



**3D YAZICI VE ROBOTİK KODLAMA
UYGULAMALARININ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ 21. YÜZYIL ÖĞRENEN
BECERİLERİ, STEM FARKINDALIK VE STEM
ÖĞRETMEN ÖZ YETERLİĞİNE ETKİSİ**

Hasan GÜLERYÜZ

Doktora Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2020

(Her hakkı saklıdır.)

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

**3D YAZICI VE ROBOTİK KODLAMA UYGULAMALARININ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ 21. YÜZYIL ÖĞRENEN BECERİLERİ, STEM FARKINDALIK VE
STEM ÖĞRETMEN ÖZ YETERLİĞİNE ETKİSİ**

(The Effects of 3D Printer and Robotic Coding Applications on 21st Century Learning Skills, Stem Awareness and Stem Teacher Self-Efficiency of Preservice Teachers)

DOKTORA TEZİ

Hasan GÜLERYÜZ

Danışman: Prof. Dr. Refik DİLBER

Erzurum

Eylül, 2020

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Hasan GÜLERYÜZ tarafından hazırlanan “3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının 21. yüzyıl öğrenen becerileri, STEM farkındalık ve STEM öğretmen öz yeterliğine etkisi” başlıklı çalışması 24/09/ 2020 tarihinde yapılan tez sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Fen ve Matematik Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN

Muş Alparslan Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Danışman: Prof. Dr. Refik DİLBER

Atatürk Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Selçuk KARAMAN

Atatürk Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Yasemin TAŞ

Atatürk Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Ramazan ATICI

Muş Alparslan Üniversitesi Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim yönetmenliği’ nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

...../...../ 2020

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora tezi olarak sunduğum “3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının 21. yüzyıl öğrenen becerileri, STEM farkındalık ve STEM öğretmen öz yeterliğine etkisi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyarak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

24/09/ 2020

Aslı ıslak imzalıdır

Hasan GÜLERYÜZ

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesisebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih vesayılı kararı ile tezeerişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih vesayılı kararı ile tezeerişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yaptığım çalışmanın baőından sonuna kadar bilgisiyle, tecrübeleriyle, önerileriyle destekleyen ve tezimle ilgili yaptığım araştırma sorularımı cevaplayan, eksiklerimi tamamlamama yardımcı olan danışmanım Prof. Dr. Refik DİLBER hocama, Ko danışman gibi bana yardımcı olan değerli Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN hocama, araştırmanın gerçekleştirilmesi sürecinde uzman görüşleri ile katkı sunan değerli Prof Dr. Selçuk KARAMAN ve Doç Dr. Yasemin TAŞ hocama, tezimin abstract bölümünde yardımcı olan değerli Dr. Öğretim Üyesi Mahmut AKAR hocama, çalıőtığım konu ile ilgili tecrübelerini paylaşan Doç. Dr. Ramazan ATICI ve Dr. Öğretim Üyesi Ahmet BATTAL hocama, kodlama ve 3D yazıcı gibi başta olmak üzere birçok konuda yardımcı olan abim Cihat GÜLERYÜZ' e ve kardeşim Hüseyin GÜLERYÜZ' e ve aileme çok teşekkür ediyorum.

Hasan GÜLERYÜZ

ÖZ

DOKTORA TEZİ

3D YAZICI VE ROBOTİK KODLAMA UYGULAMALARININ ÖĞRETMEN ADAYLARININ 21. YÜZYIL ÖĞRENEN BECERİLERİ, STEM FARKINDALIK VE STEM ÖĞRETMEN ÖZ YETERLİĞİNE ETKİSİ

Hasan GÜLERYÜZ

Eylül 2020, 179 Sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Bilgisi öğretmenliği, 3.sınıf öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında uygulanan 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerileri kullanım düzeyleri, STEM farkındalık düzeyleri ve STEM uygulamaları öğretmen öz yeterlilik düzeyleri üzerinde bir etkisi olup olmadığını araştırmaktır.

Yöntem: Bu çalışmada nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma desen kullanılmıştır. Çalışma grubunu 22 kız, 15 erkek toplamda 37 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak nicel veriler için 21. yüzyıl öğrenen becerileri, STEM farkındalık ve STEM uygulamaları öğretmen öz yeterlilik ölçeği kullanılmıştır. Nitel veriler için 21. yüzyıl öğrenen becerileri, STEM eğitimi, 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarıyla ilgili öğrenci görüşme formu soruları kullanılmıştır. Uygulamalarda 3D Builder, dilimleme için zaxe (Desktop) PLA, Arduino İDE, devre şeması için Fritzing programları öğretilmiştir. 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları neticesinde görme engelliler için engel algılayıcı sensör yapımı başarıyla gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Nicel çalışmalarda, 21. yüzyıl öğrenen becerilerini kullanım düzeyleri, STEM farkındalık düzeyleri ve STEM uygulamaları öğretmen öz yeterlilik düzeylerini belirlemek için yapılan uygulama öncesi ve uygulama sonrası sonuçlarında olumlu yönünde anlamlı bir fark çıktığı görülmektedir. Nitel çalışmalarda öğretmen adaylarına yöneltilen 21. yüzyıl öğrenen becerileri, STEM eğitimi, 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları ile ilgili öğrenci görüşme formu sorularından olumlu dönütler alınarak tablolar halinde sunulmuştur.

Sonuç: STEM eğitimi kapsamında yapılan, 21 yüzyıl öğrenen becerileri, 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları öğretmen adayları üzerinde olumlu ve anlamlı bir etki bırakmıştır. Öğretmen adayları, STEM eğitimi kapsamında yapılan 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının fen bilimleri konularına olan ilgi ve tutumu artırdığı, fen bilimleri konuların entegrasyonunda sıkıntı yaşanmayacağı ve bu uygulamaların öğretici, eğlenceli, faydalı olduğunu bildirmişlerdir.

Anahtar Kelime: STEM Eğitimi, 21. yüzyıl öğrenen Becerileri, 3D yazıcı uygulamaları, robotik kodlama uygulamaları, fen bilimleri

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

THE EFFECTS OF 3D PRINTER AND ROBOTIC CODING APPLICATIONS ON 21st CENTURY LEARNING SKILLS, STEM AWARENESS AND STEM TEACHER SELF-EFFICIENCY OF PRESERVICE TEACHERS

Hasan GÜLERYÜZ

September 2020, 179 Pages

Purpose: The aim of this study is to investigate whether it has an effect on the level of use of 21st century learner skills, STEM awareness and STEM applications of 3D printer and robotic coding applications applied to 3rd grade pre-service teacher within the scope of STEM education at Muş Alparslan University.

Method: In this study a mixed design, in which quantitative and qualitative methods are used together, was used. The study group consists of 22 girls and 15 boys, a total of 37 teacher candidates. 21st century learner skills, STEM awareness and STEM applications teacher self-efficacy scale were used as data collection tools for quantitative data. For qualitative data, student interview form questions about 21st century learner skills, STEM education, 3D printer and robotic coding applications were used. In applications 3D Builder, zaxe (Desktop) PLA for slicing, Arduino IDE, Fritzing programs for circuit diagram were taught. As a result of 3D printer and robotic coding applications, obstacle detection sensors for the visually impaired have been successfully made.

Findings: In quantitative studies, it is seen that there is a positive significant difference in the pre-test and post-test results performed to determine the levels of 21st century learner skills use, STEM awareness levels and STEM applications teacher self-efficacy levels. In qualitative studies, positive feedback was obtained from the student interview form questions about 21st century learner skills, STEM education, 3D printer and robotic coding applications directed to prospective teachers and presented in tables.

Results: 21st century learner skills, 3D printer and robotic coding applications made within the scope of STEM education had a positive and significant effect on prospective teachers. The preservice teachers stated that the applications made within the scope of STEM education increased the interest and attitude towards science and that the applications were instructive, fun and useful.

Keyword: STEM education, 21st century learner skills, 3D printer applications, robotic coding applications, Science

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xiv
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı.....	3
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi.....	4
Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
Araştırmanın Varsayımları	6
İKİNCİ BÖLÜM	7
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	7
21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri	7
21. yüzyıl öğrenen becerilerin alt boyutları.	7
OECD'E göre 21 yüzyıl öğrenen becerileri.	9
AASL standartlarına göre 21. yüzyıl becerileri.	9
21. yüzyıl becerileri (Trilling ve Fadel, 2009).	10
21. yüzyilin yedi becerisi (Wagner, 2008).	11
STEM Eğitimi.....	14
STEM nedir.....	14
STEM eğitiminin müfredattaki yeri.	14
STEM'e neden ihtiyacımız var?.....	15
STEM eğitiminin amaçları.	17
STEM eğitiminin önemi.....	18
STEM eğitiminin öğrenciye katkıları.....	19
STEM eğitiminde fen bilimleri konuları.....	19
STEM ve fen bilimleri.....	20

5 E modeli ve STEM eğitimi entegrasyonu	22
Dünyada STEM.....	24
Türkiye’de STEM.	24
Türkiye’de STEM eğitime yönelik çeşitli uygulamaların özellikle son zamanlarda artışı görülmektedir.	24
3D Yazıcılar.....	25
Üç boyutlu yazıcıların kullanım alanları.....	26
Üç boyutlu yazıcının çalışma prensibi.	26
Eğitimde 3D yazıcı teknolojisi kullanımı.....	27
Eğitime 3 boyutlu yazıcıların entegre edilmesinin faydaları.	27
3D Builder programı	28
Özellikler.....	28
Zaxe PLA (Desktop) dilimleme programı	29
Robotik Kodlama.....	30
Robotik ve robotik kodlama nedir.....	31
Robotik kodlama eğitimi ve geleceği.....	31
Dünyada ve Türkiye de robotik eğitim.	34
Kodlama eğitimi öğretmen adaylarına ne kazandırır.	34
Kazanımları.	34
Robotik kodlamada amaç nedir.....	35
STEM uygulamaları ve robotik kodlama.	35
STEM destekli robotik uygulamalar.	36
Arduino programı.....	36
Arduino IDE’ nin kurulumu ve bilgisayara tanıtımı.	36
Arduino IDEara yüz.	37
Temel arduino fonksiyonları.	39
Fritzing programı.....	41
Fritzing programın alt başlıkları.....	41
STEM Eğitimi İlgili Yapılan Çalışmalar	43
Yurt içinde yapılan çalışmalar.....	43
Yurt dışında yapılan çalışmalar.....	46
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	51
Yöntem	51
Araştırma Yöntemi	51
Evren ve Örneklem/Çalışma Grubu/Katılımcılar	52

Veri Toplama Teknikleri/Araçları	52
Nicel veri toplama araçları.	52
Nitel veri toplama araçları.....	54
Süreç/Uygulama.....	55
STEM Eğitimi kapsamında yapılan pilot uygulama.	56
İş-Zaman Tablosu	69
3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları.	71
3D yazıcı uygulamaları	71
Robotik kodlama uygulaması.....	83
Veri Analizi.....	94
Araştırmacı Rolü.....	94
Geçerlik ve Güvenirlik.....	95
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	96
Bulgular	96
Nicel Verilerin analizine ait Bulgular	96
Nitel Verilere Ait Bulgular	109
3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerileri ile ilgili soruların analizi.	109
STEM eğitimi ile ilgili soruların analizi.	112
3D Yazıcı uygulamaları ile ilgili soruların analizi.	118
Robotik kodlama uygulamaları ile ilgili soruların analizi.....	121
BEŞİNCİ BÖLÜM	126
Tartışma ve Sonuç	126
3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM Uygulamalarında Öğretmen Adayların 21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri Düzeylerine İlişkin Tartışma ve Sonuç	126
Öğretmen Adayların STEM Farkındalık Düzeylerine İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	128
Öğretmen Adayların STEM Uygulamaları Öğretmen Özyeterlik Düzeylerine İlişkin Tartışma ve Sonuç	130
Öğretmen Adayların 3D Yazıcı Uygulamalarına İlişkin Tartışma ve Sonuç	132
Öğretmen Adayların Robotik Kodlama Uygulamalarına İlişkin Tartışma ve Sonuç	134
Öneriler.....	137
STEM Uygulamalarında Öğretmen Adayların 21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri İle İlgili Öneriler	137
STEM Eğitimi İle İlgili Öneriler	137
3DYazıcı Kullanımı İle İlgili Öneriler.....	138

Robotik Kodlama İle İlgili Öneriler.....	139
KAYNAKÇA	140
EKLER	147
EK-1. 21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanım Düzeyi Ölçeği	147
EK-2. STEM Farkındalık Ölçeği	148
EK-3. STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği.....	150
EK-4. Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu Soruları.....	151
EK-5. Pilot Uygulama Çöp Adam Yapımı Günlük Ders Planı	152
EK-6. 3D Yazıcı Uygulamalarından Anahtarlık Yapımı Günlük Ders Planı.....	153
EK-7. 3D Yazıcı Uygulamalarından Kamyonet Yapımı Günlük Ders Planı	154
EK-8. 3D Yazıcı Uygulamalarından Tank Yapımı Günlük Ders Planı.....	155
EK-9. 3D Yazıcı Uygulamalarından Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Kabı Yapımı Günlük Ders Planı	156
EK-10. Robotik Kodlama Uygulamalarından Led Yakma İşlemi Günlük Ders Planı	157
EK-11. Robotik Kodlama Uygulamalarından Sensör Yapımı Günlük Ders Planı.....	158
EK-12. Robotik Kodlama Uygulamalarından Park Sensörü Yapımı Günlük Ders Planı...	159
EK-13. Robotik Kodlama Uygulamalarından Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Yapımı Günlük Ders Planı.....	160
EK-14. Rektörlük İzin Belgesi.....	161
EK-15. Dekanlık İzin Belgesi	162
ÖZ GEÇMİŞ.....	163

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. <i>Tez Çalışmasının 2. Dönem Haftalık İş-Zaman Tablosu</i>	69
Tablo 2. <i>21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanım Düzeyleri Fark Puanları</i>	96
Tablo 3. <i>21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanım Düzeyleri Bağımlı Örneklem T Testi</i>	97
Tablo 4. <i>21. yy. Öğrenen Becerilerini Kullanım Düzeyleri Bağımlı Örneklem Testi</i>	97
Tablo 5. <i>21. yy. Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarının Uygulama Öncesi Kullanım Düzeyler Puanları</i>	98
Tablo 6. <i>21. yy. Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarının Uygulama Sonrası Kullanım Düzeyler Puanları</i>	99
Tablo 7. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutların Fark Puanları</i>	100
Tablo 8. <i>21. yy. Öğrenen Becerileri Alt Boyutların Normalik Test Sonuçları</i>	100
Tablo 9. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Otonom Becerilerinin Bağımlı Örneklem T Testi</i>	101
Tablo 10. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Otonom Becerilerinin Bağımlı Örneklem T Testi</i>	101
Tablo 11. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından İşbirliği Becerilerinin Bağımlı Örneklem T Testi</i>	102
Tablo 12. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından İşbirliği Becerilerinin Bağımlı Örneklem T Testi</i>	102
Tablo 13. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Bilişsel Becerileri Wilcoxon Testi</i> ..	103
Tablo 14. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Bilişsel Becerileri Wilcoxon Testi Ranks Tablosu</i>	104
Tablo 15. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Bilişsel Becerileri Wilcoxon Testi</i> ..	104
Tablo 16. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Yenilikçilik Becerileri Wilcoxon Testi</i>	104
Tablo 17. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Yenilikçilik Becerileri Wilcoxon Testi Ranks Tablosu</i>	105
Tablo 18. <i>21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Yenilikçilik Becerileri Wilcoxon Testi</i>	105
Tablo 19. <i>STEM Farkındalık Düzeyleri İstatistikî Değerleri</i>	106
Tablo 20. <i>STEM Farkındalık Düzeyleri Bağımlı Örneklem İçin T Testi</i>	107
Tablo 21. <i>STEM Farkındalık Düzeyleri Bağımlı Öreklemler Testi</i>	107
Tablo 22. <i>STEM Uygulamaları Öğretmen Adayların Öz Yeterlilik Düzeyleri Fark Paunları</i>	107

Tablo 23.STEM Uygulamaları Öğretmen Adayların Öz Yeterlilik Düzeylerinin Bağımlı Örneklemeler T Testi	108
Tablo 24. STEM Uygulamaları Öğretmen Adayların Öz Yeterlilik Düzeylerinin Bağımlı Örneklemeler Testi	108
Tablo 25. 21. Yüzyıl Öğreneni Olarak Etkili Öğrenmeyi Sağlayabilecek Bir Öğretmenin Sahip Olması Gereken Beceriler Sizce Nelerdir?	109
Tablo 26.21. Yüzyıl Öğreneni Olarak Öğrenme Süreçlerinizi Yapılandırırken Dikkat Ettiğiniz Noktalar Nelerdir?	110
Tablo 27. 21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri Denilince Ne Anlıyorsunuz?	111
Tablo 28. Yapılan Etkinlik ve Uygulamalardan Sonra STEM Eğitime Karşı Farkındalığınız Ne Düzeyde Gelişti?	112
Tablo 29.Öğretmen Adayları Açısından Fen Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanmanın Avantajları Nelerdir?	113
Tablo 30. Öğretmen Adayları Olarak STEM Temelli Uygulamalarının Fen bilimlerini Öğrenmedeki Katkıları Nelerdir?.....	114
Tablo 31. Yapılan Etkinlik ve Uygulamalardan Sonra STEM Eğitime Karşı STEM Özyeterlilik Seviyeniz Ne Düzeyde Gelişti?.....	115
Tablo 32. Öğretmen Adayları Açısından Fen Bilimleri Dersinde STEM Temelli Etkinlikleri Uygulama Esnasında Yaşanmış Olduğunuz Sıkıntılar Nelerdir?	116
Tablo 33. Öğretmen Adayları Olarak Fen Bilimleri Dersinde STEM Temelli Uygulamaları Yapacak Öğretmenlere Önerileriniz Nelerdir?	117
Tablo 34. Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcı Kullanımının Sizce Öğretime Katkısı Nelerdir?	118
Tablo 35. Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcıyla Yapılan Uygulamalarda Öğrenme Hayatınızda Nasıl Bir Değişim Yaşadınız?	119
Tablo 37. 3D Yazıcı Eğitimin Ders olarak Verilmesindeki Aksayan Yönleri Nelerdir?	120
Tablo 38. Robotik Kodlama Etkinlikleriyle Öğrenme Algularınızda Nasıl Bir Değişikliğe Neden Oldu?	121
Tablo 39. Robotik Kodlama Etkinlikleri Kapsamında Yapılan Uygulamalarda Öğrenme Hayatınızda Nasıl Bir Değişim Yaşadınız?	122
Tablo 40. Fen Bilimleri Dersinde Robotik Kodlama Eğitiminin Verilmesinin Avantajları Nelerdir?.....	123
Tablo 41. Robotik Kodlama Eğitimin Ders Olarak Verilmesinde Aksayan Yönleri Neler Olabilir?	124

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.21. yy. öğrenen becerileriçalışma kaynağı tablosu.....	12
Şekil 2. 21.yüzyıl becerileri ve STEM arasındaki ilişki.	13
Şekil 3.3D Builder programı.....	29
Şekil 4.Zaxe (Desktop) PLA dilimleme programı.....	30
Şekil 5.Arduino İde programının tanıtımı.....	37
Şekil 6.Arduino arayüz programı.....	38
Şekil 7. Breadboardın yapısı.....	39
Şekil 8.Fritzing programı.....	42
Şekil 9. Çöp adam çizimi.....	57
Şekil 10.3D Builder programında çöp adam çizimi.....	58
Şekil 11.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-1.....	59
Şekil 13.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-2.....	59
Şekil 16.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-3.....	60
Şekil 17.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-4.....	60
Şekil 18.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-5.....	61
Şekil 19.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-6.....	61
Şekil 20.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-7.....	62
Şekil 21.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-8.....	62
Şekil 22.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-9.....	63
Şekil 23.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-10.....	63
Şekil 24.Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -1.....	64
Şekil 25.Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -2.....	64
Şekil 26. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -3.....	65
Şekil 27.Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -4.....	65
Şekil 28. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -5.....	66
Şekil 29.Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -6.....	66
Şekil 30.Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -7.....	67
Şekil 31.Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -8.....	67
Şekil 32.Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -9.....	68
Şekil 33.Anahtarlık çizimi.....	71
Şekil 34.Çizim için 3D Builder program uygulaması.....	72
Şekil 35.3D Builder programından STL.....	72
Şekil 36.Dilimle için Zaxe PLA uygulaması.....	73

Şekil 37. Anahtarlık 3D baskısı.	73
Şekil 38. Kamyonet çizimi.	74
Şekil 39. Çizim için 3D Builder program uygulaması.	75
Şekil 40. 3D Builder programından STL.	75
Şekil 41. Dilimle için Zaxe PLA uygulaması.	76
Şekil 42. Kamyonet 3D baskısı.	76
Şekil 43. Tank çizimi.	77
Şekil 44. Çizim için 3D Builder program uygulaması.	78
Şekil 45. 3D Builder programından STL.	78
Şekil 46. Dilimle için Zaxe PLA uygulaması.	79
Şekil 47. Tank 3D baskısı.	79
Şekil 48. Görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabı çizimi.	80
Şekil 49. Çizim için 3D Builder uygulaması.	81
Şekil 50. Engel algılayıcı sensör çizimi için 3D Builder program uygulaması.	81
Şekil 51. Dilimle için Zaxe PLA uygulaması.	82
Şekil 52. Engel algılayıcı sensör 3D baskısı.	82
Şekil 53. Led yakma uygulamasının devre şeması.	84
Şekil 54. Sensör uygulamasının devre şeması.	86
Şekil 55. Park sensör yapımı devre şeması.	88
Şekil 56. Görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabı çizimi.	89
Şekil 57. Çizim için 3D Builder uygulaması.	90
Şekil 58. Engel algılayıcı sensör çizimi için 3D Builder program uygulaması.	90
Şekil 59. Engel algılayıcı sensör dilimle için Zaxe PLA uygulaması.	91
Şekil 60. Engel algılayıcı sensör 3D baskısı.	91
Şekil 61. Görmeengelliler için engel algılayıcı sensör.	92
Şekil 62. Görme engelliler için engel algılayıcı sensörün devre şeması.	93
Şekil 63. 21. yy öğrenen becerileri histogram grafiği.	97
Şekil 64. 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan otonom becerileri higtogram grafiği.	101
Şekil 65. 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan işbirliği becerileri higtogram grafiği.	102
Şekil 66. 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan bilişsel becerileri higtogram grafiği.	103
Şekil 67. 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan yenilikçilik becerileri histogram grafiği.	105
Şekil 68. STEM farkındalık histogram grafiği.	106
Şekil 69. STEM uygulamaları öğretmen adayları öz yeterlilik histogram grafiği.	108

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

- STEM** : Fen Bilimleri (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering), Matematik (Mathematics)
- NCES** : National Center for Education Statistics
- TÜSİAD** : Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
- MEB** : Milli Eğitim Bakanlığı
- TÜBİTAK** : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
- OECD** : Organisation for Economic Co operation and Development
- AASL** : American Association of School Librarians
- YY** : Yüzyıl
- PISA** : Programme for International Student Assesment
- TIMSS** : Trends in International Mathematics and Science Study
- PLA** : Polilaktik Asit Flament
- EBA** : Eğitim Bilişim Ağı
- STL** : Stereolithography, 3Dolarak Tasarlanmış Modelin Uzantısı
- YEĞİTEK** : Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü
- ÖA** : Öğretmen Adayı

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Günümüzde pek çok ülkenin eğitim sisteminde öğrencilerin; bilime, teknolojik gelişmelere meraklı, ekonomik ve sosyalgelişmelere katkı sağlayan ve 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler olarak yetiştirilmesi hedeflenmektedir (Güleryüz vd ., 2019). Teknolojideki gelişmeler ve çağın gereklilikleriyle birlikte araştıran, düşünen, sorgulayan ve buluş yapabilen öğretmen ve öğrencilere olan ihtiyacın arttığı görülmektedir. Bundan dolayı öğrencilerin Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik disiplinlerinde, öğrendikleri teorik bilgilerin uygulamaya, yenilikçi buluşlara ve ürüne dönüştürülmesini amaçlayan STEM eğitimi, dünyada birçok ülkenin öğretim programlarında yer almaktadır. Bir eğitim ve öğretim programını hazırlarken hedef kitlenin karakteristik özelliklerini ve ihtiyaçların neler olduğunu tanımlamak önemlidir (Callison& Lamb, 2004). Eğitim sistemimizde de 21. yüzyıl öğrenenleri önemli bir yer tutmaktadır. Bundan dolayı 21. yüzyıl öğrenenlerini tanıma ve onların becerilerini tanımlamak öğretim süreçlerinin etkililiğini sağlamada faydalı olacaktır. Bir öğretmenin, öğrenme süreçlerine etkili bir şekilde rehberlik edebilmesi için öğreneni iyi tanıması gerekir (Göksun & Kurt, 2017). Öğrencilerin özellikleri doğrultusunda öğretim planlarını yapmalıdır. Bu durum birer 21. yüzyıl öğreneni olan dijital yerlilerle sağlıklı iletişim kurabilecek, onları tanıyan, onların özelliklerini bilen ve onlara öğretme-öğrenme aşamalarında rehberlik edebilecek iyi bir 21.yüzyıl öğrenenine olan ihtiyacı doğurmaktadır. Günümüz koşullarında ülkemizde eğitim fakülteleri birer 21. yüzyıl öğreneni olan öğretmen adaylarını 21. yüzyıl öğreten becerileriyle donatmakla sorumludur (Melvin, 2011).

21. yüzyıl becerileri ise STEM eğitim yaklaşımının temel kazanımlarındandır. STEM'in kapsadığı alanlara ait bilgi ve becerilerin, mühendislik becerilerin, tasarımı odaklı düşünmenin bir öğretim üzerinde bütünleştirilmesine yoğunlaşan, sistematik düşünebilme, öğrencilere disiplinler arası işbirliği, etik değerlere sahip olma, iletişime açık olma, üretme, yaratıcılık, araştırma ve problemleri en uygun biçimde çözebilme becerileri kazandırmayı amaçlayan yeni bir eğitim yaklaşım çeşididir (Bybee, 2010). Meydana gelen teknolojik ve bilimsel gelişmeler ülkeler arasında var olan liderlik yarışını daha da hızlandırmış ve bunun neticesinde bu amaca uygun nitelikli insan yetiştirmek için eğitim sistemlerinde reform yapma yoluna gitmişlerdir. Ülkemizde, bu kapsamda STEM eğitimi de son yıllarda eğitimde kaliteyi artırmak için vurgu

yapılan yöntemlerden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Bu sayede, insanların bilgiye; fen, teknoloji, matematik ve mühendisliği kullanarak ulaşması ve bu kavramları günlük yaşam ile ilişkilendirmesi amaçlanmaktadır. Bu sebeple ülkemizde verilen STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi, Fen bilimleri eğitim ve öğretim programına entegre edilmiştir (Akgündüz *vd.*, 2015). Dünya çapında bilimi temsil eden bu başlık ülkemizde fen eğitimi olarak isimlendirilmekte ve okullardaki basit fen deneylerindenileri gidememektedir. STEM eğitiminin ortaya çıkmasıyla beraber bilim ve teknolojide kalkınmaya dayalı bilim insanları yetiştirilmeyi hedeflemişlerdir. Belirtilen hedefler doğrultusunda ise ülkelere göre çeşitli görüşler olsa dahi ortak hedefleri ülkelerinin geleceği için çalışmalarını sürdürmeleridir. Erken yaşta çocukların üretim odaklı becerileri kazanmalarını sağlamak ve eğitim sistemlerine dahil etmek istenmektedir. Amaçlanan; Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik alanlarını iç içe kullanarak yeni bir ürün ortaya koyarak ülkelerinin ekonomisine yarar sağlamaktır. Bu bağlamda düşünüldüğünde STEM eğitimi ülke geleceğinde aktif rol üstlenmektedir (Buyruk & Korkmaz, 2016). STEM'i iki temel amaç üzerinde açıklayabiliriz. Birinci amaç, üniversite düzeyinde bu disiplinlerde meslek seçecek öğrenci sayısını arttırmak, ikinci amaç, öğrencilerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerindeki temel bilgi düzeylerini arttırarak bu disiplinleriyle ilgili problemleri çözmek için günlük yaşamlarında yaratıcı çözümler uygulamalarını sağlamaktır. STEM eğitimi; meslek seçiminde yardımcı olmak ve disiplinler arası bir öğrenim yaklaşımı olarak açıklanabilir. Eğitimdeki en önemli kazanımı ise teorideki veriler doğrultusunda ve 21. yüzyıl becerilerine yatkın yeni ürün ortaya koymaktır (Akgündüz *vd.*, 2015).

STEM uygulamaları kapsamında 3D yazıcılar, belirlenen bir cisim istenildiği özelliklerde, istenilen yerde üretilebilmektedir. Bu durum, gerek profesyonel, gerekse bireysel üretim faaliyetlerinde önemli dönüşümlere yol açmaktadır. 3D yazıcıların, tasarım ve üretim ile alakalı olan alanlarda olduğu kadar cisimlerin bir rol sahibi olduğu diğer bütün alanlarda da önemli değişiklikler meydana getirme potansiyeli vardır (Güleryüz *vd.*, 2019).

Robotik kodlamanın, 21. yüzyıl becerileri ile donatılmış, karşılaştığı problemi çözebilen, teknolojiyi etkili kullanabilen, ürün geliştirme yeteneklerine sahip bireylerin eğitiminde önemli bir yeri vardır. STEM Eğitimi kapsamında Robot programlamanın öğretilmesi 21. yy. önemli vazgeçilmez konularından biri olmuştur. Günümüzde robot teknolojisinin gelişimi için yatırımlar, ayrılan maddi kaynaklar ve araştırmalar arttırılmış, insanlar için yeni iş olanakları ortaya çıkmış olup, hayal gücünün ne kadar önemli olduğu vurgulanmıştır. Eğitim sisteminde, ezberci anlayış, eleştirmeyen, sorgulamayan, nesiller yerine

21.yy becerileriyle donatılmış yeni bireylerin yetiştirilmesi için erken yaştan itibaren robotik kodlama eğitimiyle bu becerileri kazandırmayı hedeflemektedir. Öğretmen adayları bu işin tam olarak merkezinde yer almaktadır. Robotik kodlama, sadece bilgisayar bilimleriyle sınırlı olmamakla beraber, disiplinler arası etkileşim (STEM) yönüyle de önem arz etmektedir. Robotik kodlama eğitimine yönelik içeriğin bir eğitim öğretim yılı içerisinde uygulamaya yönelik olarak nasıl olabileceği hakkındaki görüşleri belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının 21. yy becerilerine sahip olması ve dijital çağa ayak uydurmasının gerekliliği dile getirilmiştir (Güleryüz *vd.*, 2020).

Robotik kodlama ile fen bilimleri konuları arasındaki ilişkiye bakıldığında; Fen bilimlerinin birçok konusu soyut kavramlar olarak yer almaktadır. Geçmişte İlkokulda sayı saymayı öğrenirken fasulye ve ceviz gibi somut cisimler ile yapılırdı. Kullanılan bu yöntem, soyut nesnelere öğrenmek için o dönemin en kolay ve anlaşılır araçlarındandı. Hızlı bir şekilde dijitalleşmeye doğru giden dünya artık soyut nesnelere somutlaştırmaya veya en azından görsel hale getirmeye yarayan yeni araçlar yer almaktadır. Öğrenmeyi kolaylaştıracak araçlardan en önemlisi bilgisayar ve sonra internet olmuştur. Günümüzde ise daha özel bir alan olan kodlama ön planda yer almaktadır (Cameron, 2005; Güleryüz *vd.*, 2020).

Araştırmanın Amacı

Son yıllarda 21. yüzyıl öğrenen becerileri ve 21. yüzyıl öğrenen özellikleri gibi kavramlar alanyazında çokça söz edilen kavramlar arasında yer almaktadır. Öğrenme ve dolayısıyla bu çerçevede öğretmenin rolünün ne olacağı ve ne tür yeterliliklerle donatılması gerektiği araştırılması gerekli konular arasında yer almaktadır. Bu kapsamda bu araştırmanın amacı, 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yy. öğrenen becerileri kullanım düzeylerini, 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM farkındalık düzeylerini, 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların özyeterlilik düzeylerini, 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanımı ile ilgili öğretmen adayların farkındalık düzeyleri üzerinde etkisini araştırmaktır.

Bu kapsamda bu araştırmanın alt amaçları aşağıda belirlenmiştir.

1- 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerilerini kullanım düzeyleri üzerinde bir etkisi var mıdır?

a)3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama öncesi kullanım düzeyleri nedir?

b) 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama sonrası kullanım düzeyleri nedir?

c) 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama öncesi ve uygulama sonrası kullanım düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2-3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların STEM farkındalık düzeyleri üzerinde bir etkisi var mıdır?

3-3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayları öz yeterlilik düzeyleri üzerine bir etkisi var mıdır?

4- 3D yazıcı ile yapılan STEM uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanımı ile ilgili öğretmen adayların farkındalık düzeylerine bir etkisi var mıdır?

5- Robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanımı ile ilgili öğretmen adayların farkındalık düzeylerine bir etkisi var mıdır?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Bu araştırma, öğretmen adaylarına 21. yüzyıl becerileri çerçevesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ait bilgi ve becerilerin mühendislik tasarımı odaklı bir öğretim üzerinde bütünleştirilmesine odaklanarak, öğrencilere disiplinler arası işbirliği, sistematik, yaratıcılık, araştırma, üretme ve problemleri en uygun şekilde çözebilme becerileri kazandırmayı hedeflemektedir. Çalışma, öğretmen adaylarının 21. yüzyıl öğrenen becerileri kullanım düzeylerine, STEM uygulamaları öğretmen adayları öz yeterlilik düzeylerine, 3D yazıcıyı kullanma becerilerine, robotik kodlama yazabilmelerine ve STEM eğitimi konusundaki farkındalıklarına, 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanımı ile ilgili öğretmen adayların farkındalıklarına katkı sağlama potansiyeli taşıdığı için önem arz etmektedir. Bahsi geçen konuları şu anda MEB’de teşvik edilmekte ve okullarda yaygınlaştırılması planlanmaktadır. MEB 2023 Vizyonu bu konuya vurgu yapmıştır.

STEM Eğitimi ve 21. Yüzyıl becerileri hakkında MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğüne 2023 Eğitim Vizyonu kapsamında;

“Günümüzde pek çok ülkenin eğitim sisteminde öğrencilerin; üreten, sosyal ve ekonomik gelişmelere katkı sağlayan, 21. yy. becerilerine sahip bireyler olarak yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Teknolojideki gelişmeler ve çağın gereklilikleri ile birlikte araştıran, düşünen, buluş yapabilen ve sorgulayan öğrencilere olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır.

Bundan dolayı günümüzde öğrencilerin Fen bilimleri, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik derslerinde öğrendikleri bilgileri bir bütünün parçaları olarak görmelerini sağlayan STEM eğitimi dünyada birçok ülkenin öğretim programlarına eklenmektedir. STEM eğitimi; teorik bilginin uygulamaya, yenilikçi buluşlara ve ürüne dönüştürülmesini hedeflenmektedir ” (YEĞİTK, 2019).

MEB 2016 yılında yayınladığı “STEM Eğitim Raporu”nda; STEM eğitiminin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağına, STEM kariyer mesleklerine olan ilgilerini artıracığını belirtilmiştir.

3D Tasarım hakkında MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğüne 2023 Eğitim Vizyonu kapsamında;

“Dijital becerilerin gelişmesi için içerik geliştirilecek ve öğretmen eğitimlerinin yapılması için önümüzdeki üç yıllık dönemde lise, ortaokul ve ilkokul seviyelerinde, okul dışında ve okuldaöğretmene, öğrenciye, eğitim yöneticilerine, kamuya, eğitsel içeriğ, müfredata, vb. yönelik yapılacak çalışmalar ile 3D Tasarım, elektronik tasarım, kodlama ve benzeri bilişimle üretim becerilerinin öğrenme süreçlerine entegrasyonu sağlanacaktır ” (YEĞİTEK, 2019).

Robotik Kodlama hakkında; MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğüne 2023 Eğitim Vizyonu kapsamında;

“Öğrenme süreçlerinde beceri destekli dönüşüm ve dijital içerik hedefine yönelik olarak "mobil kod" uygulaması hazırlandı. Beşinci ve altıncı sınıf Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi kazanımlarına uygun, blok tabanlı bir kodlama oyunu olarak EBA' da yayımlanan uygulama iOS, Android ve web üzerinden öğretmen, öğrenci ve kodlamayla ilgilenen herkesin hizmetine sunuldu”(YEĞİTEK, 2019).

Böyle bir durumda geleceğin öğretmeni olan öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri, STEM Eğitimi, 3DTasarım ve Robotik Kodlama yetkinliklerle donatılması çalışmanın gerekliliğini ve önemini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Yapılan araştırmada;

- ✓ 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Muş Alparslan üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. Sınıfa giden 37 öğretmen adayı ile,
- ✓ Pilot uygulama süresi 2 hafta ve her hafta 40 +40 dk. ile (aynı sınıfa)
- ✓ Asıl uygulama süresi 14 hafta ve haftada 2 saat olmak üzere toplam 28 ders saati ile,
- ✓ Uygulanan ölçme ve değerlendirme araçları ile sınırlıdır.

