilde belirtmektedir;

- Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akademik akranları ile beraber çalışma ortamı sağlama.
- Uzman eğitimciler ile gerçekteşirilen uygulamalarla detaylandırılmış ve derinlemesine bilgi paylaşımı sağlama.
- Fen ve matematik faaliyetlerine katılım ile gerçekte yaşam problemlerine yönelik çözümler geliştirme.
- Yaşam becerilerinin gelişimini sağlama.
- STEM kariyer alanlarına yönelimi artırma.
- Daha az maliyet ile öğrencileri bilimsel ve matematiksel bilgi ve beceri konusunda destekleme.
- Zorlayıcı ve karmaşık içerik ile çalışma becerilerinin gelişimini sağlama.
- İhtiyaç duyulan öğretim içeriği ve öğrenen arasında daha iyi bir uyum sağlama.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitiminde üst düzey, karmaşık, zorlayıcı ve öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayıcı eğitim ihtiyacı duyulmaktadır. ABD Ulusal Matematik Danışma Paneli (National Mathematics Advisory Panel, 2008) raporunda üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin derinlemesine anlayış geliştiren, karmaşık ve gelişimsel açıdan uygun farklılaştırılmış eğitim programının önemini belirtmektedir. Yeterli motivasyona sahip olan üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin akademik akranlarına göre daha hızlı matematik ve fen konularını öğrenebildikleri için öğrenme hızlarına uygun öğretim programının uygulanarak desteklenmesi önerilmektedir (Adams ve diğerleri, 2008). Her okulda STEM sınıfları oluşturularak üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik uygun ve özenli matematik ve fen içeriği sunulması gerekmektedir (Adams ve diğerleri, 2008). STEM eğitimi üstün yetenekli olarak

tanımlanan öğrencilerin yetenek gelişimlerini sağlama ve zengin akademik fırsatlardan yararlanmaları için etkili öğretim fırsatları sunmaktadır (Sheffield ve diğerleri, 1999). Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitiminde STEM alanlarına odaklanması 1950’lerde Sovyetler Birliği tarafından uzaya gönderilen ilk uydu Sputnik sonrası değişen ve üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitiminde “altın çağ” olarak adlandırılan sürece benzerlik göstermektedir. (Castellano ve Diaz, 2002).

STEM eğitimi, üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin eğitiminde okul içi ve dışı öğretim stratejilerinde farklı uygulama şekilleri ile karşımıza çıkmaktadır. Okullarda uygulanan öğretim programı üstün zekâlı öğrencilerin fen ve matematik alanlarında üst düzey beceri gelişimleri açısından kısıtlayıcı olabilmektedir (Adams ve diğerleri, 2008). Üstün Zekâlı ve Yeteneklilerde ABD Ulusal Araştırma Merkezi (National Research Center on Gifted and Talented, NRC/GT) tarafından üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitim ve öğretimlerinin gerçekleştirildiği okulların ve okullarda yer alan öğretmenlerin büyük bir kısmının bu öğrencilerin eğitimi konusunda yetersiz kaldığını belirtilmektedir (Archambault ve diğerleri, 1993). Subotnik, Edmiston ve Rayhack (2007) STEM eğitiminin üstün yetenekli öğrenciler için okul dışı uygulamalarında yer alabilecek öğretim şekli olduğu belirtmektedir. Okul dışı (pull-out) STEM eğitimi üstün yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarını gidermek amacıyla öne sürülen zenginleştirme ve farklılaştırma içeren eğitim stratejisi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Okul dışı STEM eğitimi sayesinde üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin eğitiminde vurgulanan zengin ve sıra dışı deneyimlerin okul dışında da kendi akademik akranları ile etkili öğretim ortamında uygulama fırsatı sunmaktadır. Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerde STEM eğitimi sayesinde fen ve matematik başta olmak üzere akademik alanlarda üstün yeteneğe sahip öğrencilerin STEM kariyer alanlarına yönelik yaratıcı ve beceri açısından donanımlı bireylerin kazandırılması sağlanmaktadır (Adams, Chamberlin, Gavin, Schultz, Sheffield ve Subotnik, 2008).

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında STEM eğitiminin etkililiğine ilişkin farklı çalışmalar yapılmıştır. STEM okullarının ve STEM eğitiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitimlerine (Choi, 2014; Olszewski-Kubilius, 2009; Tofel-Grehl ve Callahan, 2017; Trna ve Trnova, 2015) becerilerine (Andersen, 2014; Lubinski, 2010; Robinson ve diğerleri, 2014; Schroth ve Helfer, 2017; von Károlyi, 2013; Yoon ve Mann, 2017) ve STEM alanlarındaki kariyer seçimlerinde (Coleman, 2016; Deitz, 2012; Dieker, Grillo ve Ramlakhan, 2012; Jen ve

Moon, 2015; Kolar, 2013; Steenbergen-Hu ve Olszewski-Kubilius, 2017; Rinn, McQueen, Clark ve Rumsey, 2008; Stoeger, Hopp ve Ziegler, 2017; Wegner, Strehlke ve Weber, 2014) etkisinin belirlenmesine ilişkin çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Uluslararası literatürde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM eğitimlerine ilişkin çalışmaların yapılmasının yanı sıra ulusal literatürde bu konudaki çalışmaların az olduğu görülmektedir (Dönmez ve İdin, 2017; Elmalı ve Balkan Kıyıcı, 2017). Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilecek mühendislik tasarımı odaklı bütünlük STEM eğitiminde öğrencilerin kullandıkları STEM becerilerinin ortaya konulmasının amaçlandığı bu çalışmanın ulusal literatüre bu yönüyle katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

STEM eğitiminin öneminin kavranması ve bununla birlikte eğitim sistemimizde yer alması birlikte STEM eğitimiyle kazandırılması ve geliştirilmesi hedeflenen becerilerin de belirlenmesini önemli hale getirmiştir. STEM eğitiminin öğrencilerin becerilerine etkisinin belirlendiği çalışmalarda 21. yy becerilerinin temel alındığı çalışmaların (Dede, 2009; Eguchi, 2016; Krishnamurthi ve Rennie, 2013; Thibaut ve diğerleri, 2018; Trust ve Maloy, 2017; Sheffield ve diğerleri, 2017) yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların yanı sıra STEM eğitimiyle birlikte geliştirilmesi hedeflenen becerilerin tanımlanması ve çerçevesinin oluşturulması önem kazanmıştır. Bu çalışmayla birlikte STEM becerileri tanımlanarak literatürde yer alacak becerilere yönelik katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle mühendislik tasarımı odaklı bütünlük STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin kullandıkları beceriler STEM becerileri kapsamında değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular mühendislik tasarımı odaklı STEM etkinliklerinin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM becerilerine ortaya koymada etkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgular üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitiminde uygulanacak STEM etkinliklerine ilişkin eğitimcilere, program geliştiricilere, öğretmenlere ve araştırmacılara STEM etkinlikleri uygulama ve içerik geliştirme konusunda yardımcı olacaktır. Aynı zamanda çalışmada tanımlanan STEM becerileri sayesinde literatüre katkı sağlanarak diğer araştırmacıların da bu konudaki çalışmalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Araştırma Problemleri

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen mühendislik tasarımı odaklı STEM etkinlikleri kapsamında ele alınacak problemler şu şekildedir;

1. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen STEM etkinliklerinde ortaya çıkan STEM becerileri nelerdir?
2. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM ve STEM eğitimi ile ilgili düşünceleri nelerdir?
 - 2.1. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM disiplinlerine ilişkin düşünceleri nelerdir?
 - 2.2. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM etkinliklerine ilişkin düşünceleri nelerdir?

Sayıltılar

Bu araştırmada kabul edilen sayıltılar;

1. Çalışmada yer alan katılımcılar uygulama süresince içten ve samimi davranışlar sergilemişlerdir.
2. Kontrol altına alınamayan değişkenler öğrencileri aynı oranda etkilemiştir.
3. Öğrencilerin üstün zekâ ve yetenekli olduklarını ortaya koyan belgeler gerçeği yansıtmaktadır.
4. Geçerlilik ve güvenirlik için uzman kanısı yeterlidir.

Sınırlılıklar

1. Araştırma, 2017-2018 Güz döneminde BİLSEM' de 7. sınıfa devam etmekte olan üstün zekâlı ve yetenekli tanısı konulmuş 7 öğrenci ile gerçekleştirilen mühendislik tasarımı odaklı STEM etkinliklerinde öğrencilerin kullandıkları STEM becerileri, STEM ve STEM eğitime yönelik görüşlerinin belirlenmesi ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırma, STEM etkinliklerinde kullanılan ve araştırma kapsamında tanımlanan STEM becerileri (akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme,

mühendislik becerisi, inovasyon, iletişim ve işbirliği, yaratıcılık, yaşam ve kariyer becerileri) çerçevesinde sınırlandırılmıştır.

Tanımlar

Bütünleşik STEM eğitimi. Öğrencilerin fen ve matematik bilgilerini entegre ederek çeşitli teknolojik materyaller yardımıyla gerçekleştirilen mühendislik uygulamalarının yer aldığı eğitimidir.

Mühendislik tasarımı odaklı STEM etkinlikleri. Mühendislik tasarımı ve araştırmaya dayalı fen, teknoloji ve matematik entegrasyonunu sağlayarak uygulama yoluyla anlamlı öğrenmeyi hedefleyen öğretim içeriğidir.

STEM becerileri. STEM eğitimiyle birlikte 21. yy bireylerinin sahip olması hedeflenen becerilerdir. Bu çalışmada STEM becerileri akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik, inovasyon, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği, yaşam ve kariyer becerileri olarak tanımlanmıştır.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenci. Bu çalışmada üstün zekâlı ve yetenekli öğrenci Milli Eğitim Bakanlığı tarafından tanımlanmış ve BİLSEM' e devam eden öğrencilerdir.

Genel zihinsel alanda üstün zekâlı ve yetenekli. Zekâ testleri ve akademik testlerle yapılan ölçümler sonucu üstün zekâlı ve yetenekli tanısı konulmuş ve BİLSEM eğitimlerinde fen ve matematik ana derslerinde yer alan öğrencilerdir.

Resim-müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli. Yetenek ölçümleri ile resim ve müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli tanısı konulmuş ve BİLSEM eğitimlerinde resim ya da müzik ana derslerinde yer alan öğrencilerdir.

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde araştırmanın kuramsal temelini oluşturan üstün zekâlı ve yetenekli birey, 21. yy eğitimi, STEM eğitimi ve STEM becerileri kavramlarına ve ilgili araştırmalara yer verilecektir.

Üstün Zekâlı ve Yetenekli Birey

Winzer (2002), evrensel olarak kabul görmüş bir üstün zekâ ve yetenek tanımının olmadığı bu sebeple de üstün zekâlı ve yetenekli bireyin de tam olarak tanımlanamadığını belirtmektedir. Üstün zekâ, geleneksel zekâ görüşlerine göre kişilik özelliği olarak tanımlanmaktadır (Mönks ve Katzko, 2005). Bu yaklaşım zekâyâ yönelik yapılan tanımlama ve sınıflandırmaya yansımaktadır. Bu bağlamda üstünlük yüksek zekâ puanı ile eşdeğer olarak görülmüştür. Örneğin, psikolojik test ve yetenekli bireylere yönelik yapılan çalışmaların öncüsü olan Lewis Terman (1925) zekâyı kalıtsal ve kişisel bir özellik olarak tanımlamayarak 135 ve üstü IQ puan ile üstün yetenekliliği belirtmektedir. Üstün zekâlı ve yetenekli bireylere yönelik sağlanacak hizmetlerde üstün zekâ ve yeteneğin tanımı ön plana çıkmaktadır (Renzulli, 2005).

Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin tanımlanmasında birçok farklı görüşün olduğu görülmektedir. Bireylerin tanımlanmasında bu farklılık zekâyâ yönelik yapılan farklı tanımlamalardan kaynaklanmaktadır. Zekâ ile ilgili tanımların temel alındığı zekâ kuramlarına bakıldığında zekânın doğuştan genetik olarak aktarıldığını tanımlayan tek faktörlü zekâ kuramları (Binet, 1905; Galton, 1869; Akt. Terman, 1917; Wechsler, 1949) zekânın farklı boyutları olduğu ve birden fazla bileşen içerdiği düşüncesiyle çok faktörlü zekâ kuramları (Spearman Brown Çift Faktör Kuramı, Guilford Zihin Yapısı Zekâ Modeli [Structure of Intellect], Thorndike Çok Faktör Kuramı, Thurstone Grup Faktörleri Kuramı, Sternberg Üçlü Saç Ayağı Kuramı [Triarchic Zekâ Teorisi], Gagne Farklılaştırılmış Zekâ ve Yetenek Modeli [Differentiated Model of Giftedness and Talent], Gardner Çoklu Zekâ Kuramı, Cattell-Horn-Carrol (CHC Zekâ Kuramı) yer almaktadır.

Tek faktörlü zekâ kuramları zekâyı kavramsal olarak tek boyutlu ele almaktadırlar ve zekânın birçok test kullanılarak belirlenebileceğini belirtmektedirler. Çok faktörlü zekâ kuramları ise zekâyı hem genetik potansiyel hem de bireyin dışsal çevresi ile ilgili olduğunu belirtmektedirler. Bu kuramlara göre zekâ

çevresel uyarılardan da etkilenmekte farklı boyutlarıyla ele alınmaktadır. Zekânın doğuştan gelerek çevrenin (beslenme, eğitim, sosyal ve ekonomik şartlar, şans, vb.) etkisiyle şekillendiği belirtilmektedir (Cattile, 1983; Ericsson, Nandagopal ve Roring, 2005; Gagne; 2003; Gardner, 1983; Horn, 1986; Lykken, 1998; Plomin ve Thompson, 1993; Simonton, 1999; Sternberg, 1985; Tannenbaum, 2003; Thorndike, 1909). Çok faktörlü zekâ kuramlarında yer alan tanımlamalar doğrultusunda zekânın farklı boyutlarla ele alındığı (analitik, yaratıcı, pratik, sayısal, sözel, muhakeme, görsel-uzamsal, sosyal) görülmektedir.

Zekâ ve yetenek çevresel faktörlerin etkisinde gelişen genetik olarak aktarılan bir potansiyeldir (Bouchard, 1997; Plomin, 1997; Scarr, 1997). Genetik potansiyel olarak ebeveyn, ev, okul, öğretmen ve müfredat etkileşimi ve çeşitli deneyimler içermektedir (Feldhusen, 2005). Bazı çocuklar akranlarına nazaran daha karmaşık ve soyut şemaları öğrenme, bilgiyi alma ve hatırlama, erken ve hızlı öğrenme konusunda zekâ ve yetenek olarak genetik potansiyele sahiptirler. Wachs (1992), genetik potansiyele sahip çocukların erken yaşta bilişsel faaliyetlere katılmaları ve genetik potansiyellerini teşvik edici deneyimlerde bulunmaları ile ortalama üstü öğrenmeye sahip oldukları ve okul başarıları gösterdiklerini belirtmektedir. Yüksek IQ puanları ile üstün zekâlı ve yetenekli olarak tanımlanan öğrencilere aile ve okul çevrelerinde zengin öğrenim fırsatlarının sağlanarak öğretim deneyimi yaşayan öğrencilerin çok daha yüksek seviyede başarı elde ettikleri görülmektedir (Feldhusen, 2005; Ericsson, 1996; Benbow, Lubinski ve Suchy, 1996; Bloom, 1985; Holahan ve Sears, 1995; Simonton, 1999).

Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin tanımı zaman içerisinde değişiklik göstermiştir. Marland Raporu (1972) ilk tanımında akademik/entelektüel, liderlik, yaratıcılık, görsellik ve psikomotor yetenek kavramlarına odaklanılmıştır. 1970'lerin sonlarına doğru ise psikomotor beceri kavramı tanımdan çıkarılmıştır. Eğitimsel Araştırma ve Geliştirme Ofisi (Office of Educational Research and Improvement [OERI], 1993) tarafından ABD Ulusal Mükemmellik Raporu (The National Excellence Rapor)'nda üstün yetenekli öğrenciler için *“Üstün yetenekli çocuklar yaşlıları veya çevreleri ile kıyaslandıklarında başarı düzeylerinin ve bir işi gerçekleştirme potansiyellerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu çocuklar akademik ve sanatsal alanlarda yaratıcı olur ve yüksek performans sergilerler. Olağandışı bir liderlik kapasitesine sahip olarak belirli akademik alanlarda mükemmelleşirler. Üstün yetenekli*

bireylerin ihtiyaçlarına yönelik olarak okul ve okul dışı kurumlar tarafından hizmet ve faaliyetlerin sağlanması gerekmektedir” şeklinde tanımlama yapılmıştır (OERI, 1993, s 5). Bu açıklama ile üstün yetenekli öğrencilerin kişisel özellik ve ihtiyaçlarına yönelik vurgulama yapılmıştır.

Üstün zeklı ve yetenekli bireyin tanımı zaman içerisinde değişerek daha kapsamlı hale gelmiş bu durum beraberinde üstün zeklı ve yetenekli bireylerin tanılanmasını zorlaştırmıştır. 20. yüzyılın başlarında üstün yetenekli birey 130 ve üstü standart zek testi (IQ) puanı ile tanılanmaktayken (Marland, 1972) son zamanlarda Stanford-Binet, Wechsler IQ testi ve daha pek çok teste dayalı ölçümler yapılmaktadır. Günümüz araştırmacıları IQ puanlarının çok dar bir yetenek yelpazesini yansıttığını ve bazı yetenekleri belirlemede yetersiz kaldığını belirtmektedir (Silverman, 2009). Yeni zek ve yetenek tanılarında daha geniş bir yetenek yelpazesine sahip olan ek tanımlayıcı araçların kullanılması önerilmektedir. Renzulli, Smith, White, Callahan ve Hartman (1976) tarafından geliştirilen üstün ğrencilerin Davranışsal zelliklerini Değerlendirme lekleri (Scales for Rating the Behavioral Characteristics of Superior Students, SRBCSS), Baldwin, Gear ve Lucito (1978) tarafından geliştirilen Baldwin Tanımlama Matrisi ve Renzulli (1978) tarafından geliştirilen alternatif tanılar geleneksel üstün zeklı ve yetenekli birey tanılanmasını değişirmiştir.

“stn yetenek” kavramına yönelik net bir tanımlamanın olmaması farklı zorluklara sebep olmaktadır. Örneğin, bir okulda yetenekli olarak tanımlanmayan bir ğrenci farklı bir okula geçiş yaptığında “yetenekli” olarak tanımlanabilmektedir (Scott, 2007). Her bir çalışmada farklı bir “yetenekli” spekturumun oluşturulması farklı tanımlamaları da beraberinde getirmektedir (Castellano ve Matthews, 2014). Bu doğrultuda gerçekleştirilecek ğretim uygulamalarının belirlenmesinde de zorluklar yaşanmaktadır.

Üstün zeklı ve yetenekli bireyin tanımlanması. Özel eğitim, belirli bir ortamda tüm bireylere standart olarak sağlanan fırsatlardan farklı olarak bireysel ihtiyaçları karşılamak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Yetersizliği Olan Bireyleri Geliştirme Yasası (Individuals with Disabilities Improvement Act [IDEIA] (U.S. Department of Education, 2004) tarafından özel eğitim “zel gereksinimi olan öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ücretsiz olarak özel tasarlanmış ğretim” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamadan yola çıkarak üstün zeklı ve yetenekli

öğrencilerin kendilerine özgü ihtiyaç ve yetenekleri doğrultusunda özel tasarlanmış eğitime ihtiyaç duydukları belirtilmektedir (Brigham ve Bakken, 2014).

Üstün zekâlı bireylere yönelik özelleştirilmiş okullar veya devlet kurumları tarafından tanılamaya yönelik destek hizmetleri sağlanmaktadır (Callahan, 2011). Üstün zekâ gözlem, derecelendirme ölçekleri, kontrol listeleri ve standart testler ile belirlenebilir. Fakat bireyin “üstün yetenekli” olarak tanılanması için sıklıkla bazı prosedürler uygulanır. Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin tanılanmasında yaygın kullanılan araçlar; (i) tavan etkisi, (ii) IQ test, (iii) başarı testleri, (iv) akıl yürütme, problem çözme ve yaratıcılık testleridir (Robinson, 2008).

Tavan etkisi (Ceiling effect). Zekâyı ölçme amacıyla yapılan testlerin anlamlı karşılaştırmalar yapmak için uygun olduğu düşünülmektedir (Brigham ve Bakken, 2014). Zekâ ölçüm işleminde üstün zekâlı ve yetenekli çocuklar dağılımın en uç noktasında bulunmaktadır. Çoğu ölçüm temelli test yüksek veya düşük uçta yer alan bireylerin özelliklerini detaylandırmada yetersiz kalmaktadır (McIntosh, Dixon ve Pierson, 2012). Bu sebeple program değerlendirilmesi ve izlemede bu tür ölçümler sınırlayıcı olmaktadır. Zhu, Cayton, Weiss ve Gabel (2008) tarafından WISC-IV testinin gelişmiş test ölçümü sağlamakla birlikte normal dağılımdan farklılık gösteren uç noktalarını betimlemede yetersiz kaldığı belirtilmektedir.

IQ testleri. Üstün yetenekli bireylerin tanılanmasında ölçülebilen en yaygın kullanım araçları IQ testleridir. Bu testler geleneksel yetenek kavramında en birincil kaynak olarak yer almaktadır. Zekâ testleri hangi öğrencilerin özel eğitim almalarının gerekliliğini belirlemek amacıyla teşhis araçları olarak geliştirilmiştir. IQ testleri iki şekilde sınıflandırılmaktadır; bireysel testler (Stanford-Binet Zekâ Testi; Roid, 2003) ve grup testleri (Cognitive Yetenek Testi [CogAT]; Lohman ve Hagen, 2002). Test kullanımının uygunluğuna karar verilerek en çok tercih edilen test türü bireysel testlerdir. Grup testleri bireysel test kullanımı sonrasında detaylı incelemenin yapılacağı tarama ölçümleri için daha uygun olarak belirtilmektedir (Brigham ve Bakken, 2014).

IQ testleri geleneksel ölçümler ve sözel olmayan ölçümler olarak iki alt kategoriden oluşmaktadır (Brigham ve Bakken, 2014). Sözel olmayan ölçümler farklı anadilde olan bireylerin tanılanmasında kullanılmaktadır. Geleneksel sözel zekâ testlerinin bu grupta yer alan bireyleri tanılamada yetersiz kaldığı belirtilmektedir. Callahan (2011) sözel olmayan testlerin azınlık öğrencilerinde kullanılmasının daha tutarlı yetenekli bireylerin belirlenmesinde etkili olabileceğini belirtmektedir. Sözel

olmayan testlerin kullanımındaki sorunun ise akademik yeteneklerin bazı sözel nitelikler ile ilişkili olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (VanTassel-Baska, 2008). Geleneksel testler ve sözel olmayan testlerin beraber kullanılması bir kişinin yetenek ve potansiyelinin tanımlanmasında daha belirleyici olduğu belirtilmektedir (Brigham ve Bakken, 2014).

Başarı testleri. Yetenekli bireylerin tanımlanmasında kullanılan bir diğer değerlendirme araçları başarı testleridir. Başarı testleri bireysel olarak uygulanan (The Wechsler Bireysel Başarı Testi; Psychological Corporation, 2009) ve grup olarak uygulanan (Scholastic Aptitude Tests-II Başarı Testi) testler olarak iki kategoride yer almaktadır. Başarı testlerinin birçoğu müfredatın temel öğelerinin kazanımına yönelik tasarlanmıştır (Brigham ve Bakken, 2014). Bu sebeple bazı yetenekli bireylerin kendi akranlarından önce edindikleri öğrenme içerikleri tespit edilmektedir.

Yüksek performans gösteren üstün yetenekli bireylerin tespit edilmesini sağlayan başarı testleri için Olszewski-Kubilius ve Kulieke (2008) yüksek düzey testlerinin (off-level testing) kullanımını önermektedir. Yüksek düzey testleri yüksek başarı, yetenek veya bilişsel yetenekleri ölçmenin yanı sıra programlı müdahaleler sonrasında büyümeyi değerlendirme amaçlı da kullanılmaktadırlar (Olszewski-Kubilius ve Kulieke, 2008).

Yaratıcılık testleri. Yaratıcılık, üstün zekâ ve yetenek tanısında önemli göstergeler arasında yer almaktadır (Lohman, 2009). Guilford (1968) IQ testlerinin yaratıcılığı ölçmede yetersiz kaldığını belirtmiştir. Torrance (1976) üstün yetenekli bireylerin tanımlanmasında yaratıcılığın belirlenmemesinin birçok öğrencinin tanımlanmasında eksiklik oluşturduğunu belirtmektedir. Yaratıcılık ölçümü için pek çok ölçüm aracı mevcuttur. Bunlar; Guilford Iraksak Düşünme Görevleri (The Guilford Divergent Thinking Tasks) (Guilford, 1967), Wallach ve Kogan Iraksak Düşünme Görevleri (Wallach and Kogan Divergent Thinking Tasks) (Wallach ve Kogan, 1984), The Mosaic Construction Test (Hall, 1972), ve Torrance Yaratıcı Düşünme Testidir. (Torrance Tests of Creative Thinking) (Torrance, 1966, 2008). Yaratıcılık doğuştan gelen kişisel bir özellik olmakla birlikte zamanla kendini gösteren bir beceridir (Weisberg, 1986). Bu nedenle yaratıcılığın davranış olarak belirlenmesinin ötesinde yaratıcılık potansiyelinin belirlenmesi önemlidir.

Frasier (1991) üstün zekâ ve yetenek tanısında geleneksel olarak IQ puanı ve başarı testlerinin yanı sıra öğrencilerin üstün yetenekli özel eğitim programına dâhil

edilmelerinde birçok tanılama yönteminin de kullanıldığını belirtmektedir. Gallagher (2002) yetenekli bireylerin tanımlanmasında geleneksel ve yeni görüşün ne olduğunu aşağıdaki tabloda verildiği gibi belirtmiştir.

Tablo 1

Üstün Yetenekli Öğrencilerin Tanımlanması Modeli

Geleneksel Görüş	Yeni Görüş
Kişisel özellik olan zekâ genetik kod olarak aktarılmaktadır.	Her çocuk için zekâ genetik kodla belirlenir ve çevresel etkileşim ve deneyimler ile gelişmektedir.
Genel yetenek olarak tanımlanan “g” faktörü zekâ gelişiminde etkilidir ve bir alandan diğer alanlara yetenek aktarımı olarak tanımlanmaktadır.	“g” zekâ faktörü ile birlikte her alana özgü performansın belirlendiği “alana özgü yetenekler” bulunmaktadır.
Üstün yetenekli bireylerin tanımlanmasında zekâ testi en önemli araç olarak kabul edilmektedir.	Öğrencilerin yetenekleri deneyim, geçmiş ve kültür bağlamındaki performanslarıyla değerlendirilmektedir.

Geleneksel görüşe göre zekâ tek faktörlü genetik kod olarak tanılanırken yeni görüşe göre genetik kod ve çevresel etkenler olmak üzere birçok bileşini içermektedir. Geleneksel görüşte zekanın belirlenmesinde IQ ve akademik testler kullanılırken yeni görüşte zekânın belirleyicisi olarak performans testleri tercih edilmektedir.

Marland (1972)’ a göre üstün yetenekli çocukları aşağıdaki yeteneklerden herhangi birine ya da çeşitli kombinasyonlarına sahip çocuklar olarak tanımlanmaktadır;

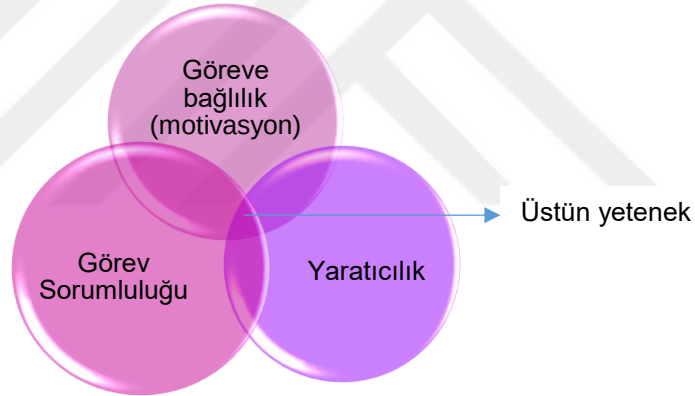
- Genel entelektüel yetenek
- Yaratıcı düşünce
- Liderlik yeteneği
- Görsel ve görsel sanat yeteneği
- Özel yetenek

Marland Raporu (1972)’ nda üstün yetenekli bireyler “olağanüstü yetenekleri sayesinde yüksek performans gösteren kişilerin profesyonel kişiler tarafından tanımlanması” olarak belirtmektedir (Griffin, 1991). Marland Raporu (1972) üstün yeteneği çoklu yetenek olarak tanımlayarak bu yetenekleri altı alanda sınıflandırmıştır;

- Genel zihinsel yetenek

- Özel akademik yetenek
- Yaratıcı-üretken yetenek
- Liderlik yeteneği
- Görsel ve gösteri sanatları yeteneği
- Psikomotor yetenek

Akademik olarak yetenekli olan bireylerin tanımlanmasında birçok eğitimcinin çalışmaları dikkat çekmektedir. Eğitimcilerin yaptıkları çalışmalarda akademik olarak yetenekli olan öğrencilerin spesifik özelliklerinin ve ihtiyaçlarının belirlenmeye çalışıldığı görülmektedir. Renzulli (1978)'nin üstün yeteneklilik kavramına yönelik tanımladığı üç halka kuramına (three ring conception of giftedness) baktığımızda üstün yetenekli bireylerin özelliklerini ortalama üstü yetenek, görev sorumluluğu ve yaratıcılık kavramları ile ilişkilendirdiği görülmektedir.



Şekil 1. Üç halka modeli.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin özellikleri. Renzulli (2005) üstün yetenekli öğrencileri; akademik (schoolhouse giftedness) ve yaratıcı-üretken üstün yetenekli olarak tanımlamaktadır. Her iki yetenek alanı birbirleriyle etkileşimli olduklarından üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik program ve hizmetlerde iki yeteneği de kapsayıcı içeriklerin oluşturulması gerekmektedir (Renzulli, 2005).

Akademik üstün yetenek. Renzulli (2005)'ye göre akademik üstün yetenek kavramı sınav yeteneği ve akademik performans olarak ortaya çıkmaktadır. Genel olarak derslerde iyi performans gösteren, öğretmeni memnun edici davranışlar sergileyen ve okul normlarına uygun olan öğrenciler akademik yetenekli birey olarak nitelendirilmektedir. Akademik yetenek IQ veya bilişsel yetenek testleri ile kolayca

ölçülebilmekte ve bu nedenle özel eğitim programları kapsamında tanılanan yetenek türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel okul kültüründe IQ ve yetenek testlerinde gösterilen başarı durumları önemli olduğundan dolayı en çok önemsenen yetenek türüdür. Araştırmalar IQ testlerinde yüksek puan alan öğrencilerin okul ortamlarında da başarılı olmalarının muhtemel olduğunu göstermektedir (Renzulli, 2005). Akademik yetenek standartlaştırılmış testler ile ölçülebilmektedir. Bu testler sonucu ortaya çıkan başarı dereceleri farklı olduğundan dolayı ders müfredatlarında öğrenci yeteneklerine uygun olarak değişiklik yapılması ve düzenlemeye gidilmesi önerilmektedir (Renzulli, Smith ve Reis, 1992).

Yaratıcı-üretken üstün yetenek. Csikszentmihalyi (1996) yaratıcı-üretken üstün yetenekli bireyi, “yaratıcı fikir ve çalışmalar yaparak başkaları üzerinde etkili olma ve değişime sebep olma becerisi” olarak tanımlamaktadır. Ortaya konulan ürünün en önemli özellikleri yenilik ve uygunluktur (Csikszentmihalyi, 1996). Yaratıcı-üretken üstün yetenekli bireylerin sanat, edebiyat, felsefe ve müzik alanlarında duyarlılığa sahip oldukları görülmektedir (Sternberg ve Davidson, 1986). Renzulli (2005) yaratıcı-üretken üstün yeteneğin ölçülmesinin ve belirlenmesinin akademik yeteneğe göre daha zor olduğunu belirterek bu yeteneğin farklı birçok şekilde ortaya çıkabileceğini belirtmektedir. Genel zihinsel test veya başarı testleri ile sanatsal yetenek testleri karışık sonuçlar içerebilir. Zihinsel ve akademik üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin birçoğunun sanatsal alanlarda da yetenekli oldukları görülse de bu genelleme hepsi için geçerli değildir. Sanatsal yetenek akademik yetenek gösterilmeden de bireyde bulunabilir-ki bu öğrencilerin akademik anlamda öğrenme zorluğu yaşadıkları görülmektedir (Kerr, 2009).

Karnes ve Marquardt (1995) üstün yetenekli bireylerde heterojenliği ifade ederek hiçbir üstün yetenekli öğrencinin bir diğeriyle aynı olmadığını belirtmiştir. Üstün yetenekli öğrencilerdeki heterojenlik eğitimcilerin bazı durumlarda yetenekleri tanımlamalarında zorluk yaşamalarına sebep olmaktadır. Üstün yetenekli öğrencilerin genel özellikleri; asenkron gelişme, çok yönlü ilgi, duyarlılık ve mükemmeliyetçilik olarak belirtilmektedir (Borders, Woodley ve Moore, 2014). Stanford-Binet gibi standartlaştırılmış IQ testlerinde yüksek puan alan öğrencilerin akademik olarak üstün yetenekli olmaları muhtemeldir. Üstün yetenekli öğrenciler üst düzey düşünme, yüksek performans ve beceri gerektiren işlerde iyi performans göstermektedirler. Sınav, proje,

ödev ve genel sınıf katılımında yüksek başarı gösteren öğrenciler akademik olarak üstün yetenekli olabilirler.

Bazı durumlarda üstün yetenekli öğrenciler zaman zaman potansiyellerini ve yeteneklerini maskeleyerek ilgisiz, tembel, geri planda ve asi bir tutum gösterebilmektedirler (Hunt ve Seney, 2009). Clark (2002) tarafından üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin genel özellikleri belirlenerek sınıflandırılmıştır;

Bilişsel özellikler. İleri düzeyde anlama, geniş bir bilgi yelpazenin tutulduğu bellek, yüksek merak, iyi bir dil gelişimine bağlı olarak gelişmiş sözlü ifade yeteneği.

Duyuşsal özellikler. Başkalarının duygu ve düşüncelerine karşı duyarlılık, mizah duygusu, farklı olduğuna dair kendini fark ettirme çabası, ideal olma ve adalet duygusu.

Fiziksel özellikler. Fiziksel ve akademik gelişim arasındaki tutarsızlık, artan duyuşsal farkındalık.

Sezgisel özellikler. Yeni deneyimlere açık olma ve yaratıcılık.

Sosyal özellikler. Toplumsal problemleri çözme ve kendini gerçekleştirme için yüksek motivasyona sahip olma, toplumun temel ihtiyaçlarına (adalet, eşitlik, vb.) karşı duyarlılık.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin özelliklerine yönelik yapılan çalışmalar doğrultusunda ortak çatı altında özellikleri sınıflandırılmıştır (Feldhusen, 1989; Renzulli, 2005; Reis,1989; Steiner, 2006; Renzulli ve diğerleri, 2002);

- Akranlarına göre daha hızlı öğrenme becerisi
- Karmaşık ve soyut kavramların daha hızlı öğrenilmesi
- İleri düzeyde sözel yetenek
- Gelişmiş problem çözme becerisi
- Problem çözme stratejileri konusunda tutarlı olma
- Yüksek motivasyon
- İyi gelişmiş bellek
- Mizah duygusu
- Yaratıcılık

- Liderlik

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ihtiyaçları. Üstün yetenekli öğrenciler maksimum performans gösterebilmeleri için uygun ve zorlayıcı öğretim ortamlarına ve öğrenme fırsatlarına ihtiyaç duymaktadırlar (Feldhusen, Check ve Klausmeier, 1961). Üstün yetenekli öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu oldukları düşüncesiyle genellikle okullarda yeterince zengin ve gelişmiş öğrenme olanakları sunulmamaktadır (Feldhusen ve Kroll, 1991). Üstün yetenekli öğrencilere yönelik müfredat geliştirilirken veya tanımlanırken içeriğin derinliği ve karmaşıklığı temel hedef ve ortak nokta olmalıdır.

Akademik yetenekli öğrencilerin akademik derslerde başarılı oldukları ve yüksek performans gösterdikleri düşüncesi yaygın kanıdır. Bununla birlikte bazı üstün yetenekli öğrenciler bir veya iki alanda üstün performans gösteriyor olabilirler.

Üstün yetenekli öğrencilerin zorlu ve ilgi çekici öğrenme fırsatlarına ihtiyaçları bulunmaktadır. Üstün yetenekli öğrencilerin eğitimcileri her bir öğrencinin başarısına uygun düzeyde zorluk ve zenginlik içeren öğretim ortamı sunmakla yükümlüdür (Feldhusen, Check ve Klausmeier, 1961). Lev Vygotsky (1978) bilişsel gelişim kuramı yakınsak gelişim alanında (zone of proximal development) öğrencilerin bilişsel olarak daha yüksek seviyede düşünce ve başarıya ulaşabilmesi için, yetenekli öğrencilerin mevcut hâkimliğinin ötesinde bir meydan okuma seviyesine sahip olma gereksiniminde olduklarını belirtmektedir (Gallagher, 2000). Vygotsky (1978)' e göre bu durum kendi güçlü yönlerini daha iyi tanımlayabilen ve kendi öğrenmeleri üzerine öğrenmeyi gerçekleştiren bireylerin oluşmasını desteklemektedir.

Öğrenciler genetik olarak farklı yeteneklere sahip olmaktadır (Plomin, 1994; Bouchard, 1994). Okul ve öğrenme ortamlarında bu yeteneklerinin geliştirilmesi için farklı fiziksel veya duygusal doyuma ihtiyaç duymaktadırlar:

- Kendini anlama, yeteneklerinin entegre edilmesi, kişisel, sosyal ve akademik özelliklerine uygun öğrenme stilleri ve kariyer konusunda motive edilme (Csikszentmihalyi, 1993; Betts, 1985).
- Uzmanlık ve ustalaşmasına yönelik hedeflerin belirlenmesi (Bloom, 1985; White, 1959).

- Yüksek akademik, sanatsal ve sosyal başarılar (VanTassel-Baska, 1994).
- Problem çözme ve akıl yürütme becerilerine yönelik akademik bilgi (Treffinger, Feldhusen ve Isaksen, 1990; Treffinger ve Feldhusen, 2000).
- Öz-düzenleyici ve üst biliş becerileri (Schunk ve Zimmerman, 1994).
- Akranlarıyla ve toplumla uyumluluk (Steinberg, Brown ve Dornbush 1996).
- Uzmanlaşmanın sonucu olarak yaratıcılık ve üretkenlik (Bereiter ve Scardomalia, 1993; Torrance, 1987).

Yetenekler, çocukluk çağında ortaya çıkarak ergenlik çağında belirginleşmekte ve geç ergenlik-genç yetişkinlik döneminde kendini göstermektedir (VanTassel-Baska, 1994). Bu sebeple üstün yetenekli bireylere yönelik belirtilen ihtiyaçların giderilmesi önem kazanmaktadır. Birçok ebeveyn ve öğretmen bu tür hedeflerden kaçındığından dolayı üstün yetenekli çocuklar daha az talepkâr, risksiz ve daha kolay hedefler belirlemektedir (Feldhusen, 2005). Bunun yerine profesyonel düzeyde eğitim ve kariyer hedeflerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik özel eğitim. Üstün yetenekli öğrencilere yönelik özel eğitim hizmetleri 1870’lerde başlamasına rağmen, “yetenekli” tanımı 1920’lerin başlarında kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Castellano ve Matthews, 2014). Üstün zekâlı ve yetenekli bireylere yönelik özel eğitimde “üstün” olarak tanımlanma eksikliğinin ve okullardaki eğitim uygulamalarına yönelik kısıtlamaların bulunması engelleyici faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Castellano ve Diaz, 2002).

Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin eğitiminde yaygın görüş heterojen sınıfların oluşturulması yönündedir (Jolly, 2005; Robinson ve Jolly, 2013). Heterojen sınıf eğitimi sayesinde öğrencilere yaş akranları ve akademik akranları ile ortak çalışma yapma fırsatı sağlanmış olmaktadır. Bu amaçla uygun öğretim stratejileri sunulmalıdır (Gallagher, 2000). Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin sınıf ortamında bulunmaları ve sınıf öğretmenlerinin özel eğitimlerine yönelik bilgi sahibi olmalarını gerekmektedir (Winker ve Jolly, 2011). Bu amaçla öğretmen eğitiminde hizmet öncesi dönem ve mesleki gelişim eğitimlerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Heterojen okul/sınıf ortamlarını

kapsayan eğitim desteklerinin yanı sıra sadece üstün yetenekli öğrencileri kapsayan eğitim stratejileri kullanımı da öğrenci ihtiyaçları doğrultusunda önerilmektedir (VanTassel-Baska ve Stambaugh, 2005).

Üstün yetenekli öğrenciler için uygun destek modelleri. Bloom (1985) çocuklarda yetenek gelişimini etkileyebilecek faktörler arasında; ebeveyn veya bakıcılar, üstün yeteneğe yönelik eğitim, yarışma, zenginleştirilmiş deneyimler (müze, alan gezileri, vb.), danışman erişimi ve yetenek alanına yönelik motivasyon için teşvik gibi etkenlerin olduğunu belirtmektedir. Renzulli (1978) üç halka modelinin arka planında Bloom tarafından belirtilen çevresel unsurlara ilaveten iyimserlik, bir disipline yönelik olumlu tutum, kaygı, fiziksel veya zihinsel enerji, vizyon öğelerini de dahil etmiştir.

Akademik açıdan üstün yetenekli öğrencilere zenginleştirilmiş ve gelişmiş öğrenme deneyimi sunmak, öz yeterlik, motivasyon ve okuldaki memnuniyet açısından teşvik edici olmaktadır. Öğretmenler sınıf durumuna bağlı olarak üstün yetenekli öğrencilerin özelliklerine bağlı olarak farklılaştırılmış etkinliklere yer verebilir. Akademik olarak üstün yetenekli öğrencilere yönelik okulda gelişmiş ve zenginleştirilmiş öğretim ortamına ek olarak evde destekleyici danışman rehberliği ve akademik alanları destekleyen ders dışı faaliyetlere katılımlar gerçekleştirilmektedir (Brown ve Stambaugh, 2014).

Brown ve Stambaugh (2014) üstün yetenekli bireylerin eğitiminde en yaygın kullanılan hizmet ve destek modellerini; sınıf dışına çekme, küme çalışması, konu yerleştirmesi, yetenek okulları, yetenekli öğrenciler için tasarlanmış okul dışı programlar olarak sınıflandırmıştır. Her modelin avantaj ve dezavantajları bulunmakla birlikte üstün zekâlı öğrencilerin demografik özellikleri ve ihtiyaçları doğrultusunda eğitimcilerin ve yöneticilerin eğitim modellerini uygulayabilme yetenekleri de etkili olmaktadır (Southern, Jones ve Stanley, 1993). Brown ve Stambaugh (2014) tarafından üstün zekâlı ve yetenekli bir öğrenci için eğitimin en iyi hali “en az kısıtlayıcı çevre” olmasıyla birlikte öğrencinin ihtiyaç duyduğu hızlanma ve zenginleştirmenin genel sınıf ortamında yer alması gerektiği belirtilmektedir.

Küme çalışması. Bu modelde üstün yetenekli öğrencilerden oluşan heterojen bir grupta yapılarak farklı müfredat ve öğretim içeriği gerçekleştirilmektedir (Gentry, 1999). Landrum (2001) küme büyüklüğü için 4-10 öğrenci sayı aralığını belirtmektedir. Küme çalışmasında sınıf öğretmeni sınıfa genel öğretim içeriği sunarken aynı

zamanda yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış öğretim müfredatına ve uygulamalara da yer vermektedir. Bu nedenle öğretmen eğitimi önem kazanmaktadır (Brown ve Stambaugh, 2014).

Küme oluşturmada öğrencilerin akademik başarıya sahip olmaları için öğretmen gruba farklı, daha derin ve karmaşıklıkta öğretim materyalleri sunmalıdır (Kulik ve Kulik, 1992). Gentry (1999) ve Gentry ve Owen (1999) çalışmalarında üç yıl içerisinde uygulanan küme çalışmasının öğrenci başarısını artırdığını belirtmektedir. Küme çalışmaları öğretmen-öğretmen işbirliği sağladığından dolayı okul ortamı için de olumlu katkı sağlamaktadır (Gentry ve Owen, 1999; Landrum, 2001).

Küme çalışması, normal sınıf ortamında üstün yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir program olarak belirtilmektedir (Gentry ve MacDougall, 2009). Purcell (1994) modelin tüm özel ihtiyaç sahibi öğrencilere yönelik uygulanabilir olduğundan dolayı uygulama yaygınlığının artması gerektiğini belirtmektedir. Maliyetinin uygulugu, öğrencinin sınıf ortamını terk etmeden, yaş ve entelektüel akranları ile etkileşimde olması modelin avantajları arasında yer almaktadır (Gentry ve Owen, 1999). Doğru bir uygulama şekli sayesinde üstün yetenekli öğrenciler sadece okuldaki özel eğitim öğretmenleri ile değil ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri amacıyla okul içi ve dışında farklı hizmet alma şansı da elde etmiş olmaktadır.

Destek eğitim odası/Sınıf dışına çekme. Destek eğitim odası haftanın belli bir süresinde üstün yetenekli olarak tanımlanan öğrencilerin normal sınıf ortamından alınmasını içermektedir (Rogers, 2002). Destek eğitim odasının kullanımı haftada 1 saat-1 gün arasında değişmektedir. Öğrenciler, öğrenci sayısına bağlı olarak birden fazla sınıf seviyesinde yer alabilmektedirler (Brown ve Stambaugh, 2014). Sınıf dışına çekilen öğrenciler arasında deneyimlerine bağlı yapı, yaklaşım, içerik ve sonuçlar arasında farklılıklar olabilmektedir. Üstün yetenekli öğrenciler düzenli bir sınıf ortamına alternatif olarak zamanlarının bir kısmını destek eğitim odasında geçirmektedirler. Destek eğitim odası/sınıf dışına çekme uygulamasında yer alan eğitimciler genellikle üstün zekâlı ve yetenekli bireylere yönelik eğitim ya da sertifika almış kişilerden oluşmaktadır.

Destek eğitim odası modeli diğer modellere göre kaynak, maliyet ve personel niteliği açısından uygulanabilirliği yüksektir. Destek eğitim odası genel sınıf ortamından daha küçük ve öğrencilerin hem genel eğitim müfredatına hem de kaynak odasında

kullanılan müfredata hâkim olmaları konusunda avantaj sağlamaktadır (Vaughn, Feldhusen ve Asher 1991).

Üstün yetenekli olarak tanımlanmış öğrencilerin bazı il ve ilçe okullarında öğrencilerin sınıf dışına çekilmeleri göz ardı edilebilmektedir (Brown, Avery, VanTassel-Baska, Worley ve Stambaugh, 2006). Bazı araştırmacılar sınıf dışına çekme süresinde üstün zekâlılara yönelik eğitim veren özel eğitim öğretmeni ile genel eğitimden sorumlu öğretmen arasında iletişimsizlikten dolayı olumsuzlukların yaşanabileceğini belirtmektedir (Naidu ve Presley, 1995; Renzulli, 1987; VanTassel-Baska, 1986). Üstün yetenekli öğrenciler haftanın belli zaman aralığında sınıf dışına çekilseler bile genel sınıfta da yer almaktadırlar. Özellikle genel eğitimden sorumlu öğretmenin farklılaştırma konusunda herhangi bir eğitimi ve uzmanlığı yoksa sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Gentry ve Owen, 1999; Westberg ve Daoust, 2003).

Tam zamanlı özelleşmiş okullar. Tam zamanlı özelleşmiş okullar üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere günlük, sürekli ve özellikle gruplamaya dayalı özel hizmetler sağlamaktadır (Brown ve Stambaugh, 2014). Tam zamanlı özelleşmiş okullar üstün yetenekli bireyler için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM), sanat ve genel eğitime özgün eğitim içeriklerini kapsamaktadır. Yalnızca üstün yetenekli öğrencilere özgü eğitim veren tam zamanlı hizmetler bir okulun parçası olarak genel okul ortamında da yer alabilmektedir (Rogers, 2007).

Tam zamanlı özelleşmiş bir öğretim ortamı üstün yetenekli öğrencilerin daha kolay hareket etmelerini ve öğretmenlerin de müfredat konusunda uygulamalarında esneklik sağlamalarına fırsat vermektedir (Rogers, 2002). Öğretmenlerin üstün yetenekli bireylerin eğitime odaklanmaları, yetenek geliştirme ve öğretimi hızlandırma için daha fazla fırsat ve zamanları bulunmaktadır. Öğretmen avantajlarının yanı sıra öğrencilerin de entelektüel akran grubu ile tutarlı ve sürekli etkileşim ortamında bulunmaları modelin avantajları arasında yer almaktadır.

Bazı araştırmacılar tam zamanlı özelleşmiş okul uygulamalarının üstün yetenekli bireyleri seçkin, hariç tutan ya da azınlık, yoksunluk hissetmelerine sebep olabileceğini belirtmektedir (Borland, 2003; Ford, 1996, 2013; VanTassel-Baska ve Stambaugh, 2007). Bu şekilde ayrıştırılmış öğretim bazı üstün yetenekli bireylerde akademik benlik algısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Seaton, Marsh ve Craven, 2010; Moon ve Feldhusen, 1994; Makel, Lee, Olszewski-Kubilius ve Putallaz, 2012).

Konuya özel gruplama. Konuya özel gruplama modeli bir konunun derinliğinin, kapsamının ve hızının değiştirilmesi amacıyla üstün yetenekli öğrencilerin bu amaçla gruplandırılmasıdır (Brown ve Stambaugh, 2014). İleri düzey matematik, dil sınıfları veya hazırlanan özel bir içeriğe yönelik olarak genellikle ortaokul ve lise düzeyinde kullanılmasına rağmen esnek gruplama sayesinde ilkokul düzeyinde de kullanılabilmektedir (VanTassel-Baska ve Stambaugh, 2007). Öğretmen önerisiyle birlikte konu özel sınıflarına yerleştirme yapılmaktadır.

Kulik ve Kulik (1992) konuya özel gruplama modelinin müfredatın farklılaştırılması ve genişletilmesi kadar etkili olduğu belirtmektedir. Ön değerlendirmeler yoluyla, esnek gruplamaların oluşturulmasının ve öğrencilerin belli konulara yönelik özel gruplanmalarının akademik başarıya olumlu katkıları olduğu vurgulanmaktadır (Kulik ve Kulik, 1992; Rogers, 2007).

Konuya özgü gruplama üstün yetenekli bireylerin ihtiyaçlarını gidermek amacıyla bireyselleştirilmiş eğitim yaklaşımlarının uygulanmasını sağlamaktadır. Bu durum gelişmiş bir müfredat için hazır olan öğrencilerin öğrenmelerini hızlandırma ve derinleştirmeleri için fırsat sağlamaktadır.

Okul dışı ortamlar. Okul dışı ortamlar, üstün yetenekli öğrencilerin okul dışında gerçekleştirebilecekleri ve ihtiyaçları doğrultusunda ek hizmet alabilecekleri programları içermektedir (Robinson, 2008). Programlar öğrencilerin ilgi alanları doğrultusunda düşüncelerini derinleştirme, geliştirme ve hızlandırma amacıyla hazırlanan ders içeriklerinden oluşmaktadır. Okul dışı ortamlar üniversite programları, yaz okulları ve üstün yetenekli bireylere yönelik oluşturulmuş okul dışı etkinlikleri kapsamaktadır.

Yetenek geliştirme çalışmalarının birçoğunda üstün yetenekli bireylerin boş vakitlerini ne şekilde değerlendirdikleri konusuna odaklanmaktadır (Bloom, 1985; Csikszentmihalyi, Rathunde ve Whalen, 1993). Okul dışı ortamlarda üstün yetenekli bireylere yönelik oluşturulmuş programların öğrencilerin sosyal ve akademik başarılarına olumlu katkı sağladığı görülmektedir (Olszewski-Kubilius, 2006). Rogers (2007) çalışmasında okul dışı gerçekleştirilen programların öğrencilerin akademik, sosyal ve akademik benlik algısına yönelik olumlu katkılarının olduğunu belirtmektedir. Okul dışı ortamlar sayesinde öğrenciler kendi ilgi alanlarına yönelik aynı fikirde olan akranları ile çalışma, normal müfredatın haricinde ilgi alanlarına yönelik derinlemesine eğitim alma ve çalışma fırsatı yakalamış olmaktadır. Okul dışı programın içeriğine

bağlı olarak konuya ilişkin uzman kişilerden eğitim alınabilir ve ebeveyn katılımı sağlanarak ev ortamında da eğitimin sürekliliği sağlanabilir (Olszewski-Kubilius, 2006).

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik eğitim stratejileri.

Hızlandırmak. Hızlandırma terim olarak öğrenciyi geleneksel müfredat doğrultusunda olması gerekenden daha hızlı oranlarda ilerletmektir. Hızlandırma için farklı durumlar mevcuttur; sınıf atlatma, okula erken yaşta başlatma, tek denekli hızlandırma, ileri seviye programlar (Benbow ve Lubinski, 1997; Gross ve Vliet, 2005; Schiever ve Maker, 1997; Swiatek ve Lupkowski-Shoplik, 2003). Hızlandırmanın uygun bir eğitim planlaması çerçevesinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Swiatek ve Lupkowski-Shoplik, 2003). Öğrenci motivasyonu ve hazır bulunuşluğu ile müfredat düzeyi ve karmaşıklığı paralel olmalıdır (VanTassel-Baska, 2005).

Colangelo, Assouline ve Gross (2004) tarafından hazırlanan “Templeton Ulusal Hızlanma Raporu (The Templeton National Report on Acceleration)” nda farklı hızlandırma seçenekleri sunulmuştur:

- Anaokuluna erken giriş
- Birinci sınıfa erken başlama
- Sınıf atlatma
- Sürekli ilerleme
- Bireysel öğretim/kendi adımıyla öğretim
- Konu temelli hızlandırma/kısmi hızlandırma
- Birleşik sınıflar
- Sıkıştırılmış müfredat
- İç içe geçmiş/teleskopik müfredat
- Danışmanlık
- Ders dışı programlar
- Mektupla öğretim
- Erken mezuniyet
- İkili kayıt

- İleri seviye programlarına yerleştirme
- Sınav ile kredi alma
- Üniversitede hızlandırma
- Ortaokula erken giriş

Hızlandırma seçeneklerinde en basit ve pratik yaklaşım anaokulu veya birinci sınıf eğitime erken başlatmaktır (Brown ve Stambaugh, 2014). Anaokulu ve birinci sınıfa başlamak için hazır olan öğrencilere yönelik bu şekilde hızlandırmanın gerçekleştirilmesi okul hayatı boyunca devam eden bir meydan okuma fırsatı sağlamaktadır. Sınıf atlatma, ortaokula erken başlama ve erken mezuniyet hızlandırma seçenekleri aynı şekilde üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler için yararlı yaklaşımlar olarak yer almaktadır. Zekâ testleri, seviye dışı testler ve Iowa Hızlandırma Ölçeği kullanımı belirtilen hızlandırma seçeneklerine uygunluğuna karar vermede yönlendirici ve yardımcı olabilmektedir. Öğrencilerin genel eğitim sınıflarında akranları ile kaynak odada ise entelektüel akranları ile etkileşimde bulunmalarına fırsat sağlanmaktadır (Stanley, 2000).

Gruplama. Gruplama, üstün yetenekli öğrencilere akademik akranları ile etkileşimde bulunarak gelişmiş içerik sunmak amacıyla verilen eğitimleri kapsamaktadır (Rogers, 2006). Sınıf ortamında üstün yetenekli bireylerle gerçekleştirilen gruplamalara bakıldığında yetenek gruplama ve performans gruplama olarak ikiye ayrılmaktadır (NAGC, 2010). Gruplama için kullanılan özel stratejiler arasında küme çalışması ve sınıf/esnek gruplama yer almaktadır (Rogers, 2006).

Sınıf ortamında gruplamalarda öğrenciler belirli yetenek ve performans düzeylerine yönelik olarak küçük gruplar halinde sınıflandırılmaktadırlar (Kulik, 1992; Tieso, 2003). Öğrenciler bilgi, yeterlik ve ilgi alanları doğrultusunda küçük gruplar halinde çalışmaktadırlar (Renzulli, 1994; Tieso, 2003). Gruplamada sınıf içerisinde normal öğretim akışından farklı bir ders içeriği ve uygulaması gerektirmektedir (Rogers, 2006). Bu sebeple uygulamanın başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesinde sınıf öğretmenin özel eğitim konusunda yeterli ve uzman olması gerekmektedir (Tieso, 2003).

Performans ve yetenek gruplaması yüksek düzeyde başarı elde etme ve öğrencilerin kendilerine benzer özellikte akademik akranları ile birlikte olmalarına fırsat

sağlamaktadır (Plucker, Burroughs ve Song, 2010). Yetenek gruplaması, öğrencinin hazır bulunuşluk durumuna göre doğru zamanda ve doğru öğrenciye uygun içeriği sunmayı içermektedir. Bu gruplama aynı zamanda benzer özellikte öğrencilerle ortak öğrenme yaşantısı sunma, benzer seviyelerde benzer bilgiye sahip olmalarını ve benzer hedeflere yönelik çalışmaları gerçekleştirmeyi sağlamaktadır (Olszewski-Kubilius, 2013).

Üstün yetenekli öğrencilerin ilgi alanlarına göre sınıflar arası çapraz gruplama da yapılabilmektedir (Renzulli ve Reis, 2014). Sınıflar arası yapılan çapraz gruplama öğrencilerin yaşları ve sınıf düzeyleri göz ardı edilerek ilgi alanlarına yönelik gruplamayı içermektedir (Floyd, 1954; Tieso, 2003). Sınıflar arası gruplama akademik akranların ortak çalışmalarına izin vermektedir (Kulik ve Kulik, 1982; Tieso, 2003). Sınıflar arası grupların oluşturulmasında öğrencilerin yetenek ve ilgi alanlarının belirlenebilmesi amacıyla ön değerlendirmeye tabi tutulmaktadırlar. Belirlenen beceri, yetkinlik ve performanslarına yönelik olarak özellikle okuma ve matematik alanlarına yönelik olarak heterojen gruplar oluşturulmaktadır (Tieso, 2003). Gruplama, üstün yetenekli öğrenciler için akademik akranları ile etkileşimde bulunmalarına ve bu sayede derinlemesine anlam geliştirmelerine fırsat sunmaktadır (NAGC, 2010).

Zenginleştirme. Zenginleştirme, üstün yetenekli öğrencilere yönelik olarak özel, zengin ve çeşitli eğitim deneyimleri sunmayı içermektedir. Bu şekilde zenginleştirilmiş öğretim ortamı öğrencilerin öğretim içeriğine yönelik derinlemesine anlayış geliştirmelerini sağlamaktadır (Johnsen, Heansly, Ryser ve Ford, 2002; Olenchak ve Renzulli, 1989; Schiever ve Maker, 1997). Zenginleştirme, müfredat içeriğinin çeşitlendirilerek geliştirilmesini amaçlamaktadır (Howley, Howley ve Pendarvis, 1986). Schiever ve Maker (1997) zenginleştirmeyi süreç, içerik ve ürün olarak sınıflandırmıştır:

Süreç odaklı zenginleştirme. Öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesini içermektedir. Üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi özel öğretim yöntemleri ile aşama aşama gerçekleştirilmektedir.

İçerik odaklı zenginleştirme. Akademik müfredat içeriğinin derinleştirilmesi ve geliştirilmesini hedeflenmektedir. Okul müfredatının daha kapsamlı ve karmaşık hale getirilerek derinlemesine anlayış geliştirmeyi içermektedir.

Ürün odaklı zenginleştirme. Ürün odaklı zenginleştirme öğretim süreci ve sonunda ortaya konulan ürünün zenginleştirilmesine yöneliktir. Model oluşturma, tasarım, resim gibi somut örneklerin yanı sıra beceri ve zihinsel gelişim gibi soyut içerikler de ürün olarak yer almaktadır.

Farklılaştırma. Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla müfredat içeriğine ve ilerleme hızına yönelik gerçekleştirilen müfredat ve yönerge değişikliklerini içermektedir (NAGC, 2010). Farklılaştırma, müfredatın öğrencilerin öğrenme hızları, stilleri, ilgi alanları ve yetenekleri doğrultusunda ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla değiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Archambault ve diğerleri, 1993). Farklılaştırma, her öğrencinin öğretimini bireyselleştirme amacıyla olduğundan dolayı kendi seviyesinde ve öğrenme hızına yönelik özel bir içeriğe sahiptir (Smith ve Renzulli, 1984). Farklılaştırma, üstün yetenekli öğrencilerin bireysel bir programlama sayesinde yaş akranları ile normal sınıf ortamında bulunarak öğrenim görmelerini sağlamaktadır (Cassady ve diğerleri, 2004).

Farklılaştırma stratejisinde öğretmen rolü etkili olabilmektedir. Westberg, Archambault, Dobyns ve Slavin (1993) farklılaştırmada öğretmen rolünü “sınıf öğretmeni önceden gerekli olan öğretim içeriğini, materyalleri inceleyerek gerekli bilgi, beceri ve uygulamaları tanır. Tanımladığı içeriğe yönelik uygulama yoluyla sınıfı yönlendirir ve yeni bilgi, beceri ve anlayış uygulamalarını içeren tartışma ortamını oluşturur” şeklinde ifade etmektedir (s 19).

Tomlinson (2001) farklılaştırmada gerekli olan unsurun “her öğrencinin öğrenme için başlangıç noktası”nın belirlenmesi olduğunu vurgulamaktadır. Başarılı bir farklılaştırma öğrencilere verilen görevlerin doğru bir şekilde değerlendirilerek yetenek seviyesinin belirlenmesi ve bu seviyenin ötesinde içeriklerin öğretim ortamında yer verilmesini gerektirmektedir (Brighton, 2003). Farklılaştırma eğitim programının her öğrenciye yönelik olarak bireyselleştirilmesini içermektedir. Böylece öğrenciler müfredat içerisinde kendi öğrenme şekil ve hızlarına yönelik ilerleme fırsatı bulmaktadırlar (Smith ve Renzulli, 1984).

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle ilgili literatüre bakıldığında günümüzde bu öğrencilerin tanınmasında IQ ve akademik testlerin yanı sıra pek çok performans testlerinin de tercih edildiği görülmektedir. İlgili literatürde bu öğrencilerin tanınmasıyla birlikte ihtiyaçları doğrultusunda farklı eğitim destek programlarının ve eğitim modellerinin yer aldığı görülmektedir.

21. yy Eğitimi

21. yy eğitimi öğrenci odaklı, keşfedici, dijital dünya ile ilişkili ve disiplinler arası olarak tanımlanmaktadır (Gooderham, 2015). 21. yy eğitim hareketinde amaç öğrencilerin gerçek yaşamda ihtiyaçlarını karşılayacak temel bilgi ve beceri gelişimini sağlamaktır (Dede, 2009; Johnson, 2011; Mathieu, 2005; Salpeter, 2008). ABD Temsilciler Meclisi Hudson Enstitüsü'nden Richard Judy (2000) konuşmasında 21. eğitiminde becerilerin öneminden *“Değişiklere ve yeniliklere uyum sağlayabilen ve hayat boyu öğrenen bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Ekip çalışması ve etkili iletişim kurma gibi sosyal beceriler ve meslek becerileri ile donanımlı bireylere her alanda ihtiyaç duyulmaktadır. Amerikan ekonomisinde hızlanan teknolojik yenilikler beraberinde problem çözebilen ve problem çözümü için gerekli bilgiye sahip kişilere duyulan ihtiyacın artması anlamına gelmektedir”* şeklinde bahsetmiştir. Bu açıklamadan da görüldüğü üzere ülke politikalarında ekonomi ve teknolojinin gelişimi doğrultusunda 21. yy becerilerinin gelişimi önemsenmektedir.

Eğitimcilerin ve eğitime yön veren yöneticilerin amacı eğitimin her kademesinde yer alan öğrencilerin 21. yy dünyasında yer edinebilmelerini sağlamaktır (National Education Association [NEA], 2008). Birçok eğitim araştırması 21. yy eğitim ortamının aşağıdaki unsurları içermesi gerektiğini belirtmektedir;

- Tüm öğrenciler için hedeflenen bireyselleştirilmiş, ilgi çekici ve merak uyandırıcı eğitim ortamı
- Öğrenci ihtiyaçları ile uyumlu proje veya problem temelli etkinlikler
- Araştırma ve uygulama alanları
- Ezberci ve rutin eğitim yerine uygulamaların ve yaratıcılığın yer aldığı eğitim ortamı
- Otantik değerlendirmeler yoluyla etkili ve detaylı geri bildirimin sağlandığı değerlendirme
- Öğrencileri öğretim ortamında etkili ve aktif olmalarını sağlama
- Öğretmen teşvik ve desteği
- Öğretmen, öğrenci, veli, okul yöneticileri ve kuruluşlar arasında işbirliği sağlama

- Disiplinler arası ve gerçek yaşamla ilişkili anlamlı öğrenme (Clarke, 2014; Department for Children, Schools and Families, 2009; McGinn, 2007; NEA, 2008; National High School Alliance, 2005; P21, 2007).

Entegre eğitim. 21. yy eğitiminde vurgulanan entegre eğitimin önemi Gardner (1987) tarafından “öğrencilerin akademik, sosyal ve iş hayatı gibi birçok alanda başarılı olabilmeleri amacıyla farklı disiplinlerin ilişkilendirilmesi” şeklinde ifade edilmektedir (Akt. Larsen, 2002: 4). Bu tür ilişkilendirilmiş öğretimle birlikte üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi sağlanmaktadır (Meisel, 2005).

Kysilka (1998) tarafından entegre eğitim; (a) anlamlı ve tam öğrenmenin gerçekleştirildiği, (b) öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına yönelik olduğu, (c) öğretimde yer alan bilginin gerçek yaşamla ilişkilendirildiği, (d) öğrencilerin düşünme ve öğrenmelerinin belli kalıplara bağlı olmadan gerçekleştirildiği, (e) konunun bir amaç değil araç olduğu, (f) başarılı bir öğretimin gerçekleştirilmesi için öğretmen ve öğrenci işbirliğinin sağlandığı, (g) teknolojinin bilgiye erişimde kullanılan etkili bir öğretim şekli olarak ifade etmektedir.

Beane (1997) entegrasyonu; deneyimlerin entegrasyonu, sosyal entegrasyon, bilginin entegrasyonu ve program entegrasyonu olarak sınıflandırmıştır. *Deneyimlerin entegrasyonu*, öğrenciler tarafından öğrenilen ve var olan bilgilerin yeni problem durumlarında kullanılarak ilişkilendirilmesini içermektedir. *Sosyal entegrasyon*, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi, tecrübe ve deneyimleri gerçek yaşama aktarabilme ve teorik bilgiyi uygulamayla ilişkilendirmedir. *Bilgi entegrasyonu*, konuya ilişkin bir disiplinde edinilen bilginin farklı alan ve disiplinlerle ilişkilendirilmesidir. *Müfredat/program entegrasyonu*, tanımlanmış olan üç entegrasyonun yer aldığı entegrasyon çeşididir. Entegre edilmiş müfredatlar öğretmenler tarafından planlanarak öğrenci-öğretmen etkileşimiyle gerçekleştirilmektedir. Bu entegrasyon sürecinde gerçek yaşamda yer alan problem durumlarının öğretime taşınmasıyla deneyimlerin, öğrenilen bilgilerin gerçek yaşamla ilişkilendirilmesiyle sosyal ve farklı disiplinlerin öğretimde yer almasıyla bilgi entegrasyonu sağlanmaktadır. Entegre edilmiş eğitim, farklı müfredatlarda yer alan kavramların ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılmasında fayda sağlamaktadır (Gallant, 2010).

STEM kavramı. STEM kısaltması pek çok eğitimci, araştırmacı ve politikacı tarafından farklı tanımlamalarda kullanılmaktadır (Carter, 2013). STEM kısaltması ilk olarak entegre fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini tanımlamak

amacıyla ABD Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation, [NSF]) Eğitim ve İnsan Kaynakları Bölümü eski müdürü Judith A. Ramaley tarafından kullanılmıştır (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kısaltması olarak karşımıza çıkan STEM teriminin Sanders (2009) tarafından eğitim alanında “STEM eğitimi” kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Yapılan araştırmalar farklı disiplinlere yönelik derinlemesine anlayış geliştirdiği ve anlamlı sınıf deneyimi yaşattığından dolayı entegre edilmiş ya da disiplinler arası eğitimin kullanımını önermektedir (Bybee ve diğerleri, 1991; Furner ve Kumar, 2007; LaPorte ve Sanders, 1993; Loepp, 1999; Sanders, 1999; Satchwell ve Loepp, 2002). Pascarella ve Terenzini (2005) öğretim stratejilerinin etkililiği ve öğrenme hedeflerindeki başarıya dikkat çekerek disiplinler arası eğitimin olumlu etkisini vurgulamaktadır. Öğrenenlerin daha nitelikli ve zengin içerikli eğitim almaları amacıyla disiplinler arası entegre eğitim olan STEM eğitiminin etkili olduğu belirtilmektedir (Atkinson ve Mayo, 2010; Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig, 2015; Mahoney, 2010; NAS, 2014; NRC ve NAE, 2009; Sanders, 2009; Satchwell ve Loepp, 2002; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011).

STEM eğitimi, öğrencilerin problem çözmelerinde farklı disiplinlerde yer alan kavram ve becerilerden yararlanmalarını sağlayan eğitim modelidir (Vasquez, 2014). Bybee (2010) STEM eğitiminin amacını “STEM alanlarına yönelik derinlemesine anlayış geliştirme ve teknolojiye karşı gelişim elde etme” olarak belirtmektedir. STEM Çalışma Grubu Raporu (STEM Task Force Report, 2014)’nda STEM eğitimi “bilim adamlarının, teknologların, mühendislerin ve matematikçilerin güçlerini birleştirerek daha yüksek siyasi ve ekonomik bir ses oluşturmaya amacıyla gerçekleştirdikleri stratejik bir yol” olarak belirtilmektedir. STEM eğitiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik temel alanlar kabul edilerek diğer disiplinlerle bağlantıların kurulması amaçlanmaktadır (Banks ve Barlex, 2014; Corbett, Dumaresq, Barnaby ve Baumer, 2014, National Governors’ Association [NGA], 2007a).

STEM’ in doğuşu. Gelişen ve değişen teknoloji, ekonomi ve endüstri ile birlikte dünya ihtiyaçları da değişmektedir. Bir zamanlar ülke ekonomisinde tarım, imalat ve pazarlama önemli iken günümüzde bilim, teknoloji ve inovasyonun etkili olduğu pek çok yeni alanlar ortaya çıkmıştır (National Science Board [NSB], 2010). Bu nedenle gelecekte iş alanlarında yer alacak olan bireylerin yetiştirilmesinde bilgi ve beceri

gelişimine odaklanılan STEM eğitimi önem kazanmaktadır (Banks ve Barlex, 2014). Sanders (2009) tarafından STEM' in ortaya çıkma sebepleri şu şekilde belirtilmiştir:

- Sputnik 1957' de Sovyetler Birliği tarafından uzaya gönderilen ilk başarılı uydu olmuştur. Bu olay sonucunda Amerikan ulusu bilim alanında dünya ülkeleri ile rekabet edebilecek çözüm yolları arayışına girmiştir.
- Bu gelişmelerin yanı sıra Amerikan öğrencilerinin test (PISA, TIMSS) başarılarındaki sıralamaları Asya ülkelerine göre daha gerilerde yer almaktaydı. Skinner (1984) tarafından yazılan “Amerikan Eğitiminin Utancı (The Shame of American Education)”, NASEM (2011) tarafından sunulan “Fırtınadan Çıkış (Rising Above the Gathering Storm)”, Bir Ulus Tehlikede: Eğitim Reformu İçin Zorunluluk (A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform, 1983) ve Friedman (2005) tarafından yazılan “Dünya Düzdür (The World is Flat)” gibi pek çok rapor ve kitapta Amerikan eğitim sistemi eleştirilmiştir.
- Eğitim alanındaki gelişmelerin ardından Barack Obama tarafından gerçekleştirilen konuşmada STEM eğitiminin önemine değinilerek ülkenin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında güçlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (White House, 2009).

1983 Bir Ulus Tehlikede (A Nation of Risk) (National Commission on Excellence in Education [NCEE], 1983) yayınında Amerikalıların fen, teknoloji, mühendislik ve matematik programlarına vermesi gereken önemden bahsedilmektedir (Mahoney, 2010). Bu önem “*Dünya aslında küresel bir köy. Kararlı, iyi eğitilmiş ve yüksek motivasyonlu rakipler arasında yer almaktayız. Sadece ortaya koyduğumuz ürünler ile değil aynı zamanda laboratuvar ve atölyelerimizde ortaya konulan fikirler ile de yarışmaktayız*” şeklinde ifade edilmektedir (NCEE, 1983, s 10).

Tablo 2

ABD Eğitiminde STEM' in Çıkış Süreci

1957	Sputnik' in uzaya gönderilmesi	SSCB'nin uzaya ilk uydusu göndermesiyle birlikte ABD' de bilim ve teknoloji alanında geri kalmışlığı gidermeye yönelik girişimler başlatılmıştır. ABD tarafından fen ve matematik eğitimi geliştirmek amacıyla Milli Savunma Eğitimi Kurumuna (National Defense Education Act) 1 milyar dolarlık yatırım yapılmıştır.

1962	Okul Matematik Projesi (School Mathematics Project)	Lise matematik eğitimi ile ilgili düzenlemeler yapılmıştır. Matematik öğretiminde keşfetme temel alınarak ders kitapları düzenlenmiştir.
1966	Nuffield Fen Öğretimi Projesi (Nuffield Science Teaching Project)	Öğrenci odaklı olan projede fen öğretimde ezberci yaklaşımdan çıkılarak deneysel ve uygulamaya yönelik bir yaklaşım benimsenmiştir. Bilimsel fikirlerin üretimini temel aldığından ve öğrenci odaklı bir proje olduğundan dolayı eğitimde bir devrim niteliğindedir.
1969	Ay'a ilk adım atış	Uzayda gerçekleşen yarışlarla birlikte yenilikçi girişimler zirveye ulaşmıştır. Bilgisayarların okullarda yer alması ve eğitimde kullanımı başlanmıştır.
	Performans Değerlendirme Birimi (Assessment of Performance Unit)	11-15 yaş aralığındaki öğrencilerin fizik ve kimya alanlarında bilimi anlamlandırma ve bilimsel düşüncüyü geliştirmelerine yönelik değerlendirme testleri uygulanmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda öğretim programında düzenlemeler yapılmıştır.
1980-1989	Fen Projesinde Öğrenci Öğrenimi (Children' s Learning in Science Project)	Proje ile birlikte eğitimde yapılandırmacı yaklaşım ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda; • Bireylerin ne bildikleri önemlidir, • Her birey zaman içinde kendi öğrenme anlayışını inşa eder, • Anlamlandırma zaman içerisinde ve sürekli, Her öğrenen öğrenmesinde kendi sorumludur, ifadeleri öğretmenlerin öğretim sürecinde dikkat etmeleri gerektiği konusunda vurgulanmıştır.
1982	Singapur Matematik Öğretimi	Singapur matematik öğretiminde yeni bir yaklaşım olarak problem çözme ve keşfedici matematik öğretimine odaklanılan program kullanılmıştır. 2013 Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study, 2013) değerlendirmesiyle birlikte 4. ve 8. Sınıf matematik düzeyinde Singapur'un başarılı olduğu görülmüştür.
1983	Teknik ve Mesleki Eğitim Girişimi (Technical and Vocational Educational Initiative)	Okul müfredatının sanayi ve ekonomi ihtiyaçlarına uyumlu hale getirilmesi amacıyla eğitim girişimi finanse edilmiştir. Bu sayede sanayi ve ekonomi alanında ihtiyaç duyulan bilgi, beceri ve tutuma sahip bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmiştir.
1985	Eğitim Bakanlığı'nın 5-16 yaş düzeyi için Fen Eğitimi Beyanı	Eğitimin temel hedefi olarak öğrencilerin bilimsel yöntemler ile tanışmaları temel alınmıştır. Öğrencilerin bilimi kendilerinin inşa etmesinin gerektiği vurgulanarak bilimsel süreç becerilerinin önemi vurgulanmıştır.
1988	Büyük Eğitim Reform Hareketi (The Great Educational Reform Act)	Fen ve matematik temel alanlar, teknoloji-tasarım ve bilgi teknolojileri ortak alanlar olarak belirlenmiştir.

1990-1999	Bilimsel Süreç ve Kavramları Keşfetme Araştırma Projesi (The Science Processes and Concepts Exploration [SPACE] Research Project)	Liverpool Üniversitesi ve King's College işbirliği ile gerçekleştirilen projede 5-11 yaş aralığındaki öğrencilerin ışık, ses, kuvvet ve uzay konularına yönelik kavram yanılgılarının tespit edilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede kavramsal öğrenmeye dikkat çekilmiştir.
	Nuffield Tasarım ve Teknoloji Projeleri (Nuffield Design & Technology Projects, Nuffield D&T)	Teknolojinin ulusal müfredatta yer almasıyla birlikte teknolojinin etkililiğine yönelik gerçekleştirilmiş bir projedir. Proje sonunda temel bilgi ve beceriler belirlenerek sınıflandırılmış ve öğretim programlarında yer verilmiştir.
1992	Ulusal Müfredatta Teknoloji-Doğru Başlarken (Publication of Technology in the National Curriculum-Getting It Right)	Teknoloji-tasarım ve bilgi teknolojileri ayrı alanlar olarak belirlenerek müfredatta yer verilmiştir.
2000	Genç Öngörü (Young Foresight)-STEM için Okul-Sanayi İşbirliği	14 yaşındaki öğrencilerin endüstri çalışanları ile birlikte çalışarak ürün ve hizmet oluşturma çalışmalarında bulunmaları sağlanmıştır.
2002	Milli Eğitim Programında Değişiklikler-İngiltere, Galler ve Kuzey İrlanda için	Tüm okullarda liseye kadar fen, matematik, teknoloji ve tasarım dersleri zorunlu hale getirilmiştir.
	Hiç Bir Çocuk Geride Kalmaması Yasası (No Child Left Behind)	Yasa ile birlikte öğrencilerin okulda okuma, fen ve matematik başarılarına yönelik veri toplanmıştır. Çalışmayla birlikte fen bilimlerine gereken önemin verilmediği sonucuna ulaşılmıştır.
2010	Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education for America's Future	K-12 düzeyinde STEM eğitimi ihtiyacı belirtilmiştir.
2013	Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: 5-Year Strategic Plan	K-12 düzeyinde STEM eğitimi ihtiyacı belirtilmiştir.
	Revize edilmiş Ulusal Müfredat	STEM eğitimi çerçevesinde düzenlenen eğitim içeriği müfredatlarda yer bulmaya başlamış ve uygulamaya konulmuştur.

Banks ve Barlex' ten (2014) uyarlanmıştır.

II. Dünya Savaşı sonrası ABD döneminde STEM konularının ön plana çıkmasıyla birlikte ülke ekonomisinin hızla geliştiği görülmektedir. Yeni teknolojik araç-gereçlerin üretildiği ve tüketimin de bu doğrultuda arttığı, yaşam standartlarının yükseldiği görülmektedir (Banks ve Barlex, 2014). Yeni gelişmelerde etkili olduğu gerekçesiyle STEM eğitime olan yönelimin de arttığı görülmektedir.

STEM alanları olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin gerçek yaşamda birbirleriyle ilişkili olarak yer almasına rağmen pek çok ülkenin eğitim-öğretim müfredatında ayrı olarak ele alındığı görülmektedir (Banks ve Barlex, 2014). Barack Obama' nın ulusa sesleniş konuşmasında eğitim sisteminin STEM temelli düzenlenmesine yönelik açıklamasını *"Bu gece, Amerika'daki liselerin yeniden tasarlanması ve mezunlarının yüksek teknoloji bir ekonominin taleplerine cevap verebilecek nitelikte donanımlı bireyler olarak yetiştirilmesi konusunda bir çağrıda bulunuyorum. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına odaklanan, bugünün işverenleri ve gelecekte işveren konumunda olacak bireylerin öğrenim gördükleri sınıflarda yenilik sağlayan ve bu amaçla çeşitli kuruluşlar ile ortaklık yapan okullar ödüllendirilecektir"* şeklinde yapmıştır (White House, 2013). Benzer şekilde pek çok ülke politikasında (Science & Technology Commons Select Committee, 2013, Australian Government, 2013) STEM birleşenlerinin öneminden ve ülke gelişimine etkisinden bahsedilmektedir.

Türkiye' de STEM. ABD ve AB ülkelerinde gelecekte yer alacak mesleki alanların ihtiyaçlarına yönelik öğrencileri hazırlayan, bu anlamda bilgi ve beceri bakımından donanımlı yetiştirmelerini sağlayan STEM ve uygulamalarının eğitimde yer aldığı görülmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Türkiye ile ABD ve AB ülkeleri arasında STEM eğitimi uygulamalarında büyük farkların olduğu görülmektedir. Ülkemizin kendine özgü eğitim anlayışının, öğrenci ihtiyaçlarının ve sosyoekonomik farklarının olması STEM eğitiminin de farklı şekillerde yorumlanmasına sebep olmuştur. Çorlu (2017) STEM eğitiminin ülkemizdeki farklarını aşağıdaki şekilde belirtmiştir:

- STEM alanlarında çalışan işgücüne ihtiyacın olmaması,
- Bilime karşı olumsuz tutumun olmaması,
- Müfredatın bütünsel kuramların uygulanabilirliğine uygun olmaması.

Türkiye' de eğitim sisteminden sorumlu kurum Milli Eğitim Bakanlığı (2016, MEB) STEM Eğitimi Raporu' nda *"Ülkemizin STEM eğitimi için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış doğrudan bir eylem planı bulunmamakla birlikte 2015-2019 Stratejik Planında STEM' in güçlendirilmesine yönelik amaçlar bulunmaktadır"* şeklindeki açıklamasıyla STEM ile ilgili planlamanın olmadığı görülmektedir. MEB müfredatları incelendiğinde STEM eğitiminin yansımaları görülmektedir. Öğretim

programları yetkinlikler bölümünde yabancı dillerde iletişim, matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, sosyal ve vatandaşlık yetkinlikleri, inisiyatif alma ve girişimcilik, kültürel farkındalık ve ifade yetkinliklerinin hedeflenen 21. yy eğitimi ve becerileri ile paralel olduğu görülmektedir.

Matematik Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018a)' nda matematiksel dil kullanımı, matematik okuryazarlığı, üst bilişsel bilgi ve beceriler, sanat, estetik ve araştırma yapma gibi amaçların olduğunu görmekteyiz. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018b)' nda ise kazandırılması ve geliştirilmesi hedeflenen beceriler bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerileridir. Özellikle mühendislik ve tasarım becerilerinin programda yer almasıyla birlikte STEM eğitime yönelik yeniliklerinde programda yer aldığı söylenebilir. Öğretim programında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına yer verilerek bu bağlamda hedeflenen 21. yy yeterliklerinin hedeflendiği görülmektedir. Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları 4. sınıftan itibaren her üniteye olmak üzere yıl içerisinde uygulamaları yer almaktadır. Yıl sonunda ise öğrencilerin meydana getirdikleri ürün ve projelerini bilim şenliği kapsamında sunmaları hedeflenmektedir. Ortaokul seçmeli derslerine bakıldığında ise 7. ve 8. sınıflarda bilişim teknolojileri ve yazılım dersinin olduğu görülmektedir. Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Öğretim Programı (2018c) amaçları incelendiğinde STEM eğitimi amaçlarıyla örtüştüğü görülmektedir:

1. Teknolojik kavram ve sistemleri bilen dijital okuryazar bireyler,
2. Bilişim teknolojilerini etkili olarak kullanma,
3. İnternet tabanlı servisleri kullanma ve araştırma yapabilme,
4. Akıl yürütme, problem çözme ve bilgi-işlemsel düşünme beceri gelişimi,
5. Sosyal beceri gelişimi sağlama ve işbirliğine dayalı çalışabilme,
6. Medya ve iletişim teknolojilerini kullanabilme,
7. Algoritma tasarımına yönelik anlayış geliştirme, sözel ve görsel olarak ifade etme,
8. Programlama dillerini kullanabilme, programlama teknik birikim oluşturma
9. Ürün tasarlama ve uygulamaları yapabilme,

10. Günlük hayatta karşılaşılan sorunların çözümüne ilişkin yenilikçi ve özgün projeler geliştirmelerini,

11. Yaşam boyu öğrenme konusunda bilinç kazanma amaçlanmaktadır.

Bu amaçlar doğrultusunda bilişim teknolojileri ve yazılım dersi çalışmalarının STEM' e yönelik olduğu söylenebilir (MEB, 2016). Ülkemizde gerçekleştirilen bilim fuarları ve ders dışı bilim merkezleri gezileri ile STEM etkinlikleri yapılmaktadır (STEM Akademi, 2013). Özellikle üniversiteler bünyesinde veya bağımsız olarak açılan STEM merkezleri ile öğretmen ve öğrenci eğitiminde destek sağlanmaktadır.

STEM disiplinleri.

Fen. Chamers (1976) fen bilimlerini “gerçek dünyayı anlamlandırma ve açıklamayı sağlayan, fizik, kimya, biyoloji, uzay bilimleri, mühendislik bilimleri, matematik, tıp, zooloji ve çevre bilimleri gibi alanları ve bu alanlar ile ilişkiyi kapsayan ilke, kavram ve kuralları inceleyen bilim dalı” olarak ifade etmektedir. Fen ve uygulamaları doğayı anlamımızı ve bu anlayış doğrultusunda gerçek yaşamda deneyim kazanmamızı sağlamaktadır (Mulvey, 2012).

Nitelikli bir fen eğitimi, fizik, kimya ve biyoloji gibi temel disiplinlerden faydalanarak gerçek dünyayı anlamaya temel oluşturmaktadır. Fen bilimleri hayatımıza yön vermemizde ve gelecekteki yaşamımızda etkili olmaktadır. Bu amaçla öğrencilere verilecek fen eğitiminde bilimsel bilginin öğretilmesi, bilimsel yöntem ve süreçler yer almaktadır. Öğrencilere temel bilgi ve kavramların kazandırılmasında, olgu ve olaylara yönelik akılcı açıklamalarda bulunmalarında, heyecan ve merak duygusunun geliştirilmesi gerekmektedir. Öğrenciler bir olayın meydana geliş sürecinde neden, nasıl oluştuğu ile ilgili düşünsel olarak meşgul edilmeli, nedenleri üzerine düşündürülmeye cesaretlendirilmelidir.

Teknoloji. Teknoloji; bilgi, mekanizma ve yapılara ilişkin sistemleri içermektedir (Banks ve Barlex, 2014). İnsanlığın varoluşundan beri hayatta kalma mücadelesiyle insanlar ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla pek çok teknolojik ürün geliştirmiştir. Günümüz teknolojik materyal üretiminde fen, mühendislik ve matematik alanları beraber kullanılmaktadır. Farklı STEM konularında teknolojik araç-gereçlerin veya teknoloji içerikli etkinliklerin yer almasının önemi vurgulanmaktadır (Plant, 1994):

- Yeni keşifler için yaratıcılığını ortaya çıkarma,

- Teknolojik gelişmelerin sebeplerini sunma ve gerekçelendirmede temel olan bilimsel sebepleri açıklama,
- Teknolojik araç-gereçlerin çalışma prensibinin açıklanmasında teknolojik araç-gereç kullanımı,
- Teknolojik araç-gereç üretiminde kaynak edinimi ve kullanımı.

Nitelikli bir teknoloji eğitimi öğrencilerin fen, matematik, tasarım, mühendislik ve teknoloji ile ilgili bilgilerini ilişkilendirerek dünyayı anlamlandırmada gerekli olan yaratıcılık ve mantıksal düşünmeyi sağlamaktadır (Banks ve Barlex, 2014). Teknoloji eğitimi, bilişim teknolojilerine yönelik bilgi sağlama ve dijital sistemlerin çalışma prensibine yönelik temel bilgiyi kazandırmada etkili olmaktadır. Öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik bilgi edinmeleri, programlama ve teknolojik araç oluşturma konusunda yaratıcılıklarını ortaya çıkarmaktadır. Teknoloji eğitimi ile birlikte öğrencilerin gelecekte yer alacakları iş ortamında gereksinim duyacakları seviyede dijital okuryazar birey olmaları, bilgi ve iletişim teknolojileri yolu ile kendilerini ifade edebilmeleri hedeflenmektedir.

Mühendislik. Mühendislik, karmaşık problemlerin çözümünde ve ürünlerin yapımında gerekli olan temel bilgiyi içermektedir (Kaverman, 2012). Mühendislik alanında ürün oluşturma süreci tasarım, dizayn etme, yaratıcılık, temel matematik ve fen bilgisi kullanımını içermektedir. Zaman yönetimi, para, uygun malzeme kullanımı, etkili yöntem seçimi, ürün elde etme, test etme, düzenleme gibi faktörler mühendislik alanında yer almaktadır (Nguyen, 1998).

Tasarım ve mühendislik sürecinde öğrenciler yaratıcılık becerilerini ve hayal güçlerini kullanarak kendi istekleri veya başkalarının ihtiyaçları doğrultusunda gerçek yaşamla ilgili problemleri belirleyerek çözüme yönelik öneri tasarlamaktadırlar (Stone-MacDonald, Wendell, Douglass, Love ve Hyson, 2015). Öğrenciler çözüme yönelik öneri tasarlarlarken fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve sanat gibi pek çok disiplinle ilişkili bilgilerden faydalanmaktadırlar. Öğrenciler mühendislik sürecinde bilgi ve beceri açısından donanımlı, risk almayı göze alan, girişimci ve yenilikçi birey olmayı öğrenmektedirler. Öğretimde tasarım ve mühendisliğin yer alması geçmişte yer alan ve gelecekte yer alacak olan teknolojik gelişmelere ve tasarımlara yönelik anlayış geliştirmeyi, teknolojinin dünya üzerindeki etkileri hakkında eleştirel bir bakış açısı geliştirmeyi sağlamaktadır (Stone-MacDonald ve diğerleri, 2015).

Matematik. Matematik nicelik, sayı ve uzay arasındaki ilişkileri inceleyen bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Schoenfeld, 1992). Bunun yanı sıra Gilfeather ve del Regato (1999) matematiği “yapısal ve işlemsel ilişkiler arasındaki mantıksal analiz” olarak tanımlamaktadır. Matematik genellikle sayılar ve sayılarla ilgili hesaplamalar olarak düşünülmektedir (Gilfeather ve del Regato, 1999). Oysa ki matematikle birlikte temel varsayımlara dayalı olarak mantıksal argüman üretme amacı güdülmektedir (Lockhart, 2002). Kaplan ve Kaplan (2007) tarafından matematik birçok probleme yönelik çözüm üreten, yaratıcılık ve ilişkilendirme becerisi gerektiren bir disiplin olarak tanımlanmaktadır.

Bryan, Moore, Johanson ve Roehrig (2015) matematik eğitiminin temel amacını “öğrencilerin farklı durumlara yönelik akıl yürütmesi, çıkarımda bulunması ve buna yönelik fikir üretmesi” olarak belirtmektedir. Nitelikli bir matematik eğitimi ile öğrenciler karşılaştıkları farklı durumlar için matematiksel ifadelerden ve becerilerden faydalanmaktadır (Common Core State Standards Initiative [CCSI], 2010). Nitelikli bir matematik eğitimi dünyayı anlamada, matematiksel düşünce ve mantıksal çıkarım yapmada, matematiğin estetik ve öneminin anlaşılmasında, matematiğe yönelik heyecan ve merak duygusunun geliştirilmesinde etkili olmaktadır.

STEM Eğitimi

Mobley (2015) tarafından STEM eğitimi “gerçek yaşamda yer alan problemlerin çözümü için disiplinler arası uygulamaların yapıldığı ve farklı disiplinlere ait bağlantıların oluşturulduğu eğitim-öğretim yaklaşımı” olarak tanımlanmaktadır. STEM eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında bağlantı kurulmasını sağlayan disiplinler arası bir çalışma alanıdır (NGA, 2007a).

STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilimlerini tek bir çatı altında öğretilmesini içeren disiplinler arası bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. STEM eğitimi disiplinler arası çalışma fırsatı oluşturarak öğrencilerin temel becerilerine (problem çözme, eleştirel düşünme, vb.) olumlu katkı sağlamaktadır (Australian Education Council, 2015). STEM eğitimiyle birlikte 21. yy beceri gelişimleri desteklenmektedir (Bybee, 2010; Australian Education Council, 2015; Innovation America Task Force, 2007).

STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilgi ve becerilerini entegre eden öğrenme ve öğretme yaklaşımıdır (Maryland, 2012). STEM eğitimiyle

öğrencilerin araştırma-sorgulama, mantıksal akıl yürütme ve işbirliği halinde çalışma davranışlarının gelişimi hedeflenmektedir. Bu sayede STEM eğitiminin amacı 21. yy iş gücü ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla donanımlı bireyler yetiştirmek olarak ifade edilmektedir (Moore, 2009). STEM eğitimiyle öğrencilerin karmaşık problemlere ve küresel sorunlara çözüm üretmek amacıyla ve gerçek yaşam durumlarını daha iyi hale getirmek üzere çalışmaları hedeflenmektedir (Breiner ve diğerleri, 2012; Sanders, 2009; Wang ve diğerleri, 2011). Bu amaç çerçevesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içeriğinin anlaşılması gerekmektedir. STEM eğitimi fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının birbirine bütünleştirilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bu farklı disiplinler birbirleriyle bütünleşirken kendi kimliklerini de korumaktadır (Traig, 2015).

Fen bilimleri, bilimsel yöntemlerle (hipotez kurma, oluşturulan hipotezi test etme, kuram oluşturma, vb.) bilimsel bilginin gelişimini sağlama ve evrenin en küçük yapı taşından itibaren evrenle ilgili gerçekleri açıklamayı hedeflemektedir (Martin, 2012). Teknoloji araç-gereç, materyal meydana getirmenin yanı sıra bu teknolojik buluşların altında yatan bilimsel bilgiyi de içermektedir (Zuber ve Anderson, 2012). Mühendislik ise problem çözümünde bilimsel ilkeler yoluyla teknoloji gelişimini sağlamayı amaçlamaktadır (Stone-MacDonald ve diğerleri, 2015). Matematik, nicelikler arasındaki ilişkiyi analiz ederek matematiksel bilgi ve beceri gelişimini desteklemektedir (Schoenfeld, 1992). Bu tanımlama hesaplama, istatistik gibi “uygulamalı matematiğe” işaret ederken, “teorik matematik” matematiksel anlayış geliştirme olarak fen, teknoloji ve mühendislik alanlarında karşımıza çıkmaktadır.

STEM eğitimi, fen ya da matematik sınıfı gibi tek bir alanı temel alarak gerçekleşmemektedir (Jonhson, 2011). STEM, disiplinler arası olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak bütünleşir ve diğer alanları da kapsayarak gelişir (Basham, Israel ve Maynard, 2010). Bir STEM etkinliğinde öğrenciler belli başlı disiplinlerine odaklanmak yerine etkinlik kapsamındaki temel kavramlar, kullanılan malzemelerin yapısal özellikleri, etkinlik süresince odaklanılan beceriler, teknolojik araç-gereç ve materyaller, tasarımın altında yatan akademik bilgi gibi unsurlar da uygulama sürecinde yer almaktadır (Basham, Koehler ve Israel, 2011). ABD Ulusal Bilim ve Teknoloji Konseyi (The National Science and Technology Council [NSTC], 2013) tarafından STEM eğitiminin hedefleri belirtilmiştir:

- K-12 düzeyinde STEM öğretmenini hazırlama ve geliştirme, bu amaçla öğretmen iş gücünü desteleme,

- STEM alanları ile ilgili öğrenci ve toplum katılımını artırma ve artışa yönelik devamlılığı sağlama,
- STEM deneyimine sahip olan gençleri STEM kariyer alanlarına teşvik etme,
- STEM alanlarında temsili az olan kadın ve azınlık gruplarının katılımını sağlama,
- STEM iş gücüne sahip kişilerin daha donanımlı olabilmeleri amacıyla lisansüstü eğitimlerine devam etmeleri ve uzmanlaşmalarını sağlama.

STEM eğitimi ve uygulamaları öğretimle ilgili bilgi, beceri ve yeterliklere hitap edecek şekilde gerçekleştirilmektedir. STEM eğitimiyle birlikte bireylerin sahip oldukları yeterlikler Corbett ve diğerleri (2014) tarafından tanımlanarak içerik ve beceriler, uygulamalar, değerlendirme ve kariyer planlama başlıkları altında sınıflandırılmıştır:

İçerik ve beceriler.

- Kazanımlara, standartlara yönelik içerik bilgisine sahip olma.
- STEM eğitiminin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile ilişkili olduğunu anlama.
- STEM eğitiminin bilimsel açıdan zengin bir topluma yönelik görev yapabilecek vatandaş olarak hazırlama amacıyla geliştirilen bir eğitim olduğunun farkına varma.
- Gerçek yaşamda yer alan karmaşık problemlere ve toplumsal sorunlara yönelik problem çözme yollarından faydalanma, eleştirel düşünme, tasarlama ve çözüm üretme becerilerini geliştirme.
- STEM uygulamaları süresince temel alınan araştırma-sorgulama, proje veya problem temelli öğretime yönelik bilgi sahibi olma.
- Tüm öğrencilerin bireysel özelliklerine uygun öğrenme deneyimleri ve uygulamaları tasarlanarak disiplinler arası STEM eğitimi gerçekleştirme.
- Gerçek yaşam durumlarını fen, teknoloji, mühendislik ve matematik modelleriyle temsil etme,

- STEM disiplinlerine ilişkin temel kavram ve ilkeleri kullanarak tarih, dil, sanat gibi farklı disiplinler ile ilişki kurmayı sağlama.
- Teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik çözüm üretmede fen ve matematik alanlarında yer alan temel kavram, ilke ve kurallardan faydalanma.
- Tasarım ve mühendislik sürecinde çeşitli kaynakları (bilgi ve iletişim teknolojileri ve teknolojik araç-gereçler) kullanarak bütünlük eğitimi yer alan problemlere yönelik çözüm üretme.

Uygulamalar.

- Üst düzey düşünme becerilerine ve bütünlük STEM anlayışına uygun olan problemlere yönelik yaratıcı problem çözme etkinlikleri tasarlama.
- Yenilik oluşturma, tasarlama ve zihinsel olarak zorlayıcı eğitim ortamı yaratma.
- Okuma, yazma ve sorgulama stratejilerini öğretime dâhil ederek STEM okuryazarlığını destekleme.
- STEM bilgi ve becerilerini kullanma, aktarma ve uygulama amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanma.
- Tüm öğrencilere hitap etmek amacıyla STEM eğitiminde zenginleştirilmiş ve yaratıcı öğrenme deneyimleri oluşturma.

Değerlendirme.

- Öğrencilerin kavramsal ve işlemsel öğrenmelerini etkili bir şekilde değerlendirebilme amacıyla bireysel/grup olarak biçimlendirici/düzey belirleyici değerlendirmeler için birçok farklı ölçme aracı kullanma.
- Öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olabilmeleri amacıyla öz değerlendirme stratejilerinden faydalanma.
- STEM eğitiminde yer alan disiplinlerin her sınıf düzeyine uygun olarak otantik değerlendirme stratejileri (proje, portfolyo, rubrik, performans ödevleri, grafik, kavram haritaları, vb.) kullanma.

STEM yeterliklerine sahip öğrenciler gerçek yaşamda yer alan karmaşık problemlerin ve küresel sorunların çözümünde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içeriğine uygun ve etkili bir şekilde kullanabilecekleri bilgi ve beceriye sahip bireyler olarak yetişmektedirler (Maryland Raporu, 2012). STEM eğitiminde yer alan birey (Maryland Raporu, 2012);

- Uygun fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilgisini (yazılı veya görsel metin, video, vb.) tanımlama, analiz etme ve sentezleme.
- Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içeriğini açıklamada uygun ve alanlara özgü dil kullanma.
- Farklı türden kaynaklardan elde edilen veriyi (nicel-nitel veri) değerlendirerek ilişkilendirebilme ve kullanma.
- Veri ve kanıtlara dayalı olarak argüman sunma.
- Başkaları ile etkili iletişim kurma ve işbirliğinde bulunma özelliklerine sahip olmaktadır.

STEM eğitiminin her öğrenciyi kapsayacak şekilde erken yaşlarda başlaması, bu alana yönelik bilgi edinimi ve beceri gelişimi açısından önemlidir (Maltese ve Tai, 2010; Nadelson ve diğerleri 2013; NRC, 2007). Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes (2013) ilköğretim ve ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen STEM eğitiminin geleceğin STEM alanındaki bireylerin yetiştirilmesinde etkili olduğunu belirtmektedir. Benzer şekilde Holdren (2013) K-12 düzeyinde STEM eğitime olan gereksinimi belirtmektedir. K-12 düzeyinde STEM ihtiyacına karşılık aranırken geliştirilmesi gereken unsurlar (President's Council of Advisors on Science and Technology ([PCAST], 2010);

- Uluslararası alanda rekabet edebilecek donanımda bireylerin yetiştirilmesi.
- STEM alanlarında temsilleri az olan kadın ve azınlık gruplarının artırılması.
- STEM içeriğine hâkim eğitimcilerin yetiştirilmesi şeklinde belirtilmiştir.

Kariyer planlama. STEM alanlarına yönelik eğitimin planlanmasında hedeflenen kariyer alanlarının önemi vurgulanmaktadır (Illinois' Career Cluster Model, 2009). Ülkenin ekonomik alanda gelişmesi ve verimliliğinin artırılabilmesi için iş

gücünün gelişmesi ve korunması amacıyla STEM alanında eğitime ihtiyaç duyulmaktadır (Lopez, 2012). Anderson ve Kim (2006) değişen dünya düzenine uygun STEM donanımına sahip bireylerin, küresel ölçekte rekabet edebilmede önemli rol oynayacaklarını *“Küresel ekonomide devletlerin birbirleriyle rekabet edebilecekleri bilgi ve beceri ile donanımlı iş gücüne sahip bireylere ihtiyaç vardır. Problem çözebilen, yenilikçi ve mantıksal düşünebilen bireyler bir devlette gerekli olan iş gücünü yönlendiren temel kriterlerdir. Bu becerilerin gelişimi için K-12 düzeyinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yeterliklerinin güçlendirilmesi gerekmektedir”* sözleriyle belirtmektedir (NGA, 2007b, s 1).

Yenilikçi ve rekabet gücü yüksek ekonomi için STEM eğitimiyle birlikte STEM kariyer alanlarına birey yetiştirilmesi, bu amaçla STEM eğitime odaklanması gerekmektedir (Alvarez, Edwards ve Harris, 2010; Breiner ve diğerleri, 2012; Cassata-Widera, Century ve Dae, 2011; Langdon ve diğerleri, 2011; Schachter, 2011). Fen bilimleri ve mühendislik alanlarında çalışan sayısının az olması ve gün geçtikçe iş gücünün artması bu alanlara istihdam edilecek bireylerin yetiştirilmesi ve ekonominin canlandırılması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla uygulanan eğitim içeriği K-12 düzeyinde STEM eğitime teşvik edilmektedir (Barnetta, Vauglin, Strauss ve Cotter, 2011).

Azınlık gruplarının ve kadınların STEM kariyer alanlarında temsillerinin az olduğu görülmektedir (Burns, 2013). Kadınların fen ve matematik alanlarında başarısızlık göstermeleri sebebiyle fen ve matematiğe yönelik olumsuz tutum geliştirdikleri buna paralel bu tür alanlarda kadın çalışanların az olduğu görülmektedir (Friedel, Cortina, Turner ve Midgley, 2007).

Wagner (2008), teknoloji ve mühendislik alanında fen ve matematik bilgisinin önemini vurgulamakta aynı zamanda çalışan bireylerin profesyonellik ve iş etiği, başkaları ile işbirliği içinde çalışabilme, sözlü ve yazılı iletişim araçlarını kullanabilme, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi çeşitli becerilere de sahip olmaları gerektiğini belirtmektedir. Gelecekte küresel düzeyde rekabette var olabilmek için daha fazla öğrencinin STEM alanlarında yetiştirilmesi ve istenen beceriler ile donanımlı olmaları sağlanmalıdır (Wagner, 2008). Gelecekteki STEM alanlarındaki yenilikçi ve profesyonel kişilerin bugün verilecek eğitim şekline bağlı olmakla birlikte, bireylere STEM eğitiminin tanıtılması, öğretilmesi ve uygulanması gerekmektedir (Cotabish ve diğerleri, 2013).

STEM eğitim içeriği.

Fen öğretimi. Harlen (2010) fen eğitiminin ilkelerini açıkladığı çalışmasında üç amaç belirtmektedir:

- Bilimsel fikirlerin ve bilimin toplumdaki rolü ile ilgili düşünceleri anlama.
- Bilimsel veri ve kanıt toplamaya yönelik beceriler edinme.
- Bilimsel tutum geliştirme.

Harlen (2010) fen eğitiminin ilkeleri arasında bilim adamları tarafından üretilen bilimsel bilginin insanlığa hizmet etmek amacıyla teknolojik gelişmelerde kullanılması gerektiğini belirtmektedir. STEM eğitimi içerisinde fen öğretiminin yeri ile ilgili Sir Gareth Roberts (2002), günümüz eğitim sisteminde fen bilimlerinin pek çok öğrenciye hitap etmeyecek şekilde öğretildiğini ve müfredatta ezbere dayalı fen öğretiminin gerçekleştirildiğini belirtmektedir. Bu tür bir öğretim yaklaşımı beraberinde bilimsel olmayan fikirlerin gelişimine neden olmaktadır (Banks ve Barlex, 2014). Wolpert (1992) bu durumu öğrencilerin “bilimin doğal olmayan doğası” ile meşgul edildikleri şeklinde ifade etmektedir. Millar (2012) bu durumu “içinizde bilime katkıda bulunacak biri yok mu?” sözüyle bilimi bilim dışı alanlarla ilişkilendirerek uygulamaların gerçekleştirilmesini vurgulamaktadır.

Teknoloji. İngiltere Genel Eğitim Komitesi Başkanı Puttnam konuşmasında eğitimde teknolojinin gelişimi ile ilgili ifadeler yer verdiği görülmektedir: “*Bir doktor hastasının nabzını ölçebilir, ilaç yazabilir fakat ameliyatı gerçekleştirirken doktor olmasının ötesinde pek çok teknolojik araç-gerece ihtiyaç duymaktadır. Okulda öğretmenler tebeşir veya tahta kalemi ile gerekli, beklenen sonucu gerçekleştirebilirler fakat önümüzdeki yıllarda eğitimin de tıp gibi benzer bir değişim geçireceğini düşünüyorum. Heyecan verici bir durum*” (Open University, 2000, s 20).

Teknoloji; bilişim teknolojileri, bilgi ve iletişim teknolojileri, bilgi işlem, bilgisayar bilimleri, eğitim teknolojileri gibi pek çok kavramı içermektedir. Birçok okulda eğitim-öğretim ortamında teknolojiden farklı şekillerde faydalandığını görmekteyiz. Teknolojik araçlar akıllı tahta, projeksiyon veya elektronik ekranlar ile bir şeyi göstermek amacıyla bir araç olarak veya konu öğretiminde teknolojik gelişmelere yer verilerek öğretim içeriğinde yer almaktadır.

Teknoloji toplum, ekonomi ve diğer pek çok alanda etkili olduğu gibi K-12 eğitiminde de etkili olmakta ve anlamlı ve yenilikçi öğrenmeyi sağlamaktadır (PCAST,

2010). Yenilikçi öğrenme araçları öğrencileri öğretime hazırlama ve teşvik etmede etkili olmaktadır.

ABD Ulusal Eğitim Teknoloji Planı (The National Educational Technology Plan, 2010) ve ABD Ulusal Bilim Kurumu (NSF) Sanal Öğrenme (Cyberlearning, 2008) raporunda K-12 eğitiminde teknoloji entegrasyonunun önemi belirtilmektedir:

- Teknolojik araç-gereçler öğretmenlerin yerini almamaktadır. Teknolojinin amacı öğretmenlerin yerine geçmek değil eğitim-öğretim ortamını geliştirerek öğretmenlere destek sağlamaktır. Doğru faydalanılan teknoloji ile öğretmenler zengin öğretim materyallerine ve eğitim içeriğine erişebilmektedirler. Teknoloji öğrenciler için öğretim ortamını özelleştirerek, ölçme ve değerlendirme araçlarında çeşitliliğini sağlayarak çoklu veri elde edilmesine yardımcı olmaktadır.
- Okulların ve öğrencilerin teknolojiden istenildiği gibi faydalanılmasında altyapı ve kaynak desteği gerekmektedir. Birçok okulda yeterli ve gerekli bilgisayar donanımı, güncel yazılımlar ve bunlara yönelik bütçe bulunmamaktadır (Federal Communications Commission, 2010). Teknolojinin hızla gelişimi ve materyallerinin bütçe gerektirmesi sebebiyle araştırma ve geliştirme (AR-GE) çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Teknoloji temelli çalışmaların etkili olup olmadığına yönelik düzenli olarak değerlendirmeler yapılmalıdır. Eğitim-öğretim müfredatında belirtilen amaçların kazanımında teknoloji kullanımının etkisi belirli aralıklarla gerçekleştirilecek ölçmeler ile değerlendirilmelidir.

STEM eğitiminde teknolojinin kullanımı; görselleştirme, veri toplama, plan yapma ve tasarım gerçekleştirme gibi pek çok alanda kullanım yeri bulmaktadır (Zucker, 2008). Okul kültürü değişmekte ve dijital uygulamaların yoğun olduğu bir içeriğe dönüşmektedir (PCAST, 2008). STEM eğitiminde güncel ve yenilikçi eğitim-öğretim teknolojilerinin öğretim ortamında yer almasına dikkat edilmelidir. STEM eğitiminde yer alan eğitim teknolojileri; bilgi edinimine yönelik geniş kaynak sağlama, eğitim yazılımları, araç-gereç ve materyal, elektronik kitaplar, özel ders, öğrencilere yönelik özel kurs, çevrimiçi gelişim takibi, ölçme ve değerlendirme araç-gereçleri,

simülasyonlar ve bulut bilişimi gibi içerikleri kapsamaktadır. STEM ortamında çeşitli amaçlarla teknolojik materyallerden faydalanılabilmektedir (PCAST, 2008);

Görsel matematik araçları. Görsel gösterimler soyut matematik kavramlarının öğretimini zenginleştiren öğretim materyalleridir. Cebir alanında hesap makinesi ve bilgisayarların kullanımı, grafik yazılımlarının kullanılması bu duruma örnek oluşturmaktadır. Geometri kurallarını keşfetme ve ispatlamada ders kitapları harici etkileşimli geometri yazılımları kullanılabilmektedir. Geogebra ve Scratch programları faydalanılan geometri programlarına örnek olarak verilebilir.

Laboratuvar deneyleri. Deneylerin daha kontrollü, esnek, güvenilir ve tekrarlı gerçekleştirilmesine izin veren interaktif uygulamaları içermektedir. Anında geri bildirim sağlayarak öğrencilerin güvenilir deney tasarımı oluşturmalarında ve veri elde etmeleri konusunda yardımcı olmaktadır.

Sanal deney yazılımları. Gerçek deneyler, maliyet, emniyet, zaman veya ölçmeden kaynaklanabilecek zorluklar nedenleriyle gerçekleştirilmeleri mümkün olmadığında deneyleri simüle etmeye yarayan yazılım programlarıdır. Örnek olarak atom ve molekül yapılarının simüle edilerek görselleştirilmesi sağlanabilmektedir. Programların tasarımına bağlı olarak K-12 düzeyinde faydalanılabilecek içerikler yer almaktadır.

Programlama. Sayısal düşünce gelişimi için basitleştirilmiş bilgisayar dilidir. Bu amaçla oluşturulan “Turtle” programı ilk kez Logo 1967 yılında geliştirilen programlama robotu olarak karşımıza çıkmaktadır. Benzer amaçla geliştirilen “Alice” programı bir nesneye yönelik 3D programlama, animasyon oluşturma ve interaktif oyun hazırlama gibi çeşitlilikleri sağlayan yazılım olarak kullanılmaktadır. Programlama sağlayan Mindstorms robot ürünleri ve bu ürünler ile programlamanın gerçekleştirilmesi öğrencilerin sayısal düşünme becerilerinin gelişimine yardımcı olmaktadır.

Çalışma ağı. Ağa bağlı bilgisayarlar sayesinde öğrenciler, STEM eğitimcileri, uzmanlar ve öğretmenler arasında ulusal ve uluslararası düzeyde STEM uygulamalarının ve projelerin tasarım, planlama ve değerlendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Örneğin, STEM temelli müfredat ile ilgili olarak öğretmenler tarafından yürütülen 130 ülke ve 300,000 okulun katılımı ile birlikte gerçekleştirilen iEARN projesi buna örnek oluşturmaktadır.

Mühendislik eğitimi ve tasarım. Bronowski (1973) mühendislik ve tasarımın önemini “İnsan tekil bir varlıktır. Hayvanlardan farklı olarak insanlara eşsiz bir hediye

sunuldu; bu sayede sadece manzaranın bir figürü değil, manzaranın şekillendiricisi oldu” sözleriyle belirtmektedir. Bronowski (1973)’nin de belirttiği gibi tasarım süreci kişinin isteği doğrultusunda fiziksel dünyaya yönelik değişim yapmasıdır (Simon, 1996). İnsanlar pek çok duruma yönelik tasarımlar gerçekleştirebilirler; sözcükleri ve grafikleri ifade etme, ev ve iş yerindeki herhangi bir nesneye yönelik model oluşturma veya bir organizasyon planı oluşturma gibi. Tasarım iç ve dış mekân tasarımı yapılan mimarlık, moda, grafik ve mühendislik gibi birçok profesyonel alanda yer almaktadır (Banks ve Barlex, 2014). STEM kapsamında tasarım, açık uçlu soruya yönelik olarak bir ürün elde etmede gerçekleşen düşünme süreci olarak tanımlanmaktadır (Dym, 1994; Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok-Naaman, 2004).

Mühendislik tasarımı, tasarım kavramının özelleşmiş alanı olarak karşımıza çıkmaktadır (Stone-MacDonald ve diğerleri, 2015). Mühendislik alanında istenen bir ürünün ortaya konulmasında fen, matematik ve yaratıcılığın kullanılarak ürün ortaya konulması ve geliştirilmesi beklenmektedir (Davis ve Gibbin, 2002; Dym ve Little, 2004). Layton (1993) öğrencilerin tasarım ve mühendislik süreçlerinde bulunarak öğrenmelerinde etkili ve yaratıcı bir şekilde çalışabilme fırsatı elde ettiklerini belirtmektedir.

Mühendislik tanım olarak birden fazla anlamla karşımıza çıkmaktadır. Bunun sebebi mühendisliğin sosyal ve ekonomik anlamda farklı içeriklere sahip olmasıdır (National Academy of Engineering [NAE], 2008). Teknik olarak sektörde mühendislik “üretim yapma”, “inşa etme”, “hizmet etme” ve “sanayi” anlamlarını kapsamaktadır (Harrison, 2012). Mühendisler toplumu ilgilendiren konulara yönelik çözüm üretebilmek amacıyla işbirliği halinde ve koordineli olarak çalışmaktadırlar. Mühendislik tasarımı temel bazı faktörleri içermektedir (Atman, Adams, Mosborg, Cardella, Turns ve Saleem, 2007; Gibson, Scherer ve Gibson, 2007; National Research Council [NRC], 2012; WGBH Educational Foundation, 2011):

Problemi tanımlama. Problemin gözlemlenmesi, soruna yönelik çözüm ihtiyacının belirlenmesi, ölçütlerin tanımlanması.

Olası çözümleri belirlenme. Sorunun çözümüne yönelik bilgi toplama ve fikir üretme

En iyi çözümü seçme ve planlanma. Problemin çözümüne yönelik en iyi çözümü seçme ve analizlerini yapma

Prototip oluşturma ve test etme. Seçilen çözüme yönelik çalışma modeli hazırlama ve sorunun çözümünü test etme

Tasarım geliştirme. Kanıt oluşturma ve alternatif geliştirme. En iyi çözümün geliştirilebilmesi için akran fikirlerinin değerlendirilmesi.

İletişim. Sözlü, yazılı veya çizim, modeller yolu ile problem çözümünü ifade etme.

Mühendislik tasarımı tek bir yolla ve belli adımlarla gerçekleştirilmez. Farklı mühendislik tasarımları farklı süreçlerle meydana gelebilmektedir (Lawson, 1997). Cross (2003)' a göre tek bir mühendislik tasarım süreci olmasa bile süreçlerin ortak yanları bulunmaktadır; belli bir probleme yönelik çözümlerin geliştirilmesi buna yönelik hipotez, olası çözümlere yönelik test etme ve analiz.

Okul programlarında mühendislik, tasarım ve teknoloji kavramlarının beraber kullanıldığı ve içerik olarak birbirine geçtiği görülmektedir (Banks ve Barlex, 2014). Okullardaki temel mühendislik algısına baktığımızda “ekonomik kalkınmayı sağlamak amacıyla geliştirilen pratik ve teknik şeyler” olarak tanımlanmaktadır (Harrison, 2012).

ABD Eğitim Departmanı (Department for Education, 2011) tarafından tasarım ve mühendislik eğitiminin içeriği belirlenmiştir;

- Tasarım ve mühendislik sayesinde gerçek yaşama yönelik ürün geliştirme.
- Fen ve matematik bilgisinin yanında geniş bir bilgi, beceri ve anlayışa sahip olma.
- Geliştirilebilir, değiştirilebilir ve yenilenebilir ürün ortaya koyma.

İngiltere Maliye Bakanı Osborne ülkenin bütçesi ile ilgili konuşmasında ülkenin geleceğinde mühendislik eğitiminin önemini “*lkemizin ilerlemesi ve gelişmesi için “İngiltere’de üretildi” “İngiltere’de Tasarlandı” “İngiltere’de Keşfedildi” sözlerini duymak istiyoruz. İngiltere üreten (maker) kişilerin hareketi ile gelişim gösterecektir. Bunun için aile ve işverenleri destekleyeceğiz*” sözleriyle vurgulamıştır (Osborne, 2011). Ülkenin refahı ve kalkınmasına ilişkin yapılan açıklamada eğitimin STEM temelli yapılandırılmasına yönelik teşviklerde bulunulduğu görülmektedir (Harrison, 2012). Eğitim içeriği olarak tanımlanan mühendislik kimliği aşağıdaki nitelikleri kapsamalıdır.

- STEM’ in yaygın olarak kullanımı, gerçek yaşam ve ğretim içeriği ile ilişkilendirilmesi (National Science Learning Centre, 2008).

- Okullarda yer alan konuların meslek ve iş hayatında yer aldığı şekliyle ilişkilendirilmesi.
- Temel mesleki standartlara yönelik bir meslek edinimi, sürekli mesleki gelişim ve etik davranışların geliştirilmesi (Engineering Council, 2010).
- Mühendislik için yüksek bütçenin ayrılması bu sayede alana yönelik talebin artırılması (Greenwood, Harrison ve Vignoles, 2011).

Matthews (1977) eğitim-öğretim ortamında özellikle motivasyon sağlamanın öğrencilerin gurur duyacakları işi yapmaları, iyi mühendislik eğitimi almaları ve endüstriyel anlamda iyi iş çıkarmalarında etkili olduğunu belirtmektedir. Ülke ekonomisi ileri teknoloji, sürdürülebilir mühendislik, yüksek katma değer ve üretim ile gelişmektedir. Buna yönelik mühendisliğin çeşitli dalları, gaz, su, petrol üretimi, sağlık hizmetleri, gıda üretimi, yakıt, nükleer, tüketim malzemeleri, iletişim ve teknoloji malzemelerinin mühendisliğe bağlı olarak değişmekte ve gelişmektedir. Ülke gelişiminde etkili pek çok alan mühendislik bilgi ve becerisi gerektirdiğinden dolayı bu alanlara istihdam edilecek donanımlı bireylere gereksinim de artmaktadır (The National Committee for 14–19 Engineering Education, 2011). Mesleki eğitimin eğitim-öğretim sürecinde yer alması sürdürülebilir kalkınma için gereksinim duyulan küresel ekonominin kalkınmasını ve sektörel istihdamı karşılamayı amaçlamaktadır (Lopez, 2012). Mühendislik; fen, matematik, teknoloji, tasarım, bilgi işlem ve ticari girişimlere yönelik uygulaması mümkün ve pratik olan bir müfredat sağlamaktadır (Banks ve Barlex, 2014). Mühendislik, öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaştıkları problemlere yönelik çözüm üretmelerini ve gerçek yaşam durumlarını daha iyi hale getirebilecekleri fırsatları sunmaktadır (Moore ve Roehrig, 2013). 14-16 yaş aralığındaki mühendislik eğitimi, eğitim-öğretimin sonraki basamaklarında kullanılabilecek temel mühendislik bilgisinin edinilmesini ve mühendislik becerilerinin geliştirilmesini sağlamaktadır. Fen, teknoloji ve matematik alanları üzerinde kurulu olan mühendislik içeriği STEM için bağlam oluşturmakta ve öğrencilerin teknik problemlere yönelik gerçek bir mühendis ve tekniker gibi çalışmalarına olanak sağlamaktadır. 14-16 yaş aralığı mühendislik becerileri STEM eğitiminde ilerleme, eğitimin üst kademlerinde tasarlama, dizayn etme, üretme ve test etme için önemli fırsatlar sunmaktadır (Harrison, 2011; The National Committee for 14–19 Engineering Education, 2011). 14-16 yaş aralığındaki mühendislik eğitiminin amacına baktığımızda aşağıdaki unsurlar karşımıza çıkmaktadır (Malpas, 2000):

- STEM eğitimiyle teori ve uygulamayı birbiriyle bağdaştırarak, doğrudan uygulama yolu ile okullarda mühendislik ortamı yaratma.
- Problem çözme yolu ile mühendislik alanlarına ve çalışmalarına yönelik ilgiyi artırma.
- Ekonomik ve sosyal anlamda fayda sağlayan mühendisliğe yönelik takdir sağlama.
- Yeni nesil mühendislikten ilham alarak sürdürülebilir mühendislik sağlama.
- Öğrencilerin mühendislik mesleğini anlamaları ve içselleştirmelerine olanak verme.
- Mühendislik alanında istihdam edilecek birey sayısını artırma.

Matematik öğretimi. Matematiğe yönelik olumsuz tutum ve sevmeme gibi davranışların okullardaki matematik dersinin uygulanışından kaynaklanabilmektedir (Lambert, 2014). John-Steiner ve Hersh (2011) insanların matematiğe yönelik olumsuz düşüncelerinin okulda edinildiğini “Matematiği sevmeme doğuştan gelen bir davranış değildir, öğrenciler matematikten nefret etmeyi okulda öğrenirler” sözüyle belirterek bunun sebeplerinin okullarda öğretilen matematik ders içeriği ve matematik öğretmenlerinden kaynaklanabileceğini vurgulamaktadır. Russell (1919) benzer düşüncelerini “*Matematiği seven, zeki ve başarılı olan çocuklar bile cebirin zor ve kurallar içeren bir alan olduğunu düşünür. Genelde aritmetikte öğrenilen kurallar devam ettirilerek, sebeplere yönelik açıklamalar yapılmaz. Öğrenci ise kuralları körü körüne öğrenerek öğretmenin istediği yanıtı bulmaya çalışır. Ancak gerçekleştirilen süreç içsel olarak anlamlandırılmamıştır*” şeklinde ifade etmiştir (Russell, 1919, s 60).

Ülke politikacıları kendi ülkelerinin ve diğer ülkedeki öğrencilerin matematik başarısını değerlendirecek ölçütlere ihtiyaç duymaktadırlar (Banks ve Barlex, 2014). Ekonomi İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (The Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) tarafından Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment, PISA) yoluyla öğrencilerin bilgi ve becerilerini değerlendirme ölçütlerini belirlemiştir. PISA 2000 yılından itibaren üçer yıl aralıklarla 15 yaş gurubu öğrencileri arasından rastgele seçilen bir grup öğrencinin matematik, fen ve okumaya yönelik bilgi ve beceri düzeylerini test etme amacıyla uygulanmaktadır. PISA içeriği okul matematiğinden bağımsız olarak öğrencilerin edindikleri matematiksel bilgi ve becerileri gerçek hayatta karşılaştıkları durumlara

aktarabilme becerilerini kapsamaktadır. Matematikte gösterilen düşük başarıya yönelik İngiltere Ofsted “Ölçüm Yapmak İçin Matematik (Mathematics Made to Measure)” Raporu (2012)’ nda bunun sebebinin müfredat içeriği, öğretmen alan ve pedagojik alan bilgisinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Vordermann, Porkess, Budd, Dunne ve Rahman-Hart (2011) matematikte gösterilen başarısızlığa yönelik açıklamada bu durumun altında toplumda başarısız olmayı kabullenme duygusunun yattığı belirtilmektedir. Matematikte yaşanan olumsuzluklara yönelik Matematik Eğitimi Komitesi (Advisory Committee on Mathematics Education [ACME], 2011) olumlu önerilerde bulunarak matematik eğitimini düzenlemeye yönelik strateji oluşturmuştur. Komite tarafından sunulan raporda “test çözmeye yönelik” öğretim şekli eleştirilmekte ve bunun yerine kavramsal öğretimin temel alındığı eğitim içeriği önerilmektedir. Raporda aynı zamanda öğrencilerin matematiksel ihtiyaçlarına yönelik bir modelin hazırlanması vurgulanmaktadır. Model, temel matematiksel bilgi ve becerilerin belirlenmesi ve bunların uygulamalarda nasıl kullanılabileceğine dair önerileri kapsamaktadır. Fikirlerin içerik ve uygulamalar doğrultusunda geliştirilmesi, öğrencilerin hem müfredat içeriği kazanmaları, derinlemesine anlayış geliştirmeleri ve entelektüel memnuniyet açısından gelişimlerini sağlamaktadır (Banks ve Barlex, 2014).

STEM etkinliği. STEM eğitimi farklı yaş düzeylerine hitap edecek şekilde hazırlanmış ve uygulamada esneklik bulunan etkinlikleri içermektedir. Bununla birlikte program içeriğinin aşağıdaki unsurları kapsamı beklenmektedir (Australian Education Council, 2015);

- Eğlenceli, uygulamaya yönelik, proje içerikli ve ilgi çekici etkinlikler
- Üretim ve sonuca yönelik proje ve deneyler,
- Planlı ve programlı ilerlemede; deneme, deneme-yanılma, düzenleme, tekrar deneme gibi imkânlar,
- Başlanan bir işin devamının ve sonuçlanmasının sağlanması, bu sayede yapma ve başarıma duygusunun yaşatılması,
- Öğrencilerin çalışmalarını gerçekleştirebilmeleri için gerekli olanakların (malzeme, materyal vs.) sağlanması.

STEM etkinliği konu ve kapsam olarak geniş bir uygulama içeriği sunmaktadır. Fen ve matematik; antropoloji, fizik, kimya, biyoloji, elektrik-elektronik (teorik), biyokimya, biyofizik, coğrafya, jeoloji, evre bilimleri, tarım gibi çeşitli disiplinleri içermektedir. Teknoloji ve mühendislik; tasarım ve teknoloji, elektronik (tasarım ve kullanım), mühendislik (tüm alanlar), gıda teknolojileri, grafik ürünleri, bilgi ve iletişim teknolojileri, bilgi işlem, tekstil teknolojileri, dayanıklı malzeme üretimi gibi ierileri kapsamaktadır. STEM eğitimde amaç ğrencilerin STEM' e yönelik temel bilgi ve beceri edinmelerini ve zorlu STEM konularına yönelik cesaretlendirmelerini sağlamaktır (Australian Education Council, 2015).

STEM ortamı. STEM eğitiminde yer alan birey problem çözebilen, mantıklı dşnebiyen ve kendi öğrenme sürecinden sorumlu kişidir (Morrison, 2006). STEM eğitiminin STEM içeriğini destekleyen eğitim-ğretim materyalleri içermesi, performansa yönelik biçimlendirici ve genel değerlendirme yapması, sorgulama ve yaratıcılığı teşvik etmesi gerekmektedir (Gooderham, 2015). K-12 STEM sınıfları öğrencilerin aktif olduğu, gerekli teknolojik donanıma sahip öğrenme stillerini destekleyen ortama sahiptirler. Banks ve Barlex (2014) STEM eğitim ortamını üç bileşen altında açıklamaktadır:

- Fiziksel ortam
- Öğrenci ortamı
- Öğretmen ortamı

Fiziksel ortam. Ortamın düzeni, ğretmen-ğrenci, ğrenci-ğrenci iletişiminin kurulması fiziksel ortamın düzeninden kaynaklanmaktadır. Fiziksel ortam aynı zamanda “ğrenci ortamı” olarak tanımladığımız bileşeni de doğrudan etkilemektedir.

Kullanılacak araç-gereçlerin yerleştirilmesi, kontrol edilmesi, erişimi, istenilen ğrenci davranışının gerçekleştirilmesinde etkilidir. Sınıfın fiziksel ortamının öğrencilerin çalışabilmesine uygun şekilde dizayn edilmesi öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olmalarını doğrudan etkilemektedir. Etkili bir fiziksel ğretim ortamının oluşturulması güvenlik, sınıf yönetimi, kaynak kullanımı ve davranış yönetimi ile yakından ilişkilidir (Banks ve Barlex, 2014).

Öğrenmeyi destekleyici öğelerin fiziksel ortamda yer alması sadece dekorasyon amacıyla göze hoş gelmesinden öte ğretim ortamını destekleyici nitelikte olması gerekmektedir. Yaratıcı fiziksel öğelerin kullanımı sınıf içinde sınırlı kalmayarak okul

koridoru ve panoları, bahçesi ve duvarları da kullanılarak öğrencilerin okul ile iletişim kurmaları sağlanmaktadır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematikle ilgili pek çok görsel ve fiziksel araç amaç doğrultusunda faydalanılarak sınıf içi/dışı ortamlarda yer verilebilir. 21. yy eğitiminde sınıf özellikleri Rankin (2007) tarafından şu şekilde belirtilmiştir;

- Sınıf sunumları ve materyaller dinamik haldedir ve öğrenciler ile birlikte değiştirilip geliştirilebilir.
- Sınıf etkinliğinde katılımcı olarak öğrenciler aktif olurken, öğretmenler rehber roledir.
- Sınıf etkinliği bilgiyi kullanma, keşfetme, uygulama, değerlendirme ve sentezlemeyi içermektedir.
- Sınıf dışı ortamlarda öğretmen-öğrenci etkileşimi çevrimiçi tartışma ortamları, e-posta ve sosyal ağlar ile devam edici şekilde planlanmaktadır.
- Öğretmen disiplinler arası çalışmalara yönelik cesaret edici ve teşvik edici bir tutum içindedir.

Öğrenci ortamı. “Öğrenciler nasıl öğrenir?” sorusuna baktığımızda oldukça basit olarak görülen bu soruya yönelik pek çok cevap verilmektedir; “Herkes farklı şekilde öğrenir”, “Kim olduğuna göre değişir”, “İhtiyaçlar doğrultusunda öğretim de değişir”, “Kendisi gerçekleştirir” gibi pek çok kesin olmayan cevap verilmektedir. Pek çok eğitimci bilgi ve öğrenme ile ilgili kuramları bilmekte ve öğrenmekte fakat uygulamalarını kendi deneyimleriyle özümseyerek gerçekleştirmektedir (Banks ve Barlex, 2014).

Öğrencilerin nasıl öğrendiklerine yönelik araştırmacılar tarafından sunulan pek çok paradigmlar (*davranışçı, bilişsel ve yapılandırmacı*) sunulmuştur (Carbonell, 2004). “Öğrenme kuramlarından hangisi STEM sınıflarında yer almaktadır?” sorusuna cevap olarak STEM öğretiminde ne yapıldı ve ne beklenildiği önemlidir. Örneğin, bazı pratik becerilerin kazandırılması istendiğinde “davranışçı”, öğrencinin kendisinin sorumlu olarak problem çözme süreci sonucunda bilgi edinmesi isteniyorsa “bilişsel” paradigma ağırlıklı olmaktadır (Banks ve Barlex, 2014). Öğretim yöntemine yönelik uygulama belirlemek yerine, amaca ve uygulamaya yönelik öğretim yöntemi

belirlenmelidir. Öğretmenlerin kendi deneyimlerinden yola çıkarak öğretim yöntemini şekillendirdikleri ve “kişisel teoriler” oluşturdıkları görülmektedir.

STEM uygulamalarının pek çok amacı desteklemeye yönelik avantajları olduğu görülmektedir (Specialist Schools and Academies Trust [SSAT]), 2009):

- STEM eğlenceli ve motive edicidir; özellikle öğrencilerin fen ve matematik alanlarında öğrendiklerini farklı disiplinlerle ilişkilendirmeyi sağlar.
- İşbirliğine dayalı olduğundan kişisel öğrenme ve düşünme becerilerini geliştirir.
- Konuya ilişkin öğrenme alanı farklı disiplinlerde yer alan konular ile ilişkilendirilir.
- STEM projeleri farklı disiplinlerde yer alan öğretmenlerin işbirliği halinde çalışmalarına fırsat sunar.
- STEM çalışmaları üstün zekâlı ve yetenekli çocuklara farklı çalışma fırsatları sağlar.
- Farklı ve zengin STEM çalışma ortamı sayesinde sunulan fırsatlar başarıyı olumlu etkiler.

Zenginleştirilmiş ve öğretimi destekleyen bir öğretim ortamının öğrenmeyi olumlu etkilediği görülmektedir. Fiziksel ortamda yer alan öğeler görsel ve uzamsal zekânın gelişiminde ve görsel zekâyâ sahip olan öğrencilerin öğrenmesinde etkili olmaktadır. Smith ve Call (1999) tarafından öğrencilerin etkili çalışmalarına yardımcı olacak öğretim ortamı için öneriler sunulmaktadır:

- Öğrenme bilişsel meydan okuma ve zorlu görevler içerir.
- Tartışma ortamının yaratılması ve düşüncelerin paylaşımı öğretimde etkilidir.
- Öğrenme bir süreç olarak kişisel strateji ve hedefler gerektirir.
- Öğretimde yer alan etkinlikler deneyimlerle geliştirilen bir esneklik içermektedir.

Öğretmen ortamı. Öğretmen ortamı, okulun ihtiyaçlarını gidermeye yönelik verilen hizmet, öğretim ortamı için sağlanan olanaklar, okul yönetiminin STEM etkinliklerini destekleme durumu gibi unsurları kapsamaktadır (Brighthouse, 1991). Doğru ve uygun fiziksel ortamın oluşturulması ve eğitimcilerin gerekli mesleki

ihtiyaçlarının giderilmesi öğrencilere verilecek eğitimin niteliğini etkilemektedir. Başarılı bir STEM eğitiminde içerik ve kapsam bilgisi gelişmiş olan, gl ve destekleyici eğitim ortamı sunan ğretmen ve yöneticilerin işbirliği halinde çalışmalarda bulunmaları etkilidir (Honey, 2014; Moore ve Smith, 2014; Morrison, Raab ve Ingram, 2008; Nadelson ve diğerleri, 2013; PCAST, 2010). Brighthouse (1991) ğretmenlerin etkili ve verimli bir şekilde çalışabilmeleri için aşağıdaki unsurları içeren bir mesleki ortam ermektedir.

Sorumluluk. Yapılması gereken işlerin ve işlerin nasıl yapılacağının belirlenmesi, STEM etkinliklerinin program dhilinde uygulanması ve sürdürülebilirliğinde öğretmenlerin sorumluluk sahibi olmaları önemlidir. Öğretmenlerin sahip oldukları sorumlulukları içselleştirmeleri gerekmektedir. Öğretmenlerin birbirleriyle takım halinde çalışmaları, yeni ğretim tekniklerini birbirleriyle paylaşmaları bilgi ve beceri gelişimine yardımcı olmaktadır.

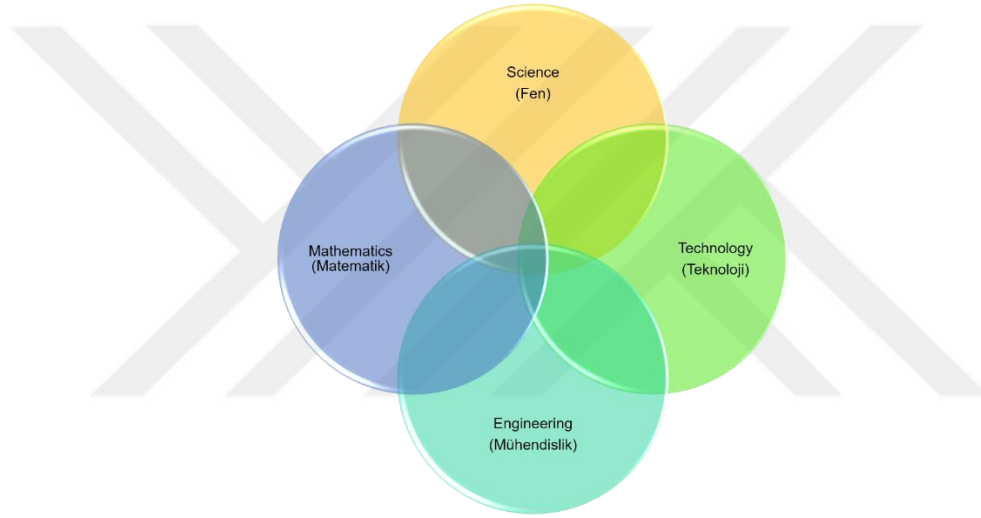
Değişime geçilebilmesine olanak sağlayan durumlar. Sorumluluğunun bilincinde olan öğretmenlerin etkili olabilmesi için okul yönetiminin istenilen değişiklerin yapılabilmesi amacıyla ğretmeni desteklemek üzere gerekli ortam ve koşulları sağlaması gerekmektedir. STEM her öğrencinin aktif olarak yapması gereken etkinlikleri içermekte bu doğrultuda etkinliklerin uygulanabilmesi için yeterli kaynak, materyal ve araç-grecin okul tarafından sağlanması gerekmektedir. Koordineli ve işbirliğine dayalı bir okul ortamı STEM alanındaki gelişmelerden haberdar olmasında ve çalışmaların gerçekleştirebilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir. STEM uygulamalarında sadece okul personelinin etkili çalışması yeterli olmayabilir. Kaynak ve eğitim desteği için farklı kuruluşlardan ve ailelerden sağlanacak yardımlar da gerekli olabilmektedir.

Yeni deneyimler. Öğretmenlerin farklılaşan ve gelişen ğretim yöntem ve tekniklere, teknolojiye ve öğretimde kullanılan araç-gereçlere karşı güncel kalabilmeleri amacıyla yeni deneyimlerde bulunmaları gerekmektedir. Yeni deneyimler ve fikirler okul ğretmenlerinin mesleki gelişimleriyle de ilişkilidir. Okul tarafından belli bir prosedür ve resmiyet çerçevesinde sağlanacak mesleki gelişim programı öğretmenlerin yeni deneyimler kazanmalarına fırsatlar sunmaktadır.

Saygı. Öğretmenlerin STEM eğitimini işbirliği halinde gerçekleştirme ve iyileştirme süreçlerinde birbirleri, okul yönetimi ve öğrenciler ile saygı çerçevesinde çalışmaları ve sağlıklı bir mesleki ortam oluşturmaları öğretimin kalitesi açısından

önem arz etmektedir. Yeni fikirlerin ortaya çıkışında öğretmen ve öğrenci tartışma ortamlarının belli bir kural ve saygı içerisinde gerçekleşmesi gerekmektedir.

Bütünleşik STEM eğitimi. STEM eğitimi iş yaşamında gerek duyulan iş gücünün karşılanmasında öğrencilerin bilgi, beceri ve ihtiyaçlarını karşılayan bütüncül bir yaklaşımdır (Bybee, 2011). Bütünleşik STEM öğrencilerin ilgileri doğrultusunda, temel alınan bir disipline ait özel bilgi ve becerilerin en az bir diğer STEM disiplini ile bütünleştirilmesini ifade eder (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Bu doğrultuda gerçekleştirilen bütünleşik STEM eğitimde, öğrencilerin ilgi, merak ve deneyimleri gözetilir. Disiplinler arası uygulamalar gerçekleştirilirken her disipline ait özel bilgi ve becerilere yer verilir (Çorlu, 2017).



Şekil 2. Bütünleşik STEM eğitimi.

Bütünleşik STEM fizik, kimya, biyoloji ve matematik gibi temel bilimlere ait akademik bilgilerin teknoloji ve mühendislik uygulamaları ile ilişkilendirilmesine fırsat sağlamaktadır. Bu sayede salt bilginin ötesinde edinilen bilginin uygulama yoluyla kullanımı mümkün olmaktadır. Bilginin mühendislik uygulamaları ile kullanılmasıyla öğrencilerin “bu öğrendiğim gerçek hayatta benim ne işime yarayacak?” sözüne cevap bulmalarını sağlayacaktır. Bütünleşik STEM eğitimi ile birlikte temel bilimlerde yer alan bilgi ve becerilerin uygulamalar yoluyla kullanımı sağlanmaktadır. Okul derslerinde öğrencilere bilmelere gereken bilgilerin neler olduğunun bu bilgilerin ne işe yaradığı öğretilirken öğrencilerin uygulamalarla baş başa kaldıklarında bu bilgi ve becerileri etkili bir şekilde kullanamadıkları görülmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin edindikleri akademik bilgilerini uygulamalar yoluyla kullanmaları önem kazanmaktadır.

STEM eğitiminde mühendislik tasarımı yaklaşımı. Mühendislik yaklaşımı, karmaşık ve yarı yapılandırılmış (semi-structured) gerçek yaşam problemlere çözüm üretme olarak tanımlanmaktadır (Çallı, 2017).

Mühendislik tasarımında, karmaşık problemlerin fen ve matematik kavramları aynı zamanda teknoloji kullanılarak sistematik yollarla çözüm üretilmesi yer almaktadır. Süreç belirli adımlar içerse de problem çözümü yaratıcılık içermektedir. Mühendislik tasarımı toplumsal ve gerçekçi problemlere yer verdiğiinden dolayı öğrencilerin fen, matematik ve teknolojiyle ilgili derinlemesine anlayış geliştirmelerine aynı zamanda ilgi ve motivasyon sağlamada etkili olmaktadır (Morgan, Moon ve Barroso, 2013).

Tasarım süreci bir sorunun çözüme kavuşması için takip edilen sistematik bir yaklaşımdır. Bu süreç problem çözümünde çeşitlilik sağlasa da temel olan 7 adımdan oluşmaktadır (Morgan, Moon ve Barroso, 2013):

Problem ve sınırlılıkların belirlenmesi. Tasarım çalışmasının amacı açık ve net bir şekilde tanımlanır. Çözüm sürecinin gerçekleştirileceğin problemin tanımlanması ile gerçekleştirilecek çalışmanın amaç ve hedefleri belirlenir. Bu planlamada zaman, sarf malzemeler ve estetik gibi kriterlerin göz önünde bulundurularak çalışmanın sınırlılıklarının belirlenmesi gerekmektedir.

Araştırma. Uygun malzeme ve kaynak seçimi için araştırma yapılır. Bu aşamada ihtiyaçların belirlenmesi ve bu ihtiyaçlar doğrultusunda bilgi ve kaynak araştırmasının yapılması gerekmektedir. Para, dayanıklılık ve süreklilik ihtiyaç duyulan malzeme ve kaynak seçiminde etkili olan unsurlardır.

Fikir üretme. Tasarım sürecinde problem çözümüne yönelik farklı görüş ve fikirler ortaya konulmaktadır. Bu süreçte yaratıcı ve özgün düşüncelerin ortaya konulması amacıyla beyin fırtınası kullanılmaktadır. Grupça gerçekleştirilen beyin fırtınası düşüncelerin geliştirilmesini ve hataların en azı indirgenmesini sağlar. Ekip üyelerinin görüşlerini paylaşmaları ile yenilikçi ve yaratıcı çözüm önerileri oluşturulur.

Fikirlerin analiz edilmesi. Oluşturulan ve ortaya konulan fikirlerin problemin çözümüne uygunluğunun değerlendirilmesi ve en uygun çözümün seçilmesi gereklidir. Bu amaçla fen, matematik ve teknoloji bilgisinin kullanımı gerekmektedir. Üretilen fikirler ürün performans ve etkililiği açısından tahmin ve analizler yoluyla değerlendirilir. Alternatif fikir ve çözümler de değerlendirilerek iyileştirme ve geliştirme sağlanabilir. En

iyi ve etkili çözümün belirlenmesinde öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri ön plana çıkmaktadır.

Çözümün yapılandırılması. Fen, matematik ve teknoloji bilgisinin entegre edilerek en iyi çözümün ortaya konulmasıyla birlikte çalışma modeli ya da prototip meydana getirilir. Bu süreçte malzeme, tedarik ve yapılandırma süreçleri tamamlanır. Ortaya konulan her zaman fiziksel olmayabilir. Ortaya konulan ürünün değerlendirilmesi ve test edilmesi sürecinde çözümün yapılandırılması devam etmektedir.

Çözümün test edilmesi ve düzeltilmesi. Prototip farklı koşullarda deneysel olarak test edilmesi ve değerlendirilmesi gerçekleştirilir. Ortaya konulan ürünün probleme yönelik çözümünün etkililiğinin değerlendirilmesi ve gerek durumlarda düzeltilmesi gerekmektedir.

İletişim kurma ve yansıtma. Mühendislik tasarımında etkili iletişim gerekmektedir. Bu iletişim kişilerarası, sözlü, görsel ve yazılı şekillerde olabilmektedir. Ortaya konulan ürünün çizim, diyagram, grafik veya fiziksel bir ürün ise ayrıntılı olarak tanıtılması gerekmektedir.

Mühendislik tasarımı odaklı STEM eğitimi ile birlikte öğrenciler bir problemin çözümün çözümünde tek bir disiplinin ve akademik bilginin yeterli olmadığına farkına varmaları sağlanır. Bu sayede gerçekçi ve karmaşık problemlerin mühendislik tasarımı odaklı çözümlerinde fen ve matematik bilgisinin, teknolojinin kullanımının önemi kavranır.

STEM Becerileri

Bu çalışmada, STEM eğitimi kapsamında P21 (2011) tarafından tanımlanan 21. yy becerileri ve Türkiye’deki fen bilimleri, matematik, teknoloji ve tasarım dersi müfredat programlarında kazandırılması hedeflenen beceriler incelenmiş ve bu doğrultuda STEM becerileri tanımlanmıştır.

21. yy becerileri. Endüstri, sanayi ve ekonomi odaklı mesleki alanlarda çalışan ihtiyacını karşılamak amacıyla eğitim programlarında düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır (Bingimlas, 2009; Hudson, 2001). Eğitim-öğretim programlarındaki düzenlemeler doğrultusunda 21. yy ihtiyaçlarına cevap verebilen bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla disiplinler arası eğitim uygulamaları 21. yy

becerilerinin gelişimi için geleneksel eğitime alternatif olarak sunulmaktadır (Orpwood, Schmidt ve Jun, 2012; Davies ve Ryan, 2011).

Disiplinler arası eğitim yaklaşımı olarak öne sürülen STEM eğitiminin amaçlarından biri bireylerin 21. yy beceri gelişimlerini sağlamaktır (Trust ve Maloy, 2017; Sheffield ve diğerleri, 2017; Eguchi, 2016). Bu beceriler NAS (2014) tarafından “anlamlı ve derin bir anlayış geliştirmeyi sağlayan ve disiplinler arası bilgi transferini gerçekleştiren beceriler” olarak tanımlanmaktadır. 21. yy eğitim-öğretim ortamının önemi Cookson (2009) tarafından “*nitelikli ve kaliteli bir eğitimin gerçekleştirilmesinde küresel rekabetçi ortamın, sınıfların ve okulların 21. yy becerilerine yönelik olarak yapılandırılması, bilgi ve becerilerin bütünleştirilerek eğitimciler tarafından uygulanması gerekmektedir* (s.11)” şeklinde ifade edilmiştir.

Dünyamız teknoloji ve bilgi açısından hızla değişmekte ve öğrencilerin gelişen, rekabetçi dünyada yer alabilmeleri için ihtiyaç duyacakları becerileri geliştirmeleri gerekmektedir (Darling-Hammond, 2010; Friedman 2007; Wagner, 2008). Değişen dünyaya uyum sağlama ve ekonomik açıdan rekabet edebilme için K-12 düzeyinde verilen eğitim önem kazanmaktadır. Moore (2008) 21. yy’ da değişen eğitim anlayışı ile birlikte öğrencilere kazandırılması hedeflenen becerilerin de değişmesi gerektiğini belirtmektedir. Öğrencilerin küresel bir ekonomide rekabet edebilmelerini hedeflerken K-12 düzeyindeki eğitim ve becerilerinin de bu hedefe uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir (Darling-Hammond 2010; Friedman, 2007; Wagner, 2008). Bu amaçla müfredat, içerik ve değerlendirmelerinin öğrenci beceri ve ihtiyaçlarına uygun hale getirilmesi ve 21. yy becerilerine odaklanması gerekmektedir (Friedman 2007).

Jukes ve Macdonald (2007) 21. yy becerilerinin öğretmenler tarafından anlamlandırılması ve öğrencilere etkili bir öğretim şekliyle kazandırılması gerektiğini belirtmektedir. Etkili bir 21. yy eğitiminde okuma, konuşma, yazma gibi temel becerilerin yanı sıra sosyal, akademik ve mühendislik becerilerinin kazandırılması hedeflenmektedir (Jukes ve Macdonald, 2007).

Partnership for 21st Century Skills (2011) tarafından belirlenen 21. yy temel alan ve becerileri belirlenmiştir:

Temel konular & 21. yy temaları: 21. yy eğitiminde temel konular; okuma, fen, matematik, dil, tarih, ekonomi gibi alanları içermektedir. Bu temel alanların birbirleriyle ilişkilendirilerek akademik anlamda daha karmaşık küresel farkındalık, finans,

ekonomi, çevre ve sağlık gibi toplumsal problemlerin çözümü için bilginin aktarılması olarak yer almaktadır.

Öğrenme ve inovasyon becerileri: Öğrenme ve inovasyon becerileri ile okul ve okul dışı deneyimler sayesinde öğrencilerin etkili bir öğretim sürecinde bulunmaları amaçlanmaktadır. Öğrencilere bilgiyi kazandırmanın yanı sıra değişen dünyada öğrencilerin kendilerini geliştirme ve yenilik ortaya koymada farkındalık edinmeleri sağlanmaktadır.

Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerisi: Eleştirel düşünme becerisi, iddia, kanıt ve delilleri etkili bir şekilde analiz etme ve değerlendirmeyi içermektedir. 21. yy eğitimiyle öğrencilerin sıradan ve alışlagelmiş olmayan durumları, karmaşık gerçek yaşam problemlerini etkili bir şekilde çözmeleri amaçlanmaktadır. Öğrencilerin etkili yöntemlerle problem çözebilmelerinde problem çözme becerileri önem kazanmaktadır.

İletişim: Öğrencilerin işbirliği halinde çalışmalarında veya çeşitli bağlamlarda düşüncelerini ve fikirlerini ifade edebilmelerinde sözlü, yazılı ve görsel iletişim araçlarını etkili bir şekilde kullanabilecekleri iletişim becerileri ön plana çıkmaktadır.

İşbirliği: Öğrencilerin eğitim süreçlerinde birbirleri veya öğretmenleri ile eğitim hayatları dışında ve iş ortamlarında farklı ekiplerle saygın bir şekilde çalışabilmesi gerekmektedir. İşbirliğine dayalı eğitim uygulamaları ile öğrencilerin iletişim ve işbirliğinde bulunmaları sağlanmaktadır.

Yaratıcılık ve İnovasyon: Yeni ve faydalı fikirler oluşturmak için geniş bir fikir üretme becerisidir.

Bilgi, medya ve teknoloji becerileri: 21. yy eğitimiyle bireylerin bilgi, medya ve teknoloji becerileri kapsamında (i) bilgi kaynaklarına erişebilir olma, (ii) teknoloji araç-gereçlerindeki değişimlere uyum sağlama, (iii) bireysel ve işbirliği halinde çalışmalarda bulunarak gelişmelere katkıda bulunma beklenmektedir.

Bilgi okuryazarlığı: Öğrencilerin bilgiye erişme, kullanma ve eleştirel bir yaklaşımla değerlendirme becerisidir. Aynı zamanda çeşitli bilgi kaynaklarından edinilen bilginin yönetilmesini içermektedir.

Medya okuryazarlığı: Medya mesajlarının nasıl ve neden oluştuğunu anlama ve medya oluşturma araçlarını tanıyarak yeni medya içeriği oluşturabilme becerisidir.

BİT (Bilgi, İletişim ve Teknoloji) okuryazarlığı: Bilgiyi araştırma, organize etme, değerlendirme ve iletme aracı olarak teknolojik araç kullanma becerisidir.

Yaşam ve kariyer becerileri: Küresel rekabetin olduğu günümüz dünyasında STEM meslek alanlarında yaşam ve kariyer becerisi anlamında nitelikli bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda öğrencilerin STEM meslek alanlarına yönlendirilmeleri, STEM disiplinlerinde bilgi ve beceri ile donanımlı olmaları için yaşam ve kariyer becerilerinin K-12 seviyesinde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu beceriler iş ortamında uyumlu olma, farklı ekiplerle işbirliği halinde çalışma, akademik ve sosyal beceriler konusunda donanımlı olma, vb. özelliklerini kapsamaktadır.

Sosyal ve kültürlerarası beceriler: Öğrencilerin gerçek yaşamda ve gelecekte çalışma ortamında yer edinebilmeleri için içerik bilgisi, sosyal ve duygusal yeterliklere sahip olmaları gerekmektedir. Bu beceriler farklı bağlam ve ortamlara uyum sağlama, farklı kültürle (dil, ırk, vb.) çalışabilmede uyum sağlama, farklı görüşleri anlama ve anlayış içerisinde çalışabilme gibi becerileri içermektedir.

K-(4-8) becerileri. MEB (2018) tarafından öğretim programlarında öğretim içeriği ve becerilerde düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada STEM disiplinleri kapsamında güncellenen öğretim programları arasından fen bilimleri, matematik, teknoloji ve tasarım dersi öğretim programlarına yer verilerek kısaca özetlenmiştir. STEM eğitimi kapsamında öğretim programları değerlendirilerek odaklanılan becerilere yer verilmiştir. Bu sayede ülkemizde 21. yy eğitim politikaları ile odaklanılan STEM becerileri ortaya konulmuştur.

Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı (2013)' nda kazandırılması hedeflenen temel beceriler; problem çözme, matematiksel süreç becerileri (iletişim, akıl yürütme, ilişkilendirme), duyuşsal beceriler, psikomotor beceriler, bilgi ve iletişim teknolojileri olarak belirtilmiştir. Güncellenen Matematik Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018a)' nda ise matematiksel beceriler matematiksel yetkinlikler olarak yer almış ve matematiksel düşünme (mantıksal ve uzamsal düşünme) ve sunmanın (formüller, modeller, kurgular, grafikler ve tablolar) önemi vurgulanmıştır.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018b)' nda alana özgü beceriler; bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerileri olarak sınıflandırılmıştır. Bilimsel süreç becerileri; gözlem yapma, sınıflama, verileri

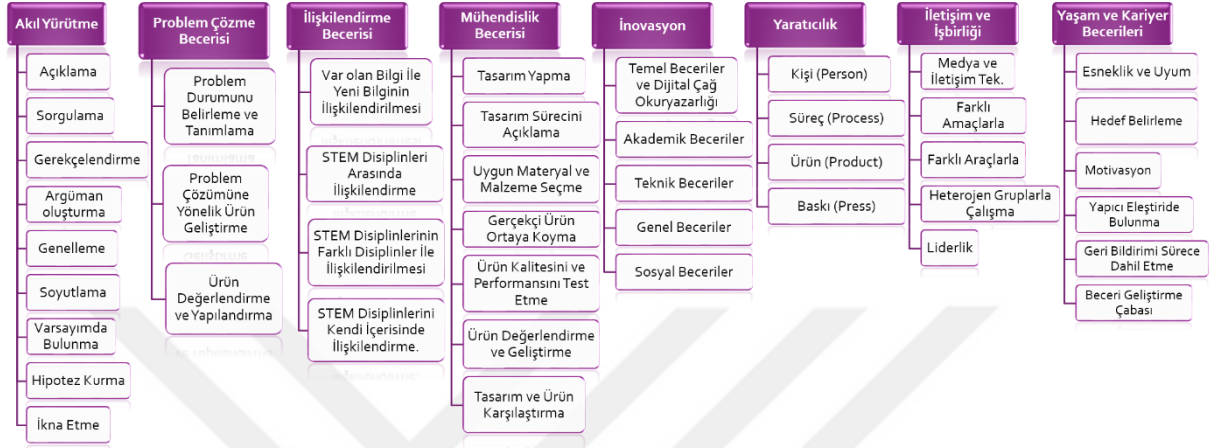
kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluřturma, deęiřkenleri deęiřtirme ve kontrol etme, deney yapma becerileri olarak yer almıřtır. Yařam becerileri ise bilimsel bilgiye ulařılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına iliřkin analitik dūřınme, karar verme, yaratıcılık, giriřimcilik, iletiřim ve takım çalıřması becerilerini kapsamaktadır. *Programda yer alan mūhendislik ve tasarım becerileri fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mūhendislik ile būtūnleřtirmeyi saęlayarak, problemlere disiplinler arası bakıř açısıyla, öğrencileri buluř ve inovasyon yapabilme seviyesine ulařtırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanmaları ve bu doęrultuda ūrūn oluřturmaları konusunda strateji geliřtirmeleri olarak ifade edilmiřtir* (MEB, 2018b, s. 10).

7 ve 8. Sınıf Teknoloji ve Tasarım Dersi ğretim Programı (MEB, 2018c) hedefleri arasında *bireylerin çevresindeki nesne, olay ve olguları analitik bir bakıř açısıyla gözlemleyip yorumlayabilen, problemleri tanımlayıp yaratıcı ve zgūn alternatif öneriler geliřtirebilen ve bu öneriler arasında deęerlendirme yapmak suretiyle en uygununa karar verebilen bireylerin yetiřtirilmesi hedeflenmektedir* (s. 9). Aynı zamanda bireylerin gözlemleyen, inceleyen, çevresine duyarlı, insan hayatını etkileyen problemler karřısında kendisini sorumlu hisseden, analitik dūřūnce sistematıęını kullanarak bu sorunlara yenilikçi ve zgūn özūmler önerebilen, öz gūvenli ve birlikte çalıřabilme becerisine sahip olması da hedeflenmektedir.

Bu çalışmayla birlikte Milli Eęitim Bakanlığı tarafından hazırlanan 4-8.sınıflar için fen, matematik, teknoloji ve tasarım derslerinde kazandırılması hedeflenen beceriler ve P21 (2011) tarafından tanımlanan 21. yy becerileri incelenmiş ve STEM eğitimi kapsamında STEM becerilerini tanımlamak amaçlanmıştır. STEM becerilerinin tanımlanması ile STEM eğitiminin kendine zgū becerilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Araştırmacı tarafından literatūrde yer alan beceriler incelenmiş ve STEM beceri seti tanımlanmıştır. Bu beceriler araştırmacı tarafından aşağıdaki şekilde sunulmuş ve açıklanmıştır.

- Akıl Yūrūtme Becerisi
- Problem özme Becerisi
- İlişkilendirme Becerisi
- Mūhendislik Becerisi

- İnovasyon
- Yaratıcılık
- İletişim ve İşbirliği
- Yaşam ve Kariyer Becerileri



Şekil 3. STEM beceri seti.

Akıl yürütme becerisi. Kavramsal anlayışın geliştirilmesinde tartışma yolu ile problem çözme ve akıl yürütme becerileri etkili olmaktadır (NCTM, 2000). Sperber (2000) akıl yürütme becerisinin mantığa dayalı çıkarımda bulunma amacıyla gerçekleştirilen tartışma aracı olduğunu ileri sürmüştür. Bu tanımlamaya dayalı olarak tartışma yolu ile yapılan gerekçelendirme, kanıtlara dayalı açıklama, argüman değerlendirme ve ikna etme akıl yürütme becerisi kapsamına dahil olmaktadır (Mercier ve Sperber, 2009). Akıl yürütme becerisine ilişkin bu tanımlama iletişim ortamında gerçekleştirilerek tartışma sürecinde ortaya konulmaktadır. İşbirliği ve iletişimin etkin olmasıyla birlikte akıl yürütme becerilerinin etkililiğinin ortaya konulması sağlanır (Mercier, 2011). Akıl yürütmenin tartışma ortamında tasarlanmasıyla birlikte bir fikir ve düşüncenin topluluk tarafından kabul edilmesine yönelik gerekçelendirmelere dayalı açıklamalar sunulur ve ikna etme çabası gösterilir (Mercier ve Sperber, 2011). Paylaşılan görüş ve düşünceler eleştirel olarak değerlendirilerek ortak bir genelleme ya da farklı görüşlerin yer aldığı grup düşünceleri ortaya çıkarılmış olunur.

STEM eğitiminde gerçek yaşam durumlarına ilişkin konular ele alınarak karmaşık problemlere yönelik mühendislik temelli çözümlerin oluşturulması hedeflenmektedir (English ve King, 2015). Ele alınan konulara ilişkin tartışma ortamlarının oluşturulması ile öğrencilerin görüşlerini paylaşabilecekleri, kanıt ve delile

dayalı çıkarımlarda bulunabilecekleri, genelleme ve gerekçelendirmeler ile birbirlerini ikna edebilecekleri çalışma ortamı sunulmaktadır. Bu doğrultuda STEM eğitiminde akıl yürütme becerilerinin etkililiği ön plana çıkmaktadır. Donawa (2009) STEM eğitiminde öğrencilerin mühendislik temelli uygulamalarda akıl yürütme becerilerine yönelik açıklamada bulunmuştur. STEM eğitimiyle öğrenciler;

- Duruma uygun olacak tümevarım, tümdengelim ve çeşitli muhakeme türlerini etkili bir şekilde kullanmaktadırlar.
- Karmaşık bir yapıyı oluşturan bir bütünün parçaları değerlendirilerek birbirleriyle etkileşimleri analiz edilerek argüman oluşturmaları.
- Kanıt, argüman iddiaları analiz ederek değerlendirirler.
- Farklı görüş ve düşünceleri analiz ederek değerlendirmede bulunurlar.
- Bilgi ve argümanlar arasında bağlantı kurarlar.
- Analize dayalı olarak bilgileri yorumlar ve sonuç çıkarırlar (Dowana, 2009).

Problem çözme becerisi. STEM eğitiminde belli bir probleme yönelik olarak gerçekleştirilen planlama yapma, tasarlama, inşa etme ve değerlendirme aşamalarını içeren mühendislik tasarımı sürecinde problem çözme becerisi etkili olmaktadır (Bagiati ve Evangelou, 2015; English, King ve Smeed, 2017; English ve King, 2015; Lucas, Claxton ve Hanson, 2014). Öğrencilerin problem çözme süreçleri Polya (1945) aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- Problem durumunu tanımlama,
- Probleme yönelik olası çözümler üretmek ve problemi karşılamak adına çözüm yollarını değerlendirmek,
- Problem çözüm yollarının test edilmesi ve problemin çözülmesi.

STEM etkinliklerinde etkili problem çözümleri meydana getirme amacıyla gerçekleştirilen mühendislik sürecinde öğrencilerin ürünlerini test etme ve gözden geçirmeleri sayesinde “tasarım yaparken öğrenmeleri” amaçlanmaktadır (Crismond ve Adams, 2012). STEM uygulamaları mühendislik yaklaşımı ile yenilikçi ve yaratıcı problem çözmede zengin bir içerik sağlamaktadır (Bagiati ve Evangelou, 2015;

English, 2016). English, King ve Smeed (2017) tarafından STEM eğitiminde mühendislik temelli problem çözme adımları aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

Problem durumunu belirleme ve tanımlama. Tasarım sürecinin temelini oluşturan problem durumunu belirleme aşamasında “problem” kapsamlı ve detaylı bir şekilde ele alınarak yapılacaklar ve sınırlılıklar belirlenerek planlama yapılır (Atman ve diğerleri, 2014; Watkins ve diğerleri, 2014). STEM etkinliklerinde gerçek yaşam problemleri karmaşık olduğundan dolayı bu problemlerin tanımlanmasının problem çözüm yollarının belirlenmesi ve etkili çözümlerin oluşturulabilmesinde önemlidir (Atman ve diğerleri, 2008; Jonassen, Strobel ve Lee, 2006). Problem durumunu belirleme mühendislik temelli tasarım modelinin temel bir aşamasıdır ve problem çözümüne yönelik meydana getirilecek ürün için kullanılacak malzeme ve materyal tercihini belirlemektedir (English, King ve Smeed, 2017).

Problem çözümüne yönelik ürün geliştirme. STEM uygulamalarında mühendislik tasarımı yaklaşımı ile birlikte tanımlanan probleme yönelik çözüm üretmede ürün meydana getirilmektedir. Bu amaçla planlama, hazırlık yapma, tasarlama, tasarımı değerlendirme, yeniden tasarlama ve ürün meydana getirme aşamaları yer almaktadır (Portsmore ve diğerleri, 2012). Bu aşamada öğrenciler yazılı, sözel, görsel veya 3D modellemeler aracılığı ile ürünlerine yönelik düşüncelerini farklı temsillerle ifade etmektedirler (English ve King, 2015). Öğrencilerin düşüncelerini farklı şekillerde ifade etmelerinde farklı becerileri ön plana çıkmaktadır. Örneğin; çizim yoluyla tasarımlarda çizim becerisi, 3D modellemelerde bilgisayar ve modelleme programı kullanımı, sözel olarak ifade etmede ise iletişim becerileri etkili olmaktadır (Portsmore ve diğerleri, 2012).

Ürün değerlendirme ve yapılandırma. Ürün değerlendirme aşaması problem konusuna ilişkin derinlemesine anlayış geliştirme amacıyla gerçekleştirilmektedir (Mehalik, Doppelt ve Schun, 2008). Öğrencilerin ürünlerini değerlendirmede bulunmaları sayesinde ürüne ilişkin eksiklikleri belirleme, giderme ve geliştirme konusunda öğrencilerin teşvik edilmeleri sağlanmaktadır (Kendall, 2018). Bu aşamada öğrenciler ürünlerindeki yetersizliklerin neden kaynaklandığını ve bunu nasıl gidereceklerini tespit ederek geliştirmeye çalışmaktadırlar. Öğrencilerin mühendislik temelli problem çözümlerinde mühendislik ve tasarım becerilerinin yanı sıra STEM disiplinlerine yönelik akademik bilgileri de etkili olmaktadır (Watkins ve diğerleri, 2014; Katehi, Pearson ve Feder, 2009). Bu doğrultuda öğrencilerin probleme yönelik

özmlerini içeren etkili ürün meydana getirememeleri akademik bilgi ve becerileri ile ilişkilendirilebilir.

İlişkilendirme becerisi. STEM eğitimiyle birlikte öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilimlerini kendi içerisinde, diğer disiplinler ile ve gerçek yaşamla ilişkilendirmeleri bu sayede öğretimin anlamlandırılması hedeflenmektedir. Disiplinler içi, disiplinler arası ve gerçek yaşamla ilişkilendirme sayesinde ğretim içerikleri uygulama yolu ile ilişkilendirilerek anlamlandırılır. Çalışma kapsamında belirlenen ilişkilendirme türleri aşağıda sunulmuştur.

Var olan bilgi ile yeni bilginin ilişkilendirilmesi. Piaget (1977) ğrenmenin var olan şemanın duyu yolu ile edinilen deneyimler sonucu geliştirilen ve organize edilen yapı olduğunu ifade etmektedir. Pound (1999) anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilebilmesinde başlangıç noktasının öğrencilerin ön bilgileri olduğunu ve yeni öğrenilecek bilgiler ile var olan bilgilerin ilişkilendirilmesinin gerektiğini belirtmektedir. Bu doğrultuda ğrencilerin STEM disiplinlerine ilişkin öğrenmelerinin gerçekleştirilmesinde öğrencilerin var olan bilgileri ile bu disiplinlere ilişkin yeni bilgiler arasında ilişkilendirme yapmalarının sağlanması gerekmektedir.

STEM disiplinlerini kendi içerisinde ilişkilendirme. STEM disiplinleri arasındaki bağlantıların kurulabilmesi için her bir disipline yönelik ğrenci n bilgilerinin ve ihtiyaçların ortaya çıkarılması gerekmektedir. Öğretimin gerçekleştirilmesinde n bilgiler ve yeni deneyimler arasındaki bağlantıların gerekliliğinin yanı sıra disiplinler arası bağlantıların kurulması sağlanmalıdır. STEM disiplinlerinin kendi içerisinde ilişkilendirilmesi ile birlikte öğrencilerin disiplinlerde yer alan konuların birbirlerinden kopuk ve yalıtılmış bir dizi kavram ve beceri olduklarını düşünmeleri yerine birbirleri arasındaki ilişki ve faydanın farkına varabilmeleri sağlanmaktadır. Bu sayede öğrenciler her bir disipline yönelik ilişkilerin farkında olabilmektedir.

Eğitim-ğretimin her kademesinde öğrenciler ilişkilendirme yapabilmektedir. Okul öncesinde öğrenciler yeni öğrendikleri bilgileri okul dışındaki deneyimleri ile ilişkilendirme yaparken ilköğretim düzeyinde de öğrenilenler bir önceki kademe ve günlük yaşamla ilişkilendirilerek öğrenme gerçekleştirilmektedir. Eğitim-ğretimin st kademelerinde ise bu ilişkilendirme soyutlama ve genelleme olarak karşımıza çıkmaktadır.

STEM disiplinleri arasında ilişkilendirme. STEM eğitimi ile birlikte her bir STEM disiplininin kendi içerisinde ilişkilendirilmesinin yanı sıra kendi disiplinleri arasındaki ilişkilendirmenin yapılabilmesi de sağlanmalıdır. Bu sayede STEM disiplinlerin birbiri içerisindeki önemi ve etkisinin farkına varılmaktadır.

STEM disiplinlerinin farklı disiplinler ile ilişkilendirilmesi. STEM disiplinlerinin sanat, dil, tarih, coğrafya gibi pek çok alanla ilişkilendirilmesi sağlanabilmektedir. STEM uygulamaları sayesinde STEM disiplinlerinin sadece kendi içerisinde ilişkili olduğu değil bu disiplinlerin farklı alan, konu ve uygulamalarda da etkili olduğu verilebilir. Bu sayede öğrencilerin STEM eğitiminin önemini farkına varmaları sağlanabilir.

Mühendislik becerisi. NRC (2012) bilimsel bilginin geliştirilmesinde mühendislik uygulamalarının yer aldığı entegrasyon eğitiminin önemini vurgulamaktadır. Mühendislik “gerçek yaşam problemlerine yönelik başarılı çözümler meydana getirmede sistematik tasarım yapma” olarak ifade edilmektedir (NRC, 2012). Öğretim ortamında mühendislik temelli uygulamalara yer verilerek öğrencilerin gelecekte karmaşık problemleri çözme ve karar vermede etkili bireyler olarak yetişmelerinde fırsatlar sağlanmaktadır (Mangiante ve Moore, 2015). Çevre, enerji, ekonomi ve sağlık gibi karmaşık toplumsal sorunlara yönelik çözüm üretmede ve bu zorlu konularda karar almada mühendislik eğitimi ve bilimsel bilgiye sahip olmanın önemi ortaya çıkmaktadır.

NGSS Lead States (2013) tarafından öğrencilerin mühendislik becerilerini geliştirmelerinde ilgi ve deneyimleri doğrultusunda mühendislik uygulamalarına katılmaları ve bunun için fırsat eşitliğinin sağlanması gerektiğini vurgulanmaktadır. STEM eğitimi ile birlikte gerçek yaşam problemlerinin çözümünde bilimsel bilgi ve mühendislik bilgisinin entegre edilerek kullanılmasının öğrencilerin mühendislik becerileri kazanımında etkili olduğu belirtilmektedir (Thibaut ve diğerleri, 2018; Ke, 2014).

STEM eğitimi süresince öğrencilerin problemi tanımlama, probleme yönelik çözüm üretme ve değerlendirmelerinde sahip olmaları gereken becerileri göz önünde bulundurularak araştırmacı tarafından mühendislik becerileri alt becerileri ile tanımlanmıştır.

Tasarım yapma. Öğrencilerin karmaşık gerçek yaşam problemlerine yönelik durumu ortaya koymaları ve bu probleme yönelik çözüm önerileri geliştirmelerinde tasarım yapmaları ön plana çıkmaktadır. Bu aşamada öğrencilerin tanımlanan problemin özelliklerine yönelik olarak model tasarımları, bu tasarımlarını etkili bir şekilde farklı yollarla (çizim, modelleme, sunum, vb.) ifade etmeleri ve yansıtmaları beklenmektedir.

Tasarım sürecini açıklama. Öğrencilerden meydana getirdikleri tasarımlarının etkililiğine yönelik olarak açıklama yapmaları beklenmektedir. Tasarım süresince neye dikkat ettikleri, oluşturdukları tasarımın problem çözmedeki etkililiği, gelişim aşamaları gibi konularda kendilerini ifade etmeleri aynı zamanda oluşturdukları tasarımın problem çözümüne hizmet edip etmediğini değerlendirmeleri gerekmektedir.

Uygun materyal ve malzeme seçme. Öğrenciler tarafından problem çözümüne yönelik oluşturulan tasarımların ürün olarak ortaya konulmasında uygun malzeme seçimi gereklidir. Bunun için farklı malzeme alternatiflerinin test edilmesi ve değerlendirilerek karar verilmesi önem kazanmaktadır. Uygun materyal ve malzeme seçimi dayanıklı, esnek, kullanılabilir ürün ortaya konulmasında önem arz etmektedir.

Gerçekçi ürün ortaya koyma. Problem çözümüne yönelik gerçekleştirilen tasarımların işe yarar ve kullanılabilir olmasında gerçekçi olmaları önemlidir. Öğrencilerin meydana getirdikleri ürünlerin gerçekçi olmaması problem çözümünün kısıtlı olmasına sebep olabilmektedir. Gerçekçi ürün meydana getirmede tasarımın iyi planlanması ve etkili bir modelin meydana getirilmesi önem kazanmaktadır.

Ürün kalitesini ve performansını test etme. Meydana getirilen ürünün dayanıklılığının ve çalışmasının kontrol edilebilmesi amacıyla test edilmesi gereklidir. Ürünün kullanılabilirliği, çalışıp çalışmaması ve problem çözümünde etkililiği değerlendirilmelidir.

Ürün değerlendirme ve geliştirme. Meydana getirilen ürünün etkililiği, çalışma durumu, istenilen özelliklerde olması/olmaması ve dayanıklılığı değerlendirilmeli ve ürün özellikleri ortaya konulmalıdır. Ürünün eksik veya geliştirilebilir özellikleri var ise tespit edilerek en iyi şekilde uygulanabilir olması amacıyla revize edilmesi gerekmektedir.

Tasarım ve ürün karşılaştırma. Problem doğrultusunda planlanan tasarım ile ortaya koyduğu ürünün özelliklerinin karşılaştırılmasıdır. Bu aşamada hedeflenen ile

gerçekleştirilen arasındaki farklılıkları ve nedenlerini sorgulaması beklenmektedir. “Neden” ve “niçin” soruları ile ürün meydana getirme aşamalarının değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

İnovasyon. Ekonomi, teknoloji ve sanayi alanlarındaki yenilik ve gelişimlerin hızla önem kazandığı günümüzde ülkelerin bu yarışta yer almalarında bilgi tabanını artırma ve destekleme için uygun düzeyde eğitim ve öğretime sahip nitelikli insan ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. K-12 eğitiminin her düzeyinde inovasyon için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırılması hedeflenmektedir (OECD, 2011).

İnovasyon becerileri hedeflenen amaçlar doğrultusunda mesleki yetkinlik ve nitelik kazanımını sağlamaktadır. İnovasyon becerileri ile ilgili literatür incelendiğinde tanımlanan ortak becerilerin olduğu görülmektedir (Ananiadou ve Claro, 2009; Kergroach, 2008; OECD, 2001; 2010; Stasz, 2001):

Temel beceriler ve dijital çağ okuryazarlığı. Temel beceriler; okuma, yazma ve aritmetiksel işlem için gerekli olan becerileri içermektedir. Bireylerin bilgiye erişme ve bilgiyi yorumlamalarını sağlayan dijital çağ okuryazarlığı; dijital teknoloji, iletişim araçları ve ağların kullanımına olanak sağlayan teknoloji akıcılığını sağlamaktadır. OECD (2008) tarafından internet, bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) gelişmesiyle birlikte geleceğin meslekleri için dijital çağ okuryazarlığının temel beceriler kadar önem kazandığı belirtilmiştir.

Akademik beceriler. Bu beceriler; matematik, fen, tarih ve coğrafya, vb. akademik alanlarda yer alan konu bilgisiyle ilişkilidir. Akademik beceriler genellikle eğitim-öğretim ile kazanılarak gerçek yaşama ve uygulamalara aktarılmaktadır.

Teknik beceriler. Bu beceriler çalışma hayatında gerekli olan becerilerdir ve akademik bilgi ve becerileri kapsamaktadır. Endüstriyel gelişim ve ülke politikalarında yer alan karmaşık problemlere cevap olarak ürün, hizmet ve geliştirme süreçlerindeki yetkinlik için giderek önem kazanan becerilerdir.

Genel beceriler. Bu kategoride yer alan beceriler problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünme, öğrenme ve karmaşık durumları yönetme, vb. becerileridir.

Sosyal beceriler. Sosyal beceriler grup içerisinde veya başka gruplar ile etkileşimli çalışmayı sağlayan motivasyon, iletişim, işbirliği ve sorumluluk becerilerini kapsamaktadır. Sosyal etkileşim sırasında kişinin kendi ve başkalarının davranışlarını

okuma ve yönetme yeteneği, aynı zamanda kültürler arası iletişim için anlama, açıklık ve duyarlılık becerilerinin gelişimi sosyal beceriler arasındadır.

Tanımlanan bu beceriler inovasyon sürecinde etkili olarak bireylerin sahip olması gereken özellikler olarak karşımıza çıkmaktadır. INNO-GRIPS (2007) tarafından inovasyon süreci ve etkili olan beceriler aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır. Bunlar:

1. **Fikir ve kaynak seçimi:** Bu ilk aşamada fikirlerin belirlenmesi, kaynakların toplanması ve uygun kaynak seçimi yer almaktadır. Kaynak tarama, elde edilen yeni bilgileri yorumlama ve geçerliliklerini değerlendirme ve fikir tartışmaları gerçekleştirilmektedir. Temel, akademik, genel ve teknik beceriler bu aşamada önemlidir.
2. **İnovasyon fikirlerinin geliştirilmesi:** Geliştirme aşaması olan bu adımda bireylerin veya farklı grupların bir araya gelerek fikir paylaşımı, karar verme ve etkili çalışmaları yer almaktadır. Bu aşamada sosyal ve liderlik becerileri önem kazanmaktadır.
3. **Test etme ve ticarileştirme:** Bu aşamada ticaret, fayda ve risklerin değerlendirilmesi yer almaktadır. Ürünün tercih edilmesinde müşteri gereksinimlerinin ve tercihlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşamada ürün geliştirme ve ticarileştirmede mühendislik ve pazarlama becerileri gerekmektedir. Risk yönetimi, yenilikleri takip etme ve belirleme gerekmektedir.
4. **Uygulama ve yayılma:** Bu aşamada proje yönetimi, teknoloji transferi, tedarik zincirlerinin koordine edilmesi süreçleri yer almaktadır.

Yaratıcılık. Yaratıcılık farklı düşünme ve farklı düşünme sonucu fikir üretme kapasitesi şeklinde tanımlanmaktadır (Guilford, 1959). Amabile (1982) yaratıcılığı yeni ve uygun fikir, davranış üretme olarak belirtmektedir. Csikszentmihalyi (1996) yaratıcılığı, bireyin düşünce ve sosyokültürel bağlam içerisinde etkileşimi sonucunda ortaya koyduğu yeni ve değerli fikir veya davranışlar şeklinde tanımlamaktadır.

Sternberg ve Kaufman (2010), yaratıcılığın genellikle standartların dışındaki özgünlük anlayışı olarak tanımlandığını fakat yaratıcılığın bu tanımlamanın çok ötesinde bir beceri olduğunu belirtmektedir. Bazılarına göre yaratıcılık çok üst düzey ve efsanevi olarak tanımlanırken bazıları ise günlük hayatta ortaya çıkan beceri olarak

görmektedir (Craft, 2008). Yaratıcılık sanatsal etkinlik ve uygulamalarla ilişkilendirilirken aynı zamanda bilimsel anlayış ve yenilikleri de içermektedir (Runco ve Pagnani, 2011). Yaratıcılık genel olarak “yeni, nitelikli ve uygun bir ürün (fikir, düşünce, davranış, vb.) üretme yeteneği” olarak tanımlanmaktadır (Sternberg, Kaufman ve Pretz, 2002).

Fisher (1995) yaratıcılığı dört boyut ile tanımlamıştır. Bunlar:

Akıcılık. İhtiyaç durumunda zihinde yer alan bilgilerin hızlı ve akıcı bir şekilde kullanılması.

Esneklik. Bir sorun karşısında özgür ve alternatifli düşünme.

Özgünlük. Bir problemin çözümüne yönelik alışılmadık, farklı ve orijinal çözümler üretebilme.

Ayrıntılama. Verilen bir duruma ilişkin eklemeler yaparak geliştirme.

Rhodes (1961) tarafından öğretim sürecine dâhil edilebilir bir yaratıcılık çerçevesi oluşturulmuş ve bu çerçevede 4-Ps modeli tanımlanmıştır (Smith ve Smith, 2010). Rhodes (1961) tarafından yaratıcılığın temeli olarak birbiri ile etkileşimde ve iç içe geçmiş dört unsur belirtilmiştir; kişi (person), süreç (process), ürün (product) ve baskı (press). Bu tanımlamada yer alan 4-Ps aşağıda açıklanmıştır.

Kişi (Person). Bu unsur kişilik, zekâ, mizaç, tutum ve davranış gibi kişiye özgü özellikleri içermektedir (Zenasni, Besancon ve Lubart, 2008).

Süreç (Process). Yaratıcılığın en gizemli bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır (Guo ve Woulfin, 2016). Süreçte, öğrencilerin uygulama ve faaliyetlerindeki yaratıcı çalışmaları içermektedir. Bu yönde araştırmacı ve uygulayıcıların çalışmaların yaratıcılığını değerlendirmede çeşitli teori ve modeller sunulmuştur. Örneğin, kavramlar arası ilişki kurma (Mednick, 1962) veya farklı bağlamları keşfetmeye yönelik fikir üretmeyi içeren Gene-Plore modeli gibi (Finke, Ward ve Smith, 1992).

Ürün (Product). Yaratıcılığın üçüncü kolu yaratıcı süreç sonunda meydana getirilen üründür. Ürün olarak sadece inşa edilen yapılar, resimler veya icatlar değil aynı zamanda somutlaştırmaya elverişli fikir ve düşünceler de yaratıcı ürün olarak yer almaktadır (Rhodes, 1961). Örneğin, bireyin tasarlamış olduğu yeni bir bina modeli henüz yapılmamış olsa da yapılabilirliği olduğundan dolayı ürün olabilir.

Baskı (Press). Yaratıcılığın son unsuru olarak baskı karşımıza çıkmaktadır. Baskı bireyin etkileşimde bulunduğu çevre olarak ifade edilmektedir (Amabile ve diğerleri, 2004). Guo ve Woulfen (2016) tarafından okullarda yaratıcı çevreyi içeren unsurlar olarak öğretim stili, akran ilişkileri, işbirliği, rekabet, bilgi ve iletişim teknolojileri belirtilmiştir.

STEM etkinliklerinde öğrencilerin mühendislik temelli bir çalışma süreci sonunda ürün meydana getirmeleri amaçlanmaktadır. STEM eğitimiyle öğrencilere yaratıcı bir çevre ortamında ürün oluşturmalarına fırsat sunulmaktadır. Bu doğrultuda öğrencilerin tasarlama, ürün meydana getirme süreçleri ve bu süreç sonunda ortaya koydukları ürünleri 4-Ps yaratıcılık modeli kapsamında değerlendirilebilme fırsatı elde edilmiş olmaktadır.

İletişim ve işbirliği. Mühendislik tasarımı odaklı çalışmaların yer aldığı STEM eğitiminde öğrenciler iletişim ve işbirliği halinde etkileşimli olarak çalışmaktadırlar (Crismond ve Adams, 2012). İletişim ve işbirliği becerileri K-12 düzeyi mühendislik programlarında bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır (ABET, 2012). STEM eğitiminde öğrenciler birer mühendis olarak birbirleri ile takım halinde çalışarak tasarım projelerini sunmaktadırlar (Borrego, Karlin, McNair ve Beddoes, 2013).

STEM eğitiminde öğrenciler yazılı, sözel, görsel ve teknolojik olmak üzere farklı iletişim kanallarını kullanmaktadırlar. Öğrencilerin düşüncelerini etkili bir şekilde ifade etmelerinde akıcı konuşma, düzgün okuma ve yazma, dijital teknolojileri kullanmaları etkili olmaktadır. Trilling ve Fadel (2009) etkili iletişim kurmanın önemini aşağıdaki şekilde ifade etmiştir. Etkili iletişim kurabilen bireyler;

- Farklı bağlamlarda sözlü, yazılı ve farklı iletişim yolları ile düşünce ve fikirlerini ifade edebilirler.
- Bilgi, değer ve tutuma yönelik anlam geliştirmede etkili birer dinleyicidirler.
- Farklı amaçlarla (bilgilendirme, motive etme, ikna etme, vb.) iletişim kurabilirler.
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinden (bilgisayar, kamera, yazıcılar, akıllı telefonlar, vb.) etkili bir şekilde faydalanabilirler.

STEM eğitiminde öğrencilerin farklı ekip ve heterojen gruplarla etkileşim halinde çalışmaları sağlanır. Öğrencilerin sosyal etkileşimlerinde iletişim, motivasyon ve girişimcilik becerileri ön plana çıkmaktadır. Öğrencilerin işbirliği halinde çalışmalarında takım oluşturma ve grup içerisindeki koordinasyonu sağlamada liderlik becerisi etkili olmaktadır. İşbirliğinin önemi Trilling ve Fadel (2009) tarafından aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

- Farklı ekiplerle saygı çerçevesinde etkili çalışabilme becerisi gösterme.
- Ortak bir amaç doğrultusunda çalışabilme ve ortak karar almada esneklik ve uyum sağlama.
- Grup çalışmalarında her bireyin katkıda bulunması ve ortak sorumluluk paylaşımında bulunma.

Sosyal olarak başkalarıyla fiziksel ya da sanal ortamda iletişim ve işbirliğinde bulunularak öğrencilerin iletişim ve işbirliği becerilerinin gelişimi sağlanmaktadır (Trilling ve Fadel, 2009). OECD (2011)' ye göre iletişim ve işbirliği sosyal becerileri küreselleşen dünyada ülkeler arasında uyum sağlama ve birbirlerini desteklemede önemli unsurlardır. Çok kültürlülük içeren gruplarda çalışabilme becerisi mesleki ve kariyer açısından bireyin çalışmasını etkilemektedir.

Yaşam ve kariyer becerileri. Yaşam ve kariyer becerileri bireylerin iş hayatına ve gerçek yaşama uyum sağlamalarında etkili becerilerdir. STEM eğitimiyle bireylerin okul hayatının devamında kariyer ve iş yaşamına yönelik becerilerinin gelişimi hedeflenmektedir (Hall, 2018). Öğrencilerin gelecekteki iş yaşamlarında etkili olacak temel bilimsel disiplinlere ilişkin bilgi ve becerilere hâkim olmaları gerekmektedir. STEM eğitimi öğrencilerin kariyer ve kişisel gelişimleri açısından gerekli olan bilgi ve becerilerin kazandırılmasında etkilidir (P21, 2015). P21 (2011) tarafından yaşam ve kariyer becerilerine ilişkin unsurlar aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

Esneklik ve uyum. 21. yy iş ortamı, çalışma koşulları ve ihtiyaçları hızla değişmekte, bu sebeple sadece bilgi anlamında donanımlı değil aynı zamanda değişen koşullara, yeni fikir ve görevlere uyum sağlayabilen bireylerin yetişmesi gerekmektedir (Kivunja, 2015).

Girişimcilik. Günümüzde ekonomi ve dijital teknolojiler hızla gelişmekte ve değişmektedir. Bu durum çalışanların üretkenlik ve verimliliklerini artırmaya yönelik

yeni fikir, kavram ve uygulamaları öğrenmek için girişimci olma ve kendini yönetme becerisine sahip olmaları gerekmektedir (Trilling ve Fadel, 2009).

Sosyal ve kültürler arası beceriler. 21. yy iş yaşamında başarılı olabilmek için kişilerin sosyal ve kültürler arası becerilerinin etkili olabilmesi gerekmektedir. Bu beceriler kişilerin beraber çalıştıkları veya iletişim kurdukları kişiler ve farklı ekiplerle etkili bir şekilde çalışabilmeyi sağlamaktadır (Kivunja, 2015). Küreselleşen dünyada farklı ülkeler, farklı toplum ve kuruluşlar birbirleri ile iletişim halinde ortak çalışmalarda yer almaktadırlar. Bu doğrultuda bireylerin kültürler arası çalışabilmesi, iletişim ve işbirliğinin sağlanması açısından önemlidir.

Üretkenlik ve sorumluluk becerisi. Trilling ve Fadel (2009) tarafından “sonuç üretme” olarak tanımlanan bu beceri birbirleriyle etkileşimde olan verimlilik, yararlılık ve yüksek kaliteli hizmet unsurlarını içermektedir. Kaliteli bir hizmet sunmada verimlilik; kaynakları en iyi şekilde kullanarak ekonomik olarak destek sağlamayı içermektedir. Ortaya çıkaran hizmet ve ürünün yararlılığı çalışmadaki üretkenliği göstermektedir.

Liderlik. İşbirliğine dayalı grup ve ekip çalışmalarında bireyler arasında koordinasyonu sağlama ve görev paylaşımı yapmada bireylerin liderlik becerileri etkili olmaktadır (OECD, 2010).

STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilmesini ifade eden bir kavramdır (Sanders, 2009). STEM eğitimi, uygulamaları ve etkinlikleri günümüzde çok sık yer edinmesine rağmen STEM eğitimi ile birlikte öğrencilerde geliştirilecek becerilerden çok fazla bahsedilmediği görülmektedir. STEM eğitimi ile bu disiplinlerin bütünleştirilmesi ile ortaya çıkacak becerilerin de geliştirilmesi önemli hale gelmiştir. Bu çalışmada STEM becerileri; akıl yürütme, mühendislik temelli problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik becerileri, inovasyon, yaratıcılık, yaşam ve kariyer becerileri şeklinde ana hatları ile ifade edilmiştir. STEM eğitiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konu alanlarını entegre etmenin yanı sıra STEM becerilerinin de geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen STEM eğitimi sürecince çalışmada tanımlanan STEM becerilerine odaklanılmıştır.

İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilmiş çalışmalar STEM eğitimi çerçevesinde değerlendirilerek “STEM Eğitiminin Etkililiği”, “STEM Eğitiminin Becerilere Etkisi” ve “STEM Eğitiminin Kariyer Seçimine Etkisi” başlıkları altında sınıflandırılmıştır.

STEM eğitiminin etkililiği. Tofel-Grehl ve Callahan (2017) tarafından özelleşmiş STEM okullarında görev yapmakta olan öğretmenler ile üstün yetenekli öğrencilerin yeteneklerine yönelik öğretmen inançları hakkında çalışma yapılmıştır. Çalışmada STEM okullarında çalışmakta olan öğretmenlerin üstün yetenekli öğrencilerin yeteneklerine yönelik inançlarına ve öğretim uygulamalarına odaklanmışlardır. Çalışma kapsamında sınıf gözlemi ve bireysel görüşmeler yapılmıştır. Veriler sınıf gözlemi, öğretmen ve üstün yetenekli öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Çalışmada üstün yetenekli öğrencilerin normal okul ve sınıf ortamında sahip olmadıkları eğitim fırsatlarının STEM okulları tarafından sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra öğretmenlerin STEM etkinliklerinin üstün yetenekli öğrencileri zorlayıcı, araştırmaya dayalı ve yoğun olmalarından dolayı öğrenmeyi destekledikleri yönünde inanca sahip oldukları görülmüştür. Çalışma sonunda öğrencilerin STEM etkinlikleri ile birlikte günlük hayata ilişkin algılarının olumlu yönde geliştiği belirtilmektedir.

Stoeger ve diğerleri (2017) çalışmasında okul dışı çevrimiçi grup rehberliği ve birebir rehberlik hizmetlerinin üstün yetenekli kız çocuklarının başarısına etkisini incelenmiştir. Bu amaçla 6 ay boyunca 156 öğrenci ile birebir, 191 öğrenci ile grup olarak çevrimiçi mentor danışmanlığı gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında CyberMentor programı okul dışı danışmanlık hizmeti olarak kullanılmıştır. Çalışmada 2011-2013 yılları arasında öğrencilere birebir mentorluk eğitimi verilerek veriler elde edilmiş 2014-2015 yılları arasında ise grup mentorluk hizmetleri sonucu veriler toplanmıştır. Öğrenciler grup metorluğu öncesinde ve 6 ay sonrasında çevrimiçi anket doldurmuşlardır. Çalışmada değişkenler STEM iletişimi, gönderilen STEM e-mail posta sayısı, STEM kelime sayısı, STEM kelime oranı, STEM içerikli ağ bağlantısı, STEM içerik sayısı, STEM içerik boyutu, STEM ağ merkezi ve STEM içerik amaçları olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda grup danışmanlığının gerçekleştirildiği ağda STEM iletişim oranını artırdığı, STEM çalışma alanlarının geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Birebir ve grup danışmanlıklarının her mentorluk hizmetinde de ders dışı

eğitim hizmetleri arasında üstün yetenekli kız çocukları için olumlu etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Kalkan ve Eroğlu (2017) çalışmalarında üstün yetenekli öğrencilerle STEM materyallerine dayalı etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla araştırmacılar tarafından STEM etkinliklerinde kullanılmak üzere hazırlanan materyaller 4. Sınıfta destek eğitim odalarında eğitim alan 4 öğrenciyle haftada 8 saat olmak üzere okul dışı zamanlarda uygulamalar gerçekleştirilmiş ve materyallere son halleri verilmiştir. Çalışma 2015-2016 eğitim öğretim yılı 2. döneminde 4. sınıf programında yer alan fen, teknoloji ve matematik derslerine ait ünite ve kazanımları doğrultusunda hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda geliştirilen materyallerin öğrencilerin bilişsel gelişimlerini destekleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda STEM etkinliklerinde yer alan öğrencilerin eğlenceli vakit geçirdikleri ve destek eğitimlerinde yer aldıkları STEM etkinliklerindeki motivasyonlarının sınıf içi diğer derslerine de olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda üstün yetenekli öğrencilerin özel eğitimlerinde yer alan destek eğitim odalarında STEM eğitiminin etkili olduğunu belirtilmiştir.

Trna ve Trnova (2015) tarafından fen alanında üstün yetenekli öğrencilerin eğitimde kişisel ihtiyaçlarına (motivasyon ve ilgi) yönelik araştırma yapılmıştır. STEM eğitiminde geniş bir sosyal ihtiyaç desteği sunulduğundan dolayı üstün yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılaması açısından uygunluğu belirtilmiştir. Bu amaçla 2010-2013 yılları arasında 33 farklı sınıfta eğitim veren 11 fizik ve kimya öğretmeni ile görüşme ve gözlemler neticesinde veriler toplanmıştır. Anketlerin gerçekleştirildiği sınıflarda yaklaşık 1-3 üstün yetenekli öğrenci bulunmaktadır. Bu amaçla çalışma kapsamında üstün yetenekli öğrencilerin eğitim içeriklerine yönelik öğretmen görüşleri belirtilmiştir:

- Üstün yetenekli öğrencilere yönelik etkili öğretim yöntemlerinin uygulanması,
- Üstün yetenekli öğrencilerin bireysel ihtiyaçları diğer öğrencilerin öğretimi ile birleştirilmesi,
- Üstün yetenekli öğrencilere yönelik özel eğitimin K-12 düzeyine dâhil edilmesi,
- Üstün yetenekli öğrenciler için motivasyon sağlanması,

- Yaratıcılığın geliştirilmesi,
- Üstün yetenekli öğrencilerin eğitimcileri ile diğer öğretmenlerin işbirliğinin sağlanması,
- Üstün yetenekli öğrenciler, aile ve öğretmenler arasındaki işbirliğinin sağlanması.

Belirtilen unsurların STEM eğitimiyle sağlandığı bu sebeple üstün yetenekli bireylerin özel eğitimlerine dâhil edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada aynı zamanda STEM eğitiminin etkili uygulanabilirliği için öğretmen mesleki gelişiminin önemi belirtilerek hizmet öncesi süreçte başlayacak STEM eğitiminin devamlılığı vurgulanmıştır.