Araştırmanın Varsayımları

- ✓ Araştırmada uygulanan bütün lme ve değerlendirme araçlarına ğretmen adaylarınıniten ve doğru bir şekilde cevap verdikleri,
- ✓ Katılan ğretmen adayların temel bilgisayar kullanım becerilerinin olduğu,
- ✓ Uygulama süresince araştırmacının önyargısız ve tarafsız davrandığı varsayılmıştır.



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde sırasıyla 21. yüzyıl öğrenen becerileri, STEM eğitimi, 3D yazıcılar ve robotik kodlamakonusuyla ilgili kuramsal çerçeveye ve bu konularla ilgili alanyazında yer alan araştırmalara yer verilmiştir.

21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri

21. yüzyıl eğitim ve öğretim koşullarına ayak uydurmak ve öğrenme süreçlerini iyileştirmek amacı ile gerçekleştirilen birçok proje (Apple Geleceğin Sınıfları, Maine, FATİH projesi vb.) teknoloji entegrasyonuna yönelik altyapı oluşturmaktadır. Altyapı çalışmalarıyla başlamalarına rağmen, projelerin başarısı, temelde öğrenci ve öğretmenlerin pedagojik becerilerinin uyumunun sağlanması ölçütüyle hazırlanmıştır (NCES, 2002). Öğretim ortamlarına sunulan teknolojiler tek başına hem sadece zamanla güncelliğini kaybetmekte hemde amaç işinden çıkıp, araç işlevi görmektedir (Kaya vd., 2012).

21. yüzyıl öğrenen becerilerini tanımlamak, onları daha iyi tanımak ve öğretim süreçlerinin etkililiğini sağlamada fayda sağlayacaktır. 21. yüzyıl öğrenen becerileri TÜSİAD tarafından devam ettirilen yeni binyılın mesleki ihtiyaçların belirlenmesi amacı ile yapılan birçok çalışmada söz edilmiştir. Bu çalışmada mesleki eğitimde, geleceğin meslek haritasının çıkarılması, mesleklerinin özelliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi sağlanmıştır (TÜSİAD, 1999).

Milli eğitim bakanlığı öğretim programlarındaki kazanımlar doğrultusunda hazırlanan örnek uygulama planlarında; 21. yüzyıl becerileri, fen, teknoloji, matematik, mühendislik kullanılarak öğrencilerin bir ürün ortaya çıkarmayı hedeflemektedir. Böylece yapılan bir öğretim süreci sonucunda elde edilen bilgi ve becerilerin daha kalıcı etki yapacağı düşünülmektedir (Göksun& Kurt, 2017).

21. yüzyıl öğrenen becerilerin alt boyutları.

Araştırma amaçları çerçevesinde öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerileri kullanımları olmak üzere dört boyutta incelenmiştir.

Otonom beceriler.

Özdenetim, özyönetim, grupla veya bireysel olarak çalışabilme becerilerinin bütünleşmesiyle ortaya çıkan özerk öğrenme becerilerini açıklamaktadır.

Bilişsel beceriler.

Bilgilerin zihinsel süreçlerde kodlanması, işlenmesi ve zihinsel süreçlerde gerçekleşen işlemler sonucu oluşması ve oluşan bu ürünlerin farkında olunması hedeflenir.

Yenilikçilik beceriler.

Yeni teknolojilere uyum anlamında kullanılmıştır. Dijital çağa ayak uydurma olarakta bilinir.

İşbirliği ve esneklik becerileri.

İşbirliğine dayalı etkinlik başarısını, öğrenme ortamlarını genişletme ve esnek hale getirmeyi amaçlamaktadır.

21. yy. becerileri ile ilgili;

Bu kavram ile çocuklarımızı geleceğe hazırlarken onların hangi becerilerle donatılması gerekli olduğu anlatılmaktadır (Zeybek, 2019).

- ✓ STEM okuryazarı bireyler yetiştirme,
- ✓ İngilizceyi üst düzey kullanabilme becerilerine sahip olma,
- ✓ Bilgi ve teknoloji okuryazarlığı,
- ✓ Bigi transferi becerisi gelişmiş,
- ✓ Anadilini etkili bir biçimde kullanabilen,
- ✓ Kritik düşünme bilen,
- ✓ İkinci bir yabancı dile hâkim,
- ✓ Üç boyutlu düşünme becerileri gelişmiş,
- ✓ Ritim duygusu gelişmiş,
- ✓ Karşılaştığı problemlere karşı çözüm üretebilen,
- ✓ Kendi geleceğini tasarlayan,
- ✓ İletişim becerileri yüksek, alanında lider,
- ✓ Tasarlayıp ve üretim yapabilen (üç boyutlu tasarım, robotik ve ahşap atölyelerini kullanan.)

- ✓ Kodlama yapabilen, algoritma hazırlayan, bilgi ve işlemsel düşünme becerileri üst düzeye sahip,
- ✓ İletim kurabilen ve İşbirliği içinde çalışabilen,
- ✓ Everene, dünyaya ve yaşadığı çevreye duyarlı olan,
- ✓ Spor ve Sanat farkındalıkları gelişmiş,
- ✓ Çözüm üreten, çözüm öneren veekip çalışması yapan,
- ✓ Sivil inisiyatifte güç olduğunu gören,
- ✓ Kodlama,

OECD'E göre 21 yüzyıl öğrenen becerileri.

OECD, üç yılda bir yapılan PISA'yı düzenleyen ve Türkiye' nin kurucu üyelerinden olduğu bir kuruluştur. Yaptığı uluslar arası değerlendirmeler ile ülkelerin eğitim sistemlerini etkileyecek ölçüde önemli olduğu bilinmektedir (Anagün, 2011). OCED, 2012 tarihinde yaptığı bir araştırmayla eğitim ile ilişkisi incelenmiştir. Araştırmaya göre öğrenenlerinin bilişsel becerileri, eğlence anlayışları, sosyal değer ve yaklaşımları gibi özelliklerinin değiştiğini göstermiştir. Bu değişime sebep olan şey teknolojinin hayatın bir parçası haline gelmesidir (OECD, 2012).

OECD ülkelerinde gerçekleştirilen araştırmalarda, her ülkenin öğretim programında kazandırılan temel öğrenen becerilerini bulmuşlardır. Araştırmaya göre; Türkiye'deki ilk ve orta okulların öğretim programlarıyla öğrenenlere; araştırma, bilgi ve iletişim teknolojileri becerileri, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, iletişim, karar verme ve problem çözme becerileri kazandırılmaktadır. Fakat bu beceriler öğrencilerin kullandıkları, öğrenme süreçlerinde işe koştukları becerileri değil, öğretim programıyla kazandırılması hedeflenen becerileri belirtmektedir (Ananiadou & Claro, (2009).

Bu özellikler kapsamında 21.yüzyıl öğrenenlerinin;

- ✓ Metin içerisinde görsellere, harekete ve sese öncelik vererek,
- ✓ Bilgiye basılı olmayan, dijital kaynaklardan erişerek,
- ✓ Rahatça çoklu görev işlemlerini yaparak, büyümekte olduğu
- ✓ Doğrusal olmayan ve süreklilik göstermeyen işlemlerle bilgidenerek, ifade edilmiştir (Pedro, 2006).

AASL standartlarına göre 21. yüzyıl becerileri.

21. yüzyıl öğrenenleri alanında farklı çalışmalar yapmaya 1996 yılından itibaren

başlayan AASL 21. yüzyıl öğrenenleriyle alakalı bütüncül bir bakış açısı oluşturacak farklı yargılar yer almaktadır. AASL standartları teknolojinin yanında, ayrıca yüz yüze bilgi paylaşımını da önemsemektedir. AASL standartları çerçevesinde 4 farklı beceri, araç ve kaynak kullanım alanı gösterilmiştir. Bunlar;

- ✓ Yeni durumlara bilgiyi uyarlama, karar verebilme, sonuçları belirleme, yeni bilgiyaratma,
- ✓ Araştırma, bilgiedinme ve eleştirel düşünme,
- ✓ Estetik ve kişisel gelişme amacı ile öğrenenlerin beceri, araç ve kaynakları kullanmasını
- ✓ Demokratik bir toplumun parçası olarak üretken ve etik bir şekilde bilgiyi paylaşma ve katılımı belirtirler.

Sözü edilen performans göstergeleri her bir alan için öz değerlendirme, sorumluluk, beceri kullanımı ve eyleme geçme stratejileri alt başlıkları altında belirtilmiştir (AASL, 2007).

21. yüzyıl becerileri (Trilling & Fadel, 2009).

21. yüzyıl öğrenen becerilerini üç ana başlık ve alt başlıklar halinde belirtilmektedir.

Öğrenme ve yenilik becerileri.

- ✓ Öğrenmeyi ve yenilenmeyi öğrenme,
- ✓ Bilgi ve beceri kuşağı(rainbow),

Dijital okuryazarlık becerileri.

- ✓ Medyaokuryazarlığı
- ✓ Bilgiokuryazarlığı
- ✓ Bilgi ve iletişim teknolojileriokuryazarlığı

Kariyer ve yaşam becerileri.

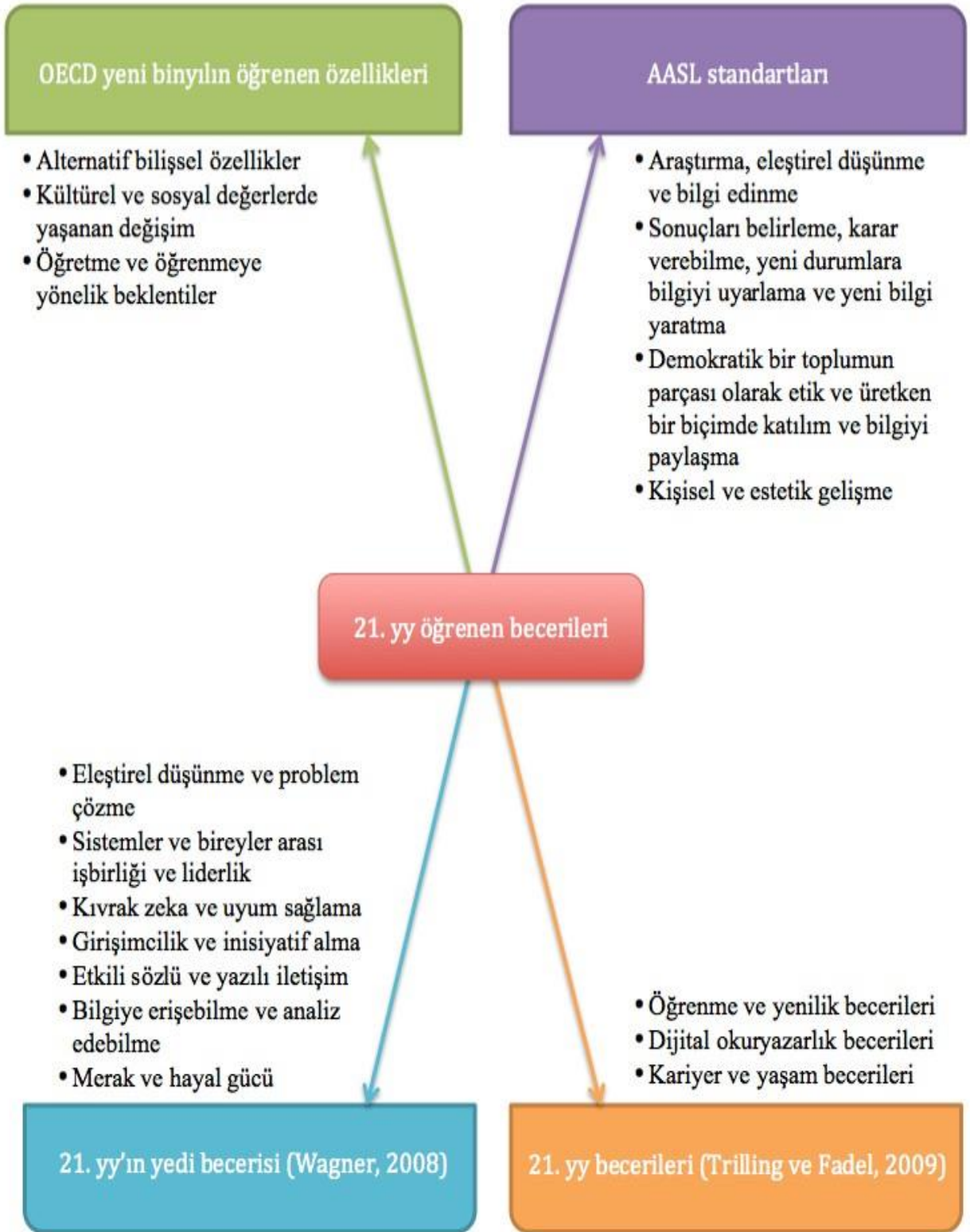
- ✓ Üretkenlik ve hesapverebilirlik,
- ✓ Sorumluluk alma ve liderlik,
- ✓ Uyum ve esneklik ve sağlama,
- ✓ Sosyal ve kültürler arası etkileşim,
- ✓ Özyönlendirme ve girişim,

21. yüzyilin yedi becerisi (Wagner, 2008).

Wagner (2008) 21. yüzyıl becerilerini yedi başlık altında toplamıştır. Bu beceriler için “hayatta kalma” ifadesini kullanarak anlatılan bu becerilerin önemi vurgulanmıştır. Bireylerin, hayati öneme sahip olan bu becerilere sahip olmanın önemi belirtilmektedir.

- ✓ İnisiatif alma ve girişimcilik,
- ✓ Uyumsağlama ve kıvrak zeka,
- ✓ Liderlik, bireyler arası işbirliği ve sistemler,
- ✓ Problemçözme ve eleştirel düşünme,
- ✓ Hayalgücü ve merak,
- ✓ Analizedebilme ve bilgiye erişebilme,
- ✓ Yazılıiletişim ve etkili sözlü,

Araştırma kapsamında ele alınan 21. yüzyıl öğrenen becerilerini bütüncül bir biçimde sunan görsel Şekil 1’ de sunulmuştur.



Şekil 1.21. yy. öğrenen becerileri araştırma kaynağı tablosu.

21.Yüzyıl Becerilerine Yönelik Öğrenme Ortamları

21. yüzyıl öğrenci profilini yetiştirebilmek için öğrenme ortamlarında; uygun teknolojik araçların kullanımına, grup çalışmalarına, öğrenci merkezli ve disiplinler arası faaliyetlere ve biçimlendirici değerlendirmeye önem verilmelidir. (Beers, 2011)

21. Yüzyıl Becerilerine İhtiyaç Duyulmasının Nedenleri

- Değişen dünya
- Öğrencilerin değişen dünyaya uyum sağlayamaması

21.Yüzyıl Becerilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Ölçme Araçları

- Derecelendirme Ölçekleri
- Durumsal Yargı Testleri
- Performansın Değerlendirilmesi ve Similasyonlar
- Gözlemsel Ölçme Araçları
- Beceri ve Yetenek Özgeçmişi (Biodata)
- Portfolyolar
- Kendi Kendine Rapor Etme (Öz Bildirim Ölçekleri)
- Farklı Madde Türlerini İçeren Uygulamalar
- Çoktan Seçmeli Maddeler
- Kapalı Uçlu Bilgisayar Destekli Maddeler
- Açık Uçlu Maddeler

21. Yüzyıl Becerileri ve STEM

STEM Meslekleri

Bilgisayar ve matematik meslekleri, mühendislik meslekleri, fiziksel ve yaşam bilimleri meslekleri, STEM alanlarındaki yönetsel meslekler

(Langdon vd., 2011)

21.Yüzyıl Becerileri

21. yüzyıl becerilerinin tanımlanmasında problem yaşanmakta ve birçok kuruluş tarafından farklı çerçeveler sunulmaktadır. Bu çerçevelerde ortak olarak belirtilen beceriler şunlardır:

- Problem çözme
- Eleştirel düşünme
- Bilgi okuryazarlığı
- Teknoloji okuryazarlığı
- Etkili iletişim
- İşbirliği yapma ve takım çalışması

Bunun yanı sıra yaratıcılık, yenilikçilik, girişimcilik ve üst bilgiyle meşgul olma becerilerinin de üzerinde durulmaktadır.

21.Yüzyıl Öğrenme Yaklaşımı: STEM

STEM eğitimi, öğrencileri 21. Yüzyıl iş dünyasında hazırlayan, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının disiplinler arası bir yaklaşımla öğretilmesine dayalı bir yaklaşımdır.

Şekil 2. 21.yüzyıl becerileri ve STEM arasındaki ilişki.

STEM Eğitimi

STEM nedir.

İlk defa 2001 yılında, Ulusal Bilim Derneği yöneticisi J. A. Ramaley tarafından bir eğitim kavramı veya terimi olarak ortaya çıkan STEM, hızlı bir biçimde yayılmaya başlamıştır (Breckler, 2007).

STEM, Science, Technology, Engineering ve Mathematics kelimelerinin baş harflerinden meydana gelen bir kısaltma şeklidir. STEM eğitimi, daha çok fen ve matematik disiplinlerini içermekte olup, mühendislik ve teknoloji alanlarını kapsamaktadır. STEM eğitimi; okul öncesinden yükseköğretime kadar bütün süreci içermektedir. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematiğin birbiriyle entegre bir biçimde öğretilmesini sağlayan bir yaklaşımdır (Akgündüz vd., 2015). STEM eğitimi, teorik bilgilerin ürüne ve uygulamaya dönüştürülmesi açısından oldukça önemli olup, çağımızın öğrencilerinin üretebilen bireyler olmasını amaçlamaktadır. Öğrencilerin üretken olabilmesi için birçok alanda yeterli bilgi birikimine sahip olmalıdır. Özellikle mühendislik alanında donanımlı olması gerekir. STEM eğitimi, öğretmen ve öğrencilerin hayat deneyimleri sonucu ve ilgileriyle meydana gelmektedir. Merkezde yer alan disipline ait özel bilgi ve becerilerin en az bir diğer disiplinle bütünleştirilerek öğretilmesi olarak ifade edilmektedir. STEM eğitiminin Türkiye'deki uygulamalarında sadece Türkçe'nin bilim dili olarak kullanımının teşvik edilmesi değil, aynı zamanda ABD'deki bilimin popülerleştirilmesi merkezli yaklaşımlardan farklılaşma ve Türkiye bağlamında öğrenmeyi merkeze alma ihtiyacına dayanmaktadır. ABD' de STEM olarak adlandırılan bu standart, okul düzeyinde fen bilimleri ve matematik derslerinin bütünleştirilmesi olarak yaygınlaşır üstelik teknoloji ve mühendisliğin ve sınıf dışı ve sınıf içi uygulamaların öğretilmesi olarak da belirtilmektedir (Morrison, 2006).

STEM eğitiminin müfredattaki yeri.

STEM eğitimi, farklı alanlardan meydana gelen disiplinler arası bir yaklaşımını içermekle; asıl vurgulamak istediği noktanın mühendislik ve teknoloji olduğunu söylemek mümkün olur. STEM eğitimi, gerek yenilikçiliğin geliştirilmesine ve sürdürülebilir olmasına gerekse bilimsel ve teknolojik gelişmeye yaptığı katkı sebebiyle çok önem arz etmektedir. STEM eğitim modeli, bilişim ve bilgi çağını yakalamış yaratıcı liderler yetiştirmeyi ve ekonomik olarak ilerlemeyi amaçlamaktadır (Moomaw, 2013). STEM eğitiminin amaçlarından biri, disiplinler arasındaki ayrımı ortadan kaldırmak, tam entegrasyonu uyumlu bir şekilde oluşturmaktır.

Howard Gardner, çocuklarımızın artık makinelerin yapamadığı işleri yapabilecek beceri ve bilgiyle donatılmış bireyler yetiştirmemiz gerektiğini vurgulamaktadır. İhtiyaç duyulan enerjisini kendisi üretebilen ve hatta ihtiyaç duyduğu üretimi kendisinin hemen yaptığı üç boyutlu cihazların, diğer cihazlarla veri paylaşabildiği bir dünyadır. Son iki yüz yılda şekillenen sanayi dönemi eğitim paradigması ile yetişen insanlar çalışacak ve yapacak çok fazla iş bırakmayacaktır. Gardner tarafından yapılan bu ikaz, aslında 21. yy. becerilerinin ne kadar önemli olduğunu belirtmektedir. Çünkü önümüzdeki 10 yılda, son ikiyüz yılda şekillenen sanayi döneminin bitmesine ve bireysel sanayi döneminin başlangıcı olduğuna kanıt olarak gösterilecektir. Bu dönüşüm süre zarfında, yüzyıllardır toplumların sadece çok küçük bir bölümünde olması yeterli olan işbirliği yapabilme, yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme gibi beceriler 21. yüzyılda hayatta kalabilmek için bir tür evrensel okuryazarlık olacaktır. Yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme ve işbirlikli çalışma gibi becerilerin, geleneksel eğitim anlayışı ile çocuklara bir şeyler öğretmesi kolay değildir. Mevcut olan eğitim sistemi, fen, teknoloji ve matematik içeriklerini öğrencilere birbiri ile ilişkili bir şekilde verilmemektedir. Eğitim sisteminden en önemli farkı, deneyerek öğrenme süreçleridir. Mesela fen bilimlerinde bir konu işlendiği zaman sadece kitaptan okunarak geçilmiyor. O konuyla ilgili deney yapılarak, yani uygulama yapılarak, ölçümler yapılarak öğrencilere bir şeyler öğretiliyor. Aynı konu içerisinde hem teknolojik gelişmeler hem de matematik aynı anda işleniyor. Buna bir anlamda Geleneksel STEM de diye biliriz. Ancak, Gardner'ın anlattığı gibi “makinelerin yapamadığı işleri yapan” nesillerin, matematik, fizik, biyoloji, kimya, mühendislik gibi temel bilimlerin ortaya çıkardığı kuramsal bilgileri almakla beraber, mühendislik ve teknolojinin pratiği ile harmanlayarak ve hayata değer katacak yenilikler yapması gerekmektedir (Akgündüz vd., 2015).

STEM'e neden ihtiyacımız var?

STEM eğitimi; liderlik için insan gücü ihtiyacını karşılamayı, güçlendirmeyi ve ekonomik anlamda ilerlemeyi hedeflemektedir. Ayrıca eğitimde fırsat eşitliğini sağlama ve toplumsal barışı bir araç olarak da kullanmayı amaçlamaktadır. ABD'de yayımlanan 21. yy. için Öğrenme Raporunda 3 bölümde 9 farklı öğrenme becerisine belirtilmiştir. Bu üçbölüm;

- ✓ Problem Çözme ve Düşünme Becerilerinde,
- ✓ İletişim ve Bilgi Becerilerinde,
- ✓ İşbirlik ve Kişilerarası İletişim Becerilerinde,

STEM eğitimi, söz edilen bu alanlarda öğrencilere yetkinlik kazandırmayı hedeflemektedir. Eğitim süresi boyunca öğrenciler, ana disiplinin yanında; işbirlikli çalışma,

problem çözüme ve kritik düşünme gibi çeşitli becerileri kazanırlar. 21. yy. içerisinde gelişmiş ülkeler arasındaki rekabet alanları; buluş yapma, üretim yapma ve teknolojik gelişme alanlarında hız kazanmıştır. Bu rekabet ortamı sayesinde tüm ülkeleri bilime, yenilikçi teknolojiye, mühendisliğe yatırım yapmaya sevk etmiştir. Yeni buluşların ve teknolojilerin ekonomiye entegrasyonu, tüm ülkelere refah imkânları ve ekonomik büyüme getirirken birçok çalışanın da işini kaybetmesine neden olabilmektedir. Bunun sebebi ise, bilgi toplumunda kas gücü ve emekten çok üretim becerileri ve zihinsel süreçlerinin artırılmasının zorunlu hale gelmesinin bir kanıtıdır. Günümüzde bütün bireylerden araştırmacı, üretici ve meraklı olması istenmektedir. Bu nedenle, bireylerin araştırmalarını, soru sormalarını, buluş yapmalarını üretmelerini teşvik edici bu konulardaki ilgi ve yeteneklerini ortaya çıkarmaya yönelik eğitim süreçlerine girmeleri zorunlu hale gelmektedir (MEB, 2017).

STEM eğitimi, teorik bilgilerin ürüne ve uygulamaya dönüştürülmesi açısından oldukça önemli olup, çağımızın öğrencilerinin üretebilen bireyler olmasını amaçlamaktadır. Öğrencilerin üretken olabilmesi için birçok alanda yeterli bilgi birikimine sahip olmalıdır. Özellikle mühendislik alanında donanımlı olması gerekir (Morrison, 2006). STEM'in özellikle mühendisliği ve teknolojiyi vurgulaması; çocuklara küçük yaşlarda başlayarak disiplinler arası bir bakış açısı kazandırması ve bilgilerin somut olarak hayata aktararak sağlaması STEM'i günümüzün iletişim ve bilgi çağında çok önemli bir yere sahiptir. STEM eğitimi, disiplinler arası bir öğrenim yaklaşımı ve öğrencilerin meslek seçiminde de yardımcı olmaktadır. Eğitimdeki en önemli kazanımlarından birisi teorideki veriler doğrultusunda ve 21. yy. becerilerine uygun yeni ürün meydana getirmektir (Buyruk & Korkmaz, 2016).

Gündelik hayat ile alakalı sorunların çözümü konusunda öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerini arttırmalarını sağlamak için 21. yy becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. 21. yy. becerileri için problem çözme, eleştirel düşünce, inovasyon, yaratıcılık, iletişim, işbirliği gibi becerileri önermiştir. Farkındalık, bireylerin ve sosyal grupların karşı duyarlı ve bilinçli olmaları şeklinde belirtilmektedir. Farkındalık düzeyindeki artışla bireyin çevresine ve kendisine ilişkin bilinçli olma durumunda artış meydana gelir. Bireyin davranışlarını yönlendiren düşünceleri ve duygularıyla alakalı farkındalık düzeylerinin artırılması sağlanabilir. Bundan dolayı STEM farkındalığı 21. yy becerileri için önemlidir. Öğretmenlerinin rehberliğinde, öğrencilerden bu kaynakta yer verilen uygulamalara benzer uygulamalar yapmaları istenmektedir (Çorlu, 2012).

STEM yaklaşımı ile öğrenciler için gerekli olan eğitim planları hazırlanırken;

✓ Disiplinler arası iş birliği

- ✓ Matematik ve Fen Becerileri,
- ✓ Mühendislik ve Teknoloji Becerileri,
- ✓ 21. yy. Becerileri,

STEM eğitiminin amaçları.

- ✓ STEM okur-yazarlığına sahip bireylerden meydana gelen işgücü üretme
- ✓ Bireye problem çözme ve eleştirel düşünme becerisi kazandırma,
- ✓ Bilimsel ve teknolojik okuryazarlığı artırma,
- ✓ STEM alanındaki mevcut işlerini devam ettirebilme,
- ✓ Gelecekteki iş alanlarında yeterli olabilme,
- ✓ Ülkeler için ekonomik avantaj oluşturacak yenilikler üretebilme,
- ✓ Mühendislik kariyerine olan ilgiyi artırma (Thomas, 2014).

STEM eğitimi, yeni nesil fen, teknoloji, matematik ve mühendislikle uğraşan bilim adamları yetiştirme ile ilgili yönlendirme sağlar. Bunun yanında teknoloji alanındaki boşluk STEM eğitimi almış öğrenciler ile doldurmak ister. Ülkeler için çağın getirdiklerine ayak uydurabilecek ve ekonomik avantaj sağlayacak yenilikler üretmek için bu alandaki gelişmelerin gerisinde kalmamak ve nitelikli bireyler yetiştirmek STEM eğitimi yönüyle önem arz etmektedir. Sorgulama, araştırma, eleştirel düşünme, karar verme, analitik düşünme ve yaratıcılık gibi beceriler nitelikli bireylerde aranan özelliklerindedir. Bu becerilerin kazandırılmasında matematik ve fen alanlarıyla yine bu alanlar ile alakalı olan teknoloji ve mühendislik alanlarının önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır (Yamak vd., 2014).

STEM eğitimi, ülkelerin gelecekteki ilerleme hedefleri açısından önemlidir. STEM eğitimi almış öğrenci sayısının artması ve bu öğrencilerin sanayi ve endüstride istihdam edilmesi, ülkelerin önemli hedefler arasında yer almaktadır. Bu hedefin gerçekleşmesi içinde yeterli miktarda ve nitelikte STEM eğitimi almış öğretmenlere ihtiyaç olduğu görülmektedir. Nitelikli öğretmenler sayesinde STEM temelli bir öğretim programının uygulanabilirlik kazanabilmesi daha kolay olmaktadır (Wang, 2012). Matematik ve Fen bilimleri konularının içine teknoloji ve mühendisliği dahil edilmesi gerektiği ve çoklu disiplin içeren bir öğretim stratejisinin kullanıldığı öğretim programlarının hazırlanması öncelikli bir ihtiyaçtır. Çünkü nitelikli öğretmenlerin STEM temelli etkinlikleri uygulayabilmesi ancak böyle bir programın hazırlanması ile mümkün olur. STEM temelli etkinlikleri içeren öğretimle, özellikle fen bilimleri ve matematik konularının somutlaştırılması ve öğrencilerin motivasyonunda artışı sağlandığı görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin matematik ve fen derslerinde mühendislik problemleri çözmeleri öğrencilerin matematik ve fen bilimleri öğrenmelerini de kolaylaştıracağı

düşünülmektedir. Bu alanlara teknolojinin de eklenmesi ile matematik ve fen dersleriyapı ve içerik bakımından zengin ve öğrenciler açısından daha etkili olur (Ramaley, 2007). STEM temelli bir öğretim programı, öğrencilerin gerçek yaşam ile alakalı problemleri çözmesine rehberlik etmelidir. Ayrıca öğrencilerin deneme, dizaynetme, analiz etme, verileri yapılandırma, doğal olayları birleştirebilme ve olayları yorumlamalıdır. Ayrıca, STEM temelli öğretim, öğrencilerin öğrendiklerinin kalıcı olmasını sağlaması ve edindiği bilgileri daha fazla anlamlandırmalıdır. Öğrencilerin karşılaştığı bir probleme karşı sahip olduğu bilgilerine başvurarak yeni çözüm yolları aramalıdır. STEM temelli öğretimin bir diğer avantajı olduğu söylenebilir (Yaman *vd.*, 2018).

Öğretmenler, STEM alanında gerekli olan eğitim ve yeterliliğe sahip anahtar bir öneme sahip olduğu görülmektedir. Ama öğrencilerle uygulamasürecinde öğretmenlerin yüz yüze geldikleri birçok zorluk olduğu belirtilmektedir. Bu zorluklar, STEM eğitiminin, disiplinler arası bir yaklaşım ve bütüncül olmasıyla alakalı olmasıdır. Fen bilimleri öğretmenlerin, STEM etkinliklerini derslerinde uygulama yapmaları için kendi alanları dışında diğer STEM alanlarıyla alakalı yeterliğe ve bilgiye sahip olmalıdır. STEM etkinliklerini derslere ve fen konularına entegre edebilmek için fen öğretmenlerinin yeni teknik yeni stratejiler geliştirmeleri lazımdır. Fakat hala öğretmenlerin STEM etkinliklerinde yeterliklerini arttıracak ve etkinlikleri sırasında karşılaştıkları problemleri ortadan kaldırabilecek veya çözüm üretebilecek istenilen özelliklere sahip mevcut bir program yoktur. Öğretmenlerin, STEM alanında yetiştirilmesi ve eksikliklerinin giderilmesi amacı ile bir program geliştirebilmek için öncelikli olarak öğretmenlerin STEM eğitimiyle alakalı algıları ortaya çıkarılmalıdır (Wang, 2012).

STEM eğitiminin önemi.

STEM eğitimi öğrencilere, problemlere karşı disiplinler arası bakış açısı kazandırarak bilgi ve beceriyi kazandırmayı hedeflemektedir. Bilimsel alandaki önderlik ve ekonomik büyümeye büyük katkısı açısından önemli görülmektedir. Benzer şekilde STEM eğitimi; problemleri tanımlayan, yaşam boyu öğrenme becerilerine sahip olan, soru soran, üreten, yenilikçi ve girişimci bireyler yetiştirmek açısından da çok önemli bir yere sahiptir (Moomaw, 2013). STEM eğitimi adı altında bütün dünyada yaygınlaşan bu yaklaşım üzerine araştırmacılar, çeşitli kavramsal modeller ortaya çıkmaktadır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen farklı STEM eğitimi modellerinin en önemli özelliği, geliştirildiği bağlamlara özgü oluşları, ülke çapında eğitim politikalarına ve sınıf içinden müfredata etki edebilme özelliklerine sahip olmalarıdır. Bundan dolayı uygulama ve kuram arasındaki bağların güçlenmesi önem arz etmektedir. Fakat bu bağlamın önemine ve yerelliğeyapılan vurgu çeşitli ülkelerden araştırmacılarla olan iletişim ihtiyacımızı yadsımayı gerektirmemesine rağmen

kültürler arası iletişimin ülkemize yararı olması için, öncelikle Türkiye'deki araştırmacıların kendi aralarındaki iletişimlerinin güçlü olması gerekmektedir (Corlu, 2016).

STEM eğitim anlayışı, her disiplinin kendisine ait ve özgü özelliklerini ihmal etmeden branşa ait beceri ve bilgilerin 21. yüzyıla ait özellikler içinde disiplinler arası bir yaklaşımla bütünleştirilerek öğretilmesidir (Moomaw, 2013). Kısaca STEM eğitiminin öğretmenlerin öğrenecekleri değil, branşlarına ait öğretmenlik bilgi ve becerilerini artırdıkları ve meslektaşları ile işbirliği içerisinde çalıştıkları ölçüde sınıf içi uygulama ve kendi anlayışlarını geliştirecekleri, sonrasında uygulamalarını geniş bir yelpazede paylaşım yaparak katkı sağlayacakları ve böylece araştırmacılar tarafından uygulamaya dayanarak kuramsal olarak geliştirilecek Türkiye'ye özgü bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir (Corlu, 2016).

STEM eğitiminin öğrenciye katkıları.

STEM eğitiminin üretim odaklı olmasının yanında, yaratıcılık, üretkenlik, sorumluluk eleştirel düşünme, problem çözme ve yenilenme gibi 21. yy. becerileri de içermektedir.

STEM eğitiminin kazandırdığı yetiler;

- ✓ Yenilikçi olmayı ve tasarım odaklı düşünmeyi sağlaması
- ✓ Yeni ürün meydana getirerek, ekosisteme katkı sağlaması.
- ✓ Öğrencileri güven ve esneklik içerisinde düşünmeye yönltilmesi.
- ✓ 21. yüzyıl becerilerini kazandırmaya imkân oluşturulması.
- ✓ Bağımsız çalışma yolu ve işbirliği ile öğrencilerin özgüven ve özyeterliliğini geliştirilmesi.
- ✓ Karşılaştıkları problemlere karşı daha kısa ve kesin çözümler üretmeyi sağlaması
- ✓ Öğrenme motivasyonunu artırılması (Akgündüz *vd.*, 2015; Güleriyüz *vd.*, 2020).

STEM eğitiminde fen bilimleri konuları.

Fen bilimleri, doğal çevreyi araştırmaya yönelik bir süreç ve bu sürecin ürünü olan organize bilgilerden meydana gelen bilgilerin tümümü içermektedir.

Fen okur- yazarlığı.

Toplumda yaşayan bütün insanların en temel düzeyde bazı bilimsel kavramları açıklayabilmesi, olguları anlayabilmesi ve teknolojik gelişmeleri yakından takip edip yaşamında tatbik edebilmesi becerisine sahip olabilmesidir. Fen bilimleri okur-yazarı bireyler, bilimsel bilginin ve bilimin doğasını algılar. Temel fen bilimleri kuramları, yasa, ilke ve kavramlarını anlar. Bunları uygun şekillerde hayatında kullanır. Fen bilimleri

okuryazarı bireyler, gerekli olan bilgilere ulaşmada ve o bilginin kullanımında olası bir problemle karşılaştığında problemleri çözmelidir. Fen bilimleri ile alakalı sorunlar hakkında olası riskleri, yararları ve elde var olan seçeneklere dikkat ederek bir karara varmada ve yeni bilgi üretiminde daha aktif rol alabilmektedir (Bybee, 2010). Fen bilimleri okur-yazar öğrencilerin yukarıdaki kazanımlara sahip olabilmesi için temel fen kavramları ve terimleri iyi öğrenmesi gerekir. (Demirbaş & Taşdemir, 2008).

STEM okur – yazarlığı.

STEM okur yazarı bireyler; eleştirel düşünme, araştırma, yaratıcılık, sorgulama, karar verme, analitik düşünme ve problemlere çözüm üretme gibi beceri ve özelliklere sahip olmalıdır. Nitelikli bireyler yetiştirmek STEM'in en önemli hedeflerindedir. STEM okuryazarlığının gelişimini ve disiplinler arası bir yaklaşımı temel alarak öğrencilerin bir biriyle olan rekabet yeteneğinin gelişmesinde katkı sağlar. STEM eğitimi; toplum, iş, okul arasında sağlam ilişkilerin kurulmakla beraber, küresel girişimciliğe katkı da sağlar (Thomas, 2014).

STEM ve fen bilimleri.

Fen bilimleri dersi, STEM eğitimi ile desteklendiği zaman öğrenci;

- ✓ Fen Bilimleri, içinde bulunduğumuz dünyayı anlamamıza yardım eder.
- ✓ Fen Bilimlerindeki ilkeleri, kavramları, olguları bilir anlar ve uygular.
- ✓ Fen Biliminde araştırma yaparken kullanılan metotlarını anlar ve uygular.
- ✓ Bilim ve teknolojinin tarihsel gelişimini anlar.
- ✓ Teknolojideki ve Toplumdaki değişimleri değerlendirirken fen bilimlerindeki bilgileri kavramları ve metotları kullanır.

Öğrencileri, bilimsel okur-yazar hale getirmek Fen bilimleri eğitiminin temel amaçlarından birisidir. Fen okur-yazarlığı, STEM eğitimiyle en iyi şekilde verilebilir. STEM ve Fen bilimleri geleceğe yönelik olarak üretilen teknolojinin toplumların gelişip ilerlemesine katkı sağlayacaktır. Bundan dolayı fen bilimi disiplinlerinin ne kadar önemli olduğu görülmektedir.

Bilimsel okur-yazarlık.

Fen alanındaki bilgilerin nasıl elde edildiğini anlamak, birbiriyle bağlantılı olup doğasını bilmek, fen alanındaki bilgilerin bilinen gerçeklerden ayrılmadığını ve yeni kanıtlar elde ettikçe kendini güncellediğini anlamak, fen biliminin temelini oluşturan temel bilgileri, kavramları, teorileri ve hipotezleri bilmek, kişisel görüş ile bilimsel kanıt arasındaki farkı

anlamak olarak ifade edilmektedir. Bilimsel okur-yazar bireylerden meydana gelen toplumlar, hem kendileri yeniliklere önderlik eder, hem de yeniliklere kolayca uyum sağlarlar.

Gündelik hayatta gözlemediğimiz ve karşılaştığımız birçok durum fen bilimleri ile alakalıdır. Öğrencilerin kendi hayatlarını etkileyen olayların okulda edindikleri bilgilerle bir bağlantı olduğunu anlamaları o öğrencilerin bilimsel okuryazar olmalarına büyük katkı sağlayacaktır. Bu da STEM eğitiminin fen bilimleri konularındaki önemini ortaya çıkartmış olur. Yani fen bilimleri konularının gündelik hayatta karşılaştığı olaylarla ilişkili olduğunu anlayan öğrenci, teknoloji ve bilime olan alakası artacaktır. Öğrenciler bu ilişkileri okulda kurulmazlarsa teknolojinin hakim olduğu günümüzde öğrenciler daha kolay ve rahat bir yaşantı için gerekli olan bilgi ve becerileri elde edemezler. Eğer öğrenciler fen bilimlerindeki bilgilerin kendi yaşantıları ile direkt olarak ilişkili olduğunu ve bu bilgilerin somut olduğunu STEM eğitimi yardımıyla anlarsalarsa, bu bilimi hissederek öğrenirler hem de STEM eğitime olan tutumları artar. Yapılan bu ilişkilendirme öğrencilerin öğrenmelerine kolaylık sağlar. Fen bilimleri dersindeki konuların anlaşılabilmesi ileri safhalarda da sıkıntı medyana getirmektedir. Bu sıkıntıları fen bilimleri konularının STEM eğitimi yardımıyla çözülebileceğini bu sayede ezberci bir toplumda kendi tanımını kendisi yapan bir toplum oluşmasını sağlayacaktır. Çünkü bu alanlarda eğitim gören gençlerimizin daha kaliteli yetişmesi ülkenin teknolojik gelişimi açısından büyük öneme sahiptir, bunun yanında bu gençler teknolojinin kullanımını ve üretilmesini sağlayacaklardır. Kısacası ortaöğretim bilimselliğin bilinçli bir şekilde kazanılabileceği ilk safhadır ve bu safhayı STEM eğitimiyle tam manasıyla atlatmış olacaktır. Fen bilimleri, bu süreçte kullanılacak en önemli süreçlerden biridir. Çünkü bu disiplinin konusu gündelik hayatla iç içedir ve gelişmesinde birincil kaynak olarak bilimsel yöntemleri kullanmaktadır. STEM eğitimiyle fen bilimleri konularını alan öğrenciler için; yaşayarak öğrenme, verilere ulaşabilme, verileri analiz etme, sorgulayabilme, bağımsız/eleştirel düşünme, kendi kendine karar alabilme, yenilik yapabilen, kendini doğru ifade ederek grup çalışması yapabilme, kazanımlarını edinebilmeleri ve problem çözme yeteneğine sahip olmaları amaçlanmaktadır. Geleneksel programlarda bilgi aktarımı daha çok ön plandadır. Bu geleneksel öğrenme kuramları felsefesine dayanan bir yaklaşımdır. Oysaki gelişen iletişim teknolojisiyle yeni bilgi o kadar hızlı çoğalmaktadır ki, bunun hepsinin aktarılması imkânsız hale gelmektedir (Moomaw, 2013).

Çağdaş programların felsefeleri ise bilgi aktarımının yanında, bilgiye nasıl ulaşılır bunun yollarını öğretilmesi hedeflenmelidir. Bu yeni yaklaşımda önemli olan öğrencilere bilimsel süreç yaklaşımlarını ve fen bilimlerindeki temel kavramları kazandırmaktır. Öğrencilere bilgi bakımından bir temel oluşturulmalı, bu temel sayesinde yeni bilgilere nasıl

ulaşılacağı ve hayat ile edindiği bilgiler arasında nasıl bir bağı kuracağı öğretilmelidir. Öğrenci bu bağı kurmakta zorlanabilir. Yeni hazırlanan programlarda bütün müfredatı işlemeyip, temel konuların detaylı bir şekilde işlenmesi öğrenciler için daha faydalı olduğu hedeflenmelidir. Böylece öğrenci, yaşam ile öğrendiği konu arasındaki ilişkiyi kurulabilir ve öğrenci araştırmaya yönlendirilebilir. Yeni programlarda her fen bilimleri programında kullanılması istenen ancak çoğu okulda hiç kullanılmayan laboratuvar etkinlikleri yer verilmelidir. Laboratuvar, öğrenciye ezberci öğrenme yerine kavrayarak öğrenmeyi sağlamanın asıl yöntemi deney yaparak öğretmedir (Şahin *vd.*, 2014).

5 E modeli ve STEM eğitimi entegrasyonu.

21. yüzyıldaki teknolojik gelişmelerin uygulanabilmesi adına bireylerin karşılaştıkları bir probleme yaratıcı çözüm bulabilmeleri için, eleştirel düşünme, yenilikçi ve tasarımcı yeteneğine sahip olmalarıdır (NRC, 2011). Ülkemizde 2017 yılından itibaren yeni fen bilimleri dersi uygulamaya konulmuş ve bu programın içinde yaşam becerileri, bilimsel süreç becerileri, fen bilimlerini diğer disiplinlerle bütünleştiren, mühendislik ve fen becerileri ile elde edinilen teorik bilgileri uygulamaya ve ürüne dönüşmesini sağlayan öğrencilerin yetişmesi hedeflenmektedir (MEB, 2017). Bundan dolayı çağın gereksinimleri düşünülerek öğretim programının uygun hale getirilmesi amaçlanmış, bir dizi çalışmalar yapılmış ve son 21 yıl boyunca eğitim programlarında etkisini gösteren yapılandırmacı yaklaşım 2004 yılından itibaren ülkemizde uygulamaya konulmuştur (MEB, 2005).

5E Modeli, yapılandırmacı yaklaşım ve deneysel aktivitelere dayandırılmış bir fen dersi öğretim metodu olan Ulusal Fen Eğitim Standartlarının araştırmaları neticesinde yapılandırılmış bir modeldir (Newby, 2004).

5E modelin aşamaları;

- ✓ Dikkat Çekme (Giriş),
- ✓ Keşfetme,
- ✓ Açıklama,
- ✓ Derinleşme,
- ✓ Değerlendirme basamaklarından meydana gelmektedir (Senemoğlu, 2009; Yalçın & Turgut, 2011).

Tablo 1. *Bybee'e (2015) Göre 5E Modeli ve Aşamaları*

5E Modelin Aşamaları	Öğretim Süreci ile Bağları
Giriş: Öğrenme görevinin başladığı aşamadır. Etkinlik şimdiki ve geçmiş öğrenme arasında bağ kurar, gelecekteki etkinlikleri öngörür ve öğrencileri öğrenme çıktılarını üzerinde düşünmeye odaklanmasını sağlar. Öğretmen bu aşamada öğrencilerin kavramlar ile yüzleşmelerine yaşatarak yardımcı olmaktadır.	Öğretmen adayları, anlamlı olayları tanır ve zihinsel olarak sorun ortaya veya problem çıkaran deneyimler ile meşgul ederler. Etkinlik esnasında, dengesizlik, uyumsuzluk “bu nasıl oldu”, “merak ettim” gibi sorular ile öğrenciler tarafından sorulabilir.
Keşfetme: Öğretmen adayların içerisinde süreçler genel kavramlar ve beceriler geliştirerek, tanımlayabilecekleri temel deneyimler sağlamaktadır.	Öğretmen adayları, güncel bilgi ve becerilerini ifade etmeye ve onları meşgul eden soruları cevaplamaya çalışır. Öğrenme süreci ile alakalı çözüm bulmaya çalışırken, bilgi toplarlar, gözlem yaparlar, arkadaşları ile problemleri tartışır ve muhtemel açıklamaları düşünürler. Böylece dengesizliklerini çözmeye çalışırlar.
Açıklama: Öğretmen adayların dikkatini onların anlamalarının belli bir yönüne çekmesini sağlar. Onlara becerilerini sergileme veya kavramsal anlayışlarını ifade etme imkanı sağlar. Bu aşamada öğretmenlere de bir kavram, beceriye, sürece veya ait bir tanım ya da etikete giriş yapma imkanı sağlamaktadır.	Öğretmen adayları, öğretme sürecini yaratan problemlere açıklamalar yada çözümler sunarlar. Sonra öğretmen kavramları, yetenekleri ve becerileri netleştirir ve açıklar. Öğretmenin açıklaması basit, net ve kısa olmalıdır. Öğrenciler yeni bir denge deneyimler.
Derinleştirme: Öğretmen adayların becerilerini değerlendirme ve anlama; öğretmenlere öğrenme çıktılarını karşı öğrenci gelişimini değerlendirme fırsatı sunmaktadır.	Öğretmen adayları, yetenek, kavram ve becerilerini gerektiren yeni bir etkinlik ile karşı karşıya gelirler. Bu aşamada yeni öğrenme süreci önceki aşamalarda geliştirilmiş açıklamaya bağlı olmalıdır.
Değerlendirme: Öğretmen adaylarına anlama ve becerilerini; öğretmenlere öğrenme çıktılarını karşı öğrenci gelişimini değerlendirme fırsatı sunmaktadır.	Öğretmen adayları, beceri ve bilgilerini bir değerlendirme içinde açıklar. Değerlendirme anlamının yeterliliğini ortaya koymalıdır. Değerlendirme içeriği yeni fakat açık biçimde eğitici dizgi içerisinde geliştirilmiş bilgi ve yetenek gerektiren bir etkinlik olmalıdır.

5E öğrenme modelinin kullanılması eğitim programını etkileyeceği gibi, bu modelde uygun entegrasyonu sağlamak önemlidir. Bu neden ile STEM uygulamalarında eğitim programının öğelerinden öğrenme-öğretme süreçleri, içerik, hedefler ile ölçme değerlendirme dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu neden ile STEM uygulamalarını 5E öğretim modeliyle birleştirmek iyi bir entegrasyon sağlayabilir. İyi bir entegrasyon bilgisine ihtiyaç vardır. STEM uygulamalarının temelinde öğrenilen bilgileriyle günlük yaşam arasında bağlantı kurulması ve disiplinler arası bağlantı kurularak öğrenilen bilgilerin transferi söz konusudur. Öğrenciler edindikleri bilgileri diğer disiplinlere transfer ederler; STEM yaklaşımında da tüm disiplinlerin aynı anda kullanılması önemli olduğu görülmektedir (Campbell, 2006).

Dünyada STEM.

Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM eğitimi, devletin eğitim politikası haline gelmiş, küresel dünyada liderliğin, öğrencilerin özellikle STEM alanlarında eğitilmesine bağlı olduğuna odaklanılmış, öğretmen ve öğrencilerin bu alanlarda eğitimi için Barack Obama Hükümeti tarafından ciddi kaynaklar ayrılmıştır.

Çin ve Tayvan da PISA ve TIMSS gibi sınavlarda çok iyi puanlar almaktadır. Çin ve Tayvan'da STEM eğitimi Lisans ve lisansüstü düzeyde ders olarak verilmektedir. Bu ülkelerde STEM eğitime büyük önem vermektedir. Öğretmenlere de STEM'e özgü eğitimler verilmektedir.

Japonya'da lisans düzeylerinde STEM eğitimi verilmektedir. Fakat son yıllarda yaşanan Tsunami ve nükleer santral felaketi gibi olaylar halkın fene ve teknolojiye olan ilgisini azaltmıştır.

Brezilya, 2009'da öğrencilere ve araştırmacılara STEM alanlarında tecrübe kazandırmak amacıyla "STEM Brasil" ve "Science without Borders" adlı iki STEM programını başlatmıştır (Aydeniz & Bilicin, 2017).

Finlandiya, Romanya, Letonya ve Polonya ulusal eğitim stratejilerinde STEM eğitime yer vermektedirler. Ancak İspanya ve İtalya, STEM eğitimi stratejilerine çok fazla yer vermemişlerdir (MEB, 2017).

Güney Kore, küresel yarışta başarılı olabilmek için 2011'den beri STEM eğitiminin K-12 (Anaokulu'ndan 12. sınıfa kadar) sınıflarında yaygınlaşmasını devlet politikası haline getirmiştir. Bu çerçevede programların revize edilmesi, finansman sağlanması ve öğretmen eğitimi programları desteklenmektedir.

Avustralya'da ise, öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerinin azalması sebebiyle, öğrenci ve öğretmenleri STEM alanlarına yönlendirmek amacıyla birçok rapor yayınlanmış ve çalışmalar yapılmıştır (Aydeniz & Bilican, 2017). Görüldüğü gibi dünyada birçok ülkede STEM eğitime büyük önem verilmekte ve STEM'in eğitim politikalarına yansımaları görülmektedir.

Türkiye'de STEM.

Türkiye'de STEM eğitime yönelik çeşitli uygulamaların özellikle son zamanlarda arttığı görülmektedir.

İstanbul Aydın Üniversitesi, Dünyada ve Türkiye'de STEM eğitimi ile ilgili; TÜSİAD, STEM alanlarındaki istihdam gereksinimi ile ilgili rapor yayınlamıştır.

Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2017 yılında yayınladığı STEM Eğitimi Raporu.

Ülkemizde, "2015-2019 Stratejik Planı'nda STEM'in güçlendirilmesine yönelik hedefler yer almaktadır" (MEB, 2017).

Fen Bilimleri Öğretim Programının güncellenmesi.

2016 yılında resmi gazetede yayımlanan Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi'nde de problem çözme, eleştirel düşünme, üretkenlik ve girişimcilik gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine odaklanılmıştır.

Kayseri' de MEB il müdürlüğü tarafından 2013 tarihinden bu yana STEM merkezi kurulmuştur.

Yıldız Teknik Üniversitesi bünyesinde STEM laboratuvarı kurulmuştur (Prof Dr Mustafa Sami Topçu önderliğinde).

Muş Alparslan Üniversitesi bünyesinde STEM laboratuvarı kurulmuştur. (Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN önderliğinde).

ODTÜ bünyesinde de bir STEM merkezi kurulmuş, BİLTEM olarak adlandırılmıştır. İstanbul Aydın Üniversitesi'nde de STEM Merkezi kurulmuştur.

2016 yılında Bahçeşehir Üniversitesi bünyesinde STEM Merkezi kurulmuş ve geliştirilen eğitim programları, fen bilimleri ile matematik öğretmenlerine uygulanmaktadır.

İstanbul Aydın Üniversitesi'nde, "Dezavantajlı Öğrenciler ve Özellikle Kızlar için STEM" adlı proje ile dezavantajlı öğrencilerin, özellikle kızların STEM alanlarında eğitim alması ve bu alanlardaki mesleklere yönlendirilmesi hedeflenmiştir.

Prof. Dr. Aziz Sancar, kız çocuklarının STEM alanlarında eğitilmesi amacıyla, "GIRLS IN STEM" adlı bir proje gerçekleştirmiştir.

3D Yazıcılar

İnsanoğlunun en eski uğraşlarından biriside üretimdir. İlk başlarda, insanlar sadece kendi ihtiyaçları olan şeyleri kendileri üretmekte istiyorlardı. Fakat ihtiyaç çoğalınca başkaları içinde üretim yapılmaya başlandı. Böylece belirli ürünlerin yapımında insanlar uzmanlaştılar. Küçük atölyeler ve zanaatkarlık oluştu. Sanayi devrimi ile beraber bu uzmanlaşma yeni bir boyut kazanmıştı. Bu süreçte, üretim merkezileştikçe üretilen malların kalitesi ve çeşidi genel olarak artmaya başladı. Bunun yanında düşen fiyatlarla ürünler daha çok kişiye ulaşmış oldu. Üretim hacimleri arttıkça, üretim aktiviteleri tüketicilerden uzaklaştıkça ve üretilen ürünler standartlaştı, kişiye özel zevkleri ve

ihtiyaçları karşılama kapasitesi gitgide azalmaya başladı. Üç boyutlu yazıcıların kullanım amaçlarından en önemlisi maliyet olmasıdır (URL- 2).

Ü boyutlu yazıcıların kullanım alanları.

- ✓ Robot
- ✓ Hava-uzay
- ✓ Eğitimde
- ✓ Ayakkabı Tasarımında
- ✓ Aksesuar
- ✓ İnşaat mühendisliğinde
- ✓ Coğrafi bilgi sistemlerinde
- ✓ Mücevher
- ✓ Heykel
- ✓ Otomotiv sanayisinde
- ✓ Endüstriyel ve mimari tasarımlarda
- ✓ Yapı işlerinde
- ✓ Dişçilik ve tıp sektöründe
- ✓ Farklı alanlardaki bilimsel çalışmalarda
- ✓ İlerleyen zamanlarda yazıcıların evlerde kullanılmaya başlanması durumunda kullanım alanları daha da çok geliştirilebilir.

Bazı uçak parçaları, klasik otomobillerin piyasada zor bulunan yedek parçaları, Audiarabanın bir kısım otomobil parçaları 3D yazıcılarla üretilmeye başlandığı görülmektedir. En dikkat çeken örnek iseAmerikalı bir araştırmacının geçen yıl bir hastadan aldığı doku örnekleri işleyip altı saat içinde 3D yazıcıdan böbrek çıkarmayı başarmasıdır. Belçika'da yapılan araştırmaya göre, iki ayrı hastaya 3D yazıcıda retilenene ve yüz takılmıştır. Amerikada bir göz ameliyatında da hastanın göz merceği ameliyat sırasında başarılı bir şekilde çizilmiştir (URL- 1).

Ü boyutlu yazıcılarn çalışma prensibi.

Üç boyutlu yazıcıların çalışma prensibini anlamak için aşağıda belirtilen başlıkları bilmelidir.

Modelleme: retecek rnnbilgisayar ortamında üç boyutlu olarak tasarım yapılmasına denir. Yapılan modeli ise genellikle STL dosya formatına çevrilerek yapılır.

3D Baskı: 3D baskı için gönderdiğimiz model, baskı işleminde nesne katmanlar halinde üst üste serilerek yapılmaktadır.

Yüzey iyileştirme: Baskı alınan nesnelere son olarak bir yüzey temizleme, iyileştirme, geliştirme ve son ölçüye getirme işlemi uygulanabilmektedir.

Eğitimde 3D yazıcı teknolojisi kullanımı.

Eğitim başlığı 3D yazıcıları için stratejik bir önemi vardır. İnteraktif olarak geçen, teknik ve mekanik derslerdeki hayal gücü ve üretkenliğin artırılmasında önemli bir araç haline gelmiştir. 3D teknolojinin eğitim ve öğretim ortamında etkin bir şekilde kullanılmasıyla çok çeşitli alanlarda çeşitli deneyimler kazanabilmektedir. İlköğretim seviyesinden, üniversite seviyesine kadar, okullar kullanılmaya başlanılan 3D yazıcılar, öğrencilere çeşitli öğrenme fırsatları sunan, öğrencilerin hayal gücünü ve kendilerine olan güvenini arttıran bir teknoloji haline almıştır. 3D teknolojisi, öğrencileri mantık kullanarak sorunların tesbiti ve çözümü konusunda fiziksel nesnelere meydana getirme yetkisine sahip olmaktadır. Etkileşimli mekanik ve teknik dersler oluşturmak için bazı okullarda 3D teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. Öğrencilerimize ilham vererek, öğrenmeyi daha zevkli ve eğlenceli hale getirmektedir. Matematik eğitimi mimarlık eğitimi, bilim ve mühendislik eğitimi, biyoloji eğitimi, sanat eğitimi, jeoloji eğitimi, kimya eğitimi, tarih eğitimi gibi alanlarda 3D yazıcı teknolojilerinin kullanımı görülmektedir. 3D yazıcıdan ürün almak, bir üretim yöntemi olarak kullanmak, öğrencilerin daha somut düşünmesini yani bir fikri kavramından fiziksel bir nesneye nispeten kolaylıkla geçmelerini sağlamaktadır. Elle tutulur fiziksel bir nesneyi sorgulamak, öğrencilerin tasarımlardaki yaptıkları hataları tespit etmelerini kolaylaştırmaktadır. Bu öğrencilerin yaratıcılığını ortaya koyar ve pratik bir biçimde problem çözme becerilerini kazanmalarını sağlar; yapılan çizimlerden ürün elde etme yeteneği olmadan, öğrencilerin tasarımlarındaki zayıflıkları tespit etmeleri ve bunları geliştirmeleri çok daha zor olabilir. (Kökhan & Özcan, 2018).

Eğitime 3 boyutlu yazıcıların entegre edilmesinin faydaları.

Öğrencilerin sadece gelecekteki kariyerlerini hazırlamak ve onları değerli becerilerle donatmak yeterli olmamaktadır. Üç boyutlu yazıcılarla devrimsel bir algı ortamı oluşturarak öğrencilerin nesnelere mesajları daha net almalarını sağlanmalıdır.

✓ Öğrencilerin, ilgi odakları yakalanmalıdır;

Öğretmen adayları, birçok sıkıcı metin arasında dikkatleri dağıldığında, verilmek istenen mesajı üç boyutlu olarak verilebilmelidir.

✓ Ders esnasında etkileşimi canlandırmalıdır;

Üç boyutlu yazıcıları kullanarak sınıflarda etkileşimli bir öğrenme ortamı sağlanmalıdır. Bir matematik problemindeki nesnelere, bir insan iskeletinin bölümleri hayata geçirilmelidir.

- ✓ Ders zamanı ve ortamı daha keyifli ve etkili hale getirilebilmelidir.
- ✓ Elle tutulan eğitim araçları oluşturmada yani bilgileri somutlaştırma imkanı sağlamalıdır;

Anlaşılması zor ve öğrencilerin gözlerinde canlandıramadığı konuları tahtada anlatmak yerine üçüncü bir boyutun zenginliği kullanılarak öğrencilere sadece görsel değil hissel kavrama imkanı verilebilmelidir (Güleryüzvd., 2019).

3D Builder programı

3D Builder, Windows 10 işletim sisteminde yer alan programdır. 3D yazıcılar için tasarım ve geliştirme programıdır. Bu program yaptığımız 3D modelleme yapmaya ve onların çıktılarını almayı sağlamaktadır. Tasarım yaparken elinizde bazı şekiller yer almaktadır. Bu şekilleri kullanarak istediğiniz tasarımı oluşturabilmektedir. Daha sonra da bunları 3D yazıcı makinasında çıktı olarak alınmaktadır.

3D Builder'a model yüklemenin iki farklı yol bulunmaktadır. Birincisi hazır olan 3D modelinizi yükleyebiliyorsunuz. Kabul edilen dosya formatları ise;

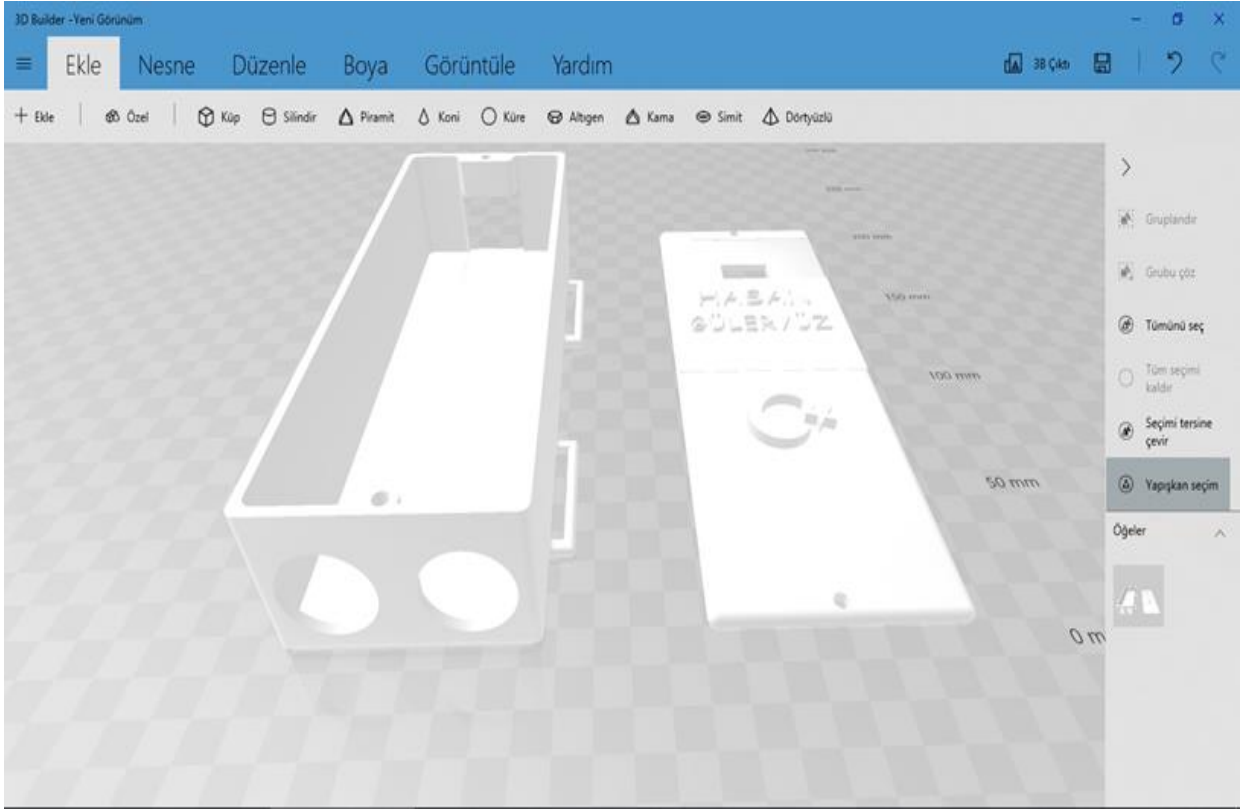
- ✓ STL(yükle ve kaydet)
- ✓ 3MF (yükle ve kaydet)
- ✓ VRML (yükle)
- ✓ OBJ (yükle)
- ✓ PLY(yükle ve kaydet)

İkincisi yaptığımız kendi modelinizi yüklemenin yanında, 3D Builder'ın mevcut kütüphanesinde var olan modeli seçip baskıya hazır hale getirebilmektedir.

Özellikler.

- ✓ Windows 10 ve 3DBuilder
- ✓ 3D Builder, 3B içerikleri yazdırılabilir hâle getirmeniz için gereken her şeyi sunar.
- ✓ Nesnelere düzelterek ve basitleştirerek temizler.
- ✓ Kendinizi renkli olarak taramak için 3D Scan uygulamasını kullanır.
- ✓ Nesnelere yazdırabilmek için otomatik olarak onarır.
- ✓ Web kameranızla resimler çekin ve bunları 3B hâle getirin ya da BMP, JPG, PNG ve TGA dosyaları kullanır.
- ✓ Basit şekillerle oluşturmak için sürükleyip bırakın.

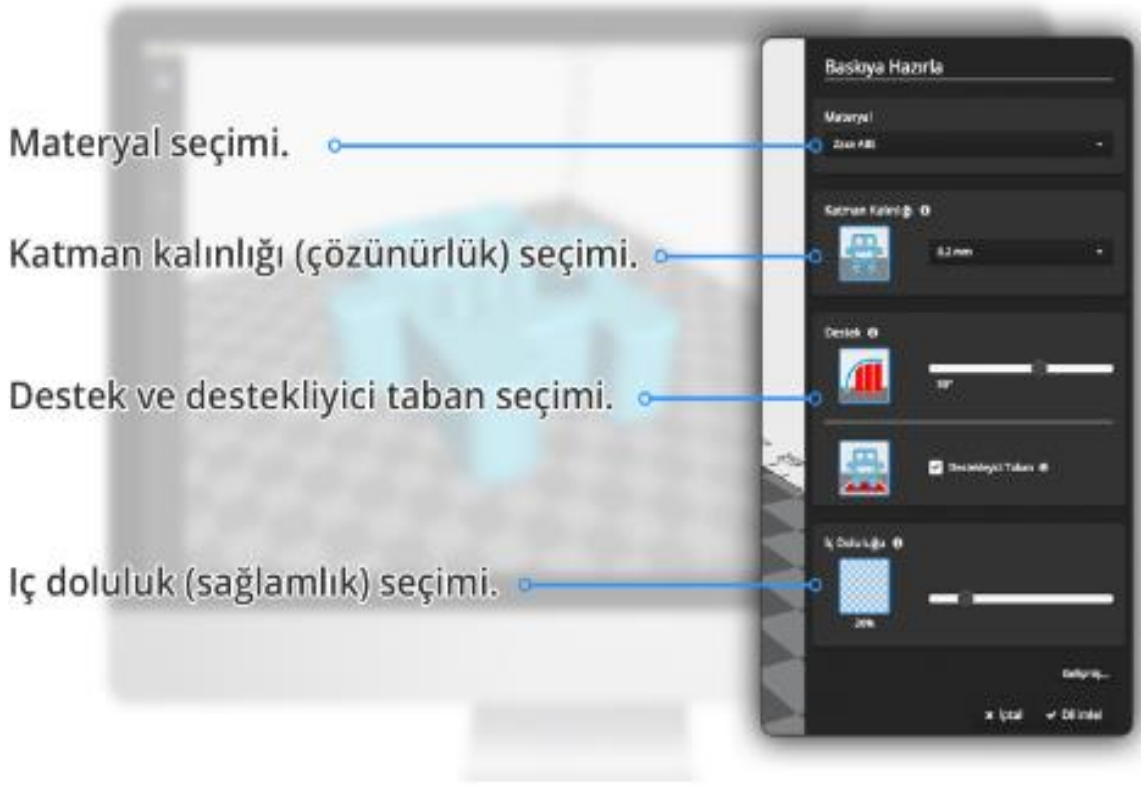
- ✓ Kupa veya büst oluşturmak için nesnelere bir temel ekler.
- ✓ Nesneleri birleştirir, kesiştirir veya bir nesneyi diğerinden çıkarır ya da nesneleri dilimleyerek parçalara ayırır.
- ✓ Herhangi bir nesneyi metin veya resimlerle kabartır.
- ✓ 3B nesnelere resimlerini kâğıda yazdırır.
- ✓ STL, 3MF, OBJ, veya PLY dosyası olarak kaydeder.



Şekil 3.3D Builder programı.

Zaxe PLA (Desktop) dilimleme programı

Zaxe PLA dilimleme programı aracılığı ile tasarımları baskıya hazırlayıp, gerekli olan dilimlemeleri yapmaktır. Hazırlanan tasarımlar 3D yazıcı ile çıktısı alınır. Öğrenilmesi ve kullanımı kolay bir programdır. Tasarımlarınızın boyutunu ve iç doluluk ayarlarını yapar.



Şekil 4. Zaxe (Desktop) PLA dilimleme programı.

Robotik Kodlama

Kodlama, bilişim teknolojileri sayesinde bireylerin birbiriyle iletişim kurması için kullanılan bir programlama dilidir. Bilgisayarlara, verilen adım adım talimatları takip etmenin ve onların ne yapmaları gerektiğini eksiksiz bir şekilde söylenmesidir. Verilen, istenen ve çözüm aşamalarından oluşan temel kodlama mantığı giderek günlük hayatın önemli bir parçası haline geldiği görülmektedir (Güleryüz vd., 2020). Programlama dilini öğrenmek, insana problem çözebilme, sistematik düşünme, yaratıcı düşünebilme, olaylar arasındaki ilişkileri görebilme gibi beceriler kazandırmaktadır. Öğrencilere küçük yaşlardan itibaren bu becerileri kazandırılması gerekmektedir (Cameron, 2005).

Öğrencilerimizin, 21. yy becerileriyle donatılması oldukça önemlidir. STEM uygulamaları kapsamında robotik ve kodlama eğitimi ve bilimi bu becerilerin gelişmesinde ve geleceğin inşasında önemli olduğu vurgulanmaktadır. Robotik eğitimi olarak robot yapmayı öğrenen öğrencilerin üretkenlikleri, öz saygıları, kendine güvenleri, problem çözme, bilimsel süreç, işbirliği becerileri ve iletişim becerileri yani 21. yy. becerileri geliştiği görülmektedir. Çevresindeki problemler için kendi çözümlerini üretebilen, kodlama bilen ve algoritma kendi ürünlerini ortaya çıkarabilen bireyler olarak yetişmektedir. Bu alanda yapılan tüm çalışmalarda

görülyor ki; robotik teknolojinin Fen ve Teknoloji eğitimi ve laboratuvar uygulamalarında özellikle bilimsel süreç becerilerinde karşımıza çıkmaktadır (Koç & Büyük, 2013).

Robotik ve robotik kodlama nedir.

Robotik; yazılım, bilgisayar, kontrol birimleri ve makinayla beraber uzay bilimlerini de içine alan ortak bir çalışma alanı olarak ifade edilmektedir. Birçok mühendislik disiplinin bir araya gelmesi ile beraber meydana gelmiştir. Çünkü robotik alanında mekanizmaların tasarlanması, belli koşullara göre çalışabilmesi, dijital ortamda kontrollerinin sağlanması ve elektronik donanımların eklenmesi için birçok mühendislik dalının bir arada beraber çalışmasının gerekliliği belirtilmektedir.

Robotlar; eklenen sensörler ile çevresini algılamasını sağlayan, aldığı bu girdileri yorumlayarak sonuçlar üreten ve bu sonuçları çıktı olarak verebilen aygıtlara denir. Günümüzdeki birçok iş ve işlemler robotların doğru bir şekilde tasarlanması ve kodlanması sayesinde gerçekleşmektedir. Çünkü insanlarda sahip olduğu duyu organları ile çevresindeki bilgileri alıp, beyin sayesinde bunları işlenmesi ve sonrasında organları kullanarak sonuçlarını dışarıya aktarmasıdır. Geleceğin teknolojisi olarak görülmesinden kaynaklı olarak hembüyük kurumsal firmalar hem de devletler tarafından bu alana birçok destekler sağlanmaktadır. Ülkemizde de bu alanda birçok okulda robotik ve kodlama eğitimi vermeye başlandığı görülmektedir. STEM adındaki eğitim programları da ülkemizde önemi artarak yaygınlaşmaya başlandığı görülmektedir. STEM uygulamaları bu alanlardaki eğitim programlarını içermektedir. Bu eğitim programları sayesinde öğrenciler, analitik düşünme yeteneklerini geliştirirken bu alanlara da daha çok ilgi duymaya başladığı dikkatlerden kaçmamaktadır.

Robotik kodlama eğitimi ve geleceği.

Robotik kodlamanın, okullarda öğrencilere yönelik eğitim olarak da vermeye başlandığı ve geleceğin teknolojilerinin üretilmesini sağlayacak olan bir alan olduğu belirtilmektedir. Öğrencilerin robotik kodlamayla tanışmasıyla beraber robotik alanda daaktif olmaları sağlandığı görülmektedir. Robotlara yönelik kodlama yapılarak teknoloji üretilmesinin sağlanması, öğrencilerin erken yaşta zihinlerinin ve vizyonlarının bu yönde geliştirmektedir. Günümüzde teknoloji alanındaki yaşanan gelişmelerle, robot dünyasını da etkileyerek önemli adımlar atıldığı görülmektedir. Robotlara yönelik yapılan bu gelişmeler, robotiğin önemini ve robotları daha belirgin bir şekilde vurgulamaktadır. Kodlamayla beraber işlerin ve projelerin planlanması, öğrencilerin yeni fikirler üretmeye yönelik becerileri, takım olarak çalışabilme becerileri ve problem çözme becerilericiddi anlamda

geliştiği görülmektedir. Bu becerilerin gelişmesiyle öğrencilerin zihinleri, kodlamaya daha tanıdık gelmektedir.

Robotik eğitimi, öğrencilerin mekanik düzeneklerin çalışma prensiplerini öğrenmelerine ve motor kabiliyetlerinin gelişmesine yardımcı olduğu görülmektedir. Bu yeteneklerin daha eğlenceli ve etkili bir şekilde öğrenilmesi için birçok şirket tarafından robotik setler üretilip piyasaya sürülmektedir. Bu setlerle öğrenciler, eğlenceli bir şekilde vakit geçirerek yeteneklerini geliştirmektedirler.