Choi (2014) çalışmasında üstün yetenekli öğrencilere yönelik müfredat değişikliği ile STEM eğitiminin sağladığı fırsatlara yönelik tarama modeli çalışmıştır. STEM eğitiminin üstün yetenekli öğrenciler için yeni fırsatlar ve keşifler sağladığından dolayı STEM eğitiminin eğitim programlarındaki önemini belirtmektedir. Choi (2014) çalışmasında Kore özelleşmiş STEM okullarındaki eğitim müfredatlarını incelenmiştir. Özelleşmiş STEM okullarında yaratıcılığın vurgulandığı müfredatların fırsat ve yeni keşifler sağladığı bu amaçla esnekliğe sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Kolar (2013) çalışmasında üç haftalık uygulama ile üstün yetenekli öğrencilerle uygulanan STEM eğitiminin öğrenci performansına etkisini incelemiştir. Bu amaçla akran yardımı, yardım desteği olan davranışlar, test kaygısı, öz-yeterlik ve öğrenme inançları olmak üzere beş davranış incelenmiştir. Deneysel olarak gerçekleştirilen çalışmada deney grubu 41, kontrol grubu 50 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışmada deney grubu öğrencilerine zenginleştirilmiş STEM eğitim içeriği uygulanmıştır. Belirlenen değişkenler arasında kaygı haricinde tüm davranışların deney grubu lehine olduğu belirtilmekle birlikte kaygının pozitif yönde etkilenmesi için daha uzun süreli etkileşimlerin gerekli olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

STEM eğitim uygulamalarının etkililiğini belirlemeyi amaçlayan Deitz (2012) üstün yetenekli öğrencilere eğitim veren öğretmenler ile nitel bir çalışma yürütmüştür. STEM eğitiminin 3, 4 ve 5. sınıflardaki müfredat içeriği değerlendirilmiştir. Çalışmada öğretmenlerin üstün yetenekli öğrencilerin bilgi ve becerilerine yönelik algıları, STEM eğitimi öğretme anlayışları, fen müfredatı ile uygulama algıları ve öğretim materyallerini kullanma konusundaki algılarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmada yer alan katılımcılar 3,4 ve 5.sınıf düzeylerinde eğitim veren 4 öğretmenden oluşmaktadır. Araştırma verileri öğretmen anketleri, mülakatlar, öğrenci ürünleri ve sınıf gözlem notları aracılığı ile toplanmıştır. Veri analizleri sonucunda STEM eğitiminin öğretmenlerin STEM materyallerine, uygulamalarına ve öğrenci bilgi, becerilerine etkisine yönelik algılarının olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Villa ve diğerleri (2011) tarafından gerçekleştirilen projede üstün yetenekli öğrencilerin STEM alanlarında başarılı olmalarını etkileyen en önemli faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla üniversitede öğrenim gören üstün yetenekli öğrenciler ve öğretim üyeleri ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler öğretim üyeleri ile bireysel yapılırken, öğrenci görüşmeleri 2-12 katılımcı arasında odak grup görüşmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda STEM programlarına kayıtlı olan üstün yetenekli öğrencilerin başarılı olmalarında okul-öğrenci ilişkilerinin önemi belirtilmiştir. Öğretim yöntemleri, rehberlik, teşvik edici bir ortam ve iletişimin öğrencilerin karşılaştıkları zorluklarla mücadele etmelerinde etkili oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Olszewski-Kubilius (2009) üstün yetenekli öğrencilere yönelik özelleşmiş STEM okulları ve eğitim modellerini karşılaştırdığı çalışmasında üstün yetenekli öğrenciler için en iyi eğitim seçeneklerinden birinin özelleşmiş STEM okulları olduğunu belirtilmiştir. Özelleşmiş STEM okullarının üstün yetenekli öğrenciler açısından faydaları arasında araştırma yapma olanaklarının ve danışmanlık hizmetlerinin olmasını belirtilmiştir. Olszewski-Kubilius (2009) çalışmasında üstün yetenekli öğrenciler açısından özel STEM okullarının, yaz okullarının, uzaktan eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin avantaj/dezavantajlarını tartışmıştır. Özel STEM okullarının matematik, fen ve teknoloji alanlarında yetenekli, hazır bulunuşluk düzeyi yüksek ve ders dışı etkinliklerden sakınan üstün yetenekli öğrenciler için kişisel ihtiyaçlarını karşılamada etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Üstün yetenekli öğrencilerin STEM kariyer alanlarına devam etmelerinde eğitim-öğretim dönemlerinde STEM eğitiminin etkili olduğu ifade edilmektedir.

Çalışmada üstün yetenekli öğrencilerin eğitim sürecinde STEM okullarının avantajları arasında:

- Akademik akranları ile tam zamanlı çalışabilme ortamı,
- Detaylı ve eksiksiz danışmanlık hizmeti,

- Gerçek yaşamla ilişkili faaliyetlere katılım,
- Kariyer bilinci açısından alanında uzman kişiler ile çalışabilme fırsatı,
- Zorlu görevler ile akademik anlamda gelişim sağlama,
- Üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi yer almaktadır.

Özel STEM okullarının dezavantajları arasında;

- Yoğun ve rekabet odaklı eğitim ortamının bazı öğrencilerde strese sebep olması.
- Sanat, spor gibi okul dışı faaliyetlere zamanın az kalması.
- Öğrencilerin tercih ve ilgilerinin değişmesi sonucunda sıkıntıların yaşanabileceği belirtilmektedir.

STEM eğitiminin becerilere etkisi. Özçelik ve Akgündüz (2018) çalışmalarında STEM eğitimiyle üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kazanımlarına odaklanmışlardır. Bu amaçla 5, 6, 7 ve 8. Sınıf üstün zekâlı ve yetenekli tanısı konulmuş 25 öğrenci ile 32 saat süren STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın uygulaması STEM eğitimi içeriğine yönelik mühendislik tasarımı temelli hazırlanan ders planı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Aktivite Değerlendirme Formu kullanılarak öğrencilere hangi becerileri kazandıkları, etkinliklerde neler öğrendikleri ve bu öğrendiklerini nasıl kullanacakları yönünde sorular yöneltilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik kazanımları ile yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yy becerileri elde etmesini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yoon ve Mann (2017) üniversite öğrencilerinin cinsiyet, STEM meslekleri ve üstün yetenek değişkenlerinin uzamsal yeteneklerine yönelik etkisini belirlemek amacıyla çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışmada uzamsal yetenek ile akademik ana dal, cinsiyet ve üstün yetenek değişkenlerine odaklanılmıştır. Çalışma 2009-2011 yılları arasında 18 yaş üstü ve kültürel farklılık gösteren STEM alanları, sanat ve psikoloji derslerine zorunlu katılım gösteren 936 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar yaş, cinsiyet, ırk ve üstün yetenekli özel eğitiminde olma/olmama faktörlerinde çeşitlilik göstermiştir. Çalışmada elde edilen veriler akademik ana dal, STEM alanları ve STEM olmayan dallar olarak sınıflandırılmıştır. Uzamsal yetenekle ilgili veriler Purdue Görsel Uzamsal Yetenek Testi ile toplanmıştır. Çalışma sonucunda

üstün yetenekli, erkek ve STEM ana dallarında yer alan öğrencilerin uzamsal problem çözme yetenek puanlarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda çalışmada uzamsal yeteneği yüksek olan üstün yetenekli öğrencilerin STEM kariyer alanlarına devam etme potansiyellerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Schroth ve Helfer (2017) üstün yetenekli öğrencilerin STEM alanlarında eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerinin etkisini belirlediği çalışmasında çevresel konulara yönelik problem durumlarına yer vermiştir. Sürdürülebilir çevre ve çevre ile ilgili problemlere yönelik tanımlama, araştırma soruları geliştirme, veri toplama, analiz etme ve olası çözüm yolları geliştirmede üstün yetenekli öğrencilerin toplumsal problemlere yönelik ilgi duydukları belirlenmiştir. Bu doğrultuda çalışma sonucunda çevre ile ilgili içerik ve uygulamaların STEM konularına yönelik problem çözme becerisinde olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Robinson ve diğerleri (2014) tarafından yapılan çalışmada STEM eğitimi ile üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, içerik bilgisi ve kavram bilgisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Proje kapsamında üstün yetenekli öğrencilere yönelik STEM temelli sınıf dışı çekme/kaynak odası uygulamasında görevli öğretmenlere mesleki gelişim programı sağlanmıştır. Öğretim içeriğinde öğretmenlerin bilimin sürdürülebilirliği, genel eğitim sınıfları ve üstün yetenekli bireylerin eğitime yönelik mesleki eğitim ve probleme dayalı STEM uygulamaları yer almıştır. Rastgele seçilen öğretmenler 120 saatlik mesleki gelişim programına katılarak araştırma-sorgulamaya dayalı, probleme dayalı ve teknolojik uygulamalara yönelik eğitim almışlardır. Mesleki gelişim programında yer alan öğretmenlerin uygulamalarını gerçekleştirdikleri üstün yetenekli öğrenciler deney grubu, normal özel eğitim içeriğinin gerçekleştirildiği üstün yetenekli öğrenciler ise kontrol grubu olarak atanmıştır. Öğrencilerin yer aldığı sınıf seviyeleri 2, 3, 4 ve 5.sınıflardır. İki yıl süreyle gerçekleştirilen çalışmada deney grubunda 1.yıl toplam 87, kontrol grubunda 70 öğrenci, 2.yıl ise deney grubunda 67, kontrol grubunda 60 öğrenci yer almıştır. Çalışma verileri öğretmenlerden toplanmış ve projede yer alan araştırmacı ve uzmanlar tarafından puanlama yapılmıştır. STEM projesinde yer alan uzman ve rehberler öğretmenlerin veri toplama sürecinde yer alarak verilerin elde edilme sürecine dâhil olmuşlardır. Deney ve kontrol grubu olarak belirlenen üstün yetenekli öğrencilerle uygulamanın etkililiğine bakıldığında bilimsel süreç becerileri, fen kavramları ve bilim içeriği yönünden deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur.

STEM eğitiminde başarıya yönelik çalışan Andersen (2014) zekânın önemli bileşenleri arasında yer alan görsel-uzamsal yeteneğin önemine vurgu yapmaktadır. STEM yeteneğinin tanımlanmasında ve üstün yetenekli öğrencilere yönelik eğitim programlarında genellikle sayısal ve akıl yürütme becerilerine odaklanıldığı, görsel-uzamsal yeteneğin ise göz ardı edildiğini belirtmiştir. Andersen (2014) çalışmasında STEM’ de yaratıcı ürünlerin görsel-uzamsal yetenekler ile ortaya çıktığını ve bu yeteneğin de geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu amaçla üstün yetenekli öğrencilerin başarılı olabilmeleri amacıyla eğitim hizmetlerinde görsel-uzamsal yeteneği geliştirici şekilde değiştirilmesi gerektiğini ve bu konuda STEM eğitiminin etkili olduğunu belirtmektedir.

Zihinsel döndürme (mental rotation) yeteneğinin akademik ve kariyer alanında sağladığı başarıya vurgu yapan von Károlyi (2013) bu yeteneğin özellikle STEM alanlarında etkili olduğunu ve geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Araştırmacı üstün zekâlı ve yetenekli bireyde uzamsal yetenek, strateji seçimi ve bireysel farklılıkların zihinsel döndürme yeteneği ile ilişkili faktörler olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında STEM etkinliklerinin ve faaliyetlerinin zihinsel döndürme yeteneğini geliştirdiği bu doğrultuda üstün yetenekli öğrencilerin eğitimlerinde STEM etkinliklerine yer verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Çalışmasında STEM alanlarında ilgilenen üstün yetenekli öğrencilerin ebeveyn, öğretmen ve programlar dâhilinde zihinsel döndürme yeteneklerinin gelişimine ağırlık vermeleri önerilmiştir.

Lubinski (2010) STEM eğitimi ve uzamsal yeteneğin yetenek tanımlama ve geliştirmedeki önemine yönelik çalışmada bulunmuştur. Uzamsal yeteneğin eğitim ve mesleki ortamlarda önemli rol oynadığını bu sebeple STEM kariyer alanlarında da etkili bir beceri olduğu belirtilmektedir. Çalışmada karmaşık ve gerçek yaşam durumlarının yer aldığı STEM eğitiminde yer alacak öğrencilerin belirlenmesinde ve yeteneklerinin tespit edilmesinde uzamsal yeteneğin kriter olarak dahil edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

STEM eğitiminin kariyer seçimine etkisi. Steenbergen-Hu ve Olszewski-Kubilius (2017) çalışmasında üstün yetenekli öğrencilerin STEM alanlarına yönelimlerini etkileyen faktörleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında normal okulda öğrenim gören ve okul dışı zenginleştirilmiş ve farklılaştırılmış fen-matematik derslerine katılan üstün yetenekli lise öğrencilerinin STEM alanlarına yönelmelerinde demografik faktörlerinin etkisinin, okul dışı gezi ve araştırmaların

STEM alanlarındaki başarıya etkisi ve STEM alanlarına üniversitede devam etmenin başarıyla ilişkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma verileri çevrimiçi anket ile toplanmıştır. Anket içeriği motivasyon, tutum ve kariyer gelişimine yönelik 118 soruyu içeren 24 kategoriden oluşmaktadır. Çalışma 25 STEM okulundan alınan kayıtlar ile öğrencilerin liseden mezun olmalarının 4-6 yıl sonrasında 2010-2013 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Okul dışı zenginleştirilmiş ve farklılaştırılmış programların fen ve matematik temelli olmasının üstün yetenekli öğrencilerin STEM alanlarına yönelmesinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Coleman (2016) üstün yetenekli bireylerin STEM alanlarına yönelimlerini etkileyen motive edici unsurları araştırmıştır. STEM eğitime ve STEM kariyer alanlarına yönelik motivasyon eksikliği çalışmanın araştırma problemi olarak belirlenmiştir. Çalışma özellikle azınlık gruplarını oluşturan siyahi üstün 20 lise öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda STEM motivasyon unsurları; yüksek başarı, bilginin keşfedilmesi/öğrenilmesi, toplumsal problemlere çözüm üretmek, rekabetçi çalışma süreci ve para şeklinde ortaya konulmuştur.

Jen ve Moon (2015) STEM içeriğine sahip öğretim programının üstün yetenekli erkek öğrencilerin öğrenme deneyimleri, akran ilişkileri ve kariyer algılarına etkisi üzerine çalışmıştır. Çalışmada 24 üstün yetenekli lise mehzunu öğrenci ile görüşme, anket ve arşiv dokümanları kullanılarak veri toplanmıştır. Çoğu STEM temelli eğitim içeriğinin öğrencilerin üniversite meslek seçimlerinde STEM alanlarına yönelimlerinde olumlu etki sağladığı belirtilmiştir. Katılımcıların özellikle bağımsız ve bireysel çalıştıkları uygulamaları tercih ettikleri görülmüştür. Birçok katılımcı bu şekilde karmaşık ve zorlayıcı öğrenme deneyimlerinin kendi öğrenme ihtiyaçlarını karşılamada etkili olduğunu belirtirken bir kısmı ise pek çok konunun iç içe ve hızlı olmasının öğrenmelerini olumsuz etkilediğini belirtmiştir.

Wegner ve diğerleri (2014) yapmış oldukları çalışmada kız öğrencilerin STEM alanlarına yönelmemelerinin sebeplerini araştırmıştır. Çalışmada proje kapsamında üstün yetenekli ve kız öğrencilerin öğrenmelerini destekleyen “Kolumbus-Kids” programı uygulanmış ve bu öğrencilerin STEM konularına ilgili duymaları, ilgili konulara ilişkin hayal kırıklığı, can sıkıntısı ve güvensizliğinin azaltılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 9-11 yaş arasında olan 20 kadın ve 29 erkek üstün yetenekli öğrenci yer almıştır. Çalışmanın amacı fen bilimlerine yönelik ilgiyi yüksek tutarak olumsuz tutumu gidermeye çalışmak ve STEM alanlarına yönelimi

artırmaktır. Bu amaçla özellikle kız öğrencilerin ilgi ve motivasyonunu yüksek tutmak amaçlanmıştır. Çalışmada 2010 sonbaharında ve 2011 ilkbaharında olmak üzere iki kez anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yer alacak öğrencilerin tespit edilmesinde ise Lorge-Thorndike Zekâ Testi ve Bilişsel Yetenek Testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha az güvensizlik duydukları ve daha az sıkıldıkları görülmüştür. Kolumbus-Kids programının benlik kavramı ve özellikle kız öğrencilerin performansını artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Programın aynı zamanda güvensizlik, hayal kırıklığı ve sıkıntı gibi olumsuz tutumlara yönelik pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada aynı zamanda STEM sınıflarının ve içeriğinin kız öğrencilerin başarısını ve STEM alanlarına yönelik tutumlarını olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Dieker ve diğerleri (2012) çalışmasında üstün yetenekli öğrencilere yönelik eğitim hizmeti olarak yaz okulu STEM programlarında sanal ve simüle öğretim uygulamalarına yer vermiştir. Çalışmadaki amaç sanal ve simüle ortamlara dayanan STEM yaz kampının düşük sosyoekonomik düzeyde olan üstün yetenekli öğrencilerin özgüvenlerine etkisini incelemektir. Bu nitelikteki öğrencilerin STEM kariyer alanlarına devamlılıklarının düşük olduğunun düşünülmesidir. Çalışmanın katılımcıları STEM alanlarında üstün yetenekli olarak tanımlanmış 108 ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır. Teknolojik materyal ve içeriklerin yoğun olduğu STEM öğretim ortamının öğrencilerin kendilerini rahat hissetmelerini, dolayısıyla yüksek özgüven sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Özgüven ile STEM kariyer alanlarına devam etme arasında pozitif korelasyon olduğu belirtilerek yüksek özgüven sağlayan STEM eğitiminin STEM kariyer alanlarına yönelimi sağlayabileceği belirtilmektedir.

Rinn ve diğerleri (2008) matematik ve sözel alanlarda üstün yetenekli öğrencilerde İçsel-Dışsal Referans Çerçevesi Modelin (Internal/External Frame Of Reference Model [I/E]) cinsiyete göre benlik kavramı ve STEM alanlarındaki başarılarına etkisini incelemiştir. Benlik kavramı ve STEM alanlarındaki başarıların belirlendiği çalışmada I/E Modeli kullanılmıştır. Kadın ve erkek üstün yetenekli öğrencilerin matematik ve sözel alanlardaki başarıları ve benlik kavramları arasındaki ilişkinin belirlenerek STEM alanlarında kadınların geri planda kalma sebeplerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada 12-16 yaş arasındaki 181 üstün yetenekli öğrenci yer almıştır. Üstün yetenekli öğrencilerin matematik ve sözel alanlardaki başarıları Akademik Yeterlik Testi (Scholastic Aptitude Test [SAT]) ve Amerikan Kolej

Testi (American College Testing [ACT]) puanları ölçülmüştür. Matematik ve sözel alanlara yönelik benlik kavramı ise Kişisel Tanıtım Anketi (Self Description Questionnaire II [SDQ II]) ile belirlenmiştir. Çalışma 8, 9, 10 ve 11.sınıfa geçen 181 matematik ve sözel alanlarda üstün yetenekli öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma günde 6 saat olmak üzere haftada 5 gün olacak şekilde 3 haftalık yaz kampı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda kadın ve erkekler arasında matematik başarısı ve matematik benlik kavramı arasında anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen kadınların sözel alanlardaki başarı ve benlik kavramı puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Benlik kavramı ve başarı arasında pozitif korelasyonun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sözel benlik kavramı yüksek olan bireylerin STEM alanları haricindeki alanlara yönelme eğiliminin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM eğitimlerine ilişkin ilgili literatür incelendiğinde uluslararası çalışmaların yapıldığı görülürken ülkemizde bu alanda yeteri kadar çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışma ile birlikte literatürdeki bu eksikliğin kısmen giderilmesi ve literatüre katkıda bulunulması sağlanacaktır.

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde STEM eğitiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitimlerinde, beceri gelişimlerinde ve 21. yy eğitimiyle hedeflenen küreselleşen dünya ile rekabet edebilecek kalitede nitelikli birey yetiştirilmesinde etkili olduğu görülmektedir. Bu araştırma üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen ilgili STEM etkinliklerinden yola çıkılarak hazırlanmış ve uygulanmıştır. Çalışmada yukarıdaki araştırmalardan farklı olarak ilgili literatür incelenerek STEM becerileri tanımlanmış ve STEM etkinliklerinde bu becerilerin kullanımları belirlenmiştir. Çalışmada yapılan STEM becerileri tanımlaması ile ilgili literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Çalışma nitel araştırma olarak desenlenmiş ve STEM etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandığı STEM becerilerinin detaylı olarak incelenmesine olanak sağlanmıştır. Bu amaçla ilgili yazında odaklanılan becerilerden yola çıkılarak akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik becerileri, inovasyon, yaratıcılık, yaşam ve kariyer becerilerine ilişkin detaylı bulgu ve sonuçlar ortaya konulmuştur. Aynı zamanda çalışmada yer alan öğrencilerin STEM ve STEM eğitimine yönelik görüşleri belirlenerek STEM etkinlikleri öğrenci görüşleri doğrultusunda da betimlenmiştir. Belirtilen bu unsurlar doğrultusunda bu çalışma ile ilgili literatüre katkı sağlanacağı düşünülmüştür.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde, araştırmanın türü, çalışma grubu, veri toplama ve araştırma süreci, araştırmacının rolü, veri toplama araçları ve verilerin analizi ele alınacaktır.

Araştırmanın Türü

Çeşitli durumların, etkinliklerin ve ilişkilerin derinlemesine incelendiği, detaylı araştırmaların yapıldığı ve bütüncül bir yaklaşımla ele alındığı çalışmalar “nitel araştırma” olarak tanımlanmaktadır (Fraenkel ve Wallen, 2009). Nitel araştırma, Richardson ve Ginsburg (1999) tarafından “sosyal ya da kişisel bir durumu anlamaya yönelik karmaşık ve bütüncül bir yaklaşımla ele alan, doğal ortamda yapılan ve farklı bakış açılarıyla inceleme sağlayan araştırma yöntemi” olarak tanımlanmaktadır.

Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması modeli esas alınmıştır. Belli bir bağlam içerisinde yer alan özel durumların incelemesinde durum çalışmaları uygun görülmektedir (Creswell, 2009; Merriam, 2001). Durum çalışmalarında eğitim-öğretim içerisinde yer alan program, kişi, süreç veya sosyal grup gibi belli olgulara yönelik derinlemesine yapılan araştırmalar yer almaktadır (Merriam, 1988).

Durum çalışmaları, gerçek yaşamda yer alan olay “özel durum” incelemelerinin gerçekleştirildiği çalışmalardır (Yin, 2009). Özel durum kişi, program, sınıf, okul gibi örnek durumlar olabileceği gibi bir sürece yönelik de gerçekleştirilebilir (Fraenkel ve Wallen, 2009). Yin (2003) durum çalışmasını, bir olgu ve olayın bulunduğu çevre ile ele alındığı, olgu ve bulunduğu çevre arasında belirgin sınırların olmadığı ve bağlamı açıklama için birden fazla veri kaynağının olduğu durumlarda kullanılan ampirik bir araştırma yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Yin (2003) durum çalışmasını tek durum ve çoklu durum çalışmaları olarak ayırmıştır. Tek durum çalışmaları bir birey, program veya süreç gibi tek bir analiz birimini ele almaktadır. Yin (2003) durum çalışmalarını bütüncül tek durum deseni (single-case holistic designs), iç içe geçmiş tek durum deseni (single-case embedded designs), bütüncül çoklu durum deseni (multiple-case holistic designs) ve iç içe geçmiş çoklu durum deseni (multiple-case embedded designs) olarak sınıflandırmıştır. Bütüncül tek durum, tek bir duruma (bir birey, bir program, vb.) yönelik yapılan çalışmalardır. İç içe geçmiş tek durum, tek bir durum içerisinde iç içe geçmiş birden fazla analiz biriminin olduğu durumları ele almaktadır.

Bu desende farklı birimler bir durum içerisinde ilişkilendirilmektedir. Bütüncül çoklu durum, birden fazla durum ele alınarak birbirleriyle karşılaştırma yapılan desendir. İç içe geçmiş çoklu durum da, araştırmada ele alınan birden fazla durum kendi içerisinde farklı birimleri de içermektedir. Bir durum çoklu analiz birimleri ile ele alınarak durumlar arasında karşılaştırma yapma imkânı olmaktadır.

Bu çalışmada durum çalışması modellerinden bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Çalışmada üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince ortaya çıkan STEM becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Nitel araştırmalar genellikle küçük gruplar ile daha derinlemesine bir anlayış oluşturulması amacıyla gerçekleştirilen çalışmalardır (Patton, 2002). Örneklemdeki amaç bilgi içeren ve çalışmaya değer bilginin elde edilebileceği kaynakları seçmektir.

Amaçlı örneklem, zengin bilgi içeren durumların araştırmada yer verilmesiyle derinlemesine araştırma yapma olanağı elde edilmesini sağlamaktadır (Patton, 2002). Stake (1995)' e göre seçilen durumların araştırılan probleme yönelik bilgi bakımından zengin olması gerektiğini belirtmektedir. Amaçlı örneklem yöntemi, maksimum düzeyde ve zengin bilgi edinilmesinin hedeflendiği durumların seçimi olarak ifade edilmektedir (Lincoln ve Guba, 1985; Patton, 2002). Çalışmanın katılımcıları Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) eğitimlerine devam eden ve Rehberlik Araştırma Merkezi (RAM) tarafından genel zihinsel ve resim-müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli olarak tanımlanmış 7.sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışmada yer alan katılımcılar İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerinin RAM tarafından WISC-R testi kullanılarak üstün zekâlı ve yetenekli olarak tanımlanan ve Yozgat Bilim ve Sanat Merkezinde eğitim desteği alan 7.sınıf öğrencileri arasından seçilmiştir.

Öğrencilerin çalışmada yer alması ile ilgili Bilim ve Sanat Merkezi yöneticilerine, öğretmen, veli ve öğrencilerine bilgi verilmiştir. STEM eğitimi etkinliklerine katılmaya gönüllü olan 3 genel zihinsel (gz) ve 4 resim-müzik (rm) alanında üstün yetenekli öğrenci çalışmaya dâhil edilmiştir. Çalışmada yer alması planlanan öğrencilerin velilerinden gerekli yasal izinler alınarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Katılımcı kimliklerinin gizliliği açısından araştırmada takma isimler kullanılmış ve öğrencilerin üstün yetenek alanları takma isimlerinin yanında parantez ile verilmiştir. Çalışmada yer alan öğrencilerin bireysel özellikleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3

Katılımcıların Demografik Özellikleri

Katılımcı	Cinsiyeti	Yaş	Yetenek Alanı	BİLSEM Eğitimi Destek Süresi
Mehmet	Erkek	13	Genel Zihinsel	5 yıl
Şenay	Kadın	13	Genel Zihinsel-Müzik	5 yıl
Özgür	Erkek	13	Genel Zihinsel-Müzik	5 yıl
Murat	Erkek	13	Resim	5 yıl
Burcu	Kadın	12	Resim-Müzik	5 yıl
Fatih	Erkek	13	Resim	5 yıl
Seda	Kadın	13	Müzik	5 yıl

Katılımcıların bireysel özellikleri. Çalışmada yer alan katılımcıların bireysel özellikleri BİLSEM öğretmenleri ve velileri ile görüşülerek belirlenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz): Genel zihinsel alanda üstün zekâlı ve yetenekli tanısı konulmuş bir öğrencidir. Üstün zekâlı ve yetenekli özelliğinden ötürü hem okul hem de BİLSEM ortamında sıkıntılar yaşamaktadır. Bu özelliğinden ötürü okuldaki arkadaşları tarafından dışlanmakta kendi özelliğinde olan arkadaşları ile daha rahat iletişim kurabilmektedir. BİLSEM’deki eğitim ve uygulamaları sıkıcı ve gereksiz bulduğundan ötürü katılım göstermemektedir. BİLSEM’deki eğitim programında fen, matematik ve bilgisayar dersi öğrencileri arasında yer almaktadır. Özellikle fen ve matematik alanlarında akademik becerisi, teknolojik araç-gereç kullanımı konusunda ise teknik becerileri ön plandadır. Düşüncelerini etkili bir şekilde ve rahatça ifade edebilen özgüveni yüksek bir öğrencidir. Pek çok farklı gelişim programı ve etkinliklere katılım göstermesinin yanı sıra sıkıldığı ve ilgisini çekmediği durumlarda devamsızlık göstermektedir.

Şenay (gz): Hem genel zihinsel hem de resim-müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli bir öğrencidir. BİLSEM’de genel zihinsel alanda yer alan öğrencinin müziğe yönelik özel yeteneği de desteklenmektedir. BİLSEM programında fen, matematik ve gitar dersi grubunda yer almaktadır. Bu doğrultuda öğrencinin fen ve matematik alanlarına yönelik akademik becerisi ön plandadır. Düşüncelerini rahatça ifade

edebilen özgüveni yüksek bir öğrencidir. İlgisini çeken ve kendisine katkı sağlayacağını düşündüğü etkinlik ve programlara yönelik istekli katılım göstermektedir.

Özgür (gz): Hem genel zihinsel hem de resim-müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli bir öğrencidir. Genel zihinsel alanda yer alan öğrencinin müziğe yönelik yeteneği de desteklenmektedir. BİLSEM programında fen, matematik ve gitar dersi grubunda yer almaktadır. Öğrencinin fen ve matematik alanlarındaki akademik becerisi ön plandadır. Özellikle fiziğe karşı özel ilgisi bulunmaktadır. Düşüncelerini rahatça ifade edebilen özgüveni yüksek bir öğrencidir.

Murat (rm): Öğrencinin yetenek alanı resim olmasından dolayı resim-müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli öğrenci olarak tanımlanmaktadır. BİLSEM programında sadece resim derslerinde yer almaktadır. Öğrencinin teknoloji ve teknolojik araçlara karşı özel ilgisi olmasıyla birlikte YouTube kanalı mevcuttur. Murat etkinliklere katılım konusunda istekli ve iletişimi güçlüdür.

Burcu (rm): Resim ve müzik alanlarında üstün zekâlı ve yetenekli bir öğrencidir. Bu doğrultuda BİLSEM programında resim, müzik ve astronomi derslerinde yer almaktadır. Öğrencinin yazı yazma ve resim çizme konusunda becerileri ön plandadır. Kendisinin basılı bir hikâye kitabı bulunmaktadır. Öğrenci teknolojik araç kullanımı konusunda deneyimsiz olmasından ötürü teknolojiye yönelik olumsuz tutum göstermektedir. Sosyal olmayan öğrencinin başkaları ile iletişim kurma ve konuşmada isteksizliği vardır. Düşüncelerini sözel olarak ifade etmek yerine yazıya dökerek belirtmeyi tercih etmektedir. Sosyal ortam ve etkinliklere katılım konusunda çekingen davranmakta ve ilgisini çekmediği durumlarda isteksizlik göstermektedir. Hem okulda hem BİLSEM’de arkadaşı olan ve bu çalışmada da yer alan Seda ile beraber çalışmayı istemektedir.

Fatih (rm): Resim alanında yetenekli olan öğrenci resim-müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli olarak tanımlanmaktadır. BİLSEM programında resim derslerinde yer almaktadır. Öğrencinin resim ve çizim yapmada becerileri ön plandadır. Öğrenci düşüncelerini ifade etmede sessiz kalmakta ve çekinik davranmayı tercih etmektedir. İletişim konusunda etkili olmayan öğrenci çalışma ve etkinliklere katılma konusunda çekingen davranmaktadır.

Seda (rm): Müzik alanında yetenekli olan öğrenci resim-müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli olarak tanımlanmaktadır. BİLSEM programında müzik ve astronomi

derslerinde yer almaktadır. Öğrenci teknolojik araç kullanımı konusunda deneyimsiz olması sebebiyle teknolojiye yönelik olumsuz tutum göstermektedir. İçekapanık olan öğrencinin başkaları ile iletişim kurma ve konuşmada isteksizliği vardır. Düşüncelerini sözel olarak ifade etmek yerine yazıya dökerek belirtmeyi tercih etmektedir. Sosyal ortam ve etkinliklere katılım konusunda çekingen davranmaktadır. Hem okulda hem BİLSEM' de arkadaşı olan ve bu çalışmada da yer alan Burcu ile çalışmayı istemektedir.

BİLSEM öğrenci seçimi. Milli Eğitim Bakanlığı (2016) tarafından 2016-2017 Bilim ve Sanat Merkezleri Öğrencileri Tanılama Kılavuzu yayınlanmış olup yer alan bilgiler doğrultusunda BİLSEM öğrenci seçim süreci özetlenmiştir. Eğitim-öğretim süreci boyunca sınıf öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda 1. 2. ve 3. sınıf düzeylerinde öğrencilerin BİLSEM öğrenci seçim süreci başlamış olmaktadır. BİLSEM öğrenci yerleştirmesi sürecinde öğrenci seçimi üç aşamalı olarak yapılmaktadır:

1. *Gözlem formu:* Sınıf öğretmenleri tarafından öğrencilerin genel zihinsel, resim ve müzik yetenek durumlarına yönelik gözlem formlarının doldurulması sürecidir. Sınıf öğretmeni bilgisayar ortamında öğrencilerin yeteneklerine yönelik soruları cevaplandırarak en fazla iki yetenek alanı olmak üzere öğrenci bilgilerini tanımlayarak okul idaresinin onayıyla görüşünü belirtmektedir.
2. *Grup taraması:* Gözlem formu iletilen öğrenciler internet ortamından MEBBİS-BİLSEM İşlemleri Modülü üzerinden oturum seçenekleri ile belirlenen merkezlerde test yapılmaktadır. Grup taramasında uygulanan test içeriği yaş düzeylerine uygun içerik ve süre ile bilgisayar ekranından gerekli durumlarda uygulama yetkisi olan öğretmenler tarafından sözel okumalar ile cevaplandırılmaktadır. Bilgisayar ortamında cevaplanan sorular ve cevap süreleri eş zamanlı olarak Bakanlığa iletilmektedir.
3. *Bireysel değerlendirme:* Bakanlık tarafından belirlenen yaş düzeyine yönelik puan barajını geçen öğrenciler bireysel değerlendirme aşamasına geçmektedir. Bu öğrenciler yetenek alanlarına (genel zihinsel, resim ve müzik) yönelik olarak değerlendirilmektedirler. Öğrencilere Rehberlik Araştırma Merkezlerinde (RAM) uygulama yetkisi olan öğretmenler tarafından yaygın olarak WISC-R, güncellenmiş hali ile WISC-IV veya Stanford-Binet Zekâ testleri uygulanmaktadır. Test sonuçları RAM Modülü

üzerinden sisteme girilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen zekâ sınıflandırması temel alınarak zekâ testi puanı 130 ve üstü olan öğrenciler üstün zekâlı olarak tanımlanmakta ve yetenek alanı belirlenmektedir.

0-20	Derin zekâ geriliği
20-35	Ağır zekâ geriliği
35-50	Orta dereceli zekâ geriliği
50-70	Hafif derecede zekâ geriliği
70-79	Sıradan zekâ geriliği
80-89	Donuk zekâlılık veya donuk normal zekâ
90-109	Normal zekâ
110-119	Parlak zekâ
120-129	Üstün zekâ
130-...	Çok üstün zekâ

Resim ve müzik yetenek alanlarına yönelik değerlendirme için sınıf öğretmeni tarafından ilk aşamada doldurulan gözlem formu ve gerekli durumlarda veli görüşleri temel alınmaktadır. Belirlenen öğrenciler MEB tarafından oluşturulan komisyon tarafından değerlendirilmeye alınmaktadır. Değerlendirmede MEB tarafından belirlenen ölçütler temel alınmaktadır. Yapılan tüm değerlendirmeler Bakanlık internet sitesi üzerinden iletilen bilgiler doğrultusunda Bakanlık tarafından oluşturulan üstün yetenekli, müzik ve resim alanlarındaki öğrenci listeleri BİLSEM' e iletilir. Bu süreç sonunda öğrenciler BİLSEM kayıtlarını gerçekleştirerek okul eğitimlerinin yanı sıra destek eğitimlerine de başlamış olmaktadır.

Tüm değerlendirmeler sonucunda BİLSEM eğitimine başlayan öğrenciler farklı yetenek alanlarına yönelik olarak eğitim görmektedirler (genel zihinsel-resim, genel zihinsel-müzik, müzik-resim). BİLSEM öğretmenlerinin de gözlemleri sonucunda öğrencilerin yetenek alanlarında değişiklikler mümkün olmaktadır.

WISC-IV (WÇZÖ-IV) Zekâ Testi. Çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli tanısı konulmuş katılımcılar WISC-IV Zekâ Testi kullanılarak BİLSEM eğitimine

seçilmişlerdir. WISC-IV (Wechsler, 2003) Zekâ Testi, Wechsler (1949) tarafından geliştirilen Çocuklar için Zekâ Testi (WISC)' nin son halidir. Test Öktem ve diğerleri (2009) tarafından “Wechsler Çocuklar için Zekâ Ölçeği-IV (WÇZÖ-IV) Uyarlama ve Standardizasyon Çalışması” proje kapsamında Türkçe çalışması gerçekleştirilmiştir. Üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin tanısında kullanılan WISC-R testi 6-16 yaş arasındaki çocukların zekâ düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Testte 10 alt test ve 5 yedek test yer almaktadır. 10 alt test uygulaması sonucunda sözel kavrama, algısal akıl yürütme, çalışma belleği ve işleme hızı puanları elde edilmektedir (Kaufman ve diğerleri, 2006).

Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) eğitimi. BİLSEM öğrenci yerleştirmesi ilk olarak 2. sınıfta ikinci olarak ise 4. sınıf düzeyinde yapılmaktadır. Yerleştirilecek öğrenci seviyeleri Bakanlık tarafından belirlenerek gerçekleştirilmektedir. 2. sınıftan itibaren eğitime başlayan öğrenciler ilk olarak 7-8 kişilik gruplar halinde BİLSEM’ de yer alan tüm alanlarda eğitim görmektedirler. Bu alanlar müzik, resim, Türkçe, matematik, fen, sosyal ve felsefenin yer aldığı yedi alandan oluşmaktadır. Belirtilen alanlardaki eğitim uyum, iletişim, problem çözme, grup çalışması modülü çatısında gerçekleştirilmektedir. Bu modüle gerçekleştirilen eğitim sürecinin ardından uygulamalarda yer alan öğretmenler ile toplantılar gerçekleştirilerek her öğrenciye yönelik değerlendirmeler yapılmaktadır. 2-5. sınıf arasındaki yer alan bu süreç “Destek Eğitim Programı” olarak adlandırılmaktadır. 7 modüle yönelik tüm eğitim sürecinin tamamlanmasının ardından BİLSEM rehber öğretmeni, branş öğretmenleri ve idarecileri bir araya gelerek 6, 7 ve 8. sınıfı kapsayan “Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programına” yönelik değerlendirme gerçekleştirilmektedir. Bu programda ders içerikleri derinlemesine ve yoğun bir şekilde yer almaktadır. Öğrenci potansiyellerine bağlı olarak değişen uygulama içeriği ile birlikte proje çalışmaları da yer almaktadır. Tutarlı değerlendirmeler sonucunda öğrencilerin hangi derslerde yer alacakları belirlenmektedir. 1-3 alana yönelik belirlenmiş öğrenciler ders programları doğrultusunda haftalık 1- 2 gün her dersten 3 saat olmak üzere BİLSEM’ e gelmektedir. Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programı’ nın ardından daha üst düzey uygulamaların ve proje gruplarının yer aldığı lise düzeyinde “Özel Yetenekleri Geliştirme Programı” başlamaktadır. Bu programa geçen öğrenciler proje yapma ve yarışmalara katılma gibi etkinlikleri gerçekleştirmektedirler.

BİLSEM eğitimi sürecinde zorunlu müfredat veya program içeriği yer almamaktadır. 2016 yılında Özel Eğitim ve Rehberlik Genel Müdürlüğü Özel Yeteneklerin Geliştirilmesi Daire Başkanlığı tarafından belirlenen komisyonlar ile BİLSEM çerçeve planının oluşturulması ve zengin öğretim içeriklerine yönelik “Destek Eğitim”, “Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme” ve “Özel Yetenekleri Geliştirme Etkinlik Kitapları” hazırlanmıştır. Bu etkinlik kitapları öğretmenleri etkinlik konusunda yönlendirme ve fikir verme amacıyla oluşturulmuştur.

BİLSEM kurumunda çalışan öğretmenlerin kriterleri Bakanlık tarafından belirlenmiş olup ALES’ ten en az 70 almış ve 3 yıllık MEB öğretmeni olmak, 1 aylık özel üstün yeteneklilerin eğitimi (özel eğitimin hedefleri, materyal geliştirme, hiperaktivite, dikkat eksikliği, öğretim programları, üstün yetenekli öğrencilerin özellikleri, ölçek geliştirme) konusuna yönelik özel eğitim almak ve eğitim sonunda alanına yönelik proje yapmış olma şartları aranmaktadır. Belirtilen şartları sağlayan öğretmen başvurularının değerlendirilmesinin ardından yazılı ve sözlü mülakatlar sonrasında puan ve tercihe bağlı yerleştirmeler yapılmaktadır.

Veri Toplama Süreci

STEM etkinlikleri içeriklerinin değerlendirilmesi ve veri toplama araçlarındaki eksiklikleri gidermek amacıyla pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama sayesinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle STEM eğitimini uygulama ve bu yönde deneyim sahibi olma aynı zamanda BİLSEM ortamına yönelik bilgi edinme fırsatı oluşturulmuştur.

Pilot uygulama. Çalışmanın pilot uygulama içeriği 2016-2017 güz döneminde planlanmış olup uygulama bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sürecine yönelik detaylı bilgiler Tablo– 4’ te yer almaktadır.

Pilot uygulama STEM Uygulamaları Öncesi (SUÖ), STEM Uygulama Süreci (SUS) ve STEM Uygulamaları Sonrası (SUS) yapılanlar olmak üzere sınıflandırılmıştır. Pilot uygulama sonrası yapılan değişiklikler; etkinlik içeriğinde ve veri toplama araçlarında yapılan değişiklikler başlıkları altında sunulmuştur.

Tablo 4

Pilot Uygulama Çalışma Takvimi

		2016	2017					
Yapılanlar		Ağustos- Eylül-Ekim- Kasım	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
SUÖ	Yasal izinlerin alınması	X						
	Etkinlik içeriklerinin oluşturulması	X						
	Uzman görüşü alınması		X	X				
	Araştırmacının öğretim ortamında bulunması			X	X			
	Öğretmen görüşmeleri					X		
	Katılımcı seçimi					X		
	Bireysel Görüşmeler-1					X		
	Uygulamaya yönelik bilgi verilmesi					X		
	Grup Görüşmesi denemesi					X		
	Etkinlik-1					21.04.		
SUS	Etkinlik-2					24.04.		
	Etkinlik-3					28.04.		
	Etkinlik-4						05.05.	
	Etkinlik-5						08.05.	
	Etkinlik-6						12.05.	
	Etkinlik-7						15.05	
	Etkinlik-8						26.05.	
	Etkinlik-9						30.05.	
	Bireysel Görüşmeler-2							02.06
SUS	Genel Değerlendirme							06.06- 10.06
	Etkinliklerin revize edilmesi							11.06- 30.06
	Uzman görüşlerinin alınması							01.07- 15.07

Pilot uygulamanın gerçekleştirilmesinden önce İl Milli Eğitim Müdürlüğü ve Hacettepe Etik Kurulundan gerekli yasal izinler alınmıştır. Pilot uygulamada gerçekleştirilecek olan etkinliklerin içerikleri çeşitli kaynakların taranması ile araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Oluşturulan etkinliklerin STEM eğitime uygulanmasını belirlemek amacıyla fen, matematik ve özel eğitim alanlarında uzmanlardan görüş alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda etkinlik içerikleri revize edilerek pilot uygulama için hazırlanmışlardır. Pilot uygulama öncesi BİLSEM’de bulunan fen, matematik ve teknoloji öğretmenlerine de STEM eğitim içerikleri gösterilerek öneriler alınmıştır. Uzman görüşlerinin alındığı süreçte öğrencilerin ve öğretmenlerin araştırmacıyı ortama kabul etmeleri ve yabancılık çekmemeleri amacıyla araştırmacı fen ve matematik derslerinin olduğu zamanlarda öğretim ortamında bulunmuş, öğretmen ve öğrenciler ile vakit geçirmiştir. Bu sayede araştırmacının uygulama öncesi üstün yetenekli öğrenci davranışlarını gözlemleme ve eğitimi takip etme fırsatı olmuştur. STEM eğitimi boyunca sınıfta yer alacak olan video kamera, fotoğraf makinesi ve ses kayıt cihazı gibi materyallerin öğrencilerin doğal davranışlarını etkilememesi amacıyla sınıflarda kayıt almadan bulundurulmuşlardır.

Çalışmada, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen mühendislik tasarımı odaklı STEM etkinliklerinde öğrencilerin kullandıkları becerilerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla BİLSEM’de öğrenim görmek olan 7. sınıf öğrencileri arasından 3 genel zihinsel (gz) ve 2 resim-müzik (rm) alanında üstün olarak tanımlanmış öğrenci seçilmiştir. Pilot uygulamanın gerçekleştirildiği öğrenci özellikleri Tablo- 5’te yer almaktadır.

Tablo 5

Pilot Uygulama Katılımcılarına Ait Demografik Bilgiler

Katılımcı	Cinsiyeti	Yaş	Yetenek Alanı	BİLSEM Eğitimi Destek Süresi
Ece	Kadın	13	Müzik	3 yıl
Ayla	Kadın	13	Zihinsel	3 yıl
Işıl	Kadın	13	Müzik	3 yıl
Ceren	Kadın	13	Zihinsel	3 yıl
Berna	Kadın	11	Zihinsel	3 yıl

Pilot uygulamada yer alan öğrencilerin özellikleri ile asıl çalışmanın gerçekleştirileceği öğrenci özelliklerinin benzer olmasına dikkat edilerek amaçlı örnekleme yöntemine göre öğrenciler seçilmiştir. Öğrenci seçimi konusunda BİLSEM fen ve matematik öğretmenleri ile görüşülmüş ve öğretmenlerin görüşleri doğrultusu ile öğrenciler belirlenmiştir. Belirlenen öğrenciler ile uygulamaya yönelik bilgi verilmiş ve seçilen öğrenciler çalışmaya gönüllü katılımı bulunduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin yanı sıra uygulamanın gerçekleştirilmesi ile ilgili veliler ile görüşmeler yapılarak yasal izinler alınmıştır.

STEM eğitimi sürecine başlamadan önce öğrencilerin disiplinler arası eğitime, STEM bileşenlerine ve etkinliklerine yönelik görüş ve düşüncelerini belirlemek amacıyla STEM Uygulama Öncesi (SUÖ) öğrenciler ile bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bireysel görüşmeler öğrencilerin de izinleri alınarak ses kaydına alınmıştır. Görüşme öncesi, görüşmenin gizli kalacağı verilen bilgilerin üçüncü kişilerle paylaşılmayacağı belirtilmiştir. Bireysel görüşmelerin her biri yaklaşık 25-30 dakika arasında sürmüştür. Görüşme içeriklerini öğrencilerin birbirleriyle paylaşmamaları için aynı gün farklı saatlerde görüşme saatleri verilerek engellenmeye çalışılmıştır.

STEM uygulamalarına başlamadan önce öğrencilere uygulamalar sürecinde ne amaçla neler yapılacağına ilişkin bilgiler verilmiştir. Bu içerikle STEM eğitiminin ne olduğu ve etkinliklerin içeriklerine yönelik yüzeysel bilgilerin yer aldığı sunu gerçekleştirilmiştir. STEM eğitiminde kullanılacak STEM etkinlik kitapçığı, günlük, etkinliklerde yapılacak taslak, modeller ve grup görüşmeleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Grup görüşmeleri her etkinlik sonrası gerçekleştirileceği ve çalışmanın amacı açısından veri elde etmede önemli olduğundan dolayı grup görüşmesi deneme uygulaması yapılmıştır. Bu sayede daha önce grup görüşmesinde bulunmamış öğrenciler grup tartışmasına yönelik deneyim sağlamışlardır.

STEM eğitimi uygulamaları günlük 3 saat olmak üzere öğrencilerin BİLSEM' e geldikleri pazartesi ve cuma günlerinde gerçekleştirilmiştir. STEM uygulama sürecinde içeriği oluşturulan etkinlikler uygulanmış ve her etkinlikte grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. STEM eğitim uygulamaları sınıfların durumu göz önüne alınarak BİLSEM matematik sınıfında gerçekleştirilmiş olup öğrenciler küme modeli ile yerleştirilmiştir.

Öğrencilerin oturma planında beyaz ve akıllı tahtayı görmelerini engellemeye, kameranın tüm yapılanları görmesine dikkat edilmiştir. Öğrenci çalışma masaları bireysel olup karşılıklı olarak birleştirilmişler ve küme grupları oluşturulmuştur. Bu sayede öğrencilerin işbirliğine dayalı olarak çalışma yapmalarına olanak sağlanmıştır.

STEM uygulamaları sürecinde araştırmacıya ve öğrencilerin uygulamalarına yardımcı olmak üzere fen bilgisi ve matematik eğitimi alanlarında öğrenim görmekte olan iki öğretmen adayı sınıfta bulunmuştur. Öğretmen adayları öğretim sürecinde katılımcı olmayan gözlemci olarak bulunmuş öğrenci ve duruma yönelik gözlem formunu doldurmuşlardır. Yardımcı öğretmenler görsel ve işitsel materyal kullanımında yardımcı olmuşlar ve video kamera, fotoğraf makinesi ve ses kayıt cihazlarının kayıtlarını kontrol etmişlerdir. Eğitim süreci boyunca araştırmacı katılımcı gözlemci olarak yer aldığından ve uygulamayı bizzat gerçekleştirdiğinden dolayı gözlemlerini her etkinlik sonrası günlük olarak kaydetmiştir. STEM uygulamaları sonrasında pilot uygulamada yer alan katılımcılar ile sürece yönelik tartışma gerçekleştirilmiştir. Bu tartışmanın içeriğinde etkinliklerin uygulanmasına ilişkin görüş, değişiklik talepleri, düzeltmelerin neler olabileceğine dair öğrencilerin değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. STEM uygulamaları öncesinde gerçekleştirilen bireysel görüşmeler uygulama sonrasında da tekrarlanarak veriler elde edilmiştir.

Pilot uygulama sonrası yapılan değişiklikler.

- STEM uygulamaları fen ve matematik öğretmenlerinin beraber ve ortaklaşa uygulamaları yönünde planlanmıştır. Öğretmenlerin aynı anda diğer öğrencilerle gerçekleşen eğitimlerinin aksamamaları açısından pilot uygulamada uygulayıcı değişikliği yapılmış ve araştırmacı uygulayıcı olarak süreci gerçekleştirmiştir. Pilot uygulama doğrultusunda gerçekleştirilen asıl uygulamada da araştırmacı uygulayıcı olarak çalışmayı yürütmüştür.
- Etkinliklerin içeriğinde öğrenci istekleri göz önünde bulundurularak asıl uygulamada malzeme çeşitliliğine gidilmiştir.
- Etkinlikler genel zihinsel ve resim-müzik alanlarında üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik olarak iki grup şeklinde işbirliğine dayalı olarak planlanmıştır. Üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı özelliklerinin

olmasından dolayı asıl uygulamada etkinlikler bireysel gerçekleştirilmeye uygun olarak düzenlenmiştir.

- Pilot uygulama sürecinde etkinliklerin yapım süreleri dikkate alınarak asıl uygulamada daha uzun zaman aralığı verilmiştir.
- Etkinlikler uzman görüşleri doğrultusunda STEM eğitimi kapsamında değerlendirilmiş ve revize edilmiştir. Pilot uygulamada yer alan “Köpük Baloncuk” etkinliği uzman görüşleri doğrultusunda asıl uygulamada yer alacak etkinliklerden çıkarılmıştır. Bu etkinliğin STEM disiplinlerini kapsamada eksik olduğu düşünülmüştür. Lego setleriyle “Küp Çözen Robot” etkinliği uzmanlar tarafından STEM becerileri kapsamında değerlendirilmiş ve mühendislik becerileri kapsamında eksik olduğuna karar verilmiştir. Bu doğrultuda asıl uygulamada robot etkinliği oluşturulmuş ve iki kısımda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak Lego setleriyle küp çözen robot yapan öğrenciler ikinci etkinlikte kendi istedikleri özelliklerde robotlarını 3D modellemişlerdir.
- Pilot uygulamada 3D STEM etkinlikleri BİLSEM teknoloji laboratuvarında uygulanmış olup bilgisayar sayısı konusunda sıkıntılar yaşanmıştır. 3D etkinlikleri her öğrencinin bilgisayar ortamında modelleme yapmasına yönelik olduğundan dolayı her öğrenciye bilgisayar gerekmektedir. BİLSEM 3D yazıcı modeli maddi olanaklardan dolayı daha uzun zamanda model oluşturduğundan ve aynı gün içinde çıkarılamadığından model oluşturma sürecinin araştırmacı tarafından kontrol edilmesi güç olmuştur. Asıl uygulamada STEM etkinliklerinin daha sağlıklı ve kontrollü yürütülebilmesi için öğrenci, veli ve BİLSEM yönetiminin de izni ile araştırmacının kurumunda uygulanmıştır. Bu sayede öğrencilerin daha rahat çalışmalarına yönelik ortam sağlanmıştır. Aynı zamanda 3D yazıcının araştırmacının çalıştığı kurumda olması sayesinde modellerin çıktılarının alınması kontrol edilebilmiştir.
- Katılımcı gözlemi ve etkinliklerin uygulanması ile ilgili en önemli veri toplama aracı olan video kamera pilot uygulamada bir tane yer almıştır. İki grup olduğundan ve öğrencilerin karşılıklı konuşmalarından dolayı veri kaybı olmaması için iki grup-iki kamera şeklinde düzenleme yapılmıştır.

- Pilot uygulamada görüşmeler bireysel ve grup görüşmeleri olarak yer almıştır. Bireysel ve grup görüşmelerinde yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Görüşme formları araştırmacı tarafından literatür taraması sonucunda taslak form olarak oluşturulmuştur. 20 soruluk bireysel görüşme taslak formu ve etkinliklerde yer alan grup görüşmeleri formu içerik, hedef ve kapsam uygunluğunun ve anlaşılabilirliğinin değerlendirilmesi açısından fen, matematik ve özel eğitim alanlarında uzman eğitimcilere ve BİLSEM fen ve matematik öğretmenlerine gönderilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda görüşme soruları düzenlenerek 6 ana ve 17 alt sorudan oluşan bireysel görüşme formu hazırlanmıştır. Grup görüşme soruları ise her etkinliğe yönelik ayrıntılı bir şekilde hazırlanarak etkinliklerde yer almıştır.
- Pilot uygulama kapsamında araştırmacı ve öğrenci günlüğü, STEM etkinlik kitapçığı ve yardımcı öğretmen gözlem formları yer almıştır. STEM etkinlik kitapçığında yer alan öğrenci günlüğü açık-uçludan, yarı-yapılandırılmış ve açık uçlu kısımların yer aldığı bölümler olacak şekilde revize edilmiştir. Öğrencilerin günlük kullanım alışkanlığı olmamasından dolayı asıl uygulamada her etkinlik sonrası günlük yazım saati oluşturulmuştur.

Asıl uygulama. Araştırmanın asıl uygulaması 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz döneminde gerçekleştirilmiş olup detaylı çalışma takvimi aşağıda sunulmuştur.

Tablo 6

Asıl Uygulama Çalışma Takvimi

		2017				2018			
Yapılanlar		Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
ÖSÜ	Araştırmacının öğretim ortamında bulunması	X							
	Katılımcı seçimi	X							
	Bireysel Görüşmeler-1	X							
	Uygulamaya yönelik bilgi verilmesi	X							

	Grup denemesi	Görüşmesi	X							
	Etkinlik-1		30.09							
	Etkinlik-2			07.10						
	Etkinlik-3			14.10						
	Etkinlik-4			21.10						
SUS	Etkinlik-5			28.10						
	Etkinlik-6				04.11					
	Etkinlik-7				11.11					
	Etkinlik-8				18.11					
	Etkinlik-9				25.11					
	Etkinlik-10					02.12				
	Bireysel Görüşmeler-2					06.12				
SUS	Verilerin analizi	analiz	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verilerin raporlaştırılması		X	X	X	X	X	X	X	X

Asıl uygulama öncesi İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından gerekli yasal izinler alınmıştır. BİLSEM fen ve matematik öğretmenleri ile bir araya gelinerek çalışmada yer alacak öğrenciler belirlenmiş ve kendilerine uygulamaya yönelik detaylı bilgilendirmeler yapılmıştır. Katılımcı öğrenciler 7. sınıf öğrenci arasından çalışmaya katılmaya gönüllü olan ve genel zihinsel, resim-müzik alanlarında üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler olacak şekilde 7 öğrenci belirlenmiştir.

Çalışmanın uygulanmasına yönelik detaylı bilgilendirmenin ardından öğrencilerin araştırmacıya karşı yabancılik hissetmemeleri ve davranışlarındaki doğallığı kaybetmemeleri açısından araştırmacı 4 haftalık bir süre ile BİLSEM fen ve matematik derslerinde bulunmuş ve kayıt almaksızın video kamera yerleştirmiştir. Bu sayede öğrencilerin araştırmanın yapılacağı ortama ve araştırmacıya alışmaları sağlanmıştır. STEM uygulamalarına başlamadan önce öğrencilerin disiplinler arası eğitime ve STEM disiplinlerine yönelik görüş ve düşüncelerini belirlemek amacıyla STEM uygulamaları öncesi öğrenciler ile BİLSEM rehberlik birimde bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler öğrencilerin birbirleri ile etkileşimde

olmamaları, görüş ve düşüncelerini paylaşmamaları amacıyla aynı gün ve farklı saatlerde yapılmıştır. Gerçekleştirilen bireysel görüşmeler öğrencilerin de izinleri alınarak ses kaydına alınmıştır. Görüşme öncesi, görüşmelerin gizli kalacağı ve verilen bilgilerin üçüncü kişilerle paylaşılmayacağı belirtilmiştir.

Pilot uygulama BİLSEM matematik sınıfında gerçekleştirilmiş olup uygulamalarda aksaklıklar yaşanmıştır. BİLSEM' de uygun STEM sınıfının, materyallerinin ve 3D yazıcının olmayışı aynı zamanda etkinliklerin süresinin BİLSEM çalışma saatleriyle uyuşmaması sebebiyle pilot uygulamada aksaklıkların yaşanmasına sebep olmuştur. Asıl uygulama, çalışma koşullarının iyileştirilmesi bu sayede öğrencilerin uygulamalarını daha etkili bir şekilde yapabilmeleri amacıyla araştırmacının görev yaptığı üniversitede, cumartesi günleri yapılmıştır. Bu şekilde çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için yasal izinlerin alınmasında bu durum belirtilmiş aynı zamanda öğrenci, veli ve BİLSEM yönetiminden de izinler alınmıştır.

Çalışma kapsamında yaklaşık 3 ay süren STEM uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın ilk aşamasında öğrencilere STEM eğitim süreci ve etkinliklerine yönelik bilgiler verilmiştir. Bu aşamada öğrencilere STEM uygulamalarında kullanılacak STEM etkinlik kitapçığı, günlük, etkinliklerde yapılacak taslak, modeller ve grup görüşmeleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Eğitim sürecinde her etkinlik uygulamasında gerçekleştirilecek ve veri elde etme açısından önemli olan grup görüşmeleri ve tartışmalara ilişkin deneme yapılmış ve grup görüşmelerinin nasıl gerçekleştirileceği üzerinde durulmuştur. Bu sayede öğrencilerin grup tartışmalarına yönelik deneyim sahibi olmaları sağlanmıştır.

Çalışmanın uygulamasında araştırmacı katılımcı gözlemci olarak yer almış ve uygulamayı kendisi gerçekleştirmiştir. Etkinliklerin uygulamasında öğrenciler iki grup halinde yerleştirilmiş olup bireysel olarak çalışmalarını yürütmüşlerdir. Malzeme temini araştırmacı tarafından sağlanmış olup öğrenci masalarına yerleştirilmiştir. Öğrencilere açık uçlu olarak sunulan etkinlik içeriklerine yönelik istedikleri tasarımları yapmaları konusunda çalışma ortamı oluşturulmuştur. STEM eğitimi sürecinde öğrencilerin etkinlik öncesi, etkinlik sürecinde ve sonrasında tamamlamaları gereken bölümlerin yer aldığı STEM etkinlik kitapçığı yer almıştır. Her etkinlikte tartışma ortamı oluşturulmuş ve öğrenciler tarafından günlükler doldurulmuştur. Uygulamalarda öğrencilere malzeme temini ve kullanımı konusunda yardımcı olunması açısından öğretim ortamında iki tane matematik öğretmeni adayı yer almıştır. Araştırmacı

uygulamayı gerçekleştirdiğinden dolayı öğrenci ve uygulama ortamına yönelik olarak günlük tutmuş, öğretmen adayları ise gözlem formu doldurmuşlardır.

STEM uygulamalarının ardından öğrencilerin STEM disiplinleri ve etkinliklerine yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu sayede STEM uygulamaları sonrasında ve öncesindeki öğrenci görüşlerinin karşılaştırılması fırsatı elde edilmiştir. Eğitim öncesinde olduğu gibi öğrencilerin birbirleriyle etkileşimi olmaması ve görüşmelere yönelik içeriğin paylaşılması adına her öğrenciye aynı günde olmak üzere farklı saatlerde görüşme randevusu verilmiştir. Bireysel görüşmeler STEM eğitimi öncesinde olduğu gibi BİLSEM rehberlik biriminde gerçekleştirilmiştir.

STEM eğitimi uygulamaları ve etkinlikleri. STEM eğitimi kapsamında üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ortaya çıkan STEM becerilerine ve STEM eğitimine yönelik düşüncelerine odaklanılan bu çalışma 10 haftalık STEM etkinliklerini içermektedir. Aşağıda her hafta gerçekleştirilen STEM etkinlikleri ve öğrenci katılım durumları sunulmuştur.

Tablo 7

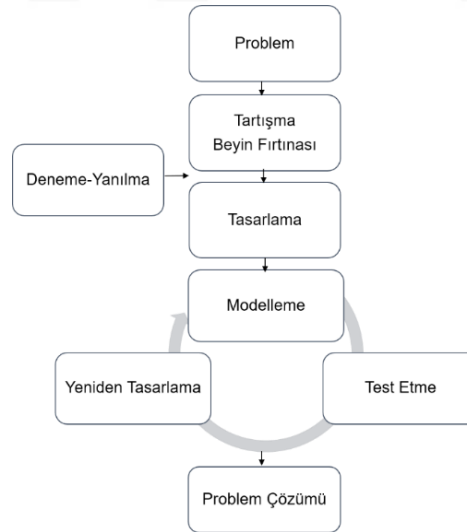
STEM Etkinlik Takvimi ve Öğrenci Katılım Durumları

Etkinlik		Genel Zihinsel (gz)			Resim-Müzik (rm)			
		Özgür	Şenay	Mehmet	Fatih	Burcu	Murat	Seda
1	Köprümü Yapıyorum	√	√	√	√	√	√	√
2	Yel Değirmeni	√	√	√	√	√	√	√
3	Fırlatıyorum!	√	√	√	√	√	√	√
4	Uçurtma	√	√	-	√	√	√	√
5	Logomu Tasarlıyorum	√	√	√	√	√	√	-
6	Küp Çözen Robot	√	√	-	-	√	√	√
7	Benim Robotum	-	√	√	√	√	√	√
8	Fraktal	√	√	√	√	√	√	√
9	Hücre Modelim	√	√	√	√	√	√	√
10	Denge Modeli	√	√	√	√	√	√	√

Çalışmada 7 üstün zekâlı ve yetenekli öğrenci yer almıştır. STEM etkinlikleri bireysel olarak gerçekleştirilmiş olup öğrenciler küme olarak oturtulmuştur. Öğrencilerin küme şeklinde oturmalarında yetenek alanlarına dikkat edilerek karma şekilde oturmalarına özen gösterilmiştir. Öğrencilerinde küme olarak oturtulmalarındaki amaç ortak ve işbirliğine dayalı çalışma ortamını oluşturma ve malzeme konusunda yardımlaşmalarını sağlamaktır.

STEM uygulamalarının çalışma ortamı öğrencilerin birbirleri ve uygulayıcı ile iletişimde ve işbirliğinde olabilecekleri şekilde düzenlenmiştir. Öğrencilerin birbirleri ile rahat çalışabilmelerine, tahtayı görebilmelerine ve malzemelere erişebilmelerine dikkat edilmiştir. Bu amaçla etkinlik kapsamında kullanılacak araç-gereç ve materyaller öğretmen masasına yerleştirilmiştir. Öğrenciler kullanacakları malzemeleri çalışma masalarına alarak ihtiyaç durumlarında birbirlerine yardım ederek ve işbirliği halinde çalışmalarını sürdürmüşlerdir. STEM eğitimi kapsamında yer alan etkinlik ve eğitim süreci tüm öğrencilerle gerçekleştirilmiş olup fikir ve görüş paylaşımları yapılmıştır.

STEM etkinliklerinin uygulamasında öğrencilerin belirlemiş oldukları problem durumlarına ilişkin mühendislik temelli çözüm üretmişlerdir. STEM etkinliklerinin uygulanış süreci aşağıdaki şemada betimlenmiştir (Thibaut ve diğerleri, 2018).



Şekil 4. STEM etkinlikleri uygulama modeli.

Çalışmada üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ortaya çıkan STEM becerilerinde ve STEM eğitime yönelik görüşlerinde etkili olan STEM etkinlikleri (EK-A) detaylı olarak yer almakla birlikte bu bölümde kısaca özetlenmiştir.

Çalışmanın içeriğini oluşturan STEM etkinlikleri ilgili literatürde yer alan etkinliklerin incelenmesi ve çalışmada tanımlanan STEM becerilerine hitap etmesi amacıyla araştırmacının içerik ve materyal düzenlemelerini yapması ile geliştirilmiştir. STEM etkinlikleri, problemi tanımlama ve tartışmanın yer aldığı giriş; tasarlama ve modellemenin yer aldığı uygulama; meydana getirilen modelin test edildiği, problem çözümüne yönelik değerlendirmenin ve gerekliyse yeniden tasarlanmanın yer aldığı değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. STEM etkinliklerinin etkililiği amacıyla eğitim sürecinde çeşitli manipülatifler (yazılı ve sözel temsiller, simülasyonlar, somut ve soyut gösterimler) ve teknolojik araç-gereçler (bilgisayar, 3D yazıcı, simülasyon, Tinkercad 3D Modelleme Programı) uygulama ortamında yer almıştır. Bu sayede etkinlik içeriği zenginleştirilerek uygulanan STEM etkinliklerinin etkili olması amaçlanmıştır. Aşağıda her bir etkinliğin içeriği kısaca verilmiş olup “denge modelim” etkinliği örnek uygulama olarak detaylı verilmiştir. Etkinliklerin detaylı sunumu Ekte-H’de yer almaktadır.

1. **“Köprümü Yapıyorum” etkinliği:** Etkinlikte belirlenen entegrasyonları gerçekleştirmek amacıyla etkinliğe giriş, uygulama ve değerlendirme kısımları yer almaktadır. Etkinliğe giriş kısmında konuya yönelik ilgi çekmek ve merak uyandırmak amacıyla araştırmacı tarafından sunum gerçekleştirilmiştir. Köprülere ilişkin bilgilendirmenin yer aldığı sunumda öğrencilerle karşılıklı etkileşimde bulunularak soru-cevap şeklinde süreç yürütülmüştür. Etkinliğe girişin ardından öğrencilere ağırlıklara karşı dayanıklı köprü modeli problemi öne sürülmüş ve öğrencilerden bu probleme yönelik model tasarlayarak ürün oluşturmaları istenmiştir. Öğrencilerin köprülerdeki dayanıklılığa dikkati çekmek amacıyla video gösterimi yapılarak örnek köprü modelleri sunulmuştur. Öğrenciler tasarım ve ürün oluşturma süreçleri sonunda meydana getirdikleri ürünleri test ederek değerlendirmelerde bulunmuşlardır.
2. **“Yel Değirmeni” etkinliği:** Etkinlik giriş, uygulama ve değerlendirme kısımlarında gerçekleştirilmiştir. Etkinliğe giriş kısmında yenilenebilir enerjinin önemini ortaya koymak için çevre kirliliği ile ilgili video izletilerek tartışma ortamı oluşturulmuştur. Bu süreçte soru-cevap ile öğrencilerin düşüncelerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Etkinlikte farklı disiplinlerle ilişkilendirmenin sağlanabilmesi amacıyla “Donkişot Yel Değirmenlerine

Karşı” hikâyesi okutulmuş ve yel değirmenlerinin fiziksel özellikleri tartışılmıştır. Ardından öğrencilere “bir çevreci olarak enerji kaynaklarından oluşan kirliliği azaltmak amacıyla yel değirmeni tasarlamanız istendi. Bu amaçla çalışan bir yel değirmeni tasarlayınız” problem durumu verilmiştir. Bu problemin çözümüne yönelik olarak öğrencilerin kendi yel değirmeni modellerini tasarlamaları ve değerlendirmeleri hedeflenmiştir.

3. **“Fırlatıyorum!” etkinliği:** Öğrencilerin dikkat ve ilgilerini çekmek amacıyla giriş etkinliği ile başlanmıştır. Bu amaçla öğrencilere mancınının tarihteki yeri ve kullanımlarına ilişkin bilgilerin yer aldığı sunu gerçekleştirilmiştir. Sunu içerisinde öğrencileri eğlendirmek aynı zamanda mancınıkta dikkat etmeleri gereken özelliklere ilişkin animasyon gösterimi yapılmıştır. Ardından öğrencilere mancınık modellerini tasarlamaları ve modellerini oluşturmaları istenmiştir. Etkinliğin sonunda ise “en uzağa fırlatma yarışı” düzenlenerek ürünlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.
4. **“Uçurtma” etkinliği:** Etkinlik öğrencilerin dikkat ve ilgilerini çekmek amacıyla giriş etkinliği, uçurtma modellerinin tasarlandığı ve uygulandığı model oluşturma aşaması ve son olarak ürün değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Öğrencilerin var olan düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla uçurtmaların kullanımlarına ilişkin sorular yöneltilmiştir. Ardından geçmişten günümüze uçurtmalar ile ilgili bilgilendirici sunu gerçekleştirilmiş ve farklı uçurtma modellerine ilişkin görüş paylaşımında bulunulmuştur. Öğrencilere uçurtma ile ilgili animasyon izletilerek bir uçurtmalardaki özellikler tartışılmıştır. Etkinliğin uygulama kısmında öğrencilerden uçurtma modellerini tasarlamaları ve modellerini oluşturmaları istenmiştir. Oluşturulan uçurtma modelleri uçurularak ürün değerlendirmelerinde bulunulmuştur.
5. **“Logomu Tasarlıyorum” etkinliği:** Logo tasarım etkinliği 3D yazıcının yer aldığı ilk etkinlik olmasından ötürü öncelikle öğrencilerin tasarım oluşturma programına yönelik deneyim kazanmaları amacıyla gerçekleştirilmiştir. Etkinlik süreci etkinliğe giriş, model tasarlama ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Bu amaçla öğrencilere 3D yazıcıların tarihsel gelişimlerine yönelik bilgilendirici ve merak uyandırıcı sunu gerçekleştirilmiştir. Bu sunu içerisinde 3D yazıcıların kullanım alanlarına

ilişkin tartışma ortamı yapılmıştır. Öğrencilere 3D STEM etkinliklerinde tasarımlarını oluşturacakları Tinkercad programı tanıtılmış ve programa giriş için gerekli aşamalar tamamlanmıştır. Ardından öğrencilerin programı tanımaları ve belli bir amaç doğrultusunda tasarım oluşturabilmeleri amacıyla istedikleri şekilde kendi logolarını tasarlamaları istenmiştir. Öğrencilerin hazırlamış oldukları modeller 3D yazıcıdan çıkartılarak bir sonraki etkinlikte değerlendirilmiştir.

6. **“Küp Çözen Robot” etkinliği:** Öğrencilerin robotlarla ilgili etkinliği iki etkinlik kısmından oluşacak şekilde çalışmada yer almıştır. Bunlardan ilki öğrencilerin Lego setlerini kullanarak yapacakları altıncı etkinlik olan “Küp Çözen Robot” etkinliği bir diğeri ise kendi 3D robot modellerini oluşturacakları “Benim Robotum” adlı yedinci etkinliktir. Öğrencilerin Lego Mindstrom Setini kullanarak yapacakları küp çözen robot etkinliği etkinliğe giriş, robot modelinin yapımı ve değerlendirmesi aşamalarından oluşmaktadır. Öğrencilerin dikkat ve ilgisini çekmek aynı zamanda etkinlik için motive olmaları amacıyla gelişen teknolojik araçlara yönelik video gösterimi yapılmıştır. Video gösterimi sırasında öğrencilerle gelişen teknolojinin hayatımızdaki yeri ve kazandırdığı araç-gereçlere ilişkin görüşlerin paylaşıldığı tartışma ortamı gerçekleştirilmiştir. Bu içerikle birlikte robot teknolojisi ve kullanım alanlarına giriş yapılmıştır. Robotların hayatımızdaki yeri ve kolaylaştırıcı rolüne değinilerek bu etkinlikte küp çözen robot etkinliği öğrencilere sunulmuştur. Öğrenciler iki gruba ayrılarak robot kiti verilmiş ve yönergeler eşliğinde robotların yapımı gerçekleştirilmiştir. Robot yapımı sonrasında uygulamaya ilişkin değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

7. **“Benim Robotum” etkinliği:** Öğrencilerin Lego setleriyle hazırlamış oldukları küp çözen robotun ardından kendilerine özgü tasarımlarını oluşturma fırsatı olan “Benim Robotum” etkinliği yapılmıştır. Öğrenciler robotlara ilişkin ilk etkinliklerinde gelişen teknoloji ve robotlara yönelik bilgi edinmiş ve görüşlerini de paylaşmışlardır. Yönergesi ve tasarımı belli olan küp çözen robot etkinliğinin devamında öğrenciler kendi robot tasarımlarını Tinkercad’ de modelleyerek 3D yazıcıdan çıkartmışlardır. Bu etkinlikle birlikte öğrencilere sadece hazır robotlardan faydalanmak yerine kendi

istedikleri özelliklerde robotlar meydana getirebileceklerini fark etmeleri amaçlanmıştır.

8. **“Fraktal” etkinliği:** Fraktal oluşturma etkinliği öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini çekmek amacıyla giriş etkinliği, fraktal modellerinin tasarlandığı uygulama kısmı ve son olarak ürünlerin değerlendirilmesinin yapıldığı değerlendirme kısımlarından oluşmaktadır. Fraktal etkinliğinde öğrencilerin dikkatlerini çekmek amacıyla fraktal modellerinin gösterimleri yapılarak fraktalların nerelerde karşımıza çıktığı ve nasıl modellendiğine ilişkin görüş paylaşımının olduğu tartışma gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin fraktallara ilişkin fikir edinmeleri ve fraktal oluşturabilmelerinin ardından kendilerinin belirledikleri adıma kadar fraktal modellerinin çizimlerini ve Tinkercad programında 3D modellemeleri istenmiştir. Öğrencilerin modellemiş oldukları fraktallar 3D yazıcıdan çıkartılarak bir sonraki etkinlikte değerlendirilmiştir.

9. **“Hücre Modelim” etkinliği:** Öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini çekmek amacıyla giriş etkinliği, hücre modellerinin tasarlandığı uygulama kısmı ve son olarak ürünlerin değerlendirilmesinin yapıldığı değerlendirme kısımlarından oluşmaktadır. Hücre etkinliğinde öncelikle öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla hücreye ilişkin soru-cevap yapılarak tartışma ortamı oluşturulmuştur. Ardından öğrencilerin etkinliğe yönelik motivasyonlarını sağlamak amacıyla hücreye ilişkin bilgilendirici sunum gösterimi yapılmış ve animasyon izletilmiştir. Öğrencilerin hücre modellerini incelemeleri ve bitki ve hayvan hücresi farklarını görebilmeleri amacıyla soğan hücresi ve yanak içi epitel doku mikroskopta incelenmiştir. Öğrencilerin bitki ve hayvan hücrelerine ilişkin fikir edinmeleri ve incelemelerinin ardından kendilerinin istedikleri hücre çizimini yapmaları ve Tinkercad programında 3D modellemeleri istenmiştir. Öğrencilerin tasarlamış oldukları hücre modelleri 3D yazıcıdan çıkartılarak bir sonraki etkinlikte değerlendirilmiştir.

10. **“Denge Modeli” etkinliği:** Denge modeli oluşturma etkinliği öğrencilerin dikkatini çekme ve motive etme amacıyla giriş etkinliği, denge terazi modellerinin tasarlandığı etkinliğin uygulama kısmı ve son olarak meydana gelen denge terazilerinin değerlendirildiği ürün değerlendirme kısımlarından

oluşmaktadır. Öğrencilerin terazi veya tahterevalli araçlarının çalışma prensibine yönelik bilgi edinmeleri aynı zamanda eğlenerek öğrenebilmeleri amacıyla interaktif oyun oynatılmıştır. Bu oyunla birlikte öğrencilerin kuvvet ve denge konusuna yönelik bilgi edinmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin bu bilgilerini de kullanarak terazi, tahterevalli ya da aynı amaçla kullanılan istedikleri modeli oluşturmaları hedeflenmiştir. Etkinlik sonunda öğrencilerin 3D modellemeleri 3D yazıcıdan çıkartılarak ürün değerlendirilmesi yapılmıştır. Etkinliğin detaylı uygulaması aşağıda sunulmuştur.

Etkinliğe başlamadan önce öğrencilerin konuya ilişkin dikkatlerini çekmek amacıyla sorular yöneltilir:

- Hiç tahterevalliye bindiniz mi?
- Tahterevallinin aşağı-yukarı hareket etmesi nelere bağlıdır?
- Bir tahterevallinin dengede olması nasıl sağlanabilir?

Sorularının ardından öğrencilere “Balancing Act” interaktif oyunu oynatılarak kuvvet ve denge kavramlarına dikkat çekilir. Bir terazi modelinde yer alan öğeler ve terazide dengenin sağlanmasında gerekli hususların neler olduğu ile ilgili tartışma ortamı oluşturulur. Aynı zamanda ağırlık ve kütle kavramlarına değinilerek öğrenci bilgileri ve varsa kavram yanılgıları ortaya çıkarılarak giderilmeye çalışılır. Oyunda denge durumunun sağlanmasının ardından öğrencilerin eşitlik ve denklem kavramlarına geçiş yaparak soyutlama yapmaları hedeflenir. Bunun için aşağıdaki sorular yöneltilir:

- Cisimlerin dengede kalmasındaki faktörler nelerdir?
- Dengede olan cisimlerin ağırlıkları ve konumları arasında ne tür bir ilişki bulunmaktadır?
- Matematiksel olarak denge durumunu nasıl ifade edersiniz?

Sorularının yöneltilmesinin ardından öğrenciler, deneme yanılma yolu ile eşitlik ve denklem kurmaları amacıyla cesaretlendirilir. Bu amaçla deneme süreçleri sınıfça beraber yapılarak nasıl olabileceğine yönelik tartışma ortamı yaratılır. Öğrencilere “Neden böyle oldu? Nasıl yapabiliriz? Sence nasıl olmalı?” gibi öğrencilerin keşfetmelerini sağlayıcı yönlendirici sorular yöneltilir. “Balancing Act” oyunu oynanarak cebirsel olarak farklı durumlara yönelik örnek hesaplamalar yapılır. Kuvvet ve denge

konusunda matematiksel işlemlerin, hesaplamaların önemine değinilir. Denge konusu ile birlikte iki tarafın eşitliğini sağlama, denklik ve denklem kurma gibi matematiksel konulara yer verilir. Bu süreçte uzaklık-kuvvet ve denge arasındaki ilişki teorik bilgi verilmeden hissettirilmeye çalışılır. Öğrencilerin kendi denge modellerini ve ağırlıkları Tinkercad programında tasarımları istenir. Bu amaçla öğrencilere “hareketli ve ölçüm işlemini yapabilen denge modelinizi ve kullanacağınız ağırlıkları 3D modelleme programı aracılığıyla meydana getiriniz” problemi sunulur. Öğrencilerin verilen bu probleme ilişkin tanım yapmaları ve problemi ortaya koyarak nasıl çözüm üretebileceklerine yönelik düşünceleri ortaya çıkarılır. Bu süreçte öğrencilere aşağıdaki sorular yönlendirilir:

- Sence bir denge modelinin ne tür özellikleri olmalıdır?
- Bu özellikleri kendi modeline nasıl kazandırabilirsin?

Soruları yöneltilerek öğrencilerin mühendislik uygulamalarında hedef belirlemeleri sağlanır. Öğrencilerin belirledikleri problemler doğrultusunda çözüm odaklı ürün geliştirmeleri ve değerlendirmelerine fırsat sağlanmış olunur.

Malzemeler:

- 3D yazıcı
- Filament
- Bilgisayar
- Tinkercad

Öğrencilerin çözüm odaklı üretecekleri modellerine ilişkin STEM etkinlik kitapçığını kullanmaları ve aynı zamanda 3D modelleme programı Tinkercad’ de modellemeleri istenir. Öğrencilerin modellemeleri sürecinde uzunluk ve ağırlıkları belirlemenin denge modellerindeki önemine değinilerek dikkat etmeleri sağlanır. Öğrencilerin denge modellerini araştırmaları aynı zamanda çalışma mekanizmalarını öğrenebilmeleri amacıyla bilgisayar ve internetten araştırma yapmalarına olanak sağlanır. Zorluk yaşayan öğrencilere yönelik arkadaş veya araştırmacı ile beraber çalışarak işbirliğinde bulunulmasına fırsat sunulur. 3D tasarımların meydana getirilmesinin ardından öğrenci modelleri akıllı tahta aracılığıyla yansıtılarak sınıfça uygunluğuna yönelik tartışma ortamı oluşturularak ürünlerin geliştirilmesi sağlanır. Yapılan son düzenlemeler ile birlikte ürünlerin 3D yazıcıdan çıktı alınması sağlanır.

Öğrencilerin 3D yazıcıda meydana getirdikleri ürünlerine yönelik değerlendirme yapmaları istenir. Öğrencilerin çalışmalarına yön veren tanımladıkları problemlerine uygun olup olmadığı ve nasıl geliştirebileceklerine yönelik düşünceleri ortaya çıkarılır. Bu aşamada öğrencilere aşağıdaki sorular yöneltilir:

- Ürünün, belirlediğin probleme yönelik etkili bir çözüm geliştirdi mi?
- Tasarımın ile meydana getirdiğin ürünün uyumlu mu?
- Ürününü nasıl geliştirebilirsin?
- Yeniden yapabilme şansın olsa bu sefer nelere dikkat edersin?

Soruları yöneltilerek değerlendirme süreci tamamlanır. Ardından öğrencilerin etkinliğe yönelik duygu ve düşüncelerini yansıtmaları amacıyla öğrenci günlüklerini doldurmaları istenir.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada yer alan veri toplama araçlarına görüşme, gözlem ve dokümanlar başlığı altında ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Verilerin elde edilmesinde kullanılan araç-gereç ve materyaller görsel-işitsel öğeler başlığında yer almaktadır. Veri toplama araçları ve kullanılan öğeler Tablo- 8' de sınıflandırılmıştır.

Tablo 8

Çalışmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları		Görsel-işitsel öğeler
Görüşme	Bireysel görüşme	Ses kayıt cihazı
	Grup görüşmesi	Ses kayıt cihazı Video kamera
Gözlem	Katılımcı gözlemci	Video kamera
		Araştırmacı günlüğü
	Katılımcı olmayan gözlemci	Gözlem formu Alan notları
Dokümanlar		Gözlem formu
		Alan notları

Görüşme. Görüşme nitel araştırmalarda veri elde etme amacıyla kullanılan en temel veri toplama araçlarından biridir (Fontana ve Frey, 2011). Görüşme, farklı amaçlar ve şekillerde kullanılmaktadır. En yaygın kullanım şekli; yüz yüze ve bireysel veya telefonla yapılan görüşme şekilleridir. Görüşmelerde kullanılan formlar ise yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış şeklinde olmaktadır (Fontana ve Frey, 2011). Görüşmeler araştırmacı-katılımcı arasında gerçekleşen bireysel görüşmeler ve araştırmacının belli bir grup ile yaptığı görüşmeler olmak üzere grup görüşmeleri şeklinde sınıflandırılmaktadır (Patton, 2002).

Bireysel görüşmeler (BG): Bireysel görüşmeler, STEM eğitimi öncesinde ve sonrasında katılımcılar ve araştırmacı arasında gerçekleştirilmiştir. Bireysel görüşmelerin içeriği her bir katılımcının STEM disiplinlerine ve etkinliklerine yönelik görüşlerini açığa çıkarmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. STEM uygulamaları öncesi (SUÖ) ve STEM uygulamaları sonrasında (SUS) gerçekleştirilen bireysel görüşmeler doğrultusunda uygulamanın etkililiğinin ve değişen düşüncelerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bireysel grup görüşmeleri araştırmacı ve katılımcının birebir olduğu, sessizliğin ve katılımcıların kendilerini rahat ve güvende hissedebilecekleri BİLSEM rehberlik hizmeti odasında gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler esnasında görüşmenin kesintiye uğramaması açısından görüşme yapıldığını bildirir yazı oda kapısına asılmıştır. Bireysel görüşmeler 15-20 dakika arasında sürmüştür. Görüşme öncesinde her katılımcıya görüşme içeriklerinin ve isminin gizli kalacağı, üçüncü kişiler için paylaşımda bulunulmayacağı bilgisi verilmiştir. Görüşmelerin kaydedilmesi, veri kaybının olmaması ve yazıya dökülmesinde yardımcı olması açısından ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Ses kayıt cihazı ile kayıt alınmasına yönelik her katılımcıdan izin istenmiştir. Araştırmacı tarafından görüşmelerin hangi amaçla gerçekleştirildiğine yönelik katılımcılara bilgi verilmiştir. Katılımcılara görüşme amacına yönelik açıklamalarda bulunulurken görüşme soruları, konu ve kapsama yönelik paylaşımda bulunulmamıştır.

Bireysel görüşme formu (BGF): Bireysel görüşme formu araştırmacı tarafından literatür taraması sonucu 6 sorudan oluşan taslak form oluşturulmuştur. Hazırlanan taslak form üstün yetenekli bireylerin kişisel özelliklerine uygunluğu, anlaşılır olup olmadığı, öğrenci düzeyine uygunluğu ve hedeflenen amaca yönelik kapsama uygunluğunu belirlemek amacıyla fen ve matematik eğitimi konusunda ve üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin eğitiminde uzman üç araştırmacıdan görüş izni alınmıştır. Yardımcı olmaya gönüllü olan uzmanlara çalışmanın içeriği, konu, kapsam ve hedeflerine yönelik detaylı bilgi verilmiştir. Uzmanlardan yazılı olarak dönütler alınarak bireysel görüşme formu yapısal ve içerik olarak düzenlenmiştir. Hazırlanan formun öğrenci açısından uygunluğunu test etmek amacıyla BİLSEM 6. ve 7. sınıfta yer alan iki öğrenci ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenci uygulamasıyla birlikte bireysel görüşme formu pilot uygulamada kullanıma hazır hale getirilmiştir. BGF pilot uygulama sonrası düzenlenerek SUÖ bireysel görüşme formu 6 soru ve 9 alt sorudan, SUS bireysel görüşme formu ise 6 soru, 23 alt sorudan oluşan son hali verilmiştir. BGF, STEM bileşenlerini oluşturan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin tanımlanması, STEM eğitiminin ve uygulayıcının değerlendirilmesini içeren sorulardan oluşmaktadır (EK-C).

Grup görüşmeleri (GG): Grup görüşmeleri araştırmacı ve topluluk arasında gerçekleşen yapılandırılmış veya yapılandırılmamış şekilde gerçekleşen belli bir amaç doğrultusunda görüş ve etkileşimin olduğu ortamlardır. Grup görüşmelerinde araştırmacı konuya yönelik sorular sorarak konudan uzaklaşılması ve odaklanılması için süreci yönetir. Grup görüşmelerinde amaç, derinliği ve çeşitliliği artırarak bireysel görüş ile ilişkilendirmektir (Fontana ve Frey, 2011). Grup görüşmeleri bireysel görüşmelerde ifade edilemeyen görüşlerin ortaya çıkarılmasında etkili olmaktadır.

Çalışmada STEM eğitime yönelik görüşlerin belirlenmesi amacıyla hem bireysel hem de grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda STEM etkinlikleri kapsamında yer alan konulara ilişkin öğrenci görüşlerinin açığa çıkarılmasında grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada tamamlanan her etkinlik sonrasında etkinliğin uygulanışı ve içeriğine yönelik katılımcılarla grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu sayede STEM uygulamaları süresince (SUS) her etkinliğin değerlendirilmesi ve çalışma kapsamında hedeflenen becerilerin etkililiğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Her etkinliğe yönelik

gerçekleştirilen grup görüşmeleri sayesinde süreç boyunca öğrencilerin STEM becerilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Grup görüşmeleri etkinliklerin gerçekleştirildiği sınıf ortamında etkinliğe göre farklılaşarak yaklaşık 30-60 dakika arasında sürmüştür. Katılımcıların grup görüşmesi konusunda deneyim kazanmaları ve kendilerini rahat hissetmeleri amacıyla deneme grup görüşmesi yapılmıştır. Deneme grup görüşmesi etkinliklerin haricinde farklı bir konuya yönelik olup fikirlerin paylaşılmasında açık ve rahat olunması, herkesin düşüncesini paylaşabilmesi, her düşüncenin önemsenmesi ve saygı ortamının sağlanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme grup görüşmesinin uygulanmasının ardından her STEM etkinliğinde grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.

Grup görüşme formu (GGF): Grup görüşmeleri, uygulanan STEM etkinliklerinin içeriğine yönelik olduğundan her etkinlik için hazırlanmış ve etkinliklerin içeriği, kapsamı, uygulanışı gibi unsurlar göz önünde bulundurulmuştur. Bu amaçla her etkinlikte taslak grup görüşme sorularına yer verilmiştir. Hazırlanan taslak formun anlaşılır olup olmadığı ve hedeflenen amaç doğrultusunda kapsam uygunluğunu belirlemek amacıyla STEM etkinliklerinin içeriği ile birlikte fen ve matematik eğitimi alanlarında uzman iki araştırmacıya gönderilmiştir. Aynı zamanda grup görüşme formunun öğrenci seviyesine uygunluğunu belirlemek amacıyla BİLSEM fen ve matematik öğretmenlerinin görüşleri alınmıştır. Uzmanlardan gelen düzeltmeler sonucu her etkinliğe yönelik görüşme formları hazırlanmıştır. Pilot uygulamayla birlikte gerçekleştirilen grup görüşmelerinde form içeriğinde bazı değişiklikler yapılarak son halini almıştır (EK-Ç). GGF' da yel değirmeni etkinliğinde yer alan örnek sorular aşağıdaki gibidir:

- Çevre kirliliği nedir?
- Çevre kirliliğine sebep olan unsurlar nelerdir?
- Çevre kirliliğinde kullanılan enerji kaynaklarının etkisi nedir?
- Enerji kaynaklarından oluşan kirliliğe yönelik çözüm önerileriniz nelerdir?
- Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanım faydaları nelerdir?
- Rüzgâr enerjisi kaynakları nelerdir?
- Yel değirmeni yapımında hangi şekilleri denediniz? Yel değirmeninizde hangi şekli neden seçtiniz?

- Bu etkinlikte ölçüm işlemi neden önemlidir? Açıklayınız.
- Bir yel değirmeni inşasında nelere dikkat edilmelidir?

Gözlem. Gözlem, belli bir ortamda gerçekleşen davranışın ayrıntılı olarak incelenmesi amacıyla kullanılan veri toplama yöntemidir (Fraenkel ve Wallen, 2009). Patton (2002) gözlemi; etkinliklerin, davranışların, kişilerarası etkileşimlerin bağlam da dâhil olmak üzere zengin ve ayrıntılı bir biçimde tanımlanması olarak ifade etmektedir. Gözlem araştırmacının ortamdaki rolüne göre farklılık göstermektedir (Creswell, 2012). *Katılımcı gözlemci*, bir durum hakkında bilgi toplamak üzere araştırmacının da ortama dâhil olduğu yöntemdir. Araştırmacı ve katılımcı gözlemlenen ortamda, faaliyette ve etkileşimde bulunmaktadır. *Katılımcı olmayan gözlemci*, gözlemci gözlem yapılan ortamda dışarıdan bakan bir göz olarak yer almaktadır. Araştırmacı, gerçekleşen faaliyetlere katılmadan gözlemleyen ve not alan roledir. Gözlem için kullanılabilecek araç-gereçler gözlem formları, fotoğraf, video, alan notları ve dokümanlardır (Merriam, 2009).

Çalışmada, öğrencilerin sınıf ortamında ve etkinliklerin uygulanmasında davranışlarını kaydetmek amacıyla uygulayıcı olan araştırmacı ve eğitim süresince öğretim ortamında bulunan yardımcı öğretmenler gözlemde bulunmuştur. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yönelik gerçekleştirilen STEM uygulamalarında araştırmacı aynı zamanda uygulayıcı rolde olduğundan dolayı katılımcı gözlemci olarak yer almıştır. Katılımcı gözlemci durumunda araştırmacının katılımcılar ile etkileşimde olduğundan dolayı gözlem notları alması zordur (Creswell, 2012). Bu sebeple çalışmada video kayıtları ve fotoğraflar gözlem araçları olarak kullanılmıştır. Araştırmacı etkinlik süresince gözlemlediği davranış, söylem ve göze çarpan detaylara yönelik günlük tutarak araştırmacı günlüğü oluşturmuştur. Çalışmada, araştırmacı günlüğü, video kayıtları ve fotoğraflar gözlem araçları olarak yer almıştır. Çalışmada öğrencilerin uygulamalarında (malzeme kullanımı, teknik destek, vb.) yardımcı olmak ve gözlemde bulunmaları amacıyla matematik eğitimi alanında öğrenim görmekte olan iki öğretmen adayı bulunmuştur. Öğretmen adaylarının gözlemlerini yapmaları amacıyla gözlem formları kullanılmıştır. Gözlem formları her iki yardımcı öğretmen tarafından her öğrenciye yönelik olarak doldurulmuştur. Gözlem formu öğrencilerin kullandıkları STEM becerilerini belirlemek amacıyla oluşturulmuştur (EK-D). Bu sayede aynı bağlam içerisinde yer alan araştırmacı ve yardımcı öğretmenlerin gözlem verilerinin karşılaştırılma fırsatı olmuştur.

Katılımcı gözlemci olarak araştırmacının yer almasında ortama kabul edilmeme, yabancı olarak algılanma ve öğrencilerin doğal davranmamalarına sebep olmamak için araştırmacı BİLSEM’ de iki hafta sınıf ortamında katılımcı olmayan gözlemci olarak dâhil olmuş ve kayıt almaksızın kamera ve ses kayıt cihazlarını öğretim ortamında bulundurmıştır. STEM eğitimi uygulamalarına başlamadan önce araştırmacı-katılımcı iletişiminin sağlanması amacıyla araştırmacı ve yardımcı öğretmenler farklı derslerin uygulamalarında öğretim ortamında bulunarak etkileşim sağlanmıştır. Öğrencilerin kamera, fotoğraf makinesi ve ses kayıt cihazlarına alışmaları ve doğal öğrenci davranışlarının sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla BİLSEM öğretim ortamında kullanılmıştır. STEM eğitimi uygulamalarına başlandığında öğrencilerin araştırmacıya ve yardımcı öğretmenlere karşı olumlu ve sıcak bir tutum içinde oldukları ve yadırgamadıkları görülmüştür. Bu sayede gözlemlenecek olan davranışların ve ortamın doğallığına zarar verilmemeye çalışılmıştır.

Doküman. Dokümanlar çalışma kapsamında eleştirel bir bakış açısıyla incelenecek ve analiz edilecek kamu belgeleri (resmi mektuplaşma, kütüphane arşivleri, toplantı kayıtları, vb.), özel belge (günlük, kişisel not, mektup, vb.), dergi, gazete, form, e-posta ve internet siteleri gibi yazılı belgelerden oluşmaktadır. Doküman incelemeleri yazılı kaynakları sözcükler yoluyla ifade ederek veri elde etmeyi sağlamaktadır (Creswell, 2012).

Çalışmada yer alan yazılı dokümanlar, öğrenciler tarafından oluşturulan “STEM etkinlik kitapçığı ve günlükler”, araştırmacı tarafından oluşturulan “araştırmacı günlüğü” ve yardımcı öğretmenler tarafından oluşturulan “gözlem ve alan notları” ve öğretim ortamına ait “fotoğraflar” dan oluşmaktadır.

STEM etkinlik kitapçığı öğrencilerin STEM uygulamaları süresince not aldıkları, model tasarladıkları, etkinlik süreci ve sonrasında soruların yer aldığı kısımlardan oluşmaktadır. Öğrencilerin kitapçıkta yer alan yazılı düşünceleri çalışma kapsamında hedeflenen düşüncelerin ve becerilerin ortaya konulması ilgili veri edilmesine yardımcı olmuştur. STEM etkinlik kitapçığında aynı zamanda öğrencilerin etkinlik sonrası duygu ve düşüncelerini ifade edebilecekleri öğrenci günlüğü yer almaktadır. Öğrenci günlüğü sayesinde STEM uygulamaları ve etkinliklerine yönelik tutum ve öğrenci görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, araştırmacının uygulayıcı olarak yer almasından dolayı öğrenci ve çevre ile ilgili gözlem notları alması güç olmuştur. Bu sebeple her uygulama sonrası

uygulama süreci, öğrenci ve öğretime yönelik günlük tutarak düşüncelerini kaydetmiştir. Araştırmacı ile uygulama sürecinde yer alan yardımcı öğretmenler her öğrenciye yönelik gözlem formu doldurmuştur. Yardımcı öğretmenlerin gözlem formları ve araştırmacı günlüğü veri doğrulaması açısından fayda sağlayan dokümanlar olmuşlardır.

Görsel-İşitsel öğeler. Görsel-işitsel öğeler, araştırılan durumu anlamaya yardımcı olmak üzere veri toplama araçları ile elde edilmiş görüntü ve seslerden oluşmaktadır (Creswell, 2012). Nitel çalışmalarda sıklıkla yer alan görsel-işitsel öğeler; fotoğraf, video, resim ve çizimlerden oluşmaktadır. Görsel ve işitsel öğelerin kullanımı gerçek yaşamdan doğrudan alıntılar sağladığı için geniş kapsamlı veri elde edilmesini sağlamaktadır (Creswell, 2012). Gelişen teknoloji ile birlikte veri toplama amacıyla kullanılan araç gereçlerin çeşitliliği de artmıştır. Verilerin toplanması ve organize edilmesinde görsel işitsel araç gereçlerin kullanımı kolaylık sağlamaktadır.

Çalışmada verilerin desteklenmesi, doğruluklarının test edilebilmesi, karşılaştırılabilmesi ve gözden kaçmaması için çeşitli görsel-işitsel materyallerden faydalanılmıştır. Çalışmada bireysel görüşme sürecinde konuşmaların tümünün kayıt altına alınması amacıyla ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Ses kayıt cihazının kullanımı öncesinde katılımcılardan izin alınmış ve görüşmenin gizli kalacağı belirtilmiştir. Grup görüşmeleri sınıf ortamında gerçekleştirildiğinden hem öğrenci görüşlerinin hem de davranış ve tepkilerin kayıt altına alınması amacıyla video kamera ve ses kayıt cihazları kullanılmıştır.

Gözlem, STEM eğitimi uygulama süresince gerçekleştiğinden dolayı sınıfta tüm öğrenci davranışlarını ve konuşmalarını kayıt altına alabilmek amacıyla video kameralar, fotoğraf makinesi ve ses kayıt cihazları kullanılmıştır. Öğrenciler bireysel olarak çalışmak üzere iki gruba ayrılmışlar ve her iki grup içinde gerçekleşen uygulamaları kaydetmek üzere iki kamera ve iki ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Bu kameraların yerleşiminde her şeyin kayıt altına alınmasına ve öğrencilerin rahatsız edilmemesine dikkat edilmiştir. Öğretim ortamı ve öğrenci uygulamalarının kayıt altına alınabilmesi amacıyla fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

Doküman incelemelerinde öğrenci ve araştırmacı günlükleri, STEM etkinlik kitapçığı, gözlem formları, alan notları ve fotoğraflar yer almıştır. Bu tür yazılı materyaller sayesinde doğrudan alıntılar yapılarak ya da elde edilen diğer veriler ile çeşitlilik sağlanarak veriler elde edilmiştir.

Verilerin Analizi

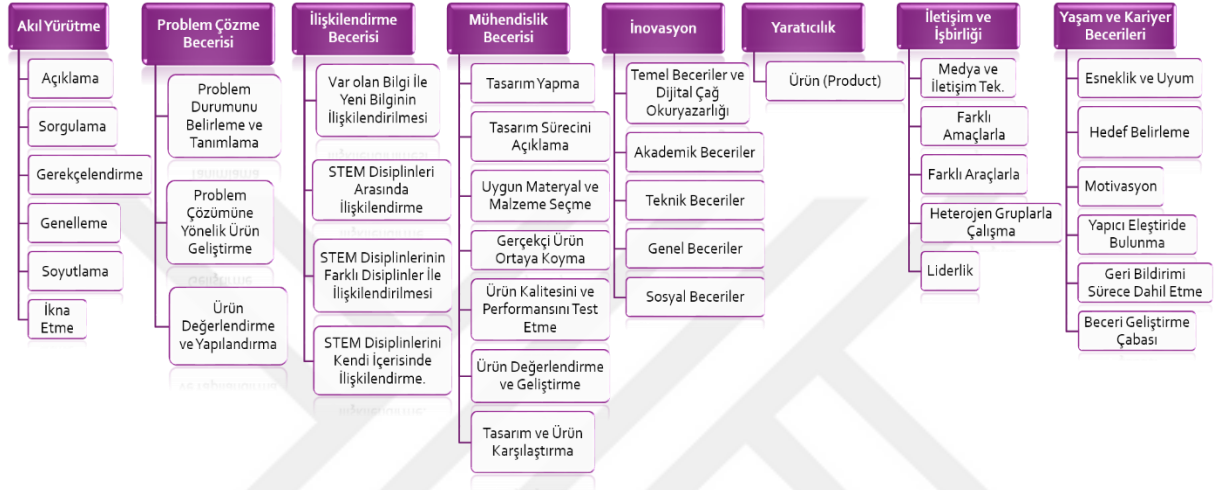
Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde kullandıkları becerilerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli veri toplama araçlarından elde edilen veriler her bir STEM becerisi altında ayrı ayrı dosyalanmıştır. Öğrencilerin STEM disiplinlerine, uygulama ve etkinliklere ilişkin görüşleri de her bir öğrenci için bireysel olarak dosyalanmıştır. Verilerin organizasyonu bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiş olup görüşme, gözlem ve doküman araçlarından elde edilen veriler sınıflandırılmıştır. STEM eğitimi süresince gerçekleştirilen uygulamalardan (ön-son görüşmeler, etkinliklerin uygulanışı, öğrenci ürünleri, tartışmalar) elde edilen ses, video kayıtları ve dokümanlar NVivo 11 Pro programında çözümlenmiştir.

Çalışmanın araştırma problemleri doğrultusunda betimsel analiz ve içerik analizi yapılmıştır. Araştırma problemleri doğrultusunda gerçekleştirilen analizlere ilişkin detaylı açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

Birinci araştırma problemine ilişkin analiz. Çalışmanın birinci probleminde yer alan STEM becerileri; akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik, yaratıcılık, inovasyon, iletişim ve işbirliği, yaşam ve kariyer becerileri başlıkları altında sunulmuştur. Öğrencilerin bu becerilere ilişkin beceri ve alt becerilerin oluşturulmasında literatürde bu beceriler kapsamında yapılan çalışmalar incelenmiş ve bu doğrultuda beceri ve alt beceriler listesi ortaya çıkarılmıştır (EK-B). Elde edilen veriler bu şekilde daha önceden belirlenen temalar doğrultusunda analiz edilmesi betimsel analiz olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu amaçla dört aşamalı bir yol izlenmiştir. Öncelikle STEM becerilerine ilişkin literatür taranarak ele alınacak beceriler ve alt becerilerle ilgili genel bir çerçeve oluşturulmuştur. Ardından veri setinden çözümlenen veriler belirlenen beceri ve alt becerilere işlenmiştir. İşlenen veriler doğrultusunda bulgular sunularak gerekli yerlerde doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Son olarak bulgular açıklanmış ve ilişkilendirilmiştir. Betimsel analizlere ilişkin dataylar aşağıda sunulmuştur.

Becerilerin ve alt becerilerin belirlenmesi matematik eğitiminde uzman bir araştırmacı ile birlikte yapılmıştır. Çalışmanın ilk etkinliği olan “Köprümü Yapıyorum” etkinliği uzman eğitimci ve araştırmacı tarafından ayrı ayrı analiz edilerek yapılan veri kodlamaları karşılaştırılmış, karşılıklı müzakere edilmiştir. Ortaya çıkan kodlar daha

önceki çalışmalarda ortaya çıkan temalarla uygunluğu açısından da değerlendirilerek literatürdeki süreklilik sağlanmaya çalışılmıştır. STEM disiplinleri olan fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin her birine yönelik beceriler literatürde yer almasına rağmen, bunların STEM becerileri altında çözümlenerek değerlendirilmesi ve STEM kapsamında bütünleştirilmesi araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında ortaya çıkaran STEM becerileri ve alt beceriler aşağıda sunulmuştur.



Şekil 5. STEM etkinlikleri süresince kullanılan beceriler.

Çalışmada *akıl yürütme becerisi*, STEM etkinliklerinde açıklama, sorgulama, gerekçelendirme, genelleme, soyutlama ve ikna etme boyutlarıyla ortaya çıkmıştır. Açıklama alt boyutu, öğrencilerin “neden, niçin ve nasıl” sorgulamalarına yönelik düşünce ve fikirlerini ifade etmeyi içermektedir. Sorgulama, öğrencilerin amaç ve nedenleri, kavramları, görüş ve açıklamaları, bulgu ve sonuçlarını neden ve niçin sorularıyla derinlemesine incelemeleridir. Gerekçelendirme, açıklamaların neden öyle olduğu ve sebepleriyle birlikte yapılan açıklamaları içermektedir. Bu sayede ifadelerin doğruluğunu sağlamaktadır. Genelleme, gerekli argümanların kullanılarak genellemeye varmadır. Çalışmada genelleme, gerekçelendirme ve açıklamalar yolu ile genellemeye varmayı içermektedir. Soyutlama, çeşitli sembol, tanım ve ilişkiler kullanarak var olan durumdan genel bir ifadeye varmadır. Çalışmada soyutlama becerisi matematiksel ve kavramsal olarak ifade etme olarak ele alınmıştır. İkna etme becerisi, gerekçelendirmeler ve genellemeler yolu kişilerin birbirlerini ikna etme yoluna gittikleri görülmektedir. Harel ve Sowder (2007), ilköğretim düzeyinde ispatı (informal ispat) bireyin kendini ikna etmesine yönelik yaptığı araştırma süreci ve sonrasında

başkalarını ikna etme süreci olarak tanımlamıştır. Çalışmada da öğrencilerin akıl yürütme becerilerinde kendilerini ve birbirlerini ikna etme süreçlerindeki gerekçelendirme, genelleme ve açıklamaları ele alınmıştır. Akıl yürütme becerisi ve alt becerilere ilişkin örnek kodlamalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 9

Akıl Yürütme Becerisi Örnek Kodlama

Alt Beceriler	Örnek Kodlamalar
Açıklama	Özgür (gz): Aslında öğretmenim teknolojinin ilginç olarak hem sağlığınıza avantajları hem de dezavantajları var. Mesela MR (Manyetik Rezonans). Çok gelişmiş bir teknoloji ürünüdür ve bizim kemiklerimize oradan bakarlar. Bu ileri teknolojidir ve insan sağlığına yararlı ama telefonlar, tabletler bunlar da radyasyon yayıyor ve insan sağlığına zararlı. Yani teknolojinin insan sağlığına yararı varken zararı da oluyor.
Gerekçelendirme	Şenay (gz): Uçurtmalar rüzgâra karşı geldiği için uçarlar ve rüzgâr olmadığında karşı gelecekları bir etki olmadığı için uçamazlar.
Genelleme	Burcu (rm): Hayatımızı kolaylaştıran ürünler teknoloji ama şöyle bir şey var eskilere göre masa, sandalye bir teknolojiydi ama artık bize göre değil çünkü artık telefon, tablet bunlar teknolojik ürün diğerlerine teknolojik ürün demek doğru değil.
Sorgulama	Şenay (gz): Havaya bakarak hava yağmurlu mu bulutlu mu anlaşılıyor niye uçurtma gönderiyorlar ki bulut varsa “yağmur yağacak” denebilir.
Soyutlama	Mehmet (gz): Ters orantıda çarpma-bölme yapıyorduk o zaman uzaklık $\times$ ağırlık burada.
İkna Etme	Özgür (gz): Hocam şimdi çoğu insanın algısı Murat’ ın ki gibi tabletler ve televizyonların teknolojik ürün olduğu. Hâlbuki bunlar olmadan önce de insanların hayatını kolaylaştıran teknoloji vardı aslında kelimeye takılıyoruz bizim işimize yarayan her şey teknolojidir.

Problem çözme, Polya (1945) tarafından problem durumunu tanımlama, probleme yönelik olası çözümler üretmek ve çözüm yollarını değerlendirmek, problem çözüm yollarının test edilmesi ve problemin çözülmesi olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada, öğrencilerin sunulan çalışma durumuna ilişkin yaptıkları problem tanımlamaları, bu probleme yönelik çözüm olarak geliştirdikleri ürünleri ve ürünlerinin probleme ilişkin etkililiğini değerlendirdikleri süreç ele alınmıştır. “Yel Değirmeni” etkinliğinde problem çözme becerisi ve alt becerilere ilişkin örnek kodlamalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 10

Problem Çözme Becerisi Örnek Kodlama

Alt Beceriler	Örnek Kodlamalar
Problem durumunu tanımlama	<i>Şenay (gz): Kanatları büyük olmalı...</i>
Probleme yönelik çözüm yolları geliştirme	<i>Şenay (gz): Yel değirmenimin gövdesi dikdörtgenlerden oluşacak tabanı kare olacak ve kanat kısmını tahta çubuklarla yapacağım. Çünkü tahta çubuklar hafif, rüzgârın etkisiyle daha çok döner ve böylece daha fazla enerji elde ederiz.</i>
Çözüm yollarının test edilmesi	<i>Şenay (gz): Bence oldu çünkü pille de denediğimde de rüzgârda da kanatları hızlı dönüyor.</i>
Problemin çözülmesi	<i>Şenay (gz): Yani enerji elde edebilir.</i>

Bu araştırmada *ilişkilendirme becerisi* STEM bağlamında ele alınmıştır. Öğrencilerin ön bilgileriyle (daha önce öğrendikleri), günlük yaşamla, okul deneyimleriyle, çalışmada etkinlikler devam ettikçe STEM etkinlikleri ile yapılan etkinlik ve içeriğin ilişkilendirilmesi ilişkilendirme becerisi kapsamında değerlendirilmiştir. Aynı zamanda STEM disiplinleri (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) ve diğer disiplinler (tarih, coğrafya, vb.) ile yapılan ilişkilendirmeler de ilişkilendirme becerisinde yer almıştır. İlişkilendirme becerisi ve alt becerilere ilişkin örnek kodlamalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 11

İlişkilendirme Becerisi Örnek Kodlama

Alt Beceriler	Örnek Kodlamalar
Ön bilgiler ile ilişkilendirme	<i>Özgür (gz): BİLSEM' e gittiğimde timsah gibi bir şey tasarlıyorlardı o zaman 3D modellemeyi görmüştüm.</i>
Gerçek yaşamla ilişkilendirme	<i>Seda (rm): Teknoloji olmasaydı hayatımızda çok eksik olurdu. Teknolojik ürünler hayatımızı kolaylaştırıyor. Mesela kitaplardan sözlüklerden bulamadığımız şeyi hemen internete yazıp bulabiliyoruz.</i>
Okul deneyimleri ile ilişkilendirme	<i>Özgür (gz): Hocam biz mesela geçen hafta okulda göz konusunu işledik, hoca bize onun maketini gösterdi 3D ile yapılabilir. Çarpışmalar, atışlar konusunda.</i>
STEM disiplinleri ile ilişkilendirme	<i>Şenay (gz): Uçurtmalar rüzgâra karşı geldiği için uçarlar ve rüzgâr olmadığında karşı gelecekleri bir etki olmadığı için uçamazlar.</i>
Diğer disiplinler ile ilişkilendirme	<i>Murat (rm): Yel değirmenleri genelde sıcak şehirlerde oluyor. Bodrum' da vardı.</i>

Mühendislik becerisi kapsamında tasarım yapma, tasarım sürecini açıklama, uygun materyal ve malzeme seçme, gerçekçi ürün ortaya koyma, ürün kalitesini ve

performansını test etme, ürün değerlendirme ve geliştirme, tasarım ve ürün karşılaştırması alt boyutlarıyla ele alınmıştır. Öğrencilerin probleme yönelik tanımlamalarının ardından bu probleme ilişkin çözüm olarak etkili ürün geliştirmeleri ve değerlendirmeleri beklenmiştir. Öğrencilerin ürün geliştirme süreçlerinde mühendislik becerilerine ve alt boyutlarına odaklanılmıştır. Tasarım yapma, meydana getirilecek ürünün nasıl olacağına ilişkin çizimler ve modellemeleri içermektedir. Tasarım sürecine ilişkin açıklama, ürüne ilişkin yapılan tasarımın ne tür özellikler içerdiğini ve bu tasarımın nasıl ürüne dönüştürüleceğine ilişkin planlamaya yönelik açıklamaları içermektedir. Problem çözümünde ürünün etkili olabilmesinde uygun materyal ve malzeme seçimi, bu seçim sürecinde farklı materyallerin denenmesi ve seçimine yönelik açıklamaların yapılması yer almaktadır. Gerçekçi ürün ortaya koyma boyutunda, ürünün işe yarar ve kullanılabilir olması dikkate alınmıştır. Meydana getirilen ürünün dayanıklılığı ve çalışması ürün kalitesini ve performansını test etme boyutunda ele alınmıştır. Ürün değerlendirme ve geliştirme aşamasında ise ürünün etkililiği, çalışma durumu, istenilen özelliklerde olması/olmaması ve dayanıklılığı değerlendirilmesi yer almaktadır. Meydana getirilen ürünün eksik veya geliştirilebilir özellikleri var ise tespit edilmesi ve yapılandırılması değerlendirilmiştir. Tasarım ve ürün karşılaştırmada ise öğrencilerin çalışmalarına yön vermek amacıyla tasarladıkları çizim, model veya maketleri ile çalışma sürecinin sonunda nihayete eren ürünlerini karşılaştırmaları yer almaktadır. Bu aşamada tasarlanan ve gerçekleştirilen modellerin karşılaştırılması ve özelliklerinin sorgulanması ele alınmıştır. “Köprümü Yapıyorum” etkinliğinde mühendislik becerisi ve alt becerilere ilişkin örnek kodlamalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 12

Mühendislik Becerisi Örnek Kodlama

Alt Beceriler	Örnek Kodlamalar
Tasarım yapma	 Özgür (gz)' ye ait örnek tasarlama
Tasarım sürecini açıklama	Özgür (gz): Üçgen en dayanıklı olduğu için köprümün kendisini direk üçgen olarak yapmayı düşünüyorum ama olabilir mi böyle bir şey emin değilim.

Uygun materyal ve malzeme seçme

Özgür (gz): Köprümün ortasında çelik direkler olacak çünkü çelik daha iyi taşır. Ama malzeme olarak ahşap olduğu için onları kullanacağım. Modelimde küçük küçük üçgenler yapmak istiyorum ama çok tahta kullanılır masraflı olacak gibi.

Gerçekçi ürün ortaya koyma

Ürün kalitesini ve performansını test etme



Özgür (gz)' ye ait örnek ürün

Ürün değerlendirme ve geliştirme

Özgür (gz): Köprüm dayanıklı oldu yani ağırlıkları denedim ve taşıyabildi. Eğer yıkılsaydı ek destekler yapardım.

Tasarım ve ürün karşılaştırması

Özgür (gz): Benim köprüm başta tasarladığımla aynı oldu. Çünkü çizerkende bir yandan denemeler yaptım. Ona göre planlayıp yaptım.

İletişim ve işbirliği becerisi; açıklama, bilgilendirme, ikna etme ve motivasyon gibi farklı amaçlarla, yazılı (çizim ve tasarlama, günlük kullanımı), sözel ve görsel (3D modelleme) gibi farklı araçlarla iletişim, medya ve iletişim teknolojileri (internet, bilgisayar, 3D yazıcı ve modelleme programı, animasyon ve video) kullanımı boyutları ile ele alınmıştır. İşbirliğinde, öğrencilerin takım çalışmaları, birbirleri ve oluşturdukları farklı heterojen gruplarla çalışmaları ve bu çalışma süreçlerindeki liderlik becerileri ile değerlendirilmişlerdir. İletişim ve işbirliği becerisi alt becerilerine ilişkin örnek kodlamalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 13

İletişim ve İşbirliği Becerisi Örnek Kodlama

Alt Beceriler	Örnek Kodlamalar
Farklı amaçlarla iletişim (bilgilendirme-açıklama)	Özgür (gz): Ben Şenay arkadaşımın düşüncesine katılmıyorum, yani dünyayı mahvettikten sonra uzayı da mı mahvedeceğiz? Geri dönüşüm çok önemli bir şey biliyorsunuz bence atıkları geri dönüştürerek kirliliğini önleyebiliriz. Önemli olan doğada çözünmesi çok zor atıklar da mesela kâğıt ve poşet eğer bunları dönüştürürsek diğerleri yok ediliyor. Bunları rayına oturtmalıyız.
Farklı araçlarla iletişim (görsel)	

Örnek görsel araç kullanımı (internet, bilgisayar, 3D modelleme programı)

Medya ve iletişim teknolojileri kullanımı



Örnek medya ve iletişim teknolojileri kullanımı

Heterojen gruplarla çalışma

Murat (rm): Robotun yapımı kılavuzda 135 sayfa, bölüm bölüm ayırıp sonra birleştirebiliriz belki.

Liderlik

Şenay (gz): Özgür bilgisayardan hangi parçalar olduğunu söyleyecek ben de bu parçaları bulup ona vereceğim. O da birleştirecek.

İnovasyon becerisi kapsamında, temel beceriler (akıl yürütme ve problem çözme) ve dijital çağ okurazarlığı (dijital teknoloji, iletişim araçları ve ağların kullanımı), teknik beceriler (mühendislik becerileri), genel beceriler (akıl yürütme ve problem çözme), akademik beceriler (STEM disiplinleri ve diğer disiplinler ile ilişkilendirme, akademik bilgiyi kullanma), sosyal beceriler (iletişim ve işbirliği), ticarileştirme ve yaygınlaştırma boyutları ile ele alınmıştır. Ortaya çıkan beceriler ilgili beceri başlığında sunulmasından ötürü inovasyon becerisi başlığı altında ticarileştirme ve yaygınlaştırma boyutları değerlendirilmiştir. İnovasyon becerisi becerilerine ilişkin örnek kodlamalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 14

İnovasyon Becerisi Örnek Kodlama

Alt Beceriler	Örnek Kodlamalar
Ticarileştirme	<i>Burcu (rm): Benimki yıldırım yel değirmenleri.</i> <i>Özgür (gz): Neden öyle bir isim koydun ki ne ismi bu?</i> <i>Burcu (rm): Yel değirmeni firması kurdum, soyadımı verdim.</i>
Yaygınlaştırma	<i>Özgür (gz): Okula götürüp öğretmenime vereceğim bunu (hücre modelini).</i> <i>Derslerimizde gösterip kullanabiliriz</i>

Yaşam ve kariyer becerileri kapsamında hedef belirleme, esneklik ve uyum, yapıcı eleştiride bulunma, geri bildirimleri sürece dâhil etme, beceri geliştirme çabası ve girişimcilik alt becerileri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda değişen içerik ve uygulamaların yer aldığı STEM etkinliklerinde öğrencilerin uyum göstermeleri ve adapte olmaları, belirledikleri hedefler doğrultusunda çalışmaları, birbirlerinin görüş, düşünce ve ürünlerini değerlendirmelerinde yapıcı eleştirilerde bulunmaları, bu eleştirileri anlamaları ve sürece dâhil etmeleri ele alınmıştır. Yaşam ve kariyer becerilerine ilişkin örnek kodlamalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 15

Yaşam ve Kariyer Becerileri Örnek Kodlama

Alt Beceriler	Örnek Kodlamalar
Esneklik ve uyum	<i>Öğrencilerin değişen içerik ve uygulamaların yer aldığı STEM etkinliklerinde çalışmış ve etkili ürünler meydana getirmişlerdir. (Gözlemci notu)</i>
Hedef belirleme	<i>Öğrenciler sunulan probleme yönelik tanım ve çözümlerini belirli hedefler doğrultusunda çalışarak gerçekleştirmişlerdir. (Gözlem notu)</i>
Yapıcı eleştiride bulunma	<i>Şenay (gz): Mehmet' in modeli orijinal ama mancınık olmamış. Atamıyor çünkü.</i>
Geri bildirimleri sürece dâhil etme	<i>Özgür (gz): Hem özgün model yapmalıyız hem de kullanılabilir olmalı. Mehmet (gz): Aslında daha sert bir yayı monte edebilseydim bu da fırlatabilirdi.</i>
Beceri geliştirme çabası	<i>Nasıl düzeltebileceğini düşündü ama yaparken hep bir hata vardı. Üstelik modeli ayırttı yani 3D yazıcıdan çıkarmaya uygun değildi (Fatih' e ait gözlemci notu)</i>
Motivasyon	<i>Burcu (rm): Biraz zorlandım ama çok eğlenceliydi, kendime has bir şey yapmak özgüvenimi arttırdı.</i>

Çalışmada *yaratıcılık becerisi* öğrenci ürünlerinin değerlendirilmesi ve özgünlük boyutuyla ele alınmıştır. Yaratıcılığa ilişkin değerlendirmeler araştırmacı ve matematik eğitiminde uzman iki eğitimciyle gerçekleştirilmiştir. Öğrenci ürünleri 1-10 arası puanlanmış ve puanlanmaya ilişkin açıklamalarda bulunulmuştur. Yapılan değerlendirmeler üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin eğitiminde uzman kişinin yardımıyla son halini almıştır. Araştırmacılar arasındaki uyum katsayısı, Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen Güvenirlik= $(\text{Görüş Birliği} / (\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})) \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Uzman eğitimcilerin aynı puanı vermiş olduğu ürünler görüş birliği kabul edilerek 26 puan, farklı puanlamaları ise görüşlü ayrılığı kabul edilerek 7 puan bulunmuştur. Bu doğrultuda araştırmacılar arası uyum 0.78 olarak hesaplanmıştır. Güvenirliğin 0.70 üzerinde olması güvenilir kabul edildiğinden (Miles ve Huberman, 1994) bu araştırmadan elde edilen sonuçlar güvenilir kabul edilmiştir. Yaratıcılık becerisi özgünlük boyutuna ilişkin örnek kodlamalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 16

Yaratıcılık Becerisi Örnek Kodlama

Alt Beceriler	Örnek Kodlamalar
Özgünlük	<i>Mehmet' in köprü modeline ilişkin örnek değerlendirme</i>  1.Uzman: Özgünlüğü yüksek bir ürün (puan:8) 2.Uzman: Ejderha şeklinde köprü yapılması özgün (puan: 8) Gözlemci Notu: Yaptığı köprü modelini sıradanlıktan çıkartıp ejderha modeli de ekleyerek yaratıcılık gösterdi.

İkinci araştırma problemine ilişkin analiz. Çalışmanın ikinci alt problemi olarak öğrencilerin STEM disiplinlerine, uygulamalarına ve etkinliklerine yönelik bireysel görüş ve düşünceleri incelenmiştir. STEM eğitime yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesinde bireysel görüşmelerden elde edilen veriler dosyalanmış ve SUÖ-SUS olarak gruplandırılmıştır. Bireysel görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi yoluyla analiz edilmiş ve elde edilen bulgular doğrudan alıntılar ile betimsel olarak desteklenmiştir.

İçerik analizi. İçerik analizi doğrudan gözlenemeyen ve ölçülmesi mümkün olmayan insan davranışlarının dolaylı yoldan analiz edilmesini sağlayan bir tekniktir (Fraenkel ve Wallen, 2009). Görüşme, gözlem ve doküman gibi veri toplama araçları kullanılarak elde edilen verilerin analiz edilerek anlamlı bir bütün elde etme sürecini içermektedir. İçerik analizi verilerin sistematik olarak ele alınmasını sağlamaktadır.

Transkript etme: Bireysel ve grup görüşmelerinden, SUÖ ve SUS gerçekleşen anlatım ve konuşmalardan elde edilen ses ve video kayıtları yazılı bilgisayar belgesine dönüştürülmüştür. Her bir etkinlik sonrası yazıya dökme işlemi gerçekleştirilmiş olup herhangi bir detayın unutulmaması sağlanmıştır. Ses ve görüntü kayıtlarının yazıya çevrilmesinde belge metninin yan taraflarında açıklama penceresi oluşturularak ek bilgi içeren durumlar belirtilmiştir. Yazılı metin halindeki kayıtlar genel bir bakış açısıyla değerlendirilmiş ardından fikir, kavram ve konularına göre notlar ve kısa ifadeler oluşturulmuştur.

Kodlama: Nitel araştırmalardaki metni analiz etmenin en temel basamağı kodlamadır (Creswell, 2012). Kodlama, daha geniş tanımlama ve temalar için metni

küçük parçalara ayırma ve etiketleme işlemi olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2012). Kodlamanın amacı metinde yer alan ifadeleri daha küçük parçalara ayırarak etiketleme, anlaşılabilir olmasını sağlama ve oluşturulan etiketlerin örtüşerek ve incelenerek geniş temalara ulaşılmasını sağlamaktır. Çalışmada kodlamanın gerçekleştirilme süreci:

- Tüm metinler dikkatli bir şekilde okunarak bütüncül olarak ele alınmışlar, okuma esnasında metnin yanına notlar alınmıştır.
- Öncelikle metinde yer alan ifadeler STEM eğitimi kapsamında gruplandırılmıştır. Anlatılmak istenen ana fikir yanlara not alınmıştır. Ardından STEM eğitimi çerçevesinde yer alan ifadeler kod veya sözcüklerle kutu içlerine alınarak ifade edilmiştir.
- Oluşturulan kodlar çalışmanın araştırma problemi doğrultusunda kodlar altında sınıflandırılmışlardır.

STEM eğitime yönelik ön görüşmelerde bir öğrenciye ilişkin kodlamalar matematik eğitiminde uzman araştırmacı ile birlikte yapılmıştır. Diğer öğrencilere yönelik kodlamalar uzman eğitimci ve araştırmacı tarafından ayrı ayrı analiz edilerek yapılan kod ve kategoriler karşılaştırılmış, karşılıklı müzakere edilmiştir. Bütün kodlarda ortak uzlaşma çabasına gidilerek kod ve kategoriler oluşturulmuştur. Öğrenci görüşleri STEM uygulamaları öncesi (SUÖ) ve STEM uygulamaları sonrası (SUS) olmak üzere STEM disiplinleri, STEM etkinlikleri ve uygulayıcıya yönelik görüşler olarak kategorilendirilmiştir. Bu kategoriler ve kodlar aşağıda yer almaktadır.

Tablo 17

STEM Etkinlikleri Öncesi-Sonrası Öğrenci Görüşleri

Kategoriler		SUÖ	SUS
STEM Disiplinlerine Yönelik Görüşler	Fen	Fizik, kimya ve biyoloji alanlarını içeren disiplin	Fizik, kimya ve biyoloji alanları ile ilişkili
		Okullarda yer alan bir ders	Farklı disiplinlerle ilişkili
		Deneylerin yapıldığı alan	Gerçek yaşamla ilişkili
	Teknoloji	Gelişim	İnsan ihtiyacı
		Elektronik ve elektronik aletler	Gelişim ve değişim

STEM Etkinliklerine Yönelik Görüşler	Mühendislik	Mühendis olan birey Mühendislik alanında yer alan meslekler	Tasarım yapma, Özgünlük Ürün meydana getirme
	Matematik	Sayı ve işlemler Geometri	Gerçek yaşamla ilişkili Farklı düşünme Problem çözme
Uygulayıcıya Yönelik Görüşler			Disiplinler Arası İlişkilendirme Akademik beceri İnovasyon Mühendislik becerisi İçeriklerin ilgi çekici Merak uyandırıcı Motive Edici
			Cesaretlendirici Esnek Rehber Olma Özgür Çalışma Ortamı Sağlama Sorgulama Yaptırma

STEM disiplinleri SUÖ ve SUS olmak üzere değerlendirilmiştir. Her iki durumda *STEM disiplinleri*; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik boyutları ile ele alınmıştır. STEM eğitimi öncesi fen bilimlerine ilişkin fizik, kimya ve biyoloji alanlarını içeren disiplin, okullarda yer alan bir ders ve deneylerin yapıldığı alan tanımlarının yer aldığı kodlara ulaşılmıştır. Teknolojiye ilişkin, gelişim ve elektronik ve elektronik aletler ile ilgili örneklerden yola çıkıldığı görülmüştür. Mühendisliğe ilişkin görüşlerde mühendis olan birey ve mühendislik alanında yer alan mesleklerin örneklendirildiği görülmüştür. Matematiğe yönelik görüşlerde ise matematiğin sayı ve işlemlerden oluştuğu, geometri alanını kapsadığına ilişkin kodlara ulaşılmıştır. STEM uygulamaları sonrasında STEM disiplinlere yönelik görüşlerin analiz edilmesiyle ulaşılan kodlar; fenle ilgili olarak fizik, kimya ve biyoloji alanlarının içerilmesi, bu alanların yanı sıra farklı disiplinler ve gerçek yaşamla ilişkili olması; teknoloji ile ilgili olarak insan ihtiyacı doğrultusunda meydana geldiği, gelişim ve değişim içermesi; mühendislik ile ilişkili olarak tasarım yapma, özgünlük ve ürün meydana getirme; matematikle ilgili olarak ise gerçek yaşamda yer aldığı, farklı düşünme ve problem çözmeye dayandığı ile ilgili boyutlara ulaşılmıştır. STEM uygulamalarının ardından öğrenci görüşlerinde disiplinler arası ilişkilendirme sağladığı, akademik, inovasyon ve mühendislik beceri gelişimi sağladığı, içeriklerin ilgi

çekici, merak uyandırıcı ve motive edici olduğu kodlarına ulaşılmıştır. STEM uygulamaları sonrasında uygulayıcı ilişkin görüşlerde esnek ve rehber olma, özgür çalışma ortamı sağlama ve sorgulama yaptırmaya yönelik olma boyutlarına ulaşılmıştır.

Araştırmanın geçerlik ve güvenirliği. Araştırma nitel bir araştırma olduğu için geçerlikte; iç geçerlik için inandırıcılık (credibility) ve dış geçerlik için transfer edilebilirlik (aktarılabilirlik) (transferability) kavramları ele alınacaktır. Güvenirlik için ise iç güvenirlik tutarlılık (dependability), dış güvenirlik ise doğrulanabilirlik-teyit edilebilirlik (confirmability) kavramlarının bu çalışmada nasıl ele alındığı açıklanmıştır.

Araştırmanın inandırıcılığı ve transfer edilebilirliği. Nitel araştırmalarda geçerliliğin sağlanması inandırıcılık ve transfer edilebilir olması ile sağlanmaktadır (Guba ve Lincoln, 1982). İnanırıcılık (credibility) sağlanabilmesi için araştırmacının araştırma yaptığı çevre ve katılımcılar ile uzun süreli etkileşim ve faaliyet içinde bulunması gerekmektedir. Araştırmacının yer aldığı çevre ile ilgili uzun süreli ve sürekli gözlem yapması, kendi duygu ve düşüncelerinden arınması gerekmektedir. Çalışmanın inandırıcılığının sağlanması için üçgenleme yani veri toplama araçlarının çeşitlendirilmesi, yeterli ve gerekli veri toplanmasının gerekliliği belirtilmektedir (Guba ve Lincoln, 1982).

Çalışmada araştırmacının katılımcılar ile sürekli etkileşim içinde bulunmasıyla katılımcı ve uygulamaya yönelik güven ortamı sağlanmıştır. Çalışmada birçok veri toplama yönteminin (görüşme, gözlem ve doküman) yer almasıyla veri çeşitlenmesi sağlanmıştır. Çalışma boyunca görüşme, gözlem, görüntü, video ve yazılı dokümanların toplanması ve arşivlenmesi sayesinde gerekli ve yeterli veri malzemesi elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler analiz edilmiş ve yazılı döküm haline getirilerek katılımcı teyidi alınmıştır. Bu sayede elde edilen veriler çeşitlenmiş, doğrulanmış ve karşılaştırılmıştır.

Nitel araştırmalarda transfer edilebilirlik benzer durumları da kapsayıcı şekilde genelleme değil benzer durum ve uygulamalara uyarlanabilirlik anlamı taşımaktadır (Erlandson, Harris, Skipper ve Allen, 1993). Nitel bir çalışmada amaçlı örneklem seçimi ve bağlamın detaylı anlatılması benzer durumlara uyarlanabilir olmasını ve aktarılmasını sağlayabilir (Guba ve Lincoln, 1982).

Araştırma kapsamında yer alan katılımcıların amaçlı örneklem ile çalışmaya dâhil edilmesi ve demografik özelliklerinin verilmesi benzer durumları belirlemeyi sağlamaktadır. Çalışmaya yönelik detaylı bilginin verilmesi, uygulamanın ayrıntılı bir şekilde açıklanması, bağlamın verilmesi, öğrenci ve kurumla ilgili özelliklerin verilmesi, araştırmacı rolünün verilmesi ayrıntılı betimlemeyi ve transfer edilebilirliği sağlamaktadır. Detaylı betimlemelerin yapılması transfer edilebilirliği sağlamada kullanılabilecek bir yoldur (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Çalışmada çeşitli veri toplama araçları sayesinde elde edilen verilerden doğrudan alıntılarının yapılması transfer edilebilirliği sağlamaktadır.

Araştırmanın tutarlılığı ve doğrulanabilirliği. Nitel araştırmalarda olay, durum ve kişilerin değişken olması ve bu özelliklerin tutarlı bir şekilde aktarılabilmesi gerekmektedir (Guba ve Lincoln, 1982). Tutarlığın sağlanmasında araştırmacının dışarıdan bir gözle araştırmayı incelemesi ya da başka bir araştırmacı tarafından çalışma sürecinin ve sonuçlarının incelenmesi önerilmektedir. Araştırmanın uygulamasında gözlemci olarak öğretmen adayları, BİLSEM fen bilgisi öğretmeni ve matematik eğitiminde uzman araştırmacı dışarıdan göz olarak yer almıştır. Çalışma kapsamının, eğitim uygulamalarının, verilerin elde edilme ve analizlerinin detaylı bir şekilde anlatılması ve üçgenlemenin sağlanması tutarlılığı sağlamaktadır. Çalışmada detaylandırmanın haricinde verilerin analizleri sürecinde kodlamalar yapılmış ve transkript edilerek matematik eğitimi alanında uzman bir araştırmacının teyidi alınmıştır. Bu sayede tutarlığın sağlanması amaçlanmıştır.

Çalışmanın doğrulanabilirliği veya onaylanabilirliği üçgenleme ile sağlanabilmektedir. Bunun yanı sıra yöntemle yönelik detaylı açıklamaların yapılması, uygulama sürecinin ayrıntılı olarak verilmesi ve çalışmada yapılan her bir yoruma yönelik veri desteğinin ve verilere yönelik tutarlı yorumların olması, orijinal verilerden bulgulara ulaşmada ek bilgilerin verilmesi doğrulanabilirlik için önerilmektedir (Guba ve Lincoln, 1982). Bu çalışmada veri setinde üçgenlemenin yapılması, detaylı olarak yöntemsel açıklamaların yer alması ve ham veriden doğrudan alıntılarının yapılarak bulguların desteklenmesi çalışmanın doğrulanabilirliğini desteklemektedir.

Etik boyut. Çalışma süresince dikkat edilen etik kurallar aşağıda yer almaktadır:

1. Ön ve asıl uygulama öncesi çalışmaların yürütülebilmesi amacı ile ilgili Yozgat İl Milli Eğitim Müdürlüğü AR-GE komisyonundan gerekli resmi

izinler araştırmacı tarafından alınmıştır. Bu izinle paralel süreçte Hacettepe Üniversitesi Etik Kuruluna başvurularak, araştırmacının gerekli izni alınmıştır. MEB izninin yanı sıra uygulamanın gerçekleştirileceği BİLSEM idari yöneticileri ve öğretmenleri ile görüşülerek uygulama içeriğine yönelik bilgilendirme yapılmıştır.

2. Çalışmada yer alacak öğrencilerin gönüllü katılımcı olduklarına dair kendilerinden ve velilerinden resmi izinler alınmıştır. Buna yönelik gönüllük yazısı ve veli izin belgeleri sunulmuştur.
3. Çalışma süreci ve uygulama içeriğine yönelik katılımcılara, velilere, BİLSEM idareci ve öğretmenlerine ayrıntılı bilgi verilmiştir.
4. Araştırma boyunca katılımcıların kimlik bilgilerinin gizliliği korunmuş bu amaçla gerçek isimlerinin yerine kod isimler kullanılmıştır.
5. Uygulama ile ilgili görsellerin yer aldığı ekler kısmında öğrenci kimliklerinin gizliliği göz önünde bulundurularak fotoğraf seçimine dikkat edilmiştir.

Araştırmacının rolü. Araştırmacı çalışma ortamında üç ay bulunmuş ve bu uzun süreli çalışma ortamında bulunması katılımcılar ve çevre ile etkileşimi olumlu etkilemiştir. Uygulama öncesi araştırmacı BİLSEM fen ve matematik derslerinde gözlemci olarak yer alarak öğrenci-araştırmacı iletişiminin olumlu gelişimi ve öğrencilerin araştırmayı kabullenmelerini sağlamıştır.

Araştırmacı çalışma sürecinde katılımcı gözlemci olarak yer almış olup hem araştırmacı hem de uygulayıcı rolündedir. Araştırmacı STEM etkinlik içeriğinin oluşturulması ve uygulamaların gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Araştırmacı STEM etkinliklerinde problem durumunun belirlenmesi içeriğin oluşturulması, modellerin tasarlanması ve uygulanmasında rehber rolde yer almıştır. Araştırmacının fen ve matematik eğitimi alanlarında çalışmış olması disiplinler arası STEM eğitimi gerçekleştirme konusunda uygulayıcı olarak yer almasını sağlamıştır. Bu sayede eğitim sürecinde fen ve matematik alanlarına yönelik bilgilendirme ve ilişkilendirme konusunda etkili bir ortam sağlanmıştır. Öğrencilerin STEM uygulamaları sürecinde düşüncelerini paylaşımları, fikir öne sürmeleri ve yaptıklarını değerlendirmeleri boyunca soru sorarak öğrencilerin kendilerini değerlendirmelerine fırsat verilmiştir. Öğrencilerin küme olarak oturmalarında araştırmacı da öğrenciler ile oturmuş ve

yaptıklarına yönelik sorular yönelmiştir. Gerekli durumlarda öğrencilere malzeme kullanımı konusunda yardımcı olmuştur. Araştırmacı öğrenciler ile bizzat çalıştığı için yaptıklarına yönelik “neden, niçin” şeklinde sorular yönelterek öğrencilerin sesli düşüncelerini ve yaptıklarını gerekçelendirmelerini sağlamıştır. Öğrenciler tarafından verilen yanıtlar diğer arkadaşlarına da yöneltilerek ikna etme, eleştirel düşünme ve genellemeye varma süreçleri yönetilmiştir. Araştırmacı kendi görüş ve düşüncelerini çalışmanın doğal ortamını etkilememek için öğrencilerle yansıtmamaya gayret etmiştir.

STEM uygulamaları sürecinde öğrencilerin bireysel ve grup çalışmaları araştırmacı tarafından kolaylaştırıcı olması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Her etkinlik sonrasında gerçekleştirilen grup görüşmelerinde ise araştırmacı soru sorma, bireysel görüşleri ortaya çıkarma ve genel kanıya varma süreçlerini yönetmiştir. Bu sayede her bir etkinliğe yönelik genel değerlendirmeler yapılmıştır.

Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın bu bölümünde, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM becerileri ve STEM eğitime yönelik görüşleri mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinlikleri bağlamında analiz edilerek sunulmuştur. Bulgular STEM becerileri ve STEM eğitime yönelik görüşler başlıkları altında değerlendirilmiş ve betimsel olarak desteklenmiştir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler ile gerçekleştirilen mühendislik tasarımı odaklı STEM etkinlikleri kapsamında iki araştırma problemine yanıt aranmaktadır. Bu problemler aşağıda verilmiştir.

1. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen STEM etkinliklerinde hangi STEM becerileri ortaya çıkmıştır?
2. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM ve STEM eğitimi ile ilgili düşünceleri nelerdir?
 - 2.1. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM disiplinlerine ilişkin düşünceleri nelerdir?
 - 2.2. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM uygulamaları ve etkinliklerine ilişkin düşünceleri nelerdir?

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgular üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM becerileri kapsamında ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu bölümde, 10 hafta boyunca gerçekleştirilen STEM etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları ve ortaya çıkan STEM becerilerine odaklanılmıştır.

Akıl yürütme becerisine ait bulgular. Bu bölümde çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ortaya koydukları akıl yürütme becerileri ve alt becerileri değerlendirilecektir. Öğrencilerin akıl yürütme becerileri incelendiğinde ikna etme, açıklama yapma, genellemede bulunma, sorgulama, gerekçelendirme ve soyutlama alt becerilerine ulaşılmıştır. STEM etkinlikleri kapsamında öğrencilerin kullandıkları akıl yürütme becerisi ve alt becerileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 18

Öğrencilerin Kullandığı Akıl Yürütme Becerisi ve Alt Beceriler

Etkinlik	Akıl Yürütme Becerisi					
	Açıklama	Gerekçeleştirme	Genelleme	Sorgulama	Soyutlama	İkna Etme
Köprümü Yapıyorum	√	√	√	√	-	√
Yel Değirmeni	√	√	√	-	-	√
Fırlatıyorum!	√	√	√	√	-	√
Uçurtma	√	√	√	√	-	√
Logomu Tasarlıyorum	√	√	√	√	-	√
Küp Çözen Robot	√	√	√	√	-	√
Benim Robotum	√	√	√	-	-	√
Fraktal	√	√	√	-	-	√
Hücre Modeli	√	√	√	√	-	√
Denge Modelim	√	√	√	√	√	√

Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince akıl yürütme becerilerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Etkinliklerde ortaya çıkan akıl yürütme becerisi kapsamında alt becerilere ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

“Köprümü Yapıyorum” etkinliğinde üçgen modellerinin kullanımı ve sebeplerine ilişkin Mehmet (gz)’ in yaptığı genelleme ve açıklamaya ilişkin örnek durum aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Örnek köprü resimlerinde ortak olarak ne tür yapılar yer almaktadır?

Mehmet (gz): Hepsi üçgen.

Araştırmacı: Neden hepsi üçgen sence?

Mehmet (gz): Daha sağlam olsun diye.

Araştırmacı: Peki, üçgenlerin köprülerdeki sağlamlığı için ne tür bir özelliği bulunmaktadır?

Mehmet (gz): Köşedeki ağırlığı eşit dağıtıyor.

Araştırmacı: Üçgen yerine dikdörtgen bir model kullanılsaydı ne olurdu?

Mehmet (gz): Ağırlık dikdörtgenin orta ve yan kısımlarına verilmiş olunurdu ve çökerdi. Mesela yumurta kolilerini de üçgen tabanlı yapıyorlar.

Araştırmacı: Neden sence?

Mehmet (gz): Yumurta hassas, hem yere değmemiş oluyor hem de üçgen ayaklar ağırlığını taşımış oluyor.

Mehmet (gz)' in ifadelerine bakıldığında köprülerde kullanılan yapıları analiz ederek üçgen modelinin kullanımına yönelik genelleme yaptığı görülmektedir. Mehmet' in üçgen kullanımı ile ilgili genellemesine ilişkin bilimsel bilgilere dayalı ve günlük hayatla ilişkili durumlara örnek vererek açıklama yaptığı bu yolla genellemesini güçlendirdiği söylenebilir. Fatih (rm) ve Burcu (rm)' nun köprülerde üçgen modelinin kullanımına ilişkin açıklamalarında genel-zihinsel alanda yer alan Mehmet' in genellemesinden yola çıkarak açıklama yaptıkları görülmektedir. Buna ilişkin örnek durum aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Mehmet dedi ki “tüm köprü modellerinde üçgen kullanılıyor, çünkü üçgen ağırlığı eşit dağıtır.” Bu konuda başka fikri olan var mı?

Fatih (rm): Mesela kutu olsa üstüne bastığımızda çöker ama üçgen daha dayanıklı olur.

Burcu (rm): Evet, üçgen dengeyi sağlıyor.

Araştırmacı: Üçgen nasıl dengede olmayı sağlar sence?

Burcu (rm): Mehmet' nin de dediği gibi ağırlıkları eşit dağıtıyor.

Fatih (rm) tarafından yapılan açıklamada Mehmet (gz)' in yumurta kutusu örneğinden yola çıkarak benzer bir örnek verdiği Burcu (rm)' nun ise Mehmet (gz)' in açıklamasını kabul ederek benzer açıklama yaptığı görülmektedir. Öğrencilerin bu ifadelerine dayalı olarak Mehmet' in açıklamasının arkadaşları tarafından kabul edildiği ve ikna etme becerisinin etkili olduğu söylenebilir.

Benzer şekilde öğrencilerin etkili genellemelerde bulunabilmeleri amacıyla gerekçelerini kuvvetlendirmede bilimsel bilgiden yola çıkarak açıklama yapmışlardır. Buna örnek durum aşağıda “Uçurtma” etkinliğinden sunulmuştur.

Araştırmacı: İzlediğiniz animasyondaki uçurtma uçamıyordu. Sizce bir uçurtmanın uçuşmasını sağlayan faktörler nelerdir?

Şenay (gz): Uçurtmalar rüzgâra karşı geldiği için uçarlar ve rüzgâr olmadığında karşı gelecekleri bir etki olmadığı için uçamazlar.

Özgür (gz): Bir de ben yel değirmeni yaparken şey demiştim kanatlardaki yüzey ne kadar genişse o kadar rüzgâr alır orda daha fazla enerji ürettiyordu bu sayede. Şimdi de böyle düşünüyorum uçurtmanın alanı daha fazla olursa daha fazla rüzgâr alır daha çok uçar.

Seda (rm): Rüzgâr olması gerekiyor.

Araştırmacı: Neden peki?

Seda (rm): Uçması için havalanması gerekiyor çünkü.

Murat (rm): Karşı koyuyor karşı koyunca da yavaş yavaş iniyor rüzgâr ona engel oluyor. Normalde hızlıca düşüyor ama rüzgâra karşı koyduğu için yavaş yavaş düşüyor.

Burcu (rm): İpin uzun olması lazım, yoksa çok yukarılara çıkamaz. Bir de geniş olması.

Araştırmacı: Neden geniş olmalı diye düşünüyorsun?

Burcu (rm): Çünkü rüzgâr daha çok etki eder kaldırır.

Şenay (gz)' in uçurtmanın uçabilme özelliğine yönelik yaptığı genellemesinde rüzgâra karşı gelme gerekçesini belirttiği görülmektedir. Özgür (gz) ise daha önce yaptığı STEM etkinliği ile ilişkilendirmede bulunarak uçurtmanın yüzey genişliğini gerekçe göstererek genellemeye varmaktadır. Öğrencilerin dolaylı yollardan uçmada etkili faktör olarak havanın kaldırma kuvvetini kastederek açıklama yaptıkları söylenebilir. Seda (rm) uçurtmalar için gerekli unsurlara ilişkin genellemesinde rüzgârın olmasını gerekçe göstermektedir. Murat (rm) ise Seda (rm)' nın yapmış olduğu genellemeye yönelik bilimsel açıklamada bulunarak bu genellemeyi desteklemiştir. Bu sayede öğrencilerinin birbirlerine fikir paylaşımında ve ikna etmede bulundukları görülmektedir. Burcu (rm) da benzer şekilde genellemesinde havanın kaldırma kuvvetini kast ederek rüzgârın etkisine yönelik gerekçelendirmede bulunmuştur. Aynı etkinlikte Özgür' ün farklı uçurtma türlerine ilişkin sorgulama yaptığı görülmektedir.

Özgür (gz): İzlediğimiz çizgi filmde üç boyutlu uçurtmalar da vardı. Onlar daha mı çok uçarlar acaba?

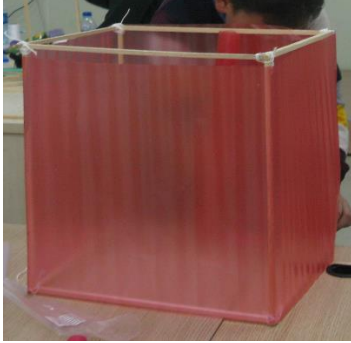
Araştırmacı: Neden daha iyi uçabileceklerini düşündün?

Özgür (gz): Sanki içleri boş olduğundan hava daha çok girebilir içlerine, daha çok etki eder kaldırabilir gibi geliyor.

İzlenen animasyonda yer alan farklı uçurtma türlerine ilişkin Özgür (gz)' ün sorgulaması sayesinde farklı uçurtma türleri ve uçma özelliklerine ilişkin tartışma ortamının oluşması sağlanmıştır. Özgür (gz) ifadesinde üç boyutlu olan uçurtmanın daha fazla hava akımına maruz kalacağını ve havanın kaldırmada daha etkili olabileceğini belirtmiştir. Özgür (gz)' ün bu açıklamasının arkadaşları tarafından kabul

görmesiyle Fatih (rm)' in üç boyutlu uçurtma modeli tasarladığı gözlemlenmiştir. Bu duruma ilişkin öğrenci ürünleri yer almaktadır.

Özgür' ün Modeli



Fatih' in Modeli



Şekil 6. Özgür ve Fatih' in uçurtma modeli görüntüleri.

Mancınık yapımının yer aldığı “Fırlatıyorum!” etkinliğinde öğrencilerin mancınık mekanizmasının nasıl olacağına ilişkin sorgulama yaptıkları görülmektedir. Örnek durum aşağıda yer almaktadır.

Burcu (rm): Benim mancınığım havaya fırlatıyor bu kaşığı nasıl dik hale getirebilirim acaba?

Araştırmacı: Evet, atış yapabilmen için gergin olmalı düşün bakalım neler yapabilirsin.

Burcu (rm): Kaşığın önüne katman yapsam tutabilir sanırım.

Fatih (rm): Hocam mandalları kullanarak mancınık sabitlenebilir mi?

Araştırmacı: Olabilir, dene modelinde kendin karar ver acaba sabitliyor muymuş?

Öğrencilerin sorgulamalarının daha çok kendilerine yönelik nasıl yapabilirim şeklinde olduğu ve sorgulamalarına yine kendilerinin deneme-yanılma ile cevap buldukları görülmüştür.

Öğrenciler “Küp Çözen Robot” etkinliğinde gelişen teknoloji ile birlikte teknoloji kavramı ve teknolojik araçlara ilişkin tartışma ortamında birbirleri ile görüşlerini paylaşmışlardır. Bu tartışmada Özgür (gz), Şenay (gz), Murat (rm), Seda (rm) ve Burcu (rm)' nun çeşitli gerekçelendirmeler yolu ile birbirlerini ikna etme çabasında oldukları görülmektedir.

Araştırmacı: Günümüzdeki teknolojik ürünleri düşünün bir de geçmişteki teknolojik ürünleri düşünün. Sizce aynı şeylere mi teknoloji diyoruz?

Murat (rm): Hocam o zaman teknoloji yoktu ki teknolojik araçlar olsun.

Özgür (gz): Hocam şimdi çoğu insanın algısı Murat' ın ki gibi tabletler ve televizyonların teknolojik ürün olduğu. Hâlbuki bunlar olmadan önce de insanların hayatını kolaylaştıran teknoloji vardı aslında kelimeye takılıyoruz bizim işimize yarayan her şey teknolojidir.

Araştırmacı: Günümüzde nasıl bir teknoloji algısı var sence?

Özgür (gz): Günümüzdeki algıyla akıllı tahta bir teknolojidir. Mesela sizin telefonunuz bu bilgisayar bir teknolojidir ama ben öyle düşünmüyorum bana göre bu da (kalemi göstererek) bir teknolojidir.

Murat (rm): Hocam geçmişte kullanım alanıyla günümüzdeki çok farklı o yüzden geçmiştekine teknoloji demiyorlar.

Seda (rm): Bence eski yaşantımızla empati kurarsak mesela eskide yaşıyorsak tahta falan bunlar teknolojik aletti.

Burcu (rm): Hayatımızı kolaylaştıran ürünler teknoloji ama şöyle bir şey var eskilere göre masa, sandalye bir teknolojiydi ama artık bize göre değil çünkü artık telefon, tablet bunlar teknolojik ürün diğerlerine teknolojik ürün demek doğru değil.

Murat (rm): Mesela bu perdeye teknolojik ürün dememiz çok saçma olur.

Şenay (gz): Yandaki mekanizması sayesinde olabilir ama.

Özgür (gz): ... Murat için şu an bu yeni, yeni çıktı ama birkaç yüzyıl sonra bunlar da sıradanlaşacak uçan arabalar olacak, zamanda yolculuk bile yapılabilecek. O zaman bugün teknolojik araç dediğimiz şeyler teknoloji olmayacak mı?

Murat (gz): Bunlar o zaman da elektrikle çalışacak şimdi de elektrikle çalışıyor yani bir dönüşüm yok hocam.

Aynı etkinlikte öğrencilere teknolojinin yaşamımızdaki yerine ilişkin tartışma sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin birbirlerini açıklama ve gerekçelendirmeler yoluyla ikna etme yoluna gittikleri görülmüştür. Buna ilişkin örnek durum aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Sizce, hayatımızda teknolojinin yer almasının ne tür etkileri olabilir?

Şenay (gz): Hastanelerde hastalara daha iyi hizmet sunulabiliyor.

Özgür (gz): Aslında öğretmenim teknolojinin ilginç olarak hem sağlığınıza avantajları hem de dezavantajları var. Mesela MR (Manyetik Rezonans). Çok gelişmiş bir teknoloji ürünüdür ve bizim kemiklerimize oradan bakarlar. Bu ileri teknolojidir ve insan sağlığına yararlı ama telefonlar, tabletler bunlar da

radasyon yayıyor ve insan sağığına zararlı. Yani teknolojinin insan sağığına yararı varken zararı da oluyor.

Şenay (gz): Dezavantaj olarak zaman kaybı, zamanımız boşa gidiyor yani fazla kullanılırsa.

Özgür (rm): Aslında hocam hayatımızı kolaylaştırır, hepsini kapsadığı için geriye bir şey kalmıyor.

Murat (rm): Teknolojik ürünler kolaylaştırıyor hayatımızı.

Araştırmacı: Ne tür kolaylıklar sağlıyor?

Murat (rm): Mesela kitaplardan sözlüklerden bulamadığımız şeyi hemen internete yazıp bulabiliyoruz.

Burcu (rm): Mesela bir yakınımız çok uzakta görüşemiyoruz ama hemen telefonla arayıp görüntülü konuşabiliyoruz.

Araştırmacı: Arkadaşlarınız dezavantajlarından bahsetti sizce de teknolojinin olumsuz etkileri var mı?

Seda (rm): İnsanların işlerini yapmasını engellemesi mesela bilgisayar oynarken ödevlerini yapmaması.

Murat (rm): Ama filmde vardı insanların yerine robotlar geçiyordu. İşsizlikte artabilir.

Şenay (gz): Emek diye bir şey olmaz. Bir düşünsenize siz bir yerlere okuyup emek harcayarak mı gelmek istersiniz yoksa beyninize bir çip yerleştirilerek mi? İşsizlik artar.

Özgür (gz): Hocam eğitim alsak bile yerimize robotlar geçecek hiç gerek yok o zaman.

Seda (rm): Ama robotları kim üretecek, insanlar gerekli yine de.

Burcu (rm): Hocam peki robotları üreten bir robot yapsalar?

Murat (rm): Hocam ya robotlar bizi yönetmeye kalkarsa o zaman biz kendi kendimize etmiş oluruz onu yok etmek istersek bizi öldürebilir.

Teknolojinin hayatımızdaki yerini konu alan tartışmaya ilişkin bu örnekte öğrencilerin gerekçelendirmeler yoluyla ikna etme ve genelleme yaptıkları görülmektedir. Şenay (gz), Burcu (rm) ve Seda (rm)' nın teknolojinin yer almasının olumlu örneğine karşın Özgür (gz) ve Murat (rm)' ün bu duruma ilişkin aksi örnek vererek teknolojinin hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin olduğuna dair genellemede bulunmuşlardır. Öğrencilerin düşünceleriyle şekil alan tartışma ortamı

sayesinde akıl yürütme becerisinin etkililiğinin ortaya çıktığı söylenebilir. Teknolojinin hayatımızdaki olumlu ve olumsuz etkilerine ilişkin öğrencilerin örneklendirmede bulunarak genellemelerini destekledikleri görülmektedir. Öğrenciler arasında gerçekleşen bu tartışmadan yola çıkarak öğrencilerin etkileşimde olmaları sonucunda akıl yürütme becerilerinin etkili olduğu söylenebilir. Öğrenciler arasında gerçekleşen tartışmada fikir öne sürerek tartışmaya yön veren öğrencinin Özgür (gz) olduğu görülmektedir. Öğrencinin öne sürdüğü fikirler zincirleme halde Murat (rm) ve Burcu (rm)' nun da karşı görüşlerini tetiklemektedir.

“Logomu Tasarlıyorum” etkinliğinde Murat (rm)' ın teknoloji ile ilgili olduğu ve buna ilişkin sorgulamada bulunduğu görülmektedir.

Araştırmacı: 3D yazıcılar neden ortaya çıkmış olabilir?

Murat (rm): Stopmotion için olabilir mi?

Murat (rm): Hocam ben merak ettim, 3D yazıcıyı kimin bulduğunu Google' dan araştırdım Chuck Hull diye biri yapmış.

3D yazıcılara ilişkin sunum esnasında;

Murat (rm): Yani hocam teknolojisini Chuck Hull bulmadı sadece kullandı mı?

Araştırmacı: Evet, teknolojisini kullanarak 3D yazıcıları geliştirmiş.

Murat (rm): Acaba bu teknolojiyi kim geliştirdi?

3D yazıcılara ilişkin tartışmada Murat (rm)' ın ilgisi araştırmacı tarafından fark edilmiş ve açıklama yapması konusunda çeşitli sorular ile teşvik edilmiştir. Bu sayede etkinlik içerisinde öğrencilerin zihinsel olarak aktif tutulmaları ve ilgilerinin çekilmesi ile akıl yürütme becerilerinin ortaya çıktığı görülmüştür.

“Fraktal” ve “Hücre” etkinliğinde öğrencilerin akıl yürütme becerilerinde akademik bilgilerinin etkili olduğu görülmüştür. Buna yönelik örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Fraktal nedir hiç duydunuz mu?

Şenay (gz): Evet, hocam örüntü.

Özgür (gz): Bir şekil var sonsuza kadar gidiyor.

Araştırmacı: Fraktal ve örüntü aynı şey midir sizce?

Özgür (gz): İkisi de sonsuza kadar devam edebiliyor.

Şenay (gz): Bana aynı gibi geliyor, desenler devam ediyor sonsuza kadar.

Mehmet (gz): Aynı olmayabilir. Fraktalda aynı şekil oluyor büyütüp küçültüldüğünde de ama örüntüde bir kurala göre şekiller devam ediyor.

Şenay (gz)' in fraktal örüntü olarak tanımlamasıyla birlikte fraktal ve örüntü tanımlamasına ilişkin tartışma oluşmuştur. Şenay (gz)' in genellemesine ilişkin Mehmet (gz)' in aksi bir örnekte bulunarak iki kavramın farkına ilişkin tanımlama yaptığı görülmektedir. Özgür (gz) ise iki kavramın da sonsuza kadar modellendiğini belirterek genellemede bulunmuştur. Bu tartışmada öğrencilerin birbirlerini ikna etme amacıyla genelleme ve gerekçelendirmelerde bulundukları görülmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin sonsuzluk kavramına ilişkin keşiflerinin de olduğunu da söylenebilir.

Benzer şekilde akademik bilginin etkili olduğu “Hücre” 3D STEM etkinliğinde öğrencilere hücrenin özelliklerine ilişkin soru-cevap şeklinde tartışma ortamı oluşturulmuştur. Bu tartışmada Fatih (rm) ve Murat (rm)' in Özgür (gz)' ün açıklamasından yola çıkarak örnek verdikleri ve açıklama yaptıkları Burcu (rm) ve Seda (rm)' nin ise bu konuya ilişkin açıklama yapmadıkları görülmektedir.

Araştırmacı: Sizce DNA' nın ne tür özellikleri var?

Özgür (gz): Genetik

Fatih (rm): Göz rengi, hastalık filan belirliyor.

Murat (rm): DNA' daki bir tane şeyin yerini değiştirsek aslında tamamen büyük bir değişim olabilir.

Araştırmacı: Seda ve Burcu sizin fikriniz nedir?

Burcu (rm): Hocam ben bu konuları hiç hatırlamıyorum.

Seda (rm): Benim de aklım da yok hocam. 5. sınıfta görmüştük sanırım bunları en son.

DNA' nın özelliklerine ilişkin tartışmada Özgür (gz)' in belirtmiş olduğu genetik ifadesinin ardından Fatih (rm)' in bu genellemeye ilişkin örneklendirmede bulunduğu Murat (rm)' in ise gerekçelendirme ve genelleme yaptığı görülmektedir. Burcu (rm) ve Seda (rm)' nin ise konuya ilişkin bilgilerinin olmadığı belirterek ve açıklama yapmamayı tercih etmişlerdir. Öğrencilerin akademik bilgilerinin akıl yürütme becerisinde etkili olduğuna dair benzer bir durum “Denge Modeli” etkinliğinde yer almıştır.

Araştırmacı: Tahterevalliye hepiniz binmişsinizdir. Oradaki aşağı-yukarı hareket nelere bağlı?

Mehmet (gz): Ağırlık.

Şenay (gz): Kütleimize bağlı.

Araştırmacı: Ağırlık ve kütle aynı mı yoksa farkları var mı?

Özgür (gz): Yer çekimi kuvvetine bağlı olarak ağırlık değişir.

Şenay (gz): Kütle değişmeyen madde miktarıdır, ağırlık cisme uygulanan yerçekimi kuvvetine bağlı.

Özgür (gz): Kütlevi değişmeyen madde miktarıdır her yerde değişmez, ağırlık kütle çekim kuvvetine bağlı olarak değişen madde miktarıdır. Aslında her madde arasında kütle çekim kuvveti var ama çok küçük olduğu için biz göremiyoruz. Bunlar anca gezegen kadar büyük olduğunda oluşabilir. O zaman benim aklıma şöyle bir soru geliyor “madem böyle çekim kuvveti var neden çarpışmıyorlar?” O da kütle çekim kuvvetinin tam tersine çalışan merkezkaç kuvveti.

Araştırmacı: Peki, bu tahterevallideki olay kütle mi ağırlığa mı bağlı?

Şenay (gz): İkisine de bakacağız yani.

Özgür (gz): Kütle arttıkça ağırlık da artacağı için ikisine de baksak değişmez bence çünkü ağırlığı çok olanın kütlesi de çoktur, ağırlığı az olanın kütlesi de azdır.

Şenay (gz), Özgür (gz) ve Mehmet (gz) arasında denge, kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin açıklamalarında ön bilgilerinden yola çıkarak açıklama yaptıkları görülmektedir. Özgür (gz)’ün ise bu tartışmada bilimsel bilgiye dayalı açıklamalar ile genelleme yaptığı görülmektedir.

“Denge Modeli” etkinliğinde öğrencilerin eşitlik ve denklem kurmaya geçiş yapmaları hedeflenmiştir. Bu amaçla interaktif denge oyunu oynatılmış ve öğrencilerin deneme-yanılma ile denklem ve eşitlik kavramlarını keşfetmeleri sağlanmıştır.

Araştırmacı: Oyununuzda iki ağırlık var 5 kg ve 10 kg. 10 kg olan 5. birimde olsa bunları dengeye getirmek için 5 kg nereye koyacaksınız? Kim denemek ister?

Şenay deneme yapıyor.

Özgür (gz): Bence uzağa götürmelisin.

Şenay (gz): Evet, uzaklaştırdıkça 10 kg daha çok kaldırıyor.

Araştırmacı: Bu ağırlıkları değiştiren 5 kg yerine 20 kg kullansan dengeyi sağlamak için hangi birime koyman gerekecek.

Şenay (gz): O zaman daha yakına koymalıyım.

Araştırmacı: O zaman ağırlık ile destek noktasına olan uzaklık arasında nasıl bir ilişki var?

Özgür (gz): Ters orantı.

Araştırmacı: Bu denkleği matematiksel olarak nasıl ifade edersiniz o halde?

Mehmet (gz): Ters orantıda çarpma-bölme yapıyorduk o zaman uzaklık $\times$ ağırlık burada.

Bu etkinlikte Şenay (gz)' in deneme yolu ile dengeyi yani iki tarafın eşitliğini sağladığı, Özgür (gz)' ün ters orantıyı keşfettiği ve Mehmet' in bu açıklamalardan yola çıkarak soyutlama yaptığı görülmektedir.

Akıl yürütme becerisine kapsamında genel değerlendirme. Genel zihinsel alanda üstün olan öğrencilerin açıklama, genelleme ve gerekçelendirmelerinde etkili olabilmek ve birbirlerini ikna edebilme amacıyla bilimsel bilgi yoluyla veya gerçek yaşamdan örnekler verdikleri görülmektedir. Yapmış oldukları genelleme ve gerekçelendirmelere ilişkin tartışmalar ile sorgulama yaptıkları görülmektedir. Resim-müzik alanında üstün olan öğrencilerin yapmış oldukları açıklama, genelleme ve gerekçelendirmelerin ise genel zihinsel alandaki öğrencilerin fikirlerinden yola çıkılarak yapıldığı görülmektedir. Genel zihinsel alanda yer alan öğrencilerin akıl yürütme becerisi kapsamında soyutlama yaptıkları görülürken resim-müzik alanında bu alt beceri ortaya çıkmamıştır. Bu sonuçlara ilişkin sebebin genel zihinsel alandaki öğrencilerin üstün yetenek alanlarının fen ve matematikle ilişkili olması bu sayede akıl yürütme becerisinde daha etkili olmalarını sağladığı düşünülmektedir.

Etkinliklerde her iki gruptaki öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Genel zihinsel ve resim-müzik alanında üstün öğrencilerin aynı çalışma ortamında yer almaları, resim-müzik alanındaki öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin ortaya çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. İlk düşünce ve fikirlerin genel zihinsel alandaki öğrenciler tarafından ortaya atılmasıyla birlikte zincirleme düşüncelerin geliştiği görülmektedir. Öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin ortaya çıkması ve etkili olmasında tartışma ortamlarının ve “neden, niçin” soruları ile soru-cevap etkinliklerinin oluşturulmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sayede öğrenciler açıklama ve gerekçelendirmeler yaparak genelleme ve ikna etme yoluna gitmişlerdir.

İlişkilendirme becerisine ait bulgular. Bu bölümde çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ortaya koydukları ilişkilendirme becerisi ve alt becerileri değerlendirilecektir. Öğrencilerin ilişkilendirme becerisi kapsamında değerlendirilmeleri sonucunda STEM disiplinlerine (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik), diğer disiplinlere (tarih, coğrafya, vb) ve gerçek yaşamla ilişkili durumlara ilişkin ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. Aynı zamanda bu öğrencilerin ön bilgileri, geçmiş deneyimleri ve çalışma kapsamında deneyimledikleri STEM etkinliklerine yönelik ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. STEM etkinlikleri kapsamında

öğrencilerin ortaya çıkan ilişkilendirme becerisi ve alt becerileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 19

Öğrencilerin Kullandığı İlişkilendirme Becerisi ve Alt Beceriler

Etkinlik	İlişkilendirme Becerisi				
	STEM disiplinleri	Diğer disiplinler	Gerçek yaşam	Geçmiş deneyim	STEM etkinlikleri
Köprümü Yapıyorum	√	-	√	-	-
Yel Değirmeni	√	√	√	-	-
Fırlatıyorum!	√	√	√	-	-
Uçurtma	√	-	√	-	√
Logomu Tasarlıyorum	√	√	-	√	-
Küp Çözen Robot	√	-	√	-	-
Benim Robotum	-	-	-	-	-
Fraktal	√	√	-	-	-
Hücre Modeli	√	√	√	-	-
Denge Modelim	√	√	√	-	-

Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince ilişkilendirme becerilerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Etkinliklerde robot etkinliği “Küp Çözen Robot” ve “Benim Robotum” şeklinde iki kısımdan oluşan ve birbirinin devamı niteliğinde olan iki etkinlik gerçekleştirilmiştir. “Küp Çözen Robot” etkinliğinde giriş ve tartışma bölümleri yer almış ve öğrenciler tarafından süreçte ilişkilendirme yapılmıştır. “Benim Robotum” etkinliği bu etkinliğin devamı olduğundan dolayı giriş bölümü yer alamamıştır. Bu sebeple “Benim Robotum” etkinliğinde ilişkilendirme becerisi ortaya çıkmamıştır. Etkinliklerde ortaya çıkan ilişkilendirme becerisi kapsamında alt becerilere ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

“Yel Değirmeni” etkinliğinde öğrencilerin yel değirmenlerin kullanıldığı yerlere ilişkin coğrafya ile ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir.

Araştırmacı: Çevrenizde hiç yel değirmeni gördünüz mü?

Fatih (rm): Yüksek rakımlı yerlerde olabilir.

Burcu (rm): Ben görmedim ama yaylalarda olabilir oralarda rüzgâr çok olur.

Murat (rm): Genelde sıcak şehirlerde oluyor. Bodrum' da vardı.

Özgür (gz): Yel değirmenleri şimdi de kullanılıyor ama işlevleri farklı eskiden buğday öğütmek için kullanılırken şimdi elektrik elde ediliyor.

Araştırmacı: Günümüzde elektrik elde etmek için yel değirmeni kullanılsaydı nasıl olurdu?

Özgür (gz): Yeterli olmaz çünkü artık şartlar değişti her şey için elektrik lazım. İnsanların ihtiyaçları artık daha fazla o yüzden yel değirmenlerinin yerine rüzgâr tribünleri kullanılıyor.

Murat (rm): Artık yel değirmenleri süs gibi, rüzgâr enerjisinden faydalanmak için rüzgâr türbinleri var. Yani zamanla geliştiler, inovasyon.

Araştırmacı: Peki, yel değirmenleri neden rüzgârlı yerlerde kullanılıyordur?

Murat (rm): Çünkü rüzgâr ne kadar çoksa daha çok kanatlara çarpıp döndürür bu da daha fazla enerji elde etmek demek.

Fatih (rm) ve Burcu (rm)' nun yel değirmenlerinin kullanımlarında rüzgârın etkisinden yola çıkarak yüksek rakımlı ve rüzgârlı yerlerde yel değirmeninin olabileceğine yönelik ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. Murat (rm)' in ise rüzgârın gücü ve döndürme etkisi ile enerji elde edilmesine yönelik ilişkilendirme yaptığı görülmektedir. Özgür (gz) ve Murat (rm) yel değirmenlerinin değişen ve gelişen kullanım farklılıklarını belirtmektedirler. Öğrencilerin yel değirmenlerinin geçmişte un öğütme ve enerji elde etme amacıyla kullanıldığını günümüzde ise insan ihtiyaçları konusunda yetersiz kalıp yerini daha gelişmiş teknolojik araçlar olan rüzgâr tribünlerine bıraktığını belirtmektedirler. Bu açıklamalarla Özgür (gz) ve Murat' in gerçek yaşam, çevre ve teknoloji ile ilişkilendirme yaptığı söylenebilir.

Öğrenciler mancınık ve mancınığın kullanımına ilişkin “Fırlatıyorum!” etkinliğinde tarih ve tarihsel süreç içerisindeki değişime yönelik teknoloji ile ilişkilendirme yapmışlardır.

Fatih (rm): Mancınık önceden surları yıkmak için kullanılıyordu.

Murat (rm): Savaşlarda kaleleri yıkmak ve insanların birbirine zarar vermesi için kullanılan bir araçtı.

Seda (rm): Önceden savaş olduğunda insanların ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan silahtı.

Mehmet (gz): Eskiden savaşlarda bir şeyler atmak için mancınık kullanılıyordu ama artık günümüzde roket atarlar var.

Şenay (gz): Zamanla gelişmiş yani.

Özgür (gz): Eskiden mancınıklar savaş silahı olarak kullanılıyordu ama elektronik değil günümüzde ise yerini başka araçlara bıraktı. Bu durumda mancınık için teknolojik araç değildir diyemeyiz. O zamanlarda insanların ihtiyaçlarını karşılıyordu ve gelişe gelişe günümüze farklı şekilde geldi. Yani o da bir teknolojik araçtır.

Mehmet (gz): Eskiden mancınık diye bir çizgi film vardı televizyonda.

Mancınının kullanımı ile ilgili gerçekleştirilen tartışmada öğrencilerin mancınının geçmişte insanların savaş ihtiyaçlarını giderdiğini zamanla gelişerek değiştiğini ve yerini farklı teknolojik araçlara bıraktığını belirtmişlerdir. Bu sayede öğrencilerin tarihsel bir aracı teknoloji ile ilişkilendirebildikleri söylenebilir. Bu veriler doğrultusunda gerçek yaşamla ilişkili olan etkinlik içeriğinde öğrencilerin STEM disiplinleri, farklı disiplinler ve kendi deneyimleri ile ilişkilendirmede bulundukları etkinlik ortamına bunları yansıttığı düşünülmektedir.

“Uçurtma” etkinliğinde Şenay (gz) ve Özgür (gz)’ ün STEM disiplinlerine yönelik yaptığı ilişkilendirmeye örnek durum aşağıda sunulmuştur. Aynı zamanda Özgür (gz)’ ün geçmiş STEM etkinliği “Yel Değirmeni” ne yönelik ilişkilendirme yaptığı da görülmektedir.

Uçurtmaların özelliklerine ilişkin tartışma

Şenay (gz): Uçurtmalar rüzgâra karşı geldiği için uçarlar ve rüzgâr olmadığında karşı gelecekleri bir etki olmadığı için uçamazlar.

Özgür (gz): Bir de ben yel değirmeni yaparken şey demiştim kanatlardaki yüzey ne kadar çoksa o kadar rüzgâr alır orda daha fazla enerji ürettiyordu bu sayede. Şimdi de böyle düşünüyorum uçurtmanın alanını daha fazla yaparsak daha fazla rüzgâr alır.

Araştırmacı: Bir cismin havalanmasında rüzgârın ne tür bir etkisi olabilir?

Şenay (gz): İtme.

Özgür (gz): Havanın kaldırma kuvveti. O zaman şöyle diyebilir miyiz? İzlediğimiz çizgi filmde üç boyutlu uçurtmalar vardı. “Onlara daha çok rüzgâr etki edebilir o yüzden daha çok uçarlar” gibi.

Şenay (gz) ve Özgür (gz)’ ün uçurtmaların özelliklerine ilişkin tartışmada uçurtmaların uçmasında rüzgârın etkisinden yola çıkarak havanın kaldırma kuvveti ile ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin bu ilişkilendirmelerinde rüzgâra karşı gelme ve rüzgârın etki ettiği yüzey alanı belirtilmiştir. Araştırmacının soru sorarak

yönlendirmesi ile birlikte itme ve havanın kaldırma kuvveti kavramlarına ulaşılmıştır. Özgür (gz) “yel değirmeni” etkinliğiyle ilişkilendirme yaparak uçurtmanın yüzey alanı ve rüzgârın etkisi arasında matematiksel bir ilişki kurmuştur.

Uçurtmalara yönelik gerçekleştirilen sunum gösterisinde uçurtmaların ortaya çıkış ve kullanımlarına ilişkin bilgi verilmiştir. Şenay (gz), Özgür (gz), Burcu (rm) ve Murat (rm) uçurtmaların hava tahmininde kullanılmasına ilişkin sorgulama yaparak günümüzde hava tahmininde daha kesin sonuçlar sağlayan teknolojik gelişmelerle ilişkilendirme yaptıkları görülmüştür.

Uçurtmaların kullanım amaçlarına ilişkin tartışma

Şenay (gz): Havaya bakarak hava yağmurlu mu bulutlu mu anlaşıyor niye uçurtma gönderiyorlar ki bulut varsa “yağmur yağacak” denebilir.

Araştırmacı: Rüzgârın yönü ve hava akımının belirlenmesinde uçurtma daha etkili olabilir. Günümüzde biz uçurtmaları bu amaçla mı kullanmaktayız?

Şenay (gz): Artık daha kesin sonuçlar veren araçlar var. Hava durumunda derece de veriliyor.

Özgür (gz): Bence kullanılamaz, yetersiz kalır. Daha kesin sonuçlar gerekli artık. Mesela hava durumuna göre uçak, vapur saatleri değişebiliyor. Akşam haberlerde diyordu ki Yozgat’ ta birkaç gün yağmur var. Ben ona göre giyineceğim mesela.

Murat (rm): Ben tüm uçakları yolcu uçağı sanıyordum.

Araştırmacı: Evet, yolcu uçaklarının yanı sıra meteoroloji uçaklarını da var.

Murat (rm): Peki, bu uçaklarda nasıl derece ölçülebiliyor?

Araştırmacı: Derece belirlemek gibi net bir durumdan çok havanın yağışlı ya da güneşli olacağına yönelik bilgi edinilmesini sağlıyor.

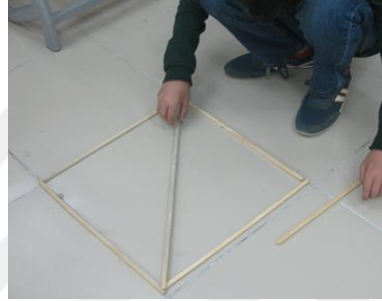
Burcu (rm): Ben bir şeyi merak ediyorum, önceden uçurtmalarla nasıl hava durumunu öğrenebiliyorlarmış ki?

Araştırmacı: Bugünkü gibi net şekilde hava raporundan çok rüzgârın durumu ve hava akımı ile ilgili bilgilendirme yapılmaktaymış.

Şenay (gz) ve Özgür (gz)’ ün geçmişte uçurtmanın kullanım amacının günümüzde farklılaştığını belirttikleri görülmektedir. Şenay (gz)’ in günümüzde derece ile ölçüm yapılarak daha kesin sonuçların önemini belirtmiş bu açıklamadan yola çıkarak Özgür (gz) günümüzde insan ihtiyaçlarının değiştiğini örneklendirmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak geçmişte uçurtmaların hava tahmininde kullanımlarının günümüzde değişen ihtiyaçlar ile yerini daha gelişmiş teknolojik araçlara bıraktığı öğrenciler tarafından ilişkilendirilmiştir. Burcu (rm) ve Murat (rm) hava tahminlerinde

uçurtma ve uçak kullanımını sorguladıkları görülmektedir. Öğrencilerin bu sorgulamalarının yeni öğrendikleri bilgiye karşı merak duymalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğrencilerin birçoğunun sunumda yer alan farklı bilgilere karşı ilgi gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bu durum etkinlikte dikkat ve merak çekmek amacıyla gerçekleştirilen sunumların ve gösterimlerin etkili olduğunu göstermektedir.

Fatih (rm)' in "Uçurtma" yapımı etkinliğinde yerde yer alan karoları kullanarak ölçme yaptığı gözlemlenmiştir. Bu duruma ilişkin örnek resim aşağıda sunulmuştur. Öğrencinin ürününü meydana getirme sürecinde dolaylı ölçme ve gerçek yaşam durumu ile matematik ve mühendislik alanlarına yönelik ilişkilendirme yaptığı söylenebilir.



Şekil 7. Fatih' in örnek ilişkilendirme görüntüsü.

"Logomu Tasarlıyorum" etkinliğinde öğrencilerin 3D modelleme programı kullanmaları ve 3D yazıcıdan ürün meydana getirmeleri hedeflenmiştir. Bu etkinlikte gelişen 3D teknolojisine dikkat çekilmiş ve kullanım alanlarına ilişkin öğrenci görüşleri alınmıştır. Bu etkinlikte birlikte öğrencilerin teknolojinin gerçek yaşamdaki kullanımları ve geçmiş deneyimleri ile ilişkilendirme yaptıkları görülmüştür. Bu ilişkilendirmelerin olduğu örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: 3D yazıcıların kullanılabileceği alanlar neler olabilir?

Mehmet (gz): İşlenen konunun maketi mesela kemik maketi veya bir sindirim sisteminin maketi olabilir. Sanırım her yerde mesela inşaat tasarlamada özellikle.

Özgür (gz): Hocam biz mesela geçen hafta okulda göz konusunu işledik, hoca bize onun maketini gösterdi 3D ile yapılabilir. Çarpışmalar, atışlar konusunda.

Mehmet (gz): Hocam fizik dersinde 3D yazıcıdan bir şey çıkartmak zorunda değiliz direkt 3D yazıcıyı bıraksak o da bir şey.

Şenay (gz): Mesela böyle özel cetveller yapılabilir pergel falan.

Mehmet (gz): Oyuncakçılıkta kullanılabilir; mini figürler, Legolar.

Özgür (gz): Geometrik şekiller yapılabilir.

Şenay (gz): Tinkercad kullanırken de koordinatlar filan var zaten.

Araştırmacı: Sizce Tinkercad veya başka bir modelleme programlarının kullanımının ne tür faydaları olabilir?

Şenay (gz): Bu programı kullanarak kendi istediğimizi tasarlıyoruz. Hazır olarak aldığı anda beğenmediğin şeyler olabilir ama böyle istenildiği şekilde yapılabilir.

Mehmet (gz): Belki protez organ yapabiliriz.

Murat: Oyuncakçılıkta baya kullanılıyormuş.

Burcu: Organların veya şekillerin anlatımında kullanılabilir.

Murat: Mesela bir dağ yapılabilir projeler için.

Burcu: İlkokulda küpler falan vardı onların yapımında.

Murat: Sayıları üç boyutlu yapabiliriz.

Burcu: Onluk yüzlük blokların yapımında.

3D yazıcının kullanım alanına ilişkin Mehmet (gz) ve Özgür (gz)' ün okul derslerinde yer alan biyoloji ve fizik konularına Şenay' ın ise matematik ile ilgili araç-gereç örneği vererek ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. Aynı zamanda Şenay (gz)' ın Tinkercad ile deneyimlemiş olduklarından yola çıkarak gerçek yaşamla ilişkilendirme yaptığı görülmektedir. Bunların yanı sıra Mehmet (gz) 3D modeller ile sağlık alanını ilişkilendirmiştir. Bu süreçte Murat (rm) ve Burcu (rm)' nun matematik, sağlık ve günlük hayatla ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. Murat (rm) ve Burcu (rm)' nun 3D yazıcıların kullanımlarına ilişkin teknolojiyi kendi içerisinde ilişkilendirme yaparak 3D ve 2D yazıcı teknolojisine yönelik karşılaştırma yapmışlardır.

Araştırmacı: 3D yazıcılar yeni mi ortaya çıktı sizce?

Murat (rm): İnsanlar eskiden kendi elleriyle 3D modeller yapıyorlardı bence.

Burcu (rm): 3D yazıcıdan önce normal yazıcılar vardır ve bunu geliştirmek istemişlerdir.

Araştırmacı: Yani yazılarımızı çıkarttığımız yazıcılardan mı 3D yazıcılar geliştirildi?

Burcu (rm): Çok benzemiyorlar ama akıllarına 2D yazıcıdan gelmiş olabilir.

Murat (rm)' ın materyal meydana getirmede gelişen ve değişen teknolojik araç kullanımını belirttiği görülmektedir. Burcu (rm) ise değişen yazıcı teknolojisini içerisinde karşılaştırarak ilişkilendirme yapmıştır. Etkinlik sürecinde Mehmet (gz) ve Özgür (gz)' ün 3D modellemeye yönelik BİLSEM uygulamaları ile ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir.

Araştırmacı: 3D yazıcı veya modelleme programlarını daha önce hiç duydunuz mu?

Özgür (gz): BİLSEM' e gittiğimde timsah gibi bir şey tasarlıyorlardı o zaman görmüştüm.

Mehmet (gz): Tincercad diye bir program kullanıyorduk 6.sınıftayken bir stres çarkı yazdırmıştım. Bir program daha kullanıyorduk Scratch' tı.

Özgür (gz): Hocam biz Scratch' ı geçen sene bilgisayar dersinde kullanıyorduk ve birçok şey tasarlıyorduk.

Mehmet (gz) ve Özgür (gz)' ün BİLSEM çalışmalarında kullandıkları Tincercad ve Scratch programlarını örnek vererek orada yapmış oldukları ile ilişkilendirmede bulunmuşlardır. Aynı etkinlikte öğrenciler gelişen teknoloji ve kullanım alanlarına ilişkin görüş paylaşımı yapılmıştır.

Benzer şekilde teknoloji konusunun yer aldığı “Küp Çözen Robot” etkinliğinde Fatih (rm) ve Seda (rm)' nın da gerçek yaşam ve teknoloji ile ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir.

Araştırmacı: Teknoloji denilince aklınıza ne geliyor?

Seda (rm): Teknoloji olmasaydı hayatımızda çok eksik olurdu. Teknolojik ürünler hayatımızı kolaylaştırıyor. Mesela kitaplardan sözlüklerden bulamadığımız şeyi hemen internete yazıp bulabiliyoruz.

Fatih (rm): Mesela birine mektup yazmak yerine hemen telefonla arayıp ulaşabiliyoruz.

Araştırmacı: Teknoloji olmasaydı nasıl olurdu peki?

Fatih (rm): Hocam işlerimizi zar zor yapardık bulurduk yine bir yolunu ama zor olurdu.

Seda (rm)' nın ve Fatih (rm)' in teknolojiye yönelik açıklamalarında gerçek yaşamlarında kullandıkları teknolojik ürünlerden yola çıktıklarını görmekteyiz.

Mikroskop kullanımının yer aldığı “Hücre” etkinliğinde Özgür (gz) bilim tarihi ile ilişkilendirme yapmıştır. Buna ilişkin örnek durum aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Hücre nedir?

Özgür (gz): Hocam hücreyi ilk Robert Hooke bulmuş. Sevmiyorum bu adamı çünkü Newton ilk prizmada kırılmayı bulmuş Hooke' a söylemiş ama ciddiye almamış buluşunu. Sonra Newton öne çıkmış tabii.

Özgür (gz)' ün hücrenin keşfini sağlayan Robert Hooke ile Newton arasındaki geçen tarihsel olayı anlattığı görülmektedir. Mehmet (gz)' in ise hücre' ye ilişkin tanımlamasında “Hücrenin tanımı mahkûmların içinde tutulduğu parmaklıklı kapalı bir

odacık” şeklinde gerçek yaşam durumundan benzetme yaparak ilişkilendirdiği görülmektedir.

Özgür (gz)’ ün “Denge Modeli” etkinliğinde denge araçlarına ilişkin gerçek yaşamla ilişkilendirme yaptığı görülmektedir. Bu ilişkilendirmelere yönelik örnek durum aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Denge mekanizmalarına örnek neler verebilirsiniz? Hangi araçlar var aklınıza gelen?

Şenay (gz): Terazi, tahterevalli. Böyle şeyler.

Özgür (gz): Parkta bir çubuk var üstünde yürüyerek karşıya geçmek için. Orda da biz dengede durmaya çalışıyoruz.

Denge mekanizması olan araçların örneklendirilmesinde Şenay (gz) günlük hayatta kullandığı terazi ve tahterevalli örneklerini verirken Özgür (gz) de benzer şekilde gerçek yaşamdaki durum ile ilişkilendirme yapmıştır. Aynı tartışma sürecinde Şenay (gz)’ ın BİLSEM’ deki deneyimleriyle ilişkilendirme yaptığı görülmektedir.

Araştırmacı: Neden sadece eşit kollu terazi kullanmıyoruz da bu kadar çeşitli terazileri kullanıyoruz?

Özgür (gz): Çünkü bunlar daha hassas ölçüm yapıyor mesele çok çok küçük bir ağırlığı tutup kefeli terazide ölçemeyiz. Ama hassas terazide ölçebiliriz.

Şenay (gz): Evet, mesele bizim BİLSEM’ de var. Küçük gramları onda ölçüyoruz. Böyle kimyasal malzemeler alırken.

Araştırmacı eşit kollu terazinin günümüz ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kaldığından yola çıkarak teknolojik değişimlerin olduğuna yönelik yönlendirici sorular sormuştur. Özgür (gz) hassas ölçümlerde kullanımdan yola çıkarak hassas terazi örneğini vermiştir. Şenay ise hassas terazi kullanımını BİLSEM’ deki geçmiş deneyimleri ile ilişkilendirmiştir. Öğrencilerin geçmiş deneyimlerinden yola çıkarak ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. “Fraktal” etkinliğinde bu duruma ilişkin örnek durum aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Fraktallar nerelerde karşımıza çıkmakta örnek verebilir misiniz?

Murat (rm): Hocam hep kar tanesi görüyoruz fraktal olarak.

Araştırmacı: Doğru başka ne tür örnekler var?

Burcu (rm): Salyangoz. Salyangozun kabuğu.

Murat (rm): O da hep olan bir şey ki.

Seda (rm): Müzik notaları olabilir belki.

Fatih (rm): Ağaçlarda ve yapraklarda. BİLSEM’ de ki öğretmenimiz örnek vermişti.

Benzer şekilde “Hücre” etkinliğinde de öğrencilerin okul deneyimlerinden yola çıkarak ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. Örnek durum aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: Bu etkinlik neler kazandırdı?

Murat (rm): Hücreyi en son 5. sınıfta görmüştüm daha iyi anlamış oldum, tekrar yaptık. Bir de hücreyi görmüş oldum mikroskoptan bana fayda kazandırdı.

Burcu (rm): Biz de 5. sınıfta gördük sanırım bu konuyu hatırlamış oldum organelleri unutmuştum. Bir de modelini yaparak hayvan ve bitki hücrelerinin farkını anlamış oldum.

Seda (rm): Tinkercad’ i daha iyi kullanabildim. Bir de organelleri öğrenmiş oldum.

Fatih (rm): Hücrede hangi organellerin olduğunu öğrendim ve bunları tasarlamak için araştırma yaptım, şekillerini öğrendim.

Öğrencilerin mikroskop kullanımı ve Tinkercad aracılığı ile tasarlama yapmalarıyla STEM disiplinlerinin ilişkilendirdikleri görülmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin okullarında öğrendikleri ile etkinlikteki öğrendiklerini ilişkilendirerek gerçek yaşam ve deneyimlerine yönelik ilişkilendirme yaptıkları söylenebilir.

İlişkilendirme becerisi kapsamında genel değerlendirme. Öğrencilerin ilişkilendirme becerisi kapsamında STEM disiplinleri ve diğer disiplinler, gerçek yaşam durumları ve deneyimleri ve aynı zamanda bu çalışmada yer alan STEM etkinlikleri ile ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin ilişkilendirmelerinde farklı durumlar ve bağlamlar açısından çeşitlilik olduğu görülmektedir.

STEM etkinliklerinin uygulama sürecinde ve tartışma ortamlarında öğrencilerinin ilişkilendirme becerilerini kullandıkları ve ortaya çıktığı görülmektedir. Öğrencilerin ilişkilendirme yapabilmelerinde farklı konu, kapsam ve içeriklerin etkinliklerde yer alması etkili olmuştur. Öğrencilerin 3D modelleme, 3D yazıcı ve Lego robot yapımı gibi teknolojinin yer aldığı etkinliklerde diğer el yapımı ürünlerin yer aldığı etkinliklere göre teknolojinin farklı alanlarla ilişkilendirilmesinde çeşitlilik olduğu görülmektedir. Farklı içerikli STEM etkinliklerinin öğrencilerin ilişkilendirme yapabilmelerinde fırsat sağladığı söylenebilir.

Genel zihinsel ve resim-müzik alanında üstün olan öğrencilerin ilişkilendirme becerilerinin etkili olduğu görülmekle birlikte genel zihinsel alandaki öğrencilerin STEM disiplinleri ve diğer disiplinler ile yaptıkları ilişkilendirmelerin daha ön planda olduğu resim-müzik alanındaki öğrencilerin ise daha çok gerçek yaşamdan örnek durumlar ile

ilişkilendirme yaptıkları görülmektedir. İlişkilendirme becerisinin ortaya konulmasında öğrencilerin özel yetenek alanlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Genel zihinsel alandaki öğrencilerin fen ve matematik ile ilişkili diğer disiplinler ağırlıkta olurken resim-müzik alanındaki öğrencilerin teknoloji, müzik ve doğa ile ilgili alanlara yönelik ilişkilendirmelerinin fazla olduğu görülmektedir.

Problem çözme becerisine ait bulgular. Bu bölümde çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları problem çözme becerisi ve alt becerileri değerlendirilecektir. Öğrencilerin problem çözme becerileri mühendislik tasarımı odaklı etkinlikleri gerçekleştirme süreçlerinde incelenmiştir. Öğrencilerin ürün meydana getirebilmeleri amacıyla araştırmacı tarafından problem öne sürülmüştür. Öğrencilerin sunulan probleme ilişkin ortaya koydukları problem durumları doğrultusunda bu problemin çözümüne ilişkin çalışma yaptıkları ve ürün meydana getirdikleri görülmektedir. Öğrencilerin meydana getirdikleri ürünlerini ise belirttikleri probleme yönelik etkili çözüm içerip içermediğine göre değerlendirdikleri görülmektedir. STEM etkinlikleri sürecinde öğrencilerin kullandıkları problem çözme becerisi ve alt becerileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 20

Öğrencilerin Kullandığı Problem Çözme Becerisi ve Alt Beceriler

Etkinlik	Problem Çözme Becerisi			
	Problemi Tanımla	Çözüm üretme	Çözümü Değerlendirme	Farklı çözüm yolları deneme ve değerlendirme
Köprümü Yapıyorum	√	√	√	-
Yel Değirmeni	√	√	√	-
Fırlatıyorum!	√	√	√	-
Uçurtma	√	√	√	√
Logomu Tasarlıyorum	√	√	√	√
Küp Çözen Robot	√	√	√	-
Benim Robotum	√	√	√	√
Fraktal	√	√	√	√
Hücre Modeli	√	√	√	√
Denge Modelim	√	√	√	√

Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince problem çözme becerilerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Etkinliklerde ortaya çıkan problem çözme becerisi kapsamında alt becerilere ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

“Fırlatıyorum” etkinliğinde öğrencilere “En uzağa fırlatabilen mancınık yapınız.” şeklinde problem durumu verilmiştir. Burcu (rm)’ nun problemi tanımlaması ve bu problemin çözümüne yönelik çalışmasını gerçekleştirdiği görülmektedir. Buna yönelik örnek durum aşağıda yer almaktadır.

Araştırmacı: *Bir mancınık yapımında dikkat etmeniz gereken ne gibi özellikler vardır sizce?*

Burcu (rm): *Mancının fırlatabiliyor olması lazım ve esnek olmalı. O kolun esneyerek gerilmesi gerekli.*

Araştırmacı: *Sen bu belirttiğin özelliklerinden yola çıkarak nasıl bir mancınık tasarlayacaksın peki?*

Burcu (rm): *Ben modelimde fırlatması için kaşık kullanacağım çünkü hepsini denedim en iyi kaşık fırlatıyor.*

Meydana getirilen ürünün probleme uygulunun değerlendirilmesi

Araştırmacı: *Modelini değerlendirecek olursan istediğin özelliklerde mi?*

Burcu (rm): *Hocam evet hatta en uzağa fırlatma yarışında da iyi attım fırladı ama ben atmak için kaşık kullandım. Kaşık zemine çok yakın belki daha yüksek yapabilseydim daha uzağa fırlatabilirdi.*

Burcu (rm)’ nun mancınık modelinde fırlatma özelliğini problem durumu olarak belirterek çözümünde atıcının kolun esnek olmasını örneklendirmiştir. Öğrencinin belirtmiş olduğu probleme yönelik ürünündeki çözümünde atıcı kol için farklı malzemeler deneyerek en iyi atışın kaşıkla olduğuna karar verdiği görülmektedir. Probleminin çözümüne ilişkin değerlendirmesinde öğrencinin ürününün belirttiği probleme yönelik etkili çözüm içerdiği görülmektedir. Fakat ürünün geliştirilebilir olduğu ve buna yönelik çözüm önerilerinde bulunduğu görülmektedir. Burcu (rm)’ nun bu görüşünü destekleyen mancınık modelinin resmi aşağıda sunulmuştur.

Burcu' nun Modeli



Şekil 8. Burcu' nun mancınık modeli görüntüsü.

Burcu (rm)' nun ürününün probleme yönelik değerlendirmesinde ürün tasarımında problemin iyi tanımlanmasının önemi görülmektedir. Problem durumunun iyi bir şekilde ortaya konulmadığı durumlarda meydana getirilen ürünün problem çözümünde eksik kalacağı görülmektedir.

“Yel Değirmeni” etkinliğinde öğrencilere “Sizden enerji kaynaklarından oluşan kirliliği azaltmak amacıyla yel değirmeni tasarlamanız istendi. Buna yönelik olarak bir yel değirmeni tasarlayınız.” şeklinde problem durumu verilmiş ve öğrencilerin bu problem doğrultusunda çalışmaları istenmiştir. Aşağıda Şenay (gz)' ın probleme yönelik çalışma süreci sunulmuştur.