Hazırlanan setlerin, programlanabilir olmaları nedeniyle öğrencilerin algoritma mantığını da kavramalarını sağlandığı görülmektedir. Algoritma, karşılaşılan bir problemin çözümü için gerekli olan adımları belirten bir terimdir. Bunu ğrenen ve geliştiren öğrencilere, hayatlarında karşılaştıkları her sorun için çözüm üretebilme becerisini elde ettiğini söyleyebiliriz. Günümüzdeki teknolojiler düşünüldüğünde hemen hemen hepsinde robotik ve yazılım kullanıldığı görülmektedir. Gelecekteki iş alanları bu yönde genişleyerek ve bu alanlarda kendini geliştirmiş kişilere daha çok ihtiyaç duyulacağını göstermektedir. Bunun yanında kişilerin bunun gibi teknolojileri kullanabilmeleri için kodlama mantığını bilmeleri kendisi ve kariyeri için faydası olduğunu bilmektedir (URL-3).

Her yaş grubuna uygun olarak verilen robotik kodlama eğitimi ülkemizde de günden güne önem kazanıyor;

Avrupa'da müfredatta giriyor.

Teknolojik aletleri kullanmakla sadece bir yere kadar kendimize veya işimize fayda sağlayabiliriz. Ancak onları ynlendirebilmeyi öğrenmekle geleceğimizi de olumlu bir yöne doğru yönlendirmiş oluruz. şu anda özellikle Avrupa'da bu anlamda eğitimlere giderek önem verilmektedir. Hatta robotik kodlama derslerine Avrupa'da müfredatta bile yer veriliyor.

Ülkemizde de önem kazanıyor.

Avrupa'da olduğu gibi ülkemizde de günden güne önem kazanan bu alanda eğitimler başladı. Peki ocuklar kodlama, robotik kodlama dilini nasıl ve ne zaman öğrenmeli? Avrupa'da ilkokul düzeyinde eğitimler veriliyor. Hatta bazı ülkelerde bu eğitimlerin en basit temelleri okul öncesi eğitimle birlikte de verilmesi için çalışmalar başlatıldı.

Hayatımızın her alanında.

Günümüz çocukları artık cep telefonları, bilgisayar, tablet gibi teknolojik aletlerle birlikte büyüyor. Teknolojik aletler yaşantımızın büyük bir bölümünü kaplamış durumda. İnsanların çoğu da işlerini bu cihazlar aracılığıyla sürdürüyor. Ancak hayatımızın neredeyse her alanında hükmeden bu cihazlara insanların da hükmetmesi gerekiyor. Bu da kodlama eğitiminden geçmektedir.

Herkes programlamayı öğrenmeli.

Apple kurucusu Steve Jobs'un, "Herkes bilgisayar programlamayı öğrenmelidir. Bu insana nasıl düşüneceğini öğretmektedir. Ben bilgisayar bilimini sosyal bilim olarak görüyorum" ve Apple'ın CEO'su Tim Cook'un, "Kodlama öğrenmek yabancı dil öğrenmekten çok daha önemlidir" sözleri de kodlama eğitiminin önemi de açıklayıcı bir şekilde anlatmaktadır.

Bazı okullarda eğitim başladı.

Ülkemizde de Milli Eğitim Bakanlığı, kodlama derslerinin müfredata girmesi için çalışmalarını yapıyor. Tabi bunun dışında bazı özel okullar çoktan bu dersleri öğrencilerine vermeye de başladı. Geleceğin en önemli işlerinden olan robotik kodlamada eğitim çeşitli ekipmanlar gerektirdiğinden pahalı oluyor. Bu yüzden de ülkemizde yeni yeni bu alana yatırım yapılmaya başlandı denilebilir.

İlkokul çağıyla birlikte eğitim.

Okul eğitimlerinin yanı sıra bu eğitimler kurslar aracılığıyla da alınabilir. Çocukların bu konudaki eğitimi ilkokul çağıyla birlikte başlayabilir. İster okulda ister özel bir kursta verilen robotik kodlama eğitimiyle çocuğun pedagojik eğitimine olumlu bir katkı sağlanır. Okul öncesi ve ilkokuldaki eğitimlerde çocuklar; söküp takılabilir parçalarla eğlenceli robotik çalışmaları gerçekleştirebilir.

İleride düzeyde eğitimler.

Ortaokul, lise öğrencilerine yönelik olarak amaca uygun hareketli robotların tasarlanması, engellere, ses, ışığa duyarlı olan robotların yapılması, mekanik tasarımları, motorların hareketlendirilmesi, Wireless ve Bluetooth kontrolü gibi eğitimler verilebilir. Eğitimlerle çocuklar; robotların nasıl programlandığına dair düşünme, bilgisayar bilimi, matematik, problem çözme becerisine olmaktadır (URL-4).

Dünyada ve Türkiye de robotik eğitim.

Dünyada, robotik kodlamanın eğitimde kullanımı hakkında yapılan çalışmalara bakıldığında, robot teknolojisine çok önem verildiği ve robotiğin eğitimde bir lokomotif unsur olarak görüldüğü tespit edilmiştir. Bu önemli alan hakkında birçok doktora ve yüksek lisans tezleri yapılmıştır.

Yapılan araştırmalarda Türkiye’de, robotiğin eğitimde kullanımının oldukça az olduğu görülmektedir. Robotiğin eğitimde kullanımı Türkiye’de daha çok özel okullarda düzenlenen kulüp faaliyetlerindenve yapılan projelerden oluşmaktadır. Robot teknolojisi uygulamaları henüz gelişmiş ve istenilen seviyede olmayıp, gerekli olan teknik donanımların ve eğitimsel alandaki bilgi eksikliğinden dolayı robotik uygulamalarının yeterince gerçekleştirilememesinin en büyük nedenlerindedir. Bunun yanında robotların tasarlanması ve yapımının çok masraflı olması da birçok problemleri beraberinde getirmektedir. Fakat yapılan robotlar sayesinde öğrencilerin elde edecekleri tecrübe ve deneyimler düşünüldüğünde bu yapılan robotların eşsizliği bir kez daha anlaşılacaktır (Yang vd., 2008).

Kodlama eğitimi öğretmen adaylarına ne kazandırır.

- ✓ Öğretmen adaylarının, neden – sonuç ilişkisi kurabilme, algoritma, matematik, yenilikçi düşünme, öngörü becerilerinin gelişmesini ve takım çalışması sağlamaktadır.
- ✓ Öğretmen adaylarının, kodlama ile kazandığı neden – sonuç ilişkisi kurabilme yetisi, onun hayatta daha doğru kararlar vermesini sağlamaktadır.
- ✓ Öğretmen adayların, kazandığı öngörüyle yaptığı seçimlerin hangi olasılıkları doğuracağını, hangilerinin ona gelecek defayda zarar getireceğini önceden planlayamı sağlamaktadır.
- ✓ Öğretmen adayları, riskleri önceden tahmin edip, önlem alabilecektir. Bu sebeple özellikle kariyer seçimlerinde büyük önem taşıyan bu beceriler onları öne taşıyamayı sağlamaktadır.
- ✓ Öğretmen adayların, bilgiyi nasıl kullanacağı ve bilgiye nasıl ulaşacağı öğrenip, hayal ettiği ürünleri kodlama sayesinde hayata geçirme imkanı sağlamaktadır.
- ✓ Öğretmen adayları, fikirlerini geliştirme, tasarlama ve sunma imkanı bulup, kazandığı özgüvenle geleceğe emin adımlarla yürümeyi sağlamaktadır.

Kazanımları.

- ✓ Hesaplamalı düşünme temelinde analitik düşünebilmek
- ✓ Karşılaşılan problemlere en kısa yoldan çözüme ulaşmak
- ✓ Problemlere ve olaylara farklı bakış açıları ile bakabilmek

- ✓ Gerçek bir programlama dilini öğrenmek
- ✓ Algoritma kurma ve kurulan algoritmayı kodlama
- ✓ Programlı ve değişkenleri dikkate alarak işlemler yapabilme
- ✓ Sistemli ve yaratıcı düşünebilme (Güleryüz *vd.*, 2020).

Robotik kodlamada amaç nedir.

STEM Uygulamaları Kapsamında;

- ✓ Robotik ve Kodlama eğitiminin geliştirdiği alanları olan 21.yüzyıl becerilerini tanıtm.
- ✓ Robotik ve Kodlama eğitimi ile ilgili kaynakları sağlama.
- ✓ Öğretmen adaylarına Robotik ve Kodlama eğitiminin temel kavramlarını anlatma.
- ✓ Öğretmen adaylarına Robotik ve Kodlama eğitimini uygulamalı olarak gösterme ve tanıtm.
- ✓ Robotik ve Kodlama eğitiminin dünyasındaki yerine dikkat çekme.
- ✓ Öğretmen adaylarını Robotik ve Kodlama eğitimi ile tanıştırma.
- ✓ Öğretmen adaylarında bilimsel süreç, problem çözme, üretkenlik, işbirliğive iletişim gibi becerileri geliştirme.

STEM uygulamaları ve robotik kodlama.

Öğrencilere, okul öncesinden başlayarak bütün yaş guruplarında okul içi ve okul dışı eğitimleri içerir. STEM çalışmalarını destekleyenler, mühendislik eğitiminin diğer alanlar beraber çalışarak yaygınlaşmasını sağlayarak, mühendislik eğitimine daha erken yaşlarda, hatta okul öncesinden başlanması gerektiğini düşünmektedirler. Buradaki amaç, bu alanlardaki eğitimlerin öğrencilere yönelik uygulamalı ve bütünleşik olarak verilmesi amaçlanmaktadır. Her yaş grubuna hitap eden STEM temelli robotik çalışmaların, öğrencilerin basit motorlu e mekanizma ve makinelerin daha kolay bir şekilde öğrenmelerini sağlanması, makaralar, manivela, dişli çarklar, akslar ve tekerlekler gibi basit makinelerin çalışma prensipleriyle kaldırma kuvveti, kuvvet, hız, denge, gibi fen konularını daha küçük yaşlardan itibaren, tasarlama, yaratıcı düşünme, analitik düşünme, problem çözme becerileriyle bütünleştrimesidir. Mühendislik çalışmalarının temelini oluşturduğu bu çalışmalar, çocukların duygusal ve bilişsel olarak bütün gelişimine de önemli katkılar sağlamaktadır.

Robotik Eğitim Akademisi, öğrencilerin küçük yaşlarda sahip olduğu keşfetme ve merak duygusunu bilişsel beceriler kazanmasına yönelik oyun temelinde birleştirerek sunduğu robotik ve kodlama atölye çalışmaları ile çocukların matematiksel ve bilimsel algılarının oluşmasını sağlamaktadır. Öğrencilerin bilimsel çalışmalarda farklı boyutlarda düşünmenin de temellerini atmasını sağlamaktadır. Farklı boyutlarda düşünebilen öğrencilerin yetişmesi demek dünyaya,

topluma ve milletine yararlı nitelikli, karşılaştığı problemlere karşı farklı yollardan çözebilen veya çözüm üretebilen öğrencilerin yetişmesi anlamına gelmektedir. Bu da büyük bir kazançtır. Okul öncesinden başlayarak bu şekilde destek eğitimleri alan öğrencilerimizin elbette okul hayatında kendi öğrenim hayatlarında her zaman bir adım önde olacaklardır.

STEM destekli robotik uygulamalar.

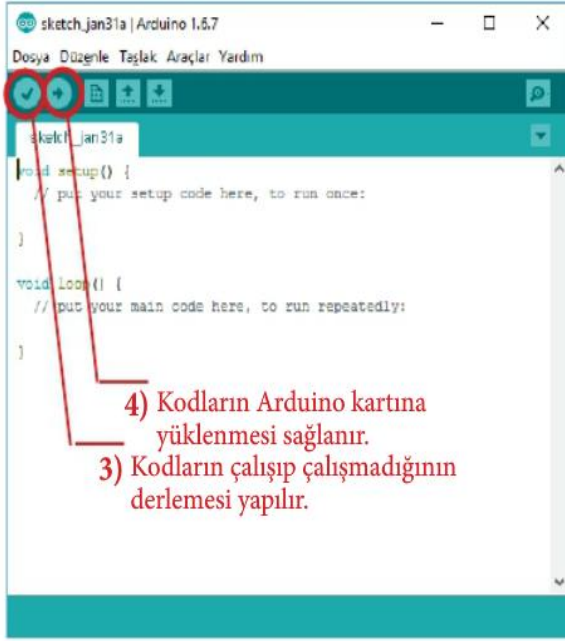
- ✓ Bilimsel çalışmaları heyecan verici ve elle tutulur bir araca dönüştürür. Bilimi soyut bir kavram olmaktan kurtarır.
- ✓ Bilime karşı merak etmeyi, soru sormayı ve özgüven kazandırır.
- ✓ Bilimi gerçek hayatta karşılaşılaacak problemlere karşı çözüm üretmeyi sağlar.
- ✓ Yazılım, teknoloji ve mühendislik ile alakalı deneyim ve keşifler yapmayı sağlayarak, bilimden heyecan duymalarını sağlar (Güleryüz *vd.*, 2020).

Arduino programı.

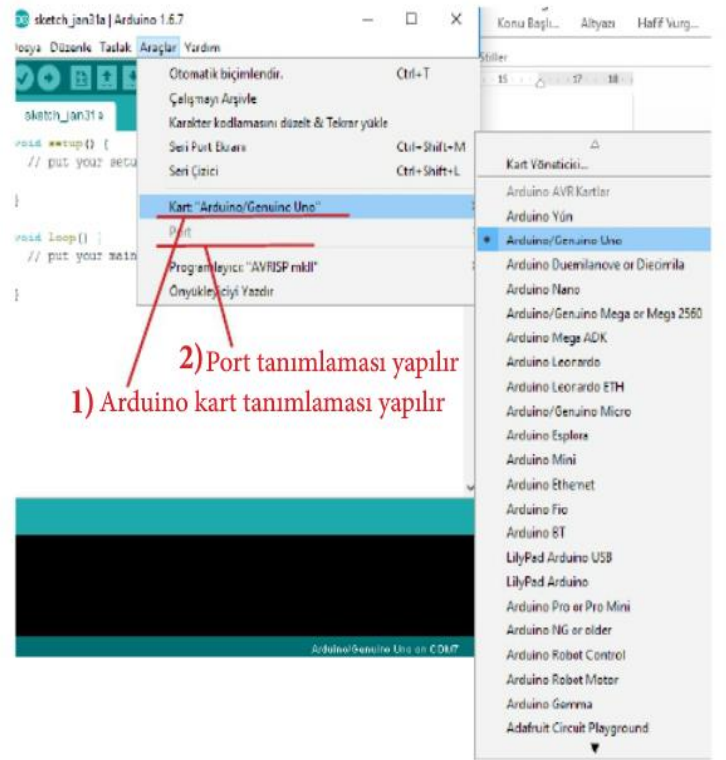
Arduino programı çevreyle iletişimi ve etkileşim sağlayan bir mikrodenetleyicidir. Arduino programının diğer mikro denetleyicilere göre en büyük avantajı açık kaynak kullanmasıdır. Yani yazılımlarında ticari amaç gütmeyen ve kullanıcılar kendi yazılımlarını çevrimiçi ortamlarda paylaşarak diğer kullanıcıların hızlı bir şekilde ücretsiz olarak elde edilebilir. Basit bir mikro denetleyici devresine sahiptir. Arduino ile gerçekleştirilen projeler hem bilgisayar ile bağlantı kurularak çalıştırılabilir hem de güç kaynağı veya pile bağlı şekilde çalışabilir (Koçak & Kırbaş, 2016).

Arduino IDE' nin kurulumu ve bilgisayara tanıtımı.

Arduino IDE programı bilgisayara kurulumu tamamlandıktan sonra Arduino arayüz programı çıkar. Şekilde gösterildiği gibi ayarlar yapılır.



- 4) Kodların Arduino kartına yüklenmesi sağlanır.
- 3) Kodların çalışıp çalışmadığının derlemesi yapılır.



- 2) Port tanımlaması yapılır
- 1) Arduino kart tanımlaması yapılır

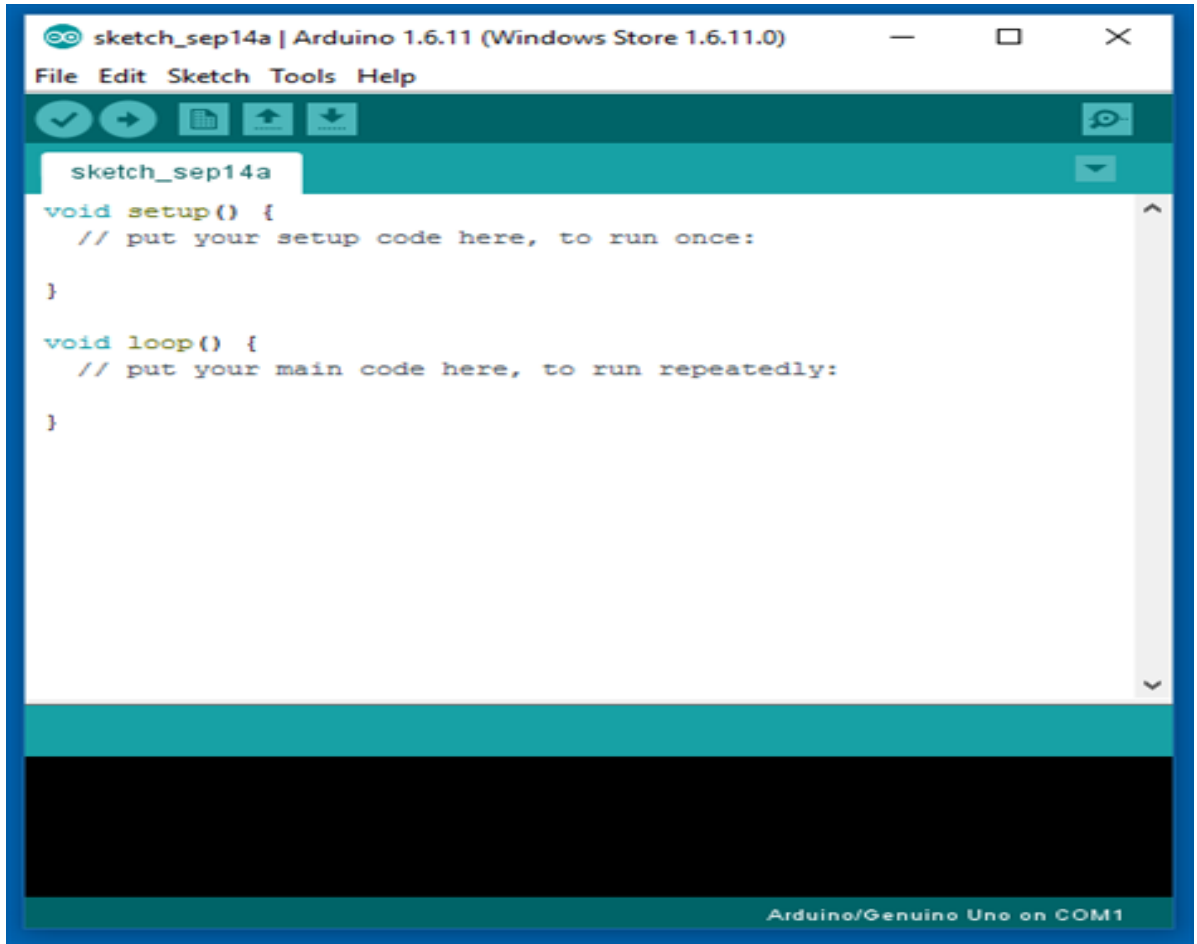
Şekil 5. Arduino İde programının tanıtımı.

- ✓ Araçlar>Kart>Arduino Uno (kart seçimi yapılır)
- ✓ Araçlar>Port (Arduino Uno'nun bağlı olduğu port seçimi yapılır)
- ✓ Arduino Uno, bilgisayara tanıtılır ve programı karta yüklemek için **Yükle** butonuna basılır
- ✓ Proje çalışmaya hazır durumdadır.

Arduino IDE programı kurulduktan sonra Arduino ara yüz programı açılacaktır. Araçlar menüsünde kartın tanıtımı yapılmalıdır. Yaptığımız bütün uygulamalarda ARDUINO UNO kartını kullandığımız, menüde onu seçiyoruz. Yine araçlar menüsünde Port bölümünde kartımızın ismini seçiyoruz. (örneğin COM1; COM2...).

Arduino IDE ara yüz.

Arduino IDE program kurulduktan sonra ilk açışta bu ekran ile bizi karşıyor bu ekranda iki kısım dikkatimizi çekiyor. Void Setup ve Void Loop. Bunları açıklayacak olursak:



Şekil 6.Arduino arayüz programı.

Void setup. () {

Setup kurulum demektir. Yani yazılımımızda 1 defa ya mahsus olarak kullanacağımız komponentlerin kurulumunu yapmak anlamına gelir.}

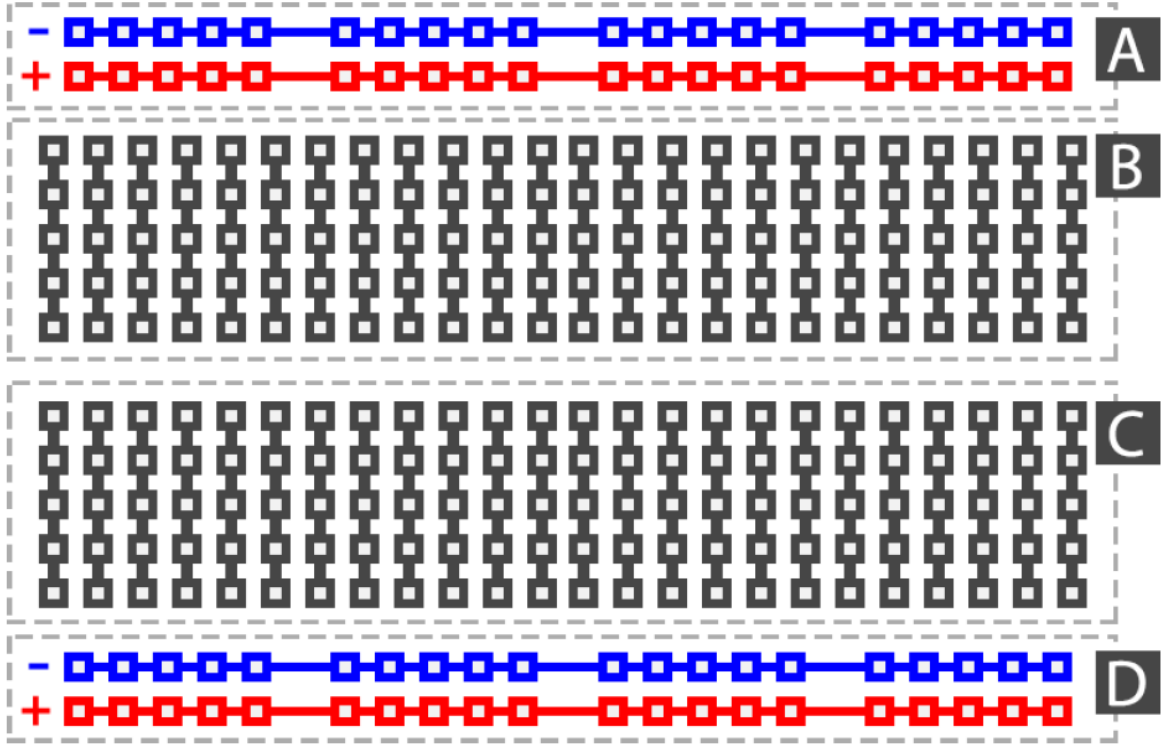
Void loop. () {

Loop döngü demektir. Yani yazılımımızda tüm işlemleri bu kısımda yaparız ve oda bu işlemleri sonsuz bir döngüye sokar. }

Birde bizim kendi oluşturduğumuz kısım var oda void set up' un üst kısmında değişken tanımlama kısmıdır. Fark ettiyseniz void setup ve void loop açıklamalarının başına ve sonuna süslü parantez koydum buda ne demek süslü parantez içerisine yazılan kodlar aktif durumdadır.

Breadboard.

Arduino programıyla projeler yaparken en çok ihtiyaç duyulan malzemelerin başında breadboard gelmektedir. Breadboard bize lehim yapmadan devremizin protatibini kurup çalışması gözlemlemek için bir deney tahtasıdır.



Şekil 7. Breadboardın yapısı.

İçerisindeki metallere sayesinde bizim için bir çoğaltıcı oluşturur. A ve D kısmına dikey olarak bağlantı yapılırken B ve C kısmına bağlantılar yatay olarak yapılır.

Temel arduino fonksiyonları.

Kütüphane ekleme.

Arduino IDE programını kurduğunuzda birçok kütüphanenin otomatik olarak kurulduğunu görürsünüz. Ama bazı modüllerin kütüphanelerini kendiniz kurmanız gerekmektedir. İnternet tarayıcısından indirdiğiniz kütüphanenizi arduino nun kurulu olduğu dizide “libraries” klasörüne girerek oraya taşımanız gerekmektedir.

PinMode.

Arduino Uno kartı üzerinde bulunan pinleri girişveyaçıkış olarak tanımlanmaktadır. Dışarıya ses, görüntü, ışık vs. veriyor ise Çıkış (OUTPUT) buton veya potansiyometre gibi ise Giriş (INPUT) dur.

DigitalWrite.

Arduino kartında çıkış pinlerden enerjiyi kesmek için veya enerji vermek için kullanılır.

Örneğin:

```
digitalWrite(7, HIGH);
```

Arduinoni kartında daha önce çıkış olarak belirtilmiş 7 numaralı pinden enerji çıkışı sağlanmaktadır. Enerji çıkışı durdurmak için,

```
digitalWrite(7, LOW);
```

Delay.

Delay İngilizcede “bekleme “ anlamındadır. Yani 2 kod satırı arasında bir gecikme gerekiyor ise delay kullanırız.

Örneğin;

```
digitalWrite(led, HIGH);
```

```
delay(500);
```

```
digitalWrite(led, LOW);
```

Serial.begin().

Seri ekranı başlatma komutudur. Parantez içine iletişim hızı (baudrate) değeri yazılır.

Örneğin ;

```
Serial.begin(9600);
```

Kontrol yapıları.

if / else.

Arduino programlamada temel karar komutudur. “if” ‘ten sonra verilen koşul doğru ise bu if bloğundaki işlemler yapılır, eğer verilen koşul yanlış ise “else” bloğundaki işlemler yapılır.

Örneğin;

```
if(butonDurum==HIGH){
```

```
digitalWrite(ledPin, LOW);
```

```
}
```

```
else{
```

```
digitalWrite(ledPin, HIGH); }
```


Fritzing programı.

Fritzing programı, Arduino ve diğer elektronik tabanlı projelerde prototipten üretime geçerken çıkabilecek fiziksel sorunları en aza indirmeyi ve üretim maliyetlerini azaltmayı hedefleyen açık kaynak kodlu bir devre tasarım programıdır. Windows, Linux, Mac OS X işletim sistemlerinde çalışabilen programdır.

Programın arayüzü, kullanışlı ve basit bir panelle oldukça kolaylık sağlamaktadır. Diğer elektronik programlarda olduğu gibi sürükle-bırak mantığıyla parçaları birbirine rahatlıkla bağlanmaktadır. Eğer herhangi bir yanlışlık durumunda yani hatalı bir bağlantı yapmanız durumunda program sizi renklerle uyarı vermektedir.

Fritzing programının alt başlıkları.

Fritzing programının alt başlıkları aşağıda kısaca belirtilmiştir.

Home.

Bu bölümde Fritzing bloğunun anasayfa kısmıdır.

Breadboard.

Bu bölümde karşımıza bir breadbord çıkmaktadır. Breadboardta devre elemanlarını yerleştirerek devreyi kurmamızı sağlamaktadır.

Şematik.

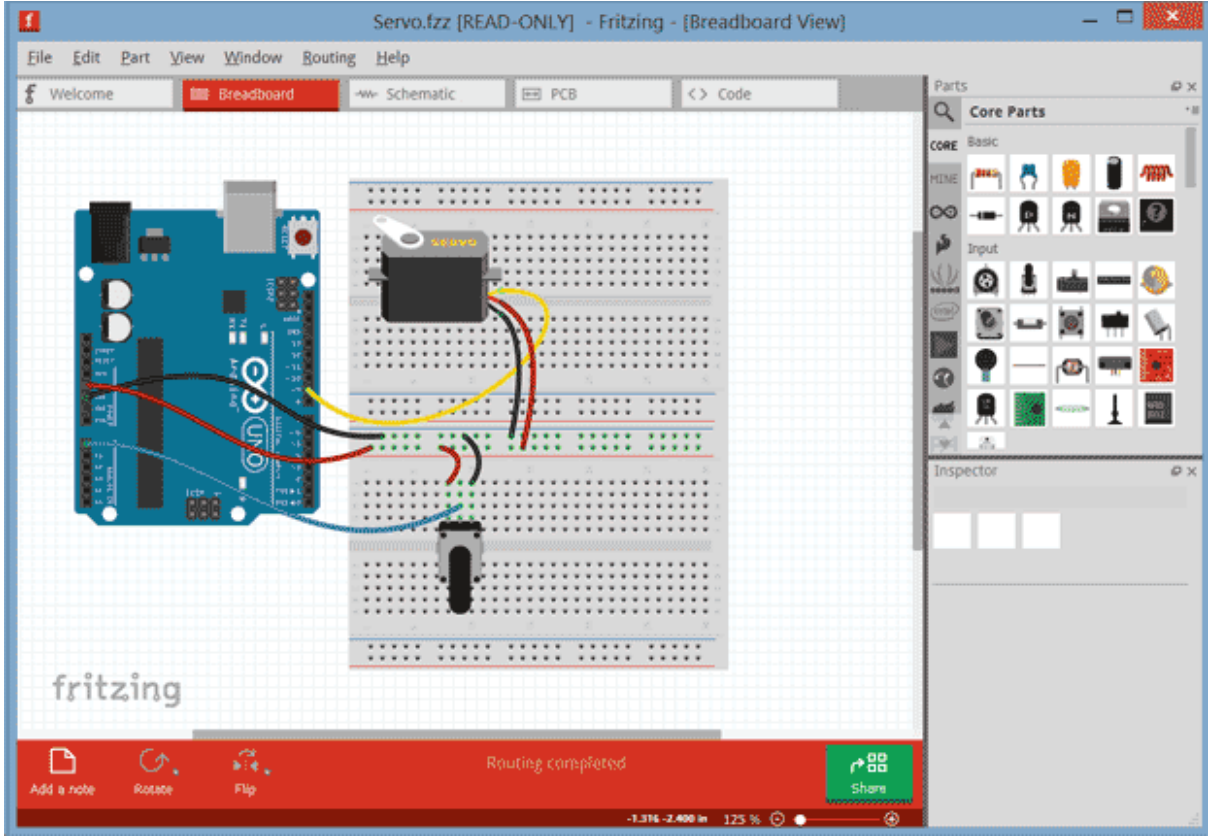
Bu bölümde diğer çizim programları gibi boş bir sayfaya devre elemanlarını geliştirme kartlarını yerleştirerek istediğimiz devreyi kurmamızı sağlamaktadır.

Baskı Devre.

Bu bölümde ise şema olarak hazırladığımız devremizi elemanlarımızın baskı devre modelleriyle kurulmuş halini göstermektedir.

Kod.

Bu kısım geliştirme kartları için kullanılan ara yüzdür. Şimdilik arduino kullanılabilir. Arduino IDE ile aynı işlevi görmektedir.



Şekil 8. Fritzing programı.

Fritzing, kullanımı kolay ve oldukça basit olan bir uygulamadır. Kısa zaman içerisinde kendini daha da geliştirerek daha büyük bir kütüphaneye bu aşanda liderliğe yaklaşıacaktır (URL-6).

STEM Eğitimi İlgili Yapılan Çalışmalar

STEM eğitimi alanında yurt içinde ve yurt dışında çalışmalar bu bölümde belirtilmiştir.

Yurt içinde yapılan çalışmalar.

Gülyüz *vd.* (2020)' de STEM uygulamaları kapsamında öğretmen adayların kodlama eğitimi hakkında görüşleri ile ilgili araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada nitel araştırma yönteminde içerik analizi yapılmıştır. Öğretmen adaylarından kodlama eğitimi hakkında yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu sayesinde olumlu dönütler almıştır. Sonuç olarak, Öğretmen adayların 21. yy becerilerine sahip olması ve dijital çağa ayak uydurmasının gerekliliğini dile getirmişlerdir. STEM eğitimikapsamında, fen bilimleri ve kodlamanın bütünleştirilmesi ile anlaşılması zor olan soyut bazı fen kavramlarının somutlaştırılarak, öğrenmenin kalıcı ve daha anlamlı olmasının sağlanabileceği düşünülmektedir.

Bircan, (2019)'da STEM eğitimi etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, matematik başarısına ve 21. yy öğrenme becerilerine etkisini araştırmıştır. Karma araştırma yöntemini kullanmıştır. Sonuç olarak, öğretmenlerin STEM eğitimi sayesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik'e olan tutumlarının arttığı ve derslerin eğlenceli geçtiğini söylemiştir.

Gülyüz *vd.* (2019)' da STEM uygulamaları kapsamında öğretmen adayların 3D yazıcı kullanımı hakkında görüşleri ile ilgili araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinde içerik analizi yapılmıştır. Öğretmen adaylarından 3D yazıcı kullanımı hakkında yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu sayesinde olumlu dönütler almıştır. Sonuç olarak, STEM uygulamaları kapsamında, 3D yazıcıların yeni öğrenme materyalleri oluşturulmasında öğretmenlere katkı sağlayacağı gibi öğrencilerin kendi modellerini oluşturmaları ve böylece teknolojiyi etkili kullanma becerilerinin gelişimine de katkı sağlayacaktır.

Gülhan & Şahin (2018)' de STEAM yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışmada karma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada 5 hafta süresince deney grubunda "Işığın Soğrulması" ve "Aynalarda Yansıma" ünitesine yönelik, 5E modeli kullanılarak araştırmacılar tarafından geliştirilen STEAM etkinlikleri uygulanmıştır. Kontrol grubunda dersler 2013 yılında fen bilimleri öğretimprogramına göre işlenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak; bilimsel yaratıcılık rubriği, STEAM tutum ve akademik başarı testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda STEAM eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları, STEAM tutumları ve bilimsel yaratıcılıkları üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Çevik, (2018)'de proje tabanlı STEM eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve mesleki ilgilerine etkisini tespit edebilmek amacı ile bir çalışma yapmıştır. Deneme öncesi modellerden, tek grup ön test-son test desenini kullanmıştır. Sonuç olarak derste uygulanan STEM-PJT eğitiminin öğrencilerdemesleki ilgiyi olumlu yönde etkilediği ve akademik başarıyı anlamlı düzeyde artırdığı belirtilmiştir.

Acar vd. (2018)'de STEM eğitiminin 4.sınıf öğrencilerinin fen ve matematik başarısına etkisi ve öğrencilerin STEM eğitime yönelik görüşlerini belirlemeye bir çalışma yapmıştır. Karma araştırma yöntemi kullanmıştır. Nicel, ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen; nitelde ise odak grup görüşmesi yöntemi kullanmıştır. Sonuç olarak, STEM eğitiminin fen ve matematik başarısını etkilediğini, öğrencilerin eğitim hakkında olumlu görüşlere sahip oldukları, gelecekteki kariyerleri için STEM alanlarını seçmeyi düşünebilecekleri kanaatine varmıştır.

Alıcı, (2018)' de Probleme dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarına, kariyer algılarına ve meslek ilgilerine etkisi incelemeye ve uygulamalar hakkında öğrencilerin görüşlerini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışmada karma yöntem kullanılmıştır. Nicel, ön test-son test deneyseldesen, nitelde ise içerik analizi yapılmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin STEM disiplinlerine karşı tutumlarının, STEM alanları meslek ilgilerinin ve STEM kariyer algılarının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığını bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrenciler, probleme dayalı STEM eğitiminin 21. yy. becerilerinin gelişiminde ve öğrenmelerinde etkili olduğunu, dersi eğlenceli hale getirdiğini, mühendislik mesleğine olan ilgilerini artırdığını ve gelecekteki kariyer seçimleri için yararlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Gazibeyoğlu, (2018)'de yedinci sınıf enerji ve kuvvet ünitesinin öğretiminde STEM uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada ön-test/son-test kontrol gruplu yarı deneysel model yer almaktadır. Sonuç olarak, STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla deneme modellerinden ön-test/son-test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılmıştır. Araştırma sonucunda STEM uygulamaları ile destekli derslerin işlendiği deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları ve fen bilimleri dersiyle ilgili tutumlarına olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Dedetürk, (2018)'de STEM yaklaşımıyla öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisini belirlemeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada karma metot ve yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Yarıdeneysel yöntemin “ön test-son test kontrol gruplu deseni” araştırmanın modelini oluşturmakta olup veri toplama araçları

hem deney grubuna hem kontrol grubuna araştırmanın başında ve sonunda uygulanmıştır. Araştırmanın nitel kısmında ise fenomenoloji deseni kullanılmıştır. Sonuç olarak, STEM yaklaşımlı etkinlik uygulamasının, öğrencilerin başarılarını artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu sonucuna varılmıştır.