Araştırmacı: *Yel değirmeni tasarımın için neler düşünümütesin?*

Şenay (gz): *Kanatları büyük olmalı ki çok rüzgârı alıp fazla enerji üretebilsin.*

Araştırmacı: *Peki, bunun için nasıl bir tasarım yapacaksın?*

Şenay (gz): *Yel değirmenimin gövdesi dikdörtgenlerden oluşacak tabanı kare olacak ve kanat kısmını tahta çubuklarla yapacağım. Çünkü tahta çubuklar hafif, rüzgârın etkisiyle daha çok döner ve böylece daha fazla enerji elde ederiz.*

Meydana getirilen ürünün probleme uygulğunun değerlendirilmesi

Araştırmacı: *Demiştin ki yel değirmeninin daha fazla enerji üretebilmesi için kanatları büyük olmalı. Senin modelin bu belirttiğin özellikleri karşılıyor mu?*

Şenay (gz): *Bence oldu çünkü pille de denediğimde de rüzgârda da kanatları hızlı dönüyor. Yani enerji elde edebilir. Sadece eskiden olduğu gibi bu modelle un öğütülemez.*

Şenay (gz) problem tanımında ve çözüm önerisinde çevreye yönelik zararsız şekilde ve daha fazla enerji elde etme amacıyla yel değirmeni tasarlamak olduğunu belirtmiştir. Öğrencinin daha fazla enerji elde edilmesi problemine yönelik yel değirmeninin kanatlarının büyük ve hafif olmasını belirterek çözüm önerisini ifade etmiştir. Şenay (gz)' ın meydana getirdiği yel değirmeninin belirtmiş olduğu “daha fazla enerji üretebilen yel değirmeni” problemine yönelik değerlendirme yapması istenmiştir.

Öğrencinin problem çözümü amacıyla meydana getirdiği ürününe yönelik yapmış olduğu değerlendirmesinde etkili bir çözüm meydana getirdiği görülmektedir.

“Uçurtma” etkinliğinde Özgür (gz) üç boyutlu uçurtma meydana getirmiş ve modelinin kullanılabilirliğinde problemle karşılaşmıştır. Öğrencinin problem çözümünü değerlendirerek yeni çözüm yolları ürettiği örnek durum aşağıda yer almaktadır.

Araştırmacı: Bir uçurtmanın sahip olması gereken özellikler nelerdir?

Özgür (gz): Uçurtmanın dengeli, dayanıklı ve sağlam olması gereklidir.

Araştırmacı: Başka neler uçurtmanın uçuşunda etkili?

Özgür (gz): Rüzgârın şiddeti, ipin uçurtmayı taşıması ve kullanılan malzemenin hafifliği.

Araştırmacı: Peki, uçabilmesi için ne tür özellikler olmalı.

Özgür (gz): Uçurtmaya hava temas etmeli ki yukarıya kaldırabilsin.

Araştırmacı: Peki, uçurtmaların uçabilmesi için gerekli olan unsurları söyledin. Senin uçurtmaların ne tür özellikleri olacak?

Özgür (gz): Ben uçurtmamı üç boyutlu yapacağım. Çıtalardan küp oluşturacağım, sonra çevresini kaplama kâğıdıyla kaplıcam. Üç boyutlu olduğu için bunu rüzgârın kaldırabilmesi için alt ve üst tarafını açık bırakacağım ki hava akımı dolaşsın.

Özgür (gz)’ün uçurtmanın uçabilmesine yönelik tasarımında “dayanıklı, dengeli ve sağlam olma” unsurlarını problem durumu olarak ifade ettiği görülmektedir. Aynı zamanda uçmanın sağlanabilmesinde “havanın temas etmesinin gerekliliğini” belirtmiştir. Kendi ürün tasarımının özelliklerini anlatırken üç boyutlu uçurtma tasarımını yapacağını, dayanıklılığı için çıtaları kullanacağını ve hava akımını sağlaması için de modelinde rüzgâr geçebilen boşluklar bırakacağını belirtmiştir. Özgür (gz)’ün bu açıklamasıyla problemine yönelik çözüm önerilerini belirttiği görülmektedir.

Özgür (gz): Benim uçurtmam istediğim gibi olmadı.

Araştırmacı: Nasıl istiyordun uçurtmanı.

Özgür: Dayanıklı, sağlam olsun dedim ama ne dayanıklı oldu ne de sağlam.

Araştırmacı: Neden olmadı peki, malzemeden mi modelinden mi neyden kaynaklı olmaması.

Özgür (gz): Uçurtmam küp şeklinde olacağı için çıtaları kestim sonra küp olması için kenarlardan bağladım ama tam sıkı sıkıya bağlanamadı çıtalar. O yüzden yamuk duruyor.

Araştırmacı: Modelini düzeltmek istesen neler yapabilirsin peki?

Özgür (gz): Bu çıtaları daha sıkı sarardım belki de önden tutkallardım daha sağlam olurdu.

Özgür (gz)' ün meydana getirdiği ürün değerlendirmesinde problem tanımında belirtmiş olduğu dayanıklılık ve sağlamlığı sağlayamadı görülmektedir. Bu sebeple uçurtmasının uçmasında problemle karşılaşmıştır. Öğrencinin meydana getirdiği ürünün problem tanımı için etkili olmaması tekrardan çözüm üretme için fırsat ortamı sağlamıştır. Araştırmacı bu durumda öğrenciyi cesaretlendirmiş ve yeni çözümler üretebilmesi için yönlendirmiştir. Bu sayede probleme yönelik çözüm önerisinin etkili olamayacağı ama denemeler yoluyla bu çözümlerin geliştirilip ürünlerine kazandırılabilmesine yönelik deneyim sağlanmıştır.

Özgür (gz) problemine yönelik yeniden oluşturduğu çözüm önerilerini modelinde kullanarak düzenleme yapmıştır. Ardından düzenlenen yeni modeline ilişkin değerlendirmede bulunmuştur. Aşağıda Özgür (gz)' ün geliştirdiği çözüm önerileri ve uyguladığı çözüme ilişkin değerlendirmesi yer almaktadır.

Araştırmacı: Özgür, modelinin daha dayanıklı ve sağlam olması için neler yapabilirsin sence?

Özgür (gz): Yani modelimi sil baştan yapabilirim ama gerek yok. Şu kenarlarını sağlamlaştırmayı deneyeceğim. Çünkü çıtaları bantla tutturmuştum uçururken direk oralar çıktı.

Araştırmacı: Nasıl daha dayanıklı yapacaksın peki kenarları?

Özgür (gz): Yapıştırabilirim önce silikonla ya da tutkalla. Tutkal geç kurduğu için silikonla deneyeceğim ilk. Sonra da daha da iyi tutsun diye üstünden bantla geçeceğim. Artık olmazsa da son çare çivi çakarız.

Özgür (gz): Evet, demek ki önce silikonlayınca daha iyi oluyormuş.

Araştırmacı: Sen de arkadaşlarınla uçurtmanı uçur istersen sonrasın da dayanıklılığını yine tartışalım.

Uçurtmanın test edilmesinin ardından

Özgür (gz): Öğretmenim bu sefer daha dayanıklı oldu, ama çok uçamadı.

Araştırmacı: Neden peki?

Özgür (gz): Ağır sanırım rüzgâr çok kaldıramıyor. Belki de bu kaplamada folyo yerine başka bir malzeme kullanabilirdim. Rüzgârda çıkıyor çünkü.

Özgür (gz)' ün yeniden geliştirdiği çözüm önerilerini modelinde uyguladığı ve test edip değerlendirdiği görülmektedir. Bu deneyim ile öğrencilerin problem çözümüne

yönelik ürettikleri her çözümün etkili olamayacağı ama yeniden yapılacak denemeler ile etkili çözümler geliştirebilecekleri vurgulanmıştır.

Benzer şekilde Mehmet (gz), 3D modelleme ve 3D yazıcıdan ürün meydana getirme etkinliği olan “Logomu Tasarlıyorum” etkinliğinde deneyiminin yetersiz olmasından kaynaklı bir problemle karşılaşmıştır. Buna ilişkin süreç aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı: 3D yazıcıdan çıkartmak için tasarımlarınızı oluştururken nelere dikkat edeceksiniz?

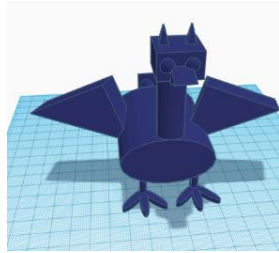
Mehmet (gz): Farklı bir şey tasarlamaya ve tasarımımın bitişik olmasına yoksa parça parça çıkarlar.

Araştırmacı: Sen bunun için modelini nasıl tasarlayacaksın?

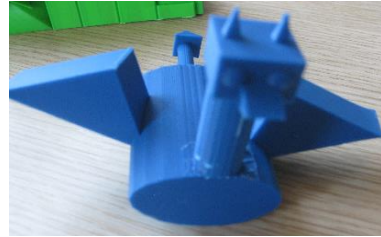
Mehmet (gz): Ben minik bir dinozor modeli tasarladım. Yaparken de dediğim gibi tüm parçaları birleşik yaptım. Yoksa parçalanır. Parçaları tutup iç içe geçirdim böylece ayrı olma ihtimalleri yok.

Mehmet (gz)’ in 3D yazıcıdan ürün meydana getirmede karşılaşılabileceği problem için tasarımında yer alan parçaların bitişik olmasını belirttiğini görülmektedir. Öğrencinin tasarımındaki bu problemine yönelik etkili bir tasarım oluşturduğu görülmektedir. Mehmet (gz)’ in 3D yazıcıdan çıkartılan ürününde zemin ile modelin ayrılması sorun olmuş ve modelinde bazı parçalar kopmuştur. Öğrencinin tasarımının belirttiği problem durumuna yönelik etkili olduğu görülürken 3D yazıcının çalışmasından kaynaklı öngöremediği problemle karşılaşmıştır. Buna ilişkin tasarım ve ürün resimleri aşağıda yer almaktadır.

Mehmet’ in 3D Tasarımı



Mehmet’ in Modeli

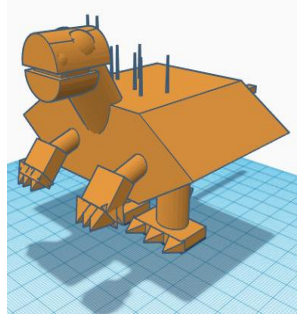


Şekil 9. Mehmet’ in logo modeli görüntüsü.

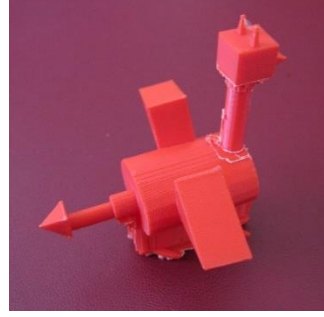
Mehmet (gz)’ in karşılaştığı bu problem hem kendisinin hem de arkadaşlarının 3D yazıcıdan çıktı için modellerinde dikkat etmeleri gereken farklı bir ayrıntıyı görmelerini sağlanmıştır. Öğrenci benzer şekilde “Benim Robotum Etkinliği” nde dinozor şeklinde bir model tasarlamış ve daha önce deneyimlemiş olduğu bu problemi

göz önünde bulundurduğu görülmüştür. Mehmet (gz)' in bu etkinlikteki tasarım ve ürününe ait resimleri aşağıda yer almaktadır.

Mehmet' in 3D Tasarımı



Mehmet' in Modeli



Şekil 10. Mehmet' in robot modeli görüntüsü.

Bu sayede öğrencinin bir etkinlikte karşılaştığı probleme yönelik diğer etkinliklerde dikkat ettiği ve çözüm geliştirdiği söylenebilir. Bu etkinlikte Mehmet (gz)' in “tasarlama parçaların bitişik olmasına dikkat edeceğim yoksa parçalar kopuk çıkar” problem durumu ve çözüm önerisinin “Hücre Modelim” etkinliğinde Fatih (rm) tarafından benimsendiği ve dikkat edildiği görülmektedir. Bu görüşü destekleyen örnek durum aşağıda yer almaktadır.

Araştırmacı: 3D hücre modellerinizi oluştururken nelere dikkat edeceksiniz?

Fatih (rm): Bütün organellerin olmasına, hepsinin birleşik olmasına.

Araştırmacı: Bu söylediklerine yönelik olarak nasıl bir hücre tasarlayacaksınız?

Fatih (rm): Ben bitki hücresi yapacağım, bütün organelleri içine yerleştireceğim. Hücre duvarındaki parçaları da birleşik yapmaya çalışacağım. Parçaların kopmaması için.

Meydana getirilen ürünün probleme uygulunun değerlendirilmesi

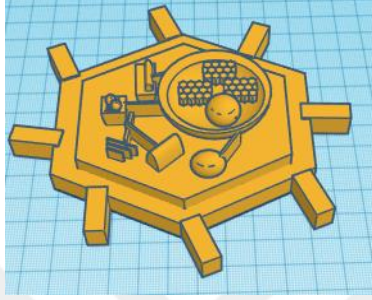
Araştırmacı: Hücre modelini değerlendirecek olursan belirttiğin “parçaların ayrı olmaması ve bütün organellerin olmasına” yönelik mi oldu?

Fatih (rm): Evet hocam. Bitki hücresine benzer oldu hatta rengini de yeşil yaptım ki kloroplastı olduğu için. Bütün organelleri de hücrenin içine gömülü yapmıştım böylece parçalanmadılar.

Fatih (rm)' in hücreye ilişkin problem durumunda modelinde tüm organellerin olması ve 3D yazıcıdan çıktı almaya uygun tüm parçaların birleşik olmasını belirttiği görülmektedir. Daha önce Mehmet (gz) tarafından 3D ürün modellemede bu problemi belirtmesinin diğer öğrencilerin de etkili tasarımlar oluşturmasında etkili olduğu söylenebilir. Bu sonuca dayalı olarak öğrenci görüşlerinin ortaya çıkarılmasının ve

birbirleri ile etkileşimde bulunmalarının problem çözme becerisinde etkili olduğu söylenebilir. Öğrencinin bu probleme ilişkin çözüm önerisinde ise tasarımını buna yönelik planladığı görülmektedir. Fatih (rm) meydana getirdiği ürünün probleme yönelik çözümünde etkililiğini değerlendirmiş ve problemi doğrultusunda etkili bir şekilde çalışmış olduğu görülmektedir. Fatih (rm)' in problem çözme becerisinin etkili olmasıyla meydana getirdiği tasarım ve ürününe ilişkin resmi aşağıda yer almaktadır.

Fatih' in 3D Tasarımı



Fatih' in Modeli



Şekil 11. Fatih' in hücre modeli görüntüsü.

“Küp Çözen Robot” etkinliğinde Lego parçalarının çok fazla olması ve uygulamadaki karmaşıklık Burcu ve Seda tarafından problem olarak ifade edilmiş ve Murat (rm)' in bu probleme yönelik önerisi ile çözümlenmiştir. Buna ilişkin örnek durum aşağıda yer almaktadır.

Öğrencilerin problem durumunu tanımlamalarının çözüm önerisi geliştirmede ve bu doğrultuda ürün meydana getirmelerinde etkili olduğu görülmüştür. “Fraktal” etkinliğinde de öğrencilerin problem çözme becerilerinin etkili olduğuna ilişkin örnek durum aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: 3D fraktal modelinizi oluştururken nelere dikkat edeceksiniz?

Murat (rm): Dediğimiz gibi fraktalların özelliklerinde olmalı.

Araştırmacı: Nasıl özelliklerde olmalı yani?

Murat (rm): Yani bir şeklimizi belli bir oranda büyütüp ya da küçülteceğiz.

Burcu (rm): Ölçülere dikkat etmeliyiz oranlı olsunlar diye.

Seda (rm): Aynen hocam ölçüler uygun olmalı.

Fatih (rm): Şekillerimizde oran olmalı.

Fatih (rm), Burcu (rm), Seda (rm) ve Murat (rm)' in fraktal modeline ilişkin problem durumunda oran ve ölçü özelliklerinin uygunluğunu ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin tanımlamış oldukları bu problemlere tasarımlarında dikkat

ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin problem tanımlarına ilişkin etkili çözüm tasarımlarına ilişkin örnek görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: *Fraktal modelinizi oluştururken dikkat edeceğiniz noktaları söylediniz. Peki, bunları nasıl yapacaksınız?*

Murat (rm): *Bunun için ben logo yapımında da kullandığım kendi tasarımımdan fraktal oluşturmayı düşünüyorum. Yine belli bir oranda küçülterek çoğaltabilirim logoyu.*

Burcu (rm): *Ben fraktal yapmayı deneyeceğim ama yapamayabilirim. Bir modele karar verirsem ölçülerine dikkat edeceğim ama.*

Seda (rm): *Ben önce çizerek fraktalıma karar vereceğim. Ölçülerini de yazacağım. Sonra Tinkercad' de yaparken yardım isteyebilirim çünkü parçaları birleştirirken sıkıntı olabilir.*

Fatih (rm): *Ölçülere dikkat etmek lazım. İki boyutlu bir çizim yapıyoruz ama üç boyutlu çıkartacağız bunu. O yüzden en, boy, yükseklik hepsini oranlamak lazım.*

Öğrencilerin belirtmiş oldukları problem durumlarına ilişkin çözümlerinin tasarımlarını yönlendirdiği ve çalışmalarını bu amaçla gerçekleştirdikleri görülmektedir. Meydana getirilen ürünlerin probleme yönelik etkili çözüm olup olmadığının değerlendirilmesinde Murat (rm) ve Burcu (rm)' nun problemle karşılaştıkları ve farklı bir çözüm yolu denedikleri görülmektedir.

Araştırmacı: *Amaçlarınız doğrultusunda ürünlerinizi değerlendirir misiniz? Belirttiğiniz özelliklerde mi oldu?*

Murat (rm): *Ben logomdan fraktal yapacaktım ama olmayınca fikrimi değiştirdim, küre yaptım. Kenarlarından da küreler çıkarak küçülmekte. Kartopu gibi.*

Burcu (rm): *Ben modele karar veremedim, fraktal olmadı o yüzden Şenay' ın modeli mantıklı geldi. Benzeri oldu gibi.*

Araştırmacı: *Ürününü değerlendirecek olursan amacına yönelik mi?*

Burcu (rm): *Denebilir ama farklı bir şey tasarlamayı isterdim. Bu da fraktal oldu, oranları var.*

Seda (rm): *Hocam ben küplerden yaptım. Her yerinde oranlama yaparak küçülttüm. Oldu gibi.*

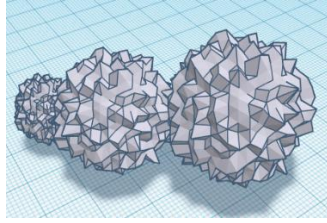
Fatih (rm): *Ben zorlandım hocam en son küreleri kullanarak yaptım. Oranladım onları da.*

Araştırmacı: *Nasıl oranladın?*

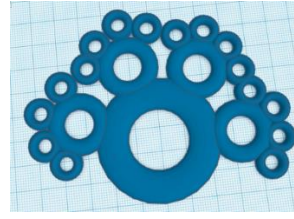
Fatih (rm): *Çaplarını.*

Burcu ve Murat' ın fraktal olarak modellemede zorluk yaşadıkları ve bu sebeple modellerinde değişik yaptıkları görülmektedir.

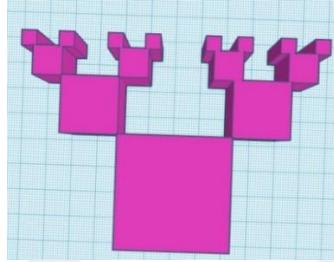
Murat' ın 3D Tasarımı



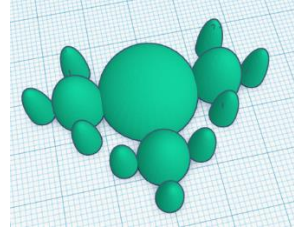
Burcu' nun 3D Tasarımı



Seda' nın 3D Tasarımı



Fatih' in 3D Tasarımı



Şekil 12. Fraktal tasarımına ait örnek görüntüler.

Öğrencilerin problem tanımı ve buna yönelik değerlendirme yapmalarının ürün meydana getirmede etkili olduğu görülmektedir.

Problem çözme becerisi kapsamında genel değerlendirme. Problem çözme becerisinin hem genel zihinsel hem de resim-müzik alanında üstün olan öğrencilerde etkili olduğu görülmektedir. Öğrencilerin mühendislik süreci ile ürün meydana getirmelerinde kendilerine sunulun problem durumunu tanımlamalarının ve probleme ilişkin etkili çözümler geliştirmelerinin önemli olduğu görülmektedir. Öğrencilerin belli bir problem amacıyla çalışmalarını yönlendirmeleriyle meydana getirdiklerinin ürünlerinin uygunluğunu değerlendirme fırsatı bulmuşlardır. Bu sayede ürünlerinin uygun olup olmadığı ve geliştirilebilir olduğuna karar verebilmişlerdir.

Bazı STEM etkinliklerinde öğrencilerinin problem durumunu tüm yönüyle tanımlamadıklarından veya öngöremediklerinden kaynaklı ürünlerinde eksiklikler meydana gelmiştir. Öğrencilerin ürünlerindeki eksiklerine yönelik farklı çözüm yolları deneyerek değişim sağladıkları ve problemlerine yönelik etkili ürün geliştirdikleri görülmektedir. Öğrencilerin problem çözme becerilerinin ortaya çıkmasında mühendislik uygulamalarının temel olduğu STEM etkinliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin problem durumunu ifade etmeleri, buna yönelik çözümlerini değerlendirme ve uygulamalarında araştırmacının soru sorma ve nedenlerine yönelik sorgulama yapmasının da etkili olduğu söylenebilir.

Mühendislik becerisine ait bulgular. Bu bölümde çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları mühendislik becerisi ve alt becerileri değerlendirilecektir. Öğrencilerin STEM etkinlikleri mühendislik tasarımı odaklı uygulanmış ve süreç içerisinde mühendislik becerileri farklı bağlamlarda farklı şekilde ortaya çıkmıştır. Çalışmada öğrencilerin el yapımı tasarım ve ürünlerini oluşturdukları STEM etkinlikleri, 3D modelleme tasarımları ve 3D yazıcıda meydana getirdikleri ürünlerinin olduğu 3D STEM etkinlikleri ve Lego Mindstorm Seti kullanılarak robot meydana getirmeye yönelik etkinlik bulunmaktadır. Öğrencilerin mühendislik becerileri bu etkinlikler kapsamında değerlendirilecektir. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin mühendislik becerileri incelendiğinde bu öğrencilerin tasarlama, tasarım sürecini açıklama, uygun materyal ve malzeme seçme, gerçekçi ürün ortaya koyma, ürünü test etme, ürünü değerlendirme ve geliştirme, tasarım ve ürün modeli karşılaştırma alt becerilerine ulaşılmıştır. STEM etkinlikleri kapsamında öğrencilerin kullandıkları mühendislik becerisi ve alt becerileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 21

Öğrencilerin Kullandığı Mühendislik Becerisi ve Alt Beceriler

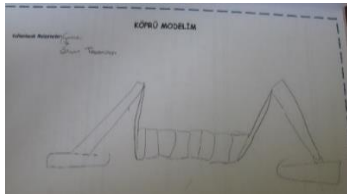
Etkinlik	Mühendislik Becerisi					
	Tasarlama-malzeme seçimi	Tasarım sürecini açıklama	Gerçekçi ürün oluşturma	Ürünü test etme	Değerlendirme-Geliştirme	Tasarım-ürün karşılaştırma
Köprümü Yapıyorum	√	√	√	√	√	√
Yel Değirmeni	√	√	√	√	√	√
Fırlatıyorum!	√	√	√	√	√	√
Uçurtma	√	√	√	√	√	√
Logomu Tasarlıyorum	√	√	√	√	√	√
Küp Çözen Robot	-	-	-	-	-	-
Benim Robotum	√	√	√	√	√	√
Fraktal	√	√	√	√	√	√
Hücre Modeli	√	√	√	√	√	√
Denge Modelim	√	√	√	√	√	√

Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince mühendislik becerilerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Lego Mindstorm Seti kullanarak “Küp Çözen Robot” yapımı etkinliğinde öğrencilerin mühendislik becerilerine ulaşılmamıştır. “Küp Çözen Robot” yapımında Lego kullanılarak ürün elde meydana getirme amaçlandığından tasarım ve modellemeye ilişkin mühendislik süreci yer almamıştır. Robot etkinliği iki kısımdan oluşmakla birlikte bu etkinliğin ardından mühendislik tasarımı odaklı “Benim Robotum” etkinliği gerçekleştirilmiştir. Etkinliklerde ortaya çıkan mühendislik becerisi kapsamında alt becerilere ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

Öğrencilerin kullandıkları mühendislik becerileri el yapımı STEM etkinlikleri, Lego Mindstorm Seti ile robot etkinliği ve 3D modelleme ve yazıcı kullanımının ye aldığı 3D STEM etkinlikleri olmak üzere örneklendirilmiştir. Aşağıda el yapımı STEM etkinlikleri için “Köprümü Yapıyorum”, “Yel Değirmeni” ve “Fırlatıyorum!”; 3D STEM etkinlikleri için “Benim Robotum” ve “Denge Modeli” örnek olarak yer verilmiştir.

“Köprümü Yapıyorum” etkinliğinde öğrencilerden ağırlıklara karşı dayanıklı köprü meydana getirmeleri istenmiştir. Bu etkinlikte öğrencilerin ortaya koydukları mühendislik becerisine ilişkin örnek durumları aşağıda sunulmuştur. Öğrencilerin köprü modellerine ilişkin tasarımlarını oluşturmaları ve ifade etmelerinde STEM etkinliği kitapçığında bulunan “modelim” kısmını kullanmaları istenmiştir. Öğrencilerin köprü yapımında tasarımlarını oluşturdıkları ve modelledikleri görülmektedir. Bu şekilde tasarımların çizimle ifade edilmesi ve anlatılmasıyla ortaya konulan ürünlerin değerlendirilmesine fırsat sağlanmıştır.

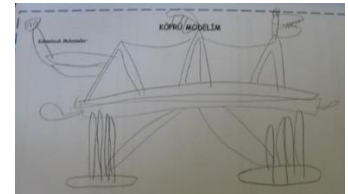
Şenay’ ın Tasarımı



Özgür’ ün Tasarımı



Mehmet’ in Tasarımı

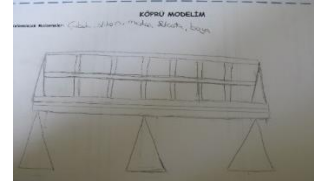
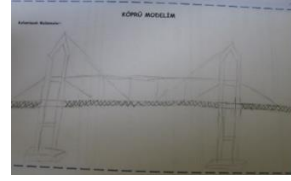
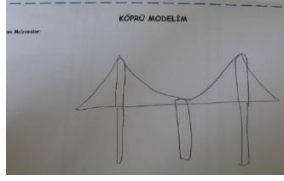


Seda' nın Tasarımı

Murat' ın Tasarımı

Fatih' in Tasarımı

Burcu' nun Tasarımı



Şekil 13. Öğrencilerin köprü tasarımlarının görüntüleri.

Araştırmacı: Dayanıklı köprü modeli için planınız nedir? Neler yapmayı düşünüyorsunuz?

Mehmet (gz): Köprümün alt kısmını üçgenlerden oluşturacağım. Üst kısmına ise ip geçireceğim, orda da ejderhanın kafası, kuyruğu filan olacak.

Şenay (gz): Ben asma köprü yapacağım. Ayakları üçgenden olacak, ortasından ip geçireceğim.

Özgür (gz): Üçgen en dayanıklı olduğu için köprümün kendisini direk üçgen olarak yapmayı düşünüyorum ama olabilir mi böyle bir şey emin değilim.

Burcu (rm): Öğretmenim ben köprümün zeminini yaptıktan sonra köprüden geçecek kişinin düşmemesi için yanlarına kafes yapacağım.

Fatih (rm): Ben Boğaziçi Köprüsünü yapacağım. İki taraftan ayaklarını yapıp birleştireceğim.

Murat (rm): Ben tabanı üçgen olan bir model yapacağım.

Seda (rm): Zeminini yapıp üstüne üçgen ayaklar yapacağım.

Öğrencilerin tasarlama ve tasarım süreçlerine ilişkin açıklamalarda bulundukları görülmektedir. Öğrencilerin tasarımlarına karar vermiş ve detaylı şekilde açıklamada bulundukları Özgür (gz)' ün ise tasarımını netleştirmedeği görülmektedir. Öğrencilerin kullanılabilecekleri çeşitli malzemeler çalışma ortamına getirilmiş ve tasarımlarında mümkün olduğu kadar esnek çalışmalarına olanak sağlanmıştır. Öğrencilerin modellerine ilişkin uygun materyal ve malzeme seçme durumlarına örnekler aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz): Bunları (dil çubuklarını) neyle yapıştırırsam acaba...

Araştırmacı: Yapıştırmak amacıyla birçok malzeme var bak, istediğini tercih edebilirsin.

Şenay (gz): Bence silikon kullan daha sağlam yapıştırır.

Mehmet (gz): Silikonu kullanacağım evet. Silikonun sevdiğim özelliği hem çabuk kuruması hem de iyi yapıştırması. Ama belki köprüm dayanıklı olsun diye üstünden tutkalla geçebilirim.

Araştırmacı: Şenay köprünü nelerden yapacaksın? Çöp şiş mi dil çubuğu mu?

Şenay (gz): Hocam dil çubuğu daha sağlam geliyor gözüme kalın olduğu için o yüzden onu kullanırım.

Özgür (gz): Köprümün ortasında çelik direkler olacak çünkü çelik daha iyi taşır. Ama malzeme olarak ahşap olduğu için onları kullanacağım. Modelimde küçük küçük üçgenler yapmak istiyorum ama çok tahta kullanılır masraflı olacak gibi.

Burcu (rm): Dil çubuğu çöp şişlere göre daha kalın. O yüzden daha dayanıklı gibi geliyor bana, köprümü yaparken de onları kullanacağım. Sadece köprümü yaparken korkuluklar için daha kısa çubuklara ihtiyacım var.

Fatih (rm): Ben de daha dayanıklıdır diye dil çubuklarını kullanacağım. Köprümün üstünde dengeyi sağlamak için iplerden de kullanmam gerek.

Murat (rm): Bu çubuklarla (dil çubuğu) köprümü yapacağım. Sadece köprüme şekil katmak için ip kullanabilirim ama şu an bundan emin değilim fikrim değişebilir.

Seda (rm): Benim de aynı aslında köprünün bacakları bu çubuklardan üçgen şeklinde olacak.

Modellerin oluşturulmasının ardından kullanılan malzemelere ilişkin değerlendirme

Mehmet (gz): Tutkal pek kullanışlı değilmiş kuruyunca kabuk tuttu.

Şenay (gz): Ben memnunum, çöp şişler çok ince daha çabuk kırılabilirdi.

Özgür (gz): Ben de malzemelerden gerekli olduğu kadarıyla kullandım yetti o yüzden.

Mehmet (gz)' in malzeme seçimi değerlendirmesinde modelini sağlamlaştırmak amacıyla farklı yapıştırıcıları beraber kullanmak istediği görülmektedir. Kullandığı malzemeleri değerlendirirken tutkalın kullanışlı olmadığını fark ettiği görülmektedir. Şenay (gz)' in ise modelinin dayanıklı olması amacına yönelik olarak daha uygun olacağını düşünerek kalın malzeme seçtiği ve ürünün test ettiğinde doğru bir malzeme tercih ettiğini ifade etmiştir. Özgür (gz) ise ürün oluştururken uygun malzeme kullanımının yanı sıra kullanacağı malzemenin maliyetine de dikkat ettiği görülmektedir. Öğrencilerin etkinliğin amacı olarak köprünün dayanıklı olmasına ilişkin malzeme seçiminde dikkat ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu etkinlikte tercih ettikleri ve kullandıkları malzemeleri test etmeleri ve özelliklerinin farkına varmaları ile diğer etkinliklerdeki malzeme tercihlerinin etkili olacağı düşünülmektedir. Köprü yapımında tercih edilen malzemelere bakıldığında tasarlanan modellerin yapımında kullanışlı oldukları görülmektedir. Öğrencilerin tercih ettikleri malzemelere yönelik

olarak yaptıkları gerekçelendirmelere bakıldığında istenilen dayanıklı köprü özelliğine yönelik olduğu söylenebilir.

Şenay' in Modeli



Özgür' ün Modeli



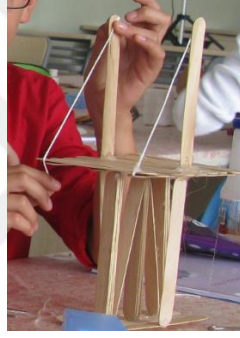
Mehmet' in Modeli



Seda' nın Modeli



Murat' in Modeli



Fatih' in Modeli



Burcu' nun Modeli



Şekil 14. Öğrencilerin köprü modellerinin görüntüleri.

Öğrencilerin ortaya koydukları ürünlere bakıldığında her birinin gerçek köprülerden yola çıkarak köprülerini oluşturdukları görülmektedir. Öğrencileri yaptıkları köprülerde ise kendilerine özgü tasarımlarına yer vermişlerdir. Ortaya çıkan köprülerin etkinlikte belirtilen problem çözümüne uygun şekilde dayanıklı ve sağlam oldukları test edilmeleriyle ortaya konulmuştur. Öğrencilerin ürünlerini test etmeleriyle başarılı sonuç aldıkları görülmüş bunun ardından ürünlerini geliştirmek amacıyla boyama yapmışlardır.

Murat (rm), Fatih (rm) ve Burcu (rm)' nun tasarladıkları modeller ile ürünlerinin uyumlu olduğu görülürken Seda (rm)' nın tasarımı ile ürünün farklı olduğu görülmektedir. Seda (rm)' nın tasarlama sürecine ilişkin açıklamasına da bakıldığında detaylı bir açıklamasının olmadığı görülmektedir. Bu sonuç öğrencinin köprü modeline ilişkin net bir tasarımının ve hedefinin olmadığını göstermektedir. Fatih (rm)' in yapmış olduğu köprü modeline ilişkin çiziminin ise detaylı ve ayrıntılı olduğu görülmektedir.

Öğrencinin resim alanında üstün zekâlı ve yetenekli olmasına bağlı olarak bu sonucun olduğu düşünülmektedir. Şenay (gz), Özgür (gz) ve Mehmet (gz)' in köprü modelleri ile çalışmanın başında yaptıkları tasarımları karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin tasarımları ile ortaya koydukları ürünlerine bakıldığında uyumlu oldukları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin tasarlama, planlama ve hedef belirlemede etkili olduklarını göstermektedir.

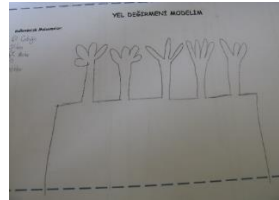
Öğrencilerin köprü modellerini tamamlamalarının ardından ağırlıkları köprülerine koyarak sağlamlıklarını denedikleri görülmektedir. Ürünlerin test edilmesi tüm öğrencilerle birlikte yapılmış olup her köprü modeli için yapılabilecek iyileştirme ve geliştirmelere yönelik tartışma ortamı oluşturulmuştur. Bu fikir alışverişinin ardından Burcu (rm)' nun köprüsünün ayak kısımlarına ek çubuklar ile geliştirmede bulunduğu görülmektedir.

“Yel Değirmeni” etkinliğinde öğrencilere “Sizden enerji kaynaklarından oluşan kirliliği azaltmak amacıyla yel değirmeni tasarlamanız istendi. Buna yönelik olarak bir yel değirmeni tasarlayınız.” problem durumu verilmiş ve öğrencilerin bu problemin çözümüne yönelik çalışmaları istenmiştir. Öğrencilerin ortaya koydukları mühendislik becerisine ilişkin örnek durumları aşağıda sunulmuştur.

Şenay' ın Tasarımı



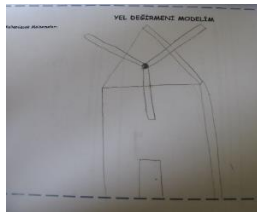
Özgür' ün Tasarımı



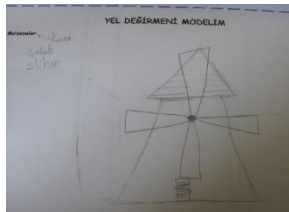
Mehmet' in Tasarımı



Seda' nın Tasarımı



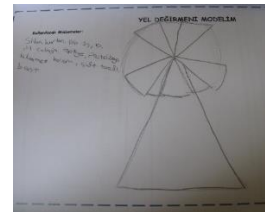
Murat' ın Tasarımı



Fatih' in Tasarımı



Burcu' nun Tasarımı



Şekil 15. Öğrencilerin yel değirmeni tasarımlarının görüntüleri.

Öğrencilerin yel değirmeni yapımında tasarımlarını oluşturdukları ve modelledikleri görülmektedir. Bu şekilde tasarımların çizimle ifade edilmesi ve anlatılmasıyla ortaya koydukları ürünlerin değerlendirilmesine fırsat oluşturulmuştur.

Araştırmacı: Yel değirmeni modeli için planınız nedir? Neler yapmayı düşünüyorsunuz?

Şenay (gz): Gövdesi dikdörtgenlerden oluşacak, tabanı kare olacak ve kanat kısmını tahta çubuklarla yapacağım.

Özgür (gz): Ben az bir yüzeyde birden fazla yel değirmeni tasarlayacağım böylece çok daha fazla enerji elde etmiş olacağız. Rüzgâr kanatlarını fazla tutuyorum hem de türbinleri. 5 tane türbin var çünkü daha çok enerji üreteceğiz.

Mehmet (gz): Küp yapacağım 6000 cm3' lük hacim kaplayacak yel değirmenim.

Seda: Benim yel değirmenim ev şeklinde olacak. Bunun için ev modeli oluşturacağım, gövdesi dikdörtgenler prizması olacak. Bir de piramit şeklinde çatısı olacak.

Fatih (rm): Yel değirmeninin gövdesi koni gibi olacak. Kanatlarını çubuklardan yapacağım hızlı dönmesi için.

Murat (rm): Ben Don Kişot hikâyesindeki gibi yel değirmeni yapacağım. Resimde gördüklerimizden.

Burcu (rm): Gövdesi piramit şeklinde olacak, kanatlarını çöp şiş kullanarak yapacağım üstünden karton geçireceğim daha sonra.

Öğrencilerin tasarlama ve tasarım süreçlerine ilişkin açıklama yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin yel değirmeni modellerine ilişkin yaptıkları çizimlerinin ve tasarım açıklamalarının model oluşturma süreçlerinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Araştırmacı: Tasarladığınız yel değirmeniniz için hangi malzemeleri kullanmayı düşünüyorsunuz?

Özgür (gz): Benim rüzgâr türbinlerim sabit bir zeminde olacak. Gövdesi dil çubuklarından oluşacak ve kanatları kürdandan olacak.

Araştırmacı: Neden gövde dil çubuklarından kanatlar kürdanlardan olacak?

Özgür (gz): Öğretmenim, gövdesi sağlam olsun diye dil çubuklarını önce birbirine yapıştırıp sonra da zemine yapıştıracağım. Kanatlar ise hafif olsun ki rüzgârdan daha çok dönebilsin diye kürdan ya da dil çubuğu kullanabilirim. Bunu deneyip karar vereceğim.

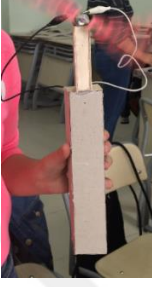
Mehmet (gz): Benim yel değirmenim bir robot. Her malzemeden faydalanabilirim o yüzden. Mukavvadan olacak robotumun gövdesi kanatları da hızlı dönebilsin diye hafif malzeme kullanacağım. Kek ya da çubuk paketi olabilir mesela.

Şenay (gz): Ben kanatları hızlı dönebilsin diye dil çubuğu kullanacağım. Çöp şiş veya kürdan çok ince rüzgâra dayanamaz hızlı dönerken.

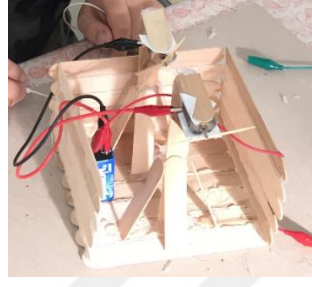
Öğrencilerin modellerine ilişkin malzeme tercihlerini amaçları doğrultusunda belirledikleri görülmektedir. Özgür (gz)' ün rüzgâr türbini geliştirdiği ve hızlı dönebilmesi

için hafif malzemeler tercih ettiği görülmektedir. Benzer şekilde Şenay da yel değirmeninde kanatların hızlı dönerek daha fazla enerji elde edebilmesi için hafif malzeme olan dil çubuklarını kullanacağını belirtmektedir. Mehmet robot modelinde yel değirmeni tasarlayacağını ve bu amaçla her türlü malzemedan faydalanabileceğini belirtmektedir.

Şenay'ın Modeli



Özgür'ün Modeli



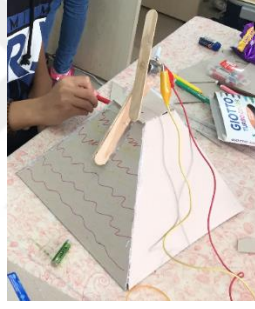
Mehmet'in Modeli



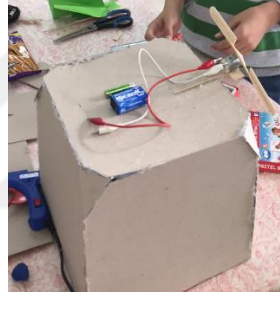
Seda'nın Modeli



Murat'ın Modeli



Fatih'in Modeli



Burcu'nun Modeli



Şekil 16. Öğrencilerin yel değirmeni modellerinin görüntüleri.

Öğrencilerin ortaya koydukları ürünlere bakıldığında her birinin istenilen temiz enerji elde etmeye uygun ve gerçekçi modeller olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan yel değirmenlerinde öğrencilerin kendilerine özgü tasarımlarına yer vermişlerdir. Öğrenciler DC motor kullanarak yel değirmenlerinin dönmelerini test etmiş ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Öğrencilerden tasarımları ile ürünleri arasında farklılık olup olmadığına ilişkin değerlendirme yapmaları istenmiş ve buna yönelik örnek öğrenci durumları aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Etkinliğin başında yapmış olduğunuz tasarımlarınız ile ortaya koydunuz ürünlerinizi kıyasladığınızda ne diyebilirsiniz?

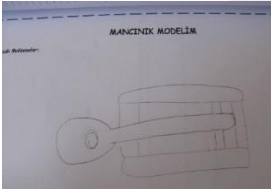
Fatih (rm): Benim ki çok farklı. Çünkü tasarladığım şekli yapmaya çalıştığımda zorlandım. Tam ölçüm yapamadım. Zemini zordu.

Murat (rm): Benimki aslında tasarladığım model. Sadece çatısını yetiştiremedim yoksa fikir aynı.

Tasarım ve ürün değerlendirmelerinde Fatih ve Murat harici diğer öğrenciler tasarım-ürün modellerinin aynı şekillerde ve amaçlarda olduklarını belirtmişlerdir. Murat ise zamanda sıkıntı yaşadığı için modelini tamamlayamamış fakat tasarladığı modelini ürüne dönüştürdüğünü belirtmiştir. Fatih' in yel değirmeni yapımı esnasında ölçüm ve uzunluk konusunda zorlandığı görülmüştür. Bu gözlem kendi ifadeleri ile de desteklenmektedir. Öğrenci modelini oluştururken yaşadığı zorluk sebebiyle tasarımını değiştirmiş ve yeni bir model ile ürününü oluşturmuş.

“Fırlatıyorum!” etkinliğinde öğrencilere “En uzağa fırlatabilen mancınık yapınız.” problem durumu verilmiş ve öğrencilerin bu problemin çözümüne yönelik çalışmaları istenmiştir.

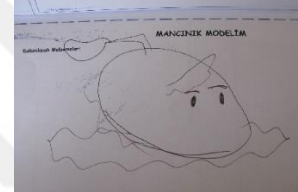
Şenay' in Tasarımı



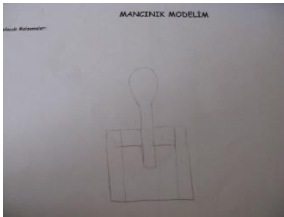
Özgür' ün Tasarımı



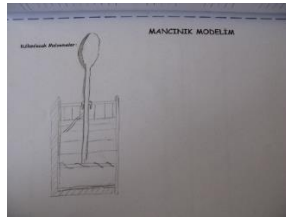
Mehmet' in Tasarımı



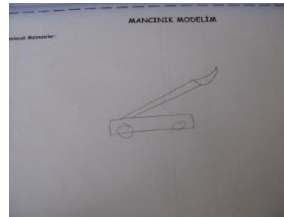
Seda' nın Tasarımı



Murat' in Tasarımı



Fatih' in Tasarımı



Burcu' nun Tasarımı



Şekil 17. Öğrencilerin mancınık tasarımlarının görüntüleri.

Öğrencilerin mancınık modellerine ilişkin tasarımlarını oluşturdukları ve modelledikleri görülmektedir. Bu şekilde tasarımların çizimle ifade edilmesi ve anlatılmasıyla ortaya koydukları ürünlerin değerlendirilmesine fırsat sağlanmıştır.

Araştırmacı: Mancınık modeline yönelik planınız nedir? Neler yapmayı düşünüyorsunuz?

Mehmet (gz): Ben oyun karakterim karpuzu yapacağım. Oyunumda kendisi mancınık çünkü tam istediğim gibi savaşıyor. Bunun için oyun hamuru kullanıp şeklini yapacağım. Fırlatabilme gücü içinde yay kullanacağım.

Şenay (gz): Benimki basit bir mancınık olacak. Sapan gibi. Dil çubuklarından sabit zemin yapıp kaşığı lastikle tutturacağım.

Özgür (gz): Modelim için internetten örnek aldım. Tahtalardan zemin yapıp esnek olan çöp şişi atıcı kol yapacağım. Ama bu çöp şişi nasıl hem zemine sabitleyip hem de gerilmesini sağlayacağım emin değilim. Deneyerek yapacağım.

Burcu (rm): Benim mancınığında kaşık atıcı kol olacak. Zemine sabitleyip gerilmesi için lastikle tutturacağım.

Fatih (rm): Mancınığı zemine mandallarla tutturacağım. Kaşık atıcı kol olacak.

Murat (rm): Modelimi internetten örnek alarak yaptım. Dil çubukları kullanarak yapacağım. Bunları da lastikle tutturacağım ki gerilme yapsın.

Seda (rm): Ben de internetten araştırdım, orada gördüm. Mandallarla zemine sabitleyeceğim, atıcı kol olarak da dil çubuğu kullanacağım.

Öğrencilerin tasarımlarını oluşturdukları çizimlerinin ardından modellerini nasıl yapacaklarına ilişkin tasarım sürecini açıkladıkları görülmektedir. Öğrenciler tasarım süreçlerine ilişkin açıklamalarında hangi malzemeleri kullanacakları ve modellerindeki özelliklerini belirtmektedirler. Öğrencilerin bu şekilde detaylı açıklamalarda bulunmalarının model oluşturmalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Öğrencilerin öğretim ortamında bulunan pek çok malzemeden kendi modellerinde kullanmayı tercih ettikleri malzemelere yönelik açıklama ve gerekçelendirme yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin modellerine ilişkin uygun materyal ve malzeme seçme durumları aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz): Karpuz mancınığım için oyun hamuru kullanacağım çünkü yuvarlak şekil verebileceğim en uygun malzeme bu. Fırlatması için de yay kullanacağım.

Araştırmacı: Yay nasıl oyun hamurunun içinde sabit durup fırlatabilecek peki.

Mehmet (gz): Silikonla tutturmayı düşünüyorum.

Araştırmacı: Oyun hamuru bütün malzeme olmadığından silikonlasan da sabitlenmeyebilir.

Mehmet (gz): Olsun ama ben zaten karpuzumu yapmak istiyorum. Başka şekilde de olamayacak gibi.

Şenay (gz): Ben malzemeleri denedim en iyi hangisi fırlatabiliyor diye. Dil çubuğu çok sert geriye doğru gitmiyor. Çöp şiş kırılacak gibi geliyor ince olduğundan. Kaşık kullanmak o yüzden mantıklı geldi. Mancınığın zeminini de dil çubuklarından hazırlayacağım.

Özgür (gz): Bence mancınıkta en önemlisi atıcı kol bir de bunu zemine sabitlemek. Atıcı kolu çöp şişten yapacağım farklı olsun diye bir de çok esniyor arkaya doğru. Bu kolu da zeminde dil çubuklarına silikonla sabitleyeceğim.

Burcu (rm): Ben atıcı kol için kaşık kullandım çünkü geri çektiğimde geliyor ve sert bir şekilde fırlatıyor. Çubuklarla da atmayı denedim ama çok sert geriye çekilmiyor o yüzden kaşık kullandım.

Fatih (rm): Ben de kaşıkla atacaktım ama üstte çubuklar var geriye gidemiyor o yüzden kaşığın ucuna çubuk yapıştırıp uzattım.

Murat (rm): Ben çubuklarla yaptım ama atıcı kol zemine yakın oldu o yüzden arasına çubuklar koyup yükseklik verdim.

Seda (rm): Ben modeli örnek olarak yaptım aslında. Dil çubuklarını kullandım. Bir de kaşık denedim ama lastikle tutturamadım, çubuğu yanlardan kesebildik.

Öğrencilerin malzeme seçimlerini tasarımları doğrultusunda yaptıkları görülmektedir. Mehmet' in malzeme seçiminde etkinlikte amaçlanan mancınık dışında oyun karakterine benzetmeye odaklandığı görülmektedir. Bu sebeple mancınıktaki fırlatma mekanizmasına yönelik değil kendi modeline benzetme amacıyla malzeme seçtiği görülmektedir. Şenay (gz) ve Özgür (gz) ise fırlatabilen mancınık modelleri için kullanacakları malzemelerin etkililiğini belirterek açıklama yapmışlardır. Öğrencilerin ürün test ve değerlendirme aşamalarında malzeme seçiminin öneminin farkına varmaları ve bir ürün elde etmede malzeme kullanımına dikkat etmeleri amaçlanmaktadır. Her öğrencin mancınığın temel mekanizmasına önem vermiş ve bu amaçla atıcı kolda kullandıkları malzemelerine dikkat etmişlerdir. Her öğrenci fırlatmada etkili olabilmesi amacıyla atıcı kol için kullandığı malzemenin özelliklerini açıklamaktadır. Murat (rm) kullandığı malzemenin yanı sıra atış için gerilme ve zemin ile açığa yönelik açıklamada bulunmaktadır. Öğrencilerin malzeme tercihlerini açıklamaları ile ürün test etme aşamasında atışların durumlarını kıyaslamalarında etkili olacağı düşünülmektedir.

Şenay' in Modeli



Özgür' ün Modeli



Mehmet' in Modeli



Seda' nın Modeli



Murat' ın Modeli



Fatih' in Modeli



Burcu' nun Modeli



Şekil 18. Öğrencilerin mancınık modellerinin görüntüleri.

Öğrencilerin ürünleri incelendiğinde Şenay (gz) ve Özgür (gz)' ün gerçekçi mancınık modellerinden yola çıkarak ürün oluşturmuşlardır. Mehmet (gz) ise etkinlik süresince hayali oyun karakterini yapmaya odaklandığı için kendi tasarımını meydana getirmiştir. Ortaya konulan ürünlere yönelik öğrencilerin test etme ve değerlendirme yapmaları istenmiştir. Şenay (gz) ve Özgür (gz) mancınık modellerini denediklerinde uzağa fırlatabildikleri gözlemlenmiştir. Üç öğrencinin de tasarımları ile ortaya koydukları ürünlere bakıldığında uyumlu oldukları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin tasarlama, planlama ve hedef belirlemede etkili olduklarını göstermektedir.

Mehmet (gz) ise gerçekçi bir ürün ortaya koymadığından test etme aşamasında mancınınığın fırlatmadığı görülmüştür. Buna yönelik öğrencinin ürününe ilişkin değerlendirmesi aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Modelini değerlendirecek olursan neler diyebilirsin? Amacın neydi burada?

Mehmet (gz): Amacım kendi oyun karakterimi yapmaktı tabi fırlatması da gerekliydi. Oyundaki karakterime benziyor ama mancınık olmadı bu. Yayı gergin olsaydı bir de sabitleyebilseydim olurdu aslında.

Araştırmacı: Modelini yaparken atıp atmayacağını hiç denedin mi?

Mehmet (gz): Denedim, atmadı ama karpuzum için başka ne kullanabilirdim?

Araştırmacı: Belki de oyun karakterine odaklanmak yerine mancınık yapmaya odaklanabilirdin.

Mehmet (gz): Evet, ama benim canım böyle yapmak istedi. Zorlasam bu da fırlatır.

Öğrenci ve araştırmacı arasında geçen konuşmaya bakıldığında öğrencinin etkinliğin amacı olan mancınık yapımının ötesinde kendi oyun karakterini yapmayı amaçladığı görülmektedir. Öğrenci etkinlik süresince araştırmacı tarafından fırlatabilen

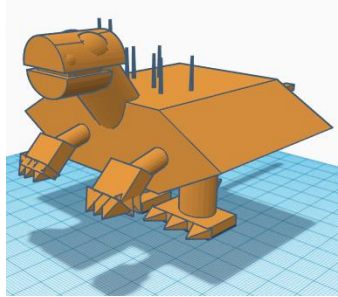
bir mancınık modeli yapımına yönlendirilmiş olsa da kendi isteğini yapmıştır. Mehmet modelinin tasarım ve yapım sürecinde ürününün mancınık olmayacağı ve fırlatamayacağını farkında olmasına rağmen bunu yapmaya devam etmiştir. Öğrencinin fırlatabilen bir mancınık meydana getirememesi kendinin de belirttiği gibi bu şekilde yapmak istemesinden kaynaklı olmuştur. Öğrencinin kendi isteğini yapmak istemesine fırsat vermek ve etkinliklere, sürece karşı olumsuz tutum geliştirmemesi için isteğini yapma konusunda teşvik edilmiştir.

Öğrencilerin robotlara yönelik çalışmaları iki etkinlikte gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin Lego setleri ile “Küp Çözen Robot” etkinliklerinin ardından kendi robot modellerini meydana getirebilecekleri “Benim Robotum” 3D STEM etkinliği gerçekleştirilmiştir. Lego Setleri kullanılarak robot oluşturma belirli bir yönergeye bağlı olarak gerçekleştirildiği için bu süreçte öğrencilerin kendi tasarımlarından sorumlu oldukları mühendislik süreci yer almamış bu sebeple de mühendislik becerileri ortaya çıkmamıştır. Öğrencilerin kendi istedikleri özelliklerde robotlarını tasarladıkları “Benim Robotum” etkinliğine yönelik mühendislik becerileri aşağıda sunulmuştur.

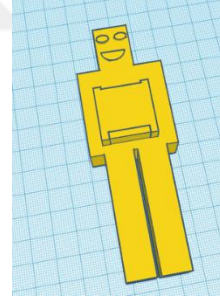
Şenay’ in 3D Tasarımı



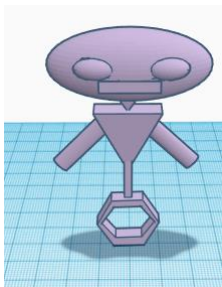
Mehmet’ in 3D Tasarımı



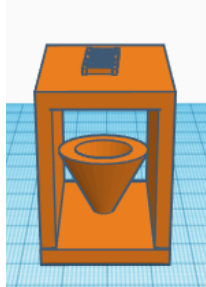
Seda’ nın 3D Tasarımı



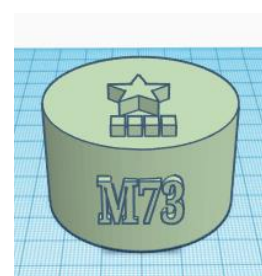
Murat’ in 3D Tasarımı



Fatih’ in 3D Tasarımı



Burcu’ nun 3D Tasarımı



Şekil 19. Öğrencilerin 3D robot tasarımlarının görüntüleri.

Öğrencilerden tasarımlarına ilişkin robotlarının ne tür özelliklere sahip olduğu ve ne amaçla modellerini geliştirdiklerine yönelik açıklama yapmaları istenmiştir.

Araştırmacı: Önceki etkinliğimizde özelliği belli bir robot yapmıştınız. Bu etkinliğimizde ise istediğiniz özelliklerde robotunuzu kendiniz modelleyerek siz oluşturacaksınız. Robotlarınızın ve tasarımlarınızın özelliklerini açıklar mısınız?

Mehmet (gz): Benim robotum İndominus Rex. Gerçek hayatta da yaşamış olan bir dinozor, kamuflaj yeteneği var. Hocam benim robotum bana arkadaşlık edecek aynı zamanda beni kabadayılardan koruyacak.

Araştırmacı: Böyle bir sıkıntın mı var?

Mehmet (gz): Evet, hocam sınıftaki bütün kabadayılar nedense bana dadanıyor.

Araştırmacı: Şenay sen robotunu anlatır mısın?

Şenay (gz): Robotumun ismi kartal 23. Ben bu robotu masama koymayı düşünüyorum. Çalışamayacak ama çalışanı da yapılabilir. Mesela hocam yazılımızın olduğu günler maçlar da olabiliyor böyle zamanlarda maçlarda ki golleri ya da önemli pozisyonları söyleyecek ya da maç tarihlerini hatırlatacak

Araştırmacı: Futbola karşı ilgin mi var?

Şenay (gz): Evet, bence başkaları için de yararlı olabilir.

Murat (rm): Benimkinin ismi Türkiye 20. Ekmek alacak, çarşıya inecek, kahve yapacak kısaca insanların yaptığı her şeyi yapacak hocam ama özellikle ekmek alacak üstüne basarak söylüyorum.

Araştırmacı: Kendin için bir robot mu yapmak istiyorsun?

Murat (rm): Hocam cumartesi günleri rahat uyuyamıyorum sabahın köründe kaldırıyorlar ekmek almaya gönderiyorlar.

Fatih (rm): Benimkinin ismi KDM.

Araştırmacı: Neyin kısaltması bu?

Fatih (rm): Kıtılgı Durduran Makine.

Araştırmacı: Ne tür bir özelliği var robotunun?

Fatih (rm): Verimsiz toprakları verimli hale getirebilecek bir robot.

Seda (rm): Robotumun ismi “yardımsever robot”. Kendi işlerimi yaptırabileceğim bir robot olacak.

Burcu (rm): Robotumun ismi B73. Özellikleri üzüldüğümde beni teselli edebilecek bir robot olması. Robotumun bir mikrofoni olacak ona üzüldüğüm şeyi söyleyeceğim o da beni teselli edecek.

Öğrencilerin istedikleri özelliklerdeki robotlarını Tinkercad programında 3D modelledikleri görülmektedir. Öğrencilerin meydana getirecekleri robotlarının günlük hayatta kendi ihtiyaçlarını karşılayacak özelliklerde olmasını istedikleri görülmektedir. Mehmet’ in güçlü bir dinozor figüründen, Şenay (gz)’ ın ise günlük hayattaki teknolojik araçlardan yola çıkarak robot tasarımlarını oluşturdukları görülmektedir. Öğrencilerin

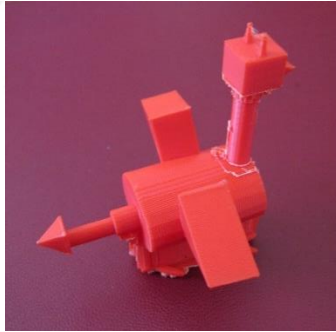
tasarımlarına ilişkin açıklamalarında etkinlikte yapacaklarına yönelik hedeflerini belirledikleri görülmektedir. Bu sayede tasarım süreçlerinin detaylı açıklanmasıyla öğrencilerin yapmak istedikleri ve yaptıklarına ilişkin kıyaslama imkânı elde etmeleri hedeflenmektedir.

İlk 3D modelleme etkinliğinde öğrenciler Tinkercad programını kullanmayı öğrenmişler ve çeşitli tasarımlar yaparak deneyim kazanmışlardır. Seda'nın ilk 3D etkinliğinde olmamasından ötürü bu etkinliğin uygulamasına başlanmadan önce araştırmacı tarafından program kullanımı anlatılmış ve model oluşturmaya yönelik öğrenci ile birlikte çalışmalarda bulunulmuştur. Öğrencinin 3D modellemeye yönelik çalışmalarda bulunmasından sonra bu etkinliğin amacına yönelik olarak araştırmacının da desteği ile robot üretimini gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin etkinlik süresince modellerine ilişkin tasarımlarını Tinkercad programında tasarımlarının ardından modelleri kaydedilmiş ve akıllı tahtaya yansıtılarak modelin uygunluğuna yönelik tartışma gerçekleştirilmiştir.

Şenay'ın Modeli



Mehmet'in Modeli



Seda'nın Modeli



Murat'ın Modeli



Fatih'in Modeli



Burcu'nun Modeli



Şekil 20. Öğrencilerin robot modellerinin görüntüleri.

Araştırmacı: Robot modelinizi tasarlarken nelere dikkat ettiniz?

Mehmet (gz): Kendi çiziminin zihnimdekine benzemesine.

Araştırmacı: Mesela Tinkercad programında çıkabilir mi çıkamaz mı? Buna dikkat ettin mi?

Mehmet (gz): Evet, bunun için ölçümlerine baktım. Çok yüksek olursa dinozorun çıkamayabilirdi.

Araştırmacı: Sen nelere dikkat ettin Şenay?

Şenay (gz): En ve boyuna, yapılabilecek bir şey olmasına.

Murat (rm): Tinkercad' de uygulanabilirliğine dikkat ettim.

Fatih (rm): Parçaların eşit olmasına büyük olmamasına dikkat ettim.

Seda (rm): Tasarıma uygun olmasına.

Burcu (rm): Eğer çalışsa işime yarar olmasına ve boyutlarına.

Öğrencilerin tasarımlarına ilişkin değerlendirmelerinde zihinlerindeki ve çizimlerdeki robot özelliklerine dikkat ettiklerini belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin robot modellerinin 3D yazıcıdan çıkarılacak olmasından ötürü ölçülerin öneminden bahsettikleri görülmektedir. Öğrencilerin tasarımlarına ilişkin değerlendirmelerinin uygun ürün elde etmelerinde önemli olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin robot modelleri 3D yazıcıdan çıkartılmış ve bir sonraki etkinliğin başında değerlendirilmiştir.

Araştırmacı: Ürünlerinizi değerlendirecek olursanız tasarımlarınız ve ürünleriniz birbiriyle uyumlu mu? İsteddiğiniz şekilde mi ürünleriniz?

Mehmet (gz): Benim ki evet, ilk logo tasarımında da buna benzer bir şey yapmıştım o zaman bacakları kopmuştu bunda dikkat ettim bacakları kalın istedim.

Şenay (gz): Benim ki de istediğim gibi ölçüleri filan.

Araştırmacı: Peki, bu robotları tasarlarken bazı özelliklerinin olmasını istemiştiniz. O özelliklere sahip mi?

Mehmet (gz): Benimkinin pençesi, dişleri yeter. Bence görüntüsü bile adamları korkutup kaçırır.

Şenay (gz): Benim sadece görüntü olarak var ama yazılım yüklenip geliştirilebilir.

Murat (rm): Tasarımla aynı; konuşabilecek ağzı var bir de ağırlık kaldırabilecek kolları var, bir de gitmesi için tekerlekleri var.

Fatih (rm): Benim ki tasarımla aynı özellikleri; üçgen şekli sayesinde toprağı itme gücü var.

Seda (rm): Benim ki de istediğim amaçlarda tasarladığımla da aynı.

Burcu (rm): Benim robotumun kafasında yıldız var o yıldız ile getir götür işlerimi yapacak.

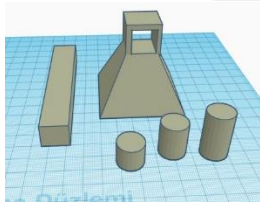
Araştırmacı: Tasarımla uyuyor mu peki?

Burcu (rm): Evet, böyle tasarlamıştım.

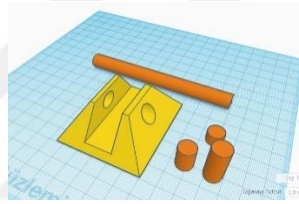
Öğrencilerin ürünlerine yönelik değerlendirmelerinde tasarım-ürün karşılaştırmasının yapıldığı ve öğrencilerin tasarımları ile ürünlerinin istenilen özelliklerde olduğu görülmektedir. Öğrencilerin ürün değerlendirmelerinde robot modellerini geliştirmeye yönelik öneriler de bulunmuşlardır. Öğrencilerin ürün meydana getirme süreçlerinde aşamalı çalıştıkları görülmektedir. Bu sayede tasarım ve ürün olmak üzere dikkat ettikleri ve amaçları doğrultusunda çalışmalarını tamamladıkları söylenebilir.

Çalışmanın son etkinliği olan “Denge Modeli” meydana getirme 3D STEM etkinliğinde öğrencilerin akademik, teknik ve mühendislik becerilerinin etkili olduğu görülmüştür. Seda (rm) ve Burcu (rm)’ nun teknik becerilerinin yetersiz olması sebebiyle 3D model oluşturmamış ve ürünlerini meydana getiremedikleri görülmektedir. Aşağıda bu duruma ilişkin örnek durum sunulmuştur.

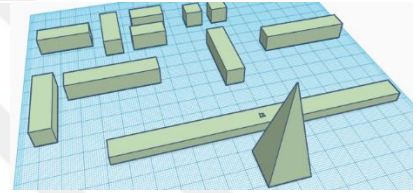
Şenay’ in 3D Tasarımı



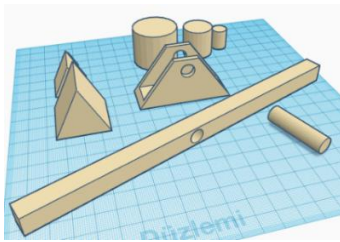
Özgür’ ün 3D Tasarımı



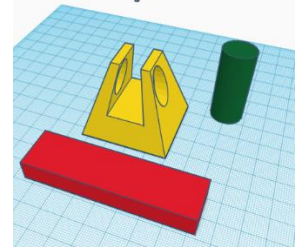
Mehmet’ in 3D Tasarımı



Murat’ in 3D Tasarımı



Fatih’ in 3D Tasarımı



Şekil 21. Öğrencilerin 3D denge tasarımlarının görüntüleri.

Araştırmacı: 3D denge modellerinize ilişkin tasarımlarınızı açıklayabilir misiniz?

Mehmet (gz): Zemin dikdörtgenler prizması yapacağım bunun üzerine çubuk yapacağım iğne gibi. Denge çubuğu 20 cm olacak tam ortasına delik yapıp o iğneden geçireceğim.

Şenay (gz): Benimkinde zemin tepesi kesik piramit üstünde dikdörtgen küçük kutu olacak ama yanları açık. O boşluktan denge çubuğu geçecek.

Özgür (gz): Benimkinde zeminin iki yanında delikler olacak oradan çubuk geçecek. Sonra da o çubuğun üzerinde ağırlıklar olacak.

Araştırmacı: Bir delikten çubuğu geçireceksin ama hareket eder mi? Onu da göz önünde bulundurmalısın.

Murat (rm): Tahterevalli yapacağım. Hocam şimdi burada bir parça var içi boş burada da bir delik var, bir de burada bir çubuk olacak iki deliğin arasından çubuk geçireceğim. Bu çubuk bunları hareket ettirecek.

Seda (rm): Hocam biz Burcu' yla beraber karar versek olur mu?

Araştırmacı: Tabii ki.

Burcu (rm): Sanırım biz yapamayacağız hocam.

Araştırmacı: Niye yapamayacaksınız ki, deneme yapın bir Tinkercad' de şekillerle.

Seda (rm): İnternette bakabilir miyiz? Fikir vermesi için.

Araştırmacı: Tabii ki, mekanizmasını inceleyin örnek denge araçlarına bakabilirsiniz. Fatih sen nasıl yapacaksın?

Fatih (rm): Benimkinde zemin var yanlarında iki delik. Oradan çubuk geçecek o çubuğun üstünde de denge çubuğu olacak.

Araştırmacı: Özgür' ün modelindekiyle aynı mantık. Çubuk üzerinde çubuk durmayabilir. Bir dene değişiklik yapman gerekebilir.

Öğrenciler gerçek yaşamda yer alan tahterevalli ve terazi mekanizmasından yola çıkarak kendilerine özgü tasarımlar oluşturmuşlardır. Denge aracı yapımında Murat (rm)' in tasarımının uygulanabilir olduğu görülmektedir. Seda (rm) ve Burcu (rm)' nun ise modellerine ilişkin tasarım yapmada zorlanmışlar ve bu amaçla araştırma yapmışlardır. Fatih (rm)' in tasarımında ise Murat (rm)' in düşüncesinden yola çıkarak benzer bir yol izlediği görülmektedir. Öğrencinin tasarımına ilişkin açıklamasında “çubuk üzerine çubuk koyacağım” demesi ile modelinde eksiklik olduğu tespit edilmiştir. Fatih' in araştırmacının uyarısını dikkate alarak ölçümlerinde dikkat ettiği gözlemlenmiştir. Genel olarak Murat hariç tüm öğrenciler denge mekanizmasını tasarlamada zorlanmışlardır. Bu durumun sebebi olarak özellikle Seda (rm) ve Burcu (rm)' un akademik ve teknik becerilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Akademik anlamda ölçme, teknik anlamda ise modelleme ve tasarlamaya ilişkin becerilerin etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin 3D modellerinde denge mekanizmasını yapmada zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu zorlanmaya yönelik öğrencilerin tasarım süreci değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Etkinlikte nelerde zorluk yaşadınız?

Mehmet (gz): Ölçmede zorlandım çubuğun tam ortasını bulmada.

Şenay (gz): Şekillerin kısıtlı olması, kısıtlı olduğu için istediklerimi yapamadım. Delik yaparken zorlandım. Bir de 3D yazıcıda hareket eden bir şeyi çıkarmanın zor olması beni zorladı.

Özgür (gz): Her şeyi yapmak zordu, hiçbir şey kolay gelmedi bana.

Murat (rm): Ben hiç zorlanmadım hocam.

Araştırmacı: Nasıl karar verdin modeline?

Murat (rm): Bu sistemi kendim buldum siz söyleyince hemen aklıma geldi. Düşündüm ki tabanla onları birleştirdiğimde ikisi birbirine dönemezdi ama yuvarlak bir şeyi şöyle ayrı bir şey yaptığımda onu döndürebilirdi. Ben de bilmiyorum hocam siz terazi dediğinizde aklıma hemen öyle bir şey geldi.

Araştırmacı: Bilgisayar kullanma ve 3D modellemede kolay çalışabiliyor musun?

Murat (rm): Evet, hocam 2 yıldır bunlarla uğraşıyorum. AutoCAD öğrenmeye çalışıyorum babamdan YouTube kanalına da tasarımlarını koyuyorum.

Fatih (rm): Parçaları yerleştirmede, sabitlemede ve ölçülerde zorlandım.

Burcu (rm): Ben daha çok tasarımı bilgisayarda yapmakta zorlandım.

Araştırmacı: Zihninde bir modelin var mıydı?

Burcu (rm): Evet, vardı. Neden bilgisayarda resim çizmiyoruz? Mesela biz sadece bunların resimlerini çizsek keşke.

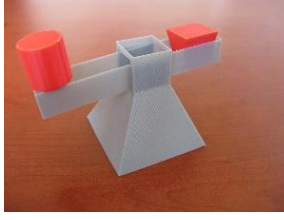
Seda (rm): Aynen hocam bende programda yapamadım. Zihnimizdeki modeli aktaramadık.

Burcu (rm): Ben zaten bilgisayar kullanımında iyi değilim zihnimdekileri bilgisayara aktaramam ama kâğıda aktarabilirim. Burada yeni yeni tasarlamayı bilgisayar kullanmayı öğrendim.

Etkinliğin denge aracı üretmeye yönelik olması ve bu araçların bir sistemden meydana gelmesinden ötürü öğrencilerin zorlandığı görülmektedir. Tinkercad programını etkili bir şekilde kullanma ve 3D modellemede teknik becerilerin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu etkinlikle öğrencilerin daha kompleks model oluşturmaları amaçlanmıştır. Genel zihinsel alandaki öğrencilerin zorlanarak da olsa başarılı bir şekilde ürünlerini meydana getirdikleri görülmektedir.

Denge modeline uygun öğrenci tasarımları 3D yazıcıdan çıkartılmış ve öğrenciler tarafından değerlendirilmiştir.

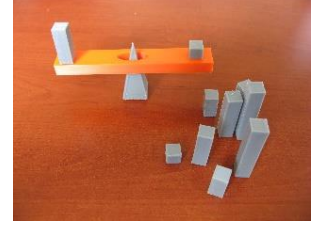
Şenay' ın Modeli



Özgür' ün Modeli



Mehmet' in Modeli



Murat' ın Modeli



Fatih' in Modeli



Şekil 22. Öğrencilerin denge modellerinin görüntüleri.

Araştırmacı: Ürünlerinizi değerlendirecek olursanız tasarımlarınız ve ürünleriniz birbiriyle uyumlu mu? İstedığınız şekilde mi ürünleriniz?

Mehmet (gz): Benim ki evet. Kullanılabilir. Sadece ağırlıkları koyduğumda üzerinde zor duruyor.

Araştırmacı: Ne yapabilirsin bunun için?

Mehmet (gz): Denge çubuğunun yanlarını kapatabilirdim düşmezlerdi böylece.

Şenay (gz): Benimki de oldu. Ama çok zorladı beni.

Özgür (gz): Aynen zor olsa da oldu. Benim eserim bu.

Araştırmacı: Ürününü nasıl geliştirebilirsin peki?

Özgür (gz): Mesela o çubuk aşağı-yukarı daha rahat hareket etmesi için deliği daha büyük ya da çubuğu dar dar yapabilirim.

Murat (rm): Ben tam olarak aklımdakini yaptım zaten. Hatta ilk ben yaptım. Yine isterseniz aynı böyle yaparım ben.

Burcu (rm): Seda' la ben yapamadık hocam o yüzden kıyaslayamıyoruz maalesef.

Öğrencilerin değerlendirmelerinde başarılı ürünler meydana getirdikleri görülmektedir. Özgür' ün ürününü geliştirmeye yönelik öneriler de bulunduğu görülmektedir. Bu etkinlikte öğrencilerin başarılı ürün elde etmelerinde tasarım süreçlerindeki etkili çalışmalarının önemli olduğu düşünülmektedir. Tasarım süreçlerinde öğrenciler birçok modelleme yaparak uygunluklarını değerlendirmişler ve

değişiklik yaparak ürünlerini meydana getirmişlerdir. Bu veriler doğrultusunda etkinliğin akademik, teknik ve mühendislik becerileri yönünden etkili olduğu söylenebilir.

Bu etkinlikte Murat (rm)' in tasarlama ve 3D modellemede oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir. Öğrencinin bilişim ve dijital teknolojilerine olan ilgi ve deneyiminin çalışmalarda etkili olduğu düşünülmektedir. Diğer resim-müzik alanındaki öğrencilerin ise zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir. Seda (rm) ve Burcu (rm)' nun bilgisayar kullanımında deneyimlerinin az olması ve korku hissetmelerinin çalışmalarını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Öğrenciler modelleme konusunda başarısız olmuşlar ve ürünlerini meydana getirememişlerdir. Bu öğrencilerin resim yapma ve çizim konusunda yetenekli olmaları ve bu yönde çalışmayı tercih ettikleri görülmektedir. Bu öğrencilerin 3D STEM etkinliklerinde bulunmaları ve deneyim yaşamaları ile teknolojiye yönelik olumlu tutum geliştirmeleri ve çalışma yapmalarının etkili olduğu görülmektedir. Bu etkinlikte akademik ve teknik becerilerin ön planda olmasıyla bu öğrencilerin diğer öğrencilere göre daha fazla zorlandığı düşünülmektedir.

Mühendislik becerisi kapsamında genel değerlendirme. Çalışmada yer alan öğrencilerin BİLSEM ve okul ortamlarında proje çalışmalarında bulunmaları özellikle BİLSEM tarafından proje yarışmalarına katılmaları sonucunda ürün tasarlama ve meydana getirme konusunda deneyimli oldukları düşünülmektedir. Öğrencilerin etkinliklerde sunulan probleme ilişkin mühendislik temelli uygulamalar ile çözüm amaçlı ürünler meydana getirmişlerdir. Her iki grupta yer alan öğrencilerin mühendislik becerilerinin etkili olduğu görülmektedir. Öğrencilerin mühendislik uygulamalarında adım adım sistematik şekilde çalışmaya özen göstermişlerdir. Öğrenciler her adımın başarılı bir ürün elde etmede etkili olduğunu fark etmeleri ve birer mühendis gibi daha profesyonel çalışmayı alışkanlık haline getirmeleri amaçlanmıştır. Öğrencilerin model oluşturmaları sürecinde tasarım yapmaları, malzeme seçerlerken sebebini açıklamalarını, modellerini test etmelerinin ardından ürün değerlendirmesinde bulunmaları araştırmacının rehberliğinde yönlendirici sorularla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada el yapımına dayalı ürünlerin yer aldığı STEM etkinlikleri ve 3D modelleme ve 3D yazıcıdan ürün meydana getirmeye dayalı 3D STEM etkinlikleri yer almıştır. Bu etkinliklerde öğrencilerin ortaya çıkan mühendislik becerileri değerlendirildiğinde teknik becerilerinin de önemi ortaya çıkmıştır. 3D STEM etkinlikleri uygulamalarında öğrencilerin zamanla deneyim kazanması ile birlikte Tinkercad

kullanımı ve 3D ürün modelleme konusunda deneyimleri arttıkça mühendislik becerilerinin daha etkili olduğu görülmüştür.

3D STEM etkinliklerinde genel zihinsel alanda üstün öğrencilerin 3D modelleme konusunda daha etkili oldukları gözlemlenmiştir. Bu öğrencilerin BİLSEM bilgisayar derslerine katılmaları ve 3D modelleme programlarını (Tinkercad, Scratch) deneyimleri ile 3D STEM etkinliklerinde çok fazla zorluk yaşamamışlardır. Modellemelerinde herhangi bir sorunla karşılaştıklarında ise tasarımlarında düzenleme yapmışlardır. Resim-müzik alanında öğrencilerden özellikle Seda ve Burcu' nun teknolojik araç-gereç ve program konusundaki olumsuz tutumlarının 3D STEM etkinliklerindeki çalışmalarına yansıdığı görülmektedir. 3D Denge Modeli etkinliğinde Seda (rm) ve Burcu (rm) ürünlerini modelleyememişler ve bu durumun sebebini *“zihnimdekini modele aktaramadım”, “zihnimdekileri bilgisayara aktaramam ama kâğıda aktarabilirim”* şeklinde açıklama yapmışlardır. Bunlara dayalı olarak 3D STEM etkinliklerinde teknik becerilerin de etkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu etkinliklerde Murat (rm)' ın teknolojiye yönelik özel yeteneği ortaya çıkmış ve etkili ürünler meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Öğrencinin özel yetenek ve ilgisini yansıttığı ürünler meydana getirdiği görülmüştür. Zenginleştirilmiş içeriklerin yer aldığı STEM etkinliklerinin öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını çekerek çalışmalarını gerçekleştirmeleri konusunda öğrencilere fırsat sunduğu söylenebilir.

Çalışmada öğrencilerin Lego setlerini kullanarak “Küp Çözen Robot” etkinliği yer almıştır. Bu etkinlikte robotun meydana getirilmesi sürecinde öğrenciler belirli bir yönerge izlemişlerdir. Bu sebeple tasarım ve mühendislik odaklı bir süreç gerçekleştirilememiştir. Bu sonuca dayalı olarak öğrencilerin mühendislik becerilerinin etkililiğinde STEM etkinlik içeriğinin önemi ortaya çıkmaktadır.

İletişim ve işbirliği becerisine ait bulgular. Bu bölümde çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları iletişim becerisi ve alt becerileri değerlendirilecektir. Çalışmada yer alan öğrencilerin üstün zekâlı ve yetenekli olmalarından ötürü her birinin kendi görüş, düşünce ve özelliğini yansıtabilmesi amacıyla STEM etkinlikleri bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin çalışmalarını bireysel gerçekleştirmelerinin yanı sıra birbirleri ve araştırmacı ile etkileşim halinde olmalarına yönelik esnek ve rahat çalışma ortamı sağlanmıştır. Bu amaçla öğrenciler küme şeklinde birbirlerini ve araştırmacıyı görebilecek şekilde oturtulmuşlar, malzeme kullanımı konusunda paylaşımcı olmaları sağlanmış ve

birbirlerine yardım etmeleri konusunda destek olunmuştur. Çalışma koşullarının iletişim ve işbirliğine elverişli olması sayesinde öğrencilerin bu kapsamdaki becerilerinin etkililiği ortaya çıkmıştır. STEM etkinlikleri kapsamında öğrencilerin kullandıkları iletişim ve işbirliği becerisi alt becerileri ile aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 22

Öğrencilerin Kullandığı İletişim ve İşbirliği Becerisi ve Alt Beceriler

Etkinlik	İletişim ve İşbirliği Becerisi				
	Farklı amaçlarla iletişim	Farklı araçlarla iletişim	Medya ve İletişim tek.	Heterojen gruplarla çalışma	Liderlik
Köprümü Yapıyorum	√	√	√	√	-
Yel Değirmeni	√	√	√	√	-
Fırlatıyorum!	√	√	√	√	-
Uçurtma	√	√	√	√	-
Logomu Tasarlıyorum	√	√	√	√	-
Küp Çözen Robot	√	√	√	√	√
Benim Robotum	√	√	√	√	-
Fraktal	√	√	√	√	-
Hücre Modeli	√	√	√	√	-
Denge Modelim	√	√	√	√	-

Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince iletişim ve işbirliği becerilerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Etkinliklerde ortaya çıkan iletişim ve işbirliği becerisi kapsamında alt becerilere ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

Öğrencilerin iletişim becerileri kapsamında değerlendirilmeleri sonucunda farklı iletişim kanallarını kullanma (yazılı, sözel, görsel), farklı amaçlarla (bilgilendirme, açıklama, motive etme) iletişim kurma, bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanma, farklı ve heterojen gruplarla çalışabilme, sorumluluk, koordinasyon sağlama ve liderlik alt becerilerine ulaşılmıştır.

Şenay (gz), Özgür (gz) ve Mehmet (gz)' in kendi görüş ve düşüncelerini oluşturmalarında sözel ve görsel araçları kullanmayı tercih ettikleri, yazılı olarak STEM

etkinlik kitapçığını kullanma konusunda isteksiz davrandıkları görülmektedir. Öğrencilerin kendilerini sözel olarak ifade etmede istekli ve etkili olduklarını destekleyen gözlem notları aşağıda sunulmuştur.

NOTLAR:

Sürede düşüncelerini ifade etmekten çekinmiyor. Eleştirel düşünebiliyor ve farklı çözüm önerileri geliştirebiliyor. Modeli çok yaratıcı olmasa da işlevsellik bakımından etkinliğe uygundur.

Şekil 23. Şenay' a ait "Fırlatıyorum!" etkinliği gözlemci notu.

NOTLAR

Fibrini açıkça ortaya koymada çok başarılıydı. Telenorjinin günlük hayatındaki yerini çok iyi anlayabilmiş. Mesela, EDE ailesi, tabletler, akıllı telefonları örnek göstermiş olması.

Şekil 24. Özgür' e ait "Küp Çözen Robot" etkinliği gözlemci notu.

NOTLAR

Çok fazla atak. Genelde öne çıkma arzusu var benzer. Yaptığı köprü modeli gerçeği yansıtmada çok başarılı değil. Fakat modernine katkını özgü farklı şeyler eklemiş olması güzel mesela e-şerha şeklinde bir tasarım yapması. Bu da onun hayal gücünün geniş olduğunu gösterir.

Şekil 25. Mehmet' e ait "Köprümü Yapıyorum" etkinliği gözlemci notu.

Öğrencilerin yazma konusunda isteksiz davranışları sonucunda STEM etkinlik kitapçığında yer alan kısımları sözel olarak ifade etmeleri günlük olarak ise video kamera ya da ses kayıt cihazını kullanmaları alternatif olarak sunulmuştur.

Özellikle Seda (rm), Burcu (rm) ve Fatih (rm) ' in sessiz ve çekingen olmaları sebebiyle yazılı olarak düşüncelerini daha rahat ifade edebildikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin STEM etkinlik kitapçığından yer alan ifadeleri bu sonucu desteklemektedir.

Seda' nın Günlüğü

NOTLAR

1. Seda'nın yazdığı notlar, onun STEM etkinliği hakkındaki düşüncelerini ve deneyimlerini yansıtmaktadır. Seda, etkinliğin amacını ve hedeflerini doğru şekilde anlamış ve bu doğrultuda yazmış olduğu notları, etkinliğin sonuçlarını ve kendi deneyimlerini de içermektedir.

2. Seda'nın yazdığı notlar, onun STEM etkinliği hakkındaki düşüncelerini ve deneyimlerini yansıtmaktadır. Seda, etkinliğin amacını ve hedeflerini doğru şekilde anlamış ve bu doğrultuda yazmış olduğu notları, etkinliğin sonuçlarını ve kendi deneyimlerini de içermektedir.

Burcu'nun Günlüğü

NOTLAR

1. Burcu'nun yazdığı notlar, onun STEM etkinliği hakkındaki düşüncelerini ve deneyimlerini yansıtmaktadır. Burcu, etkinliğin amacını ve hedeflerini doğru şekilde anlamış ve bu doğrultuda yazmış olduğu notları, etkinliğin sonuçlarını ve kendi deneyimlerini de içermektedir.

2. Burcu'nun yazdığı notlar, onun STEM etkinliği hakkındaki düşüncelerini ve deneyimlerini yansıtmaktadır. Burcu, etkinliğin amacını ve hedeflerini doğru şekilde anlamış ve bu doğrultuda yazmış olduğu notları, etkinliğin sonuçlarını ve kendi deneyimlerini de içermektedir.

Şekil 26. Seda ve Burcu' nun günlük notlarından örnek görüntü.

Etkinliklerin ilerleyen sürecinde bu öğrencilerin de kendilerini ifade etmede rahat davrandıkları gözlemlenmiştir. Buna ilişkin gözlem notları aşağıda sunulmuştur.

NOTLAR: Başak düşüncelerini ifade etmekte biraz çekindi. Belki ilk hafta olmasından dolayı da olmuştur olabilir bu durum. Başak'ın modeline baktığımda gözlem yeteneğinin iyi olduğunu gördüm çünkü günümüzde çok sık kullandığımız bir köprü modelini tasarlamaya çalışmış bu da çevreyi iyi gözlemlediğini gösterir. Son olarak farklı disiplin alanlarını ilişkilendirmede aktif iştir. Resim alanında matematik olmadığını söyledi.

Şekil 27. Burcu' ya ait "Köprümü Yapıyorum" etkinliği gözlemci notu.

NOTLAR: model çok sırada bir uavrtmıydı. Selin ilk haftaya göre bu hafta biraz daha aktif olmağa çabı etti ancak olaylara noktasal yaklaşımda problemi var.

Şekil 28. Seda' ya ait "Fırlatıyorum!" etkinliği gözlemci notu.

NOTLAR: Furkan çok sessiz. Ancak modelinin tasarım ve hayata geçirilmesi aşamasında düşünmelerine çok dikkat ediyor. Her aşamayı kullanarak çizim yapıyor.

Şekil 29. Fatih e ait "Uçurtma" etkinliği gözlemci notu.

Öğrencilerin 3D modelleme programı kullanarak düşüncelerini görsel ifade edebilmelerine ilişkin çalışma ortamının görüntüleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 30. "Logomu Tasarlıyorum" etkinlik ortamına ait örnek görüntü.

3D STEM etkinlikleri sayesinde öğrencilerin hayal ettikleri modellerini yazılı çizimle ifade etmelerinin yanı sıra 3D modelleme programı ile de tasarlama imkânı

bulmuşlardır. Bu doğrultuda öğrencilerin düşüncelerini farklı temsillerle ifade etmeleri ve iletişimde farklı medya ve teknolojilerden yararlanmaları sağlanmıştır.

Şenay (gz), Özgür (gz) ve Mehmet (gz)' in kişisel özelliklerinden kaynaklı daha özgüvenli ve sosyal olmalarından ötürü sözel olarak düşüncelerini rahatlıkla ifade edebildikleri gözlemlenmiştir. Tartışma ortamları ve görüş paylaşımlarının yer aldığı örneklerde bu durum açıkça görülmektedir. Öğrenciler bilgilendirme, açıklama yapma ve ikna etme gibi farklı amaçlarla iletişim kurmuşlardır. Bu öğrencilerin farklı amaçlarla iletişim kurmalarında bilgi ve beceri olarak donanımlı olmaları etkili olmuştur. Özellikle akademik bilgi birikimlerinin baskın olması özgüvenlerini etkilediği söylenebilir. Öğrencilerin sözel olarak kendilerini ifade etmeleri akıl yürütme becerisinin etkili bir şekilde ortaya çıkarmıştır. Bu duruma ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

“Yel Değirmeni” etkinliğinde çevre ve çevrenin korunumuna yönelik tartışma ortamı gerçekleştirilmiş öğrencilerin bilgi verme ve açıklamada bulunma amacıyla düşüncelerini ifade ettikleri görülmüştür.

Araştırmacı: Çevre kirliliğine yönelik çözüm önerileriniz nelerdir?

Şenay (gz): Aslında çevre kirliliğini önlemek için atıklarımızı uzaya gönderebiliriz hem uzayda varlıkların yaşadığı tam olarak kanıtlanmış değil uzay sonsuzsa madem oraya gönderebiliriz.

Mehmet (gz): Bilim adamları uzayda yaşayabileceğimizi planlıyor eğer biz uzayı şimdiden kirlitirsek daha uzaya taşınmadan yok ederiz.

Özgür (gz): Ben Şenay arkadaşımızın düşüncesine katılmıyorum, yani dünyayı mahvettikten sonra uzayı da mı mahvedeceğiz? Geri dönüşüm çok önemli bir şey biliyorsunuz bence atıkları geri dönüştürerek kirliliğini önleyebiliriz. Önemli olan doğada çözünmesi çok zor atıklar da mesela kâğıt ve poşet eğer bunları dönüştürsek diğerleri yok ediliyor. Bunları rayına oturtmalıyız.

Şenay (gz): Bence uzaya gönderme işini artık çok zor durumda kalırsak uygulayabiliriz.

Özgür (gz): Herkes kendi evinin önünü temizlese aslında dünyada kirlilik kalmaz.

Burcu (rm): Fabrikalardan çıkan zehirli atıklar suya ve havaya zarar veriyor mesela plastikler, poşetler. Bir haberde görmüştüm yakın zamanda poşetlerin parayla satılacağını söylüyordu. Çoğu insan “yok artık parayla poşet mi alınır” diyor ama bir açıdan güzel bir şey çünkü daha az poşet kullanırız.

Fatih (rm): Mesela fabrikalar havaya zarar veriyor. Eskiden her şey elle yapılıyordu o zaman doğa hiç kirlenmiyordu teknoloji geliştikçe kirlilik daha fazla oluyor.

Seda (rm): Poşetler ve fabrika atıkları su kirliliğine neden olur. Bu atıkların suya karışması sonrasında canlıların ölmesine sebep olur.

“Uçurtma” etkinliğinde uçurtmaların özelliklerine ilişkin tartışma ortamı gerçekleştirilmiş Seda (rm), Burcu (rm) ve Murat (rm)’ in bilgi verme ve açıklamada bulunma amacıyla düşüncelerini ifade ettikleri görülmektedir.

Araştırmacı: Bir uçurtmanın uçmasında etkili faktörler sizce neler?

Seda (rm): Rüzgâr olması gerekiyor.

Araştırmacı: Neden peki?

Seda (rm): Uçması için havalanması gerekiyor çünkü.

Murat (rm): Karşı koyuyor karşı koyunca da yavaş yavaş iniyor rüzgâr ona engel oluyor. Normalde hızlıca düşüyor ama rüzgâra karşı koyduğu için yavaş yavaş düşüyor.

Burcu (rm): İpin uzun olması lazım, yoksa çok yukarılara çıkamaz. Bir de geniş olması.

Araştırmacı: Neden geniş olmalı diye düşünüyorsun?

Burcu (rm): Çünkü rüzgâr daha çok etki eder kaldırır.

Öğrencilerin farklı teknolojik araç-gereç ve materyaller kullanmaları ile bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmaları sağlanmıştır. 3D STEM etkinlikleri ile 3D modelleme ve 3D yazıcı kullanma, mikroskop ile inceleme yapma, interaktif programlar kullanma, video ve sunum gösterimleri, internet aracılığı ile araştırma yapma gibi öğrencilerin teknoloji ile etkileşimleri sağlanmıştır. “Hücre Modelim” etkinliğinde hücre modellerinin mikroskopla incelenmesi ve internet aracılığıyla araştırma yapılması ve üretiminde Tinkercad programı kullanılarak 3D yazıcıdan ürün elde edilmesi ile öğrencilerin medya ve iletişim teknolojilerinden faydalanmaları sağlanmıştır.



Şekil 31. “Hücre Modelim” etkinlik ortamına ait örnek görüntü.



Şekil 32. “Fraktal” ve “Benim Robotum” etkinlik ortamına ait örnek görüntü.

Mancınık etkinliğinde Murat (rm), Seda (rm) ve Fatih (rm)’ in internetten araştırma yaparak tasarımlarına karar verdikleri görülmektedir. Örnek durum aşağıda sunulmuştur.

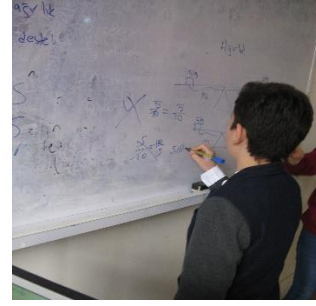
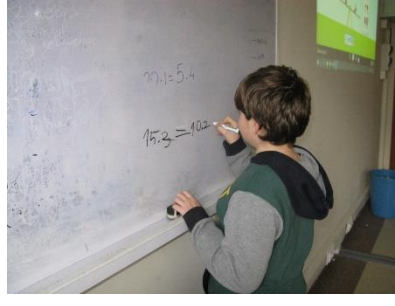
Araştırmacı: Mancınık modeline yönelik planınız nedir? Neler yapmayı düşünüyorsunuz?

Fatih: Mancınığı zemine mandallarla tutturacağım. Kaşık atıcı kol olacak.

Murat: Modelimi internetten örnek alarak yaptım. Dil çubukları kullanarak yapacağım. Bunları da lastikle tutturacağım ki gerilme yapsın.

Seda: Ben de internetten araştırdım, orada gördüm. Mandallarla zemine sabitleyeceğim, atıcı kol olarak da dil çubuğu kullanacağım.

Öğrencilerin bilgisayar, internet ve akıllı tahta kullanarak araştırma yapmaları sayesinde bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalandıkları görülmektedir. Denge mekanizmasının yer aldığı 3D model tasarlamada Şenay (gz), Özgür (gz) ve Mehmet (gz)’ in yazılı, görsel ve sözlü iletişim becerilerini kullanarak düşüncelerini etkili bir şekilde ifade ettikleri gözlemlenmiştir. Öğrenciler denge terazisi veya tahterevallli modellerini STEM etkinlik kitapçığında görsel olarak oluşturmuşlar ve sonrasında açıklamalarda bulunarak 3D modellemişlerdir. Öğrencilere kuvvet ve denge konusuna yönelik interaktif oyun oynatılarak denge terazisi kullanmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin bu uygulama ile denklik kurmada soyutlama yaptıkları görülmektedir. Bu sayede öğrencilerin matematiksel olarak da düşüncelerini ifade ettikleri söylenebilir. Etkinlikte öğrencilerin düşüncelerini farklı temsiller ile ifade etmede etkili oldukları görülmüştür. Buna ilişkin örnek görüntüler aşağıda yer almaktadır.



Şekil 33. “Denge Modelim” etkinlik ortamına ait örnek görüntü.

3D STEM etkinlikleri sayesinde öğrenciler düşüncelerini modelleme yolu ile görsel olarak da ifade edebilmişlerdir. Murat (rm)’ ın teknolojiye yönelik özel ilgisinin olması sebebiyle modelleme, medya ve iletişim teknolojileri kullanma konusunda etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum araştırmacının ilgisini çekmiş ve öğrenci ile bu durumu konuşmuştur.

Araştırmacı: Murat bilgisayar ve programları konusunda eğitim aldın mı?

Murat (rm): Yok, hocam ama ilgim var baya. Yani bilgisayar kullanmayı da seviyorum çok. YouTube kanalım var hatta 3D modellerimi koyuyorum, nasıl yapılacağını anlatıyorum.

Araştırmacı: Bununla ilgili katıldığın eğitim, proje veya program oldu mu?

Murat (rm): Öyle bir şeye katılmadım ama babamdan öğreniyorum. AutoCAD öğrenmeye çalışıyorum şu anda.

Öğrencinin ifadelerine bakıldığında medya, bilgi ve iletişim teknolojileri kullanma konusunda oldukça ilgili ve etkili olduğu görülmektedir. Bu görüşü destekleyen gözlemci notu aşağıda sunulmuştur.

Deris esnasında 3D yazıcının kimin bulduğunu merak edip araştırması dikkatimi çekti. Bu derse yönelik ilgisinin ya da o konuya yönelik ilgisinin olduğunu gösterir.

Şekil 34. Murat’ a ait “Logomu Tasarlıyorum” etkinliği gözlemci notu.

NOTLAR:
Mustafa Bu hafta çok başarılıydı. Hem çok kısa sürede bitirdi hem de gayet amacına uygun bir model tasarladı.

Şekil 35. Murat’ a ait “Denge Modelim” etkinliği gözlemci notu.

3D STEM etkinlikleri sayesinde Murat (rm)’ ın bu becerisi ön plana çıkarmasına ve geliştirmesine fırsat sunulmuştur. Öğrencinin ilgisini çeken STEM etkinlikleri

sayesinde STEM disiplinleri ve kariyer alanlarına yönelik olumlu tutum geliştirdiği düşünülmektedir.

İlk 3D STEM etkinliği olan “Logomu Tasarlıyorum” etkinliğinde Burcu (rm)’ nun çekingen ve isteksiz olduğu gözlemlenmiştir. Öğrenci ile gerçekleşen konuşma aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: *Bu konuda biraz zorluk mu yaşıyorsun?*

Burcu (rm): *Evet, çünkü daha önce hiç Tinkercad kullanmadım üç boyutlu bir şey tasarlamayı hiç bilmiyorum.*

Araştırmacı: *Olsun, kullanarak öğrenilecek pratiklik kazanılacak bir şey bu.*

Burcu (rm): *Evet, kullandıkça alışırım. Bir de ben böyle bilgisayar kullanımını pek beceremem.*

Öğrenci ifadeleri ve araştırmacının gözlemleri doğrultusunda öğrencinin teknoloji kullanımına yönelik korku ve özgüven eksikliği yaşadığı söylenebilir. Öğrencinin cesaretlendirilmesi, deneyim yaşaması ve destek sağlanması ile bu konudaki zorluğu aşması hedeflenmiştir.

Benzer şekilde “Denge Modeli” etkinliğinde öğrencilerin teknik becerileri ön plana çıkmış, Burcu (rm) ve Seda (rm)’ nın teknolojiye yönelik olumsuz tutuma sahip olmaları çalışmalarını etkilemiştir.

Araştırmacı: *Etkinlikte nelerde zorluk yaşadınız?*

Burcu: *Ben daha çok tasarımı bilgisayarda yapmakta zorlandım.*

Araştırmacı: *Zihninde bir modelin var mıydı?*

Burcu: *Evet, vardı. Neden bilgisayarda resim çizmiyoruz? Mesela biz sadece bunların resimlerini çizsek keşke.*

Seda: *Aynen hocam bende programda yapamadım. Zihnimizdeki modeli aktaramadık.*

Burcu: *Ben zaten bilgisayar kullanımında iyi değilim zihnimdekileri bilgisayara aktaramam ama kâğıda aktarabilirim. Burada yeni yeni tasarlamayı bilgisayar kullanmayı öğrendim.*

Bu öğrencilerin teknolojik araç ve program kullanma konusunda kendilerini yetersiz hissetmeleri teknoloji kullanmaya yönelik isteksiz olmalarına sebep olmuştur. Burcu ve Seda’ nın etkinlikte zorlanmalarındaki sebeplere bakıldığında tasarımlarını 3D modele dönüştürürken sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Öğrenciler düşüncelerini yazılı ve görsel olarak ifade edebildikleri fakat bilgisayar ve program kullanmada etkili olmadıkları için bilgisayar ortamına aktaramadıklarını belirtmişlerdir. Bu görüşü destekleyen gözlemci notu aşağıda yer almaktadır.

NOTLAR: Başak siz zorlandınız mı? diye sorduğunuzda zorlandığını ve bütün bilgisayar programlarında pek başarılı olmadığını söyledi. Kendini bu şekilde diyerek biraz zorlandığını farkettilim programa karşı. İnşallah sonraki aşır bu çekimsizliğini.

Şekil 36. Burcu' ya ait "Denge Modeli" etkinliği gözlemci notu.

NOTLAR: Sizin tartışmalara pek fazla katılmadığından fikirlerini pek fazla analiz edemiyorum. Ama bu hafta dersin en başında "yapamadığım, çok zor" demisti. Bu yüzden kendini olmayacağına inanıyordu.

Şekil 37. Seda' ya ait "Denge Modeli" etkinliği gözlemci notu.

Öğrencilerin resim-müzik alanında yetenekli olmalarından ötürü kendilerini sözel ve görsel olarak ifade etmede etkili oldukları, teknoloji kullanımı konusunda deneyimlerinin az olması ve bu durumun çalışmalarını kısıtlamasından dolayı tasarımlarını bilgisayar ortamına yansıtamadıkları düşünülmektedir. Seda ve Burcu tasarımlarını oluşturmada internetten yararlanmak istemişlerdir. Bu sayede öğrencilerin bilgiye erişmede teknolojiye faydalandıkları görülmektedir.

Lego Mindstorm Seti ile robot yapımı etkinliğinde öğrencilerin beraber çalışarak küp çözen robotlarını meydana getirmişlerdir. Bu çalışma sürecinde öğrencilerin aralarında görev paylaşımı yaparak çalışmalarını gerçekleştirdikleri görülmektedir.

Araştırmacı: Robotunuzu modellemede nasıl bir yol izleyeceksiniz?

Özgür (gz): Hocam öncelikle bu malzemeleri sınıflandırabiliriz.

Şenay (gz): Evet, parçaları bulmamız daha kolay olur.

Araştırmacı: Bunu nasıl yapmayı düşünüyorsunuz?

Şenay (gz): Özgür bilgisayardan hangi parçalar olduğunu söyleyecek ben de bu parçaları bulup ona vereceğim. O da birleştirecek.

Burcu (rm): Hocam burada çok fazla parça var.

Seda (rm): Evet, benim de kafam karıştı.

Araştırmacı: Ne yapabilirsiniz peki bunun için?

Murat (rm): Robotun yapımı kılavuzda 135 sayfa, bölüm bölüm ayırıp sonra birleştirebiliriz belki.

Araştırmacı: Bunun için nasıl bir görev dağılımında bulunabilirsiniz?

Murat (rm): Ben benim kısımları tek yapmak istiyorum, hatta tüm robotu tek başıma yapabilirim.

Burcu (rm): Hocam biz tek yapamayız bunu.

Araştırmacı: Öyleyse ortaklaşa çalışıp beraber parçalarınızı oluşturun en son Murat' la birleştirin olur mu böyle?

Seda (rm): Olur hocam. Biraz karışık geldi de.



Şekil 38. “Küp Çözen Robot” etkinlik ortamına ait örnek görüntü.

Şenay (gz) ve Özgür (gz) arasında gerçekleşen konuşmada koordinasyon sağladıkları ve robot yapımında görev paylaşımı yaparak sorumluluk aldıkları görülmektedir. Görev paylaşımlarının yapımı ve sürece yön vermede Özgür (gz)' ün liderlik ettiği gözlemlenmiştir. Öğrencilerin beraber çalışmalarında Murat (rm)' ın Burcu (rm) ve Seda (rm)' yı koordine ettiği ve çalışma ortamına liderlik ettiği görülmektedir. Öğrencilerin işbirliğine dayalı çalışma süreçlerinde birbirlerinin düşüncelerine saygılı olarak çalıştıkları gözlemlenmiştir. Bu süreçte her biri sorumluluklarını yerine getirmiş ve amaçları doğrultusunda ürünlerini oluşturmuşlardır. Burcu (rm) ve Seda (rm)' nın robot yapmada çekincelerinin olmasıyla birlikte grup arkadaşları Murat (rm) tarafından motive edilerek ve yardımlaşmada bulunarak çalıştıkları gözlemlenmiştir. Öğrenciler robot yapımında verilen yönergeyi takip ederek ve aşama aşama modellerini meydana getirmişlerdir. Bu sayede yazılı araçlardan faydalanarak modellerine bunu yansıttıkları söylenebilir. Bu etkinlikle birlikte öğrencilerin bilgisayar kullanımı ile robot yapımında farklı medya ve teknolojilerden yararlandıkları ve bu araçlarla etkili iletişimleri sonucu modellerini tasarlayabildikleri söylenebilir.

İletişim ve işbirliği becerisi kapsamında genel değerlendirme. Öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince birbirleri ve araştırmacı ile etkileşimde olmaları iletişim ve işbirliği becerilerinde etkili olmuştur. İletişim becerisi kapsamında öğrencilerin yazılı, sözel ve görseller yoluyla düşüncelerini ifade edebilmişlerdir. Öğrencilerin farklı şekillerde iletişim sağlamalarında STEM etkinlik içerikleri etkili olmuştur. Araştırmacının öğrencilerin görüş ve düşüncelerini ifade etmeleri konusunda cesaretlendirici olması öğrencilerin sözel olarak kendilerini ifade edebilmelerini sağlamıştır. STEM etkinlik kitapçığı ve günlük kullanımı ile öğrenciler kendilerini yazılı olarak ifade edebilmişlerdir. 3D modelleme etkinliklerinde öğrencilerin tasarımlarına

ilişkin çizimlerini yapmaları aynı zamanda 3D modellemeleri ile görselleştirmeleri sağlanmıştır.

Öğrenciler bilgilendirme, açıklama, motivasyon ve ikna etme gibi farklı amaçlarla iletişim kurmuşlardır. Öğrencilerin bu iletişimleri özellikle görüş ve düşüncelerini daha çok paylaştıkları tartışma ortamlarında ön plana çıkmıştır. Öğrencilerin bu anlamda iletişim becerilerinin akıl yürütme becerileri kapsamında etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin görüşlerini paylaşmalarında, soru-cevap etkinliklerinde ve kendilerini ifade etmelerinde farklı amaçlarla etkili iletişim sağlamıştır.

Çalışmada el yapımı ürünlerin yer aldığı STEM etkinlikleri, 3D modelleme ve 3D yazıcıdan ürün meydana getirmenin yer aldığı 3D STEM etkinlikleri ve Lego setleri ile robot yapımının yer aldığı etkinlik içerikleri sayesinde öğrencilerin medya ve iletişim teknolojilerinden farklı şekillerde yararlanmaları sağlanmıştır. STEM etkinliklerinin içeriğinde video ve sunumlar, animasyon ve kısa film gösterimleri, interaktif oyunlar, Lego Mindstrom Robot Seti, Tinkercad 3D modelleme programı, bilgisayar, internet ve 3D yazıcı kullanımı gibi farklı bilgi ve iletişim teknolojilerine yer verilmiştir. Bu sayede öğrencilerin farklı iletişim kanalları ile etkileşimde bulunmaları sağlanmıştır.

STEM etkinlikleri öğrencilerin düşüncelerini tam olarak ürünlerine aktarabilmeleri amacıyla bireysel olarak planlanmıştır. Fakat öğrenciler beraber çalışabilmeleri amacıyla da desteklenmiştir. Bu amaçla küme şeklinde oturmaları, ortak malzeme kullanımları, ortak çalışmaya dayalı etkinliklerin olması öğrencilerin işbirliği becerilerinin etkililiğini ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin bu süreçte koordinasyon sağlama, sorumluluk paylaşımı ve liderlik alt becerilerine ulaşılmıştır. Öğrencilerin işbirliği becerilerinin etkili olması sayesinde çalışmaların saygı çerçevesinde ve sorunsuzca olduğu görülmektedir.

İnovasyon becerisine ait bulgular. Bu bölümde çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları inovasyon becerisi ve alt becerileri değerlendirilecektir. Çalışmada inovasyon becerisi kapsamında temel beceriler ve dijital çağ okuryazarlığı, akademik beceriler (STEM disiplinleri ve diğer disiplinler ile ilişkilendirme, akademik bilgiyi kullanma), genel beceriler (akıl yürütme ve problem çözme), teknik beceriler (mühendislik becerisi), sosyal beceriler (iletişim ve işbirliği) boyutlarına ulaşılmıştır. Çalışmada iletişim ve işbirliği becerisi kapsamında öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanma ve teknolojik araç-gereçlerle iletişimleri ele alınmış buna ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Aynı zamanda iletişim, işbirliği,

motivasyon ve sorumluluk sosyal becerileri iletişim ve işbirliği becerileri kapsamında ele alınmıştır. Öğrencilerin mühendislik becerilerinde uygun kaynak seçimi, ürün geliştirme ve değiştirme teknik becerileri yer almıştır. Öğrencilerin problem çözme ve akıl yürütme genel becerileri; STEM disiplinleri ve disiplinlere ilişkin akademik bilgilerin kullanıldığı ilişkilendirme becerisi kapsamında akademik becerileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda STEM etkinlikleri süresince öğrencilerin inovasyon becerisi kapsamında dijital çağ okuryazarlığı, akademik, genel, sosyal ve teknik becerilerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde ise öğrencilerin meydana getirdikleri ürünlerini ticarileştirme ve yaygınlaştırma alt inovasyon becerilerine değinilecektir. STEM etkinlikleri kapsamında öğrencilerin ortaya çıkan inovasyon becerisi ve alt becerileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 23

Öğrencilerin Kullandığı İnovasyon Becerisi ve Alt Beceriler

Etkinlik	İnovasyon Becerisi			
	Temel beceriler	Sosyal beceriler	Dijital çağ okuryazarlığı	Teknik beceriler
Köprümü Yapıyorum	√	√	√	√
Yel Değirmeni	√	√	√	√
Fırlatıyorum!	√	√	√	√
Uçurtma	√	√	√	√
Logomu Tasarlıyorum	√	√	√	√
Küp Çözen Robot	√	√	√	√
Benim Robotum	√	√	√	√
Fraktal	√	√	√	√
Hücre Modeli	√	√	√	√
Denge Modelim	√	√	√	√

Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince inovasyon becerilerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Etkinliklerde ortaya çıkan inovasyon becerisi kapsamında alt becerilere ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

Öğrencilerin inovasyon becerisi kapsamında değerlendirilmeleri sonucunda dijital çağ okuryazarlığı (bilgiye erişme, bilgiyi yorumlama, teknolojik araç-gereç ve

iletişim ağlarını kullanma), sosyal becerileri (motivasyon, iletişim, işbirliği, sorumluluk ve liderlik) ve teknik becerileri (uygun kaynak seçimi, ürün test etme, geliştirme ve değiştirme, ticarileştirme ve yaygınlaştırma) alt becerileri ortaya çıkmıştır. Aşağıda öğrencilerin inovasyon teknik becerileri kapsamında ticarileştirme ve yaygınlaştırma alt becerilerine ilişkin örnek durumlar yer almaktadır.

Öğrencilerin istedikleri özelliklerde robot meydana getirecekleri “Benim Robotum” 3D STEM etkinliğinde şenay (gz)’ ın robot tasarımına ilişkin açıklaması “*Ben bu robotu masama koymayı düşünüyorum. Çalışamayacak ama çalışanı da yapılabilir. şu an sadece görüntü olarak var ama yazılım yüklenip geliştirilebilir*” şeklinde olmuştur. Öğrencinin açıklamasından da görüldüğü üzere ürününe ilişkin teknolojik bir yenilikte bulunabileceğini belirtmektedir.

“Yel Değirmeni” etkinliğinde ise Özgür (gz) meydana getirmiş olduğu rüzgâr türbininin değerlendirilmesinde “*Öğretmenim benim rüzgâr türbinim çok iyi enerji üretiyor arka bahçenizde kullanabilirsiniz*” şeklinde öneri geliştirmiştir. Öğrencinin bu açıklamasıyla birlikte rüzgâr türbininin kullanımını yaygınlaştırma düşüncesi olduğu söylenebilir. Aynı etkinlikte Burcu (rm)’ nun yaygınlaştırma ve ticarileştirme becerilerine ilişkin örnek konuşması aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: *Yel değirmeni modelinizin özelliklerini anlatıp değerlendirir misiniz?*

Burcu (rm): *Benimki yıldırım yel değirmenleri.*

Özgür (gz): *Neden öyle bir isim koydun ki ne ismi bu?*

Burcu (rm): *Yel değirmeni firması kurdum, soyadımı verdim.*

Burcu (rm)’ nun yel değirmenine isim vermesi ve fabrika kurma düşüncesinin ürününe yönelik yaygınlaştırma, sürdürülebilir ve ticari yaklaşımda bulunduğunu göstermektedir.

“Hücre Modelim” etkinliğinde Özgür (gz) meydana getirdiği bitki hücresi için “*Okula götürüp öğretmenime vereceğim bunu. Derslerimizde gösterip kullanabiliriz*” şeklinde ifadede bulunmuştur. Bu açıklamasıyla birlikte öğrencinin hücre modeline ilişkin yaygınlaştırma amacında olduğu söylenebilir. Öğrenciler özellikle 3D STEM etkinliklerinde meydana getirdikleri ürünlerini günlük hayatlarında kullanmışlardır. Buna ilişkin “Logomu Tasarlıyorum” etkinliğinden örnek durum aşağıda yer almaktadır.

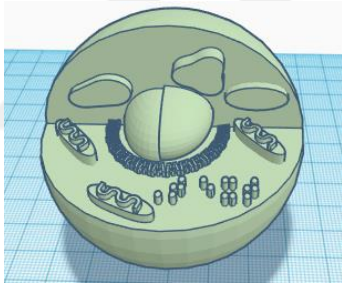
Şenay (gz): Hocam benim yaptığım anahtarlığı arkadaşlarım görünce çok beğendiler. Hatta bana sipariş verdiler. Şunu bunu yap diye. Onlar için de bir şeyler yapabilir miyim? Hatta satmayı düşünüyorum bunu.

Özgür (gz): Öğretmenim benim de öyle kardeşim çok kıskandı. Bunu 3D yazıcıdan çıkardım deyince. O da istedi. Bizim etkinliklerimiz bitince onun için de birkaç bir şey çıkartabilir miyim? Hediye etmek istiyorum.

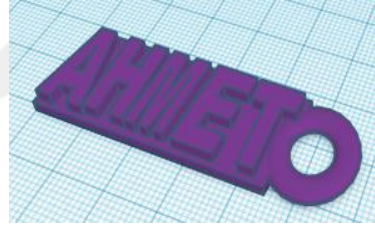
Şenay (gz) ve Özgür (gz)'ün ifadelerine bakıldığında logo tasarlama etkinliğinde meydana getirdikleri anahtarlıklarına ilişkin kullanımı yaygınlaştırma düşüncesinde oldukları görülmektedir. Şenay (gz)'in sipariş durumunu ve satışını belirtmesi ile ticarileştirme becerisi ortaya çıkmaktadır.

“Hücre Modelim” etkinliğinde Şenay (gz) kendi bitki hücresini 3D modellemesinin ardından okulda kullanılmak üzere farklı bir hücre modeli tasarlamıştır. Özgür (gz) de kardeşinin isteğine yönelik anahtarlık modeli tasarlamıştır. Buna ilişkin tasarım görüntüleri aşağıda yer almaktadır.

Şenay'ın Hücre Tasarımı



Özgür'ün Anahtarlık Tasarımı



Şekil 39. Şenay ve Özgür'ün örnek yaygınlaştırma ürünleri.

3D STEM etkinliklerinde bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma konusunda etkili olan Murat (rm) “Hocam arkadaşlarım anahtarlığımı görünce şok oldular. Daha da zor bir şey tasarladım. Hem de aşırı kullanışlı. Telefonuma kılıf yaptım. Bunu da çıkartabilir miyiz yazıcıdan. Hem belki ben bunun patentini alırım bizzat kendim yaptım” şeklinde ifadesi olmuştur. Öğrencinin kullanılabilir ve gerçekçi ürün tasarlaması ve patent alma gibi bir düşüncesinin olmasıyla birlikte ürününün kullanımını yaygınlaştırma ve ticarileştirme düşüncesinde olduğu görülmektedir.

Öğrenciler 3D STEM etkinliklerinde meydana getirdikleri ürünlerini kullanmak üzere almışlar, çevrelerindeki kişiler için de ürün meydana getirmişlerdir. Bu sayede öğrencilerin yaygınlaştırma ve geliştirme becerilerinin etkili olduğu söylenebilir.

İnovasyon becerisi kapsamında genel değerlendirme. Çalışmada öğrencilerin inovasyon becerileri kapsamında dijital çağ okuryazarlığı, sosyal ve teknik becerilerine ait alt becerilerine ulaşılmıştır. Bu beceriler mühendislik, iletişim ve işbirliği becerileri kapsamında ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler doğrultusunda her iki gruptaki öğrencilerin inovasyon becerilerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmanın bu bölümde öğrencilerin inovasyon becerileri kapsamında yaygınlaştırma ve ticarileştirme alt becerileri ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Bu kapsamda her iki gruptaki öğrencilerin ürünlerini kullanma ve çevrelerindeki kişiler için de ürünler meydana getirdikleri görülmüştür. Öğrencilerin kendileri için tasarımlarını modelledikleri etkinlikte logo, anahtarlık ve kalemlik gibi ürünlerini meydana getirdikleri ve kullandıkları, robot tasarımlarında ise kendilerinin veya toplumun problemlerine yönelik yenilikçi çözümler amacıyla robotlar geliştirdiği, hücre ve denge modellerinde ise meydana getirdikleri ürünlerini okulda kullandıkları görülmüştür. Bu sayede öğrencilerin sürdürülebilir ürün meydana getirdikleri ve yaygınlaştırma amacıyla çalışmalarını gerçekleştirdikleri söylenebilir.

Yaratıcılık becerisine ait bulgular. Bu bölümde çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin yaratıcılık becerisi özgünlük boyutunda değerlendirilecektir. Bu amaçla öğrencilerin geliştirdikleri ürünler değerlendirilmiştir. Bu bağlamda öğrenci ürünlerinin özgünlüklerine ilişkin değerlendirmeler uzman eğitimcilerin puan ve açıklamalarından ve araştırmacının gözlem notlarından yola çıkılarak yapılmıştır. STEM etkinlikleri kapsamında öğrencilerin yaratıcılık becerisi kapsamındaki özgünlük alt boyutu aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 24

Öğrencilerin Ortaya Çıkan Yaratıcılık Becerisi

Etkinlik	Yaratıcılık Becerisi
	Özgünlük
Köprümü Yapıyorum	√
Yel Değirmeni	√
Fırlatıyorum!	√
Uçurtma	√

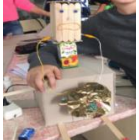
Logomu Tasarlıyorum	√
Küp Çözen Robot	√
Benim Robotum	√
Fraktal	√
Hücre Modeli	√
Denge Modelim	√

Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince yaratıcılık becerilerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Etkinliklerde ortaya çıkan yaratıcılık becerisi kapsamında özgünlük alt boyutuna ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur. STEM etkinlikleri sürecinde öğrencilerin meydana getirdiği ürünlerin özgünlük kapsamında değerlendirilmeleri sonucunda farklı etkinliklerde öğrencilerin yaratıcılık becerilerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Buna ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz)' in meydana getirdiği ve uzman eğitimcilerin değerlendirmeleri sonucunda özgün olduğuna yönelik ortak kanıya varılan ürünleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 25

Mehmet' in Ürün Yaratıcılık Değerlendirmesi

						
Puan	8	8	7	6	6	8
Açıklama	Özgünlüğü yüksek bir ürün	Özgün bir eser	Oyunun karakterinin düşünülmesi yaratıcılık göstergesi	Canavar figürünün yapımı özgün	Amacı sebebiyle özgün	Destek noktasının tasarımı özgün
Puan	8	10	7	7	5	7
Açıklama	Ejderha şeklinde köprü yapılması özgün	Robot şeklinde olması özgün	Oyun karakterinden yola çıkarak tasarım yapma özgün	Ortaya çıkan ürün orijinal	Farklı bir düşünce tasarımı	Destek noktası orijinal

Yaptığı köprü modelini sıradanlıkтан çıkartıp ejderha modeli de ekleyerek yaratıcılık gösterdi..

Şekil 40. Mehmet' in köprü modeline ilişkin gözlemci notu.

modeline kendinden bir sayılar ekledi, mesela robot şeklinde bir yel değirmeni yapması

Şekil 41. Mehmet' in yel değirmeni modeline ilişkin gözlemci notu.

Fikrini oyun karakterinden aldı ama tasarım ve özellikler tamamen kendine attı, farklıydı

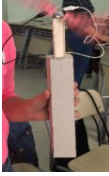
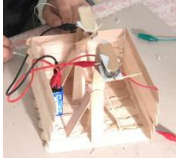
Şekil 42. Mehmet' in mancınık modeline ilişkin gözlemci notu.

Uzman değerlendirmeleri ve gözlem notları doğrultusunda Mehmet (gz)' in ürünlerinin özgünlüğü ortaya konulmuştur. Bu değerlendirmeler sonucunda Mehmet (gz)' in ejderha şeklinde köprü, robot şeklinde yel değirmeni ve denge modelinin tasarım açısından özgün olduğuna ulaşılmıştır. Öğrencinin oyun karakterinden yola çıkarak tasarladığı mancınığı ve kendisini koruması düşüncesiyle tasarladığı robotu farklı bir düşüncenin ürüne yansması olduğundan dolayı orijinal olarak değerlendirilmiştir.

Şenay (gz) ve Özgür (gz)' ün meydana getirdiği ve uzman eğitimcilerin değerlendirmeleri sonucunda özgün olduğuna yönelik ortak kanıya varılan ürünleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 26

Şenay ve Özgür'ün Ürün Yaratıcılık Değerlendirmesi

	Şenay'ın Ürünü	Özgür'ün Ürünleri				
						
Puan	6	6	6	6	7	6
Açıklama	Yükseklik-rüzgar ilişkisi özgün	Hedef ağırlıkla mücadele olduğu için amaca iyi yönelebilmek bile özgünlük göstergesi	Koruma fikri ürüne özgünlük katmış	Uzun şiş kullanılması özgünlük	Farklı bir düşünce	İlham aldığı eser özgün
Puan	8	10	9	9	6	6
Açıklama	Yükseklik düşüncesi özgün	Trenler için köprü düşüncesi özgün	Fazla enerji için sık ve korunaklı türbin özgün	Amacına uygun uzun çubuk kullanımı özgün	Orijinal bir uçurtma türü	İşlevsel olarak farklı bir anahtarlık

Öğün bir model ortaya koydu ve dengede durabilmesi için destek konusu üzerinde çok durdu.

Şekil 43. Ömer' in köprü modeline ilişkin gözlemci notu.

Tincercod programını 3D bir şekilde kullanarak özgün bir model tasarladı.

Şekil 44. Ömer' in logo modeline ilişkin gözlemci notu.

Gösterilen örnek modellere benzemesin diye çok uğraştı.

Şekil 45. Ömer' in mancınık modeline ilişkin gözlemci notu.

Pil ve kablolarla denebilen yel değirmeni tasarlayabildi. Farklı oldu

Şekil 46. Şenay' ın yel değirmeni modeline ilişkin gözlem notu.

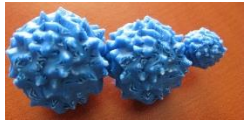
Şenay (gz)' ın "Yel Değirmeni" etkinliğinde "Rüzgâr türbinimde yüksek bir gövde yapacağım ki daha çok rüzgâr alıp daha çok enerji üretebilsin" açıklamasında bulunarak ürününü meydana getirmiştir. Öğrencinin bu düşüncesinden yola çıkarak meydana getirdiği ürünü özgün olarak değerlendirilmiştir.

Benzer şekilde Özgür (gz)' ün trenlerin aşağıdan ve yukarıdan geçebileceği köprü modeli ve atış kolunun daha esnek ve uzun olması amacıyla uç uca çubuk eklediği mancınık modeli öğrencinin farklılık içeren düşüncesini ürününe yansıttığından dolayı özgün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencinin üç boyutlu uçurtma modeli, stres çarkı özelliği olan anahtarlığı ve sık aralıklarla korunaklı bir bölgede yerleştirdiği rüzgâr türbini tasarım açısından özgün olarak değerlendirilmiştir.

Murat (rm)' ın meydana getirdiği ve uzman eğitimcilerin değerlendirmeleri sonucunda özgün olduğuna yönelik ortak kanıya varılan ürünleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 27

Murat' ın Ürün Yaratıcılık Değerlendirmesi

				
Puan	6	5	5	7
Açıklama	Alışlagelmiş modelin dışında bir şekle sahip	Tasarım özgün	Fikir özgün değil ama ürün özgün	Kullanılan şekil ve ortaya çıkan ürün özgün
Puan	6	8	5	7
Açıklama	Uçurtmanın tasarım şekli orjinal	Kendi tasarımı olması özgünlük	Farklı bir robot tasarımı	Bilindik fraktal şekillerinden farklı

Kendisine ait bir logo tasarlamış ve bunu Youtube kanalında kullanıyormuş. Bunu anahtarlık olarak da kullanmak için logosunu kullandı.

Şekil 47. Murat'ın logo modeline ilişkin araştırmacı notu.

Uçurtmasını dikdörtgen olarak yaptı. Standart altıgen uçurtma yapmak istemediği için söyledi.

Şekil 48. Murat'ın uçurtma modeline ilişkin araştırmacı notu.

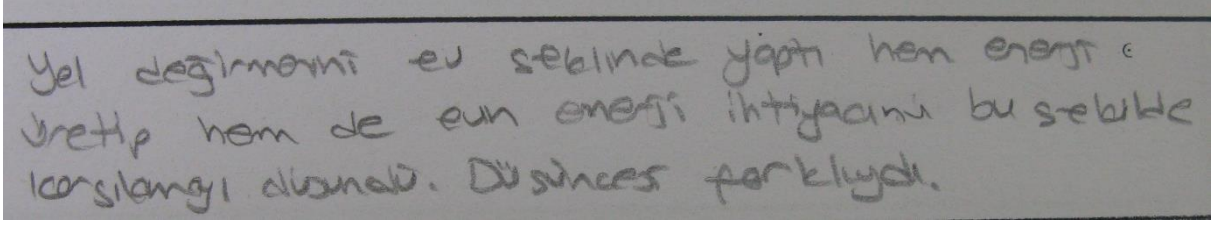
Murat (rm)'in dikdörtgen uçurtması, kendi isminin baş harfinden yola çıkarak tasarladığı anahtarlığı, kendisinin getir-götür işlerini yapacağı robot modeli ve kar küresi fraktal tasarımı açısından farklı olduğu düşünülerek özgün olduğu değerlendirilmiştir.

Seda (rm), Burcu (rm) ve Fatih (rm)'in meydana getirdiği ve özgün olduğuna yönelik ortak kaniya varılan ürünleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 28

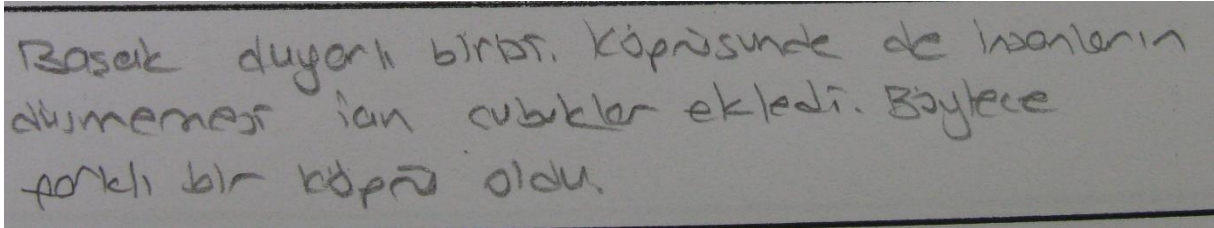
Seda, Burcu ve Fatih'in Ürün Yaratıcılık Değerlendirmesi

	Seda'nın Ürünü	Burcu'nun Ürünleri	Fatih'in Ürünü	
				
Puan	5	7	6	7
Açıklama	Özgünlük açısından pek çok benzeri olan bir model	Korkuluk fikri diğerlerinden ayıran özelliği	Kullanılan şekil ve ortaya çıkan ürün özgün	Sosyal sorumluluk yüklü bir ürün ortaya koyması özgün bir davranış
Puan	7	7	5	9
Açıklama	Yel değirmeni ev yapıp elektirik kullanımı özgün	Köprü'nün işlevselliği orjinal	Fraktal modelini oluşturma şekli orjinal	Toplumsal bir probleme duyarlı olması özgün



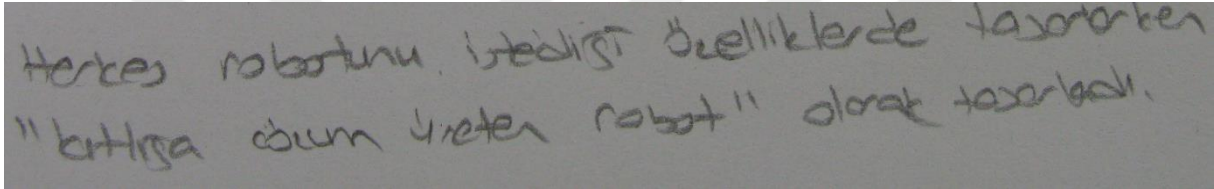
Yel değirmeni ev sebinde yaptı hem enerji üretip hem de evün enerji ihtiyacını bu şekilde karşılayı olundu. Düşünces farklıydı.

Şekil 49. Seda' nın yel değirmeni modeline ilişkin araştırmacı notu.



Bazak duyarlı birisi. Köprüsünde de insanların düşmemesi için cubuklar ekledi. Böylece farklı bir köprü oldu.

Şekil 50. Burcu' nun köprü modeline ilişkin araştırmacı notu.



Herkes robotunu istediği özelliklerde tasarırken "kıtığa çözüm üreten robot" olarak tasarladı.

Şekil 51. Fatih' in mancınık modeline ilişkin araştırmacı notu.

Seda (rm) yel değirmeni modelini “çatısı yel değirmeni olup enerji elde edilecek ve evde o enerji kullanılacak” ifadeleriyle açıklamıştır. Öğrencinin bu düşüncesinden yola çıkarak meydana getirdiği ürünü özgün olarak değerlendirilmiştir.

Benzer şekilde Burcu (rm)' nun köprü modelini “insanların geçmesi için bir köprü yaptım ve köprünün yanlarına insanların tutunabilecekleri korkuluk ekledim” şeklinde açıklamıştır. Öğrencinin bu düşüncesinden yola çıkarak meydana getirdiği ürünü özgün olarak değerlendirilmiştir. Burcu fraktal modelini kendi tasarımı doğrultusunda hazırlamış ve bu sebeple şekil açısından özgün olarak nitelendirilmiştir.

Fatih (rm), “Benim Robotum” etkinliğinde küresel bir problem olan kıtlığa çözüm bulmak amacıyla robot meydana getirmiştir. Öğrencinin probleme duyarlı olması ve çözüme yönelik ürün meydana getirmesi özgünlük olarak değerlendirilmiştir.

Ürün değerlendirmeleri sonucunda farklı içerikli STEM etkinlikleri sayesinde öğrencilerin yaratıcılık becerilerinin ortaya çıkmasına fırsat sağlandığı düşünülmektedir.

Yaratıcılık becerisi kapsamında genel değerlendirme. Yaratıcılık kapsamında öğrencilerin meydana getirdikleri tasarım ve modellerinin incelenmesi ile kendilerine özgü ve kendi düşünceleri doğrultusunda ürünler meydana getirmişlerdir. Öğrencilerin meydana getirdikleri ürünlerinin yaratıcılık kapsamında özgünlüğünün değerlendirilmesi ile her öğrencinin farklı STEM etkinliğinde bu becerisinin ortaya çıktığı görülmektedir. Her iki grupta yer alan öğrencilerin tasarım çizimleri ve somut ürünlerinin kullanışlı ve gerçekçi oldukları görülmektedir. Öğrencilerin yaratıcılıklarını yansıttığı ürünlerin meydana getirilmesinde öğrencilerin etkileşimde bulunduğu ortamdan kaynaklandığı söylenebilir. STEM etkinliği sayesinde öğrencilerin beraber iletişimde bulunarak çalışmaları, iletişim teknolojilerinden faydalanmaları ve etkinlikte yer alan malzeme çeşitliğinin olması öğrencilerin ürünlerinin özgün ve orijinal olmasını sağladığı düşünülmektedir.

STEM etkinlikleri öğrencilerin kendi düşüncelerini rahatlıkla ifade edebileceği ve kendi düşüncelerini ürünlerine yansıtabilecekleri şekilde esnek olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sayede her öğrencinin kendi fikrini ve düşüncesini yansıtabilmesine olanak sağlanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin isteklerini yansıtabilmeleri amacıyla özgür çalışmalarına fırsat verilerek bu konuda malzeme ve etkinlik içeriğinde çeşitlilik sağlanmıştır.

Yaşam ve kariyer becerilerine ait bulgular. Bu bölümde çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları yaşam ve kariyer becerileri ortaya çıkan alt becerileri boyutunda değerlendirilecektir. Öğrencilerin yaşam ve kariyer becerileri kapsamında değerlendirilmeleri sonucunda hedef belirleme, geçmiş deneyimlerden faydalanma, yapıcı eleştiride bulunma, farklı görüş ve düşünceleri anlama, yapılan geri bildirimleri sürece dâhil etme, esneklik, uyum sağlama, farklı görüşleri anlama ve anlayış içerisinde çalışabilme, beceri düzeylerini yükseltme ve motivasyon alt becerilerine ulaşılmıştır. STEM etkinlikleri kapsamında öğrencilerin kullandıkları yaşam ve kariyer becerisi alt becerileri ile aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 29

Öğrencilerin Kullandığı Yaşam ve Kariyer Becerisi

Etkinlik	Yaşam ve Kariyer Becerisi					
	Esneklik ve uyum	Hedef belirleme	Yapıcı eleştiride bulunma	Geri bildirim sürecine dâhil etme	Beceri düzeyi yükseltme	Motivasyon
Köprümü Yapıyorum	√	√	√	√	√	√
Yel Değirmeni	√	√	√	√	√	√
Fırlatıyorum!	√	√	√	√	√	√
Uçurtma	√	√	√	√	√	√
Logomu Tasarlıyorum	√	√	√	√	√	√
Küp Çözen Robot	√	√	√	√	√	√
Benim Robotum	√	√	√	√	√	√
Fraktal	√	√	√	√	√	√
Hücre Modeli	√	√	√	√	√	√
Denge Modelim	√	√	√	√	√	√

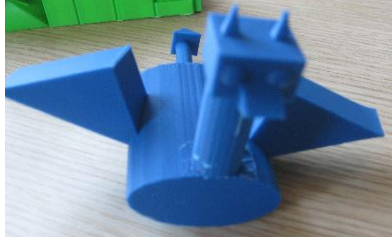
Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince yaşam ve kariyer becerilerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Etkinliklerde ortaya çıkan yaşam ve kariyer becerileri kapsamında alt becerilere ilişkin örnek durumlar aşağıda sunulmuştur.

STEM etkinlikleri süresince öğrenciler sunulan probleme yönelik tanım ve çözümlerini belirli hedefler doğrultusunda çalışarak gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin problem tanımı ve probleme yönelik çözümlerini oluşturmalarının hedef belirlemelerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

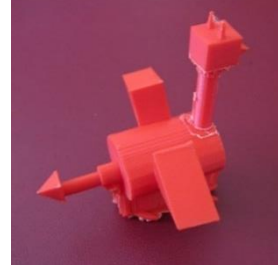
Öğrencilerin STEM etkinliklerinin uygulamalarında bir önceki etkinlikteki deneyimlerinden faydalandıkları görülmektedir. Öğrencilerin özellikle yeni deneyim kazandıkları 3D STEM etkinliklerinde bu durum gözlemlenmiştir. İlk 3D STEM etkinliği olan “Logomu Tasarlıyorum” etkinliğinde 3D yazıcının çalışma mekanizması bilinmediğinden Mehmet’ in dinozor modelinde bazı parçalar eksik çıkmıştı. Öğrencinin “Benim Robotum” etkinliğinde de benzer şekilde dinozor şeklinde robot ürettiği

görülmüştür. Bu ürünün ise istediği şekilde ve eksiksiz olduğu görülmektedir. Bu sonuca dayalı olarak öğrencinin geçmiş STEM etkinliklerindeki deneyimlerinden faydalandığı görülmektedir. Buna ilişkin öğrencinin ürünlerinin görüntüleri aşağıda verilmiştir.

“Logomu Tasarlıyorum” Etkinliği



“Benim Robotum” Etkinliği



Şekil 52. Mehmet’ in robot modellerinin karşılaştırılma görüntüsü.

Öğrencilerin geçmiş deneyimlerinden yararlanmalarına ilişkin örnek bir durum “Logomu Tasarlıyorum” etkinliğinde gerçekleşmiştir. Özgür (gz) ve Mehmet (gz)’ in daha önce karşılaştıkları 3D modelleme deneyimlerini STEM etkinliklerine yansıttıkları görülmektedir.

Araştırmacı: 3D yazıcı veya modelleme programlarını daha önce hiç duydunuz mu?

Özgür (gz): BİLSEM’ e gittiğimde timsah gibi bir şey tasarlıyorlardı o zaman görmüştüm.

Mehmet (gz): Tincercad diye bir program kullanıyorduk 6. sınıftayken bir stres çarkı yazdırmıştım. Bir program daha kullanıyorduk Scratch’ tı.

Özgür (gz): Hocam biz Scratch’ ı geçen sene bilgisayar dersinde kullanıyorduk ve birçok şey tasarlıyorduk.

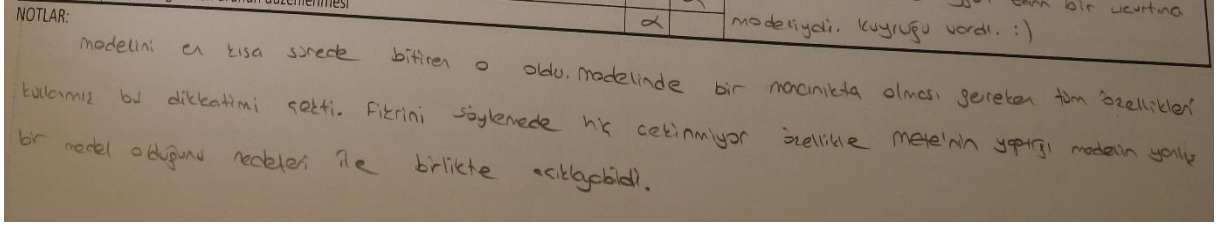
Öğrenciler etkinlik süresince birbirleri ile iletişim ve etkileşim halinde çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Bu süreçte birbirleriyle görüşlerini paylaşmışlar ve yardımlaşmışlardır. “Mancınık” etkinliğinde Mehmet (gz)’ in ürününe yönelik Şenay (gz) ve Özgür (gz) yapıcı eleştiride bulunurken, Murat (rm)’ in arkadaşını motive ettiği görülmektedir. Buna ilişkin öğrenciler arasında gerçekleşen konuşma ve gözlem notu aşağıda sunulmuştur.

Şenay (gz): Mehmet’ in modeli orijinal ama mancınık olmamış. Atamıyor çünkü.

Özgür (gz): Hem özgün model yapmalıyız hem de kullanılabilir olmalı.

Mehmet (gz): Aslında daha sert bir yayı monte edebilseydim bu da fırlatabilirdi.

Murat (rm): Yaratıcı aslında.



Şekil 53. Şenay'ın eleştirisine yönelik gözlemci notu.

Şenay (gz), Özgür (gz) ve Murat (rm)'in yapıcı eleştirileri karşısında Mehmet (gz)'in arkadaşlarının görüşlerini anlayışla karşıladığı görülmektedir. Aynı etkinlikte Murat (rm)'in meydana getirdiği ürününe ilişkin Burcu (rm) ve Murat (rm) arasında gerçekleşen konuşma aşağıda sunulmuştur.

Burcu: Aslında dar aç değil de geniş aç olsaydı şurası (zemin ile atıcı kol arasını kastederek)

Murat: Evet, benim bir hatam vardı başta çok yüksek yapamamıştım atıcı kolu ama sonra ek destekler koyarak bu aradaki açığı arttırdım. Bu kadar olabildi.

Öğrencilerin ifadelerine bakıldığında Burcu (rm)'nin Murat (rm)'in modeline yönelik yapıcı eleştiride bulunduğu görülmektedir. Murat'ın da arkadaşının görüşüyle hem fikir olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu şekilde yapıcı eleştirilerde bulunarak, farklı görüş ve düşünceleri anlayıp iletişim kurmalarıyla çalışma ortamında sorunsuz şekilde çalışabilmeyi fark etmeleri sağlanmaktadır.

“Yel Değirmeni” etkinliğinde tartışma ortamı sürecinde öğrencilerin birbirlerinin görüş düşüncelerine ilişkin yapıcı eleştirilerde bulundukları ve yapılan eleştirilere karşı görüş ve düşüncelerini ifade ettikleri görülmektedir.

Araştırmacı: Çevre kirliliğine yönelik çözüm önerileriniz nelerdir?

Şenay (gz): Aslında çevre kirliliğini önlemek için atıklarımızı uzaya gönderebiliriz hem uzayda varlıkların yaşadığı tam olarak kanıtlanmış değil uzay sonsuzsa madem oraya gönderebiliriz.

Mehmet (gz): Bilim adamları uzayda yaşayabileceğimizi planlıyor eğer biz uzayı şimdiden kirlitirsek daha uzaya taşınmadan yok ederiz.

Özgür (gz): Ben Şenay arkadaşımızın düşüncesine katılmıyorum, yani dünyayı mahvettikten sonra uzayı da mı mahvedeceğiz? Geri dönüşüm çok önemli bir şey biliyorsunuz bence atıkları geri dönüştürerek kirliliğini önleyebiliriz. Önemli olan doğada çözünmesi çok zor atıklar da mesela kâğıt ve poşet eğer bunları dönüştürürsek diğerleri yok ediliyor. Bunları rayına oturtmalıyız.

Şenay (gz): Bence uzaya gönderme işini artık çok zor durumda kalırsak uygulayabiliriz.

Özgür (gz): Herkes kendi evinin önünü temizlese aslında dünyada kirlilik kalmaz.

Şenay (gz), Mehmet (gz) ve Özgür (gz) arasında çevre kirliliğine yönelik çözüm önerilerinde birbirlerinin görüşlerini değerlendirerek eleştirilerde bulundukları görülmektedir. Şenay (gz)' ın çevre kirliliğine yönelik uzaya çöpleri taşıma fikrinin Mehmet ve Özgür tarafından eleştirildiği, Şenay (gz)' ın ise bu eleştirilere yönelik açıklama yaptığı görülmektedir.

STEM etkinlikleri kapsamında öğrenciler ilk kez Lego kullanarak “Küp Çözen Robot” yapmışlardır. Bu açıdan öğrencilerin yeni bir bağlama uyum sağladıkları ve etkili bir şekilde çalıştıkları görülmüştür. Bu süreçte öğrenciler işbirliği halinde çalışarak robotlarına yönelik neyi nasıl yapacaklarına ilişkin görüş paylaşımında bulunarak görev dağılımı yapmışlardır. Bu süreçte birbirlerinin düşüncelerini anlayarak uzlaşmacı tavırda oldukları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin grup olarak etkili çalışmalarında grup akli olarak ne yapacaklarına yönelik beraber karar verdikleri ve hedef belirledikleri görülmüştür. Lego setlerinin kullanılarak küp çözen robot meydana getirmenin ardından öğrencilerin kendi istedikleri özelliklerde robot meydana getirebilecekleri “Benim Robotum” etkinliği gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin robot etkinliğinde aynı bağlam içerisinde iki farklı şekilde etkili bir çalışma gerçekleştirdikleri söylenebilir.

Burcu (rm) ve Seda (rm)' nın bilgisayar kullanmada deneyimlerinin az olması sebebiyle teknoloji kullanımının etkili olduğu 3D STEM etkinliklerinde isteksiz oldukları gözlemlenmiştir. İlk 3D STEM etkinliklerinde teknik becerilerinin yetersiz olduğu ilerleyen etkinliklerde ise çalışmalarda bulunarak gayret gösterdikleri ve bu becerilerini geliştirmeye çalıştıkları görülmektedir. Buna ilişkin örnek gözlem notları aşağıda sunulmuştur.

Şekil 54. Burcu' ya ait “Fırlatıyorum!” etkinliği gözlemci notu.

Şekil 55. Seda' ya ait "Yel Değirmeni" etkinliği gözlemci notu.

nasıl düzeltere bileceğini düşündü ama yaparken hep bir hata verdi. Distrik modeli ayırttı yani 3D yazıcıdan çıkarmaya uygun değildi.

Şekil 56. Fatih e ait "Fraktal" etkinliği gözlemci notu.

Öğrencilerin 3D modellemede etkinlikleri ile teknik becerilerinin gelişimini sağlamaya çalıştıkları gözlemlenmiştir. Özellikle "Fraktal" ve "Denge Modeli" etkinliğinde 3D modelleme konusunda başarısızlıklar yaşamışlar fakat vazgeçmeden çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Öğrencilerin bu çalışmalarında farklı modeller deneyerek başarılı olma gayretinde oldukları görülmektedir. Buna ilişkin örnek gözlem notları aşağıda sunulmuştur.

Kimsede olmayı farklı bir model tasarlayarak mühendislik becerisini kullandı. Ancak ölçeklerini daha iyi ayarlayabilirdi.

Şekil 57. Şenay' a ait "Logomu Tasarlıyorum" etkinliği gözlemci notu.

modelinin nasıl hareket edebilmesi gerektiğini düşünerek farklı bakış açıları geliştirdi.

Şekil 58. Özgür' e ait "Denge Modelim" etkinliği gözlemci notu.

modelinde dengeyi en iyi sağlayabilmek açısından araştırmalar yaptı ve modelini değiştirip yeni model yaptı.

Şekil 59. Mehmet' e ait "Denge Modelim" etkinliği gözlemci notu.

Öğrencilerin önceki 3D STEM etkinliklerindeki deneyimlerden faydalanarak Tinkercad' de ölçüm yapma ve 3D yazıcıda etkili model oluşturma konusunda dikkatli

çalıştıkları görülmektedir. Bu tür etkinlikler sayesinde öğrencilerin 3D modelleme konusunda deneyim kazanarak beceri düzeylerini yükseltmeye çalıştıkları söylenebilir.

Yaşam ve kariyer becerileri kapsamında genel değerlendirme. Çalışmada yer alan öğrencilerin yaşam ve kariyer becerileri kapsamında değerlendirilmeleri sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin bu becerilerinin gelişimlerinde ve ortaya çıkmalarında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin STEM etkinliklerindeki deneyimleri ile yaşam ve kariyer becerilerinin etkili olması sağlanmıştır. Bu sayede ileride gerçekleştirecekleri akademik ve mesleki çalışmalarında uyumlu ve etkili birey olmalarını sağlayıcı becerilerinin ortaya çıkması sağlanmıştır. Bu sayede öğrencilerin farklı ekiplerle belirli amaç doğrultusunda çalışabilmelerinde uyumlu ve esnek olmaları, kendilerinin bir başkasının çalışmasına yönelik eleştiride bulunabileceği aynı şekilde kendi çalışmasının da eleştirilebileceği, bu tür farklı ve görüş ve düşünceleri anlayarak kendi çalışma sürecine dâhil etmesinin önemli olduğunu bizzat deneyimlemeleri sağlanmıştır.

Son STEM etkinliğinin gerçekleştirilmesinin ardından öğrencilerin STEM etkinliklerinde yaşadıkları deneyimlere yönelik görüş ve düşüncelerini paylaşımları istenmiştir.

Şenay (gz): Kendime özgü model tasarlayabildim.

Mehmet (gz): Böylece öğretim daha eğlenceli oldu.

Seda (gz): Çok yetenekli ve güzel hissettirdi.

Özgür (gz): Ben baya gurur duydum.

Burcu (rm): Biraz zorlandım ama çok eğlenceliydi, kendime has bir şey yapmak özgüvenimi arttırdı.

Murat (rm): Egolu hissettirdi.

Fatih (rm): Çok güzel hissettirdi, eğlenceliydi.

Öğrencilerin STEM etkinliklerinde olumlu deneyimler yaşamalarının ileride gerçekleştirecekleri çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin STEM etkinliklerinde yer alarak motivasyonlarının sağlandığı bu sayede STEM kariyer alanlarına yönelimlerinde sürdürülebilirliğin sağlanabileceği düşünülmektedir.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu araştırmanın ikinci alt probleme yönelik bulgularda üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM disiplinlerine ve 10 hafta boyunca gerçekleştirilen STEM eğitimine yönelik görüşleri değerlendirilmiştir. İkinci alt probleme ilişkin bulgular “STEM

Disiplinlerine Yönelik Görüşler“, “STEM Etkinliklerine Yönelik Görüşler” ve “Uygulayıcıya Yönelik Görüşler” alt başlıkları altında sunulmuştur.

STEM disiplinlerine yönelik görüşler. Öğrencilerle STEM uygulamaları öncesi ve sonrasında STEM disiplinlerine ilişkin bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiş ve bu görüşmelerden elde edilen veriler fen, teknoloji, mühendislik ve matematik başlıkları altında sunulmuştur.

STEM uygulamaları öncesi-sonrası öğrencilerin fen bilimlerine yönelik görüşleri. STEM uygulamaları öncesi öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi ile fizik, kimya ve biyoloji alanları, okulda öğretilen ders ve deney yapma kategorilerine ulaşılmıştır. Bu durumlara ilişkin örnek öğrenci ifadeleri aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz): Fen benim için biyoloji, kimya yani onun gibi sevdiğim dersler oluyor. Daha çok doğayı anlatan yani doğal şeylerle ilgilenen bilim, ders diye de aklıma geliyor, benim en sevdiğim ilk ana dört dersten en sevdiğim ders.

Şenay (gz): Mesela insan vücudunun incelenmesi, bitkiler, hayvanlar... Bu gibi şeyler fendir.

Özgür (gz): Fen demek fizik, kimya ve biyolojidir. Şimdi bizim dersimiz fen bilgisi sonra fizik, kimya ve biyoloji diye bu ders alanlarına ayrılacak.

Murat (rm): Fizik, kimya, biyoloji bunlar fendir.

Burcu (rm): Fen demek eğlenceli deneyler demek, buluşlar, icatlar. Yeni şeyleri keşfetmek, incelemek demek.

Fatih (rm): Fen denilince aklıma laboratuvar geliyor. Bilim adamları çalışma yapıyor öyle. Deney tüpleri, patlama yapmak.

Seda (rm): Bitkiler, doğa, hayvanlar fendir. Doğadaki canlıların incelenmesi, insan vücudunun, organların yapısının incelenmesi.

STEM uygulamaları öncesinde öğrencilerin fen bilimlerine yönelik görüşleri değerlendirildiğinde fizik, kimya ve biyoloji alt dallarını içeren bilim olduğu yönünde açıklamaların yapıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin fen ve fen bilimleri denildiğinde okulda görmekte oldukları fen bilgisi derslerini belirttikleri görülmektedir. Bu görüşleri doğrultusunda öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin tanımlamalarının kısıtlı olduğu söylenebilir. Bunun sebebi olarak fen biliminin diğer disiplinler ile ilişkilendirmelerinin yapılmaması ve fen eğitiminin eğitim-öğretim ortamlarında ağırlıklı olarak akademik bilgi şeklinde sunulması düşünülmektedir.

STEM uygulamaları sonrasında öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi ile fizik, kimya ve biyoloji alanları, bu alanlarla ilişkili diğer alanlar ve gerçek yaşamla ilişkili olması şeklinde kategorilere ulaşılmıştır. Bu durumlara ilişkin örnek öğrenci ifadeleri aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz): Her şey aklıma geliyor fen denilince. Hangisini anlatayım kısaca her şey fene girer. Yemek yapmak bile.

Şenay (gz): Fen hayattır yani fen her şeye giriyor. Fizik, kimya, biyoloji olarak dalları var ama hayatın ta kendisi bence.

Özgür (gz): 3 dala ayrılır fen; fizik, kimya ve biyoloji. İnsan vücudu veya hayvan vücudu böyle bir yaşam yapısı biyoloji ile alakalı mesela atıyorum doğa kanunları, merkez kaç gibi kurallar fizikle alakalı işte maddenin yapısı hangi bileşenlerden, moleküllerden oluştuğu bunlar kimya ile ilgili bunların en geneli de fen. Bu dallarda kendi aralarında farklı alanlara ayrılıyor.

Murat (rm): Fen benim için hayat, hayatı tanımlayan her şey. Bizim vücudumuzda oluşan şeyleri anlatabiliyor. Hayvanları, çoğalmayı anlatabiliyor. Elektrik, su bence her şey fenle alakalı.

Burcu (rm): Fen mesela denge, fizik gibi konuların toplamı gibi bir şey. Bu konudaki bilim dalı.

Fatih (rm): Bence hayatımızdaki bütün olaylar ve mantıklar fen ile alakalı. Mesela hayatta her şeyin yapı taşı atom, Dünya da her şeyin oluşumu, Dünyanın dengesi ve evrenin dengesi bence bunların hepsi fen ile alakalı. Hayatımızdaki her şey fen.

Seda (rm): Hayatımızın çoğu zaten fen. Bizim vücudumuzdaki sistemler, hücrelerimiz sonra mikroplar falan gözümüzle göremeyeceğimiz şeyler. Hayatımızın neredeyse hepsi fen bence.

Öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin tanımlamalarına bakıldığında çeşitli disiplinlerle ve gerçek yaşama yönelik ilişkilendirmeler yapıldığı görülmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin tanımlama yapmalarında genelleme ve gerekçelendirmelerde bulunarak kendilerini etkili bir şekilde ifade ettikleri söylenebilir. Bu durumun çalışmada fen bilimlerinin ayrı bir disiplin şeklinde değil STEM bağlamında ve uygulamalı şekilde etkinliklerde yer almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada yer alan tartışma ve uygulamalarla öğrencilerin ilişkilendirme yapmalarının sağlanması ile fen bilimlerinin bağımsız bir disiplin olmasından öte diğer disiplinlerle ve gerçek yaşamla ilişkili bilim dalı olduğu görüşünün benimsendiği söylenebilir.

STEM uygulamaları öncesi-sonrası öğrencilerin teknolojiye yönelik görüşleri. STEM uygulamaları öncesinde öğrencilerin teknoloji ve teknolojik araçlara ilişkin görüşlerinde elektrik-elektronik aletler ve gelişim kategorilerine ulaşılmıştır. Bu bulgulara ilişkin örnek öğrenci görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz): Akıllı tahta, bilgisayar, tabletler, uçan arabalar teknolojidir.

Şenay (gz): Elektronik aletler aklıma geliyor. Mesela kronometre, mikroskop, akıllı tahtalar.

Özgür (gz): Geliştirilebilir şeyler. Mesela masa. Önceden icat edilmiş sonra geliştirilmiş açılabilir yapılmış. Bunların hepsi teknolojik araçtır.

Murat (rm): Elektrikle çalışan aletler teknolojidir. Sizin cep telefonunuz, kamera, ses kayıt cihazı bunlar.

Burcu (rm): Çağımızda kullanılan şeyler; telefon, bilgisayar, televizyon yeni şeyler bence. Yeni olarak kullandıklarımız, eski olanlar teknoloji olmaz bence.

Fatih (rm): Teknolojik araçlar geliştiriliyor teknolojide. Akıllı tahta, bilgisayar, telefon.

Seda (rm): Kablolar aklıma geliyor. Elektrikle çalışan eşyalar. Gelişmiş araçlar teknolojiye girer bence.

Öğrencilerin teknolojiye ilişkin yaptıkları tanımlama ve açıklamalarda genelde elektrik ve elektronik aletlerin teknoloji olduğunun ifade edildiği görülmektedir. Teknolojik araç örneklerinin de benzer şekilde elektrikle çalışan bilgisayar, akıllı tahta, cep telefonu gibi araçlar olduğu görülmektedir. Öğrencilerin teknoloji tanımını teknolojik araçlardan yola çıkarak yapmalarında okul ve okul dışı ortamlarda belli teknolojik araçlarla etkileşimde olmaları neden olabilir. Öğrencilerin okullarındaki ve BİLSEM' deki teknoloji kullanımlarının kısıtlı olması ve teknoloji uygulamalarının çok fazla yer edinmemesi sebebiyle teknolojiye yönelik öğrenci görüşlerinin de kısıtlı olduğu söylenebilir.

STEM uygulamaları sonrası gerçekleştirilen görüşmeler ile öğrencilerin teknolojiye ilişkin değerlendirilmelerinde insan ihtiyacını karşılama, gelişim ve değişim kategorilerine ulaşılmıştır.

Mehmet (gz): Teknoloji hayatımızda sürekli artan yani sürekli böyle yükselen artık bir bilim dalına dönüşme olasılığı olan bir şey yani. Teknoloji denilince aklıma ilk olarak bilgisayar ve sayısal bilgiler geliyor. Ama elektrikle çalışmayı gerekmiyor aslında teknoloji yani var olan bir şeyden yeni bir şey geliştirince teknolojik bir alet oluyor. Mesela şu sineklik bile teknolojik bir şey koltukların rahatlığı mesela mürekkepli kalemler sonra internet, fotokopi makinesi, ses kaydedici...

Şenay (gz): Teknoloji olarak bence gelişebilen her türlü şey girer. İhtiyaçlar yüzünden mesela daha eski çağlarda falan savaşlarda hep kılıç, kalkan falan ama top geliştiği zaman Fatih Sultan Mehmet o şekilde fethetmişti İstanbul'u. Hani bir şey geliştiği zaman o ihtiyaca göre gelişiyor gelişmese olmazdı bence.

Özgür (gz): Teknoloji mühendisliğin ortaya koyduğu ve insanların işine yarayan her şeydir.

Murat (rm): Hocam teknoloji benim için elektrikle çalışan her şey. Elektronik olmayan şeyler bana teknoloji gibi gelmiyor. Yani onlar sadece birer eşyadır ama elektrikli şeyler teknolojik araçtır.

Burcu (rm): Teknoloji bütün insanlara yardım yani insanların işine yarayacak hayatlarını kolaylaştıracak şeye denir. Eşyalara, ürünlere.

Fatih (rm): Teknoloji bence insan hayatını kolaylaştıran bulunmuş her türlü alet.

Seda (rm): Teknoloji hayatımızı kolaylaştıran bir şeydir. Araçlar, eşyalar bunlar bizim ihtiyacımızla gelişir.

Öğrencilerin STEM uygulamaları sonrasında teknolojiye ilişkin görüşlerine bakıldığında insan ihtiyaçlarına cevap vermesi ve bu doğrultuda geçmişten itibaren gelişim ve değişim gösteren araçlar olarak ifade edilmektedir. Teknolojik araçlara ilişkin görüşlerin elektrik ve elektronik aletlerin yanı sıra insan ihtiyacına cevap verebilen ürünlerin de teknoloji olarak örneklendirildiği görülmektedir. Öğrencilerin teknoloji ve teknolojik araçlara ilişkin görüşlerinin bu şekilde derinlemesine ve kapsamlı olmasında STEM etkinliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Etkinliklerde geçmişten günümüze teknolojik araçların gelişim ve değişimleri konu edilmiş ve buna yönelik tartışma ortamları oluşturulmuştur. Aynı zamanda robot yapımı, Tinkercad programı, bilgisayar, internet ve 3D yazıcı kullanımı etkinliklerde yer almıştır. Öğrencilerin medya, bilgi ve iletişim teknolojileri ile iletişimleri sayesinde teknoloji ve dijital çağ okuryazarlık becerilerinin de bu doğrultuda etkili olduğu görülmektedir.

STEM eğitimi öncesi-sonrası öğrencilerin mühendisliğe yönelik görüşleri.

STEM eğitimi öncesinde öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi ile mühendisliğe yönelik mühendislik dalları, mühendislik mesleği ve inşa etme boyutlarına ulaşılmıştır.

Mehmet (gz): Proje yapmamız mühendisliktir. BİLSEM' de yaptığımız projeler mühendisliktir. Değişik şekilli binalar. Dekore etmek.

Şenay (gz): Mimarlık, iç mimarlık bunlar mühendisliğe girebilir. Ev, bina yapmak.

Özgür (gz): Geleceğe yatırım yapmak aklıma geliyor. Mühendislik geliştirilebilir bence ve çok fazla dalı var. Üzerine çok çalışılabilir. Mekatronik mühendisliği, makine mühendisliği gibi. Geçmişte yapılan icatlar gelecekte geliştirilebilir. İcat yapmak.

Murat (rm): Geleceğe dair olmayan fikirleri geliştirmek mühendislik bence. Deneyler olabilir belki, orda da yeni maddeler ortaya çıkarıyoruz.

Burcu (rm): Mühendislik denilince aklıma mühendisler geliyor. Yani o kişinin fabrikada çalışması veya binalar, inşaatlar yapması gibi şeyler.

Fatih (rm): İnşaatla, binalarda çalışan kişiler aklıma geliyor. İşçiler mühendistir.

Seda (rm): Yani inşaat mühendisliği, makine mühendisliği. Meslek olarak mühendisliğin dalları geliyor. Üniversite aklıma geliyor. Çok bir bilgim yok mühendislikte.

Öğrenci görüşlerine bakıldığında mühendisliğin bir meslek dalı olarak tanımlandığı görülmektedir. Aynı zamanda mühendislik ev ve bina inşa etmek olarak örneklendirilmiştir. Öğrencilerin bu tanımlarını günlük deneyimlerinden yola çıkarak yaptıkları düşünülmektedir. Okul ve okul dışı öğretimlerinde öğrencilerin mühendislik anlamında deneyimlerinin az olmasının mühendislik tanımlarını etkilediği söylenebilir.

STEM uygulamaları sonrasında yapılan görüşmelerin değerlendirilmesi ile tasarım yapma, özgünlük ve ürün meydana getirme boyutlarına ulaşılmıştır.

Mehmet (gz): Mühendislik denilince mimari yapılar geliyor aklıma. Tasarım yapmak sonra bunları hayata geçirme onun gibi şeyler.

Şenay (gz): Mühendislik demek özgünlük. Yani kendine özgü bir şeyler tasarlamak, onları hayata koymak. Mesela Tinkercad' de sadece tasarlamış olsaydık yani böyle hayata geçtiği zaman ki halini görmeseydik bilmiyorum eksik olurdu. Yani hayata geçmiş halini görmek bence çok daha güzel. Yaptığın yanlışları görüyorsun. İşte boyu büyük olmuş küçük olmuş falan. Daha iyi oluyor. Sonra da daha iyi şeyler yapabiliyoruz.

Özgür (gz): Mühendislik bilim dallarını bir araya getirerek insanların işine yarayacak bir şeyler tasarlamak. İlla bunun için mühendis olmaya gerek yok mesela biz mühendis değiliz ama biz de tasarladık.

Murat (rm): Mühendislik kendi tasarımımızın olması, özgünlük. Yani benzemesin diyor insan, kimseninkine benzemesin bana ait olsun gibi bir düşünce.

Burcu (rm): Mühendislik kendi hayal gücümüzle olan bir şey veya kendi yarattığımız bir şey... Gözle görülür ve elle dokunur bir hale getirmek.

Fatih (rm): Bir şeyi tasarlamak. Kendi özgünlüğümüzü kullanmak. Yeni şeyler ortaya çıkarmak, tasarlamak, hayal gücü, özgünlük bunlar mühendisliktir.

Seda (rm): Mühendislik denilince tasarlayan geliyor aklıma tasarım yapmak. Gelişim, inovasyon bunlar aklıma geliyor.

STEM uygulamaları sonrası öğrencilerin mühendisliğe yönelik tanımlamalarında özgün model tasarlama ve ürün meydana getirmeyi ifade ettikleri görülmektedir. Aynı zamanda ürün geliştirme ve inovasyon ifadelerin de mühendislik açıklamalarında yer almıştır. STEM etkinliklerinde tasarlama ve ürün geliştirme uygulamaları sayesinde öğrencilerin mühendislik tanımlarının da bu yönde değiştiği görülmektedir.

STEM eğitimi öncesi-sonrası öğrencilerin matematiğe yönelik görüşleri.

STEM eğitimi öncesi öğrencilerin matematiğe ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi ile sayılar, işlemler ve geometri kategorilerine ulaşılmıştır. Bu durumlara ilişkin örnek öğrenci ifadeleri aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz): Toplama-çıkarma, çarpma-bölme hep matematik.

Şenay (gz): Geometri aklıma geliyor. Geometrik şekiller, üçgenler, dikdörtgenler, kare filan.

Özgür (gz): Hayatın kendisi tam olarak matematik. Matematiksiz hayat düşünülemez. Mesela bakkala gidiyoruz toplama-çıkarma her yerde yani bu en basit örneği.

Murat (rm): Problem çözmek, işlem yapmak matematiktir.

Burcu (rm): En korktuğum yapamadığım ders aklıma geliyor.

Fatih (rm): Sayısal şeyler. Sayılarla işlem yapmak, toplama-çıkarma gibi. Denklemler.

Seda (rm): Sayılar, işlemler, denklemler,... Bu gibi şeyler matematiğe girer.

Öğrencilerin matematikle ilgili tanımlamalarının sayılar, işlemler, problem ve denklem çözme olduğu görülmektedir. Öğrencilerin matematiği sadece sayı ve işlemlerden meydana gelen bir bilim dalı olarak görmelerinin sebebi eğitim-öğretimde matematiğin sadece akademik bilgi olarak sunulması ve uygulamalarının yer almaması kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple öğrenciler matematiğin uygulama alanlarını ve diğer disiplinlerle, gerçek yaşamla ilişkisini fark edemedikleri söylenebilir.

STEM uygulamaları sonrası yapılan öğrenci görüşmelerinin değerlendirilmesi ile matematiğe yönelik gerçek yaşamla ilişkili, problem çözme ve çok yönlü düşünme kategorilerine ulaşılmıştır.

Mehmet (gz): Matematik hayatımızın kendisi yani her şeyde matematik var. Mesela şekiller, oran, orantı, kesirler her şey var. Yani ondan sonra rasyonel sayılar hani böyle kek yapımında falan yani hayatımızın her parçasında matematik var.

Şenay (gz): Bence insanlara göre zor ama mantığını kavradığın an çok basit ve bence matematik en güzel ders ve mantığı var. Ezber kesinlikle yok beynini kullanıyorsun. Matematikte düşünüyorsun okuduğunu anlıyorsun. Çok yönlü düşünmeyi sağlıyor.

Özgür (gz): Matematik yani Pisagor teoremine göre evrendeki her şey matematikten oluşmuştur. Doğada gördüğümüz her şey bir altın orana sahiptir ki bu matematikle alakalıdır.

Murat (rm): Matematik de hayatımızın her kısmında var aslında. Yani harfler sayılar her kısımda var. Ama o biraz daha işlemler bir bölüme kaçtığı için fen tüm hayatı kapsıyor ama matematik daha hepsini değil de ölçümlü işlemler falan olarak hayatımızda karşımıza çıkıyor.

Burcu (rm): Sayısal bir bilim. Sayılar, işler var.

Fatih (rm): Matematik dünyadaki bütün problemlerin sonucunu bulmak için mantıken yapılan işler.

Seda (rm): Matematik hayatımızdaki problemleri çözmek için öğrendiğimiz ders. Yani hayatımızdaki problemleri burada öğreniyoruz mesela denklemler falan hayatımızda karşılaştığımız bir sürü şeyi öğreniyoruz.

STEM uygulamaları sonrasında öğrencilerin matematiğe yönelik görüşlerinde matematiğin sayı ve işlerin yer aldığı ders olmasının yanı sıra mantıksal düşünme ve çok yönlü düşünmeyi sağladığı belirtilmektedir. Öğrenciler matematiğin gerçek yaşamda yer alan problemlerin çözümü ve hayatın her alanında yer alan bir bilim dalı olduğunu ifade etmektedirler. Öğrencilerin matematiğe yönelik değişen bu görüşlerinde STEM eğitiminin etkili olduğu söylenebilir. STEM eğitimiyle matematiğin disiplinler arası ve gerçek yaşamla ilişkili sunulması ve etkinliklerde uygulamalı olarak yer alması öğrencilerin görüş ve düşüncelerini de bu yönde değiştirdiği düşünülmektedir.

STEM etkinliklerine yönelik görüşler. STEM uygulamaları sonrası öğrencilere etkinliklere yönelik sorular yöneltilmiştir. Öğrenci görüşlerinin etkinlikler kapsamında değerlendirilmesi ile disiplinler arası ilişkilendirme, akademik beceri, mühendislik ve inovasyon becerisi gelişimi, eğlenceli, ilgi çekici ve motive edici eğitim kategorilerine ulaşılmıştır. Bu durumlara ilişkin örnek öğrenci görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Mehmet (gz): İlk olarak çok eğlenceli. Farklı alanları birbiriyle kaynaştırmayı öğreniyoruz. Yani bu zaten en önemli şey benim için. Ondan sonra bunları beraber kullanıyoruz ve böylece büyünce böyle tasarımlara ağırlık verebiliriz. Alanları beraber kullanmayı öğreniyoruz sonuçta bu da büyüyünce işimize baya yarar yani.

Şenay (gz): Bence düşünce geliştirmeyi arttırdı hani ilişkilendirme, ilişki kurmayı falan. Mesela böyle sil baştan bir şey tasarlamak ve kendi özgünlüğüne ait olmak hoşuma gitti. Herkesle çok daha bire bir ilgilenilebiliyor mesela diğer topluluk ortamlarında belki bu kadar bire bir ilgilenilmiyor ve malzemeler yeterli olmuyor ama şu anda istediğin kadar kullanabiliyorsun.

Özgür (gz): Bu sayede parça parça olan alanlar bir araya gelerek bir bütünü oluşturuyor bunlar hayatı oluşturuyor evreni oluşturuyor. Okul sıkıcı ama bunlar uygulanırsa okul eğlenceli hale gelir, eğlenceli hale geldiği için başarılı öğrenci sayısı tavana ulaşır. Çünkü çoğu öğrenci zeki olmasına rağmen dersler sıkıcı olduğu için boş geçiriyor. Bu yüzden de sınavlarda yapamıyor. Böyle bütün bilim dallarını bir araya getirerek yani fen ve matematiği beraber yapmakla aklımda hiç soru işareti kalmadı. Her şey açıklanıyor. Böyle etkinliklerle daha iyi anlamamız ve dolayısıyla eğitimde daha başarılı olmamız sağlandı.

Murat (rm): Ben yeni bilgiler öğrendim bir de yeni bir 3D yazıcı programı öğrendim. Sonra mühendisliğim gelişti. İlgimi çekmeyen konularda hemen kafamı sıraya koyarım. Bazen derste de yapmışlığım var yani canım sıkılınca bunalıyorum ve kafamı koyuyorum. Ama dört alan bir arada ilgimi çekti, etkinlik yapmak ve kendimin yapması çok hoşuma gitti. Gurur duydum.

Burcu (rm): İlk başta bana bir şey katmayacağını düşünüyordum ama çok fazla şey kattı. Hem keyifli zaman geçirdim hem de çok fazla şey öğrendim. Bazı fen konularını öğrendim. Mesela denge konusunda çok az şey biliyordum. Matematik konusunda, teknoloji konusunda biraz daha geliştim. Bunlar çok işime yaradı. Üstelik böyle bazı konularda tartıştık bu sayede de bilgi sahibi oldum. Bir de bilgisayar kullanamıyordum ben daha çok ısındım, zevkli gelmeye başlamıştı.

Fatih (rm): Bize yeni şeyler öğretiyor mesela bilmediklerimizi öğrenmiş oluyoruz. “Kim buldu? Kim yaptı? Tahterevallide nasıl eşitleriz?” gibi yeni şeyler öğrendim. Normal müfredata göre daha anlaşılırdı ve daha eğlenceliydi.

Seda (rm): Hepsinin birbiriyle ilişkili olduğunu gördüm. Öğrendiğimiz şeyi böyle uyguladığımızda daha iyi öğreniyoruz o katkılı oldu. Çok yapmıyordum ama şimdi böyle bunları öğrenince hep yapma isteği geliyor.

Öğrencilerin STEM etkinliklerini ilgi çekici ve eğlenceli bulundukları görülmektedir. Standart okul müfredatı ve öğretim programlarından sıkıldıkları ve dinlemek istemedikleri STEM etkinliklerinin ise ilgi çekici olup katılım gösterme isteği oluşturduğu belirtilmektedir. Bu durumun disiplinler arası ilişkilendirmeler sayesinde olduğu düşünülmektedir. STEM etkinliklerinin doğrudan ve sadece akademik bilgidan

oluşmaması, uygulamaya yönelik olmasıyla öğrencilerde yapma isteği uyandırdığı ve teşvik ettiği görülmektedir.

STEM uygulamalarında pek çok konuya yönelik tartışma ortamları oluşturulmuş ve öğrenciler düşüncelerini ifade etmeleri konusunda cesaretlendirilmişlerdir. Bu sayede öğrencilerin görüş ve düşüncelerini paylaşmalarına fırsat sağlanmıştır. Öğrencilerin tartışma ortamları sayesinde akademik bilgi ve becerilerinin geliştiğini ifade ettikleri görülmektedir. Disiplinlere yönelik akademik bilgi ve becerilerin yanı sıra bu tür eğitim ortamı sayesinde STEM disiplinleri, diğer disiplinler ve gerçek yaşamla ilişkilendirmeler yapılmıştır. Bu sayede öğrencilerin disiplinler arası ilişkilendirme yapabildiklerini belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin disiplinleri birbirlerinden bağımsız görme düşüncelerinin de değiştiği söylenebilir.

STEM etkinliklerinde Lego setleri ile robot yapımı, Tinkercad ile 3D modelleme, 3D yazıcı ve bilgisayar kullanımı, internet ile araştırma yapma gibi pek çok teknolojiye yer verilmiştir. Bu sayede öğrencilerin teknoloji kullanım becerilerinin geliştiğini, yeni program ve araç-gereç kullanma konusunda deneyim kazandıkları görülmektedir. Özellikle teknoloji kullanımı konusunda zorluk yaşayan öğrencinin bu anlamda geliştiğini ifade ettiği görülmektedir.

STEM etkinliklerinde öğrenciler kendi istekleri doğrultusunda çalışmalarını planlamış ve ürünlerini meydana getirmişlerdir. Bu sayede kendilerinin özgün modeller meydana getirmede etkili olduklarını belirtmektedirler. Öğrenciler kendilerinin model yapma ve çalışmaları gerçekleştirmeleri ile mühendislik becerilerinin geliştiğini düşünmektedirler.

Uygulayıcıya yönelik görüşler. STEM eğitimi süresince uygulayıcı rolünde olan araştırmacıya yönelik öğrencilerin düşüncelerini belirtmeleri istenmiştir. Uygulayıcıya yönelik olan öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi ile ilişkilendirme yaptırma, esnek ve özgür çalışmayı sağlama, sorgulama yaptırma ve rehber olma kategorilerine ulaşılmıştır. Aşağıda bu kategorilere yönelik örnek öğrenci görüşleri sunulmuştur.

Mehmet (gz): *Bence siz daha iyi eğitiyorsunuz çünkü dersleri birleştiriyorsunuz sonuçta ayrıca daha bir eğlencelisiniz. İlla ki şunu yapacaksınız demediniz. O zaman ben böyle kendimi biraz sınırlar içerisinde, küçük bir odanın içinde dışarı fırlatmak istiyor gibi hissediyorum. Yani şunu şöyle yapacaksın denilmesi benim hoşuma gitmiyor, özgür olamıyorum.*

Şenay (gz): Yaklaşımınız falan gayet iyiydi çok zorlamadınız ya da baskı kurmadınız yani bence iyiydi. Tamamen bizim özgünlüğümüze, tasarımımıza bıraktınız mesela uçurtmayı yapanlar çok farklı şeyler tasarlıyordu ama yapamadıklarında “neden yapamadın?” gibisinden veya “bunu yapacaktın niye farklı şeyler yaptın?” demediniz. Okulda öğretmenimiz ilk önce konuyu anlatıyor sonra onunla ilgili sorular sorup daha sonra bizim yapmamızı bekliyor. Sizse önce konuya hafif girip daha sonra devamını bizim getirmemizi bekliyorsunuz çünkü bunlar öyle ezberleyecek veya çok bilgi gerektirecek şeyler değil, düşünerek de bunları kavrayabiliriz.

Özgür (gz): Bize bir şeyleri buldurmaya çalıştınız, bir şeyler hazırladınız baloncuklu sunumlar vardı, video, çizgi film izlettiniz. “Kim neyi ne zaman bulundu? Kim ne icat etti” bunlarla ilgimizi çektiniz. Mesela denge konusunda bize denklem yazdırmaya çalıştınız yani “gel bakalım sence nasıl olmalı” dediniz. Oyun oynattırdıktan sonra bir daha yazdırdınız bize denklemi.

Murat (rm): Siz bize nasıl yapacağımızı değil de ne yapacağımızı dediniz. Mesela “hücre yapın ama hücrenin birebir aynı olması şart değil, kendiniz düşünerek yapın” dediniz. Tahtaya da modellerini astınız örnekler verdiniz. Bizim bilgimizi ölçtünüz söylemediniz başta ne olduğunu sonradan söylediniz.

Burcu (rm): Daha çok bizim yapmamızı beklediniz. Eğer yapamazsak birazcık yardımcı oldunuz. Devamını biz yaptık. Bize fikir verdiniz, “bu şekilde yaparsan daha doğru olur” dediniz. Ama kesin bir şey söylemediniz. Deneyerek görmemizi istediniz.

Fatih (rm): Yapamadığımız yerde yardım ediyordunuz. Hep “kendi düşüncelerinizi, istediğinizi yapın” dediniz mesela “aklınıza ne geliyorsa öyle bir köprü modeli yapın” demiştiniz. Eğer “böyle yapacaksınız” deseydiniz mecbur kalırdık ve hiç öğrenemezdik, sıkıcı olurdu ama kendimiz yaptığımız için bize eğlence kattı ve kendi özgürlüğümüz kendi düşüncelerimizle yaptığımız şeyi görmek de bizi mutlu etti.

Seda (rm): İstedığımız gibi yaptık yaratıcılığımızı kullandık mesela animasyonlar gösterdiniz. “Onu, bunu yapın” deseydiniz özgürce yapamazdım ve kendi istediğim dışında olduğundan kendimi kötü hissederdim, zorlayıcı olurdu.

STEM uygulamaları ve etkinliklerini gerçekleştiren uygulayıcının STEM disiplinleri ile diğer disiplinleri ve gerçek yaşamla ilişkilendirme yaptığı görülmektedir. Aynı zamanda uygulayıcının çeşitli animasyon, video ve gösterimler ile öğretimi zenginleştirdiği görülmektedir. Bu sayede uygulayıcı öğrenciler tarafından eğlenceli olarak nitelendirilmiştir.

Uygulayıcının doğrudan bilgi sunmak yerine öğrencilere buldurmaya çalıştığı bu konuda rehber olduğu görülmektedir. Öğrencilerin özgürce kendi çalışmalarını

yapabildikleri ve bu anlamda araştırmacı tarafından desteklenmiş olmaktadır. Aynı zamanda uygulayıcının sorgulamalarda bulunduğu bu doğrultuda öğrencilerin de kendi düşüncelerini ifade etmede cesaretlendirildikleri görölmektedir. Uygulayıcının tutumunun öğrencilerin STEM becerilerinin etkililiğinde önemli faktör olduğu düşünölmektedir.



Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu bölümde, araştırmanın bulgu ve yorumlarına dayalı olarak ulaşılan sonuçların özetine ve bu sonuçlardan yola çıkılarak geliştirilen önerilere yer verilmiştir. Bu araştırmada 7 üstün zekâlı ve yetenekli öğrencinin mühendislik temelli bütünlük STEM etkinlikleri süresince ortaya çıkan STEM becerileri, STEM disiplinlikleri ve uygulamalarına yönelik görüş ve düşünceleri incelenmiştir. Bu bölümde, birinci alt probleme ilişkin bulgular “STEM Becerileri”, ikinci alt probleme ilişkin bulgular ise “STEM ve STEM Eğitime İlişkin Sonuçlar” alt başlıklarında verilecektir. Daha sonra, araştırmanın sonuçlarına bağlı olarak öneriler sunulacaktır.

STEM Becerilerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

STEM uygulamalarında öğrencilere bilim adamı gibi sorgulama yapma, araştırma ve mühendis gibi hayal etme, tasarım yapma ve üretme imkânı verilmiştir. Bu süreçte problemlere yönelik çözüm geliştirmiş ve akademik akranları ile beraber çalışma fırsatı bulmuşlardır. Çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin her bir STEM etkinliğinde her bir STEM becerisine ilişkin bulgular elde edilmiştir. Bu doğrultuda mühendislik tasarım odaklı bütünlük STEM etkinliklerinin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM becerilerini ortaya çıkarmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda STEM becerilerinin birbirlerini etkilediği ve kendi içerisinde de etkili oldukları görülmüştür.

Bu bölümde, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin mühendislik tasarımı odaklı bütünlük STEM uygulamaları süresince ortaya çıkan STEM becerilerine ilişkin sonuçlarına yer verilecektir. Bu kapsamda STEM becerileri; akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik becerileri, inovasyon, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği, yaşam ve kariyer becerileri alt başlıkları halinde sunulacaktır.

Akıl yürütme becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma. STEM eğitimi ve STEM etkinliklerinin uygulama süresince öğrencilerin akıl yürütme becerileri kapsamında soyutlama, genelleme ve gerekçelendirme yapma, birbirlerini ve araştırmacıyı ikna etme ve konuya ilişkin açıklama yapma boyutlarına ulaşılmıştır. STEM etkinlikleri süresince öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin ortaya çıkarılması amacıyla tartışma ortamları oluşturulmuştur. Bu tartışma ortamlarının öğrencilerin akıl yürütme becerilerini ortaya çıkarmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Brown

ve Joerg (2018) çalışmasında üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarma ve paylaşımlarında tartışma ortamının ve bu tartışmanın doğru şekilde yönlendirilmesinin öğrencilerin akıl yürütme ve problem çözme becerilerinin ortaya konulmasında etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

STEM uygulamaları süresince araştırmacı öğrencilerin görüş ve düşüncelerini rahatça ifade edebilmeleri amacıyla cesaretlendirici olmuştur. Öğrencilerin zihinsel olarak aktif olmaları hedeflenmiş ve bu amaçla soru-cevap şeklinde görüş paylaşımında bulunmaları teşvik edilmiştir. Öğrencilerin düşüncelerinin derinlemesine ortaya konulmasında araştırmacı tarafından yöneltilen “neden, niçin” sorularının etkili olduğu görülmüş ve gözlemlenmiştir. Bu sayede öğrencilerin açıklama yapma, gerekçelendirme ve ikna etme akıl yürütme becerilerinin ortaya çıkması sağlanmıştır. Benzer şekilde pek çok çalışmada (Daniels, 1997; Feldhusen, 1994; Gallagher, 1985; Letzter, 1982; Parker, 1989; Pollack, 1988; Schwartz ve Millar, 1996) soru sorma ve sorgulamanın üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akıl yürütme becerilerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Shaunessy (2000) üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin varsayımda bulunma, argüman oluşturma, tahmin, çıkarımda bulunma, sorgulama ve mantıksal akıl yürütme becerilerinde soru sormanın etkisi ve önemini belirtmiştir. Walsh (2014) tarafından üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akıl yürütmelerine ilişkin yapılan çalışmada da benzer şekilde öğrenci yanıtlarına ilişkin soru sormanın ve öğrenciyi cesaretlendirmenin etkili olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada akıl yürütme becerileri kapsamında genel zihinsel alanda üstün olan öğrencilerin resim-müzik alanındaki öğrencilere göre daha ön planda oldukları görülmüştür. Özellikle soyutlama, gerekçelendirme ve ikna etme boyutlarında genel zihinsel alanda üstün olan öğrencilerin etkili oldukları görülmüştür. Bu durumun sebebinin zihinsel alandaki öğrencilerin yetenekleri doğrultusunda akademik bilgi açısından daha yeterli olmaları aynı zamanda akademik alanlara ilişkin özel ilgilerinin bulunması düşünülmektedir. Bu sebeple genel zihinsel alandaki öğrencilerin tartışma ortamlarında daha aktif şekilde yer alarak gerekçelendirme, genelleme ve ikna etmede bulunmuşlardır. Bu sonuç özellikle akademik bilginin etkili olduğu 3D hücre ve denge modeli oluşturma etkinliklerinde görülmüştür. Resim-müzik alanındaki öğrencilerin akademik bilgi konusunda yeterli olmamaları görüş ve düşüncelerini ifade konusunda isteksizlik oluşturmuş ve genel zihinsel alandaki öğrencilerin yaptıkları açıklamalardan yola çıkarak kendilerini ifade etmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Bu sonuca dayalı

olarak akıl yürütme becerisinin etkililiği ve ortaya konulmasında akademik bilgi ve yeterliğin gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde akıl yürütme becerisinin etkili olmasında akademik bilginin önemi bu alanda yapılan diğer çalışmalar (Jarzabkowski, Mohrman ve Scherer, 2010; Tsoukas ve Vladimirov 2001; Yanow ve Tsoukas 2009) tarafından da desteklenmektedir.

Öğrencilerin mühendislik temelli uygulamalarında tasarım ve ürün değerlendirmelerinde akıl yürütme becerilerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Meydana getirilecek ürünlerde kullanılacak malzemenin seçimi, tasarımın amaca uygun özelliklerde olması ve meydana getirilen ürünün değerlendirilmesinde gerekçelendirme ve açıklamalarının önemi ortaya çıkmıştır. Bu sonuç ilköğretim öğrencileri ile mühendislik temelli çalışma yürüten Fusco (2014) tarafından da desteklenmektedir. Fusco (2014) çalışmasında mühendislik temelli uygulamalara yer vermiş ve 5. Sınıf öğrencilerinin tasarımlarını meydana getirme ve değiştirmede, etkili ürün meydana getirmede akıl yürütme becerilerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada akıl yürütme becerisinin STEM becerileri içerisinde de problem çözme ve ilişkilendirme becerisinde etkili olmuştur. Akıl yürütme becerisi etkili olan öğrencilerin probleme yönelik çözüm üretmelerinin ve değerlendirmelerinin daha etkili olduğu görülmüştür. Probleme yönelik değerlendirmeler sonucunda yapılabilecek düzenleme ve geliştirme önerilerinin akıl yürütme becerilerinin etkili olduğu Mehmet ve Özgür tarafından gerçekleştirildiği görülmüştür. Benzer şekilde açıklama ve gerekçelendirme konusunda fikirleri ön planda olan genel zihinsel alandaki öğrenciler ilişkilendirme yapma konusunda da çeşitlilik göstermişlerdir.

Problem çözme becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma. Çalışmada öğrencilere gerçek yaşamda yer alan karmaşık problem durumları sunulmuş ve öğrencilerden bu problemlere ilişkin mühendislik temelli ürünler ile çözüm geliştirmeleri hedeflenmiştir. Öğrencilerin problemlere ilişkin etkili ürün geliştirmelerinde problem çözme becerilerinin etkili olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda aynı zamanda öğrencilerin mühendislik becerileri ile problem çözme becerilerinin birbirleri içinde ilişkili olduğu söylenebilir. Mühendislik odaklı bir ürün geliştirmede öğrencilerin amaçlarını, neyi niçin yaptıklarını değerlendirmeleri ve meydana getirdikleri ürünlerinin amaca uygunluğunu değerlendirmede problem çözme becerileri etkili olmuştur. Benzer şekilde Samberg (2018) tasarım odaklı uygulamalara yer verdiği çalışmasında ilkokul

ve ortaokul öğrencilerinin mühendislik çalışmalarında problem çözme becerilerinin etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Öğrencilerin problem durumuna ilişkin tanımlarını yaparak problem çözümünde model geliştirdikleri ve ürünlerini meydana getirerek çözümlerini değerlendirdikleri görülmüştür. Bu doğrultuda tüm öğrencilerin belli bir probleme ilişkin ürün geliştirerek çözümde bulunmaları sağlanmıştır. “Fırlatıyorum!”, “Uçurtma”, “Fraktal” ve “Denge Modeli” STEM etkinliklerinde bazı öğrencilerin problem çözümlerine yönelik etkili tasarımlar ve ürünler geliştiremedikleri görülmüştür. Öğrencilerin tasarım ve ürünlerine yönelik değerlendirmede bulunarak farklı çözüm yolları denemeleri konusunda yönlendirilmişlerdir. “Fırlatıyorum!” ve “Uçurtma” etkinlikleri çalışmanın üçüncü ve dördüncü etkinlikleri olarak yer almıştır. Bu etkinliklerde öğrencilerin ürünlerinde yaşadıkları problemleri çözmelerinde araştırmacının cesaretlendirici tutumu etkili olmuştur. Çalışmanın ilerleyen etkinliklerinde ise öğrencilerin karşılaştıkları problemleri kendilerinin belirleyerek çözüm geliştirdiği ve çalışmalarını yeniden şekillendirdikleri görülmektedir. STEM etkinliklerinde öğrencilerin problem çözme becerilerinin etkili olmasıyla birlikte çalışma süreçlerinde karşılaştıkları problemlere ilişkin etkili çözümler geliştirebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu karmaşık problemlerin çözümünün yer aldığı STEM eğitimi çalışmaları (Hinton, 2017; Eguchi, 2016; Ardito, Mosley ve Scollins, 2014; Naizer, Hawthorne ve Henley, 2014; Yuen ve diğerleri, 2014; Nugent ve diğerleri, 2010) ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmalarda da benzer şekilde zorlu problem durumlarını içeren STEM eğitiminin öğrencilerin problem çözme becerilerini olumlu etkilediği aynı zamanda öğrencilerin işbirliğinde bulunmalarına katkı sağladığı belirtilmektedir.

Öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine yönelik mühendislik ve tasarım odaklı ürün yolu ile çözüm geliştirmeleri problem çözme becerilerini ortaya koymada etkili olmuştur. Bu sonuç literatürdeki diğer çalışmalar (Barell, 2007; Hmelo-Silver, 2004; Barrows, 2000) ile desteklenmektedir. Rehmat (2015) STEM eğitiminde yer alan karmaşık gerçek yaşam problemlerinin öğrencilerin sahip oldukları bilgiyi uygulama ile yansıtmalarına fırsat sağladığını belirtmektedir. Araştırmacı aynı zamanda gerçek yaşamda yer alan problemlere yönelik mühendislik temelli ürün geliştirme ile öğrencilerin gerçek yaşam bağlamında yer almalarının öğrenmeleri konusundaki isteklerini olumlu etkilediğini belirtmektedir. Benzer şekilde bu çalışmada da

öğrencilerin meydana getirdikleri ürünlerini okulda, evde kullanma ya da toplumsal problemlere ilişkin çözümlerini uygulama isteğinde oldukları görülmüştür.

İlişkilendirme becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma. Çalışma süresince öğrencilerin STEM disiplinlerine, diğer disiplinlere, gerçek yaşam durumlarına, ön bilgilerine ve uygulanan STEM etkinliklerine yönelik ilişkilendirme yapmaları hedeflenmiştir. Meyrick (2011) K-12 öğrencilerin öğrenmelerinde STEM eğitimi ve uygulamalarını analiz etmiştir. Mühendislik temelli uygulamaların etkili olduğu STEM eğitiminde anlamlı öğrenmenin sağlanmasında öğrencilerin ön bilgileri, fen ve matematik akademik bilgileri ile uygulamaların ilişkilendirilmesinin etkili olduğunu belirtmiştir. Meyrick (2011) tarafından da belirtildiği üzere öğrencilerin ilişkilendirme yapmaları önemsenmiştir. Bu amaçla öğrencilere STEM etkinlikleri süresince ilişkilendirme yapabilmeleri amacıyla fırsatlar sunulmuştur. Konu, kapsam ve uygulamada yer alan zenginleştirmeler ile birlikte öğrencilerin farklı bağlamlara ilişkin ilişkilendirmelerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç STEM eğitiminin öğrencilerin ilişkilendirme becerilerinde olumlu etkisini belirten diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Lou, Shih, Diez ve Tseng, 2011; Pease ve Kuhn, 2008; Chen, 2007; Tsai, 2007; Goodnough ve Cashion, 2006; Capon ve Kuhn, 2004; Nikitina ve Mansilla, 2003).

Bu çalışmada yer alan genel zihinsel alandaki öğrencilerin STEM disiplinleri, diğer disiplinler (tarih, coğrafya, vb.) ve STEM etkinlikleri deneyimlerinde ilişkilendirme yaptıkları görülürken resim-müzik alanındaki öğrencilerin ise daha çok gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirme yaptıkları görülmüştür. Bu duruma öğrencilerin özel yetenek alanlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Akademik üstün olan öğrencilerin fen ve matematik bilgi ve becerilerinin ön planda olmasıyla birlikte STEM disiplinlerinde ilişkilendirmelerinin daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Resim-müzik alanında üstün olan öğrenciler arasında teknoloji, resim ve müziğe yönelik özel ilgilerinin yapılan ilişkilendirmelerde ön plana çıktığı görülmüştür.

STEM etkinlikleri süresince öğrencilerin ilişkilendirme becerilerinin etkililiği için gerçek yaşam ve tarihsel olaylarla ilgili çeşitli ve dikkat çekici bilgiler konu edinmiş aynı zamanda animasyon, video, slayt, mikroskop, 3D modelleme yazılımı Tinkercad ve 3D yazıcı kullanılmıştır. Öğrencilerin etkinlikleri ve uygulamaları gerçekçi yaşam problemlerine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin farklı bağlamlara yönelik ilişkilendirme yapmalarında etkinliğe yön veren problem durumunun gerçek yaşamla

ilişkili olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sayede problem durumuna yönelik gerçekleştirilen giriş etkinliği ve tartışma ortamlarında öğrencilerin ilişkilendirme yapmalarının ön plana çıktığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç gerçekçi problem durumunun öğrencilerin ilişkilendirme becerilerinde etkili olduğunu belirten diğer çalışmalar (Dole, Bloom ve Doss, 2017; Dole, Bloom ve Doss, 2016) ile uyumluluk göstermektedir.

Etkinlik uygulamalarında konu, kapsam ve içerikte yapılan zenginleştirmelerin öğrencilerin STEM disiplinleri, diğer disiplinler, gerçek yaşam durumları ve geçmiş deneyimleri ile ilişkilendirmelerine fırsat sağladığı düşünülmektedir. Bu sonuç, Pimthon ve Williams (2018) tarafından yapılan çalışma sonucu ile paralel göstermektedir. Pimthon ve Williams (2018) tarafından STEM eğitiminde öğretmen rolünün önemi belirtilerek, öğretmenlerin STEM disiplinlerinin arka planında yer alan içerik bilgisi ile etkinliklerin entegrasyonun sağlama ve öğrencilerin ilişkilendirme yapabilmelerinde rehberlik rolünde olmalarını önermektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin ilişkilendirme becerilerinde STEM etkinlik içeriğinin öğrencilerin ilişkilendirme yapabilmelerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Shaddock (2017) çalışmasında benzer şekilde öğrencilerin ilişkilendirme yapmalarında STEM eğitiminin akran etkileşimi, teknoloji ve mühendislik uygulamaları ile çeşitli fırsatlar sunduğunu belirtmektedir. STEM etkinlik içeriğinin zenginleştirilmesi ile birlikte öğrencilerin düşüncelerinin ön planda olması yapılan ilişkilendirmelerin ortaya çıkarılmasında etkili olmuştur. Benzer şekilde Lou, Shih, Diez ve Tseng (2011) lise öğrencileriyle gerçekleştirdiği STEM etkinliklerinde öğrencilerin mühendislik temelli uygulamalarında akademik ve uygulamaları arasında aynı zamanda disiplinler arası ilişkilendirme becerilerinde tartışma ortamının ve düşünce paylaşımının etkili olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da özellikle tartışma ortamlarının akıl yürütme ve buna paralel ilişkilendirme becerilerinin de kendi içerisinde etkili olduğu görülmüştür. Öğrencilerin açıklama ve gerekçelendirmelerinde, neden-sonuç ilişkisi kurmalarında gerçek hayatla ve çeşitli akademik disiplinlerle ilişkilendirme yaptıkları görülmüştür.