Pekbay, (2017)'de STEM etkinliklerinin ortaokul ğrencilerinin günlük hayat ile ilişkili problem zme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisini; ortaokul ğrencilerinin STEM, STEM etkinlikleri ile ilgili ve uygulanan süreçle ilgili görüşleri incelenmesi amacıyla bir araştırma yürütülen araştırmada nicel ve nitel desenlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem desenlerinden i içe desen kullanılmıştır. Sonuç olarak, STEM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem zme becerilerinin geliştirdiği sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca ğrencilerin uygulama sürecinin ğrencilerin STEM'e yönelik görüşlerinde olumlu bir değişikliğe sebep olduğunu ve STEM'e yönelik ilgilerinde de olumlu yönde bir gelişim olduğu belirtmiştir.

Tutak vd. (2017)'de İşbirlikli STEM eğitimi uygulaması: Matematik ve kimya ğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının incelenmesi çalışması yapılmıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak, sınıf ğretmeni adaylarının tutum, bilgi, değer, sübjektif ölçüt ile davranış yönelimi boyutları ve algılanan davranış kontrolüne ilişkin olarak görüşlerinin genel olarak olumlu olduğu belirtilmiştir.

Duygu, (2018) tarafından simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen STEM eğitiminin sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen STEM eğitiminin ğrencilerin STEM farkındalık durumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini, STEM etkinlikleri ve bu etkinliklerde simülasyonların kullanımı hakkındaki görüşlerini belirlemeye yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada nitel ve nicel verilerin bir arada kullanıldığı karma araştırma deseni kullanılmıştır. Çalışmanın nicel verileri, ön test-son test şeklinde uygulanan "Bilimsel Süreç Beceri Testi" ve "STEM Farkındalık lği" aracılıyla toplanmıştır. Nitel boyutta ise öğrencilerin uygulamalar hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış "STEM Görüşme Formu" kullanılmıştır. Araştırma sonucunda STEM eğitiminin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde ve STEM farkındalık durumları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Buyruk & Korkmaz, (2014)' de ğretmen adaylarına STEM Farkındalık lği uygulamıştır. Öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerini ölçmeye çalışmıştır. Nicel araştırma yöntemini kullanmıştır. Sonuç olarak; STEM eğitimi, eğitim sistemimizde yer aldığında, doğru bir şekilde uygulanabilmesi, geçiş sürecinin sağlıklı atlatılması ve bu eğitim

anlayışının sistemimize tam anlamıyla yerleşmesi öğretmenlerin emekleriyle olacağını söylemiştir.

Baran *vd.* (2015)'de STEM spotu geliştirme etkinliği çalışmalarında altıncı sınıf öğrencilerine bir STEM spotu tasarlamışlardır. Karma bir araştırma yöntemi kullanılmıştır. Projeye katılan 6. sınıf öğrencileri tarafından gerçekleştirilen STEM spotu etkinliği hakkında bilgi verilmiş ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşleri belirlenmiştir. Uygulama sürecinde öğrencilerden kendilerine verilen senaryoya göre mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak televizyon kanallarında gösterilecek bir STEM spotu tasarımları istenmiştir. Sonuç olarak, STEM spotu etkinliği öğrencilerin teknoloji ve bilgisayar konularındaki bilgi ve becerilerini geliştirdiklerini tespit etmişler.

Şahin *vd.* (2014) STEM içerikli okul sonrası etkinliklerin özelliklerini incelemek amacı ile yaptıkları çalışmada, STEM ile alakalı okul sonrası etkinliklerin, 21. yy becerilerinin geliştirilmesine, işbirliğine dayalı ve bağımsız bilimsel araştırmalara yönelik katkı yapabileceği kanaatine varılmıştır. STEM ile alakalı yapılan birçok çalışmada, STEM ile alakalı okul sonrası etkinliklerin, bağımsız ve işbirliğine dayalı bilimsel araştırmalara yönelik ve 21. yy. becerilerinin geliştirilmesine katkı yapabilecek potansiyelde olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca, STEM odaklı okul sonrası etkinliklerin, öğrenmede öğrencilere nasıl destek olduğu değerlendirilmiştir.

Yurt dışında yapılan çalışmalar.

Wade-Shepherd, (2016)'da STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik alanındaki başarılarına etkisini belirlemeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Araştırmada STEM'in fen ve matematik başarısına olan etkisini belirleyebilmek için Tennessee eyaletinde uygulanan Tennessee Kapsamlı Değerlendirme Programı verileri analiz edilmiştir. Bu analizde STEM okuluna devam eden öğrenciler ile etmeyen öğrencilerin matematik ve fen testlerinden aldıkları puanlar karşılaştırılmıştır. Araştırmada elde edilen verilerin analizi sonucu STEM eğitimi ile matematik ve fen başarısı arasında anlamlı, güçlü ve pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Wan Husin *vd.* (2016)'da STEM eğitim programının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine etkisini belirlemeye yönelik bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada tekgrup ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmasonucunda, STEM eğitim programının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini olumlu yönde etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca 21.yüzyıl becerileri ayrı ayrı incelenmiş; yaratıcı düşünme, etkili iletişim ve manevi değer

açısından anlamlı bir artış olmamış; dijital çağ okuryazarlığı, yüksek üretkenlik açısından anlamlı bir artış gözlemlendiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Öner & Capraro, (2016)'da T-STEM sözleşmeli okullarının etkinliğini araştırmak amacıyla bu okullarda öğrenim gören öğrencilerin üç yıllık matematik başarıları incelenmiştir. Karşılaştırılabilir iki grubun oluşturulması için eğilim değerlerini eşleştirme yöntemi kullanılmıştır. Eşleştirmeden sonra öğrenci değişkenleri de dikkate alınarak öğrencilerin boylamsal matematik başarılarını incelemek amacıyla hiyerarşik lineer modelleme yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar T-STEM sözleşmeli okullarının, bir azınlık grubu olan Hispánico öğrencilerin matematik başarılarının artmasında zamanla etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Güzey vd. (2016)'da Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin öğrenme ve tutumları üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada ön-test son-test tek grup yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrenci tutumları ve öğrenimine olumlu etkisi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Kager, (2015)'de Yaz STEM kampının öğrencilerin STEM'e yönelik tutum ve kariyer tercihlerini nasıl etkilediğini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin ön test ve son-test STEM tutum puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamış fakat öğrencilerin STEM alanlarındaki kariyer mesleklerine yönelik olarak olumlu tutum geliştirdiği tespit edilmiştir.

Olivarez, (2014)'te STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini belirlemeye yönelik bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada nedensel-karşılaştırmalı araştırma tasarımı kullanılmıştır. Araştırmada 176 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturulmuştur. Bu öğrencilerden 73'ü STEM eğitimi alarak deney grubunu oluşturmuştur. Araştırma sonucunda; STEM eğitiminin, sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik, fen ve okuma alanındaki akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Ricks, (2006) Yaz bilim kampının öğrencilerin fene karşı tutum, fen alan bilgilerine ve fen ile ilgili kariyer alanlarına etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2005 yılında yaz bilim kampına katılan yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri ile 1993-1998 yılında yaz bilim kampına katılan öğrenciler oluşturmuştur. Araştırma iki perspektiften yürütülmüştür. Birinci perspektif yaz bilim kampının öğrencilerin fen alan bilgilerine ve fene karşı tutumlarına etkisini belirlemek amacıyla 2005 yılında yaz bilim kampına katılan öğrencilerle yürütülmüştür. İkinci perspektif ise yaz bilim kampının

öğrencilerin fen ile ilgili kariyer alanlarına etkisini belirlemek amacıyla 1993-1999 yılları arasında yaz bilim kampına katılan öğrencilerle yürütülmüştür. Araştırma sonucunda öğrencilerin fen alan bilgileri ve fene karşı tutumlarında bir artış söz konusu olduğu ve kampa katılan bu öğrencilerin ileriki dönemlerde daha çok STEM alanlarına yönelecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Wendell *vd.* (2010)' da Fen bilimleri konularını mühendislik tasarım mantığıyla öğretmek için LEGO mindstorm oyun maketlerini kullanmaktadır. Araştırmada karma araştırma desni kullanılmıştır. Çalışma neticesinde STEM ile yaptıkları programın öğrencilerin fen konularını daha iyi öğrendikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Thomas, (2013) STEM temelli müfredatın ilkokul 4.sınıf öğrencilerinin matematiğe karşı tutum ve akademik başarılarına etkisini belirlemeye yönelik bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada başarı değişkeni verileri Tennessee Kapsamlı Başarı Programı puanlarından, tutum değişkeni verileri de tutum ölçeği ile elde edilmiştir. Araştırma sonucunda STEM temelli müfredatın matematik başarısı ve tutumu üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Doppelt *vd.* (2008)'de STEAM eğitiminin uygulandığı fen dersinin ilköğretim öğrencilerinin yaratıcı düşünme faaliyetleri ve duygusal zekâları üzerine etkilerini belirlemeye yönelik bir araştırma yapılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 53 3.sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada, “Hayvanların Dünyası” ünitesi yeniden düzenlenerek deney grubunda STEAM'a dayalı, kontrol grubunda ise geleneksel fen dersi yürütülmüştür. Araştırma sonucunda STEAM eğitiminin uygulandığı fen derslerinin, ilköğretim öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerilerine ve duygusal zekâlarının anlamlı ölçüde gelişmesinde etkili olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma, teknolojideki hızlı gelişmeler küresel dünyada her alanda; ekonomide, kültürel ve sosyal yaşamda, eğitimde ve birçok alanda hızlı değişimlere neden olmuştur. Bu hızlı değişime ayak uyduramayan birçok meslek ortadan kalkmış, diğerleri ise varlıklarını sürdürebilmek için teknolojik gelişlere ayak uydurmak zorunda kalmışlardır. Bunun en güzel örneği cep telefonlarında yaşanan gelişmedir. 1980 li yıllarda her evde sabit ev telefonu yaygın iken 1990 larda cep telefonları çıkmış ve kolay iletişim anlamında insan hayatını çok rahatlatmıştır. Bilgisayar teknolojinin cep telefonlarına uyarlanması ile birlikte artık hayatımıza yüksek teknoloji cep telefonları girmiştir. Bu teknolojik gelişim yeni meslek gruplarının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Yeni gelişmeler, yeni ihtiyaçlar ve sürekli ilerlemeler toplumun ihtiyaç duyduğu insan işgücü ihtiyacını da şekillendirmektedir. Artık standart eğitim alan tek düze insan yerine, değişiklere ayak uydurabilen, problemin farkına varan çözebilen ve çözüm üretebilen 21. yüzyıl becerileri ile donatılmış yeni işgücüne ihtiyaç artmaktadır. Bu nedenle öğrenenlerin öğrenme ihtiyaçlarına karşılayabilecek yeni öğrenme ortamları ve yöntem ve tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yani dijital çağa ayak uydurmak gerekmektedir. STEM eğitimi de bu ihtiyaçlara cevap verebilecek ve öğrencilere toplumdaki bu değişimlere hazırlayabilecek bir sistem olarak ortaya çıkmaktadır. STEM eğitimi ile öğrenenlerde geliştirilmesi beklenen beceriler onların hayatın hızlı değişimine ayak uydurmalarına, hayatın her safhasında ve meslek hayatlarında başarılı olmalarını ve değişen işgücü ihtiyacına adapte olma becerileri kazanmalarına yardımcı olmaktadır.

3D yazıcı ve robotik kodlama, yukarıda zikredilen teknolojik gelişmelerden ve ihtiyaç duyulan insan işgücü alanındandır. Pandemi sürecinde 3D yazıcı ve robotik kodlama alanına olan ihtiyaç bir kez daha ortaya çıkmıştır. 3D yazıcı ve robotik kodlama eğitimi öğrencilerde matematik, fen bilimleri, problem çözme, proje bazlı üretken düşünme ve pek çok alanda birçok becerileri gelişimine katkı sağlamaktadır. Ayrıca çocuklarda tasarım odaklı ve algoritmik düşünebilmeyi keşfetmelerine yardımcı olmaktadır. Bu açıdan da 3D yazıcı ve robotik kodlama eğitimi ile elde edilmeye çalışılan beceriler STEM eğitimi amaçları ile de uyumludur. Ülkemizde hayata geçirilen bir milyon istihdam kampanyası da kodlama alanında ihtiyaç duyulan insan işgücünü karşılamak ve bu alana olan farkındalık düzeyini artırmak için hayata geçirilmiştir. Hem ülkemizde hem dünyada bu alanda becerilerle donatılmış insan işgücüne ihtiyaç olduğu aşikârdır. Bu ihtiyacın karşılanması için öğrenenlerin bazı temel becerilerle donatılması gerekmektedir ki bu da ancak okullarda bu eğitimin verilmesi ile mümkün olacaktır. STEM uygulamaları öğrencileri ezberci öğrenmeden uzaklaştırarak, yaratıcı öğrenmeye teşvik ettiği görülmektedir. Aynı zamanda fen bilimlerine karşı olumlu tutum sergileyebilen öğrencilerin olması ve akran öğrenmelerinin yer alması da dikkat çekmekte ve öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirmektedir. Ayrıca STEM uygulamalarıyla, becerileri keşfedilen öğrencilerin yetenekleri doğrultusunda ilerlemesi sağlanmış olacaktır. Bununla birlikte STEM uygulamaları ülke ihtiyacı olan meslek farkındalığına sahip kalifiyeli elemanların yetiştirilmesine katkı sağlanacaktır.

STEM uygulamalarının fen bilimleri dersinde öğretmen adaylar üzerinde farkındalık oluşturmuştur. Bu farkındalık olumlu etkiler bırakmıştır. Bu etkiler; fen bilimleri dersine karşı ilgi ve merakını arttırma, yaratıcılık ve üretkenliği geliştirme, psikomotor beceri ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme, fen derslerinde verimli /keyifli vakit geçirmelerini sağlama,

olumlu bakış açısı kazandırma, sorumluluk bilinci kazandırmak ve başka alanlarda başarılı olmalarını sağlamaktır. 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamaları ile ilgili olan bu çalışmam gerek yurt içi gerekse yurt dışında yapılan çalışmalara bakıldığında ilklerden biri olması sebebiyle bu ihtiyaç dikkate alınarak hazırlanmış ve bu alandaki eksiklikler dikkate alınarak tasarlanarak literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Bu araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemlerini kapsayan karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemi, olgu ve olayları içinde buldukları doğal ortamda araştırmayı ve anlamayı esas alan bir yaklaşımdır. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir tekniktir (Büyüköztürk *vd.*, 2013).

Nicel araştırma yöntemi, vaka ve olayları objektifleştirerek, gözlemlenebilir, ölçülebilir ve sayısal olarak ifade edilebilir şekilde ortaya koyan araştırma şeklidir. Gözlem ve ölçmelerin tekrarlanabildiği, objektif olarak yapıldığı ve sayısal verilerle ortaya koyulabildiği araştırmalara nicel araştırma denir (Büyüköztürk *vd.*, 2013).

Karma yöntemler ise, nicel ve nitel verilerin birlikte ele alındığı, veri toplama, analiz etme ve yorumlama basamaklarından meydana gelen bir inceleme biçimidir. Karma yöntemin kullanıldığı durumlarda daha kapsamlı veri toplamanın gerçekleştiği de ayrıca rapor edilmiştir (Büyüköztürk *vd.*, 2013).

İşte bunlar göz önüne alınarak bu çalışmada, nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Karma yöntem araştırma desenlerinden sıralı açıklayıcı desen kullanılmıştır. Sıralı açıklayıcı desende veri toplama işlemleri, ilk aşamada nicel veri toplama, bilgileri analiz etme ve son aşamada elde edilen nitel verilerden çıkarılan sonuçlardan oluşur. Bu nedenle bu desende örnekleme nicel ve nitel olmak üzere iki aşamadan oluşur.

3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21.yüzyıl öğrenen becerilerini kullanım düzeyleri, STEM farkındalık düzeyleri, STEM uygulamaları öğretmen adayların öz yeterlilik düzeylerini ölçmek için nicel verilerin analizinde parametrik testlerde bağımlı örneklemler için t testi ve nonparametrik testlerde ise wilcoxon testi kullanılmıştır. 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanımı ile ilgili öğretmen adayların farkındalık düzeylerine bir etkisi ile ilgili nitel verilerin analizinde ise öğretmen adaylarından toplanan yapılandırılmış öğrenci görüşme sorularını içerik analizi tekniği kullanılarak yapılmıştır.

Evren ve Örneklem/Çalışma Grubu/Katılımcılar

Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. Sınıf öğrencileri araştırmanın çalışma grubu olarak belirlenmiştir. Bu çalışma grubunda 22 kız, 15 erkek bulunmaktadır. Toplamda 37 öğretmen adayı yer almaktadır. Öğretmen adayları çalışmaya gönüllük esasına göre katılım göstermiştir.

Veri Toplama Teknikleri/Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak hem nicel hemde nitel veri toplama aracı kullanılmıştır.

Nicel veri toplama araçları.

21. yy Öğrenen Becerileri Kullanım Ölçeği:

21. yy Öğrenen Becerileri Kullanım Ölçeği, Göksun (2016) tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin amacı Öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerileri kullanım düzeylerini belirlemektir. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemede Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı ile yapılmıştır. Ölçeğin genel iç tutarlık katsayısı $\alpha_{21.yy.öğrenenbecerilerikullanımı} = .892$ 'dir. Özdamar'a (2013) göre Cronbach alfa katsayısı 0.70 ile 0.90 aralığında ise, veri toplama aracı yüksek düzeyde güvenilirliğe sahiptir. Bununla birlikte birinci ($\alpha_{bilişsel} = .877$), ikinci ($\alpha_{otonom} = .706$) ve dördüncü ($\alpha_{yenilikçilik} = .818$) faktörlerin de iç tutarlık katsayısı belirtilen aralıklardadır. Sözü edilen faktörler için de aynı yargıya varılabilir. Üçüncü faktörün iç tutarlık katsayısı ($\alpha_{işbirliğiveesneklik} = .672$) ise yine Özdamar'a (2013) göre (0.60 ile 0.70 arasında olduğundan) yeterli düzeyde güvenilirliğe sahip olarak ele alınmıştır. 21. yy Öğrenen Becerileri Kullanım Ölçeği beşli likert tipinde hazırlanan, 31 maddeden ve 4 alt boyuttan oluşmaktadır.

Alt boyutlar

- 1- Otonom beceriler (3, 17, 18, 26, 30, 31. Maddeler): Özdenetim, özyönetim, grupla veya bireysel olarak çalışabilme becerileri,
 - ✓ *Yeni araştırma fikirlerini geliştiririm.*
 - ✓ *Karşılaştığım problemleri tek başıma çözerim*
- 2- Bilişsel Beceriler (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 21, 22, 23, 25, 28, 29. Maddeler): Bilgilerin zihinsel süreçlerde kodlanması, işlenmesidir.
 - ✓ *Dikkatimi çeken konular hakkında araştırma yaparım.*
 - ✓ *İlgi alanlarıma ait konular hakkında bağlantı kurarım.*
- 3- Yenilikçilik Becerileri (19, 20. Maddeler): Yeni teknolojilere uyum sağlamak.
 - ✓ *Günlük yaşamımda yeni teknolojiler kullanırım*

- ✓ *Öğrenme süreçlerimde yeni teknolojilerden yararlanırım.*

4-İş Birliği ve Esneklik Becerileri (13, 14, 15, 16, 24, 27. Maddeler): İş birliğine dayalı etkinlik başarısını göstermek.

- ✓ *Fakültedeki atölyeleri/ labortuvarları ders dışındada kullanırım.*
- ✓ *Derslerde işbirliğine dayalı etkinliklere katılırım.*

STEMFarkındalık Ölçeği:

STEM Farkındalık Ölçeği, Buyruk ve Korkmaz (2016) tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin amacı, Öğretmen Adayların STEM Farkındalıkları Ölçme düzeylerini belirlemektir. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemede kararlılık analizleri ve Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı ile yapılmıştır. Ölçeğin, Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı ise .927 olarak belirlenmiştir. Ölçek beşli likert tipinde hazırlanan STEM Farkındalık Ölçeğinin 17 maddeden ve 2 faktörden oluşmaktadır. Bu faktörler;

- 1- Olumlu Bakış 12 madde
- 2- Olumsuz Bakış 5 maddeden oluşmaktadır.

Ölçek ile ilgili maddeler;

- ✓ STEM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir.
- ✓ STEM uygulamaları öğrencilerin derse karşı ilgisini ve dikkatini artırır.
- ✓ STEM öğrencilere üst düzey düşünme becerisi kazandırır.

STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği

Ölçek, Yaman vd. (2018) tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin amacı, STEM uygulamalarında öğretmen adayların öz yeterlilik seviyelerini belirlemektir. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Ölçeğin doğrulayıcı faktör analizleri de yapılmıştır. Ölçeğin güvenilirliğini belirlenmesi Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı ile yapılmıştır. Ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Ölçeğin Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı .97 olarak hesaplanmıştır. Ölçek tek boyutlu olup, toplam varyansın % 68.2'sini açıklamaktadır. STEM hakkında bilgisi olan ve olmayan öğrencilerin STEM özyeterlilik puanları karşılaştırılmıştır. STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği beşli likert tipinde hazırlanan tek boyutlu ve tek faktörlü olup 18 maddeden oluşmaktadır.

Ölçekle ilgili maddelerden;

- ✓ STEM ile ilgili iyi bir etkinlik tasarlayabilirim.
- ✓ STEM ile ilgili etkinliklerin sonuçlarını rahatça yorumlayabilirim.

- ✓ STEM uygulamalarıyla ilgili projelerde görev alabilecek düzeydeyim.

Nitel veri toplama araçları.

Araştırmacı tarafından hazırlanan görüşme soruları alanında uzman iki bilim insanına değerlendirilmesi için verilmiştir. Onlardan gelen dönütler doğrultusunda ilk hazırlanan sorularda bazı değişiklikler yapılmıştır. Değişiklik yapılan bu sorular çalışmaya katılmayan 5 öğrenciye uygulanmış ve yapılandırılmış görüşme formundaki sorulardan ne anladıkları sorulmuştur. Onlardan gelen dönütler ile birlikte araştırmacı ve uzmanlar bir araya gelmiş ve 21 yy Öğrenen Becerileri, STEM Eğitimi, 3D Yazıcı ve Robotik Kodlama Uygulamaları ile alakalı yapılandırılmış görüşme formunun son halini vermişlerdir. Gönüllü olarak katılan öğretmen adaylarına hazırlanan aşağıdaki yapılandırılmış görüşme soruları sorulmuştur.

Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu Soruları

Yapılacak olan uygulama ve çalışmaların sonunda öğretmen adaylarına;

21. yy Öğrenen Becerileri ile İlgili Sorular

1. 21.yy öğreneni olarak etkili öğrenmenizi sağlayabilecek bir öğretmenin sahip olması gereken beceriler sizce nelerdir?
2. 21. yy öğreneni olarak öğrenme süreçlerinizi yapılandırırken dikkat ettiğiniz noktalar nelerdir?
3. 21. yy becerileri denilince ne anlıyorsunuz?

STEM Eğitimi İle ilgili Sorular

1. Yaptığınız etkinlik ve uygulamalarda sonra STEM Eğitime karşı farkındalığınız ne düzeyde gelişti?
2. Öğretmen adayları açısından fen bilimleri dersinde STEM temelli etkinlik ve uygulamaları kullanmanın avantajları nelerdir?
3. Öğretmen adayları olarak STEM temelli etkinlik ve uygulamaların fen bilimleri dersine katkıları nelerdir?
4. Yaptığınız etkinlik ve uygulamalarda sonra STEM Eğitime karşı STEM Öz yeterlilik seviyeniz ne düzeyde gelişti?
5. Öğretmen adayları açısından fen bilimleri dersinde STEM temelli etkinliklerin uygulanması esnasında yaşamış olduğunuz sıkıntılar nelerdir?
6. Öğretmen adayları olarak fen bilimleri dersinde STEM temelli etkinlik ve uygulama yapacaklara önerileriniz nelerdir?

3D Yazıcılar Uygulamaları İle İlgili Sorular

1. Fen bilimleri dersinde 3D yazıcı uygulamalarının sizce öğretime katkısı nelerdir?
2. Fen bilimleri dersinde 3D yazıcıyla yapılan uygulamalarda öğrenme hayatınızda nasıl bir değişim yaşadınız?
3. 3D yazıcı eğitiminin ders olarak verilmesinde aksayan yönleri nelerdir?

Robotik Kodlama Uygulamaları İle İlgili Sorular

1. Robotik kodlama etkinlikleriyle fen bilimleri öğrenme algılarınızda nasıl bir değişikliğe neden oldu?
2. Robotik kodlama etkinlikleri kapsamında yapılan uygulamalarda öğrenme hayatınızda nasıl bir değişim yaşadınız?
3. Fen bilimleri dersinde robotik kodlama eğitiminin verilmesinin avantajları nelerdir?
4. Robotik kodlama eğitiminin ders olarak verilmesinde aksayan yönleri neler olabilir?

Toplamda 16 soruluk bir yapılandırılmış açık uçlu sorulardan oluşan görüşme yapılmıştır.

Süreç/Uygulama

Pilot Uygulama: Yapılacak olan ölçek ve uygulamalar için öncelikle Muş Alparslan Üniversitesinden gerekli olan izin ve etik onaylar alınmıştır. STEM eğitimi kapsamında öğretmen adayları 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarına başlamadan önce aynı sınıfa (40+40 dk) bir süre ile dönemin ilk 2 haftası pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamada öğretmen adaylarına programlar tanıtılmış, 3D tasarımla ilgili bir uygulama yapılmış ve önceden hazırlanan uygulamalar ile ilgili hazır olan kodların kod yazma işlemi ve programa aktarımı öğretilmiştir. Dönemin sonuna doğru asıl uygulamalar yapılmıştır. Pilot uygulamanın amacı, yapılacak uygulamaların daha etkili ve verimli geçmesini sağlamaktır. Pilot uygulamada gerçekleştirilecek olan uygulamaların içerikleri araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Oluşturulan 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının STEM eğitimine uygulanması alanlarında uzmanlardan görüş alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda etkinlik içerikleri revize edilerek pilot uygulama için hazırlanmıştır. STEM eğitimi kapsamında yapılan bu uygulamalar esnasında pilot uygulamada yer alan katılımcılar ile sürece yönelik öğretmen adaylarıyla sürekli bilgi alış verişi yapılmıştır. Bu süreçte etkinliklerin uygulanmasına ilişkin görüş, değişiklik talepleri, düzeltmelerin neler olabileceğine dair öğrencilerin değerlendirmeleri alınmıştır. Bu sayede araştırmacının uygulama öncesi öğretmen adayların davranışlarını gözlemlene ve eğitimi takip etme fırsatı olmuştur. Yapılan bu pilot uygulama ile tespit edilen aksaklıklar belirlenmiştir. Bu aksaklıklar;

- ✓ Bilgisayarlara kurulan programlardan bazıları, bilgisayarları desteklememesi (Bilgisayarların bazılarının 32 bit, bazılarının 64 bit olması).
- ✓ Bütün bilgisayarlara programların kurulmaması
- ✓ Öğretmen adayların, bilgisayar labuatuarından kullanacağı bilgisayar için kişiye ait şifrelerin alınması
- ✓ Projeksiyon cihazının aktifleştirilmemesi, Akıllı tahtanın aktifleştirilmesi
- ✓ Uygulama sırasında öğretmen adaylarıyla beraber adım adım hareket edilemesi.
- ✓ Uygulama sırasında geride kalan veya uygulamayı yapamayanlara tekrar tekrar yapılması.
- ✓ Öğretmen adayların 3D tasarım ve kodlama yapamayacakları algısına sahip olması.

STEM Eğitimi kapsamında yapılan pilot uygulama.

Uygulamanın Adı: Çöp Adam yapımı

STEM eğitimi kapsamında 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarına geçmeden önce aynı sınıf ile 2 saatlik bir pilot uygulama yapılmıştır. Amaç; yapılacak 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları için hazırlanacak günlük ders planını kullanarak öğretmen adaylarıyla verimli ve etkili bir uygulama yapmaktır. Böylece uygulamada görülen olumlu ve olumsuz yönleri fark etmek istenmektedir. STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan pilot uygulama için hazırlanan günlük ders planı EK5' te yer almaktadır.

Yapılan pilot uygulamada öğretmen adayları ile birlikte;

- ✓ 3D Builder programında bulunan butonlar (Ekle, Nesne, Düzenle, Malzeme ve Yardım) anlatıldı. Ayrıca Taşıma, Çevirme, Büyütme ve Küçütme işlemleri anlatıldı.
- ✓ Öğretmen adaylardan çöp adam resmini kağıt üzerinde yapmaları istendi (iki boyutlu düşüncelerini sağlamak için).
- ✓ Öğretmen adaylardan 3D Builder programının ekle bölümünde bulunan Küre, Küp, Silindir, Dikdörtgen ve kare prizmalarını kullanarak çöp adam yapmaları istendi.
- ✓ Programda 3D tasarım yapıldıktan sonra Zaxe (Desktop) PLA programında dilimleme işlemi yapıldı.
- ✓ Dilimleme işlemi yapıldıktan sonra 3D yazıcı makinasında baskı alındı.
- ✓ Bu işlemler yapılırken öğretmen adaylarıyla beraber adım adım yapılmıştır. Takıldıkları noktalar tekrar tekrar anlatılıp, uygulama yapılmıştır.

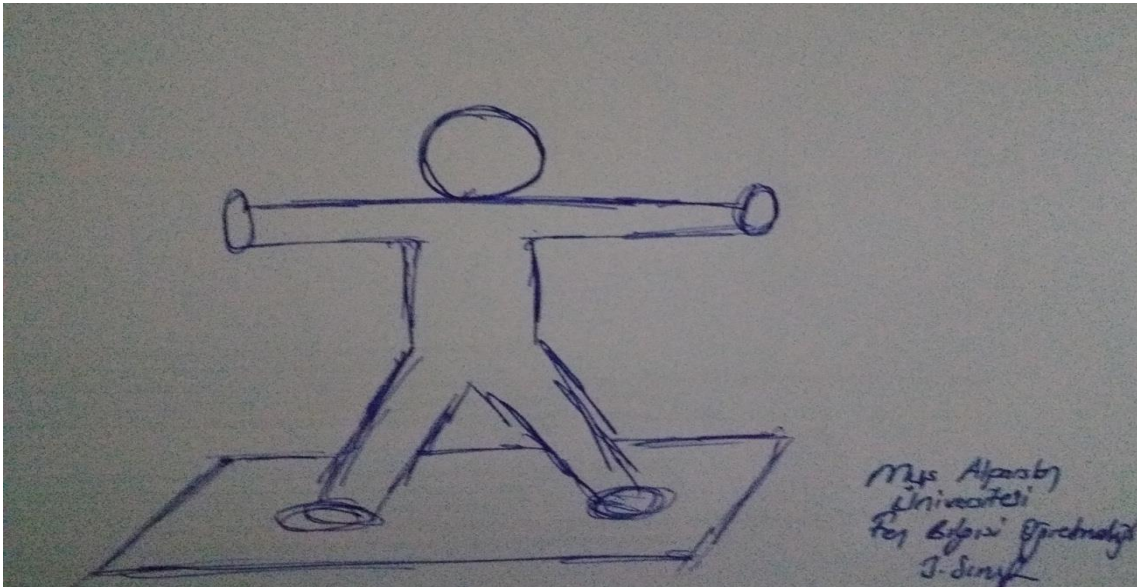
Uygulamada görülen olumlu yönler.

- ✓ Eğitimin teknoloji ile birleşmesini sağlayan 3D tasarım ve robotik kodlamasayesinde derse katılımın artması.
- ✓ Soyut bilgilerini somutlaştırması
- ✓ Öğrenci merkezli ve eğlenceli bir ortam oluşması
- ✓ Öğretmen adaylarının severek ve keyifli zaman geçirmeleri
- ✓ Uygulamada, 3D yazıcı ile ilgili iki programlama dili ve robotik kodlama ile ilgili iki programlama dili olmak üzere toplamda dört program öğrenilmesi.

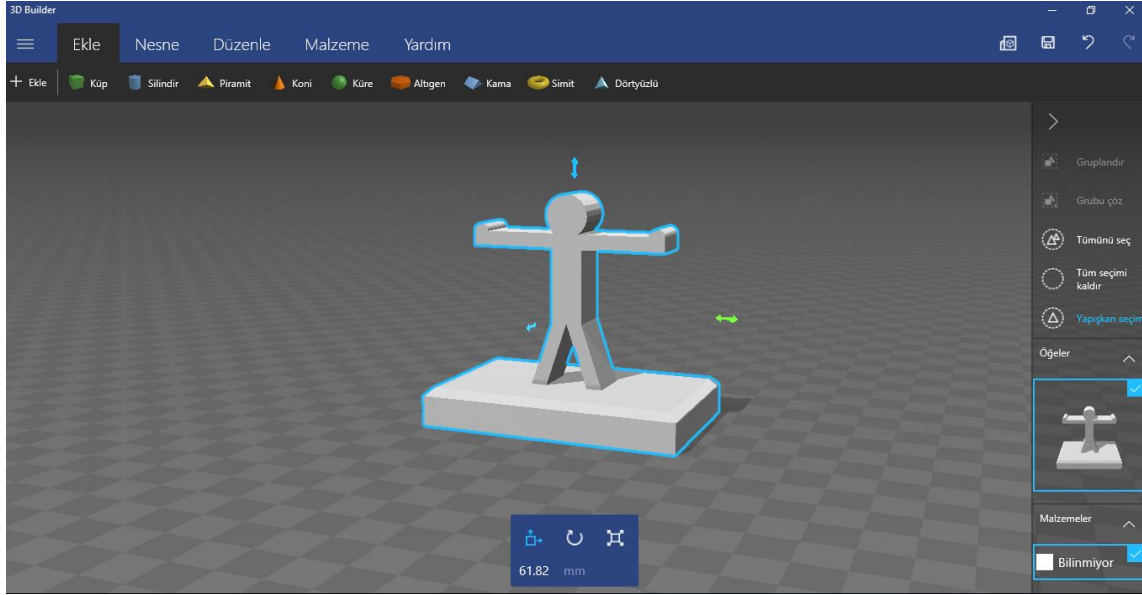
Uygulamada görülen olumsuz yönler.

- ✓ Öğretmen adayların 3D tasarım yapma ve robotik kodlama ile ilgili olarak ben yapamam ön yargısına sahip olması
- ✓ Bazı öğretmen adaylarında bilgisayar kullanımının yeterince iyi olmaması
- ✓ Bilgisayar donanımlarından biri olan Mouse iyi kullanamaması
- ✓ Uygulamalarda yeterince sürenin olmaması
- ✓ Özellikle bayan öğretmen adayların bu konularda biraz daha isteksiz olması

Öğretmen adaylardan 3D Builder programında tasarım yapmadan önce kağıt üzerinde tasarım yapacağı çöp adam resmini çizmeleri istendi (Şekil 9). Böylece öğretmen adaylardan iki boyutlu düşünceleri sağlanmıştır.



Şekil 9. Çöp adam çizimi.



Şekil 10. 3D Builder programında çöp adam çizimi.

Öğretmen adaylarıyla beraber 3D Builder programında çöp adam tasarımı yapıldı (Şekil 10). Bu aşamada öğretmen adaylarla adım adım birlikte hareket edilmiştir.

Asıl Uygulama: Öğrencilerin toplandığı eğitim ve öğretimin ilk haftasında çalışmanın amacı öğrencilere aktarıldı. Daha sonra nasıl bir süreç işleyeceği ve onlardan nelerin beklendiği kendilerine iletildi. Öğretmen adaylarına, 21. yy Öğrenen Becerileri Kullanım Ölçeği, STEM Farkındalık Ölçeği, STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Düzeyleri Ölçeği tek gruplu olarak ön test- son test şeklinde uygulandı.