Mühendislik becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma. Çalışmada STEM etkinlikleri süresince öğrencilerin “Bunu nasıl yapabilirim?” “Nasıl inşa edebilirim?” veya “Bunu yapabilmek için neler yapmalıyım?” soruları üzerine düşünceleri ve belli bir problem doğrultusunda çözüme yönelik ürün geliştirmeleri hedeflenmiştir. Bu sayede öğrencilerin fen ve matematik teorik bilgilerini uygulama sahasına taşımaları sağlanmıştır. Benzer şekilde Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers (2008)

alışmalarında K-12 düzeyinde mühendis eğitimi ve uygulamalarının önemini belirterek eğitimde yer verilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Çalışmada ğrencilerin matematik ile hesaplama, lme, işlem, grafik ve denklemler gibi konularda belir bir yönerge kullanmak yerine uygulama yoluyla kavramsal öğrenmelerine fırsat sağlandığını belirtmektedir. Eğitim ortamında mühendislik ve tasarım uygulamalarının yer alması öğrencilere zengin öğrenme deneyimleri sağlama ve derinleştirilmiş kavramsal öğrenmeyi sağlamada pek çok araştırmacı (Sadler, Barab ve Scott, 2007; Kimmel ve diğerleri, 2006; Lewis, 2005; Fleer ve Williams-Kennedy, 2002; Kolodner ve diğerleri, 2003; Linn, 2003; Zubrowski, 2002; Crismond, 2001; Fleer, 2000) tarafından önerilmektedir. Bu çalışmada da öğrenciler bildiklerini ve düşündüklerini uygulama yaparken somut bir şekilde ortaya koymak zorunda kalmışlardır. Örneğin, bir ürünü meydana meydana getirebilmek için detaylı ölçüm yapma, gerçek yaşamda kullandıkları tahteravallinin mekanizmasını ve çalışma prensibini araştırmak gibi. Bu süreçte öğrenciler kullanacakları malzemeleri, malzemelerin özelliklerini ve uygunluğunu araştırmışlar gerçekçi ve kullanışlı ürün meydana getirmeye çalışmışlardır. Bu kapsamında öğrencilerin tasarlama, tasarım değerlendirme, ürün meydana getirme, tasarım-ürün karşılaştırması boyutlarına ulaşılmıştır. STEM etkinliklerinde öğrencilerin birer mühendis olarak ürün ortaya koymada sistematik çalışmaları amaçlanmıştır. Bu doğrultuda ilk etkinliklerde öğrenciler tasarım yapma, uygulama ve ürün değerlendirme konusunda araştırmacı tarafından yönlendirilerek çalışma ortamları düzenlenmiştir. İlerleyen etkinliklerde ise öğrencilerin bu çalışma şeklini edinerek daha sistematik çalıştıkları görülmüştür. rn meydana getirmede bu çalışma sistemiyle öğrencilerin mühendislik becerilerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada el yapımı STEM etkinlikleri, Lego Mindstrom etkinliği ve 3D STEM etkinlikleri yer almıştır. Lego Mindstrom setlerinin kullanılarak robot hazırlama etkinliği belli bir yönergeye göre gerçekleştirildiği için bu etkinlikte öğrencilerin mühendislik becerileri ortaya çıkmamıştır. Bu etkinliğin devamında ise 3D robot etkinliği gerçekleştirilerek öğrencilerin mühendislik becerileri ortaya konulmuştur. Bu sayede çalışmada iki aşamalı robot yapımı etkinliği uygulanmıştır.

Öğrencilerin BİLSEM' deki çalışmalarında proje yapma ve yarışmalara katılma konusunda deneyimli olmalarından dolayı çalışmalarında zorluk yaşamamışlardır. STEM etkinlikleriyle öğrencilerin çizim yapma, modelleme, uygun malzeme ve

materyal kullanma ve bu tasarım sürecini değerlendirerek açıklama yapmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin bir model meydana getirirken her aşamada etkili çalışmaları ve karşılaştıkları problemlere her aşamada müdahale etmeleri sağlanmıştır. Tasarımları doğrultusunda belli bir amaçla çalışan öğrencilerin meydana getirdikleri ürünlerini değerlendirmelerinde gelişim ve değişim konusuna dikkat çekilmiştir. STEM etkinliklerinde bu tür çalışma süreciyle öğrencilerin mühendislik becerilerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma ile benzer sonuçların yer aldığı Sadler, Coyle ve Schwart (2000) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ortaokul öğrencileri ile mühendislik odaklı uygulamalar gerçekleştirmiş ve öğrencilerin açık uçlu problemlere yönelik ürün meydana getirme süreçleri incelenmiştir. Çalışmada mühendislik temelli çalışmanın öğrencilerin mantıksal düşünme ve işbirliği halinde çalışmalarında olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin ürün meydana getirmelerinde *planlama*, *uygulama* ve *değerlendirme* aşamalarını içeren uygulama süreci izlenmiştir. Bu çalışma yolunun öğrencilerin ürünlerinin problem çözümüne yönelik olmasında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İletişim ve işbirliği becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler genellikle kendi dünyalarında ve yalnızlaşmış bireyler olarak düşünülmektedir (Abu Yazid ve Noriah, 2010; Cross, Cassady, Dixon ve Adams, 2008; Yoo ve Moon, 2006). Bu sebeple çalışmada yer alan öğrencilerin çalışmalarını bireysel gerçekleştirmelerinin yanı sıra birbirleri ve araştırmacı ile etkileşim halinde bulunmalarına özen gösterilmiştir. Öğrencilerin üstün zekâlı ve yetenekli olmalarından ötürü yaratıcılıklarını ve kendi özgün düşüncelerini ürünlerine yansıtabilmeleri amacıyla etkinlikler bireysel gerçekleştirilmiştir. Fakat birbirleri ile etkileşimde ve iletişimde bulunabilmeleri amacıyla küme şeklinde oturtularak çalışmalarda birbirlerine yardımda bulunmaları konusunda araştırmacı tarafından desteklenmişlerdir. Öğrencilerin işbirliğine dayalı çalışmalarını gerçekleştirmelerinde öğretmen davranışlarının ve tutumunun etkili olduğu pek çok çalışmayla desteklenmektedir (VanTassel-Baska ve diğerleri, 2008; Good ve Nichols, 2001;

Öğrencilerin birbirleri ve araştırmacı ile düşüncelerini paylaşma konusunda ve yardım gereken durumlarda birbirlerine destekte bulunmaları konusunda çalışma ortamının esnek ve rahat olması sağlanmıştır. Öğrencilerin akademik olarak akranları ile birarada bulunmaları aynı zamanda BİLSEM' den de tanışıyor olmaları çalışma

ortamında rahat bir şekilde davranmalarını sağlamıştır. STEM eğitimi süresince öğrenciler hem birbirleri hem de araştırmacı ile işbirliği halinde uyumlu bir şekilde çalışmışlardır. Öğrencilerin işbirliğine dayalı ve bireysel etkinliklerde çalışma süreçlerinde belirli bir amaç doğrultusunda farklı kişilerle etkili ve saygılı bir şekilde çalışabildikleri görülmüştür. Etkileşime dayalı STEM etkinlikleri sayesinde öğrencilerin işbirliği yapmalarının etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin farklı iletişim yollarını kullanmaları amacıyla fırsatlar oluşturulmuştur. Bu doğrultuda öğrencilerin düşüncelerinin yazılı olarak ifade edilmesinde ve tasarımlarını çizime dönüştürmelerinde STEM etkinlik kitapçıklarını kullanmışlardır. 3D STEM etkinlikleri ile öğrencilerin 3D modelleme yapmaları ve 3D yazıcıdan ürün elde etmeleri sayesinde medya ve iletişim teknolojileri ile iletişimde bulunmuşlardır. Resim-müzik alanındaki öğrencilerin özellikle yazılı ve görsel iletişim konusunda etkili oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu öğrencilerin resim yapma ve yazı yazma konusundaki özel yeteneklerinin bu anlamda etkili olduğu düşünülmektedir. Teknolojik araç-gereç kullanımı konusunda deneyimli olan öğrencilerin ise düşüncelerini ifade etmede video kamera kullanımını tercih ettikleri görülmüştür. Yapılan bu tercihlerde öğrencilerin kişisel özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. STEM etkinliklerinde farklı iletişim kanallarının yer alması öğrencilerin iletişim becerilerinde etkili olmuştur.

Öğrencilerin etkinlik süresince ikna etme, bilgi verme, açıklama ve birbirlerini motive etme amacıyla iletişim kurdukları görülmüştür. Öğrencilerin düşüncelerini paylaşmaları ve çalışmalarını beraber sürdürmeleri ile farklı amaçlarla iletişim kurmaları sağlanmıştır. STEM etkinliklerinde yer alan tartışma ortamları sayesinde öğrencilerin bilgilendirmede bulundukları, birbirlerini ve araştırmacıyı açıklama ve genellemeler yoluyla ikna etmeye çalıştıkları görülmüştür. Teknoloji kullanımında zorluk yaşayan Burcu ve Seda' yı motive etme amacıyla öğrencilerin iletişimde bulundukları görülmektedir. Bu doğrultuda öğrenci etkileşiminin sağlandığı STEM eğitiminde öğrencilerin iletişim becerilerinin etkili olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Hinton (2017) ortakul öğrencileri ile gerçekleştirdiği tasarım ve mühendislik odaklı çalışmasında öğrencilerin işbirliğinde bulunmalarında ve iletişimlerinde olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Öğrencilerin uyumlu çalışarak takım çalışması becerisini geliştirdiğini belirtmiştir.

Öğrencilerin yaratıcılık becerilerinin ön planda olmasından dolayı model üretme çalışmaları bireysel olarak planlanmıştır. Bireysel çalışmaların yanı sıra öğrencilerin birbirlerine yardım etme ve paylaşımda bulunmaları amacıyla beraber çalışma yaptıkları görülmüştür. Bazı araştırmacılar (Gura, 2011; Welch ve Huffman, 2011) işbirliğinin sağlandığı STEM eğitiminin öğrencilerin STEM kariyer alanlarında yer almalarında ilgi ve motivasyon sağlayabileceğini belirtilmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin iletişim ve işbirliği becerilerinin yaşam ve kariyer becerilerinde etkili olduğu söylenebilir.

İnovasyon becerisine ilişkin sonuçlar ve tartışma. Öğrencilerin STEM etkinliklerindeki çalışmalarında akademik, teknik, sosyal becerilerinin etkili olduğu görülmüştür. Bir ürünün meydana getirilmesi sürecinde öğrencilerin STEM disiplinlerine ait akademik bilgi ve becerilerinden yola çıkarak ürünlerini tasarlamış ve meydana getirmişlerdir. Öğrencilerin ürünlerini tasarlama ve modelleme süreçlerinde ise teknik becerilerinin etkililiği ortaya çıkmıştır. Bu sonuca dayalı olarak iletişim ve işbirliği becerilerinin, mühendislik becerilerinin, akıl yürütme ve problem çözme temel becerilerinin ve yaratıcılığın inovasyon becerisinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuç inovasyon becerisinde akademik, teknik ve sosyal becerilerin etkili olduğunu gösteren çalışmalar (Kell, Lubinski, Benbow ve Steiger, 2013; Zhao, 2012; OECD, 2010; Ananiadou ve Claro, 2009; Kergroach, 2008; OECD, 2001; Stasz, 2001) ile uyumluluk göstermektedir.

STEM etkinliklerinin uygulama sürecinde öğrencilerin meydana getirdikleri ürünlerinde problem çözmeye yönelik yenilikçi bir yaklaşımda oldukları görülmüştür. Bitan-Friedlander, Drefus ve Milgrom (2004) çalışmalarında benzer şekilde gerçek yaşam durumlarına yönelik problemlerin yer aldığı sınıf uygulamalarında problem durumlarının yenilik sunmaya elverişli çözümleri içermesi gerektiğini belirtmektedir.

STEM etkinliklerinde öğrenciler farklılaştırılmış ve kişiselleştirilmiş ürünler meydana getirerek yenilik odaklı çalışmışlardır. Öğrencilerin yaratıcı ve yenilikçi çalışmalarında bireyselleştirilmiş etkinlik uygulamalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sayede öğrencilerin kendilerine özgün çalışmalarını meydana getirmelerine fırsat sunulmuştur. Deitz (2012) üstün yetenekli öğrencilerin yenilikçi ve yaratıcı potansiyellerinin ön plana çıkmasında STEM etkinliklerinin etkili olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı çalışmasında STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi, beceri ve ilgileri doğrultusunda yenilikçi ve etkili ürün geliştirilmesinin hedeflenmesi gerektiğini

belirtmektedir. Bu çalışmada da öğrencilerin bazı STEM etkinliklerinde teknolojiyi (3D printer, DC motor) bazı etkinlikler de ise kendi yaratıcılıkları doğrultusunda malzemeleri entegre ederek ürünlerini geliştirme çabasında oldukları görülmüştür.

Öğrencilerin 3D modelleme ve yazıcının yer aldığı etkinlikler ile el yapımı etkinliklerde ortaya çıkan inovasyon becerileri incelendiğinde teknik becerilerinin aynı zamanda dijital okuryazarlık boyutunda bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanmalarının daha ön planda olduğu görülmüştür. Öğrencilerin 3D modelleme programı Tinkercad programını kullanmaları bunun yanı sıra gerçekçi model üretmeleri amacıyla bilgisayar ve internet ortamında araştırma yapmalarının dijital okuryazarlık alt becerilerinin ortaya çıkmasında etkili olduğu söylenebilir.

Öğrenciler meydana getirdikleri ürünlerinin gerçekçi ve kullanışlı olmalarına dikkat etmişler aynı zamanda evde, okulda arkadaşlarının ve öğretmenlerinin kullanabilmelerini sağlamışlardır. Bu durum etkinliklerin öğrencilerin ürünlerini yaygınlaştırmalarına fırsat sağladığını göstermektedir. Örneğin öğrencilerin kendilerine tasarımlarını modelledikleri etkinlikte logo, anahtarlık ve kalemlik gibi ürünlerini meydana getirdikleri ve kullandıkları, robot tasarımlarında ise kendilerinin veya toplumun problemlerine yönelik yenilikçi çözümler amacıyla robotlar geliştirdiği, hücre ve denge modellerinde ise meydana getirdikleri ürünlerini okulda kullandıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu becerilerinin ön plana çıkmasında 3D modelleme ve robotik etkinliklerinin aynı zamanda tüm etkinliklerinde kullanışlı ve dayanıklı ürün meydana getirme amaçlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sayede STEM etkinliklerinde öğrencilerin inovasyon becerilerinin etkili olduğu söylenebilir. Bu sonuç Alcantara (2015) tarafından lise öğrencileriyle gerçekleştirdiği STEM çalışmasının sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Alcantara (2015) çalışmasında STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik bilgilerini kullanarak yenilikçi, yaratıcı ve hayal güçlerini ortaya koyabilecekleri içerik sağladığını belirtmektedir. Çalışmada öğrencilerin ekranları ile ortaklaşa çalışarak alternatif çözüm yolları geliştirme ve ürün meydana getirmelerinde STEM içeriğinin etkili olduğu belirtilmektedir.

Bu çalışmada inovasyon becerisi kapsamında öğrencilerin sosyal becerileri iletişim, işbirliği ve liderlik boyutlarıyla ortaya çıkmıştır. Etkinlik sürecinde öğrencilerin etkileşim halinde çalışmaları ile grup içerisi ve gruplar arasında etkileşimli çalıştıkları, farklı görüş ve düşüncelere açık olmaları sayesinde iletişim konusunda etkili oldukları sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yaratıcılığa ilişkin sonuçlar ve tartışma. Çalışmada yer alan öğrenciler üstün zekâlı ve yetenekli tanısı konulmuş öğrencilerdir. Bu sebeple öğrenciler yaratıcılık özelliği taşımaktadırlar. STEM etkinliklerinde öğrencilerin ürünlerinde yaratıcılıklarını ortaya çıkarmaları hedeflenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin çalışmalarını bireysel gerçekleştirmeleri sağlanmış ve yaratıcılık becerisi kapsamında ürünleri değerlendirilmiş ve özgünlükleri ele alınmıştır. Öğrencilerin farklı içerikli STEM etkinliklerinde kendilerine özgü tasarımlar gerçekleştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sürecinde öğrencilerin farklı ve yenilikçi ürün ortaya koyma çabasında oldukları görülmüştür. Bu durum STEM etkinliklerinin öğrencilere zengin ve esnek bir çalışma olanağı sunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmanın bu sonucu STEM eğitiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin yaratıcılıklarını desteklediğini belirtlen diğer çalışmalar (Gotlieb, Hyde, Immordino-Yang ve Kaufman, 2016; Trna ve Trnova, 2015; Choi, 2014) ile paralellik göstermektedir.

Kelley ve Kelley (2013), *“yeni fikirlerin, çözüm ve yaklaşımların ortaya konulmasına fırsat sağlanan ortamlarda yaratıcılık ön plana çıkar”* açıklamasıyla yaratıcılığın teşvik edilmesinde ortam ve koşulların özelliklerine dikkat çekmiştir (s.3). Bu doğrultuda STEM etkinlikleri öğrencilerin çalışmalarında ve düşüncelerini ifade etmelerinde özgür ve esnek olabilecekleri şekilde tasarlanmıştır. Bu doğrultuda öğrenciler kendi tasarımlarını yapmaları konusunda teşvik edilmişler ve istedikleri ürünleri istedikleri şekilde yapabilmeleri amacıyla malzeme konusunda seçenekler sunulmuştur. Öğrencilerin meydana getirdikleri ürünlerinin değerlendirilmesi sonucunda kullanışlı, gerçekçi, yenilikçi ve kendilerine özgü modeller meydana getirdikleri görülmüştür. Bu sayede öğrencilerin ürünlerini meydana getirmede yaratıcılıklarının etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Birçok araştırmacı üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin yaratıcılıklarının ortaya çıkarılmasında disiplinlerarası eğitim fırsatlarının etkili olduğunu belirtmektedir (Hockett, 2009; Drain, 2008; Little, Feng, VanTassel-Baska, Rogers, ve Avery, 2007; VanTassel-Baska ve Brown, 2007; VanTassel-Baska, Avery, Little ve Hughes, 2000; VanTassel-Baska, Zuo, Avery ve Little, 2002). Choi (2014) STEM eğitiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere sağladığı olanaklar arasında yaratıcılıklarını destekleyen esnek ortamı belirtmektedir. Benzer şekilde Gotlieb, Hyde, Immordino-Yang ve Kaufman (2016) tarafından üstün yetenekli öğrencilerin STEM eğitimiyle merak duygularının teşvik edildiği yaratıcılıklarının ve keşif duygularının beslendiği belirtilmektedir.

Yaşam ve kariyer becerilerine ilişkin sonuçlar ve tartışma. STEM eğitiminde öğrencilerle farklı kapsam ve içeriklerde STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin 3D STEM etkinliklerine ve farklı bağlamlardaki etkinliklere uyum sağlayarak çalışma yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin uyum sağlamaları ile farklı görev ve sorumluluklara adapte oldukları ve farklı bağlamlarda etkili bir şekilde çalıştıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında öğrencilerin herhangi bir yaptırım olmaksızın çalışmalarını sürdürdükleri ve hedeflerini belirleyerek amaçları doğrultusunda çalıştıkları görülmüştür. Öğrencilerin çalışma ve ürünlerini meydana getirme süreçlerinde birbirlerinin çalışmalarına ilişkin yapıcı eleştirilerde bulunmuşlardır. Bu eleştirilere karşı birbirlerini anlamaya çalışarak geri bildirimleri çalışma süreçlerine dâhil etmişlerdir. Bu sayede öğrencilerin mesleki yaşamlarında etkili olacak yaşam ve kariyer becerilerinin gelişimi sağlanmıştır. Bu sonuca dayalı olarak iletişim ve işbirliği becerilerinin yaşam ve kariyer becerilerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

STEM etkinliklerinde öğrencilerin her hafta edinmiş olduğu deneyimlerinden yola çıkarak çalışmalarını geliştirdikleri görülmüştür. Bu doğrultuda öğrencilerin beceri düzeylerini geliştirme ve çalışmalarında iyileştirme yapma çabalarında oldukları sonucuna ulaşılmıştır. STEM etkinlikleri sayesinde yaşam ve kariyer becerilerinin gelecekteki sürdürülebilirliğin sağlanmasında zemin hazırlandığı düşünülmektedir.

STEM becerilerine ilişkin genel olarak değerlendirme yapıldığında mühendislik temelli bütünsel STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM becerilerinin ortaya çıkmasında etkili olduğu görülmektedir. Çalışmada yer alan öğrenciler yeni zekâ ve yetenek anlayışı doğrultusunda çeşitli IQ ve akademik testlerle aynı zamanda yetenek ve performans testleri doğrultusunda tanılanmış öğrencilerden oluşmaktadır. Çalışmada “genel zihinsel alanda üstün” ve “resim-müzik alanında üstün” şeklinde ortak tanıya sahip iki grup öğrenci yer almıştır. STEM becerilerinin ortak tanıya sahip öğrencilerde ve iki grup arasında da farklı şekillerde ortaya çıktığı görülmüştür. Csikszentmihalyi (1996) tarafından da belirtildiği şekilde özellikle resim-müzik alanında üstün öğrencilerin daha içe kapanık ve davranışlarının daha örtük olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Karnes ve Marquardt (1995) genel bir üstün yetenekli birey tanımının mümkün olmadığını çünkü her birinin farklı özellikler barındırdığını belirtmiştir. Bu sonuç genel zihinsel alanda ve resim müzik alanında yer alan üstün

öğrencilerin STEM etkinliklerindeki ortaya çıkan becerilerinin farklılıklarında gözlemlenmiştir.

Hunt ve Seney (2009) tarafından da belirtildiği gibi çalışmada yer alan öğrencilerin bazı zamanlarda ilgisiz, isteksiz ve geri planda görüldükleri gözlemlenmiştir. Bu durumda sorular yöneltilerek öğrenciler sürece dâhil edilmeye çalışılmıştır. Başarısızlık durumlarında genel zihinsel alanda yer alan öğrencilerin daha motive çalıştıkları görülürken resim-müzik alanındaki öğrencilerin ise motivasyon düşüklüğü yaşadıkları gözlemlenmiştir. Bu durum üstün olarak tanımlanan öğrencilerin heterojenliğini göstermektedir (Karnes ve Marquardt, 1995; Kerr, 2009). Üstün yetenekli öğrencilerin özellikleri ilgili literatürde (Feldhusen, 1989; Renzulli, 2005; Reis, 1989; Steiner, 2006; Renzulli ve diğerleri, 2002) gelişmiş problem çözme becerisi, problem çözme becerisinde tutarlı olma, yüksek motivasyon, yaratıcılık ve liderlik becerilerinin yer aldığı ortak bir sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada da öğrencilerin problem çözme becerilerinin etkili olduğu, çalışma sürecinde yüksek motivasyon gösterdikleri aynı zamanda işbirliğine dayalı çalışmalarda liderlik özelliklerinin ön plana çıktığı görülmüştür.

İlgili literatürde üstün yetenekli öğrencilerin kariyer konusunda motive edilmeleri (Csikszentmihalyi, 1993; Betts, 1985), problem çözme ve akıl yürütme becerilerine yönelik akademik bilgi edinme (Treffinger, Feldhusen ve Isaksen, 1990; Treffinger ve Feldhusen, 2000), akranlarıyla uyumluluk (Steinberg, Brown ve Dornbush 1996), yaratıcılık ve üretkenlik (Bereiter ve Scardomalia, 1993; Torrance, 1987) ihtiyaçlarının giderilmesi gerektiği belirtilmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda öğrencilerin belirtilen ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik fırsatların sağlandığı görülmektedir.

Bazı araştırmacılar (Abu Yazid ve Noriah, 2010; Cross ve diğerleri, 2008; Yoo ve Moon, 2006) tarafından üstün yetenekli öğrencilerin iletişim konusunda sorun yaşayan ve yalnızlaşmış bireyler oldukları belirtilmektedir. Bu çalışmada öğrencilerin okul dışı ortamda akademik akranları ile çalışmalarına fırsat sağlanmıştır. Üstün yetenekli öğrenciler için uygun destek modeli okul dışı ortamların avantajlarında belirtildiğiyle şekliyle uyumaktadır (Olszewski-Kubilius, 2006; Csikszentmihalyi, Rathunde ve Whalen, 1993).

STEM ve STEM Eğitime İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Bu bölümde, genel zihinsel ve resim-müzik alanında üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle STEM uygulamaları öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelere ait sonuçlara yer verilecektir. Öğrencilerin STEM ve STEM eğitime yönelik görüşlerine ait sonuçlar “STEM Disiplinlerine”, “STEM Etkinliklerine” ve “Uygulayıcıya Yönelik” görüşler alt başlıklarında sunulmuştur.

STEM disiplinlerine ilişkin sonuçlar ve tartışma. STEM eğitimi öncesinde öğrencilerin STEM disiplinlerini birbirlerinden ayrı ve gerçek yaşamdan bağımsız olarak tanımladıkları görülürken STEM eğitimi sonrasında her disiplini birbirleriyle, farklı disiplinlerle ve gerçek yaşamla ilişkilendirerek tanımladıkları görülmektedir. STEM eğitimi öncesi ve sonrası öğrenci görüşlerine ilişkin sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 30

STEM Eğitimi Öncesi-Sonrası Disiplinlere İlişkin Sonuçlar

STEM Eğitimi Öncesi	STEM Eğitimi Sonrası
Her disiplin birbirinden bağımsız şekilde tanımlanmaktadır.	STEM disiplinleri birbirleri, diğer disiplinler ve gerçek yaşamla ilişkili olarak tanımlanmaktadır.
Fen; fizik, kimya ve biyoloji dallarını içeren ve okullarda öğretilen ders olarak tanımlanmaktadır.	Fen bilimleri çeşitli disiplinleri ve bunların alt disiplinlerini kapsamakla birlikte gerçek yaşamın kendisi olarak tanımlanmaktadır.
Matematik sayılar ve işlemlerin yapıldığı dal olarak görülmektedir.	Matematiğin her disiplinde ve hayatın her alanında yer aldığı, işlemler ve sayılar haricinde düşünme şekli olarak belirtilmektedir.
Fen-matematik ilişkisi okuldaki fen derslerinde işlemsel olarak yer alan matematik ile ifade edilmektedir.	Fen ve matematik birçok disiplinle ilişkili olarak hayatın her alanında oldukları ifade edilmektedir.
Teknoloji olarak sadece elektrik-elektronik aletler örnek gösterilmektedir.	Teknoloji, insan ihtiyaçları doğrultusunda meydana gelen gelişim ve değişim olarak tanımlanmaktadır.
Mühendislik tanımı meslek olarak yapılmakta ve bina, yol yapımı gibi örnekler verilmektedir.	Mühendislik tanımında tasarım yapma, özgünlük, inovasyon ve hayal gücü ile ürün meydana getirme ve mühendis gibi ifade edilmektedir.

Öğrenciler STEM disiplinlerine ilişkin görüşlerinde çalışmalarını disiplinler arası gerçekleştirme fırsatı bulduklarını belirtmişlerdir. Her disiplini birbirinden bağımsız değerlendiren öğrencilerin STEM eğitimi sayesinde her disiplinin birbiri ile ilişkili olduğunun farkına vardığı görülmüştür. Bu sonuç STEM uygulamalarında beceri

gelişimini temel alan ve öğrencilerin STEM alanlarına yönelik olumlu tutumunu belirten diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Moos ve Honkomp, 2011; Tseng ve diğerleri, 2011; Wolfe ve Fraser, 2008). Benzer şekilde Kolko (2015) mühendislik ve tasarım uygulamalarının temel olduğu STEM eğitiminin hem STEM disiplinlerini bütünleştirme hem de sanat ve tasarım odaklı diğer disiplinlerin de bütünleştirilmesinin öğrencilerde olumlu düşünce geliştirdiğini belirtmiştir.

Öğrencilerin STEM eğitimi öncesi görüşlerinde mühendisliği sadece meslek ve bu mesleği yerine getiren kişiler olarak tanımlamışlardır. STEM eğitimi sonrasında ise tasarım yapma, ürün meydana getirme ve özgünlük gibi anlayış geliştirdikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu düşüncelerini geliştirmelerinde mühendislik temelli ve teknoloji içeren (3D modelleme, 3D yazıcı kullanımı, robotik uygulamalar) uygulamaların etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç literatürde yer alan diğer çalışmalar ile uygunluk göstermektedir (Ayar, 2015; Blanchard ve diğerleri, 2015; Eguchi, 2016; Kandlhofer ve Steinbauer, 2016; Williams ve diğerleri, 2012; Johnson ve Londt, 2010). Benzer şekilde Blanchard ve diğerleri (2015) bazı öğrencilerin STEM alanlarını özellikle de mühendisliği anlamadığını belirtmektedir. Blanchard ve diğerleri (2015) mühendislik ve tasarım odaklı çalışmada gerçek yaşam problemlerinin çözümüyle öğrencilerin mühendisliğe yönelik anlayışlarının ve toplumdaki yerine yönelik görüşlerinin değiştiğini belirtmektedir. Elam, Donham ve Solomon (2012) tarafından iki haftalık STEM yaz okulu programıyla birlikte öğrencilere mühendislik odaklı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda öğrencilerin mühendislik kavramına yönelik algılarının değiştiği ve olumlu tutum geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde yer alan çalışmalar ile bu çalışmanın sonucunun örtüştüğü görülmektedir.

STEM etkinliklerinde ürün meydana getirilme sürecinde öğrencilerin sahip oldukları akademik bilgi ve becerilerin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Öğrencilerin görüşlerinde ise fen ve matematik akademik bilgilerinin uygulamalar sayesinde daha iyi edinildiği görülmektedir. Bu doğrultuda akademik bilgi ve becerilerin STEM etkinliklerinde uygulamalar sayesinde geliştiği aynı zamanda bu akademik bilgi edinimlerinin de STEM etkinliklerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuç STEM eğitimi ve akademik bilgi arasındaki etkinin ortaya konulduğu diğer çalışmalarla da desteklenmektedir. Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes (2013) tarafından STEM eğitiminin bilgi ve becerilerdeki etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada

STEM eğitiminin fen ve matematik içerik bilgisini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Zuga (2004) ve Brophy (2008) matematik ve fen içerik bilgisinin olmadan bilişsel süreçlerin etkili olamayacağını bu sebeple mühendislik ve tasarım odaklı uygulamalarda akademik bilginin önemini belirtmiştir. Bu doğrultuda STEM eğitiminde içerik bilgisi ve uygulamaların iç içe özümsemesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

STEM etkinliklerine ilişkin sonuçlar ve tartışma. STEM etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerinde yeni deneyimler ve beceriler kazandıkları sonucuna ulaşılmaktadır. Üstün zekâlı ve yetenekli olmalarından ötürü sıradan çalışma ortamında sıkılan öğrencilerin zengin içerikli ve aktif oldukları STEM etkinlikleri sayesinde ilgilerinin çekildiği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Stith (2017) üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle okul eğitiminde STEM odaklı uygulamalara yer verilmesiyle öğrencilerin bilimsel araştırma yapmaya ve öğrencilerin ilgileri doğrultusunda çalışmaya fırsatlar sunduğunu belirtmektedir. Brown ve Lent (2013) STEM etkinliklerine ilgi ve merak duyan öğrencilerin bu tür faaliyetler içeren kariyer alanlarını hedef olarak belirlemede etkili olduğunu ifade etmektedir. Buxton (2001) fen ve matematiğe yönelik ilginin bu alanları içeren kariyer tercihinde bulunmada etkili olduğunu belirtmektedir. Bu amaçla birçok araştırmacı (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Dabney ve diğerleri, 2012; Gura, 2011; Welch ve Huffman, 2011; Maltese ve Tai, 2010; Bell, Lewenstein, Shouse ve Feder, 2009; NRC, 2009; Zoldosova ve Prokop, 2006; Tindall ve Hamil, 2004) çalışmasında STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM disiplinlerine olan ilgilerini artıracaklarını bu sayede kariyer alanlarına yönelimi olumlu etkileyeceğini belirtmektedir.

STEM eğitiminde disiplinler arası çalışmaların yer alması ile öğrencilerin akademik bilgi ve becerilerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin özellikle fen ve matematik akademik bilgilerinin etkinliklerde uygulamalı olarak kullanması sayesinde daha iyi öğrenme fırsatı elde etmeleri sağlanmıştır. STEM etkinlikleri sayesinde akademik ve teknik becerilerin pekiştirildiği sonucuna ulaşılmıştır. Rehmat (2015) STEM eğitiminde yer alan öğrencilerin disiplinlerdeki içerikleri uygulama yolu ile kullanmalarının STEM disiplinlerine olumlu tutum geliştirdiğini belirtmektedir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının sağlanmadığında etkinliklere ve eğitim-öğretim ortamına katılım göstermedikleri ve isteksiz davrandıkları belirtilmektedir. Chapman (2003) üstün zekâlı ve yetenekli

öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının önemini “*öğrenciler yeteneklerinin ötesindeki görevlere ilgi duyar ve uygulamaya başlarlar. Uygulamalarında ise ilgi ve merak duymaları yaptıklarına yoğunlaşmalarını ve devam etmelerini sağlar*” şeklinde ifade etmektedir (s.2). Çalışmada yer alan öğrencilerin etkinliklere katılım göstermeleri ve istekli davranmaları sonucunda STEM etkinliklerinin ilgi çekme ve motivasyon sağlamada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM etkinliklerinin eğlenceli bir öğretim içeriği sağladığı görülmektedir. Bu sonuç literatürde yer alan benzer çalışmalar (Hinton, 2017; Blanchard ve diğerleri, 2015; Rehmat, 2015; Nugent ve diğerleri, 2010) ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmalarda öğrencilerin STEM etkinliklerinde yer almalarından memnuniyet ve keyif duydukları bu sayede STEM etkinliklerinde katılım gösterdikleri belirtilmektedir.

Uygulayıcıya ilişkin sonuçlar ve tartışma. Çalışmada araştırmacı aynı zamanda uygulayıcı olarak yer almıştır. Çalışmada uygulayıcının esnek olması, rehber ve cesaretlendirici tutumu ile öğrencilerin kendilerini rahat hissettikleri görülmektedir. Uygulayıcının çalışmadaki rolünün öğrencilerin STEM becerilerinin ortaya konulmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

STEM eğitimi, öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini çekmek amacıyla soru-cevap, video ve animasyonların yer aldığı giriş etkinliği ile uygulanmıştır. Uygulayıcının öğrencileri çalışma ve düşüncelerini paylaşma konusunda teşvik ettiği, bilgiyi doğrudan sunmak yerine kendilerine buldurduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu tutumun öğrencilerin STEM becerilerinin ortaya konulmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Birçok çalışmada (Lang, Wong ve Fraser, 2005; Siegle, Reis ve McCoach, 2006; Stith, 2017) STEM odaklı özel eğitimin üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler ile öğretmenleri arasında olumlu etkileşim sağladığı belirtilmektedir.

Üstün zekâlı ve yetenekli olan öğrencilerin özgürce çalışmalarını ortaya koymalarında desteklenmelerinin yaratıcılık, mühendislik ve inovasyon becerilerinde etkili olduğu düşünülmüştür. Bu amaç doğrultusunda esnek çalışma ortamının oluşmasına özen gösterilmiştir. Öğrenci görüşleri doğrultusunda bu çalışma ortamının sağlanmasının kendi çalışmalarını meydana getirmelerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmada, mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM uygulamalarının üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları STEM becerilerinde etkililiği ve

STEM eğitimine yönelik görüşleri incelenmiştir. Bu araştırmanın bulgularından yola çıkılarak öneriler geliştirilmiş ve maddeler halinde sunulmuştur.

Öneriler

Bu bölümde, çalışmanın sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda “Uygulamaya Yönelik” ve “İleride Yapılacak Çalışmalara Yönelik” önerilerde bulunulmuştur.

Uygulamaya yönelik öneriler. STEM eğitimi ve etkinliklerinin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM becerilerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda bu öğrencilerin BİLSEM, okul ve okul dışı öğrenme ortamlarında STEM etkinlikleri ile çalışmalarına olanaklar sağlanabilir. Standart müfredat programının yetersiz kaldığı üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM eğitimi ile birlikte akademik bilgi ve becerilerinin ortaya çıktığı görülmüştür. Gelecekte etkili olan iş alanlarında yer alacak olan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM beceri gelişimlerinin bu alanlarındaki çalışmalarında etkili olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin beceri gelişiminde etkili olan STEM eğitimlerinin desteklenmesinin gerektiği düşünülmektedir.

Müfredat ve programa bağlı uygulama ve etkinliklerden sıkılan ve ilgisiz olan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM eğitimi ile motivasyonlarının sağlandığı ve ilgilerinin çekildiği görülmüştür. Bu doğrultuda sunuma dayalı bilgi aktarımı yerine uygulamanın yer aldığı STEM eğitim ve etkinliklerine müfredat ve programlarda yer verilebileceği düşünülmektedir.

Her bir disiplini bağımsız ve okulda öğretilen ders olarak değerlendiren üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM eğitimi sayesinde disiplinlerin birbirleri ve gerçek yaşamla ilişkili olduklarının farkına vardıkları görülmüştür. STEM eğitimi ile birlikte öğrencilerin akademik bilgilerinin uygulama alanlarıyla bütünleştirilmesi sayesinde her disiplinin ilişkilendirilmesi sağlanabilir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen STEM uygulamaları sayesinde becerilerin devamlılığını sağlayacak yaşam ve kariyer becerilerinin etkili olduğu görülmüştür. Öğrencilerin farklı çalışma ortamlarına uyum sağlama ve farklı ekiplerle saygı çerçevesinde çalışmada STEM eğitiminin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda çalışma yaşamında etkili olan yaşam ve kariyer becerilerinin STEM eğitimiyle geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Ekonomi, endüstri ve teknolojinin eğitim alanında yer almasıyla öğrencilerin bu alanlarda deneyim kazanmaları önemli olmaktadır. 3D STEM uygulamaları sayesinde öğrencilerin Tinkercad kullanımı ile temel 3D modelleme yapmaları ve 3D yazıcı kullanarak ürün elde etmeleri sağlanmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojileri ve dijital teknolojinin yer verildiği STEM etkinlikleri sayesinde öğrencilerin mühendislik ve inovasyon becerilerinin etkili oldukları görülmüştür. STEM etkinliklerinde teknolojik araç-gereç kullanımı ve uygulamaları ile öğrencilerin bu alanlarda beceri gelişimlerinin olacağı ve gelecekte etkili olan bu mesleklerde yer edinebilecekleri düşünülmektedir.

Çalışmada yer alan üstün zekâlı ve yetenekli kız öğrencilerin teknoloji ve teknolojik araç kullanımı konusunda deneyim kazanarak olumsuz tutum ve korkularının giderildiği görülmüştür. 21. yy kariyer alanlarında kız çocuklarının daha fazla yer edinmelerinde mühendislik ve inovasyon becerilerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin yer aldığı STEM eğitimi sayesinde kız öğrencilerin deneyim kazanmalarının, olumlu tutum sağlayarak kariyer alanlarında yer almalarında etkili olacağı düşünülmektedir.

İleride yapılacak araştırmalara yönelik öneriler. Çalışmada STEM etkinliklerinin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEM becerilerine etkililiği araştırılmıştır. STEM becerileri bu çalışma kapsamında belirlenerek oluşturulmuştur. Farklı becerilere yönelik STEM eğitimi çalışmaları gerçekleştirilerek STEM becerilerinin içeriği geliştirilebilir.

STEM becerilerinin ortaya konulması daha detaylı incelenip derinlemesine araştırma sağlanabilmesi amacıyla her bir beceriye yönelik boylamsal çalışmalar gerçekleştirilebilir.

STEM becerilerinin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle belirlendiği bu çalışma, K-12 düzeyinde farklı düzeyde ve özellikle katılımcılar ile gerçekleştirilerek STEM eğitimi ve etkinliklerinin yaygınlığı sağlanabilir.

STEM becerilerinin birbirlerini etkilediği görülmüş ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin detaylı incelendiği çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmada STEM etkinliği olarak on etkinliğe yer verilmiştir. Farklı içerik ve uygulamalar ile STEM becerilerinin etkililiğine yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle STEM etkinliklerine +A (Art-Sanat) boyutu da eklenerek öğrencilerin ortaya çıkan becerilerine yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilecek STEM eğitiminde farklı veri toplama araçları ile farklı beceri boyutlarına ve sonuçlarına ulaşarak değerlendirmeler yapılabilir.



Kaynaklar

- ABET Engineering Accreditation Commission. (2012). *2011–2012 criteria for accrediting engineering programs*. Baltimore, MD: ABET, Inc.
- Abu Yazid, A. B., & Noriah, M. I. (2010). Counselling issues of gifted students attending a school holiday residential program: A Malaysian experience. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 7C, 568-573.
- Adams, C., Chamberlin, S., Gavin, M. K., Schultz, C., Sheffield, L. J., & Subotnik, R. (2008). *The STEM promise: Recognizing and developing talent and expanding opportunities for promising students of science, technology, engineering and mathematics*. Washington, DC: Math/Science Task Force, National Association for Gifted Children.
- Advisory Committee on Mathematics Education [ACME]. (2011). *Mathematical needs: The mathematical needs of learners' report*. Retrieved from http://www.acme-uk.org/media/7627/acme_theme_b_final.pdf
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: "Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?"*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi.
- Alcantra, V. M. (2015). *Latina high school students figured world of STEM: Identity formation in formal and informal communities of practice*. (Doctoral Dissertation). Columbia University, New York.
- Alvarez, C. A., Edwards, D., & Harris, B. (2010). STEM Specialty Programs: A Pathway for Under-Represented Students into STEM Fields. *NCSSSMST Journal*, 16(1), 27-29.
- Amabile, T. M., Schatzel, E. A., Moneta, G. B., & Kramer, S. J. (2004). Leader behaviors and the work environment for creativity: Perceived leader support. *The Leadership Quarterly*, 15, 5–32.
- Ambrose, D. (2016). Twenty-first century contextual influences on the life trajectories of the gifted and talented. In D. Ambrose & R. J. Sternberg (Eds.), *Giftedness and talent in the 21st century: Adapting to the turbulence of globalization* (pp. 15–42). Rotterdam, the Netherlands: Sense.

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st Century skills and competences for new millennium learners in OECD Countries. *OECD Education Working Papers*, 41.
- Andersen, L. (2014). Visual–spatial ability: Important in STEM, ignored in gifted education. *Roeper Review*, 36(2), 114-121.
- Anderson, E., & Kim, D. (2006). *Increasing the success of minority students in science and technology*. Washington, DC: American Council on Education.
- Archambault, F. X., Westberg, K. L., Brown, S., Hallmark, B. W., Zhang, W., & Emmons, C. (1993). Regular classroom practices with gifted students: Findings from the classroom practices survey. *Journal for the Education of the Gifted*, 16, 103-119.
- Ardito, C., Buono, P., Caivano, D., Costabile, M. F., & Lanzilotti, R. (2014). Investigating and promoting UX practice in industry: An experimental study. *International Journal of Human-Computer Studies*, 72(6), 542-551.
- Atkinson, R. & Mayo, M. (2010). *Refueling the U.S. innovation economy: Fresh approaches to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education* (pp. 1–178). Washington, DC: The Information Technology and Innovation Foundation.
- Atman, C. J., Eris, O., McDonnell, J., Cardella, M. E., & Borgford-Parnell, J. L. (2014). Engineering design education. In A. Johri & B. M. Olds (Eds.), *Cambridge handbook of engineering education research* (pp. 201–225). New York, NY: Cambridge University Press.
- Atman, C. J., Yasuhara, K., Adams, R. S., Barker, T. J., Turns, J., & Rhone, E. (2008). Breadth in problem scoping: A comparison of freshman and senior engineering students. *International Journal of Engineering Education*, 42, 234–245.
- Atman, C.J., Adams, R.S., Mosborg, S., Cardella, M.E., Turns, J., & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359–379.
- Australian Education Council. (2015). *National STEM School Education Strategy 2016-2026*. Retrieved from <http://www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education%20Strategy.pdf>

- Australian Government. (2013). *Australian department of industry, innovation, climate change, science, research and tertiary education*. Retrieved from www.innovation.gov.au/pages/default.aspx
- Ayar, M. C. (2015). First-hand experience with engineering design and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1655-1675.
- Bagiati, A., & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: The teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23, 112–118.
- Baldwin, A. Y., Gear, G. H., & Lucito, L. J. (1978). *Educational planning for the gifted: Overcoming cultural, geographic, and socioeconomic barriers*. Reston, VA: Council for Exceptional Children.
- Bangel, N. J., Moon, S. M., & Capobianco, B. M. (2010). Preservice teachers' perceptions and experiences in a gifted education training model. *Gifted Child Quarterly*, 54(3), 209-221.
- Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: Helping teachers meet the challenge*. Routledge.
- Barell, J. F. (2007). *Problem-based learning: An inquiry approach*. Thousand Oaks: CA, Corwin Press.
- Barnetta, M., Vauglin, M., Strauss, E., & Cotter, L. (2011). Urban environmental education leveraging technology and ecology to engage students in studying the environment. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 20(3), 199-214.
- Barrows, H. S. (2000). *Problem-based learning applied to medical education*. Carbondale: IL, Southern Illinois University School of Medicine.
- Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 9–19.
- Basham, J. D., Koehler, C. M., & Israel, M. (2011). Creating a “STEM for all” environment. In C. C. Johnson (Ed.), *Secondary STEM educational reform* (pp. 1-25). Palgrave: Macmillan.

- Beane, J. A. (1997). *Curriculum integration: Designing the core of democratic education*. New York: Teachers College Press.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. A. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Benbow, C. P., & Lubinski, D. (1997). Intellectually talented children: How can we best meet their needs? In N. Colangelo & G. A. Davis (Ed.), *the Handbook of Gifted Education* (pp. 155-169). Boston: Allyn and Bacon.
- Benbow, C. P., Lubinski, D., & Suchy, E. (1996). The impact of SMPY's educational programs from the perspective of the participant. In C. P. Benbow & D. Lubinski (Eds.), *Intellectual, talent: Psychometrical and social issues* (pp. 266–300). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1993). *Surpassing ourselves: An inquiry into the nature and implications of expertise*. Chicago: Open Court.
- Berman, K. M., Schultz, R. A., & Weber, C. L. (2012). A lack of awareness and emphasis in preservice teacher training: Preconceived beliefs about the gifted and talented. *Gifted Child Today*, 35(1), 18-26.
- Betts, G. T. (1985). *Autonomous learner model for the gifted and talented*. Greeley, CO: Autonomous Learning Publications and Specialists.
- Binet, A. (1905). New methods for the diagnosis of the intellectual level of subnormals. *L'Annee Psychologique*, 12, 191–244 (Translated in 1916 by E. S. Kite in *The Development of Intelligence in Children*. Vineland, NJ: Publications of the Training School at Vineland.).
- Bingimlas, K. (2009). Barriers to the successful integration of ICT in teaching and learning environments: A review of the literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(3), 235–245.
- Bitan-Friedlander, N., Drefus, A., & Milgrom, Z. (2004). Types of “teachers in training”: The reactions of primary school science teachers when confronted with the task of implementing an innovation. *Teaching and Teacher Education*, 20, 607–619.
- Blanchard, S., Judy, J., Muller, C., Crawford, R. H., Petrosino, A. J., Christina K., W., & ...Wood, K. L. (2015). *Beyond Blackboards: Engaging Underserved Middle*

- School Students in Engineering. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 1-14.
- Bloom, B. S. (1985). *Developing talent in young people*. New York: Ballantine.
- Borders, C., Woodley, S., & Moore, E. (2014). Inclusion and giftedness. In J. P. Bakken, F. E. Obiakor & A. F. Rotatori (Eds.), *Gifted education: Current perspectives and issues* (pp. 127-146). Bingley, UK: Emerald.
- Borland, J. H. (2003). *Rethinking gifted education*. New York, NY: Teachers College Press.
- Borrego, M., Karlin, J., McNair, L. D., & Beddoes, K. (2013). Team effectiveness theory from industrial and organizational psychology applied to engineering student project teams: A research review. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 472–512.
- Bouchard, T. J. (1994). Genes, environment and personality. *Science*, 264, 1700–1701.
- 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.
- Brigham, F. J., & Bakken, J. P. (2014). In J. P. Bakken, F. E. Obiakor & A. F. Rotatori (Eds.), *Gifted education: Current perspectives and issues* (pp. 21-40). Bingley, UK: Emerald.
- Brighouse, T. (1991). *What makes a good school?* Network Educational.
- Bronowski, J. (1973). *The ascent of man*. London: British Broadcasting Corporation.
- Brophy, S. P., & Evangelou, D. (2007). *Precursors to engineering thinking*. In Proceedings of the Annual Conference of the American Society of Engineering Education. Honolulu, HI.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brown, E. F., & Joerg, M. (2018). How to discuss books with your kids (Even when you haven't read them!). *Parenting for High Potential*, 7(1), 12-14.

- Brown, E. F., & Stambaugh, T. L. (2014). Placement of students who are gifted. In J. P. Bakken, F. E. Obiakor & A. F. Rotatori (Eds.), *Gifted education: Current perspectives and issues: Advances in special education* (pp. 41-69). Bingley, United Kingdom: Emerald Group Publishing Limited.
- Brown, E., Avery, L., VanTassel-Baska, J., Worley, B., & Stambaugh, T. (2006). A five-state analysis of gifted education policies. Ohio policy study results. *Roeper Review*, 29(1), 11-23.
- Brown, S. D., & Lent, R. W. (Eds.). (2013). *Career development and counseling: Putting theory and research to work*. Hoboken, NJ: John Wiley.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM roadmap: A framework for integration* (pp. 23-37). London: Taylor & Francis.
- Burns, T. R. (2013). *Designing a curriculum to promote the engagement of underserved populations to stem education and career paths*. (Doctoral Dissertation). Capella University, US.
- Buxton, C. A. (2001). Modeling science teaching on science practice? Painting a more accurate picture through an ethnographic lab study. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 387-407.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *The Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in k-12 classrooms: Understanding “a framework for k-12 science education. *Science and Children*, 49(4), 10-16.
- Bybee, R. W., Powell, J. C., Ellis, J. D., Giese, J. R., Parisi, L., & Singleton, L. (1991). Integrating the history and nature of science and technology in science and social studies curriculum. *Science Education*, 75, 143–155.
- Callahan, C. M. (2011). Special gifts and talents. In J. M. Kauffman & D. P. Hallahan (Eds.), *Handbook of special education* (pp. 304-320). New York, NY: Routledge.

- Callahan, C. M., Moon, T. R., Oh, S., Azano, A. P., & Hailey, E. P. (2015). What works in gifted education: Documenting the effects of an integrated curricular/instructional model for gifted students. *American Educational Research Journal*, 52(1), 137-167.
- Çallı, E. (2017). STEM-FeTeMM eğitiminde mühendislik yaklaşımı. In M. S. Çorlu & E. Çallı (Eds.), *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi* (pp. 11-14). İstanbul: Pusula.
- Capon, N., & Kuhn, D. (2004). What's so good about problem-based learning? *Cognition and Instruction*, 22(1), 61-79.
- Carbonell, L. (2004). *Instructional development timeline*. Retrieved from <http://www.my-ecoach.com/idtimeline/learningtheory.html>
- Carter, V. R. (2013). *Defining characteristics of an integrated STEM curriculum in K-12 education*. (Doctoral Dissertation). University of Arkansas, Fayetteville.
- Cassady, J. C., Spiers-Neumeister, K. L., Adams, C. M., Cross, T. L., Dixon, F. A., & Pierce, R. L. (2004). The differentiated classroom observation scale. *Roeper Review*, 26(3), 139-146.
- Cassata-Widera, A., Century, J., & Kim, D. Y. (2011). *Rigorous measures of implementation: A methodological framework for evaluating innovative stem programs*. Society for research on educational effectiveness. Paper presented at SREE Fall 2011 Conference, Washington D.C.
- Castellano, J. A., & Diaz, E. I. (Eds.). (2002). *Reaching new horizons. Gifted and talented education for culturally and linguistically diverse students*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Castellano, J., & Matthews, M. (2014). Legal issues in gifted education. In J. P. Bakken, F. E. Obiakor & A. F. Rotatori (Eds.), *Gifted education: Current perspectives and issues* (pp. 1-20). Bingley, UK: Emerald.
- Chalmers, A. F. (1976). *What is this thing called science?* Philadelphia: Open University Press.
- Chen, P. H. (2007). *A study of STEM integrated teaching applied in the field of physics in junior high school*. (Master's Thesis). National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan.

- Choi, K. M. (2014). Opportunities to explore for gifted STEM students in Korea: From admissions criteria to curriculum. *Theory into Practice*, 53(1), 25-32.
- Clark, B. (2002). *Growing up gifted*. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Clarke, J. T. (2014). *Twenty-first century teaching and learning: What do teachers know and what motivates them to change?* (Doctoral dissertation). College of Saint Elizabeth.
- Clinkenbeard, P. R. (2007). Economic arguments for gifted education. *Gifted Children*, 2(1), 3.
- Colangelo, N., Assouline, S. G., & Gross, M. U. M. (Eds.). (2004). *A nation deceived: How schools hold back America's brightest students*. Iowa City, IA: University of Iowa.
- Coleman, A. (2016). The authentic voice of gifted and talented black males regarding their motivation to engage in STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). *Publications & Research*, 25-39.
- Common Core State Standards Initiative [CCSSI]. (2010). *Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM)*. Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers. Retrieved from http://www.corestandards.org/wpcontent/uploads/Math_Standards.pdf
- Cookson, P. (2009). What would Socrates say? *Educational Leadership*, 67(1), 8-14.
- Corbett, T., Dumaresq, C. C., Barnaby, T., & Baumer, C. (2014). *The framework for integrative science, technology, engineering & mathematics (STEM) education endorsement guidelines*. Pennsylvania Department of Education.
- Çorlu, M. A. (2013). *Uzman alan öğretmeni eğitimi modeli ve görüşler*. Retrieved from <http://fetemm.tstem.com/gorusler>
- Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi. In M. S. Çorlu & E. Çallı (Eds.), *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi* (pp. 1-10). İstanbul: Pusula.

- Çorlu, M. S., Capraro, C. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Corrigan, D., Buntting, C., Gunstone, R., & Jones, A. (2013). Assessment: Where to next? In D. Corrigan, C. Gunstone, & A. Jones (Eds.), *Valuing assessment in science education: Pedagogy, curriculum, policy* (pp. 359–364). Netherlands: Springer.
- 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, E. (2015). *National STEM school education strategy: A comprehensive plan for science, technology, engineering and mathematics education in Australia*. Retrieved from <http://www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education%20Strategy.pdf>
- Craft, A. (2008). *Creativity in the school*. Retrieved from <http://www.beyondcurrenthorizons.org.uk/creativity-in-the-school/>
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate- and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 791–820.
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101, 738–797.
- Cross, N. (2003). The expertise of exceptional designers. In N. Cross & E. Edmonds (Eds.), *Expertise in design* (pp. 25–35). Sydney, Australia: Creativity and Cognition Press at the University of Technology.
- Cross, T. L., Cassady, J. C., Dixon, F. A., & Adams, C. M. (2008). The psychology of gifted adolescents as measured by the MMPI-A. *Gifted Child Quarterly*, 52, 326-339.

- Csikszentmihalyi, M. (1993). *The evolving self: A psychology for the third millennium*. New York: Harper Collins.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York, NY: HarperCollins.
- Csikszentmihalyi, M., & Getzels, J. W. (1971). Discovery-oriented behavior and the originality of creative products: A study with artists. *Journal of Personality and Social Psychology*, 19, 47–52.
- Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K., & Whalen, S. (1993). *Talented teenagers: The roots of success and failure*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Dabney, K., Almarode, J., Tai, R. H., Sadler, P. M., Sonnert, G., Miller, J., & Hazari, Z. (2012). Out of school time science activities and their association with career interest in STEM. *International Journal of Science Education, Part-B*, 2(1), 63-79.
- Daniels, S. (1997). Creativity in the classroom: Characteristics, climate, and curriculum. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (pp. 292–307). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Darling-Hammond, L. (2010). Teacher education and the American future. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 35-47.
- Davies, J., & Ryan, M. (2011). Vocational education in the 20th and 21st centuries. *Management Services*, 55(2), 31–36.
- Davis, L.A., & Gibbin, R. D. (Eds.). (2002). *Raising public awareness of engineering*. Washington, DC: National Academies Press.
- Dede, C. (2009). *Comparing frameworks for 21st century skills*. Cambridge, MA: Harvard Graduate School of Education.
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st-century skills. In J. Bellanca & R. Brandt (Eds.), *21st-century skills: Rethinking how students learn* (pp. 51–76). Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Deitz, M. C. (2012). *Gifted education teachers' perceptions on implementation of blueprints for biography: STEM starters*. (Doctoral dissertation). University of Arkansas at Little Rock.

- Department for Children, Schools and Families. (2009). *21st century schools: A world-class education for every child*. Nottingham, England: DCSF Publications. Retrieved from <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/https://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/DCSF-01044-2008.pdf>
- Department for Education. (2011). *the Framework for the national curriculum: A report by the expert panel for the national curriculum review*. London: DfE.
- Dieker, L., Grillo, K., & Ramlakhan, N. (2012). The use of virtual and simulated teaching and learning environments: Inviting gifted students into science, technology, engineering, and mathematics careers (STEM) through summer partnerships. *Gifted Education International*, 28(1), 96-106.
- Dole, S., Bloom, L., & Doss, K. K. (2016). Rocket to creativity: A field experience in problem-based and project-based learning. *Global Education Review*, 3(4), 19–32.
- Dole, S., Bloom, L., & Doss, K. K. (2017). Engaged Learning: Impact of PBL and PjBL with Elementary and Middle Grade Students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2), 9.
- Donawa, A. M. (2009). *Critical thinking instruction and minority engineering students at a public urban higher education institution*. (Doctoral Dissertation). Morgan State University, US.
- Dönmez, İ., & İdin, Ş. (2017). Türkiye’de fen bilimleri eğitimi alanında üstün yetenekli öğrencilerin eğitimi ile ilgili araştırmaların incelenmesi. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 4(2), 57-74.
- Drain, J. D. (2008). *Teachers' attitudes and practices toward differentiating for gifted learners in K-5 general education classrooms*. (Doctoral Dissertation) The College of William and Mary.
- Dym, C.L. (1994). *Engineering: A synthesis of views*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Dym, C.L., & Little, P. (2004). *Engineering design: A project-based introduction*. New York, NY: Wiley.

- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- Elam, M., Donham, B., & Soloman, S. R. (2012). An engineering summer camp for underrepresented students from rural school districts. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(2).
- Elmalı, Ş., & Kıyıcı, F. B. (2017). Review of STEM studies published in Turkey. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 684-696.
- Engineering Council. (2010). *UK standard for professional engineering Competence (UKSPEC)*. London: The Engineering Council.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3).
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14).
- English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271.
- Ericsson, K. A. (1996). *The road to excellence*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ericsson, K. A. (2014). Why expert performance is special and cannot be extrapolated from studies of performance in the general population: A response to criticisms. *Intelligence*, 45, 81–103.
- Ericsson, K. A., Nandagopal, K., & Roring, R. W. (2005). Giftedness viewed from the expert-performance perspective. *Journal for the Education of the Gifted*, 28(3/4), 287-311.
- Executive Office of the President. (2010). *Report to the President. Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future*. Executive Office of the President's Council of Advisors on

Science and Technology. Retrieved from
<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED516009.pdf>

- Federal Communications Commission. (2010). *Connecting America: The national broadband plan*. Washington, DC: Federal Communications Commission.
- Feldhusen, J. (1994). Thinking skills and curriculum development. In J. Van Tassel-Baska, (Ed.), *Comprehensive curriculum for gifted learners* (pp. 301–324). Boston: Allyn and Bacon.
- Feldhusen, J. F. (1989). Why the public schools will continue to neglect the gifted. *Gifted Child Today*, 12(2), 56–59.
- Feldhusen, J. F. (2005). Giftedness, talent, expertise, and creative achievement. In R.J. Sternberg, & J.E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 64–79). Cambridge: Cambridge University Press.
- Feldhusen, J. F., & Kroll, M. D. (1991). Boredom or challenge for the academically talented. *Gifted Education International*, 7(2), 80–81.
- Feldhusen, J. F., Check, J., & Klausmeier, H. J. (1961). Achievement in subtraction. *The Elementary School Journal*, 61, 322–327.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fisher, R. (1995). *Teaching children to think*. London: Stanley Tornes.
- Fleer, M. (2000). Working technologically: Investigations into how young children design and make during technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 10(1), 43–59.
- Fleer, M., & Williams-Kennedy, D. (2002). *Building bridges: Literacy development in young indigenous children*. Australia: Australian Early Childhood Association.
- Floyd, C. (1954). Meeting children's reading needs in the middle grades: A preliminary report. *The Elementary School Journal*, 55, 99-103.
- Ford, D. Y. (1996). *Reversing underachievement among gifted Black students: Promising practices and programs*. New York, NY: Teachers College Press.

- 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.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2009). *The nature of qualitative research. How to design and evaluate research in education*. Boston: McGraw-Hill.
- Frasier, M. (1991). Disadvantaged and culturally diverse gifted students. *Journal for the Education of the Gifted*, 14, 234-245.
- Freeman, J. (1998). *Educating the very able: Current international research*. London: Stationery Office.
- Friedel, J. M., Cortina, K. S., Turner, J. C., & Midgley, C. (2007). Achievement goals, efficacy beliefs, and coping strategies in mathematics: The roles of perceived parent and teacher goal emphases. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 434-458.
- Friedman, T. L. (2005). *The world is flat: A brief history of the 21st century*. New York, NY: Farrar, Straus, and Giroux.
- Friedman, T. L. (2007). *The world is flat 3.0: A brief history of the twenty-first century*. New York: Picador.
- Furner, J., & Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3(3), 185–189.
- Fusco, C. (2014). *Developing engineering and science process skills using design software in an elementary classroom*. (Doctoral Dissertation). Hofstra University, New York.
- Gagne, F. (2003). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (pp.60-74). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Gallagher, J. (1985). *Teaching the gifted child*. Boston: Allyn and Bacon.
- Gallagher, J. J. (2000). Changing paradigms for gifted education in the United States. In K. A. Heller, F. J. Monks, R. J. Sternberg & R. F. Subotnik (Eds.), *International handbook of giftedness and talent* (pp. 681–694). New York: Elsevier.

- Gallagher, J. J. (2000). Unthinkable thoughts: Education of gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 44, 5–12.
- Gallagher, J. J. (2002). Gifted education in the 21st century. *Gifted Education International*, 16(2). 100-110.
- Gallant, D.J. (2010). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education*. Retrieved from https://www.mheonline.com/mhmymath/pdf/stem_education.pdf
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gentry, M. L. (1999). *Promoting student achievement and exemplary classroom practices through cluster grouping: A research-based alternative to heterogeneous elementary classrooms (RM99138)*. Storrs, CT: The National Research Center on the Gifted and Talented, University of Connecticut.
- Gentry, M., & MacDougall, J. (2009). Total school cluster grouping: Model, research, and practice. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, & C. A. Little (Eds.), *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 211-234). Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- Gentry, M., & Owen, S. (1999). An investigation of the effects of total school flexible cluster grouping on identification, achievement, and classroom practices. *Gifted Child Quarterly*, 43, 224-243.
- Gibson, J. E., Scherer, W. T., & Gibson, W. F. (2007). *How to do a systems analysis*. New York, NY: Wiley Interscience.
- Gilfeather, M., & Regato, J. (1999). Mathematics defined. *Mathematics Experience-Based Approach*, 1-4.
- Good, T., & Nichols, S. (2001). Expectancy effects in the classroom: A special focus on improving the reading performance of minority students in First-Grade classrooms. *Educational Psychologist*, 36(2), 113-126.
- Gooderham, W. B. (2015). *Integrated instructional programming models for development of 21st century education core competencies*. (Master's Thesis). Royal Roads University, Canada.

- Goodkin, S. (2005). *Leave no gifted child behind*. Washington, DC: Washington Post, A 25.
- Goodnough, K., & Cashion, M. (2006). Exploring problem-based learning in the context of high school science: Design and implementation issues. *School Science and Mathematics*, 106(7), 280-295.
- Gotlieb, R., Hyde, E., Immordino-Yang, M. H., & Kaufman, S. B. (2016). Cultivating the social–emotional imagination in gifted education: Insights from educational neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1377(1), 22-31.
- Greenwood, C., Harrison, M., & Vignoles, A. (2011). *Labour market value of stem qualifications and occupations*. London: Institute of Education and Royal Academy of Engineering.
- Griffin, V. O. (1991). *The development of a rationale of a music program for musically gifted elementary school children*. (Doctoral dissertation). New York University, New York.
- Gross, M. U. M., & Vliet, H. E. (2005). Radical acceleration and early entry to college: A review of the research. *Gifted Child Quarterly*, 49(2), 154-171.
- Guilford, J. P. (1959). Traits of creativity. In H. H. Anderson (Ed.), *Creativity and its cultivation* (pp. 142–161). New York: Harper & Brothers Publishers.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1968). *Intelligence, creativity, and their educational implications*. San Diego, CA: R. R. Knapp.
- Guo, J., & Woulfin, S. (2016). Twenty-first century creativity: An investigation of how the partnership for 21st century instructional framework reflects the principles of creativity. *Roeper Review*, 38(3), 153-161.
- Gura, M. (2011). *Getting started with LEGO robotics: A guide for K-12 educators*. Retrieved from: <http://www.iste.org/images/excerpts/ROBOTS-excerpt.pdf>
- Hall, C. D. (2018). *Evaluating the depth of the integration of 21st century skills in a technology-rich learning environment*. (Doctoral Dissertation). College of Saint Elizabeth, NJ.

- Hall, W. B. (1972). A technique for assessing aesthetic predispositions: Mosaic construction test. *The Journal of Creative Behavior*, 6(4), 225-235.
- Harel, G. & Sowder, L. (2007). Toward comprehensive perspectives on the learning and teaching of proof. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 805–842). Charlotte, NC: Information Age.
- Harlen, W. (2010). *Principles and Big Ideas of Science Education*. Hatfield: Association for Science Education.
- Harrison, M. (2011). Supporting the ‘T’ and the ‘E’ in STEM: 2004–2010. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 17–25.
- Harrison, M. (2012). *FE STEM Data Project- November report*. London: The Royal Academy of Engineering.
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen T. W., & Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal Technology Design Education*, 24, 107-120.
- Hinton, T. B. (2017). *An exploratory study of a robotics educational platform on STEM career interests in middle school students*. (Doctoral Dissertation). The University of Alabama, USA.
- HM Treasury. (2004). *UK Government science and innovation investment framework 2004–2014*. HM Treasury.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hockett, J. (2009). Curriculum for highly able learners that conforms to general education and gifted education quality indicators. *Journal for the Education of the Gifted*, 32(3), 394-440.
- Holahan, C. K., & Sears, R. R. (1995). *The gifted group in later maturity*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Holdren, J. (2013). *Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education 5-year strategic plan: A report from the Committee on STEM*

- Education National Science and Technology Council*. Retrieved from https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf
- Honey, M. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Horn, J. L. (1986). Some thoughts about intelligence. In R. J. Stenberg & D. K. Detterman (Eds.), *What is intelligence? Contemporary viewpoints on its nature and definition* (pp. 91-96). Norwood, NJ: Ablex.
- House of Commons. (2013). *Science and technology commons select committee*. Retrieved from www.parliament.uk/science/
- Howley, A., Howley, C. B., & Pendarvis, E. D. (1986). *Teaching gifted children: Principles and strategies*. Boston, MA: Little, Brown.
- Hudson, S. J. (2001). Challenges for environmental education: Issues and Ideas for the 21st century. *Bioscience*, 51(4), 283–288.
- Hunt, B. G., & Seney, R. W. (2009). Planning the learning environment. In F. A. Karnes & S. M. Bean (Eds.), *Methods and materials for teaching the gifted* (pp. 1-37). Waco, TX: Prufrock Press.
- Imburgia, T., McGrath, D., & Kolar, C. G. (2012, Temmuz). *Comparing overexcitability levels between STEM talented students and generally gifted students using the OEQII*. Paper presented at the meeting of the Dabrowski Conference, Denver, CO.
https://digitalcommons.imsa.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=student_pr
- INNO-GRIPS. (2007). *Skills for Innovation*. Mini Study 02, PRO-INNO Europe, November.
- Innovation America Task Force. (2007). *Building a science, technology, engineering, and math agenda*. Washington, DC: National Governor's Association.
- James, J. S. (2014). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) curriculum and seventh grade mathematics and science achievement*. (Doctoral Dissertation). Grand Canyon University, Arizona.

- Jankowski, N. A., Kirby, C. L., Bragg, D. D., Taylor, J. L., & Oertle, K. M. (2009). *Illinois' career cluster model*. Urbana-Champaign, IL: OCCRL, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Jarzabkowski, P., Mohrman, S.A., & Scherer, A.G. (2010). Organization studies as applied science: The generation and use of academic knowledge about organizations. *Organization Studies*, 31(9 & 10), 1189–1207.
- Jen, E., & Moon, S. M. (2015). Retrospective Perceptions of graduates of a self-contained program in Taiwan for high school students talented in STEM. *Gifted Child Quarterly*, 59(4), 299-315.
- Jerald, C. D. (2009). *Defining a 21st century education*. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/0252/e811a5dee8948eb052a1281bbc3486087503.pdf>.
- Johnsen, S. K., Heansly, P. A., Ryser, G. R. & Ford, R. F. (2002). Changing general education practices to adapt for gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 46(1).
- Johnson, C. (Ed.). (2011). *Secondary STEM educational reform*. Springer. Palgrave: Macmillan.
- Johnson, R. T., & Londt, S. E. (2010). Robotics competitions: The choice is up to you! *Tech Directions*, 69(6), 16-20.
- John-Steiner, V., & Hersh, R. (2011). *Loving and hating mathematics: Challenging myths of mathematical life*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Jolly, J. L. (2005). Pioneering definitions and theoretical positions in the field of gifted education. *Gifted Child Today*, 28(3), 38-44.
- Jolly, J. L. (2009). Historical perspectives: The national defense education act, current STEM initiative, and the gifted. *Gifted Child Today*, 32(2), 50-53.
- Jonassen, D., Strobel, J., & Lee, C. B. (2006). Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators. *Journal of Engineering Education*, 95, 139–151.
- Judy, R. W. (2010). *Tight labor markets now! Testimony of Richard Judy to the Subcommittee on Oversight and Education. Committee on Education and the Workforce*. (R. W. Judy, Trans.), Subcommittee on Oversight and Investigation:

Committee on Education and the Workforce 9. Washington, DC: U.S. House of Representatives

- Jukes, I., & Macdonald, B. (2007). *21st century fluency skills: Attributes of a 21st century learner*. Retrieved from <http://iinnovatenetwork.pbworks.com/f/twca.pdf>
- Kalkan, Ç., & Eroğlu, S. (2016). Destek eğitim odalarında üstün/özel yetenekli öğrenciler için STEM materyallerine dayalı örnek etkinliklerin tasarlanması. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 4(2), 36-46.
- Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75(Part B), 679-685.
- Karnes, F. A., & Marquardt, R. (1997). *Know your legal rights in gifted education*. ERIC Clearinghouse on Disabilities and Gifted Education, Reston, VA.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). K-12 engineering education in the United States. *The Bridge*, 39(3), 5-10.
- Kaufman, A. S., Flanagan, D. P., Alfonso, V. C., & Mascolo, J. T. (2006). Test review: Wechsler Intelligence Scale for Children, Fourth Edition (WISC-IV). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 24, 278.
- Kaverman, S. M. (2012). *Conceptions of the nature of engineering held by graduate students in an interdisciplinary research training program*. (Master's Thesis). Purdue University.
- Ke, F. (2014). An implementation of design-based learning through creating educational computer games: A case study on mathematics learning during design and computing. *Computers & Education*, 73, 26-39.
- Kell, H. J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H. (2013). Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role. *Psychological Science*, 24(9), 1831-1836.
- Kelley, T., & Kelley, D. (2013). *Creative confidence: Unleashing the creative potential within us all*. New York, NY: Crown Business Random House.

- Kendall, A. (2018). Promoting iteration through informal and formal testing. In L. D. English & T. J. Moore (Eds.), *Early engineering learning*. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Kergroach, S. (2008). *Skills for Innovation*. Internal OECD working document.
- Kerr, B. (2009). *Encyclopedia of giftedness, creativity, and talent*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Kim, M. K., Roh, I. S., & Cho, M. K. (2016). Creativity of gifted students in an integrated math-science instruction. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 38-48.
- Kimmel, H., & Carpinelli, J., Alexander, L. B., & Rockland, R. (2006). *Bringing engineering into k-12 schools: A problem looking for solutions?* In Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition. Chicago, IL.
- Kivunja, C. (2014). Innovative pedagogies in higher education to become effective teachers of 21st century skills: Unpacking the learning and innovations skills domain of the new learning paradigm. *International Journal of Higher Education*, 3(4), 37 – 48.
- Kolar, C. G. (2013). *Examination of the effectiveness of an educational intervention targeting motivation and study strategies of at-risk gifted students in STEM*. (Doctoral Dissertation). Northern Illinois University).
- Kolodner, J. L., Camp, P. J. & 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™ into practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495–547.
- Krishnamurthi, A., & Rennie, L. J. (2013). *Informal science learning and education: Definition and goals*. Retrieved from http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_072561.pdf
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action (CRS report for Congress)*. Retrieved from <https://fas.org/sgp/crs/misc/RL33434.pdf>

- Kulik, J. A., & Kulik, C. C. (1992). Meta-analytic findings on grouping programs. *Gifted Child Quarterly*, 26, 73-77.
- Kulik, J.A. (1992). *An analysis of the research on ability grouping: Historical and contemporary perspectives*. Storrs, CT: National Research Center on the Gifted and Talented. Retrieved from nrcgt.uconn.edu/research-based_resources/
- Kysilka, M. L. (1998). Understanding integrated curriculum. *The Curriculum Journal*, 9(2), 197-209.
- Lambert, L. (2014). *Middle school STEM curriculum: Connect the learning*. (Doctoral Dissertation). Walden University, US.
- Landrum, M. S. (2001). Resource consultation and collaboration in gifted education. *Psychology in the Schools*, 38, 457-466.
- Lang, M., Drake, S., & Olson, J. (2006). Discourse and the new didactics of scientific literacy. *Journal of Curriculum Studies*, 38(2), 177-188.
- Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. (2011). *STEM: Good jobs now and for the future*. Washington, DC: U.S. Department of Commerce, Economics and Statistics Administration. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED522129.pdf>
- LaPorte, J., & Sanders, M. (1993). Integrating technology, science, and mathematics in the middle school. *The Technology Teacher*, 52(6), 17-21.
- Larsen, S. N. (2002). *HG interview w/Steen Nepper Larsen on January 30, 2002*. Retrieved from http://www.pz.harvard.edu/PIs/HG_Larsen.pdf
- Lawson, B. (1997). *How designers think: The design process demystified*. Boston, MA: Architectural Press.
- Layton, D. (1993). *Technology's Challenge to Science Education*. Buckinghamshire: Open University Press.
- Lee, S. W., Baek, J. I., & Lee, J. G. (2013). The development and the effects of educational program applied on STEAM for the mathematical prodigy. *Education of Primary School Mathematics*, 16(1), 35–55.

- Lee, S. Y., Olszewski-Kubilius, P., & Thomson, D. T. (2012). Academically gifted students' perceived interpersonal competence and peer relationships. *Gifted Child Quarterly*, 56(2), 90-104.
- Letzter, F. (1982). Meeting the special needs of the gifted and creative student in the world history classroom. *Social Education*, 46, 195–199.
- Lewis, T. (2005). Coming to terms with engineering design as content. *Journal of Technology Education* 16(2).
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Linn, M. (2003). Technology and science education: Starting points, research programs, and trends. *International Journal of Science Education*, 25(6), 727–58.
- Little, C., Feng, A., VanTassel-Baska, J., Rogers, K., & Avery. (2007). A study of curriculum effectiveness in social studies. *Gifted Child Quarterly*, 51(3), 272-284.
- Lockhart, P. (2002). *A mathematician's lament*. Retrieved from https://www.maa.org/external_archive/devlin/LockhartsLament.pdf
- Loepp, F. L. (1999). Models of curriculum integration. *Journal of Technology Studies*, 25(2), 21-25.
- Lohman, D. F. (2009). Identifying academically talented students: Some general principles, two specific procedures. In L. V. Shavinina (Ed.), *International handbook on giftedness* (pp. 971-997). New York, NY: Springer.
- Lohman, D. F., & Hagen, E. P. (2002). *CogAT, form 6: Research handbook*. Itasca, IL: Riverside.
- Lopez, C. (2012). *Transfer students in STEM majors at a Midwestern University: Academic and social involvement factors that influence student success*. (Doctoral Dissertation). Iowa State University, Iowa.
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215.

- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(4), 344-351.
- Lucas, B., Claxton, G. & Hanson, J. (2014). *Thinking like an engineer: Implications for the education system*. London, United Kingdom: Royal Academy of Engineers. Retrieved from www.raeng.org.uk/thinkinglikeanengineer,
- Lykken, D. T. (1998). The genetics of genius. In A. Steptoe (Ed.), *Genius and the mind: Studies of creativity and temperament in the history record* (pp. 15-37). New York: Oxford University Press.
- Mahoney, M. (2010). Students' attitudes toward STEM: Development of an instrument for high school STEM-based programs. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 24-34.
- Malpas, Sir R. (2000). *The universe of engineering: A UK definition*. London: The Royal Academy of Engineering.
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32, 669-685.
- Mangiante, E., & Moore, A. (2015). Implementing inclusive engineering challenges for elementary students. *Kappa Delta Pi Record*, 51(3), 131-137.
- Marland, S. P. (1972). *Education of the gifted and talented: Report to the Congress of the United States by the U.S. Commissioner of Education*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Maryland State STEM Standards of Practice. (2012). *Maryland STEM: Innovation today to meet tomorrow's global challenges*. Retrieved from http://mdk12.msde.maryland.gov/instruction/academies/marylandstatestemstandardspractice_.pdf
- Mathieu, M. (2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. OECD Publishing. Retrieved from <http://www.oecd.org/edu/highereducationandadultlearning/definitionandselectionofcompetenciesdeseco.htm>
- Matthews, D. (1977). *Relevance of school learning experience to performance in industry*. Watford: Engineering Industry Training Board.

- McGinn, A. (2007). Senior high school education in the 21st century. *The Educational Forum*, 71(4) 331-334.
- McIntosh, D. E., Dixon, F. A., & Pierson, E. E. (2012). Use of intelligence tests in the identification of giftedness. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 623-642). New York, NY: Guilford Press.
- Mednick, S. (1962). *The associative basis of the creative process*. Psychological Review, 69, 220–232.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schun, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97, 71–81.
- Meisel, E. M. (2005). *A Study of the continuum of integration of mathematics content with science concepts at the middle school level in West Virginia*. (Doctoral dissertation). West Virginia University, US.
- Mercier, H. (2011). On the universality of argumentative reasoning. *Journal of Cognition and Culture*, 11, 85–113.
- Mercier, H., & Sperber, D. (2009). Intuitive and reflective inferences. In J. Evans & K. Frankish (Eds.), *Two minds* (pp. 149-170). New York: Oxford University Press.
- Mercier, H., & Sperber, D. (2011). Why do humans reason? Arguments for an argumentative theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 34(2), 57-74.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Merriam, S. B. (2001). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, 14(1), 1-6.
- Miedijensky, S., & Tal, T. (2016). Reflection and assessment for learning in science enrichment courses for the gifted. *Studies in Educational Evaluation*, 50, 1-13.

- Miles, B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Newbury Park, CA: Sage.
- Millar, R. (2012). Rethinking science education: Meeting the challenge of 'science for all'. *School Science Review*, 93(345), 21-30.
- Miller, D. I., & Halpern, D. F. (2013). Can spatial training improve long-term outcomes for gifted STEM undergraduates? *Learning and Individual Differences*, 26, 141-152.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). *STEM education report*. Retrieved from http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Education_Report.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7. ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). *2016-2017 Bilim ve Sanat Merkezleri öğrenci tanılama kılavuzu*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018a). *Matematik dersi (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018b). *Fen bilimleri dersi (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018c). *Teknoloji ve tasarım dersi (Ortaokul 7. ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mobley, M. C. (2015). *Development of the SETIS instrument to measure teachers' selfefficacy to teach science in an integrated STEM framework*. (Doctoral Dissertation). Tennessee: University of Tennessee, Knoxville.
- Mönks, F. J., & Katzko, M. W. (2005). Giftedness and gifted education. R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 187-200). Cambridge: Cambridge University Press.
- Moore, B. (2009). Emotional intelligence for school administrators: A priority for school reform? *American Secondary Education*, 37(3), 20-28.
- Moore, T. (2008). *Beyond the evidence: Building universal early childhood services from the ground up*. Paper presented at the 8th National Conference, Centre for Child Community Health, Sydney, Australia.

- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 15(1), 5-10.
- Moore, T., & Roehrig, G. (2013). *Beyond the textbook: MEAs in action*. University of Minnesota Vision 2020 blog. Available at: <https://cehdvision2020.umn.edu/blog/stem-meas-in-action/>
- Morgan, J. R., Moon, A. M., & Barroso, L. R. (2013). Engineering better projects. In *STEM project-based learning* (pp. 29-39). SensePublishers, Rotterdam.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, Attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- Morrison, J. A., Raab, F., & Ingram, D. (2008). Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 384-403.
- Mulvey, B. K. (2012). *Learning and teaching about the nature of science through process skills*. (Doctoral Dissertation). University of Virginia.
- 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. *Journal of Educational Research*, 106(2), 157–168.
- 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. *Journal of Educational Research*, 106(2), 157–168.
- Naidu, S. R., & Presley, P. H. (1995). An analysis of selected descriptive and experimental studies on program model designs for gifted students for potential use in rural school districts of developing countries. *Gifted Child Quarterly*, 10, 76-84.
- Naizer G., Hawthorne M. J., & Henley T. B. (2014). Narrowing the gender gap: Enduring changes in middle school students' attitude toward math, science and technology. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(3), 29-34.

- National Academy of Engineering [NAE]. (2008). *Changing the conversation: Messages for improving public understanding of engineering*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Academy of Science [NAS]. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. (M. Honey, G. Pearson, & H. Schweingruber, Eds.). Washington DC.: National Academy Press.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine [NASEM]. (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine [NASEM]. (2011). *Rising above the gathering storm revisited: Rapidly approaching category 5. Condensed version*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Association for Gifted Children [NAGC]. (2008). *Gifted children and STEM*. Retrieved from <http://www.nagc.org/resources-publications/resources/timely-topics/stem-meeting-critical-demand-excellence/gifted>
- National Association for Gifted Children [NAGC]. (2010). *2010 Pre-k–Grade 12 gifted programming standards*. Retrieved from <http://www.nagc.org/index.aspx?id=546>
- National Commission on Excellence in Education [NCEE]. (1983). A nation at risk: The imperative for educational reform. *The Elementary School Journal*, 84(2), 113-130.
- National Council of Teachers Mathematics [NCTM]. (2000). *Principle and standards for school mathematics*. Reston, V.A: NCTM.
- National Education Association [NEA]. (2008). *Reforming high schools for the 21st century: An imperative*. Retrieved from http://www.nea.org/assets/docs/HE/mf_PB06_ReformingHS.pdf
- National Governors Association [NGA]. (2007a). *Building a science, technology, engineering and math agenda*. Washington, DC: Author.

- National Governors' Association [NGA]. (2007b). *Innovation America: A final report*. National Governors Association, Washington DC.
- National High School Alliance. (2005). *A call to action: Transforming high school for all youth*. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532261.pdf>
- National Mathematics Advisory Panel. (2008). *Foundations for success: The final report of the national mathematics advisory panel*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- National Research Council [NRC] & National Academy of Engineering [NAE]. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the status and improving the prospects*. (L. Katehi, G. Pearson, & M. Feder, Eds.). Washington DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Retrieved from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12190
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Science and Technology Council [NSTC]. (2013). *Federal science, technology engineering, and mathematics (STEM) education 5-year plan*. Retrieved from www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf
- National Science Board. (2010). *Preparing the next generation of STEM innovators: Identifying and developing our nation's human capital (NSB-10-33)*. Retrieved from <http://www.nsf.gov/nsb/publications/2010/nsb1033>
- National Science Foundation Task Force on Cyberlearning. (2008). *Fostering Learning in the Networked World: The Cyberlearning Opportunity and Challenge: A 21st Century Agenda for the National Science Foundation*. Arlington, VA: National Science Foundation.

- National Science Learning Centre. (2008). *The STEM framework*. National Science Learning Centre, York.
- NGSS Lead States [NSB]. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nguyen, D. Q. (1998). The essential skills and attributes of an engineer: A comparative study of academics, industry personnel and engineering students. *Global Journal of Engineering Education*, 2(1), 65-76.
- Nikitina, S., & Mansilla, V. B. (2003). *Three strategies for interdisciplinary math and science teaching: A case of the Illinois Mathematics and Science Academy (GoodWork Project Report Series, No. 21)*. Cambridge, MA: Project Zero, Harvard University. Retrieved from http://www.goodworkproject.org/wp-content/uploads/2010/10/21-Strategyfor-ID-Math-Science-3_03.pdf
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391.
- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088.
- O'Boyle, M. (2008). Mathematically gifted children: Developmental brain characteristics and their prognosis for well-being. *Roeper Review*, 30, 181-186.
- Office of Educational Research and Improvement [OERI]. (1993). *National excellence: A case for developing America's talent*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Ofsted (2012). *Mathematics: Made to measure*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/mathematics-made-to-measure>
- Öktem F., Gençöz T., Erden G., Sezgin, N., & Uluç, S. (2009). *Wechsler Çocuklar için Zekâ Ölçeği IV (WÇZÖ IV) uyarlama ve standardizasyon çalışması*. Tübitak Sobag Bilimsel Araştırma Projesi. Ankara.
- Olenchak, F. R., & Renzulli, J. S. (1989). The effectiveness of the schoolwide enrichment model on selected aspects of elementary school change. *Gifted Child Quarterly*, 33(1), 17-37.

- Olszewski-Kubilius, P. (2006). Addressing the achievement gap between minority and nonminority children: Increasing access and achievement through Project EXCITE. *Gifted Child Today*, 29, 28-37.
- Olszewski-Kubilius, P. (2009). Special schools and other options for gifted STEM students. *Roeper Review*, 32(1), 61-70.
- Olszewski-Kubilius, P. (2013). *Setting the record straight on ability grouping*. *Education Week*. Retrieved from http://www.edweek.org/tm/articles/2013/05/20/fp_olszewski.html
- Olszewski-Kubilius, P., & Kulieke, M. J. (2008). Using off-level testing and assessment for gifted and talented students. In J. VanTassel-Baska (Ed.), *Alternative assessments with gifted and talented students* (pp. 89-106). Waco, TX: Prufrock Press.
- Open University (2000). *Overview. Masters Programme in Education: E853 Early Professional Development for Teachers, Study Guide*. Milton Keynes: The Open University. Retrieved from: <http://www.open.edu/openlearncreate/pluginfile.php/>
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2011). *Skills for innovation and research*. OECD Publishing, Paris.
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2008). *Tertiary Education for the Knowledge Society: OECD Thematic Review of Tertiary Education*. OECD Publishing, Paris.
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2010). *SMEs, entrepreneurship and innovation*. OECD Publishing, Paris.
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2001). *The well-being of nations: The role of human and social capital*. OECD Publishing, Paris.
- Orpwood, G., Schmidt, B., & Jun, H. (2012). *Competing in the 21st Century Skills Race*. Ottawa: Canadian Council of Chief Executives.
- Osborne, G. (2011). *Budget statement by the chancellor of the exchequer, the Rt Hon George Osborne MP*. Retrieved from: <https://www.gov.uk/government/people/george-osborne>

- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Evaluation of gifted/talented students' out-of-school STEM education. *Trakya University Journal of Education Faculty*, 8(2), 334-351.
- Parker, J. (1989). *Instructional strategies for teaching the gifted*. Boston: Allyn and Bacon.
- Partnership for 21st Century Learning [P21]. (2011). *Framework for 21st century learning*. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework.pdf
- Partnership for 21st Century Learning [P21]. (2015). *Career Readiness Initiative*. Retrieved from <https://www.cde.ca.gov/eo/in/cr/index.asp>,
- Partnership for 21st Century Skills. (2007). *21st century skill standards: A partnership for 21st century skills e-paper*. Retrieved from http://www.vtsbdc.org/assets/files/21st_century_skills_standards.pdf
- Pascarella, E., & Terenzini, P. (1991). *How college affects students: Findings and insights from twenty years of research*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. London: Sage Publications, Inc.
- Pearson, S. (2014). *The process secondary administrators use to implement twenty-first century learning skills in secondary schools*. (Doctoral Dissertation). University of Southern California, USA.
- Pease, M. & Kuhn, D. (2008, May). *The value of problem-based learning for comprehension, integration and application: An experimental study*. Paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), New York.
- Piaget, J. (1977). *The language and thought of the child*. London: Routledge & Kegan Paul (Original work published 1926, reprinted 1934 then 1977).
- Pimthong, P., & Williams, J. (2018). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 1-7.
- Plant, M. (1994). *How is science useful to technology?* Milton Keynes, UK: The Open University.

- Plomin, R. (1994). *Genetics and experience: The interplay between nature and nurture*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Plomin, R. (1997). Identifying genes for cognitive abilities and disabilities. In R. J. Sternberg & E. Grigorenko (Eds.), *Intelligence, heredity, and environment* (pp. 89–104). New York: Cambridge University Press.
- Plomin, R., & Thompson, L. A. (1993). Genetics and high cognitive ability. In G. R. Bock & K. Ackrill (Eds.), *The Origins and development of high ability* (pp. 67-85). Chichester, England: Wiley.
- Plucker, J. A., Burroughs, N., & Song, R. (2010). *Mind the (other) gap!* Bloomington, IN: Center for Evaluation and Education Policy.
- Pollack, H. (1988). *Questioning strategies to encourage critical thinking*. (ERIC Document Reproduction Service No. 297210).
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Portsmore, M., Watkins, J., & McCormick, M. (2012, Nisan). *Planning, drawing and elementary students in an integrated engineering design and literacy activity*. Paper presented at the 2nd P-12 Engineering and Design Education Research Summit, Washington, DC.
- Pound, L. (1977). *Supporting mathematical development in the early years*. Buckingham, UK: Open University Press.
- President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST]. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in STEM (science, technology, engineering and math) for America's future*. Washington, DC: Author. Retrieved from <https://www.nitrd.gov/pcast/index.aspx>
- President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST]. (2008). *President's council of advisors on science and technology report*. Washington: Priorities for PM, Executive Office.
- Psychological Corporation. (2009). *Wechsler individual achievement tests*. San Antonio, TX: Author.

- Purcell, J. (1994). *The status of programs for high ability students*. Storrs, CT: The National Research Center on the Gifted and Talented, University of Connecticut. Collaborative Research Series No. CRS94305.
- 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, Las Vegas.
- Reis, S. M. (1989). Reflections on policy affecting the education of gifted and talented students: Past and future perspectives. *American Psychologist*, 44, 399–408.
- Reiss, M., & Holman, J. (2007). *STEM working together for schools and colleges*. London: The Royal Society.
- Renzulli, J. D. (1987). Point-counterpoint. The positive side of pull-out programs. *Journal for the Education of the Gifted*, 10, 245-254.
- Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, 60, 180-184, 261.
- Renzulli, J. S. (2005). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for promoting creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 246–279). Cambridge. NY: Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (2014). *The school-wide enrichment model: A how-to guide for talent development*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Renzulli, J. S., Smith, L. H., White, A. J., Callahan, C. M., Hartman, R. K., & Westberg, K. L. (2002). *Scales for rating the behavioral characteristics of superior students- revised edition*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- Renzulli, J.S. (1994). *Schools for talent development: A practical plan for total school improvement*. Mansfield, CT: Creative Learning Press.
- Renzulli, J.S., Smith, L. H., & Reis, S. M. (1982). Curriculum compacting: An essential strategy for working with gifted students. *The Elementary School Journal*, 82(3), 185-194.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42, 305–310.

- Richardson, J. T., & Ginsburg, G. P. (1999). *A judge's deskbook on the basic philosophies and methods of science*. Reno, Nevada: University of Nevada, State Justice Institute.
- Rinn, A. N., McQueen, K. S., Clark, G. L., & Rumsey, J. L. (2008). Gender differences in gifted adolescents' math/verbal self-concepts and math/verbal achievement: Implications for the STEM fields. *Journal for the Education of the Gifted*, 32(1), 34-53.
- Roberts, G. (2002). *SET for success the supply of people with science, technology, engineering and mathematics skills*. London: HMSO. Available at: <http://webarchive.nationalarchives>.
- Robinson, A., & Jolly, J. L. (Eds.). (2013). *A century of contributions to gifted education: Illuminating lives*. New York, NY: Routledge.
- 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.
- Robinson, N. M. (2008). The value of traditional assessments as approaches to identifying academically gifted students. In J. VanTassel-Baska (Ed.), *Alternative assessments with gifted and talented students* (pp. 157-174). Waco, TX: Prufrock Press.
- Rogers, K. B. (2002). *Re-forming gifted education*. Tuscon, AZ: Great Potential Press.
- Rogers, K. B. (2006). *A menu of options for grouping gifted students*. Waco, TX: Prufrock.
- Rogers, K. B. (2007). Lessons learned about educating the gifted and talented: A synthesis of the research on educational practice. *Gifted Child Quarterly*, 51, 382-396.
- Roid, G. H. (2003). *Stanford-binet intelligence scales*. Austin, TX: PRO-ED.
- Roman, H. T. (2012). *STEM-a powerful approach to real-world problem solving for gifted and talented students in middle and high school grades*. Manassas, VA: Gifted Education Press.

- Root-Bernstein, R., & Root-Bernstein, M. (2003). Intuitive tools for innovative thinking. In L. Shavinina (Ed.), *International handbook on innovation* (pp. 377–387). Oxford: Elsevier.
- Root-Bernstein, R., Allen, L., Beach, L., Bhadula, R., Fast, J., Hosey, C., Kremkow, B., Lapp, J., Lonc, K., Pawelec, K., Podufaly, A., Russ, C., Tennant, L., Vrtis, E., & Weinlander, S. (2008). Arts foster scientific success: Avocations of Nobel, National Academy, Royal Society, and sigma xi members. *Journal of Psychology of Science and Technology*, 1(2), 51-63.
- Runco, M. A., & Pagnani, A. R. (2011). Psychological research on creativity. In J. Sefton-Green, P. Thomson, K. Jones, & L. Bresler (Eds.), *the Routledge international handbook of creative learning* (pp. 63–71). Abingdon, UK: Routledge.
- Russell, B. (1919). *The study of mathematics. Mysticism and logic: And other essays*. Longman.
- Sade, D., & Coll, R. (2003). Technology and technology Education: Views of some solomon island primary teachers and curriculum development officers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 87e114.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & - Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299–327.
- Sadler, T., Barab, S., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education* 37(4), 371–91.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adigüzel, T. (2014). STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 297-322.
- Sak, U. (2011). An overview and social validity of the education programs for talented students model (EPTS). *Education & Science*, 36(161), 213-229.
- Salpeter, J. (2008). *21st century skills: Will our students be prepared? Technology and Learning*. Retrieved from <http://www.techlearning.com/article/13832>

- Samberg, M. J. (2018). *Problem solving in the digital age: Bringing design and computational thinking to the K-12 classroom*. (Doctoral Dissertation). East Carolina University, NC.
- Sanders, M. (2009). *STEM, STEM education, STEMmania*. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for middle school. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3).
- Scarr, S. (1997). Behavior–genetic and socialization theories of intelligence: Truce and reconciliation. In R. J. Sternberg & I. Grigorenko (Eds.), *Intelligence, heredity, and environment* (pp. 3–41). New York: Cambridge University Press.
- Schachter, R. (2011). Helping STEM take root. *Education Digest: Essential Readings Condensed for Quick Review*, 77(2), 28-32.
- Schiever, S. W., & Maker, C. J. (1997). Enrichment and acceleration: An overview and new directions. In N. Colangelo & G. A. Davis (Ed.), *the Handbook of gifted education* (pp. 113-125). Boston: Allyn and Bacon.
- Schoenfeld, A. S. (1992). Learning to think mathematically. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: Macmillan
- Schroth, S. T., & Helfer, J. A. (2017). Gifted & Green: Sustainability/environmental science investigations that promote gifted children's learning. *Gifted Child Today*, 40(1), 14-28.
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (1994). *Self-regulation of learning and performance*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schwartz, B., & Millar, G. (1996). *You are what you ask—the power of teaching students' questioning skills for enabling thinking. Presented at the Annual Sage conference proceedings: Faces of excellence. Calgary, Alberta, Canada: Centre for Gifted Education*. (ERIC Document Reproduction Service No. 408744).
- Scott, A. (2007, January 2). *Who's gifted? Criteria in flux: Changes that take into account motivation, talent could be enacted, Herald-Tribune*. Retrieved from

<http://www.heraldtribune.com/apps/pbcs.dll/article?AID=/20070102/NEWS/701020368>

- Shadduck, P. (2017). Comprehensive Cocurricular Support Promotes Persistence of Community College STEM Students. *Community College Journal of Research and Practice*, 41(11), 719-732.
- Shaunessy, S. E. (2000). Techniques questioning in the gifted classroom? *Gifted Child Today*, 23(5), 14-21.
- Sheffield, R., Koul, R., Blackley, S., & Maynard, N. (2017). Makerspace in STEM for girls: A physical space to develop twenty-first-century skills. *Educational Media International*, 54(2), 148-164.
- Siegle, D., Reis, S. M., & McCoach, D. B. (2006, Haziran). *A study to increase academic achievement among gifted underachievers*. Poster session presented at the 2006 Institute of Education Sciences Research Conference, Washington, DC.
- Silverman, L. K. (2009). The two-edged sword of compensation: How the gifted cope with learning disabilities. *Gifted Education International*, 25(2), 115-130.
- Simon, H.A. (1996). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Simonton, D. K. (1999). Talent and its development: An emergenic and epigenetic approach. *Psychological Review*, 106, 435-457.
- Skinner, B. F. (1984). *The shame of American education*. *American Psychologist*, 39(9), 947.
- Smith, A., & Call, N. (1999). *The Alps approach: Accelerated learning in primary schools*. Stafford: Network Educational Press.
- Smith, L. H., & Renzulli, J.S. (1984). Learning style preferences: A practical approach for teachers. *Theory into Practice*, 23, 44-50
- Song, I. S., Moon, E. S., Hah, J. H., Han, S., & Sung, E. H. (2010). Humanities & Arts program development for scientifically gifted children. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, 9(3), 117-138.
- Southern, W. T., Jones, E. D., & Stanley, J. C. (1993). Acceleration and enrichment: The content and development of program options. In E. A. Keller, F. K. Monks,

- & A. H. Passow (Eds.), *International handbook of research and development of giftedness and talent* (pp. 387–409). Elmsford, NY: Pergamon.
- Specialist Schools and Academies Trust [SSAT]. (2009). *Leading practice in STEM*. Millbank, London.
- Sperber, D. (2000). Metarepresentations in an evolutionary perspective. In D. Sperber (Ed.), *Metarepresentations: A multidisciplinary perspective* (pp. 117 – 37). Oxford University Press.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. London: Sage.
- Stanley, J. C. (2000). Helping students learn only what they don't already know. *Psychology, Public Policy, and Law*, 6, 216–222.
- Stasz, C. (2001). Assessing skills for work: Two perspectives. *Oxford Economic Papers*, 3, 385–405.
- Steenbergen-Hu, S., & Olszewski-Kubilius, P. (2017). Factors That Contributed to Gifted Students' Success on STEM Pathways: The Role of Race, Personal Interests, and Aspects of High School Experience. *Journal for the Education of the Gifted*, 40(2), 99-134.
- Steinberg, L., Brown, B. B., & Dornbush, S. M. (1996). *Beyond the classroom: Why school reform has failed and what parents need to do*. New York: Simon and Schuster.
- Steiner, H. H. (2006). A microgenetic analysis of strategic variability in gifted and average ability children. *Gifted Child Quarterly*, 50, 62–74.
- STEM Akademi. (2018, April). *Dünyada STEM*. Retrieved from www.stemakademi.com.tr
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Davidson, J. E. (Eds.). (1986). *Conceptions of giftedness*. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., Kaufman, J. C., & Pretz, J. E. (2002). *The creativity conundrum*. New York: Psychology Press.

- Sternberg, R.J. & Kaufman, J.C. (2010). Constraints on creativity. In J. C. Kaufman & R.J. Sternberg (Eds.), *Cambridge handbook of creativity* (pp. 467–482). New York: Cambridge University Press.
- Stith, K. M. (2017). *A mixed methods study on evaluations of Virginia's STEM-focused governor's schools*. (Doctoral Dissertation). Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Stoeger, H., Hopp, M., & Ziegler, A. (2017). Online mentoring as an extracurricular measure to encourage talented girls in STEM (science, technology, engineering, and mathematics): An empirical study of one-on-one versus group mentoring. *Gifted Child Quarterly*, 61(3), 239-249.
- Stone-MacDonald, A., Wendell, K., Douglass, A., Love, M. L., & Hyson, M. (2015). *Engaging young engineers: Teaching problem solving skills through STEM*. Brookes Publishing.
- Subotnik, R. F., Duschl, R. A., & Selmon, E. H. (1993). Retention and attrition of science talent: A longitudinal study of Westinghouse Science Talent Search winners. *International Journal of Science Education*, 15(1), 61-72.
- Subotnik, R. F., Edmiston, A. M., & Rayhack, K. M. (2007). Developing national policies in STEM talent development: Obstacles and opportunities. *Nato Security Through Science Series E Human and Societal Dynamics*, 16, 28.
- Swiatek, M. A., & Lupkowski-Shopluk, A. (2003). Elementary and middle school student participation in gifted programs: Are gifted students underserved? *Gifted Child Quarterly*, 47(2), 118-130.
- Tannenbaum, A. J. (2003). Nature and nurture of giftedness. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (pp. 45-59). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Terman, L. M. (1917). The intelligence quotient of Francis Galton in childhood. *The American Journal of Psychology*, 28(2), 209-215.
- Terman, L. M. (1925). *Genetic studies of genius: Vol. I. Mental and physical traits of a thousand gifted children*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- The National Committee for 14–19 Engineering Education (2011). *Purpose Statement for 14–16 Engineering*. London: The Royal Academy of Engineering. Retrieved

from

<https://www.raeng.org.uk/RAE/media/General/News/Documents/Purpose-statement-for-14-16-Engineering.pdf>

- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., ... & Hellinckx, L. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education*, 71, 190-205.
- Thomas, M. S. (2018). A neurocomputational model of developmental trajectories of gifted children under a polygenic model: When are gifted children held back by poor environments? *Intelligence*, 69, 200-212.
- Thorndike, E. L. (1909). A note on the specialization of mental functions with varying content. *The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*, 6(9), 239-240.
- Tieso, C.L. (2003). Ability grouping is not just tracking anymore. *Roeper Review*, 26(1), 29-36.
- Tindall, T., & Hamil, B. (2004). Gender disparity in science education: The causes consequences and solutions. *Education*, 125(2), 282-295.
- Tofel-Grehl, C., & Callahan, C. M. (2017). STEM high schools teachers' belief regarding STEM student giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 61(1), 40-51.
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. Alexandria, VA: ASCD.
- Torrance, E. P. (1966). *The Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual*. Lexington, MA: Personal Press.
- Torrance, E. P. (1976). *Guiding creative talent*. Huntington, NY: R. E. Krieger Pub. Co.
- Torrance, E. P. (1987). *Teaching for creativity*. In S. G. Isaksen (Ed.), *Frontiers of creativity research* (pp. 189–215). Buffalo, NY: Bearly Ltd.

- Torrance, E. P. (2008). *Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual, verbal forms A & B*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.
- Traig, J. (2015). *STEM to story: Enthralling and effective lesson plans for grades 5-8*. Jossey-Bass, USA.
- Treffinger, D. J., Feldhusen, J. F., & Isaksen, S. G. (1990). Organization and structure of productive thinking. *Creative Learning Today*, 4(2), 6–8.
- Treffinger, D. J., & Feldhusen, J. F. (2000). *Planning for productive thinking and learning*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. New York, NY: John Wiley.
- Trna, J., & Trnova, E. (2015). Implementation of fostering giftedness in science teacher training. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 6(3), 18-27.
- Trust, T., & Maloy, R. W. (2017). Why 3D print? The 21st-century skills students develop while engaging in 3D printing projects. *Computers in the Schools*, 34(4), 253-266.
- Tsai, H. W. (2007). *A study of STEM instructional model applied to science and technology in junior high school*. (Doctoral Dissertation). National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan.
- Tsoukas, H., & Vladimirou, E. (2001). What is organizational knowledge? *Journal of Management Studies*, 38, 973–993.
- Tunnicliffe, C. (2010). *Teaching able, gifted and talented children: Strategies, activities & resources*. Sage Publications.
- Tyler-Wood, T. L., Mortenson, M., Putney, D., & Cass, M. A. (2000). An effective mathematics and science curriculum option for secondary gifted education. *Roeper Review*, 22(4), 266–269.
- Uluyol, Ç., & Eryilmaz, S. (2015). Evaluation of FATİH Project in the Consideration of 21st Century Skills. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty*, 35(2), 210-229.

- US Department of Education (2010). *Transforming American education: Learning powered by technology. National Educational Technology Plan 2010*. Retrieved from <http://www.ed.gov/technology/netp-2010>
- US Department of Education. (2004). Individuals with Disabilities Improvement Act of 2004, Pub. L. 108-466. *Federal Register*, 70, 35802–35803
- US STEM Task Force. (2014). *INNOVATE: a Blueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. Dublin, CA: Californians Dedicated to Education Foundation.
- VanTassel-Baska, J. (1986). Effective curriculum and instructional models for talented students. *Gifted Child Quarterly*, 30(4), 164-169.
- VanTassel-Baska, J. (1994). A synthesis of perspectives: Another view. In J. B. Hansen & S. M. Hoover (Eds.), *Talent development: Theories & practice* (pp. 299–307). Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- VanTassel-Baska, J. (2005). Gifted programs and services: What are the nonnegotiables? *Theory into Practice*, 44(2), 90-97.
- VanTassel-Baska, J. (2008). An overview of alternative assessment measures for gifted learners and the issues that surround their use. In J. VanTassel-Baska (Ed.), *Alternative assessments with gifted and talented students* (pp. 1-17). Waco, TX: Prufrock Press.
- VanTassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (2005). *Comprehensive curriculum for gifted learners*. Boston: Allyn & Bacon.
- VanTassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (Eds.). (2007). *Overlooked gems: A national perspective on low-income promising learners*. Washington, DC: National Association for Gifted Children.
- VanTassel-Baska, J., Avery, L., Little, C., & Hughes, C. (2000). An evaluation of the implementation of curriculum innovation: The impact of the William and Mary units on schools. *Journal for the Education of the Gifted*, 23(2), 244-272.
- VanTassel-Baska, J., Feng, A., Brown, E., Bracken, B., Stambaugh, T., French, H. McGowan, S., Worley, B., Quek, C., & Bai, W. (2008). A study of differentiated instructional change over three years. *Gifted Child Quarterly*, 52(4), 297-312.

- VanTassel-Baska, J., Zuo, L., Avery, L., & Little, C. (2002). A curriculum study of gifted-student learning in the Language Arts. *Gifted Child Quarterly*, 46(1), 30-44.
- Vasquez, J. A. (2014). STEM beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10–15.
- Vaughn, V. L., Feldhusen, J. F., & Asher, W. J. (1991). Meta-analyses and review of research on pull-out programs in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 35, 92–98.
- Villa, C. G., Nave, F. M., Frizell, S. S., Alfred, M. V., & Bonner, F. A. I. (2011). *The role of faculty in the retention of African American gifted students in STEM programs in HBCUs*. In American Society for Engineering Education. American Society for Engineering Education.
- von Károlyi, C. (2013). From Tesla to Tetris: Mental rotation, vocation, and gifted education. *Roeper Review*, 35(4), 231-240.
- Vordermann, C., Porkess, R., Budd, C., Dunne, R. & Rahman-Hart, P. (2011). *A world class mathematics education for all our young people*. London: The Conservative Party
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wachs, T. D. (1992). *The nature and nurturance*. Newbury Park, CA: Sage.
- Wagner, T. (2008). *The global achievement gap*. New York, NY: Basic Books.
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1984). *Modes of thinking in young children: A study of the creativity-intelligence distinction*. Westport, CT: Greenwood Press.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 2.
- Washer, P. (2007). Revisiting key skills: A practical framework for higher education. *Quality in Higher Education*, 13(1), 57-67.
- Watkins, J., Spencer, K., & Hammer, D. (2014). Examining young students' problem scoping in engineering design. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(1).

- Wechsler, D. (1949). *The Wechsler Intelligence Scale for children*. New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2003). *WISC-IV technical and interpretive manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Wegner, C., Strehlke, F., & Weber, P. (2014). Investigating the differences between girls and boys regarding the factors of frustration, boredom and insecurity they experience during science lessons. *Themes in Science and Technology Education*, 7(1), 35-45.
- Weisberg, R. W. (1986). *Creativity: Genius and other myths*. New York, NY: W.H. Freeman.
- Welch, A., & Huffman, D. (2011). The effect of robotics competitions on high school students' attitudes toward science. *School Science & Mathematics*, 111(8), 416-424.
- West, T. G. (2009). *In the mind's eye: Creative visual thinkers, gifted dyslexics, and the rise of visual technologies*. New York, NY: Prometheus Books.
- Westberg, K. L., & Daoust, M. E. (2003). *The results of the replication of the classroom practices survey replication in two states. Fall Newsletter*. National Research Center on the Gifted and Talented.
- Westberg, K.L., Archambault, F.X., Dobyms, S.M., & Salvin, T.J. (1993). *An observational study of instructional and curricular practices used with gifted and talented students in regular classrooms (Research Monograph No. 93104)*. Storrs, CT: The National Research Center on the Gifted and Talented, University of Connecticut. Retrieved from nrcgt.uconn.edu/research-basedresources/
- WGBH Educational Foundation. (2011). *Design squad nation: Parents and educators online workshop*. Retrieved from http://pbskids.org/designsquad/pdf/parentseducators/workshop/designprocess_poster.pdf
- White House. (2009). *Educate to innovate campaign*. Washington, DC: The White House. Retrieved from <http://www.whitehouse.gov/the-press->

office/president-obamalaunches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en

- White House. (2013). *the 2013 State of the Union*. Retrieved from www.whitehouse.gov/stateof-the-union-2013
- White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*, 66(5), 297–333.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Williams, K., Igel, I., Poveda, R., Kapila, V., & Iskander, M. (2012). Enriching K-12 science and mathematics education using LEGOs. *Advances in Engineering Education*, 3(2), 1-27.
- Winker, D. L., & Jolly, J. L. (2011). The Javits Act: 1988-2011. *Gifted Child Today*, 34, 61-63.
- Winzer, M. (2002). *Children with exceptionalities in Canadian classrooms*. Toronto, ON: Prentice-Hall.
- Wolpert, L. (1992). *The unnatural nature of science*. London: Faber.
- Yanow, D., & Tsoukas, H. (2009). What is reflection-in-action? A phenomenological account. *Journal of Management Studies* 46, 1339–1364.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. baskı) Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods (3rd edition)*. New Delhi: London.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods (4th edition)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yoo, J. E., & Moon, S. M. (2006). Counseling needs of gifted students: An analysis of intake forms at a university-based counseling center. *Gifted Child Quarterly*, 50, 52-61.
- Yoon, S. Y., & Mann, E. L. (2017). Exploring the spatial ability of undergraduate students: Association with gender, STEM majors, and gifted program membership. *Gifted Child Quarterly*, 61(4), 313-327.

- Yuen, T. T., Boecking, M., Stone, J., Tiger, E. P., Gomez, A., Guillen, A., & Arreguin, A. (2014). Group Tasks, Activities, Dynamics, and Interactions in Collaborative Robotics Projects with Elementary and Middle School Children. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 39-45.
- Zenasni, F., Besancon, M., & Lubart, T. (2008). Creativity and tolerance of ambiguity: An empirical study. *Journal of Creative Behavior*, 42, 61–73.
- Zhao, Y. (2012). Flunking innovation and creativity. *The Phi Delta Kappan*, 94, 56-61.
- Zhu, J., Cayton, T., Weiss, L., & Gabel, A. (2008). *WISC-IV extended norms (Technical Report 7)*. Pearson Education.
- Zoldosova, K., & Prokop, P. (2006). Education in the field influences children's ideas and interest toward science. *Journal of Science Education and Technology*, 15(3), 304-313.
- Zuber, E. N., & Anderson, J. (2012). The initial response of secondary mathematics teachers to a one-to-one laptop program. *Math Education Research Journal*, 17(2), 9-38.
- Zubrowski, B. 2002. Integrating science into design technology projects: Using a standard model in the design process. *Journal of Technology Education*, 13(2).
- Zucker, A. A. (2008). *Transforming schools with technology: How smart use of digital tools helps achieve six key education goals*. Cambridge, MA: Harvard.
- Zuga, K. F. (2004). Improving technology education research on cognition. *International Journal of Technology and Design Education*, 14, 79–87.

EK-A: STEM Eğitim İçeriği

“Köprümü Yapıyorum” Etkinliği

Süre: 4-5 Saat

Fen Entegrasyonu: Köprülerin yapımında dikkat edilen fizik kuralları örnekleri ile etkinlik içerisinde salınım, rezonans ve frekans kavramları verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: Gelişen teknoloji ile birlikte köprü modellerindeki değişimler, malzeme kalitesi ve çeşitliliğinin köprü yapımına etkisi konuları üzerinde durulur.

Mühendislik Entegrasyonu: Köprü yapımlarında tasarlama, dizayn etme, planlama ve ortaya koymada mühendislik etkisine yer verilir. Köprü yapımlarında mühendislik hatasının sonuçları tartışılır.

Matematik Entegrasyonu: Köprü yapımlarında yer alan farklı geometrik şekiller ve bu geometrik şekillerin köprü dayanıklılığına etkisine değinilir. Bir köprünün dayanıklılığına etkisi olan en/boy oranına ilişkisi tartışılır.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Bilgiyi keşfetme	Teknolojinin niteliğini ve kapsamını tanımlama	Tasarlama	Geometrik kavramları tanımlama	Gözlem
		Tasarım ve ürün özelliklerini karşılaştırma	Geometrik kavramları karşılaştırma	Ölçme
				Açıklama
Bilimsel araştırma yapmayı anlama	Uygun teknolojiyi tanımlama	Gerçekçi ürün ortaya koyma	Ölçme sistemini anlama	Sonuç çıkarma
		Tasarım sürecini açıklama	Ölçme sistemini kullanma	Deney yapma
				İletişim
Fizik kurallarını ve kavramlarını tanımlama		Ürün değerlendirme ve geliştirme	Oran ve orantı kavramlarını anlamlandırma	Uzamsal zekâ
		Uygun materyal seçme	Problem çözümünde uygun stratejiyi kullanma	Karşılaştırma
		Ürünün kalitesini ve performansını test etme	Düşünme ve akıl yürütme	Yansıtma
		Esneklik		Model yapma
				Problem çözme
				Yaratıcı problem çözme
				Karar verme
				Girişimcilik
				İşbirlikli takım çalışması
				İnovasyon
				Teknoloji okuryazarlığı

Uygulama

Öğrencilerin dikkatini çekmek amacıyla farklı köprü modellerinin (Golden Gate Köprüsü-Kaliforniya, Akashi Kayikyo-Japonya, Tacoma Narrows-ABD, Boğaziçi Köprüsü-İstanbul ve Demiryolu Köprüleri) yer aldığı video gösterimi yapılır. Videoda yer alan köprülerde dikkatlerini çeken yapı ve görseller sorulur. Ardından öğrencilere “bir köprü yapımı projesinde mimar olarak yer almaktasınız. Çalıştığınız kurumunuz ağırlıklara dayanıklı bir köprü projesi oluşturmanızı istedi. Nasıl bir köprü modeli tasarlıyorsunuz?” problem durumu verilerek kendi köprülerini tasarlamaları istenir. Gerçekleştirilecek köprü ile ilgili model çalışmaları etkinlik kitapçığındaki ilgili kısımlara yapılır.

Köprü modellerinin tasarlanması ardından köprü inşasına geçilir. Öğrencilerin istedikleri modelleri tasarlayabilmeleri amacıyla aşağıdaki malzemeler getirilir.

Malzemeler:

- TomTecT
- Dil çubuğu (her öğrenci için yaklaşık 100 adet)
- Geometri seti
- Silikon tabancası
- Yapıştırıcı (silikon, tutkal...)
- Sprey boya
- Keçeli kalem
- Pastel boya
- Dinamometre
- İp
- Ağırlıklar

Köprü modellerinin oluşturulmasının ardından etkinlik kitapçığında yer alan aşağıdaki sorulara cevap aranır:

1. Köprü modelinizi tasarlarken nelere dikkat ettiniz?
2. Köprü modeliniz hangi geometrik şekillerden meydana gelmektedir?
3. Geometrik şekillerin ağırlıklara karşı dayanıklı olmasına yönelik görüşleriniz nelerdir?

Etkinlik kitapçığında yer alan sorulara verilen cevaplarla birlikte geometrik yapıların (üçgen, dikdörtgen, kare, vb.) köprülerde kullanımı, dayanıklılığı ve farklı geometrik yapılar konularına değinilir.

Köprüler ile ilgili ilginç ve dikkat çekici özellikleri barındırması açısından ABD’de inşa edilen ve kısa bir süre sonra yıkılan “Tacoma Narrows”un yıkılma anına ilişkin video izletilir. Tacoma Narrows’un yıkılışı, mühendislik hatası ve bununla ilişkili olarak fizik kuralları üzerinde durulur. Tacoma Narrows ile ilgili aşağıda yer alan bilgi sunulur.

Tacoma Narrows yapıldıktan 4 ay sonra büyük bir sarsıntıyla birlikte yıkılmıştır. Sizce bunun sebebi ne olabilir?

Tacoma Narrows 1940 yılında yapılmış ve açıldıktan 4 ay sonra yıkılmıştır. 853 metre uzunluğunda ve 11.9 metre genişliğinde olan köprü dünyanın en büyük 3. asma köprüsü unvanını almıştır. Köprü en hafif rüzgârda bile sallanma hareketi gösterdiğinden dolayı kapatılmış ve bu sayede yıkıldığı esnada can kaybı yaşanmamıştır. 4 ay gibi kısa bir sürede yıkılmasının sebepleri;

- Uzunluğuna rağmen genişlik ölçüsünün kısa olması,
- Kirişi yüksekliği / köprü uzunluğu normalde 1/90 olması gerekirken, bu köprüde $2,44/853 = 1/350$
- Kirişlerin içi dolu levhalardan yapılmış olması bundan dolayı rüzgârı geçirmeyip tam tersi rüzgâra direnmesi.

Bu tür özelliklerin sebep olmasıyla birlikte köprünün salınım yani rezonansa kapılması sonucunda köprünün yıkılmasıdır. 140 km/s hızdaki rüzgâra dayanıklı olarak yapıldığı planlanan köprü yaklaşık 67 km/s hızla esen rüzgârın etkisiyle birlikte rezonansa girmiştir. Düzgün esen rüzgâr sonucunda giderek şiddetlenen salınımların frekansı köprünün öz frekansı ile çakışmış ve köprü çökmüştür (Amman, von Kármán & Woodruff, 1941). Bilgilerinin paylaşılmasının ardından mühendislik kapsamında tartışma sorularına yer verilerek mühendisliğin üretme ve geliştirme konusundan bahsedilir.

- Bir yapının tasarımında mühendisliğin önemi nedir?
- Köprü dizaynında sizce mühendislik hatası var mıdır?

Kaynak: Eichinger, J. (2009). Activities linking science with math, 5-8. NSTA Press, USA.

“Yel Değirmeni” Etkinliği

Süre: 4-5 Saat

Fen Entegrasyonu: Etkinlik ile birlikte çevre kirliliği, enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji türlerine yer verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: Değişen yaşam koşulları ile birlikte insan ihtiyaçlarının değiştiği ve şekillendiği bu doğrultuda fazla enerji ihtiyacı ile birlikte bu ihtiyacı karşılayıcı enerji kaynaklarındaki teknolojik gelişmeler verilir. Bu amaçla rüzgâr türbinlerinden elde edilecek rüzgâr enerjisinin ekonomik olarak kullanımda faydalanılması amacıyla gelişen teknolojik araçlar olduğu üzerinde durulur.

Mühendislik Entegrasyonu

Tasarım ve ortaya konulan ürüne ilişkin kıyaslamalar ile birlikte bir modelde uygulanabilirlik ve geliştirilebilirlik özellikleri tartışılır.

Matematik Entegrasyonu:

Yel değirmeni modelleri ile birlikte katı cisimler; piramit, prizma, koni, küre ve silindire ilişkin özellikler, alan ve hacim hesaplama gibi konulara ilişkin bilgiler verilir. Yel değirmeni yapımında uzunlukların düzgün ölçülmesi, eğim gibi unsurların önemine vurgu yapılır.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Çevre kirliliği	Doğal ve insan ürünü teknolojik sistemleri ayırt etme	Tasarlama	Ölçme sistemini kullanma	Gözlem
		Esneklik		Ölçme
		Pazarlama		Açıklama
Yenilenebilir enerji	Günlük yaşamda yer alan teknolojik sistemleri açıklama	Tasarım sürecini açıklama	Problem çözümünde uygun stratejiyi kullanma	Neden-sonuç
		Uygun materyal seçme		Karşılaştırma
	Teknolojik ürünlerdeki ortak sistemleri tanımlama	Ürünün kalitesini ve performansını test etme	Ölçme sistemini kullanma	Tahmin etme
				İletişim
	Teknolojik araçların günlük yaşamdaki etkilerini açıklama			Model yapma
				Problem çözme
				Yaratıcı problem çözme
				Karar verme
				Girişimcilik
				İşbirlikli takım çalışması
İnovasyon				
Teknoloji okuryazarlığı				

Uygulama

Öğrencilere çevre kirliliği ile ilgili video izletilerek aşağıdaki sorular yöneltilir;

- Çevre kirliliği nedir?
- Çevre kirliliğine sebep olan unsurlar nelerdir?
- Çevre kirliliğinde kullanılan enerji kaynaklarının etkisi nedir?
- Enerji kaynaklarından oluşan kirliliğe yönelik çözüm önerileriniz nelerdir?
- Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanım faydaları nelerdir?
- Rüzgâr enerjisi kaynakları nelerdir?

Sorularına yönelik gerçekleştirilen tartışmanın ardından yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili bilgilendirici video izletilerek yenilenebilir enerji ve rüzgâr enerjisi konularına ilişkilerin bilgilerin yer aldığı sunu yapılır. Sunu içerisinde dikkat çekmek amacıyla “Donkişot yel değirmenlerine karşı” hikâyesinden kısa bir parça okunur.

“Bak şuraya arkadaşım Sancho Panza, ileride otuz ya da biraz daha fazla azman dev var. Onlarla savaşıp hepsini öldürmek niyetindeyim. Elde edeceğimiz ganimetle zenginleşmeye başlarız. Bu kötü tohumları yeryüzünden silmek hayırlı bir savaştır. Tanrı’ya büyük hizmettir.

“Hangi devler?” dedi Sancho Panza. “İşte şu gördüklerin” diye cevap verdi efendisi; “Şu uzun kollu yaratıklar, kiminin kolları iki fersaha kadar varır bunların.”

“Ama efendim” dedi Sancho, “O görünenler dev değil, yel değirmeni; kola benzeyen şeyler de, kanatları; rüzgâr onları döndürdükçe, onlar da değirmen taşını hareket ettirir. Ne var ki Don Kişot, uşağı Sancho Panza’nın sözlerini dinlemez; bu ‘azman devlere’ olanca cesaretiyle saldırır ve fena halde hüsrana uğrar.

Yel değirmenleri, ‘Don Kişot’ a rağmen varlıklarını sürdürürler. Hatta yüzde yüz temiz ve sonsuz bir enerji kaynağı olan rüzgârdan elektrik enerjisi üretilmesini sağlayan modern yel değirmenleri ile gelecekte de varlıklarını sürdüreceğe benzer.”

Sunumun ardından öğrencilere “bir çevreci olarak enerji kaynaklarından oluşan kirliliği azaltmak amacıyla yel değirmeni tasarlamanız istendi. Buna yönelik olarak çalışan bir yel değirmeni tasarlayınız” problem durumu öne sürülür. Öğrencilerden oluşturacakları yel değirmenlerine yönelik tasarımlarını etkinlik kitapçığına yapmaları istenir.

Öğrencilerin yel değirmenlerini tasarlamalarının ardından yapım aşamasına geçilir. Öğrencilerin istedikleri modelleri tasarlayabilmeleri amacıyla aşağıdaki malzemeler getirilir.

Malzemeler:

- Mukavva
- Renkli karton
- Renkli eliş kâğıtları
- Geometri seti
- Keçeli-pastel boya kalemleri
- Raptiye
- Makas
- Yapıştırıcı (silikon, tutkal...)
- Silikon tabancası
- 5 volt dc motor
- 9 volt pil
- Korokodil kablo
- Toplu iğne başı

Yel değirmenlerinin yapımı tamamlandıktan sonra etkinlik kitapçığında yer alan aşağıdaki sorulara cevap aranır;

- Yel değirmeni yapımında hangi şekilleri denediniz? Yel değirmeninizde hangi şekli neden seçtiniz?
- Bu etkinlikte ölçüm işlemi neden önemlidir? Açıklayınız.
- Bir yel değirmeni inşasında nelere dikkat edilmelidir?

Sorularına verilen cevaplar ile birlikte geometrik şekillerin özellikleri verilir. Oluşturulan yel değirmeni yapıları ile birlikte katı cisimlerin özelliklerine ilişkin matematiksel bilgilere yer verilir. Yel değirmenlerinin kullanım amaçları ve etkisine yönelik olarak çevre kirliliği, yenilenebilir enerji kaynakları ve rüzgâr enerjisine yönelik açıklayıcı bilgiler sunularak tartışılır. Çevre kirliliği; tüm canlı ve cansız varlıkların yapısını olumsuz yönde etkileyen niteliklerin hava, su ve toprağa karışması durumudur. Çevre kirliliği problemleri;

- Hava kirliliği,
- Su kirliliği,
- Toprak kirliliği,
- Besin kirliliği,
- Gürültü kirliliği,
- Radyoaktif kirlilik,
- Kimyasal madde kirliliği,
- Küresel ısınma, vb.

Tüketilen fosil yakıtlar, çöplerin yakılması, radyoaktif ışınlar, endüstri, enerji üretimi ve motorlu taşıtlardan çevreye verilen egzoz gazları hava kirliliğinin sebepleridir. Hava kirliliği sonucunda asit yağmurları, küresel ısınma, ozon tabakasının zarar görmesi ve sis oluşumu meydana gelir. Hava kirliliğinin en olumsuz sonucu şüphesiz ki küresel ısınmadır. Enerji kaynakları tarafından çevreye verilen kirliliği azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji kaynakları

tercih edilmelidir. Yenilenebilir enerji, doğadaki kaynaklardan elde edilen ve doğal kaynaklarla takviyeye yapılan enerjidir. Bilgilerinin ardından yenilenebilir enerji kaynakları tanıtılır ve tartışılır.

Bilgilerinin verilmesinin ardından etkinlik kitapçığındaki “bir yel değirmeni yapımında dikkat edilmesi gereken unsurlar nelerdir?” sorusuyla birlikte mühendisliğin tasarım, dizayn ve planlama konusundaki önemine değinilir. Bununla birlikte öğrencilerin etkinlik kitapçığında yaptıkları tasarımları ile ortaya koydukları ürünleri kıyaslamaları istenir. Uygulanabilir, detaylı bir tasarım mı yaptıkları yoksa tasarladıkları ile ürettikleri ürünün farklı mı oldukları ile ilgili tartışma ortamı oluşturulur.

Kaynak: Andrews, B. A. (2012). *Hands on engineering: Real-world projects for the classroom*. Prufrock Press Inc. Waco, Texas.



“Fırlatıyorum!” Etkinliği

Süre: 4-5 Saat

Fen Entegrasyonu: Enerji dönüşümleri, enerjinin korunumu ve atışlar fen konularına yönelik açıklamalara yer verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: Teknolojik gelişmelerin savaş gibi yaşamın pek çok alanın da değişiklikleri beraberinde getirdiği ve bu tür teknolojik gelişmelerin olumlu/olumsuz etkileri üzerinde durulur.

Mühendislik Entegrasyonu: Tasarlama yaratıcılık, hayal gücü, uygulanabilirlik, etkili malzeme seçimi ile birlikte mühendislik etkisine değinilir.

Matematik Entegrasyonu: Mancınıkta atışın bağlı olduğu değişkenlerin belirlenmesi, aralarında doğru ve ters orantının kurulması ile matematiksel ilişkiye yer verilir.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Atış	Toplumsal teknolojik ürün gelişimindeki rolü	Uygun materyal seçme	Ölçme sistemini kullanma	Gözlem
Hareket		Tasarlama	Problem çözümünde uygun stratejiyi kullanma	Ölçme
		Tasarım sürecini açıklama		Açıklama
Teknolojinin tarih üzerindeki etkisi		Esneklik	Dörtgenleri tanıma ve temel özelliklerini bilme	Neden-sonuç
		Ürünün kalitesini ve performansını test etme		Karşılaştırma
				Tahmin etme
				İletişim
				Model yapma
				Problem çözme
				Yansıtma
				Problem çözme
				Yaratıcı problem çözme
				Karar verme
				Girişimcilik
				İşbirlikli takım çalışması
İnovasyon				
Teknoloji okuryazarlığı				

Uygulama

Öğrencilerin mancınık ile ilgili var olan görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla daha önce mancınık ile ilgili neler bildikleri sorulur. Ardından mancınık kullanımına ilişkin bilgilerin yer aldığı sunum yapılır. Aşağıdaki bilgilerin yer aldığı sunum içeriği oluşturulur.

“Mancınık ilk olarak MÖ 3-5. yüzyıl civarında Çinliler tarafından icat edildi fakat savaşta ilk Yunanlılar kullandı. Zamanının en etkili silahı olan mancınık düşmanların korkulu rüyasıydı. Mancınık silahlarının savaş alanlarına taşınabilmesi için tekerlek vardı. Savaş alanına ulaşıncaya yere sabitlenerek ateşe hazır hale geliyordu. Mancınıkların mekanizması yaylanma gücüne dayanır. Atıcı kol, kaldıraçlar vasıtasıyla, önce gerilir, serbest bırakılınca da yaylanarak üzerindeki uzaklara fırlatır. Büyük boyutlarda iyi bir mancınık silahıyla 100 kiloluk bir kaya parçası 200 metre kadar uzağa fırlatabilecek güçteydi. Bu etkili silah MS 15. yüzyıla kadar kullanılmaya devam etti. Ateşli silahların kullanılmaya başlanmasıyla mancınık silahlarının savaş alanlarında kullanımı sona erdi. Düşman kalesine veya kuşatılan askerlerin üzerine taş, gülle, ateş topu, mızrak, ok vb. gibi cephaneler fırlatarak zafer kazanılırdı.”

Mancınık tasarımını düzgün yapılmasına ilişkin çizgi film izletilir. Çizgi filmin ardından öğrencilerden bir cismi uzağa atabilecekleri mancınık modellerinin tasarımını oluşturmaları istenir. Öğrencilere yaptıkları mancınıklar ile birlikte atış yarışmasının yapılacağı bu sebeple

uzağa fırlatmanın önemli olduğu belirtilir. Bu süreçte etkinlik kitapçığında yer alan sorular yöneltilir;

- Bir mancınık ne tür özelliklere sahip olmalıdır?
- Mancınık tasarlarken nelere dikkat ettiniz?

Sorularına cevap aranırken mancınıkta uzak mesafeli atışın sağlanmasında nelere bağlı olduğu üzerinde durulur. Bunun için mancınıkta;

- Potansiyel-kinetik enerji dönüşümü,
- Bazı cisimlerin esneklikten kaynaklı potansiyel enerjisine sahip oldukları,
- Enerji dönüşümlerinde enerjinin korunduğu,
- Etki-tepki kuvvetlerinin olduğu unsurlarına değinilir.

Malzemeler:

• Dil çubukları	• Yapıştırıcı (uhu, silikon, tutkal)
• Çöp şiş çubukları	• Mandal
• Plastik kaşık	• Su şişesi kapağı
• Paket lastiği	• Yay
• Silikon tabancası	• Oyun hamuru

Öğrencilerin mancınık yapımında farklı modeller oluşturabilmeleri amacıyla farklı malzemeler getirilerek uzak atış yarışında atışları karşılaştırmalarına fırsat sunulur. Mancınık modellerinin oluşturulmasının ardından “kim daha uzağa fırlatır?” yarışması yapılır. Bu yarışma esnasında atışlardaki yükseklik, fırlatma mesafesi, esneklik, kuvvet ve enerji kavramlarına değinilir.

“Kim daha uzağa fırlatır?” yarışmasında yapılan atışlar esnasında yükseklik ve atış mesafelerinin öğrenciler tarafından kaydedilmesi ve büyüklüklerine göre sıralamaları istenir. Ardından atışın bağlı olduğu değişkenler arasında doğru ve ters orantı ilişkileri kurularak bir atışın yatay ve dikey yolda aldığı yolun hız ve zamana bağlı olduğu sonucuna ulaşılır.

Enerji dönüşümleri, enerjinin korunumu ve atışlar ile ilgili bilgiler öğrenciler birlikte tartışılarak etkinlikte fen konularına değinilir. Mancınık yapımında kullanılan paket lastiği veya yayın sahip oldukları esneklik potansiyel enerjisine değinilerek; esneklik potansiyel enerjisi, esnek cisimlerde şekil değişikliği oluşturulması sırasında depolanan enerji olduğu bilgisi verilir. Mancınık atışıyla birlikte esneklik potansiyel enerjinin kinetik enerji ve dönüşümü belirtilerek enerjinin dönüşümü ve korunumu bilgisi aktarılır. Cismin kendine özgü sahip olduğu esneklik özelliğinin depolanan enerjiye etki ettiği belirtilerek bağımlı ve bağımsız değişkenler verilir.

İyi bir atış yapabilen mancınık modelinin oluşturulmasında yaratıcılık, hayal gücü, tasarım, dizayn ve tercih edilen malzemelerin etkisi belirtilir. Öğrencilerin etkinlik kitapçığında yaptıkları tasarımları ile ortaya koydukları ürünleri kıyaslamaları istenir. Uygulanabilir, detaylı bir tasarım mı yaptıkları yoksa tasarladıkları ile ürettikleri ürünün farklı mı oldukları, bu farklılığın neyden kaynaklı olabileceği ile ilgili tartışma ortamı oluşturulur.

Öğrencilere günümüzde mancınık kullanımının olup olmadığı yoksa neden ve niçin soruları yöneltilerek, gelişen teknolojiyle birlikte savaş alanında da gelişmeler olduğu ve daha etkili savaş aletlerine ihtiyaç duyulduğu belirtilir. Bu sayede teknolojik gelişmelerin etkisinin farklı alanlar da olduğu ve olumlu/olumsuz etkileri tartışılır.

Kaynak: Andrews, B. A. (2012). *Hands on engineering: Real-world projects for the classroom*. Prufrock Press Inc. Waco, Texas.

“Uçurtma” Etkinliği

Süre: 4-5 Saat

Fen Entegrasyonu: Bir uçurtmanın uçmasında etkileri olan kaldırma kuvveti, rüzgârın gücü, hava akımı gibi unsurlara ilişkin açıklamalara yer verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: Değişen ihtiyaçlarla birlikte kullanılan teknolojik araçların kullanım amaçlarının ve özelliklerinin değiştiği, daha güvenilir ve etkili sonuçlarda donanımlı teknolojik araçlara örnek sunulur.

Mühendislik Entegrasyonu: Uçabilen uçurtma yapımında tasarım ve ortaya konulan ürünün değiştirilebilmesi ve geliştirilebilmesinde etkili mühendislik becerilerine vurgu yapılır.

Matematik Entegrasyonu: Etkili bir model oluşturmada matematiksel ölçümlerin önemi ve etkilerine yer verilir.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Kuvvet	Toplumsal teknolojik ürün gelişimindeki rolü	Uygun materyal seçme	Ölçme sistemini kullanma	Gözlem
Hareket		Tasarlama	Problem çözümünde uygun stratejiyi kullanma	Ölçme
		Tasarım sürecini açıklama		Açıklama
Teknolojinin tarih üzerindeki etkisi		Esneklik	Dörtgenleri tanıma ve temel özelliklerini bilme	Neden-sonuç
		Ürünün kalitesini ve performansını test etme		Karşılaştırma
			Tahmin etme	
			İletişim	
			Model yapma	
			Problem çözme	
			Yansıtma	
			Problem çözme	
			Yaratıcı problem çözme	
			Karar verme	
			Girişimcilik	
			İşbirlikli takım çalışması	
			İnovasyon	
			Teknoloji okuryazarlığı	

Uygulama

Uçurtma ile ilgili olarak öğrencilere ne amaçla uçurtma hazırladıkları, uçurtmanın yapılış amacının günümüzdeki gibi sadece eğlence amaçlı mı yapılmış olduğu gibi sorular yöneltilerek öğrencilerde merak duygusu oluşturulur. Ardından uçurtma ile ilgili bilgilerin yer aldığı sunu gerçekleştirilir. Sunu içerisinde aşağıda yer alan bilgiler sunulur;

Uzun bir iple yerden kontrol edilen ve rüzgârda spor ve eğlence amaçlı uçurulan uçurtma, çoğunlukla ahşap bir iskeletin kâğıt, bez ya da naylonla kaplanmasıyla yapılır. Tek düzlemli uçurtmalarda dengeyi kuyruk sağlar. Kuyruk havaya direnç gösterdiği için bu tip uçurtmalarda önemlidir. Uçurtma yüzlerce yıldan beri Koreliler, Çinliler, Japonlar ve Malezyalılar tarafından değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Balon ve uçağın icadına kadar uzun yıllar meteoroloji gözlemleri için kullanılmıştır. Üç çatalı (altıgen), iki çatalı kuyruksuz (baklava biçimli) ve kutu uçurtmalar en yaygın uçurtma tipleridir.

Uçağın egzozundan çıkan partüküller havadaki su buharı ile yoğunlaşıyor ve bu şekilde arkasında iz bırakıyor. Meteoroloji uçakları normal uçak seviyelerinin çok daha üstünde uçuyor. Yeryüzünün çok yukarısında olduklarından bulunduğu yerde çok soğuk oluyor.

- Eğer çizgi uzunsa dağılmıyorsa havada karışım yok yağış da yok.
- Eğer çizgi hızlıca kayboluyorsa havada karışım var ama yağış yok.

- Eğer havada karışım yok çizgi dağılmıyorsa ama su buharı varsa bu gün değil önümüzdeki günlerde yağış var.

Meteoroloji Balonları, Türkiye'nin 8 noktasından her gün gökyüzüne salınan balonlar, atmosferin her bir katmanından sıcaklık, nem, basınç, rüzgârın hızı ve yönüne ilişkin verileri anlık olarak tahmin merkezlerine bildirerek, hava tahmini oluşturulmasında önemli rol oynuyor. Balonlar, Türkiye'nin 8 noktasından her gün aynı anda, öğleden sonra ve gece olmak üzere iki kez havaya bırakılıyor. Balon, üzerindeki sistem sayesinde her iki saniyede bir bulunduğu yerin sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr hızı ve yönüne ilişkin değerleri yerdeki tahmin merkezine iletiyor. Uçurtma, Asya'da çok eskiden beri biliniyordu. Başlangıçta dini törenlerde kullanılırdı. Japonya ile Siyam'da çocuklardan çok büyüklerin ilgilendiği bir oyuncaktı. Uçurtmayı bilim alanında ilk olarak 1742' de Benjamin Franklin, atmosferdeki elektriği ölçmek için kullanmıştır. Daha sonra insanlar büyük ve birbirine bağlı uçurtmalar yardımı ile uçmaya da çalıştılar. Uçurtmadaki ilk gelişmelerin arasında Eddy'nin kuyruksuz uçurtması, 1893'le Harprove'in kutu uçurtması vardır. Sonradan uçurtmalar dünyanın meteoroloji bürolarında rüzgâr hızı, yön ve güçlerini, sıcaklığı ölçen bir alet olarak kullanıldı. Fakat uçurtmalar fırtına, yüksek rüzgâr yahut alçak rüzgârlarda kullanılamadığından faydaları mahdud kaldı.

Sunuda uçurtma ile ilgili bilgilerin yanı sıra animasyon gösteriminden faydalanılır. Animasyon uçurtmanın uçuşuna etki faktörleri konusunun yer aldığı dikkat çekmeye odaklı bir çizgi filmidir. Sunuda farklı modellerde olan uçurtma görselleri gösterilerek öğrencilere istedikleri modelleri tasarlayabilmeleri amacıyla malzemeler verilir.

Malzemeler:

- Farklı renklerde uçurtma kâğıdı
- Renkli kâğıtlar
- Çıta
- Çöp şiş
- Geometri seti
- Uçurtma ipi
- Yapıştırıcı (silikon, uhu, tutkal, vs.)

Malzemelerin sunulmasının ardından öğrencilerden etkinlik kitapçıklarına uçurtma modellerini tasarlamaları ve sonrasında modellerini oluşturmaları istenir. Hazırlanan uçurtmaların uçuş özelliklerini test etmek amacıyla bahçede uçurtmalar uçuşur.

Öğrencilerin uçurtma yapımında uzunlukları belirlemeleri ve oluşturdukları geometrik yapılarda etkinliğin matematik boyutuna değinilir. Uçurtma yapımında yapılan ölçümlerin öneminden bahsedilerek geometrik nesnelerden bahsedilir. Bunun için “hangi geometrik şeklin neden tercih edildiği, geometrik yapıların oluşturulmasında dikkat edilen noktalar nelerdir” gibi konulardan bahsedilir.

Uçurtma ile ilgili sunuda hava tahminlerinde uçurtma kullanılması konusu verilerek etkinlikte fen ile ilgili bilgiler sunulur. Uçurtmanın uçuşulmasında etkili olan kaldırma kuvveti, rüzgârın gücü, uçurtmanın yapısındaki havanın akımı gibi noktalara vurgu yapılır.

Uçurtma ile ilgili sunumda uçurtmanın ilk olarak hava tahmininde bulunulması amacıyla geliştirildiği ardından gelişen teknoloji ile birlikte ihtiyaçlarda eksik kalan uçurtmanın yerine meteoroloji balonlarının ve meteoroloji uçaklarının yapımından bahsedilerek teknolojinin uçurtmadaki unsuruna değinilir.

Uçurtma yapımında iyi bir model oluşturma öneminden bahsedilir. Bunun için tasarlama, model oluşturma etkilerine vurgu yapılır. Etkinlik kitapçığında yer alan;

- Bir uçurtma yapımında dikkat edilmesi gereken özellikler nelerdir?
- Uçurtmanın uçuşunu etkileyen faktörler nelerdir? sorularına cevap aranır.

Öğrencilerin uçurtma tasarlarken neleri göz önünde bulundurdıkları, dayanaklı ve uçabilen bir uçurtmada ne tür donanımlar olmalı gibi etkinlikte tasarlama ve model oluşturmadaki süreç sorgulanır.

“Kendi Logomu Tasarlıyorum” Etkinliği

Süre: 4-5 Saat

Fen Entegrasyonu: 3D yazıcıların fen bilimleri alanlarındaki kullanımlarına yer verilir. Sağlık, tıp ve çevre gibi pek çok alanda 3D yazıcıların etkisi, 3D yazıcılarda kullanılan malzemelerin etkisine yönelik tartışmalara yer verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: Günlük yaşam, iş hayatı ve eğitim ortamlarında teknolojik araç-gereçlerin değişimi ve rolleri konu edinilir. 3D yazıcıların gelişim ve değişim aşamalarının incelenmesine, olumlu/olumsuz etkilerinin belirlenmesine yer verilir.

Mühendislik Entegrasyonu: 3D yazıcı ve program geliştirmede mühendislik etkileri ve mühendislik alanlarında 3D yazıcı kullanım örneklerine yer verilir.

Matematik Entegrasyonu: 3D model oluşturma ve tasarlama aşamalarında ölçmenin önemi, 3D yazıcıların kullanımında yer alan yazılım programlarındaki matematiksel kodlamadan bahsedilir.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Fen öğretiminde teknoloji kullanımı	Teknolojinin kültürel, sosyal ve ekonomik etkilerini açıklama	Programlama	Matematik öğretiminde teknoloji kullanımı	Problem çözme
		Yazılım		Akıl yürütme
		Kodlama		Ölçme
		Tasarlama		Açıklama
	Teknolojinin çevreye etkisini açıklama	Tasarım sürecini açıklama	Ölçme sistemini kullanma	Neden-sonuç
		Tasarım ve ürün özelliklerini karşılaştırma		Karşılaştırma
				Model oluşturma
				Uzamsal zekâ
	Teknolojinin tarihteki yeri	Ürün değerlendirme ve geliştirme		Yaratıcı problem çözme
		Esneklik		Karar verme
				Girişimcilik
				İşbirlikli takım çalışması
				İnovasyon
				Teknoloji okuryazarlığı

Uygulama

3D yazıcıların günümüzde pek çok alanda olduğu gibi eğitim alanında da uygulamalarının olduğunu görmekteyiz. Bu amaçla öncelikle öğrencilerin bu konudaki görüş ve düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla sorular yöneltilir.

- Sizce 3D yazıcı ne amaçla geliştirilmiş olabilir?
- Kullanmakta olduğumuz yazıcılar ile ilişkili midir?
- Hangi alanlarda 3D yazıcılar kullanılmakta? Örnekleriniz nelerdir?
- 3D yazıcı kullanımının avantaj/dezavantajları neler olabilir?

Öğrencilere gelişen teknoloji ile birlikte 3D yazıcıların gelişimi ve kullanımı alanları ile ilgili bilgilerin yer aldığı sunu gerçekleştirilir. Sunu içerisinde aşağıdaki bilgilere yer verilir.

3D yazıcılar, 3 boyutlu çizimlerini, istenilen malzeme türüne göre katman katman yapılandırarak 3 boyutlu gerçek bir materyale dönüşmeye yarayan makinelerdir.

3D yazıcılar gelişirken takip ettiği teknoloji;

- Stereolithography(SL)
- Fused Deposition Modelling(FDM)
- Selective Laser Printing(SLS)
- 3 Dimensional Printing(3DP)
- Polyjet

3D yazıcı nasıl çalışır? Autocad, Tinkercad, 3DTin,.. gibi programlarda tasarlanan ürünler genellikle .STL (STereoLithography) olarak kaydedilip 3 boyutlu yazıcıya data olarak aktarılır. Çizimde hazır olduktan sonra malzeme seçimi ve üretim tekniği belirlenerek, üretim gerçekleştirilir. 3D yazıcılarda hangi malzemeler kullanılabilir? 3D yazıcılar günümüzde 3 ana malzeme grubu olan; polimer, seramik ve metal kullanabilmektedir. Çikolata ve eritme peyniri gibi gıdalarda malzeme olarak kullanılabilir. 3D yazıcının kullanım alanları; diş hekimliği, tıp, maket yapımı, sanat, kuyumculuk ve eğitim.

3D yazıcıların kullanıma yönelik sununun gerçekleştirilmesiyle teknoloji entegrasyonunun sağlanması hedeflenmektedir. Zaman içerisinde 3D yazıcıların gelişiminin verilmesiyle günümüzde teknolojik araçların yer alması ve etkilerinden bahsedilir. Bu sayede günlük yaşam, iş hayatı ve eğitim ortamlarında teknolojik araç-gereçlerin değişimi ve rolleri konu edinilir. Bir teknolojik gelişmenin beraberinde mühendislik etkisi ve mühendislik alanındaki gelişmelerden bahsedilir. Mühendislikte 3D yazıcıların kullanımı, avantaj ve etkilerinden bahsedilerek STEM birleşenlerinin birbirleri ile etkisine değinilir. Öğrencilerin 3D yazıcıya yönelik ilk deneyimlerini yaşamaları için kendi logolarını tasarlamaları istenir. Böylece hem kendilerini rahat hissetmeleri hem de bilgisayar ortamında model oluşturmaya yönelik deneyim kazanma fırsatı oluşturulmuş olunur.

Malzemeler:

- 3D yazıcı
- Filament
- Tinkercad

Öğrencilerin çeşitli geometrik şekilleri etkin olarak kullanabilecekleri Tinkercad programı ile logo tasarlamaları ve 3D yazıcıdan çıktı almaları sağlanır.

3D yazıcılarla ilgili sunumun içeriğinde kullanılan malzemelere değinilir. Bu malzemelerin kullanımının çevreye yönelik etkisine değinilerek çevreye duyarlı malzemeler ile ilgili bilgi verilir. Aynı zamanda öğretim ortamında kullanılacak malzemeye yönelik de bilgiler verilir. Sağlık ve fen bilimleri alanlarında 3D yazıcıların yer alması ve etkilerinden bahsedilerek STEM alanlarının birbirleri için önemi belirtilir. Somut veya soyut kavramlara yönelik model oluşturma, tasarlama ve üretme aşamalarında matematik konusu olan ölçmenin önemine değinilir.

“Küp Çözen Robot” Etkinliği

Süre: 4 Saat

Fen Entegrasyonu: Etkinlik ile birlikte robotlarda hareket etmeyi ve renkleri algılamayı sağlayan sensörlerin özelliklerine yer verilir. Robotlarda verilen komutların algılanması ve istenilen özelliklerin robotlara kazandırılmasında programlama, yazılım ve kodlama konularına yönelik açıklamalara yer verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: İnsan ihtiyaçları doğrultusunda buna yönelik cevap verme ve hayatı kolaylaştırmada teknolojik gelişmelerin sağlandığı ve robotların yaşamımızdaki etkilerine değinilir.

Mühendislik Entegrasyonu: Robotların yapımı, tasarlanması ve dizayn edilmesinde mühendislik boyutunun öneminden bahsedilir. İstenilen özelliklerin robotlara kazandırılmasında program ve yazılım geliştirmede mühendislik etkisi konu edinilir.

Matematik Entegrasyonu: Etkinlik kapsamında tasarlanacak robotun zekâ küpü çözme özelliği ile birlikte zekâ küplerinin özellikleri ve permütasyon matematik konusuna yönelik bilgilere yer verilir.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Işık ve görme	Her bir alt sistemin tüm sisteme katkı ve etkisini belirleme	Programlama	Ölçme sistemini kullanma	Problem çözme
		Yazılım		Akıl yürütme
		Kodlama		Ölçme
	Tasarım	Açıklama		
	Tasarım sürecini açıklama	Neden-sonuç		
	Teknolojinin kültürel, sosyal ve ekonomik etkilerini açıklama			Karşılaştırma
	Teknolojik ürün ve sistemleri kullanma			Model oluşturma
	Ürün ve sistemlerin etkisini belirleme			Uzamsal zekâ
				Yaratıcı problem çözme
				Karar verme
				Girişimcilik
				İşbirlikli takım çalışması
				İnovasyon
				Teknoloji okuryazarlığı

Uygulama

Öğrencilere günümüz teknolojileriyle birlikte oldukça popüler olan robot yapımına geçmeden önce “teknolojik gelişmeler olmasaydı ne olurdu?” konulu video izletilerek öğrenci görüşleri alınır. Ardından gelişen teknolojiyle birlikte hayatımıza kazandırdığı ürün, araç-gereç ve kolaylıklara değinilir. Gelişen robot teknolojisi ve farklı işlevselliklerdeki robotlara ilişkin video gösterimi yapılır. Videoda yer alan robotların kullanımı ile ilgili aşağıdaki sorular doğrultusunda tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin fikirlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

- Günlük hayatımızda yer alan robotlar nelerdir?
- Ne amaçla robotlar üretilebilir?
- Robotların günlük yaşamımızda yer almasının avantajları/dezavantajları nelerdir?

Rubik küp ile ilgili ilginç bilgilerin yer aldığı sunum yapılır. Sunumun ardından Rubik küp çözümünün zorluğuna değinilir ve acaba bu zorluğu giderebilecek, kolaylaştırabilecek küp çözen robot yapılıp yapılamayacağı sorusu yöneltir.

Malzemeler:

- Lego Mindstorms EV3 Kit (Education sets 45544+45560)
- EV3 Education Core
- 3D yazıcı
- Filament
- Tinkercad

Küp çözen robot yapımı yönergelerin takip edilmesiyle robot yapımı gerçekleştirilir. Ardından öğrencinin çözmesi için bir Rubik küp verilir ve robotla birlikte çözmesi istenir. Robota yerleştirilen küpün çözüm süresi ile öğrencinin küpü çözüm süresi karşılaştırılarak robotların hayatımızı kolaylaştırmasına dikkat çekilir. Öğrencilere 2×2×2, 3×3×3 ve 4×4×4'lük küpler verilerek çözmeleri ve daha da zorlu küplerin çözümünün kolaylaştırılmasında robotların etkisinden bahsedilir. Bu amaçla zekâ küplerinin özellikleri ve olası çözümlere ilişkin permütasyona yer verilir.

Robot modelinin küp çöme özelliğinin olmasıyla birlikte etkinliğin matematikle ilişkisine değinilir. Bu amaçla Rubik küple ilgili bilgilerin yer aldığı sunu gerçekleştirilir. Türkiye'de Zeka Küpü veya Sabır Küpü olarak biliniyor. Genellikle kırmızı karşısında turuncu, sarı karşısında beyaz ve yeşil karşısında mavi olacak şekilde üretiliyorlar.

1974 yılında Macar heykeltıraş ve mimar Ernő Rubik tarafından Budapeşte'de icat edilen Rubik Küp; standart tipleri 2×2×2'lik Cep Küpü (Pocket Cube), 3×3×3'lük Standart küp,

4×4×4'lük Rubik'in Öcü (Rubik's Revenge)

5×5×5'lik Profesör Küpü (Professor's Cube)

Daha fazla sabıra sahip olanlar içinse 6×6×6 ve 7×7×7'lik küpler üretiliyor.

Erno Rubik kendi icat ettiği küpü çözebilmek için tam 1 ay uğraşmış. Temel dizaynının bugüne kadar hiç geliştirilememiş olması Rubik'in iyi bir tasarım olduğunu, Ernő Rubik'in çok iyi bir mühendis olduğunu gösteriyor. Rubik Küp'ün ilk deneme üretimi 1977'nin sonlarına doğru yapılmış. Rubik Küp 1980 ve 1981 yıllarında Britanya Oyuncak Perakendecilerince verilen Yılın Oyuncak ödülünü kazandı. Dünyanın en büyük Rubik Küpü Tennessee'de bulunan 3 metre uzunluğunda 500 kg ağırlığında olan Rubik Küp. Dünyanın en pahalı Rubik Küpü ise 1995 yılında Diamond Cutter International şirketinin ürettiği tamamıyla çalışır durumda olan 22.5 karatlık elmas ve 18 ayar altından üretilen Rubik Küp. Bu küpün değeri yaklaşık 1.5 milyon dolar.

Dünya çapında 350 milyondan fazla satılan küpleri yan yana koyarsanız dünyanın çevresinin yarısını sarabiliyorlar. 1980'lerde Dünya nüfusunun 5'te 1'inin en az bir kere Rubik Küple oynadığı tahmin ediliyor. Rubik Küpün en popüler çözüm yöntemi Rubik Sihirli Küpü Üzerine Notlar adlı kitapta yayımlanan David Singmaster tarafından geliştirilen metottur. Dünya Küp Federasyonu'nun düzenlediği yarışmalarda En hızlı küp çözümü, tek elle çözüm, ayakları kullanarak çözüm ve gözler kapalıyken Rubik Küp çöme gibi kategoriler mevcut. Rubik Küple ilgili şu anki dünya rekoru 2010 Melbourne Küp gününde 6.77 saniyede 3×3×3 Rubik Küpü çözmeyi başaran Feliks Zemdeg's'e ait. Kendisi aynı yarışmada ortalama 7.91 saniyeyle averaj zaman kategorisinde de dünya rekoru sahibi. Rubik Küpünün 6×6 ve 7×7'lik versiyonları için de dünya rekorları var. 3×3×3×3×3'lü ve 5 boyutlu olan küpü ise dünya üzerinde çok az kişi çözebildi (MagicCube4D ve MagicCube5D adlı java yazılımı ile). Bir Rubik Küp'ün 43.252.003.274.489.856.000 (43 kentilyon) olası permütasyonu fakat sadece 1 çözümü vardır.

Etkinlik kapsamında küp çözen robottan yola çıkarak robotlara istenilen özelliklerin kazandırılmasına ilişkin sensör, program ve kod gibi kavramlara ilişkin açıklamalara yer verilir. Rubik küp çözen robotun birleştirme parçalarında hareket etmeyi ve renkleri algılamayı sağlayan sensörler bulunmaktadır. Öğrencilere renk ve hareket sensörleri ile ilgili bilgi verilir.

Renk sensörü, renk sensörlerinde genel olarak en basit ve en kullanışlı renk uzayı olan red-green-blue tercih edilir. Red-Green-Blue (kırmızı-yeşil-mavi) ana renklerinin karışımı neticesinde renk değerlerine ulaşmayı hedefleyen bir sistemdir. Görme işlemi maddeden yansıyan ışığın değerlendirilmesiyle gerçekleşir. Renk sensörünün çalışma prensibi benzer şekilde gerçekleşir. Sensörden çıkan ışık maddeye çarpar ve yansıma yapar. Sensör yansıyan

ışınları değerlendirerek kırmızı, yeşil ve mavi değerlerinin büyüklüklerini belirler. Robot modelinin oluşturulmasının yanı sıra robota komut verecek yazılımın ve programın önemine değinilir. İstenilen özellikte robot yapımında program, programın oluşturulmasında ise logaritma ve elektronik devredeki giriş çıkış pinleri önemlidir. Robot yapımında yer alan bu özellikler ile fen boyutuna dikkat çekilmesi hedeflenmektedir.

Robot Seti kullanılarak küp çözen robot modelinin yapımı için öğrencilere robot kitleri verilmiştir. İki robot setinin olmasıyla öğrencileri iki gruba ayrılmış ve herkes için bilgisayar verilmiştir. Öğrenciler bilgisayarlarından robot yapımında izlemeleri gereken yönergeleri takip etmeleri amaçlanmıştır. Robot modelinin meydana getirilmesinin ardında istenilen modelin yapılıp yapılamadığına ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuştur.



“Benim Robotum” Etkinliği

Süre: 3 Saat

Teknoloji Entegrasyonu: 3D yazıcı kullanımının önemine değinilir.

Mühendislik Entegrasyonu: Model oluşturmada tasarlama ve modelleme süreçlerine dikkat çekilir.

Teknoloji	Mühendislik	Diğer
Teknolojinin kültürel, sosyal ve ekonomik etkilerini açıklama	Programlama	Problem çözme
	Yazılım	Akıl yürütme
	Kodlama	Ölçme
	Tasarlama	Açıklama
Teknolojinin çevreye etkisini açıklama	Tasarım	Neden-sonuç
	Tasarım sürecini açıklama	Karşılaştırma
		Model oluşturma
	Esneklik	Uzamsal zekâ
		Yaratıcı problem çözme
		Karar verme
		Girişimcilik
		İşbirlikli takım çalışması
		İnovasyon
		Teknoloji okuryazarlığı

Küp çözen robot etkinliğinden sonra öğrencilerin kendilerine özgü robot tasarımlarını yapabilecekleri “Benim Robotum” etkinliği yapılmıştır. Öğrencilerden Tinkercad programını kullanarak istedikleri özellikte ve şekilde robot modeli tasarımları istenir. Tasarımların oluşturulmasının ardından aşağıdaki sorular yöneltilir.

- Robot tasarımında dikkat ettiğiniz noktalar nelerdir?
- Hangi özelliklerde robot tasarımları yapılabilir?
- Robot modelinizde problemle karşılaştığınızda bu problemi gidermek amacıyla neler yapabilirsiniz?

Sorularına yönelik fikir alışverişı yapılarak öğrenci görüşlerinin ortaya çıkarılması sağlanır. Robotların yapımı, tasarlanması ve dizayn edilmesinde mühendislik boyutuna değinilir. Özellikle istenilen özellikte robot yapımında geliştirilen yazılım programlarına ve algoritma konuları ile ilgili bilgi verilir.

Malzemeler:

- 3D yazıcı
- Filament
- Tinkercad

Öğrencilerin robot modellerini meydana getirmelerinin ardından;

- Robotunuz istediğiniz özelliklerde mi oldu?
- Geliştirmek için neler yapabilirsiniz?
- Tasarım ve ürününüz uyumlu mu? Soruları yöneltilerek tartışılır.

“Fraktal” Etkinliği

Süre: 4-5 Saat

Fen Entegrasyonu: Fraktalların fen bilimlerindeki örneklerine yer verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: 3D yazıcı kullanımının önemine değinilir.

Mühendislik Entegrasyonu: Model oluşturmada tasarlama ve modelleme süreçlerine dikkat çekilir.

Matematik Entegrasyonu: Fraktalların özellikleri ve pek çok alanda karşımıza çıkan örneklerine yer verilir.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Fraktallar	Teknolojinin kültürel, sosyal ve ekonomik etkilerini açıklama	Programlama	Fraktallar	Problem çözme
		Yazılım		Akıl yürütme
		Kodlama	Ölçme sistemini kullanma	Ölçme
		Tasarlama		Açıklama
	Tasarım	Neden-sonuç		
	Teknolojinin çevreye etkisini açıklama	Tasarım sürecini açıklama		Karşılaştırma
		Esneklik		Model oluşturma
				Uzamsal zekâ
	Yaratıcı problem çözme			
	Karar verme			
Girişimcilik				
İşbirlikli takım çalışması				
İnovasyon				
Teknoloji okuryazarlığı				

Uygulama

Öğrencilere “arıların bal yapmak için oluşturdukları yapılara hiç dikkat ettiniz mi? Ne tür bir geometrik yapıya sahiptir?” sorularının sorulması ve öğrenci yanıtlarının alınmasının ardından doğada yer alan pek çok fraktala ait görselin yer aldığı video ve animasyon gösterimi yapılır.

Öğrencilere doğada yer alan bu görüntülerde yer alan yapıların ne olduğu ile ilgili sorular yöneltilir;

- Resimlerdeki görüntülerin ifadesi nedir?
- Bunlara benzer görüntüleri daha önce gördünüz mü? Örnek verebilir misiniz?
- Bu yapılar nasıl oluşmaktadır?
- Nerelerde fraktalların yer aldığını görmekteyiz?
- Fraktalların matematikte ve fende rolü nedir? Sorularının ardından fraktalların özelliklerinin yer aldığı sunu gerçekleştirilir. Öğrencilere öğrenmiş oldukları fraktalların özelliklerinden yola çıkarak etkinlik kitapçıklarına kendi oluşturacakları fraktal modellerini tasarlamaları istenir. Oluşturulan model çizimlerinin ardından bu modellerini Tinkercad programı aracılığıyla model oluşturmaları istenir. Oluşturulan modellerin hem çizim ortamında hem de somut haliyle fraktallara uygunluğu üzerinde tartışma ortamı yaratılarak değerlendirilir.

Öğrencilere fraktallar ile ilgili aşağıda yer alan bilgiler sunularak fraktalların matematik ile ilişkisine değinilir.

Fraktal terimi parçalanmış ya da kırılmış anlamına gelen Latince "fractus" sözcüğünden türetilmiştir. Fraktal, belli bir oranda büyütülmüş veya küçültülmüş bir şekilden oluşmuş, sonsuza kadar devam eden örüntü ya da matematiksel kümelerdir. Fraktalların özellikleri;

- Belli bir kural çerçevesinde sonsuza kadar devam eder.
- Şeklin bir parçasından alınan görüntü ile genel görüntü aynıdır.

İlk olarak 1975'te Polonya asıllı matematikçi Benoît B. Mandelbrot tarafından ortaya atılan fraktal kavramı, yalnızca matematik değil fizikokimya, fizyoloji ve akışkanlar mekaniği gibi birçok alanda yer aldığını görmekteyiz. Çevremize baktığımızda birçok fraktal cisimlerin yer aldığını görmekteyiz. Kar tanelerinin kristal şekilleri, ağaç ve ağaçta yer alan dallanma şekilleri fraktallara örnek olarak verilebilir. Akciğerlerimizdeki bronş ve bronşçuklar da ağaçlardaki gibi benzer bir fraktal bir yapıya sahiptirler. Vücudumuzda yer alan damar ağlarının oluşturduğu yapıda her damarın daha ince damarlara ayrıldığını bu sistemin bir ağı oluşturduğunu görmekteyiz. Bu yapı da fraktallara örnek olmaktadır. Doğada geniş ve eşsiz bir fraktal dağılım bulunmaktadır. Özellikle bilgisayar ekranlarında matematiksel formüllerle üretilen bazı fraktal biçimlerde eşsiz olma durumu bir dereceye kadar mekaniktir. Fraktal şekilleri aynı zamanda bilgisayar yardımı ile matematiksel olarak da modellenenilmektedir.

Fraktalların anlatımında doğada yer alan örnek yapılara değinilerek fen ve matematiğin iç içe olan ilişkisine değinilir. Bununla ilgili görsellere yer verilerek anlatım gerçekleştirilir.

• Vücutta yer alan damar ağları,	• Yapraklarda yer alan damarlar,
• Nöronlar,	• Aloe bitkisinin yapısı,
• Ağaç ve dalları,	• Eğreli otu yaprakları,
• Karnabaharın yapısı,	• Salyangoz kabuğu,
• Karalahananın yapısı,	• Kozalak yapısı,
• Kar tanesinde yer alan kristaller	• Tavus kuşunun tüyleri

Verilen örneklerin ardından öğrencilerin Tinkercad programı ile birlikte 5. adımda fraktal yapı tasarımları istenir.

Malzemeler:

- 3D yazıcı
- Filament
- Tinkercad

Tasarlanan fraktal modellerinin ardından meydana getirilen somut modeller ile kıyaslamalar yapılarak mühendislik becerilerine dikkat çekilir. 3D yazıcı kullanılarak oluşturulan fraktal yapılar ile birlikte fen ve matematik alanlarında yer alan konuların teknolojik araç kullanılarak öğretimde yer almasına vurgu yapılır. Öğretimde teknolojik araç-gereçlerin amaca uygun, doğru şekilde kullanılmasının öğretime etkisi tartışılır.

“Hücre Modelim” Etkinliği

Süre: 4-5 Saat

Fen Entegrasyonu: Hücre, hücrenin yapısı ve organeller konularına yer verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: 3D yazıcı kullanımının önemine değinilir.

Mühendislik Entegrasyonu: Model oluşturmada tasarlama ve modelleme süreçlerine dikkat çekilir.

Matematik Entegrasyonu: Model tasarlama sürecinde ölçmenin önemine vurgu yapılır.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Hücre	Teknolojinin tarih üzerindeki etkisi	Programlama	Ölçme sistemini kullanma	Problem çözme
		Yazılım		Akıl yürütme
	Teknolojik araçların bilimsel araç ve keşiflerdeki rolü	Kodlama		Ölçme
		Tasarım		Açıklama
		Tasarım sürecini açıklama		Neden-sonuç
		Esneklik		Karşılaştırma
		Ürün değerlendirme ve geliştirme		Model oluşturma
				Uzamsal zekâ
				Yaratıcı problem çözme
				Karar verme
				Girişimcilik
				İşbirlikli takım çalışması
				İnovasyon
				Teknoloji okuryazarlığı

Uygulama

Öğrencilere hücre ile ilgili sorular yöneltilir;

- Canlıların en küçük yapı taşı nedir?
- Her yapı aynı tür hücrelerden mi meydana gelmiştir?
- Hangi hücre türleri vardır?
- Hücreleri farklılaştıran yapılar nelerdir?
- Hücreler hangi yapılardan ve organellerden meydana gelmiştir?
- “Hücre” kavramı neyi ifade etmektedir?
- Hücreler gözle görülebilir mi?

Soruları ile bitki ve hayvan hücresi arasındaki benzerlik ve farklılıklara dikkat çekilir. Ardından hücre modellerine ilişkin sunum gerçekleştirilir. Sunum içerisinde aşağıdaki bilgilere yer verilir.

Canlıyı meydana getiren en küçük yapıya hücre denir. Gözle görülmeyecek derecede küçük olan hücre ışık mikroskobu yardımıyla incelenmektedir. Canlılar tek ve birçok hücrenin bir araya gelmesiyle oluşmaktadırlar. Tek bir hücreden oluşan canlılara tek hücreli canlılar (prokaryot) denir. Örneğin; amip, öglena, paramesyum, plazmodyum. Birden fazla hücrenin bir araya gelmesiyle oluşan canlılara ise çok hücreli canlılar (ökaryot) denir. Hücre; hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek olmak üzere üç kısımdan meydana gelmektedir. Sitoplazma içerisinde ise çeşitli görevlerden sorumlu özel yapıda olan organeller bulunmaktadır. Bu organeller; endoplazmik retikulum, ribozom, mitokondri, golgi cisimciği, lizozom, plastitler ve koful. Hücre ilk defa 1665 yılında Robert Hook tarafından şişe mantarının incelenmesiyle adlandırılmıştır.

Robert Hook mikroskopta incelediği boşluklara “hücre” adını vermiştir. Robert Hook’ un yapmış hücre gözlemlemesi ile birlikte gözle görülemeyecek kadar küçük yapıların incelenmesinde mikroskop varlığına dikkat çekilir. Bu amaçla büyüteç, ışık mikroskobu ve elektron mikroskobunun gelişiminden bahsedilerek teknolojik araçlardaki gelişmelerin etkisine değinilir. Tartışma ortamının ardından hücrenin yapısı, bitki ve hayvan hücresi arasındaki farklılıklara değinmek amacıyla öğrencilere sorular yöneltilerek ortak bir görüşe varılarak bitki ve hayvan hücreleri tanıtılır.

- Hücrenin yapısı nelerden oluşmaktadır?
- Bitki ve hayvan hücreleri arasında ne tür farklılıklar bulunmaktadır? Sorularının öğrenciler tarafından yanıtlanmasıyla mikroskop yardımıyla bitki ve hayvan hücrelerinin incelenmesi gerçekleştirilir.

Malzemeler:

- Mikroskop
- Lam
- Lamel
- Bistüri
- Eldiven
- Kırmızı soğan
- Yanak içi epitel doku

Öğrenciler tarafından hazırlanan preparat mikroskop yardımıyla incelenerek öğrencilerden gözlemlemiş oldukları bitki ve hayvan hücresi modellerini bilgisayar ortamında tasarımları ve 3D yazıcı yardımıyla model oluşturmaları istenir.

Malzemeler:

- 3D yazıcı
- Filament
- Tinkercad
- Mikroskop

Meydana getirilen modellerle ilgili olarak;

- Hücre tasarımında nelere dikkat ettiniz?
- Hücre modelinde hangi yapılar yer almaktadır?
- Bu yapıların görevleri nelerdir? Soruları yöneltilir.

Hücre, hücrenin yapısı ve organeller ile ilgili bilgilerin verilmesiyle etkinlikte fen konuları içermektedir. Fen bilimlerinde yer alan soyut kavramların 3D teknoloji ile birlikte modellenerek teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonunun somutlama ve görselleştirme, bundan yola çıkarak anlamlı öğrenmeyi sağlamadaki önemine değinilir.

Fen kavramlarına yönelik model oluşturma ve somutlaştırma sürecinde ölçme, geometrik nesnelerden faydalanma konularına değinilir. Doğru ve etkili ölçme becerisine sahip olunmasının soyut fen kavramlarını tasarlama ve kullanılabilir model üretmelerindeki önem vurgulanır.

Eğitim-öğretimde yer alan soyut kavramların somutlaştırılmasında mühendislik becerileri olan tasarlama, üretme ve değiştirme gibi becerilerin önemine değinilir. Tinkercad 3D yazılım programının etkili kullanılması ve mühendislik bilgisinin üretimdeki etkilerinden bahsedilir. Fen bilimleri ve eğitim-öğretim ortamında değişen ve gelişen teknolojik araçlardan olan 3D yazıcıların etkilerine değinilerek teknoloji entegrasyonun yer alması hedeflenmektedir.

“Denge Modeli” Etkinliği

Süre: 4-5 Saat

Fen Entegrasyonu: Kuvvet, denge ve moment konularına yer verilir.

Teknoloji Entegrasyonu: 3D yazıcı kullanımının önemine değinilir.

Mühendislik Entegrasyonu: Model oluşturmada tasarlama ve modelleme süreçlerine dikkat çekilir.

Matematik Entegrasyonu

Kuvvet, denge ve moment konularında matematiksel işlemlere yer verilerek, denge ile birlikte denklem konusu ilişkilendirilir.

Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Diğer
Kuvvet	Günlük yaşamda yer alan teknolojik sistemleri açıklama	Programlama	Ölçme sistemini kullanma	Problem çözme
Hareket		Yazılım		Akıl yürütme
Denge		Kodlama		Ölçme
Moment	Teknolojik ürünlerdeki ortak sistemleri tanımlama	Tasarlama		Açıklama
		Tasarım		Neden-sonuç
		Tasarım sürecini açıklama		Karşılaştırma
		Esneklik		Model oluşturma
	Teknolojik araçların günlük yaşamdaki etkilerini açıklama	Ürün değerlendirme ve geliştirme		Uzamsal zekâ
		Tasarım ve ürün özelliklerini karşılaştırma		Yaratıcı problem çözme
				Karar verme
				Girişimcilik
	İşbirlikli takım çalışması			
	İnovasyon			
	Teknoloji okuryazarlığı			

Uygulama

Öğrencilerin konuya ilişkin dikkatlerini çekmek amacıyla sorular yöneltilir:

- Hiç tahterevalliye bindiniz mi?
- Tahterevallinin aşağı-yukarı hareket etmesi nelere bağlıdır?
- Denge bir tahterevalli nasıl sağlanabilir?

Sorularının ardından öğrencilere “Balancing Act” interaktif oyunu oynatılarak kuvvet ve denge kavramlarına dikkat çekilir. Bir terazi modelinde yer alan öğeler ve terazide denge sağlanmasında gerekli hususların neler olduğu ile ilgili tartışma ortamı oluşturulur.

- Cisimlerin dengede kalmasındaki faktörler nelerdir?
- Denge olan cisimlerin ağırlıkları ve konumları arasında ne tür bir ilişki bulunmaktadır?
- Matematiksel olarak denge durumunu nasıl ifade edersiniz?

Uzaklık-kuvvet ve moment arasındaki ilişki teorik bilgi verilmeden hissettirilmeye çalışılır. Öğrencilerin konuya yönelik edindikleri ön bilgiler doğrultusunda kuvvet ve denge kavramlarına yönelik detaylı bilgilendirme yapılır. Öğrencilere kendi terazi modellerini ve ağırlıkları Tinkercad programında tasarlamaları istenir.

Malzemeler:

- 3D yazıcı

- Filament
- Tinkercad

Oluşturulan denge terazisi modellerinde farklı ağırlıkların kullanılarak dengenin sağlanmasına yönelik problemler çözülür. Fen konusu olan kuvvet ve denge etkisine yönelik açıklama ve tartışma ortamının sağlanması ile birlikte çıkarımlarda bulunulur.

Momentlerin etkisine yönelik “Balancing Act” oyunu oynanarak cebirsel olarak farklı durumlara yönelik örnek hesaplamalar yapılır. Kuvvet ve denge konusunda matematiksel işlemlerin, hesaplamaların önemine değinilir. Denge konusu ile birlikte iki tarafın eşitliği sağlama, denklik ve denklem kurma gibi matematiksel konulara yer verilir. Aynı zamanda Tinkercad programında materyal oluşturmada matematiksel ölçüm ve becerilerin öneminden bahsedilerek etkinlik kapsamındaki matematik ilişkisine değinilir.

Eğitim-öğretimde yer alan soyut kavramların somutlaştırılmasında mühendislik becerileri olan tasarlama, üretme ve değiştirme gibi becerilerin önemine değinilir. Tinkercad 3D yazılım programının etkili kullanılması ve mühendislik bilgisinin üretimdeki etkilerinden bahsedilir. Fen bilimleri ve eğitim-öğretim ortamında değişen ve gelişen teknolojik araçlardan olan 3D yazıcıların etkilerine değinilerek teknoloji entegrasyonunun yer alması hedeflenmektedir.

EK-B: STEM Etkinliklerinde Ortaya Çıkan Beceri ve Alt Beceriler

BECERİLER	ALT BECERİLER	STEM ETKİNLİKLERİ									
		Köprümü Yapıyorum	Yei Değirmeni	Fırsatıyorum!	Uçurtma	Logomu Tazariyorum	Küp Çözen Robot	Benim Robotum	Fraktal	Hücre Modelim	Değer Modeli
Akıl Yürütme	Açıklama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
	Genelleme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
	Gerektikçendirmeye	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
	Sorgulama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
	Soyutlama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
Problem Çözme	İlana Etme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
	Problemi Tanımlama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Probleme Yönelik Çözüm Üretme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Problem Çözümlerini Değerlendirme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Farklı Çözüm Yolları Deneme-Değerlendirme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İlişkilendirme	STEM Disiplinleri	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
	Diğer Disiplinler	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓
	Gerçek Yaşam	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
	Geçmiş Deneyim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	STEM Etkinlikleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mühendislik	Tasarlama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tasarım Sürecini Açıklama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Uygun Materyal ve Malzeme Seçimi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Gerçekçi Ürün Ortaya Koyma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ürünü Test Etme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İnovasyon	Ürünü Değerlendirme ve Geliştirme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tasarım ve Ürün Karşılaştırması	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Yeni Deneyimler-Tasarım-Modelleme	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Temel Beceriler	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Akademik Beceriler	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İletişim ve İşbirliği	Sosyal Beceriler	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Yaygınlaştırma	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-
	Ticarileştirme	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-
	Farklı İletişim Kanallarını Kullanma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Farklı Amaçlarla İletişim Kurma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yaratıcılık	Bilgi ve İletişim Teknolojilerinden Faydalanma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Farklı Gruplarla Çalışabilme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Koordinasyon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Sorumluluk	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Liderlik	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-
Yaşam ve Kariyer Becerileri	Özgünlük	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hedef Belirleme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Yapıcı Eleştiride Bulunma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Farklı Görüş ve Düşünceleri Anlama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Geni Bildirimleri Süreze Döşel Etme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Beceri düzeylerini yükseltme	Esneklik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Uyum Sağlama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Beceri düzeylerini yükseltme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Motivasyon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

EK-C: Bireysel Görüşme Formu

Yönerge ve Giriş

Bu görüşmemizin amacı katılmış olduğunuz STEM eğitimi uygulamaları ve içeriğine yönelik görüş ve düşünceleriniz hakkında bilgi sahibi olmaktır. Bu amaçlarla size bazı sorular yönelteceğim. Vereceğiniz yanıtların doğru veya yanlış olduğunu ölçme amacım olmadığından görüşme boyunca kendi duygu ve düşüncelerinizi rahatlıkla ifade edebilirsiniz. Görüşme boyunca kimliğiniz ve söyledikleriniz tümüyle gizli kalacaktır. Görüşmemizin yaklaşık 50 dakika süreceğini tahmin ediyorum. İzninizle görüşmeye başlamak istiyorum.

STEM Eğitimi Öncesi Görüşme Soruları

1. Fen nedir?
2. Matematik nedir?
 - Fen ve matematik disiplinleri ilişkili midir? (Evet) Bu ilişki nasıldır?
3. Mühendislik nedir?
 - Mühendislik olarak ne tür etkinlikler veya uygulamalar yapmaktasın?
 - Fen, matematik ve mühendislik disiplinleri ilişkili midir? (Evet) Bu ilişki nasıldır?
4. Teknoloji nedir?
 - Eğitim-öğretim ortamında kullanılan teknolojik araç-gereç veya materyal örnekleri nelerdir?
5. Sence birbirleriyle ilişkili disiplinler veya alanlar var mı? (Evet)
 - Neler bunlar açıklar mısın?
 - Örnek verebilir misin?
6. Sence fen, teknoloji, mühendislik ve matematik tüm bu disiplinler birbirleriyle ilişkilidir mi? (Evet) Bu ilişki nasıldır?
 - Bu disiplinler birbirleriyle ilişkili olarak eğitimde yer alabilir mi?
 - (Evet) Bu şekilde ilişkili olarak yer almasının faydaları neler olabilir?
 - (Evet) İlişkili olarak yer almasının olumsuz yönleri neler olabilir?

STEM Eğitimi Sonrası Görüşme Soruları

1. Fen nedir?
 - Yaptığımız etkinliklerde fen ne şekilde yer almaktaydı?
2. Matematik nedir?
 - Fen ve matematik disiplinleri ilişkili midir? (Evet) Bu ilişki nasıldır?
 - Yaptığımız etkinliklerde matematik ne şekilde yer almaktaydı?
 - Yaptığımız etkinliklerde fen ve matematik ilişkili miydi? (Evet) Bu ilişki nasıldır?
 - Fen ve matematiğin ilişkilendirilmesinin senin açısından olumlu yönleri nelerdir?
 - Fen ve matematiğin ilişkilendirilmesinin senin açısından olumsuz yönleri nelerdir?

3. Mühendislik nedir?

- Fen, matematik ve mühendislik disiplinleri ilişkili midir? (Evet) Bu ilişki nasıldır?
- Yaptığımız etkinliklerde mühendislik ne şekilde yer almaktaydı?
- Mühendisliğin etkinliklerde yer almasının senin açısından etkisi nasıldı?
- Yaptığımız etkinliklerde fen, matematik ve mühendislik ilişkili miydi? (Evet) Bu ilişki nasıldı?
- Fen, matematik ve mühendisliğin ilişkilendirilmesinin senin açısından olumlu yönleri nelerdir?
- Fen, matematik ve mühendisliğin ilişkilendirilmesinin senin açısından olumsuz yönleri nelerdir?

4. Teknoloji nedir?

- Eğitim-öğretim ortamında kullanılan teknolojik araç-gereç veya materyal örnekleri nelerdir?
- Yaptığımız etkinliklerde teknoloji ne şekilde yer almaktaydı? Örnek veriniz.
- Teknolojinin etkinliklerde yer almasının senin açısından etkisi nasıldı?
- Yaptığımız etkinliklerde fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ilişkili miydi? (Evet) Bu ilişki nasıldı?
- Fen, matematik, mühendislik ve teknolojinin ilişkilendirilmesinin senin açısından olumlu yönleri nelerdir?
- Fen, matematik, mühendislik ve teknolojinin ilişkilendirilmesinin senin açısından olumsuz yönleri nelerdir?

5. Gerçekleştirmiş olduğumuz STEM eğitime karşı olumlu düşüncelerin nelerdir?

- Sence STEM eğitiminin uygulanabilirliği mümkün mü? (Evet) Ne şekilde yapılabilir?
- STEM eğitiminin sana kazandırdıkları neler?
- STEM eğitimi süresince hoşuna giden yönler nelerdir?
- Eğitim süresinde beğenmediğin veya hoşuna gitmeyen durumlar neler?
- Gerçekleştirmiş olduğumuz STEM eğitime karşı olumsuz düşüncelerin nelerdir?

EK-Ç: Grup Görüşme Formu

Yönerge ve Giriş

Gerçekleştireceğimiz etkinlikler süresince sizlerin görüş ve düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla tartışmaya yönelik sorular yönelteceğim. Yönelttiğim sorulara yönelik görüş ve düşüncelerinizi açıkça ve rahatlıkla ifade edebilirsiniz. Sorulara yönelik bir arkadaşınızın verdiği yanıtlara sizlerde katkıda bulunabilir düşüncelerinizi paylaşabilirsiniz.

“Köprümü Yapıyorum” Etkinliğindeki Sorular

1. Köprü modelinizi tasarlarken nelere dikkat ettiniz?
2. Köprü modeliniz hangi geometrik şekillerden meydana gelmektedir?
3. Geometrik şekillerin ağırlıklara karşı dayanıklı olmasına yönelik görüşleriniz nelerdir?
4. Bir yapının tasarımında mühendisliğin önemi nedir?
5. Köprü dizaynında sizce mühendislik hatası var mıdır?

“Yel Değirmeni” Etkinliğindeki Sorular

1. Çevre kirliliği nedir?
2. Çevre kirliliğine sebep olan unsurlar nelerdir?
3. Çevre kirliliğinde kullanılan enerji kaynaklarının etkisi nedir?
4. Enerji kaynaklarından oluşan kirliliğe yönelik çözüm önerileriniz nelerdir?
5. Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanım faydaları nelerdir?
6. Rüzgâr enerjisi kaynakları nelerdir?
7. Yel değirmeni yapımında hangi şekilleri denediniz? Yel değirmeninizde hangi şekli neden seçtiniz?
8. Bu etkinlikte ölçüm işlemi neden önemlidir? Açıklayınız.
9. Bir yel değirmeni inşasında nelere dikkat edilmelidir?

“Fırlatıyorum!” Etkinliğindeki Sorular

1. Bir mancınık ne tür özelliklere sahip olmalıdır?
2. Mancınık tasarlarken nelere dikkat ettiniz?
3. Günümüzde mancınık kullanımı yer almakta mı?

“Uçurtma” Etkinliğindeki Sorular

1. Uçurtmanın kullanım amacı nelerdir?
2. Sizce uçurtma ne amaçla geliştirilmiş olabilir?
3. Bir uçurtma yapımında dikkat edilmesi gereken özellikler nelerdir?
4. Uçurtmanın uçuşunu etkileyen faktörler nelerdir?

“Logomu Tasarlıyorum” Etkinlik Sorular

1. Sizce 3D yazıcı ne amaçla geliştirilmiş olabilir?
2. Kullanmakta olduğumuz yazıcılar ile ilişkili midir?
3. Hangi alanlarda 3D yazıcılar kullanılmakta? Örnekleriniz nelerdir?
4. 3D yazıcı kullanımının avantaj/dezavantajları neler olabilir?

“Küp Çözen Robot” Etkinlik Sorular

1. Teknoloji nedir?
2. Hangi araç gereçler “teknoloji” olarak nitelendirilebilir?
3. Teknolojinin hayatımızdaki önemi nedir?
4. Ne tür amaçlarla teknolojik araç- gereç veya materyaller kullanılmaktadır?
5. Günlük hayatımızda yer alan robotlar nelerdir?
6. Ne amaçla robotlar üretilebilir?

7. Robotların günlük yaşamımızda yer almasının avantajları/dezavantajları nelerdir?

“Benim Robotum” Etkinlik Sorular

1. Robot tasarımında dikkat ettiğiniz noktalar nelerdir?
2. Hangi özelliklerde robot tasarımları yapılabilir?
3. Robot modelinizde problemle karşılaştığınızda bu problemi gidermek amacıyla neler yapabilirsiniz?
4. Ürününüzü değerlendirecek olursanız istediğiniz özelliklerde mi? Modelinizi nasıl geliştirebilirsiniz?

“Fraktal” Etkinlik Sorular

1. (Çeşitli fraktal görsellerinin ardından) Resimdeki görüntülerin ifadesi nedir?
2. Bunlara benzer görüntüleri daha önce gördünüz mü? Örnek verebilir misiniz?
3. Bu yapılar nasıl oluşmaktadır?
4. Nereelerde fraktalların yer aldığını görmekteyiz?
5. Fraktalların matematik ve fende ki rolü nedir?

“Hücre Modelim” Etkinlik Sorular

1. Canlıların en küçük yapı taşı nedir?
2. Her yapı aynı tür hücrelerden mi meydana gelmiştir?
3. Hangi hücre türleri vardır?
4. Hücreleri farklılaştıran yapılar nelerdir?
5. Hücreler hangi yapılardan ve organellerden meydana gelmiştir?
6. “Hücre” kavramı neyi ifade etmektedir?
7. Hücreler gözle görülebilir mi?
8. Hücrenin yapısı nelerden oluşmaktadır?
9. Bitki ve hayvan hücreleri arasında ne tür farklılıklar bulunmaktadır?

“Denge Terazisi” Etkinlik Sorular

1. Hiç tahterevalliye bindiniz mi?
2. Tahterevallinin aşağı-yukarı hareket etmesi nelere bağlıdır?
3. Dengede bir tahterevalli nasıl sağlanabilir?
4. Cisimlerin dengede kalmasındaki faktörler nelerdir?
5. Dengede olan cisimlerin ağırlıkları ve konumları arasında ne tür bir ilişki bulunmaktadır?
6. Matematiksel olarak denge durumunu nasıl ifade edersiniz?

EK-D: Gözlem Formu

Etkinlik:
Öğrenci Adı-Soyadı:

Tarih:

Beceri	İçerik	Evet	Hayır	Açıklama
Disiplinler Arası	Karmaşık problemlere yönelik çözüm önerileri geliştirme			
	İçerikte yer alan farklı disiplinleri belirleme			
	Farklı disiplinler arasındaki ilişkiyi belirleme			
	Farklı disiplinlerde yer alan bilgiyi kullanma			
BİT	Bilgileri eleştirel ve yetkin bir şekilde değerlendirme			
	Ulaşılan bilgiyi problem çözümü için doğru ve yaratıcı bir şekilde kullanma			
	Bilgiyi araştırmak, düzenlemek, değerlendirmek ve iletmek için teknolojiyi bir araç olarak kullanma			
Mühendislik Becerileri	Uygulanabilir model tasarlama			
	Üretilen modeli değerlendirme			
	Model tasarlama ve üretme sürecinde fen ve matematik konularından faydalanma			
	Oluşturulan ürünü geliştirme			
Yaratıcılık	Özgün olma			
	Detaylandırma			
	Yenilik sağlama			
	Probleme yönelik farklı çözüm yolları geliştirme			
	Edinilen bilgiden faydalanarak ürün ortaya koyma			
	Oluşturulan ürünün değerlendirilmesi			
	Meydana getirilen ürünün düzenlenmesi			
Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme	Akıl yürütme türlerini (tümevarım, tümdengelim vb.) kullanma			
	Verileri (delil, iddia, kanıt) etkili bir şekilde analiz etme ve değerlendirme			
	İddia ve argümanlar arasında ilişki kurma ve sentezleme yapma			
	En iyi analize dayalı olarak bilgileri yorumlayın ve sonuç çıkarma			
	Öğrenme deneyim ve süreci ile ilgili eleştirel düşünme			
	Sıradan olmayan ve yenilikçi çözüm yolları ile rutin olmayan problemleri çözme			
	Önemli problem durumlarını tanımlayarak çözüm üretme ve farklı bakış açıları geliştirme			

NOTLAR:

EK-E: Gönüllü Katılım Öğrenci Formu

..../..../.....

Merhaba,

Yapacak olduğum çalışmaya gösterdiğin ilgi ve bana ayırdığın zaman için şimdiden çok teşekkür ederim. Bu formla, kısaca sana ne yaptığımı anlatmayı ve bu araştırmaya katılman durumunda neler yapacağımızı anlatmayı amaçladım.

Bu araştırma için Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan izin alınmıştır. Araştırma, "Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerle Gerçekleştirilen FeTeMM Uygulamalarının Etkililiği" ni tespit etmek adına Yrd. Doç. Dr. Z. Sonay AY danışmanlığında hazırlanacak bir doktora tezidir. Bu sebeple de, sınıfta yapılan etkinliklere katılman ve bu etkinliklerle ilgili görüşlerin çok önemlidir.

Araştırmaya gönüllü olarak katılım esastır. Katıldığın dersler kamera ile kaydedilecektir. Dersler ile ilgili seninle yapacağımız görüşme sırasında ses kaydı yapmak istiyorum. Aynı zamanda sınıf içerisinde yapılan etkinliklerde de fotoğraf çekmek ve gerekirse tezime eklemek istiyorum. Kayda alınmış olacak bu görüşme ve ders kayıtları, sadece bilimsel bir amaç için kullanılacak ve bunun dışında hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Senin isteğin doğrultusunda kayıtlar silinebilecek ya da sana teslim edilebilecektir. Adının araştırmada kullanılması gerekecekse, bunun yerine takma bir isim kullanılacaktır. İstedığın zaman görüşmeyi kesebilir ya da çalışmadan ayrılabilirsin. Bu durumda yapılan kayıtlar ve görüşme verileri kullanılmayacaktır.

Bu bilgileri okuyup bu araştırmaya gönüllü olarak katılmanı ve sana verdiğim güvenceye dayanarak bu formu imzalamanı rica ediyorum. Sormak istediğin herhangi bir durumla ilgili benimle her zaman iletişime geçebilirsin. Araştırma sonucu hakkında bilgi almak için iletişim bilgilerimden bana ulaşabilirsin. Formu okuyarak imzaladığınız için çok teşekkür ederim.

Öğrencinin

Adı, soyadı

İmza:

Öğrenci Velisi

Adı, soyadı

İmza:

EK-F: Gönüllü Katılım Veli Formu

..../..../.....

Sayın Veli,

Çalışmaya göstermiş olduğunuz ilgi ve bana ayıracağınız zaman için şimdiden çok teşekkür ederim. Bu form, size yaptığım araştırmanın amacını anlatmayı ve çocuğunuzun bir katılımcı olarak haklarını tanımlamayı amaçlamaktadır.

Bu araştırma için, Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonundan izin alınmıştır. Araştırma, “Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerle Gerçekleştirilen FeTeMM Uygulamalarının Etkililiği” ni tespit etmek adına Yrd. Doç. Dr. Z. Sonay AY danışmanlığında hazırlanacak bir doktora tezidir. Bu sebeple de, uygulanan yaklaşım kapsamındaki etkinlikler ve bu etkinliklere ilişkin öğrenci görüşleri, araştırma için büyük bir önem arz etmektedir.

Velisi olduğunuz öğrenci ile gerçekleştirilecek uygulamalar kamera kaydına alınacak, fotoğraflar çekilecek ve gerçekleştirilecek etkinlikler ile ilgili çocuğunuzla görüşülecektir. Çocuğunuzla görüşme sırasında oluşabilecek kesintileri önlemek amacıyla ses kaydı yapmak istiyorum. Kayda alınmış olan tüm veriler, sadece bilimsel bir amaç için kullanılacak ve bunun dışında hiçbir amaçla kullanılmayacak, kimseyle paylaşılmayacaktır. Çocuğunuz veya sizin isteğiniz doğrultusunda kayıtlar silinebilecek ya da isteğiniz doğrultusunda size teslim edilebilecektir. Çocuğunuzun isminin araştırmada kullanılması gerekecekse, bunun yerine takma bir isim kullanılacaktır. Çocuğunuz istediği zaman görüşmeyi kesebilir ve çalışmadan ayrılabilir. Bu durumda yapılan kayıtlar ve görüşme verileri yazıya aktarıldıktan sinilecektir.

Bu bilgileri okuyup bu araştırmaya velisi olduğunuz öğrencinin gönüllü olarak katılmasını ve araştırma dâhilinde benim size verdiğim güvenceye dayanarak bu formu imzalamanızı rica ediyorum. Çocuğunuzun çalışmaya katılması ile ilgili onay vermeden önce veya onay verdikten sonra sormak istediğiniz herhangi bir durumla ilgili benimle iletişime geçebilirsiniz. İsteddiğiniz takdirde araştırma sonucu hakkında bilgi almak için de irtibat numaramdan bana ulaşabilirsiniz. Formu okuyarak imzaladığınız için çok teşekkür ederim.

Öğrenci Velisi

Adı, soyadı

İmza:

EK-G: Etik Komisyonu Onay Bildirimi



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Rektörlük

Sayı : 35853172/ 433 - 1669

3 Nisan 2018

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 22.03.2018 tarih ve 815 sayılı yazınız.

Enstitümüz Temel Eğitim Anabilim Dalı doktora programı öğrencilerinden Arş. Gör. Ceylan ŞEN'in Dr. Öğretim Üyesi Zeynep Sonay AY danışmanlığında yürüttüğü "Üstün Zekalı ve Yetenekli Öğrencilerle Gerçekleştirilen FETEMM Uygulamalarının Etkililiği" başlıklı tez çalışması, Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun 03 Nisan 2018 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Rahime M. NOHUTCU
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

EK-H: MEB Araştırma İzni Bildirimi



T.C.
YOZGAT VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 55005497-605.02-E.10708915
Konu : Araştırma İzni

01/06/2018

VALİLİK MAKAMINA

İlgi: a) Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarihli ve 3558626-10.06.01-E.12607291 sayılı 2017/25 nolu genelgesi.
b) Bozok Üniversitesi Rektörlüğü Genel Sekreterliğinin 15/05/2018 tarihli ve 99219772-900-E.2174 sayılı yazısı.

Bozok Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Ceylan ŞEN'in "Üstün Zekalı ve Yetenekli Öğrencilerle Gerçekleştirilen FeTeMM Uygulamalarının Etkinliği" konulu doktora tez çalışması izin isteğine ilişkin ilgi (b) yazı ve işlemli belgeleri ekte sunulmuştur.

Söz konusu araştırmanın ilgi (a) genelgede belirtilen esaslar doğrultusunda, ilimiz Merkez Fatma Temel Turhan Bilim ve Sanat Merkezinde öğrenim gören öğrencilere yönelik olarak 2017-2018 eğitim öğretim yılı ikinci yarı yılı içerisinde yapılması uygun görülmekte olup; Müdürlüğümüzce herhangi bir sakınca görülmemektedir.

Makamınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Yusuf YAZICI
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek:İlgi Yazı ve Ekleri (21 sayfa)

O L U R
01/06/2018
Salih ALTUN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Karatepe Mah. Hoca Ahmetiyesi Cad.no.57 66100 YOZGAT
Faks: (0 354) 2806669
Tel: (0 354) 280 66 21 e-posta: arge66@meb.gov.tr

MEM 2.Kat No:43 AR-GE)
Ayrıntılı bilgi için: H.UÇAR Şef.
Elektronik Ağ: www.yozgat.meb.gov.tr

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 1f49-6b41-3284-9884-72d5 kodu ile teyit edilebilir.

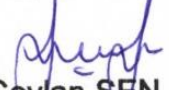
EK-I: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

12/12/2018


Ceylan ŞEN

EK-İ: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

12/12/2018

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
12/12/2018	341	614064	02/11/2018	%3	1055720654

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları' nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Ceylan ŞEN

Öğrenci No.: N12240000

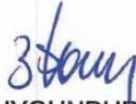
Ana Bilim Dalı: İlköğretim

Programı: İlköğretim

Statüsü: ☐ Y.Lisans ☒ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

İmza

DANIŞMAN ONAYI



UYGUNDUR.

Dr. Öğr. Üyesi Z. Sonay AY

EK-J: Dissertation Originality Report

12/12/2018

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Primary Education

Thesis Title : Skills Used by Gifted and Talented Students in Integrated STEM Activities Based on Engineering Desing

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
12/12/2018	341	614064	02/11/2018	%3	1055720654

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Ceylan ŞEN
Student No.: N12240000
Department: Primary
Program: Primary
Status: ☐ Masters ☒ Ph.D. ☐ Integrated Ph.D.

Signature

ADVISOR APPROVAL


APPROVED
Dr. Öğr. Üyesi Z. Sonay AY

EK-K: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

12/12/2018

(imza)
Ceylan ŞEN

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3 şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