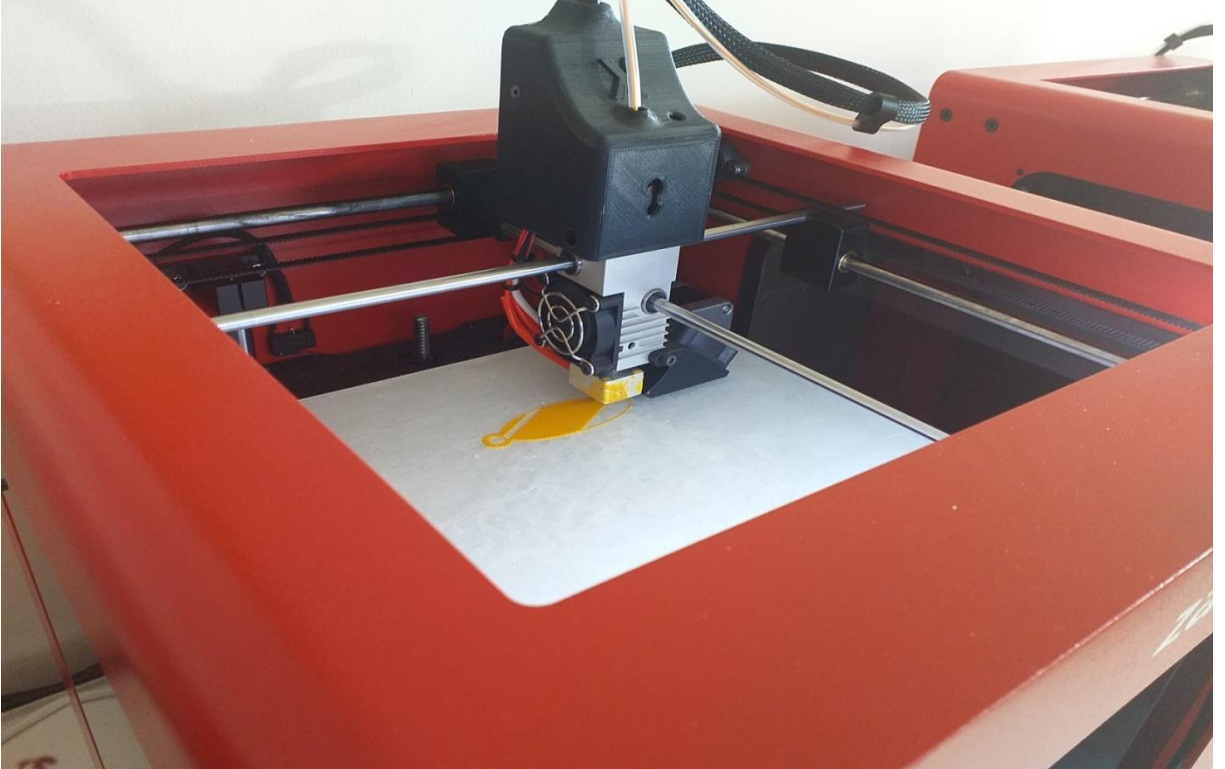
Öğretmen adaylarına 3D Uygulamaları boyunca, 3D yazıcı programlarından 3D Builder ve Dilimleme için Zaxe PLA programları öğretildi. Arduino uygulamalarında ise Arduino IDE programı ve devre şeması için Fritzing programı öğretildi. Yapılan bu uygulamaların ve öğretilen bu programların neticesinde öğretmen adaylarla beraber görme engelliler için engel algılayıcı sensör başarılı bir şekilde yapılmıştır. Buda bize öğretmen adayların gerek 3D yazıcı programlarından 3D Builder ve Zaxe desktop PLA, gerekse Robotik kodlama programlarından Arduino İDE ve Fritzing programlarını rahatlıkla kullanabileceği ve farklı projelerde uygulayabileceklerini göstermişlerdir.

STEM eğitimi kapsamında yapılan robotik kodlama uygulamalarına geçmeden önce, öğretmen adaylarına Arduino İDE programı 2 hafta boyunca, her hafta (40+40 dk) süre ile anlatıldı. Kod yazma işlemi öğretildi. Robotik kodlama uygulamalarına geçerken öğretmen adayları ile beraber adım adım uygulamaya yaparak ilerleme sağlandı. Uygulamaların son basamağında ise her öğrenci 3D yazıcı ve Arduino programlarını kullanarak görme engelliler için engel algılayıcı sensör yapılması istenildi. Böylece öğrencilerin bu programları kullanabildiği test edilmiş oldu.

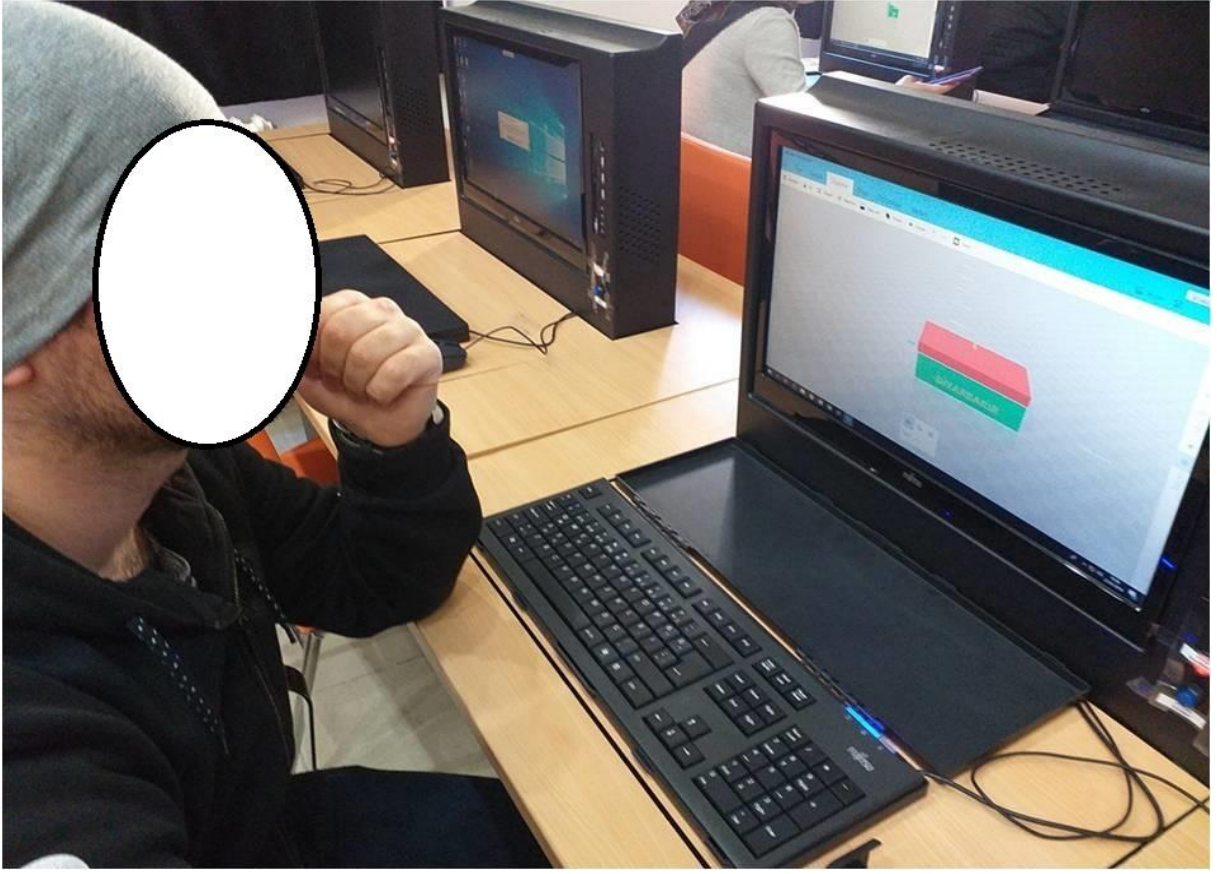
STEM eğitimin kapsamında yapılan 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları ile ilgili asıl uygulamalardan görüntüler aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 11. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-1.



Şekil 12. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-2.



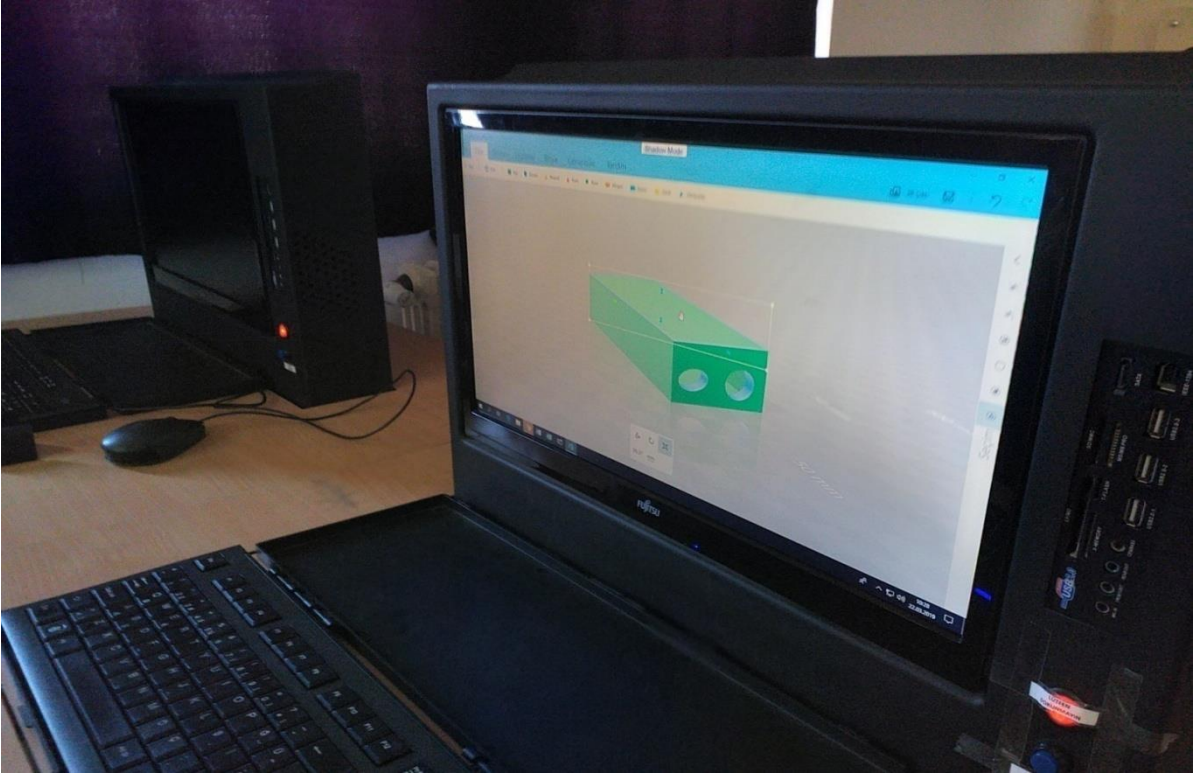
Şekil 13. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-3.



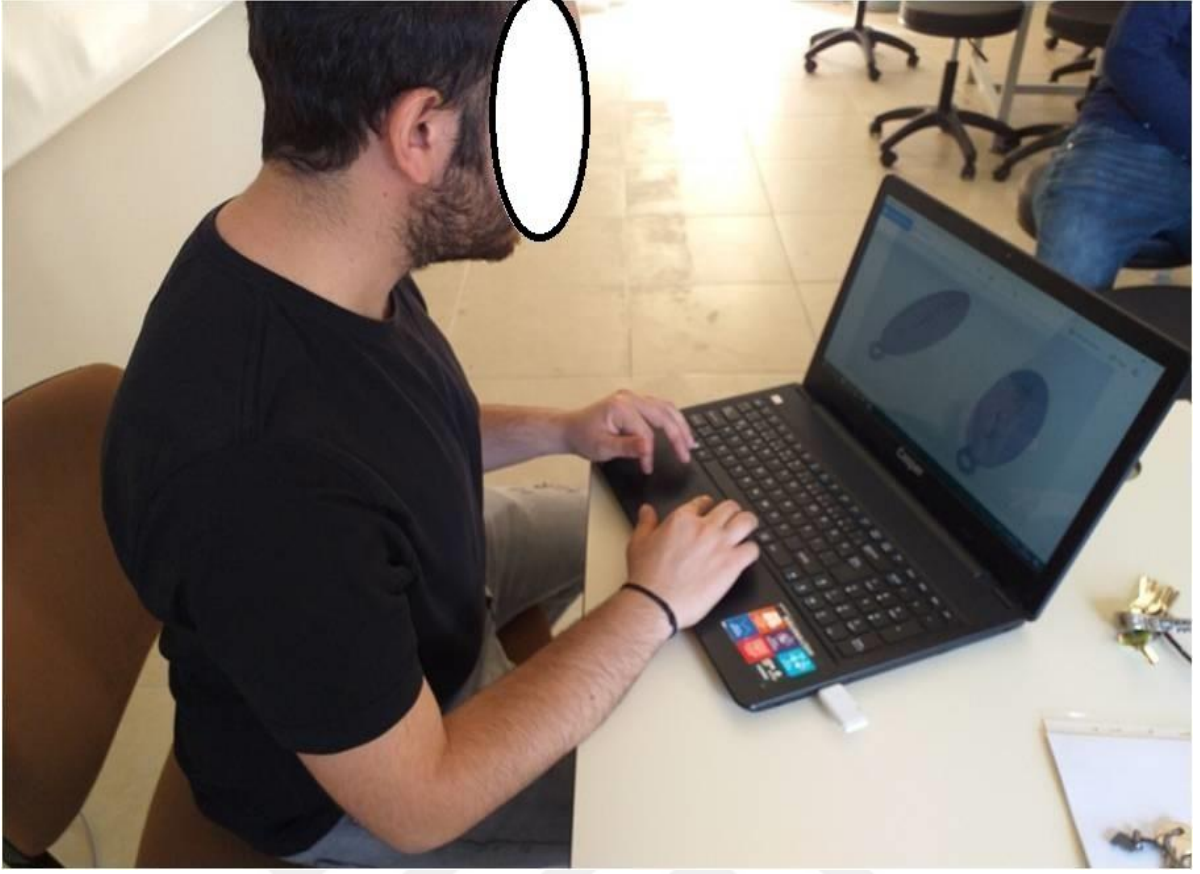
Şekil 14. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-4.



Şekil 15. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-5.



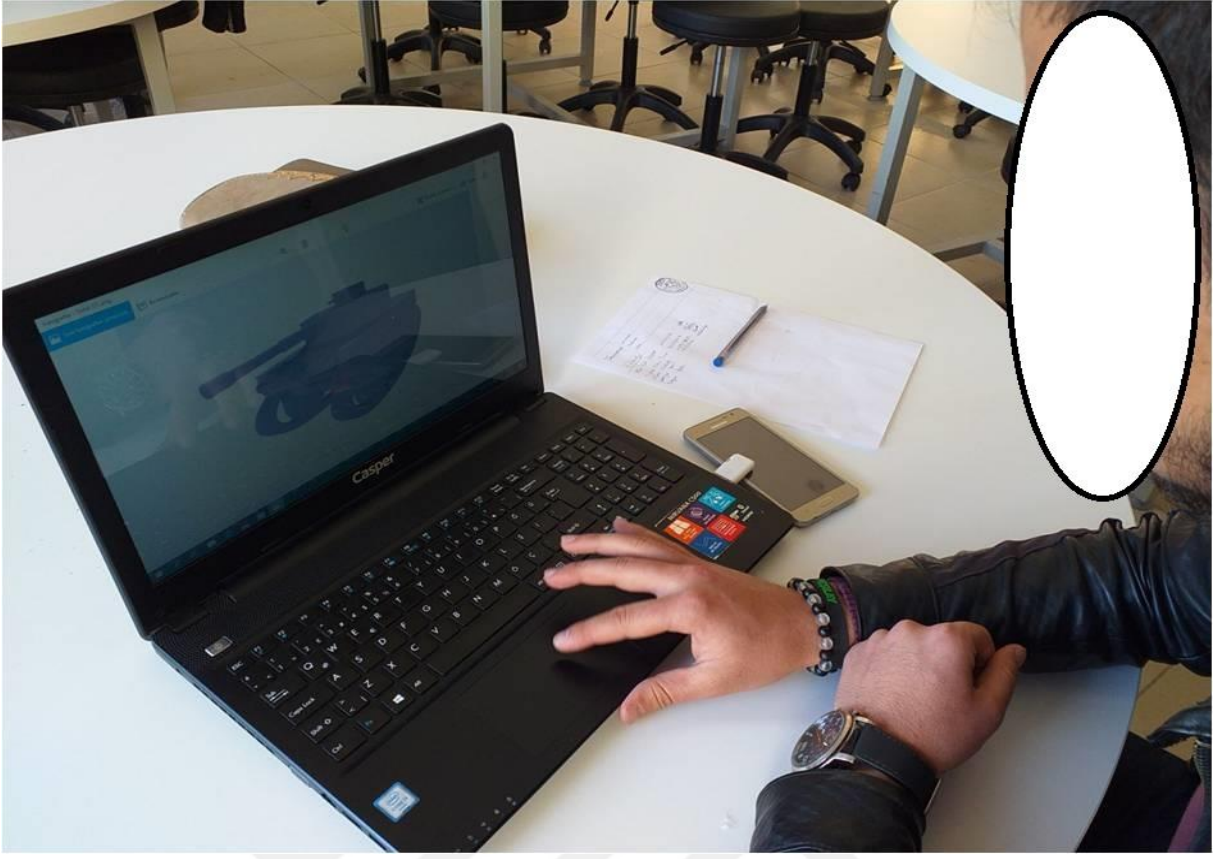
Şekil 16. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-6.



Şekil 17. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-7.



Şekil 18. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-8.



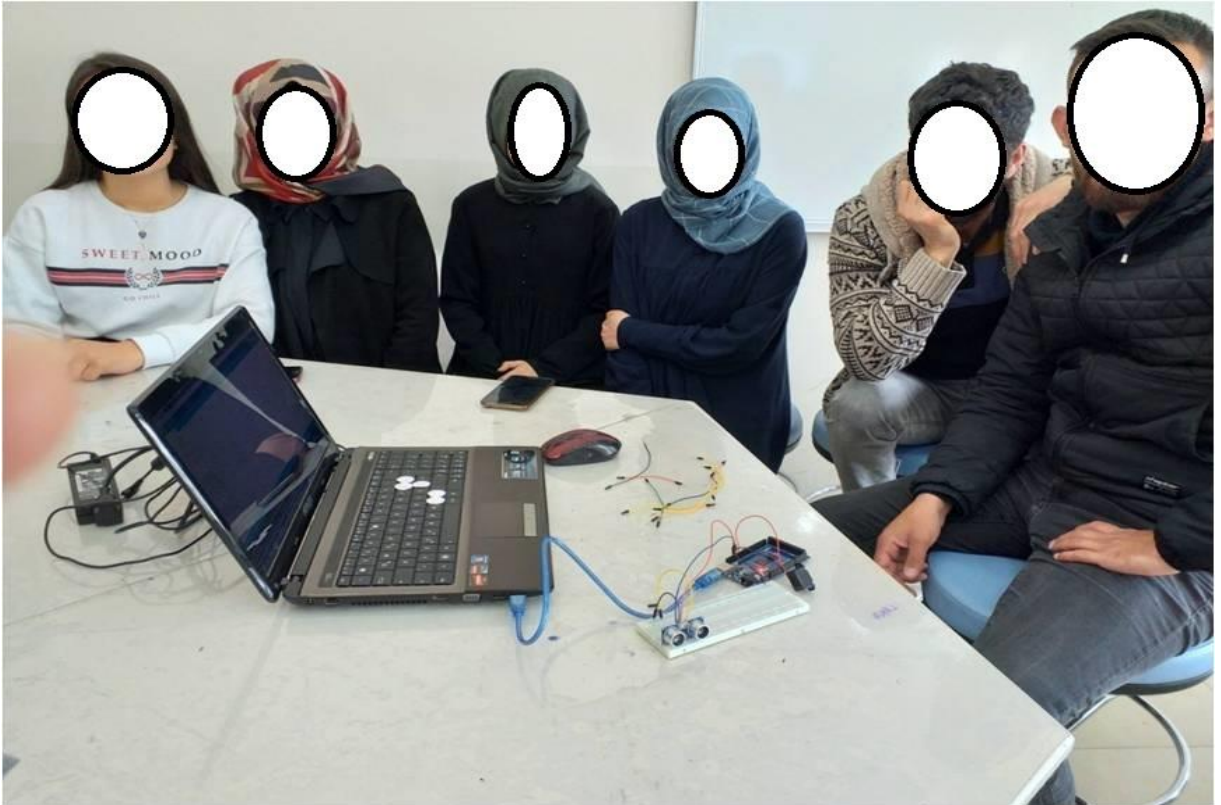
Şekil 19. 3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-9.



Şekil 20.3D yazıcı uygulamalarından fotoğraf-10.



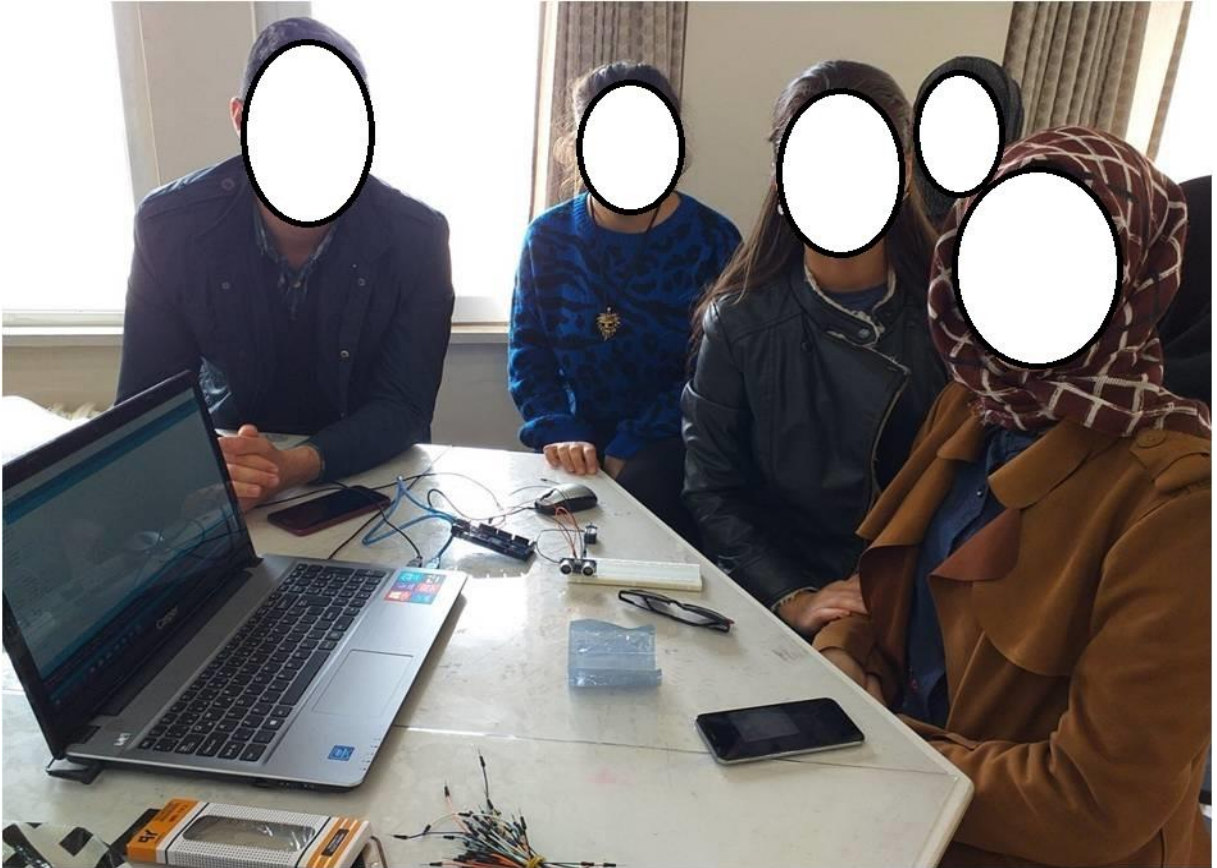
Şekil 21. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -1.



Şekil 22. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -2.



Şekil 23. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -3.



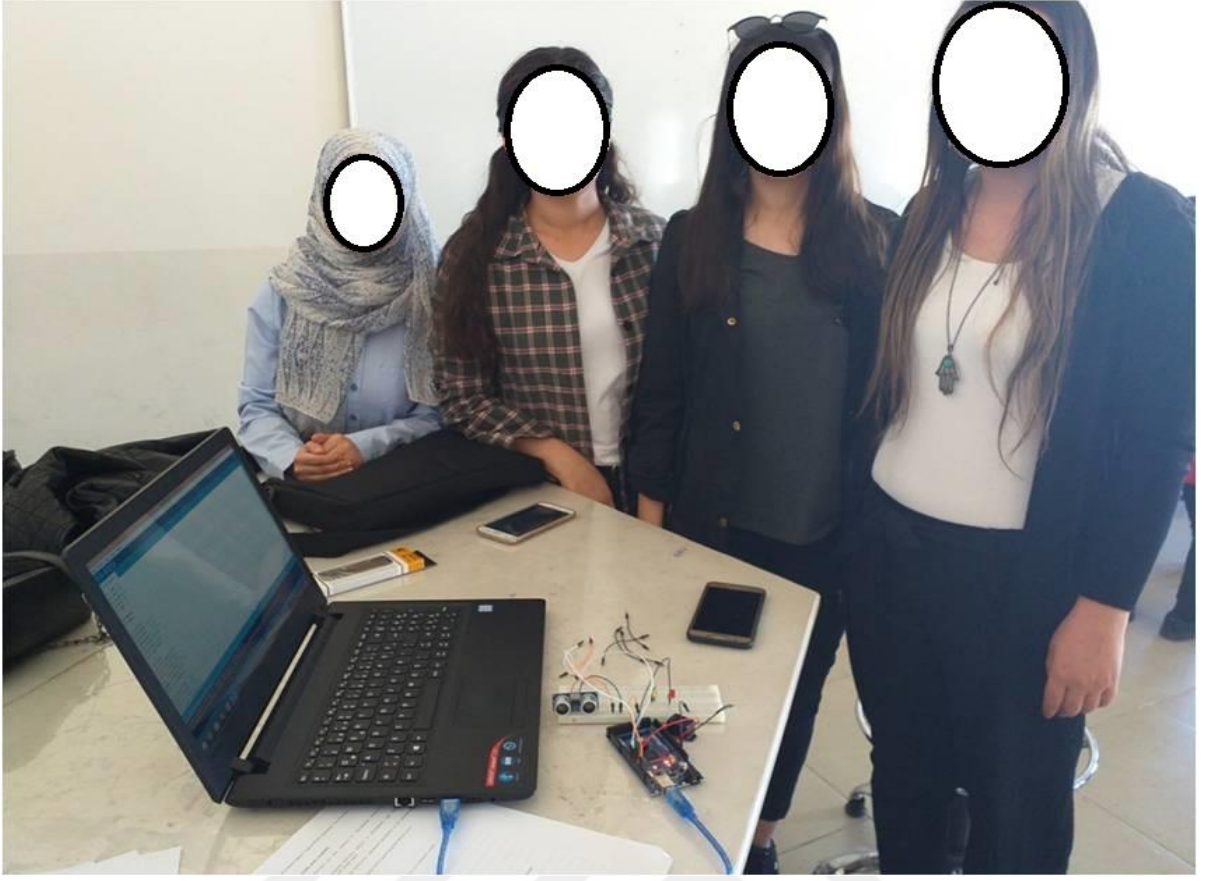
Şekil 24. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -4.



Şekil 25. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -5.



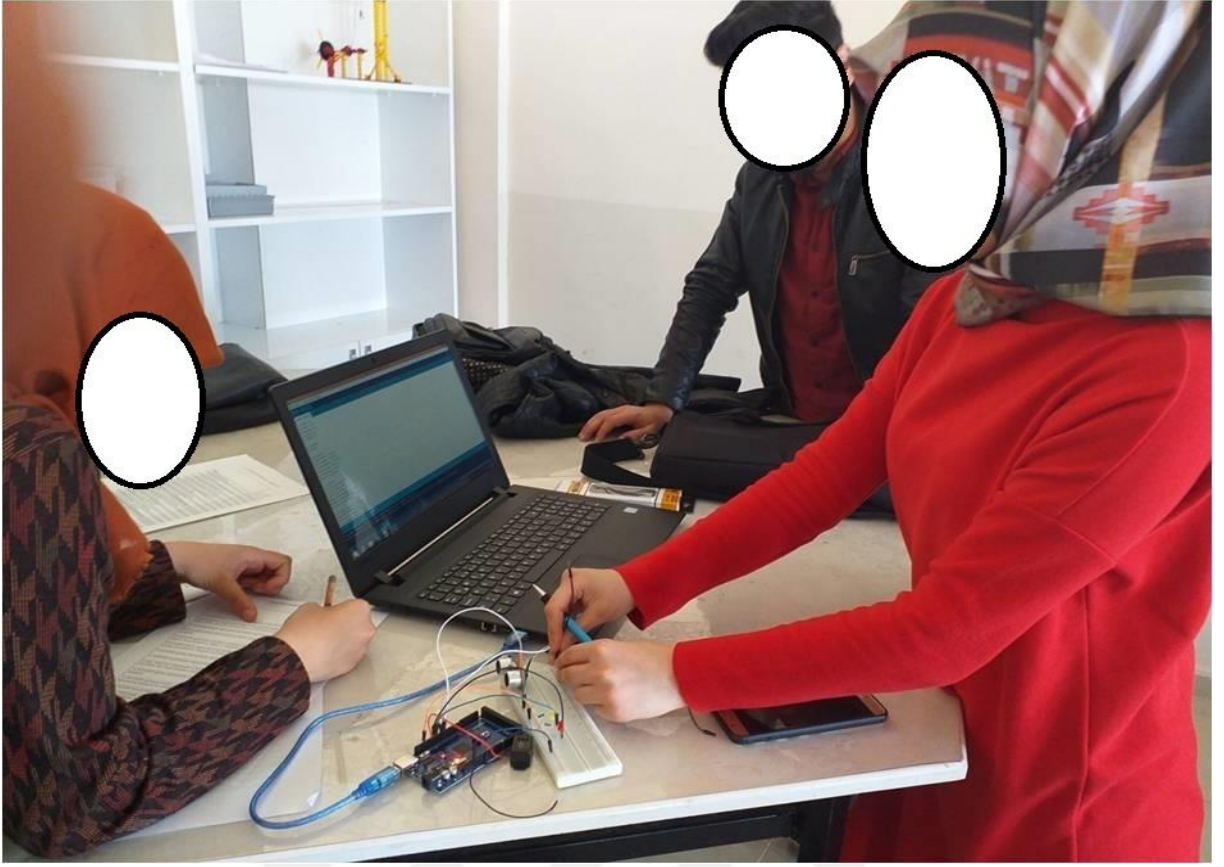
Şekil 26. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -6.



Şekil 27. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -7.



Şekil 28. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -8.



Şekil 29. Robotik kodlama uygulamalarından fotoğraf -9.

Bu süreçte gerek zaman sıkıntısı ve görüşme sorularının çok olması, gerekse tüm öğretmen adaylarıyla görüşme yapılmasından dolayı yapılandırılmış öğrenci görüşme soruları anket şeklinde hazırlanmıştır. Sorular kâğıtlara yazılıp öğretmen adaylarına dağıtılıp, cevaplar yazılı bir şekilde toplanılmıştır. Yapılandırılmış öğrenci görüşme soruları sayesinde almış oldukları eğitim hakkında dönüt olarak detaylı bilgi alınmıştır.

STEM Eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla, 3D yazıcı ile ilgili 4 uygulama ve robotik kodlama ile ilgili 4 uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalar araştırmacı tarafından hazırlanan belirli bir ders planı kapsamında yapılmıştır. Uygulamalarda kullanılan ders planı günde 2 saat ve her hafta bir uygulama yapmak üzere toplamda 8 günlük ders planı hazırlanmıştır. Ders planı; belli bir ders için bir veya birden çok ders saatinde işlenecek konuların planlanmasıdır. Derse ilişkin ayrıntılı planlama çalışmalarından oluşur. Dersi planlarken, bir gün için belirli etkinlikler üzerinde düşünülür (Demirel, 2002).

STEM Eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla 3D yazıcı ve Robotik kodlama uygulamaların yapılacağı dönem ve haftalar detaylı bir şekilde iş – zaman tablosunda gösterilmiştir.

İş-Zaman Tablosu

Tezin hazırlanması sürecine yönelik planlama aşamaları aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

Tablo 1. Tez Çalışmasının 2. Dönem Haftalık İş-Zaman Tablosu

Ayrıntılı iş planı	2.Dönem													
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta	7. Hafta	8. Hafta	9. Hafta	10. Hafta	11. Hafta	12. Hafta	13. Hafta	14. Hafta
21 YY ÖĞRENEN BECERİ KULLANIM, STEM FARKINDALIK ÖLÇEĞİ, STEM UYGULAMALARI ÖĞRETMEN ADAYLARI ÖZ YETERLİLİK ÖLÇEĞİ (Ön Test)	X													
1. PİLOT UYGULAMA		X												
2. PİLOT UYGULAMA			X											
3D YAZICI 1. UYGULAMA (Anahtarlık Yapımı)				X										
3D YAZICI 2. UYGULAMA (Kamyonet Yapımı)					X									
3D YAZICI 3. UYGULAMA (Tank Yapımı)						X								

3D YAZICI 4. UYGULAMA (Engel Algılayıcı Sensör Kabı)								X						
ARDUINO PROGRAMININ KURULUMU VE KOD YAZMAYI ÖĞRENME									X					
ARDUINO 1. UYGULAMA (Led Yakma)										X				
ARDUINO 2. UYGULAMA (Sensör Yapımı)											X			
ARDUINO 3. UYGULAMA (Park Sensör Yapımı)												X		
ARDUINO 4. UYGULAMA (Görme Engelliler İçin Engel Algılayıcı Sensör Yapımı)													X	
21 YY ÖĞRENEN BECERİ KULLANIM ÖLÇEĞİ, STEM FARKINDALIK ÖLÇEĞİ, STEM UYGULAMALARI ÖĞRETMEN ADAYLARI ÖZ YETERLİLİK ÖLÇEĞİ (Son Test)														X
YAPILANDIRILMIŞ ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU SORULARI														X

3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları.

STEM Eğitimi kapsamında 3D yazıcı ile 4 uygulama, robotik kodlama ile ilgili 4 uygulama olmak üzere toplamda 8 uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalar 5E modeline göre hazırlanmış günlük ders planları ve yapılan uygulamaların görüntüleri detaylı bir şekilde aşağıda belirtilmektedir.

3D yazıcı uygulamaları

STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan 3D yazıcı uygulamaları;

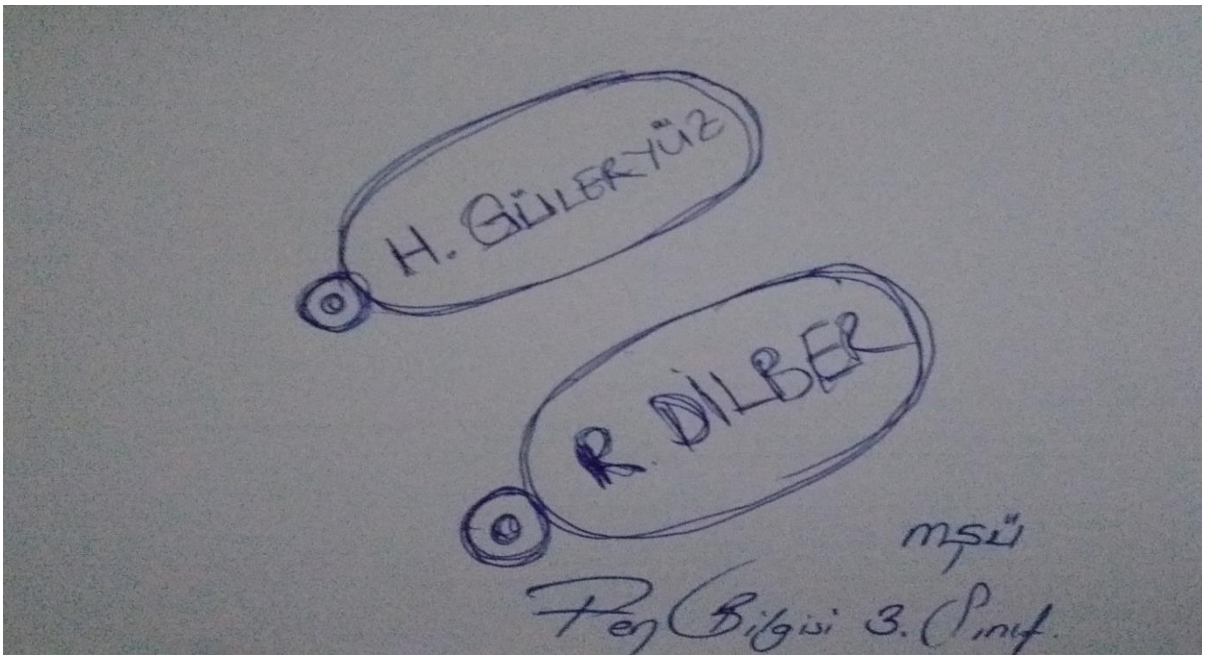
- 1- Anahtarlık Yapımı
- 2- Kamyonet Yapımı
- 3- Tank Yapımı
- 4- Görme Engelliler İçin Engel Algılayıcı Sensör Kabının Yapımı

Uygulama No: 1

Uygulamanın Adı: Anahtarlık Yapımı

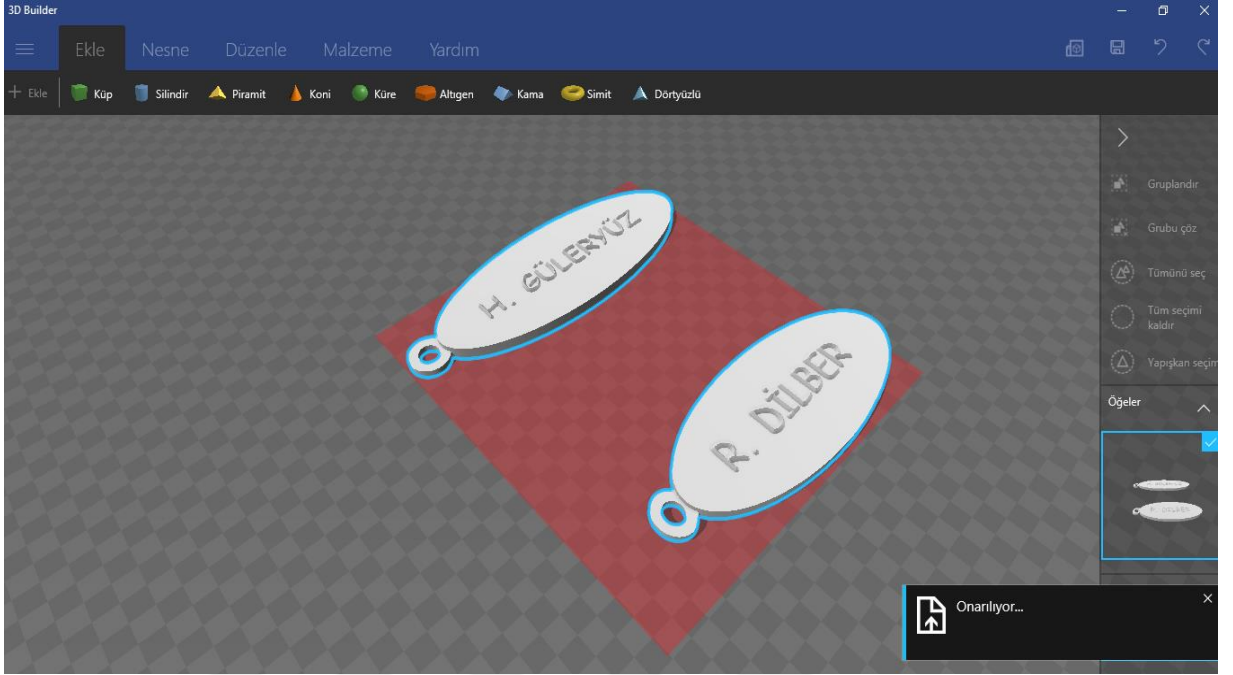
STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan 3D yazıcı uygulamalarında anahtarlık yapımı için hazırlanan günlük ders planı EK 6'da yer almaktadır. Uygulamalarda yapılan işlemler adım adım aşağıda belirtilmiştir.

Öğretmen adaylardan 3D Builder programında tasarım yapmadan önce kâğıt üzerinde tasarım yapacağı anahtarın resmini çizmeleri istendi (Şekil 33). Böylece öğretmen adaylardan iki boyutlu düşünceleri sağlanmıştır.



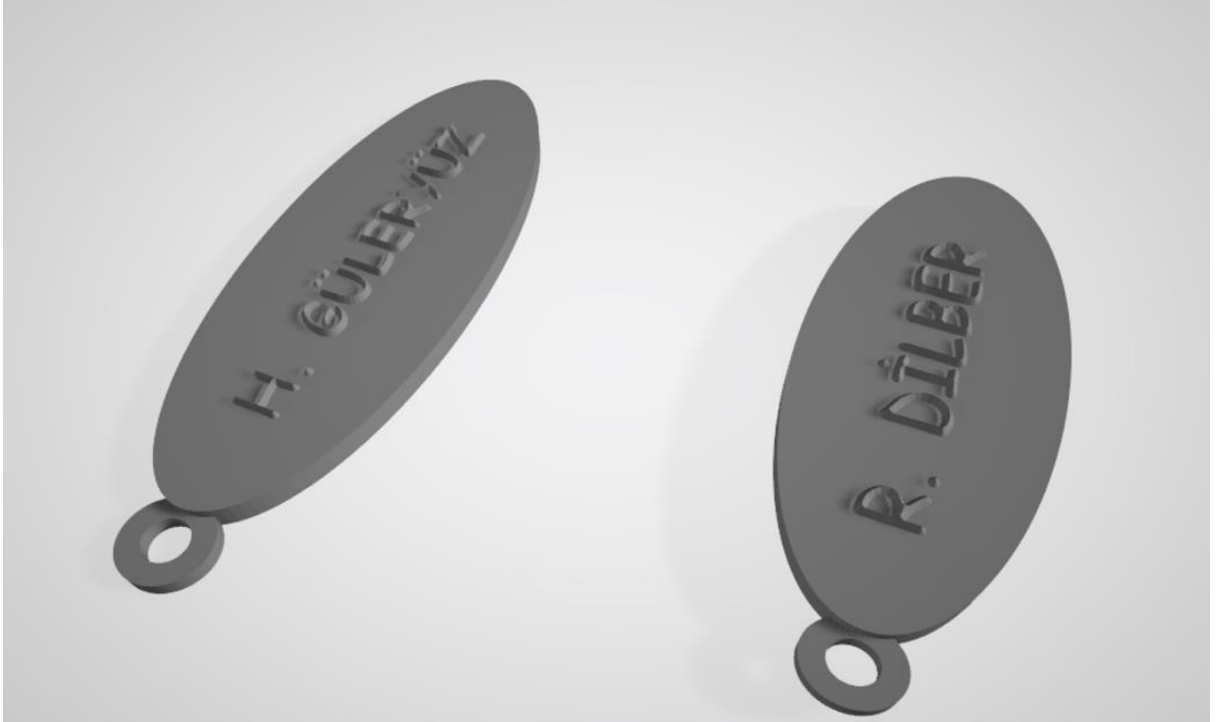
Şekil 30. Anahtarlık çizimi.

Öğretmen adaylarıyla beraber 3D Builder programında anahtarlık tasarımı yapıldı (Şekil 34). Bu aşamada öğretmen adaylarla adım adım birlikte hareket edilmiştir.



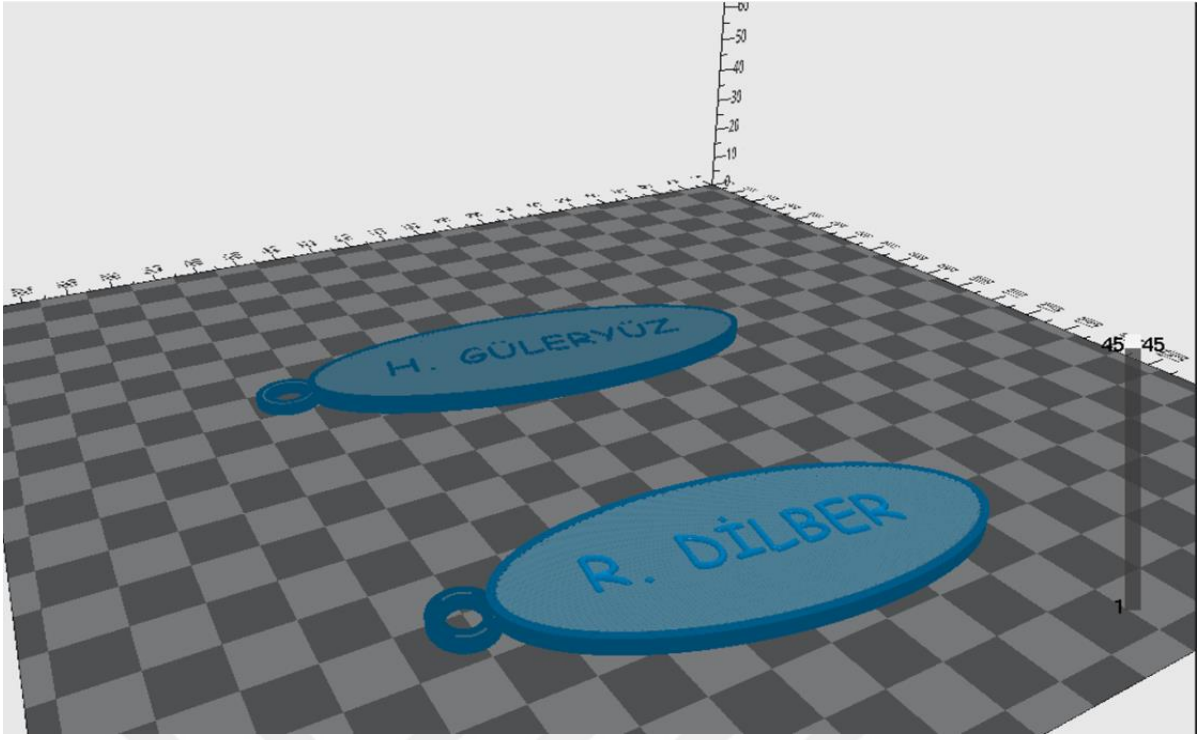
Şekil 31. Çizim için 3D Builder program uygulaması.

3D Builder programında tasarım yapıldıktan sonra STL dosyası alınmıştır (Şekil 35).



Şekil 32. 3D Builder programından STL.

Yapılan anahtarlık tasarımı Zaxe desktop PLA programında dilimleme yapılmıştır (Şekil 36). Böylece yapılan tasarımın boyutu ve baskı alındığında baskının iç doluluk oranları yapılmıştır.



Şekil 33. Dilimle için Zaxe PLA uygulaması.

3D yazıcı makinasından yapılan tasarım ve dilimlemeden sonra 3D baskı alınmıştır (Şekil 37).



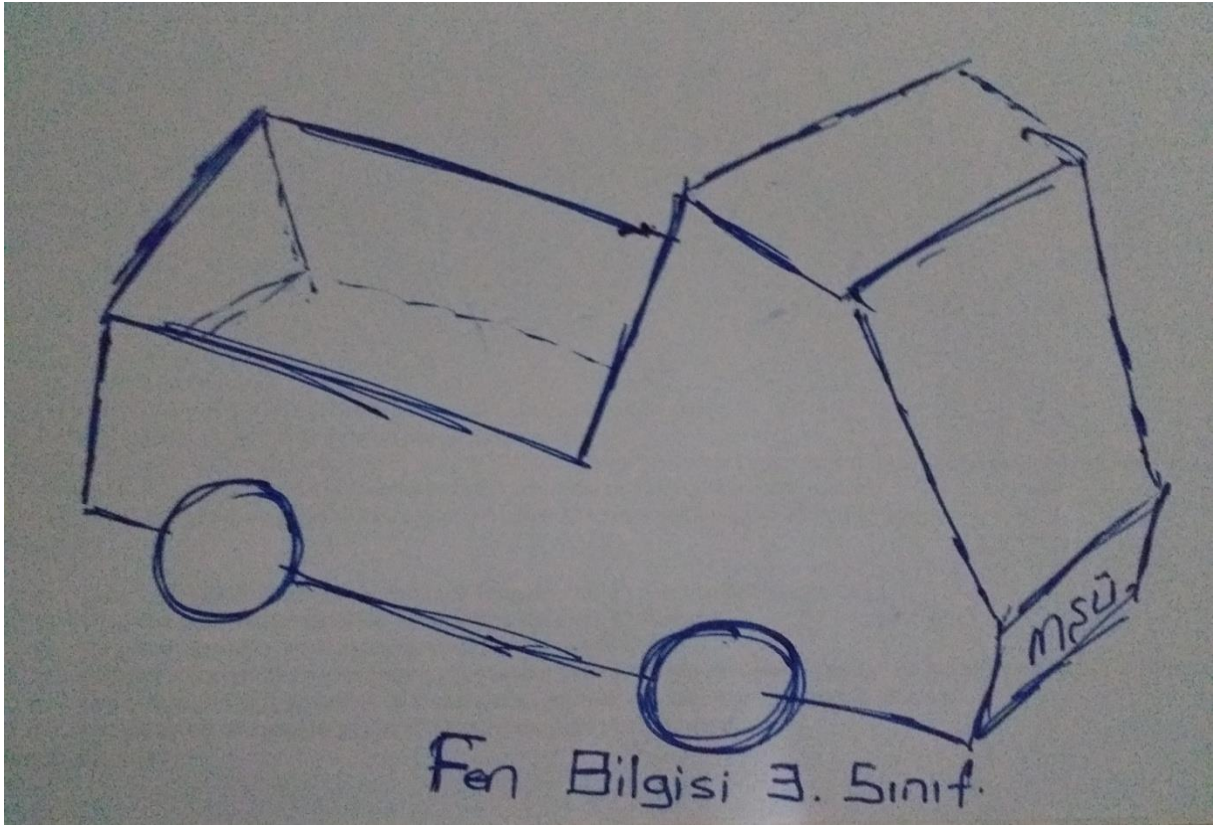
Şekil 34. Anahtarlık 3D baskısı.

Uygulama No: 2

Uygulamanın Adı: Kamyonet Yapımı

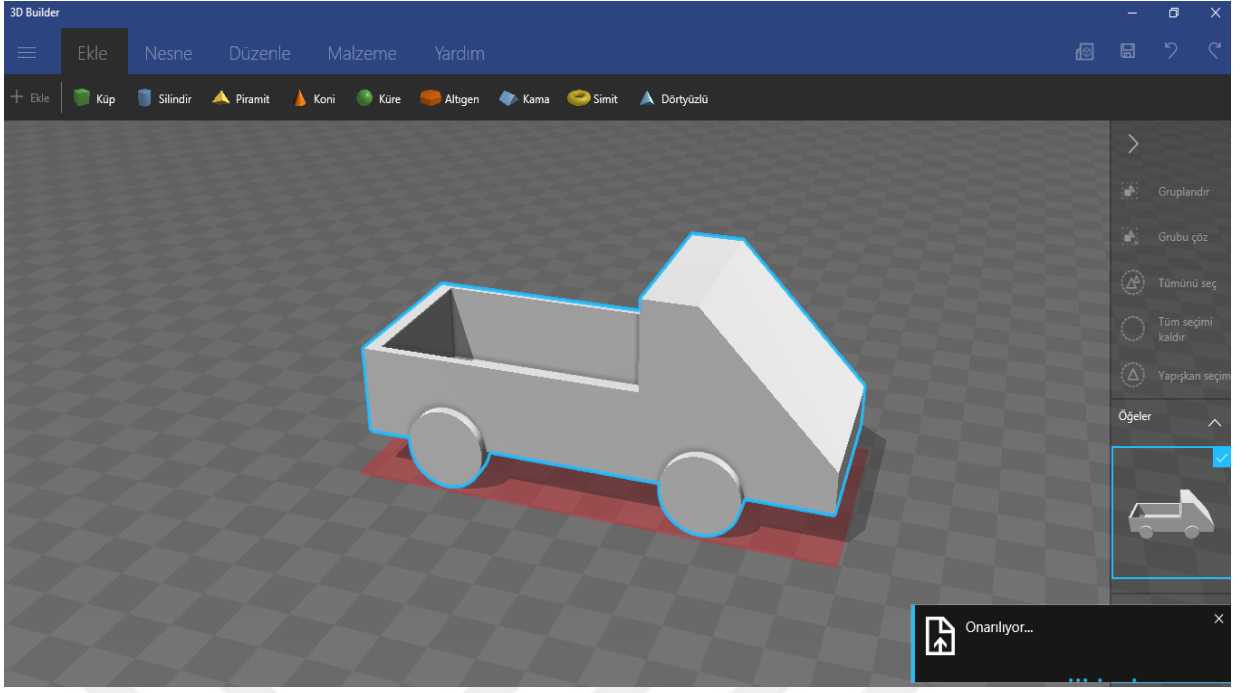
STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan 3D yazıcı uygulamalarından kamyonet yapımı için hazırlanan günlük ders planı EK 7' de yer almaktadır. Uygulamalarda yapılan işlemler adım adım aşağıda belirtilmiştir.

Öğretmen adaylardan 3D Builder programında tasarım yapmadan önce kağıt üzerinde tasarım yapacağı kamyonetin resmini çizmeleri istendi (Şekil 38). Böylece öğretmen adaylardan iki boyutlu düşünceleri sağlanmıştır.



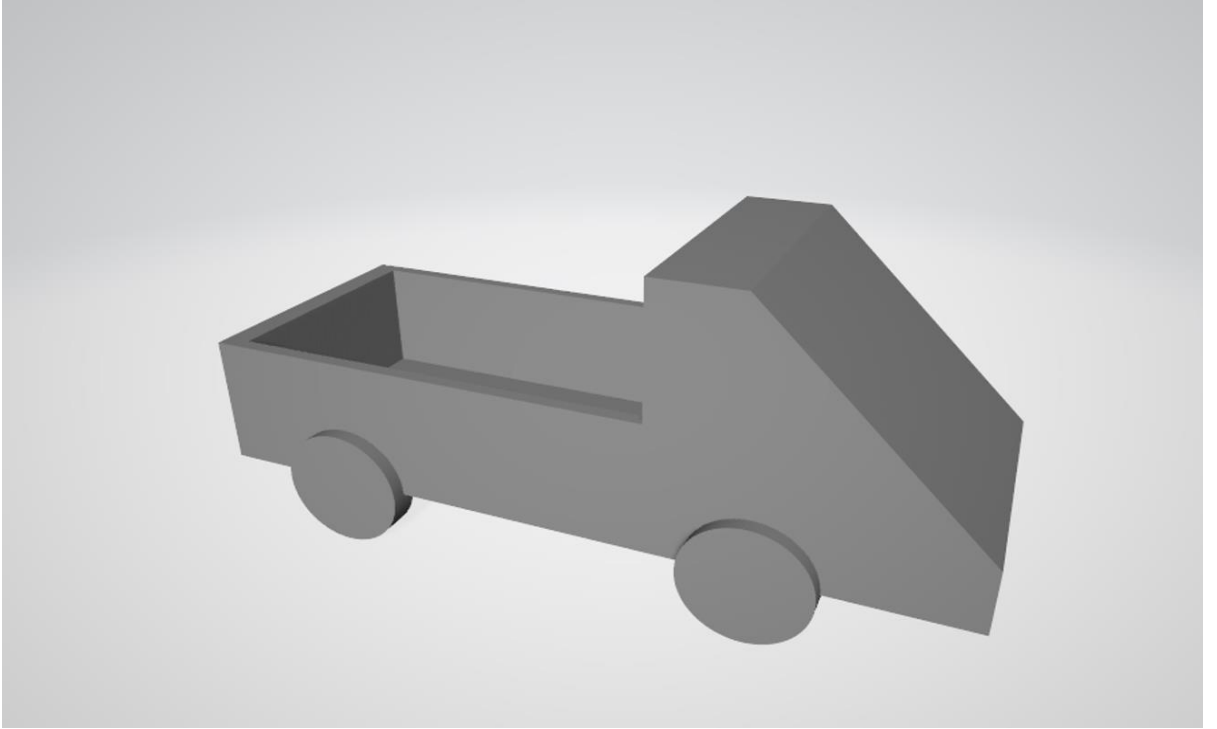
Şekil 35. Kamyonet çizimi.

Öğretmen adaylarıyla beraber 3D Builder programında kamyonet tasarımı yapılmıştır (Şekil 39). Bu aşamada öğretmen adaylarla adım adım birlikte hareket edilmiştir.



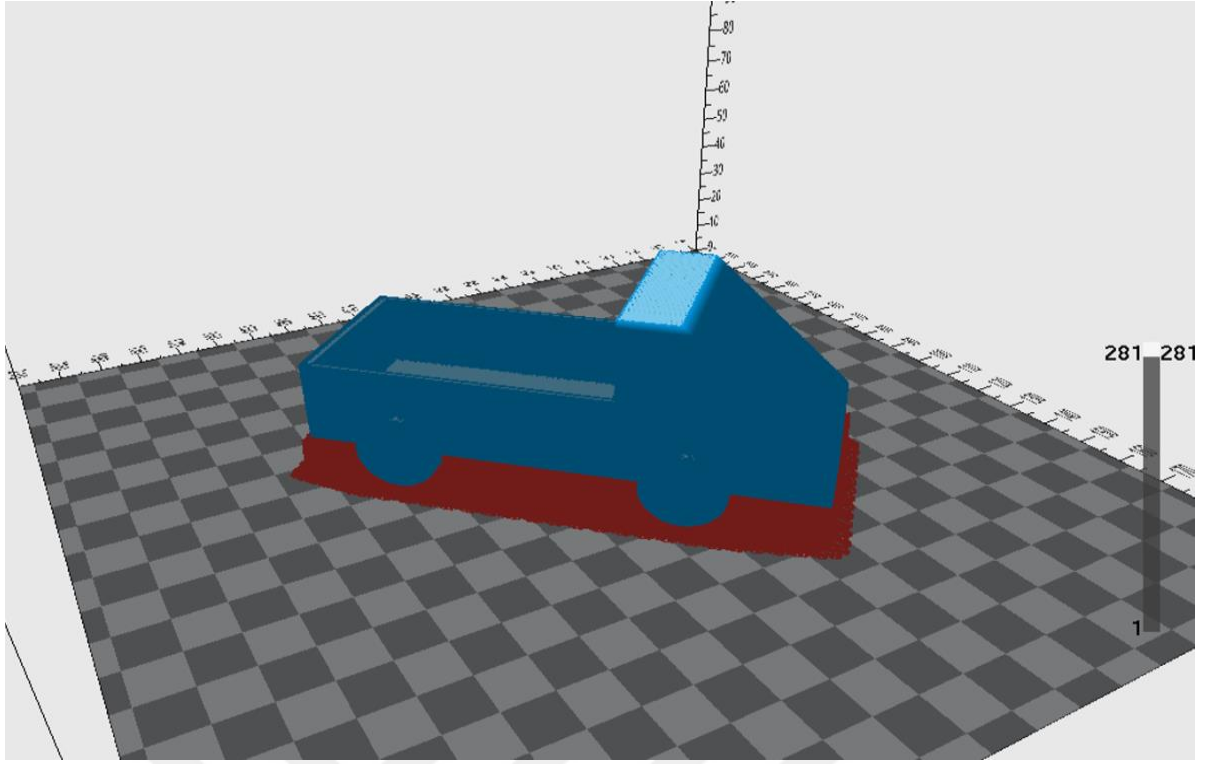
Şekil 36. Çizim için 3DBuilder program uygulaması.

3D Builder programında tasarım yapıldıktan sonra STL dosyası alınmıştır (Şekil 40).



Şekil 37. 3DBuilder programından STL.

Yapılan anahtarlık tasarımı Zaxe desktop PLA programında dilimleme yapılmıştır (Şekil 41). Böylece yapılan tasarımın boyutu ve baskı alındığında baskının iç doluluk oranları yapılmıştır.



Şekil 38. Dilimle için Zaxe PLA uygulaması.

3D yazıcı makinasından yapılan tasarım ve dilimlemeden sonra 3D baskı alınmıştır (Şekil 42).



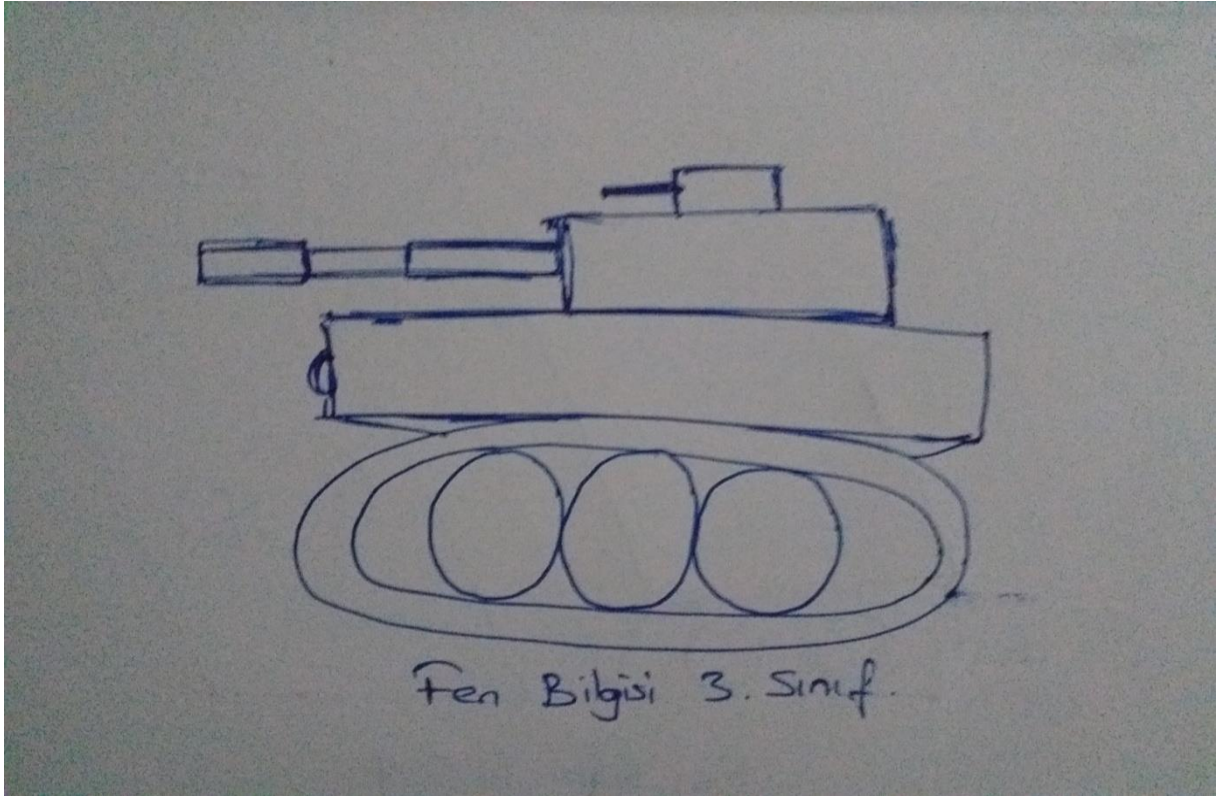
Şekil 39. Kamyonet 3D baskısı.

Uygulama No: 3

Uygulamanın Adı: Tank Yapımı

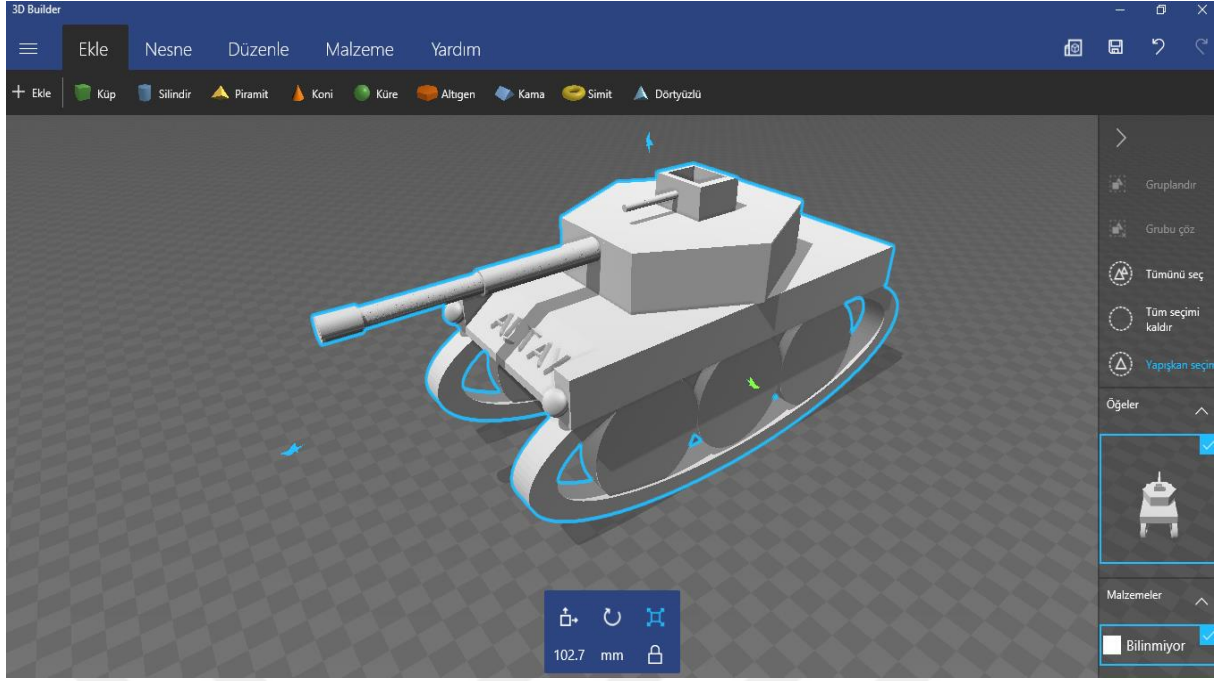
STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan 3D yazıcı uygulamalarından tank yapımı için hazırlanan günlük ders planı EK 8' de yer almaktadır. Uygulamalarda yapılan işlemler adım adım aşağıda belirtilmiştir.

Öğretmen adaylardan 3D Builder programında tasarım yapmadan önce kağıt üzerinde tasarım yapacağı tank resmini çizmeleri istenilmiştir (Şekil 43). Böylece öğretmen adaylardan iki boyutlu düşünceleri sağlanmıştır.



Şekil 40. Tank çizimi.

Öğretmen adaylarıyla beraber 3D Builder programında tank tasarımı yapılmıştır (Şekil 44). Bu aşamada öğretmen adaylarla adım adım birlikte hareket edilmiştir.



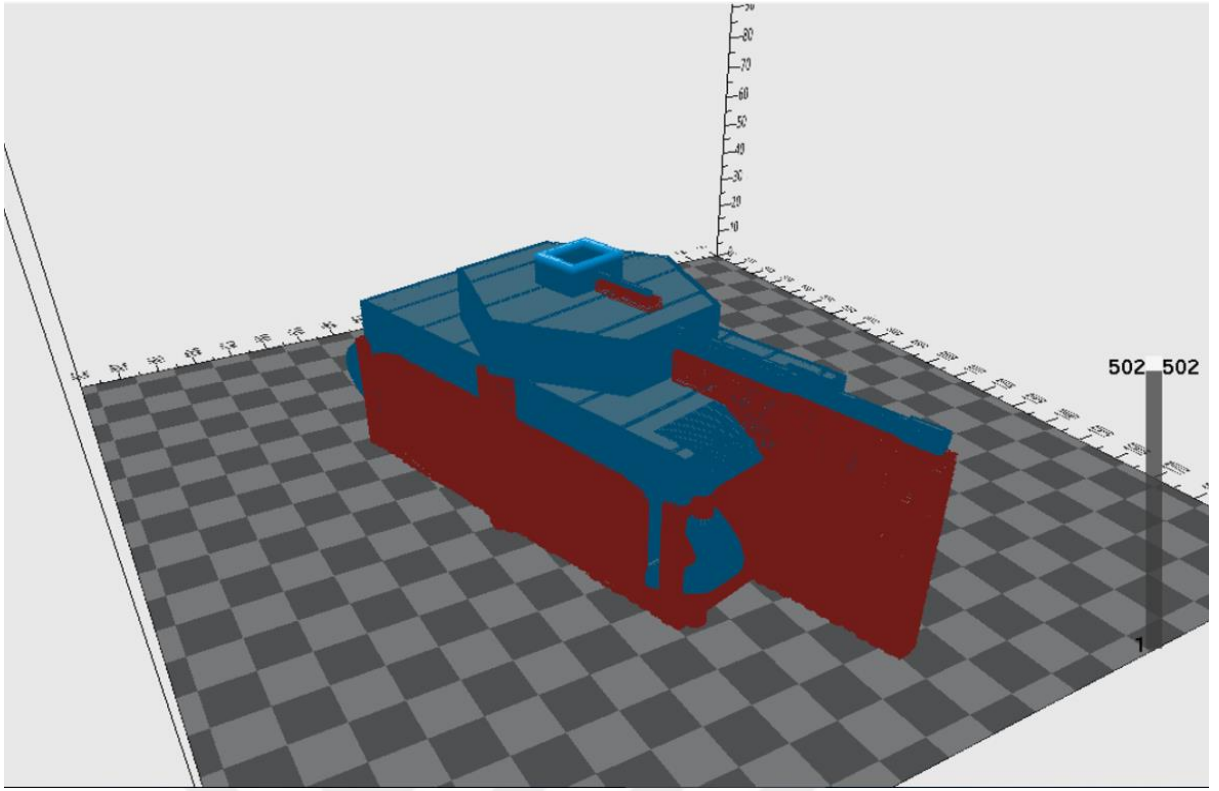
Şekil 41. Çizim için 3DBuilder program uygulaması.

3D Builder programında tasarım yapıldıktan sonra STL dosyası alınmıştır (Şekil 45).



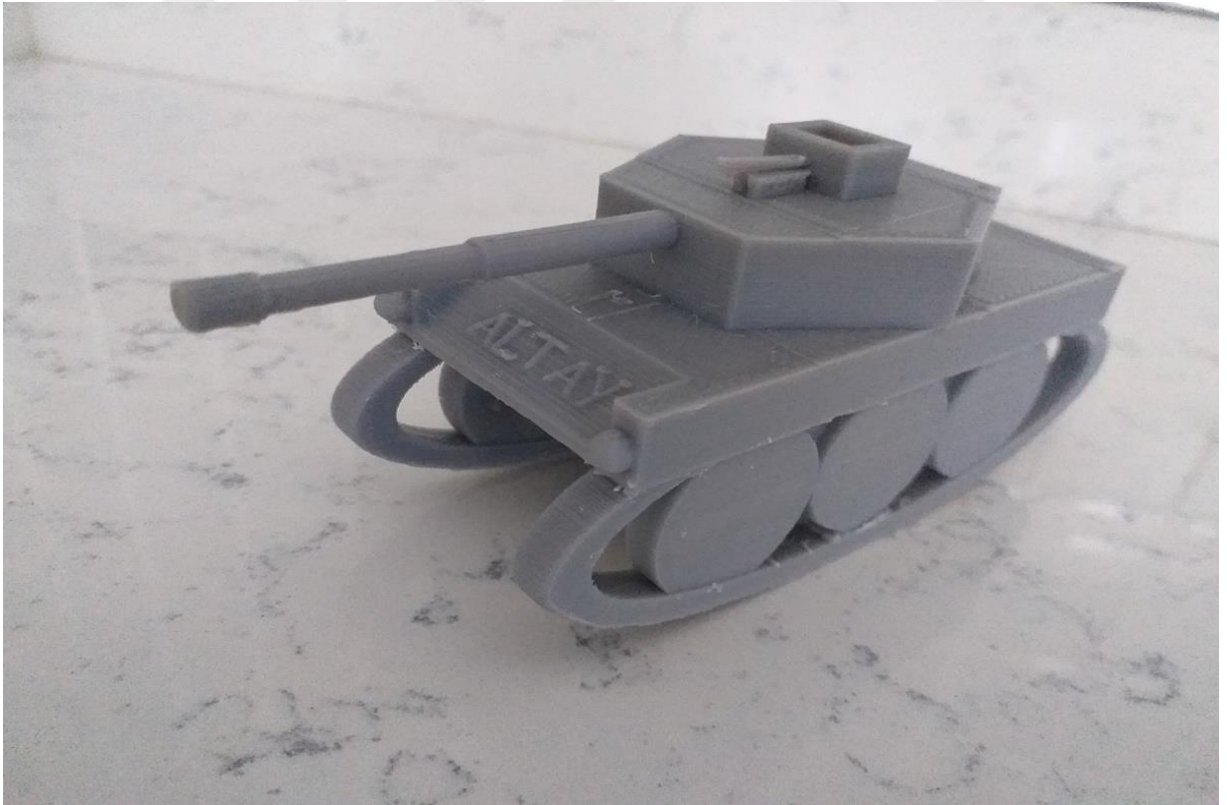
Şekil 42. 3DBuilder programından STL.

Yapılan anahtarlık tasarımı Zaxe desktop PLA programında dilimleme yapılmıştır (Şekil 46). Böylece yapılan tasarımın boyutu ve baskı alındığında baskının iç doluluk oranları yapılmıştır.



Şekil 43. Dilimle için Zaxe PLA uygulaması.

3D yazıcı makinasından yapılan tasarım ve dilimlemeden sonra 3D baskı alınmıştır (Şekil 47).



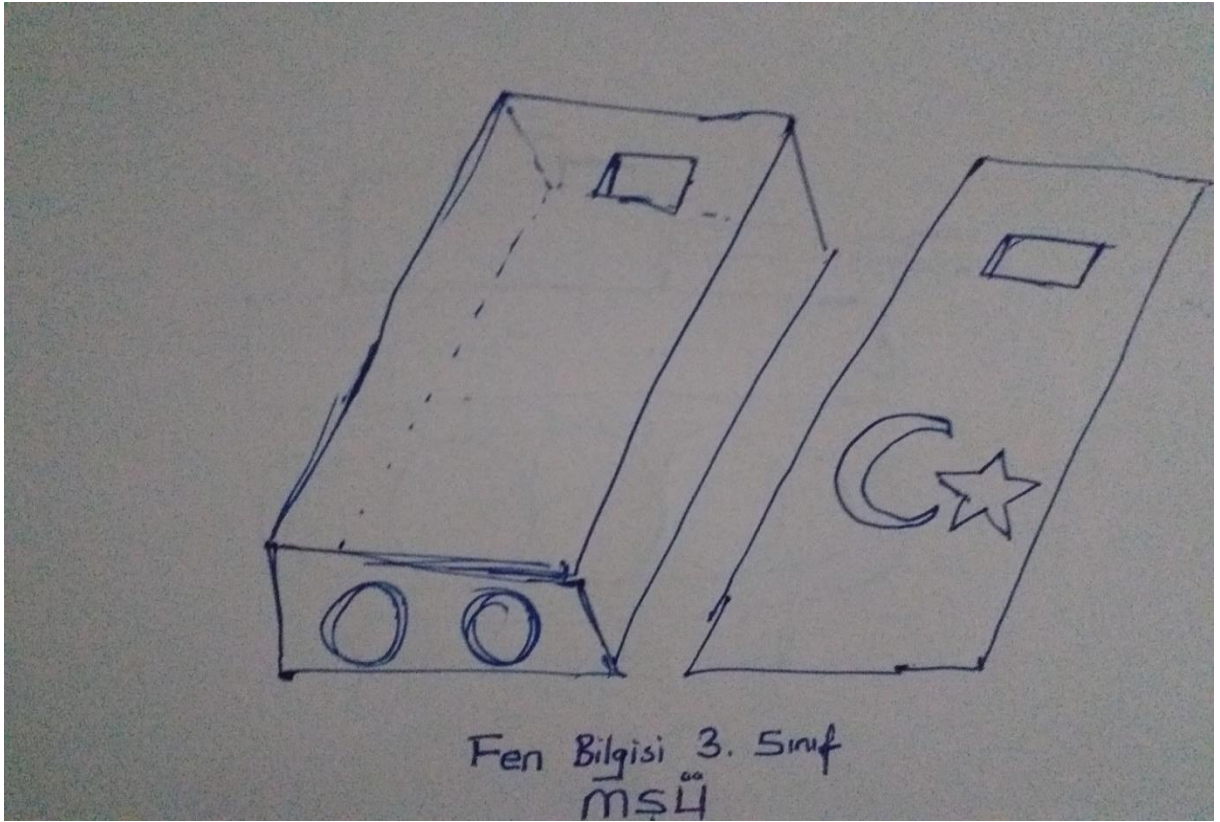
Şekil 44. Tank 3D baskısı.

Uygulama No: 4

Uygulamanın Adı: Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensor Kabının Yapımı

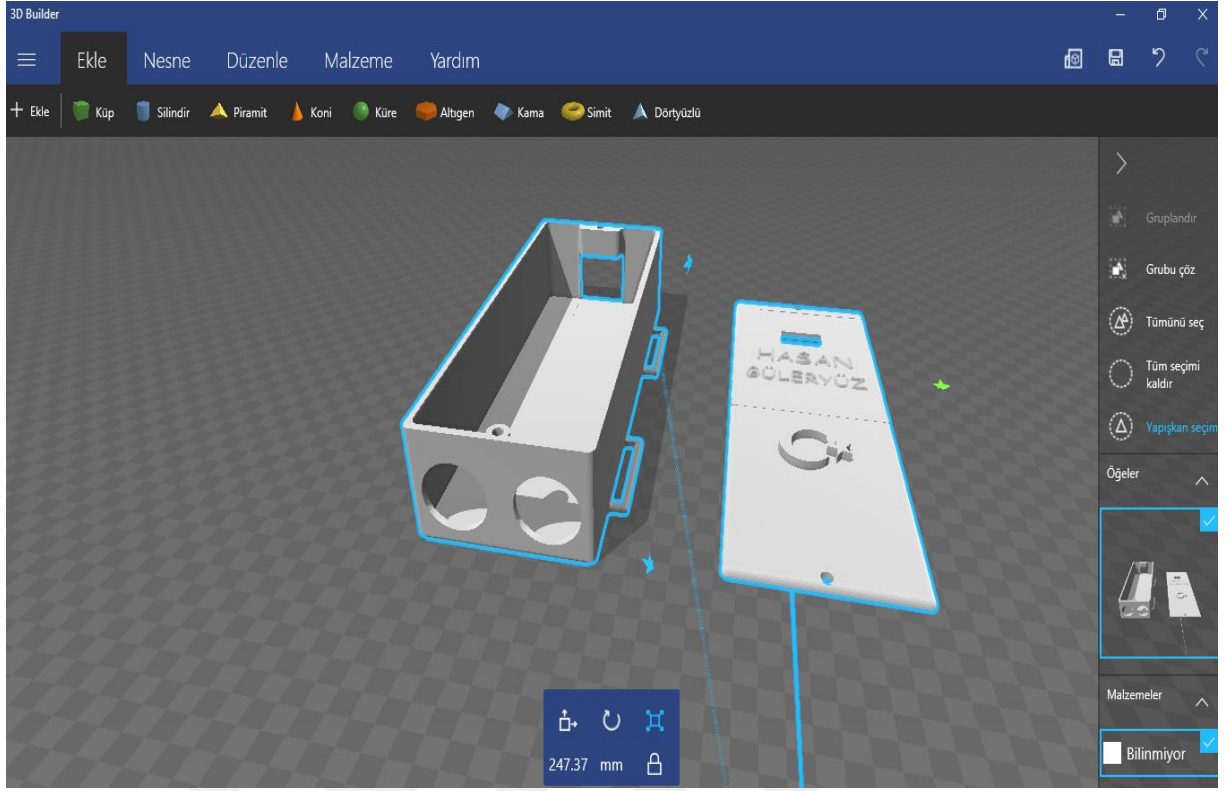
STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan 3D yazıcı uygulamalarından görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabının yapımı için hazırlanan günlük ders planı EK 9' da yer almaktadır. Uygulamalarda yapılan işlemler adım adım aşağıda belirtilmiştir.

Öğretmen adaylardan 3D Builder programında tasarım yapmadan önce kağıt üzerinde tasarım yapacağı engel algılayıcı sensörün kabının resmini çizmeleri istendi (Şekil 48). Böylece öğretmen adaylardan iki boyutlu düşünceleri sağlandı.



Şekil 45. Görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabı çizimi.

Öğretmen adaylarıyla beraber 3D Builder programında Görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabının tasarımı yapılmıştır (Şekil 49). Bu aşamada öğretmen adaylarla adım adım birlikte hareket edilmiştir.



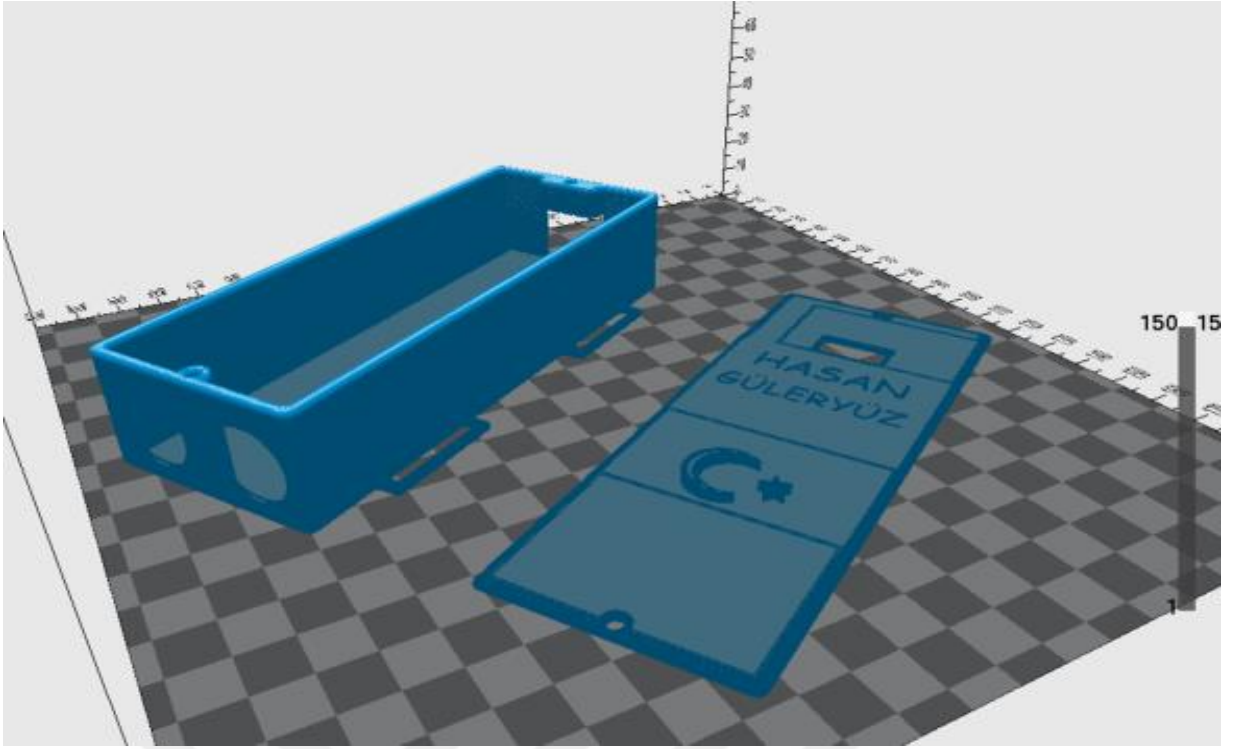
Şekil 46. Çizim için 3D Builder uygulaması.

3D Builder programında tasarım yapıldıktan sonra STL dosyası alınmıştır (Şekil 50).



Şekil 47. Engel algılayıcı sensör çizimi için 3D Builder program uygulaması.

Yapılan anahtarlık tasarımı Zaxe desktop PLA programında dilimleme yapılmıştır (Şekil 51). Böylece yapılan tasarımın boyutu ve baskı alındığında baskının iç doluluk oranları yapılmıştır.



Şekil 48. Dilimle için Zaxe PLA uygulaması.

3D yazıcı makinasından yapılan tasarım ve dilimlemeden sonra 3D baskı alınmıştır (Şekil 52).



Şekil 49. Engel algılayıcı sensör 3D baskısı.

Robotik kodlama uygulaması

STEM Eğitimi kapsamında Öğretmen adaylarla beraber robotik kodlama ile ilgili dört uygulama yapılmıştır.

- 1- Led Yakma
- 2- Sensör Yapımı
- 3- Park Sensörü Yapımı
- 4- Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Yapımı

Uygulama No: 1

Uygulamanın Adı: Led Yakma

STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan robotik kodlama uygulamalarından led yakma için hazırlanan günlük ders planı EK 10' de yer almaktadır. Uygulamalarda yapılan işlemler adım adım aşağıda belirtilmiştir.

Malzeme Listesi

- 1- ArduinoUno
- 2- Breadboard
- 3- 3 adet led
- 4- 3 adet 220 w direnç
- 5- Erkek – erkek jumper kablo

Öğretmen adaylarla uygulamada kullanılacak malzemeler ayarlandıktan sonra. Arduino İDE programında kod yazma işlemine geçilmiştir.

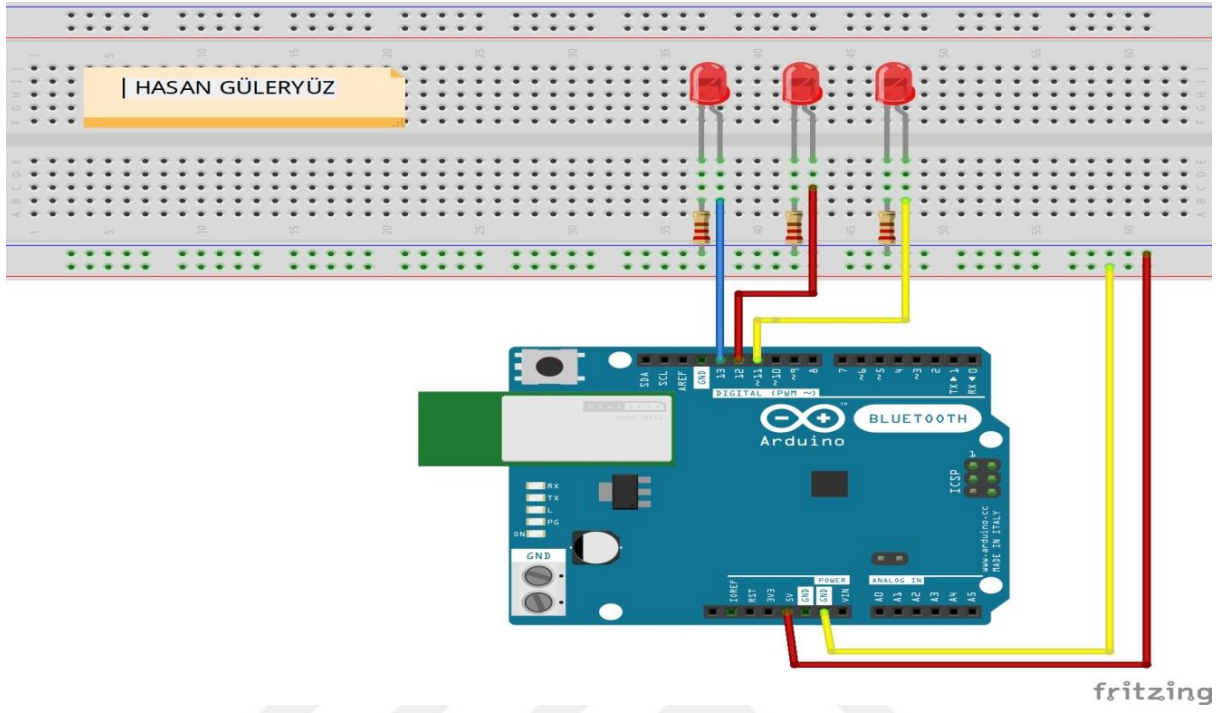
Kod

```
voidsetup()
{pinMode(13, OUTPUT);
pinMode(12, OUTPUT);
pinMode(11, OUTPUT);}
```

```
voidloop(){
digitalWrite(13, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(13, LOW);
delay(500);
digitalWrite(12, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(12, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(11, HIGH);
delay(1500);
digitalWrite(11, LOW);
delay(1500); }
```

Devre Şeması

Öğretmen adayları ile beraber adım adım kod yazıldıktan sonra fritzing programında devre şeması çizimi yapılmıştır.



Şekil 50. Led yakma uygulamasının devre şeması.

Uygulama No: 2

Uygulamanın Adı: Sensör Yapımı

STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan robotik kodlama uygulamalarından sensör yapımı için hazırlanan günlük ders planı EK 11' de yer almaktadır. Uygulamalarda yapılan işlemler adım adım aşağıda belirtilmiştir.

Kullanılan Malzeme

- 1- ArduinoUno
- 2- Ultrasoniksensör
- 3- Buzzer
- 4- Erkek –erkek jumper kablo
- 5- Erkek –dişi jumper kablo
- 6- Board

Öğretmen adaylarla uygulamada kullanılacak malzemeler ayarlandıktan sonra. Arduino İDE programında kod yazma işlemine geçilmiştir.

Kod

```
int trigPin 6
int echoPin 7
int buzzer 11

void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT); }

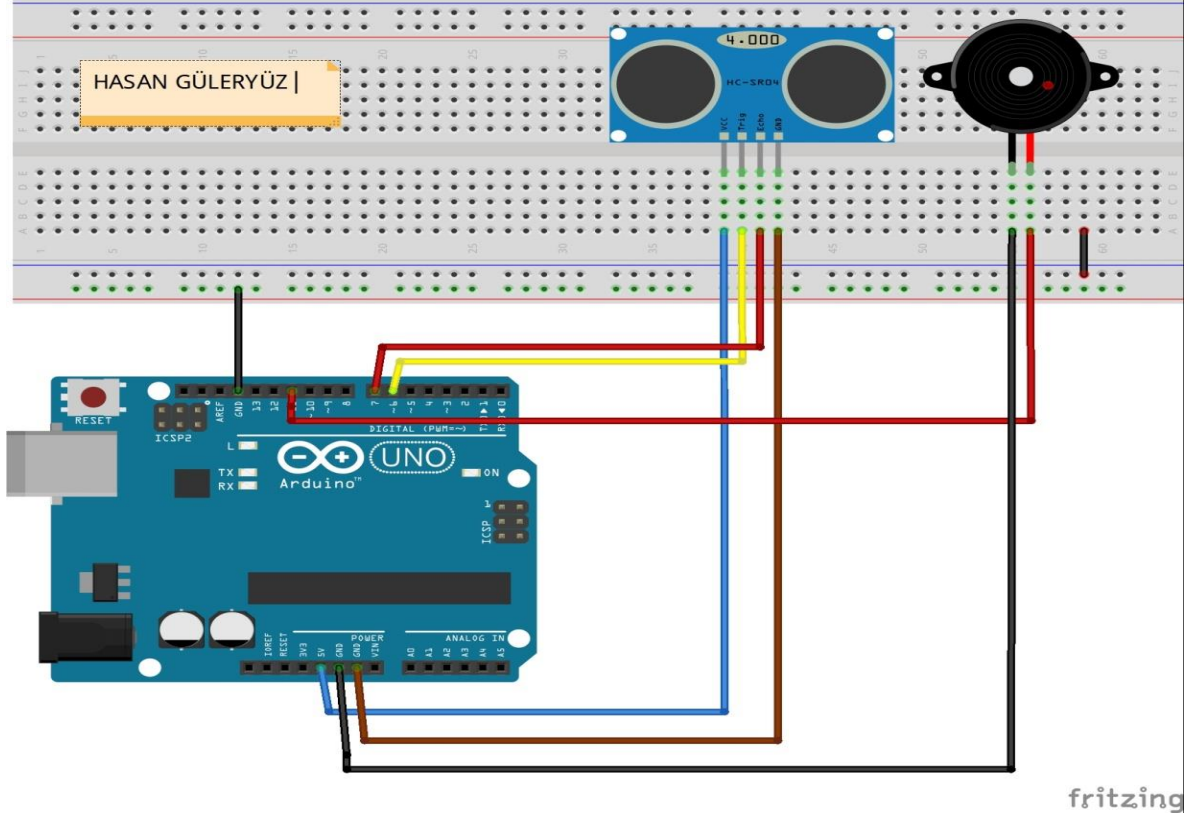
void loop(){
  long sure, mesafe;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  sure = pulseIn(echoPin, HIGH);
  mesafe = (sure/2)/29.1;

  if (mesafe < 30){
    digitalWrite(buzzer, HIGH); }

  else{ digitalWrite(buzzer, LOW); }
  delay(500); }
```

Devre Şeması

Öğretmen adayları ile beraber adım adım kod yazıldıktan sonra fritzing programında devre şeması çizimi yapılmıştır.



Şekil 51. Sensör uygulamasının devre şeması.

Uygulama No: 3

Uygulamanın Adı: Park Sensörü Yapımı

STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan robotik kodlama uygulamalarından park sensörü yapımı için hazırlanan günlük ders planı EK 12' de yer almaktadır. Uygulamalarda yapılan işlemler adım adım aşağıda belirtilmiştir.

Malzeme Listesi

- ✓ ArduinoUno
- ✓ 2 adet led
- ✓ 2 adet 220 ohm direnç
- ✓ 1 adet buzzer
- ✓ Bread board
- ✓ jumper kablo
- ✓ 1 adet hcsr-04 modülü

Öğretmen adaylarla uygulamada kullanılacak malzemeler ayarlandıktan sonra. Arduino İDE programında kod yazma işlemine geçilmiştir.

Kod

```
int led1 = 9;
int led2 = 10;
int buzzer = 11;
int trig = 6;
int echo = 7;
int mesafe;
int sure;
void setup(){
  pinMode(led1 , OUTPUT);
  pinMode(led2 , OUTPUT);
  pinMode(buzzer , OUTPUT);
  pinMode(trig, OUTPUT);
  pinMode(echo , INPUT);
  Serial.begin(9600); }

void loop(){
  digitalWrite(trig , HIGH);
  delayMicroseconds(1000);
  digitalWrite(trig , LOW);
  sure = pulseIn(echo , HIGH);
  mesafe = (sure/2) / 29.1;
  Serial.print(mesafe);

  digitalWrite(led1 , LOW);
  digitalWrite(led2 , LOW);
  digitalWrite(buzzer , LOW);
```



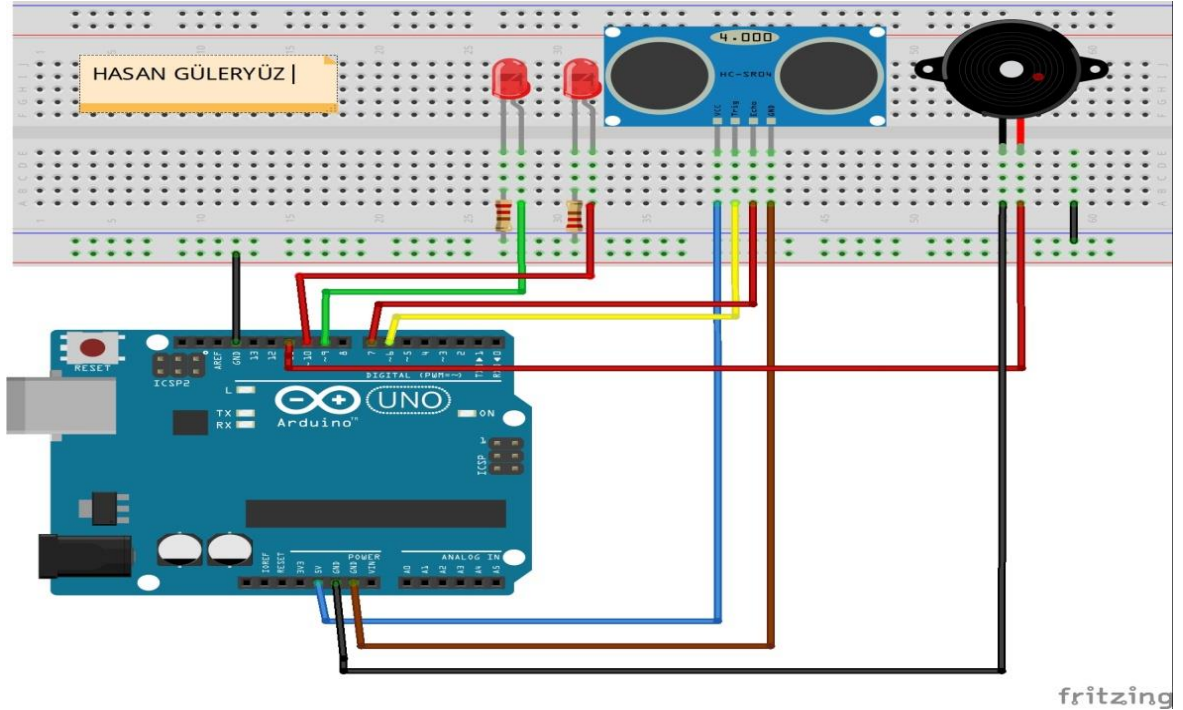
```

if (0 < mesafe && mesafe <20)
{ digitalWrite(led1 , HIGH);
digitalWrite(led2 , HIGH);
digitalWrite(buzzer , HIGH); }
elseif (20 < mesafe && mesafe < 40)
{ digitalWrite(led1 , HIGH);
digitalWrite(led2 , HIGH);
digitalWrite(buzzer , HIGH);
delay(500);
digitalWrite(led1 , LOW);
digitalWrite(led2 , LOW);
digitalWrite(buzzer , LOW);
delay(500); }
elseif (40 < mesafe && mesafe <60)
{ digitalWrite(led1 , HIGH);
digitalWrite(buzzer , HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(led1 , LOW);
digitalWrite(buzzer , LOW);
delay(1000); }
else{ digitalWrite(led1 , LOW);
digitalWrite(led2 , LOW);
digitalWrite(buzzer , LOW); } }

```

Devre Şeması

Öğretmen adayları ile beraber adım adım kod yazıldıktan sonra fritzing programında devre şeması çizimi yapılmıştır.



Şekil 52. Park sensör yapımı devre şeması.

Uygulama No: 4

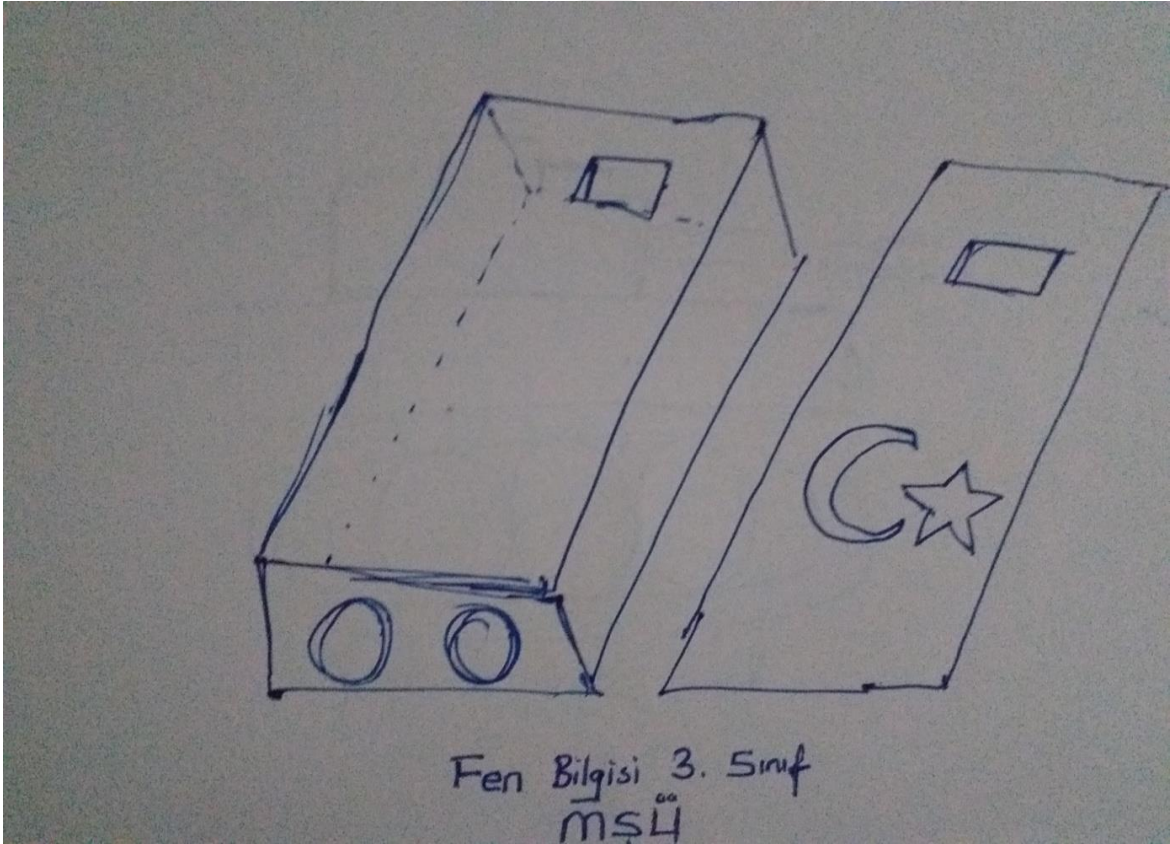
Uygulamanın Adı: Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Yapımı

STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarıyla beraber yapılan robotik kodlama uygulamalarından görme engelliler için engel algılayıcı sensör yapımı için hazırlanan günlük ders planı EK 13' de yer almaktadır. Uygulamalarda yapılan işlemler adım adım aşağıda belirtilmiştir. STEM eğitimi kapsamında yapılan 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları neticesinde görme engelliler için engel algılayıcı sensör yapımı öğretmen adayları ile beraber başarılı bir şekilde yapılmıştır.

Ultrasonik Mesafe Algılayıcı Sensör

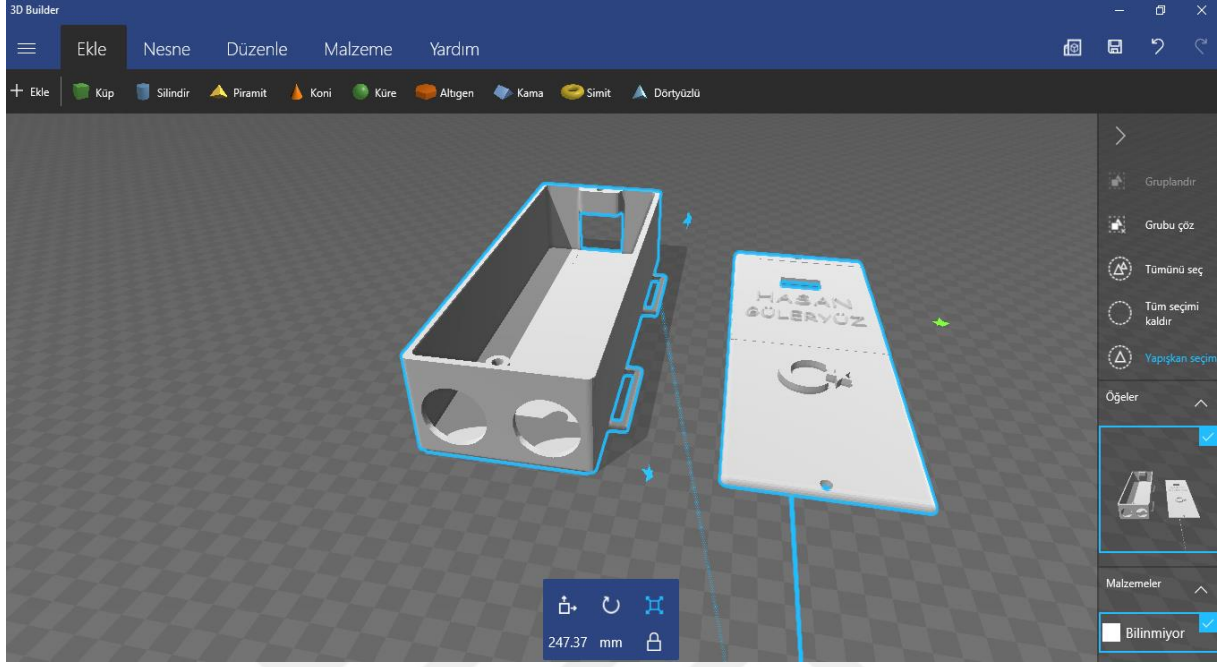
Ultrasonik ses dalgaları 20 kHz ile 500 kHz arasında frekanslara sahip ses dalgalarıdır. Ultrasonik sensörler ultrasonik ses dalgaları yayan ve bunların engellere çarpıp geri dönmesine kadar geçen süreyi hesaplayarak aradaki uzaklığı belirleyebilen sensörlerdir. Uygulamalarda kullandığımız 2 - 400 cm aralığında mesafa ölçümü yapabilen HC-SR04 ultrasonik engel algılayıcı sensördür.

Öğretmen adaylardan 3D Builder programında tasarım yapmadan önce kağıt üzerinde tasarım yapacağı görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabının resmini çizmeleri istenmiştir (Şekil 56). Böylece öğretmen adaylardan iki boyutlu düşünceleri sağlanmıştır.



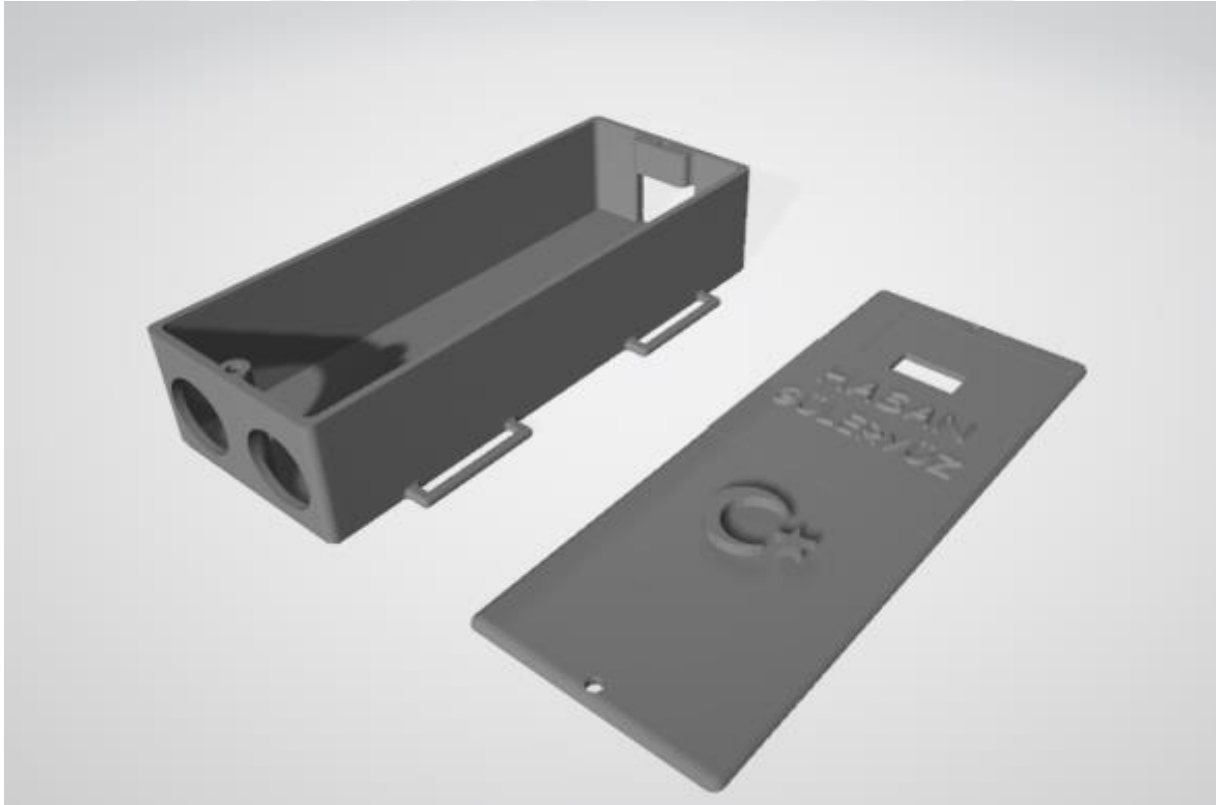
Şekil 53. Görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabı çizimi.

Öğretmen adaylarıyla beraber 3D Builder programında görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabının tasarımı yapılmıştır (Şekil 57). Bu aşamada öğretmen adaylarla adım adım birlikte hareket edilmiştir.



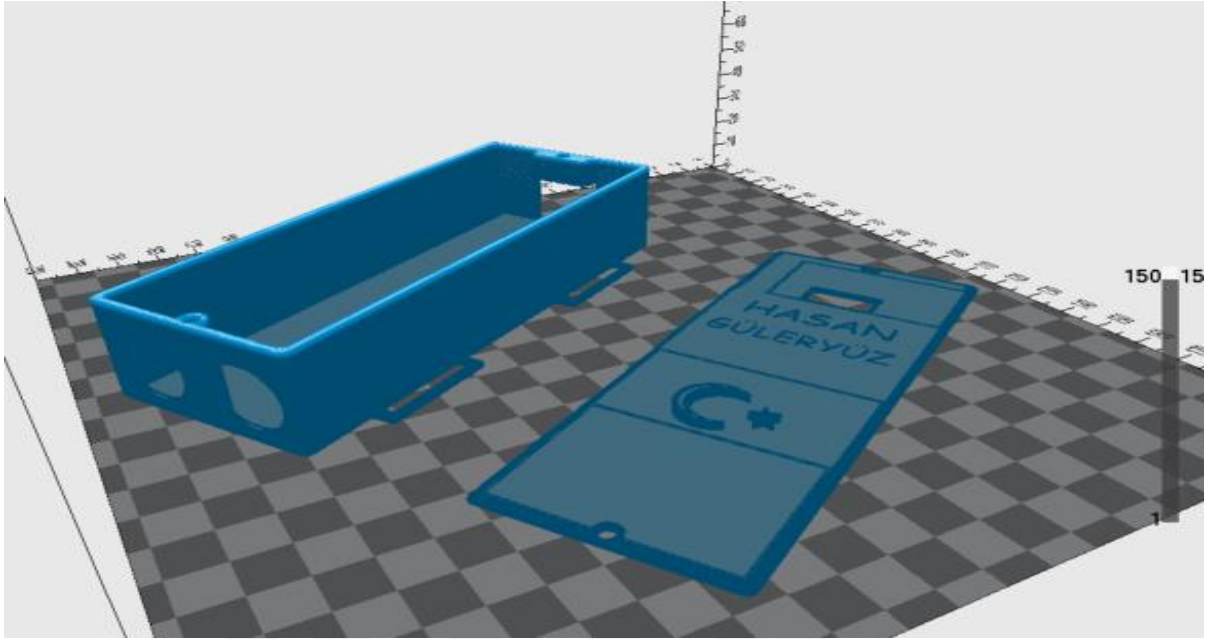
Şekil 54. Çizim için 3D Builder uygulaması.

3D Builder programında tasarım yapıldıktan sonra STL dosyası alınmıştır.



Şekil 55. Engel algılayıcı sensör çizimi için 3D Builder program uygulaması.

Yapılan görme engelliler için engel algılayıcı sensör kabının tasarımı Zaxe desktop PLA programında dilimleme yapılmıştır (Şekil 59). Böylece yapılan tasarımın boyutu ve baskı alındığında baskının iç doluluk oranları yapılmıştır.



Şekil 56. Engel algılayıcı sensör dilimle için Zaxe PLA uygulaması.

Yapılan engel algılayıcı sensör kabı tasarımı Zaxe desktop PLA programında dilimleme yapılmıştır (Şekil 60). Böylece yapılan tasarımın boyutu ve baskı alındığında baskının iç doluluk oranları yapılmıştır.



Şekil 57. Engel algılayıcı sensör 3D baskısı.

3D yazıcı makinasından yapılan tasarım ve dilimlemeden sonra 3D baskı alınmıştır.



Şekil 58. Görmeengelliler için engel algılayıcı sensör.

Malzeme Listesi

- 1- ArduinoUno
- 2- Ultrasoniksensör
- 3- Buzzer
- 4- Titreşim motoru
- 5- Erkek –erkek jumper kablo
- 6- Erkek –dişi jumper kablo
- 7- Board
- 8- 9V pil
- 9- Anahtar

Öğretmen adaylarla uygulamada kullanılacak malzemeler ayarlandıktan sonra. Arduino İDE programında kod yazma işlemine geçilmiştir.

Kod

```
int trigPin 6
int echoPin 7
int buzzer 11
int motor 13

void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
```

```

pinMode(motor, OUTPUT); }

voidloop(){
long sure, mesafe;
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
sure = pulseIn(echoPin, HIGH);
mesafe = (sure/2)/29.1;

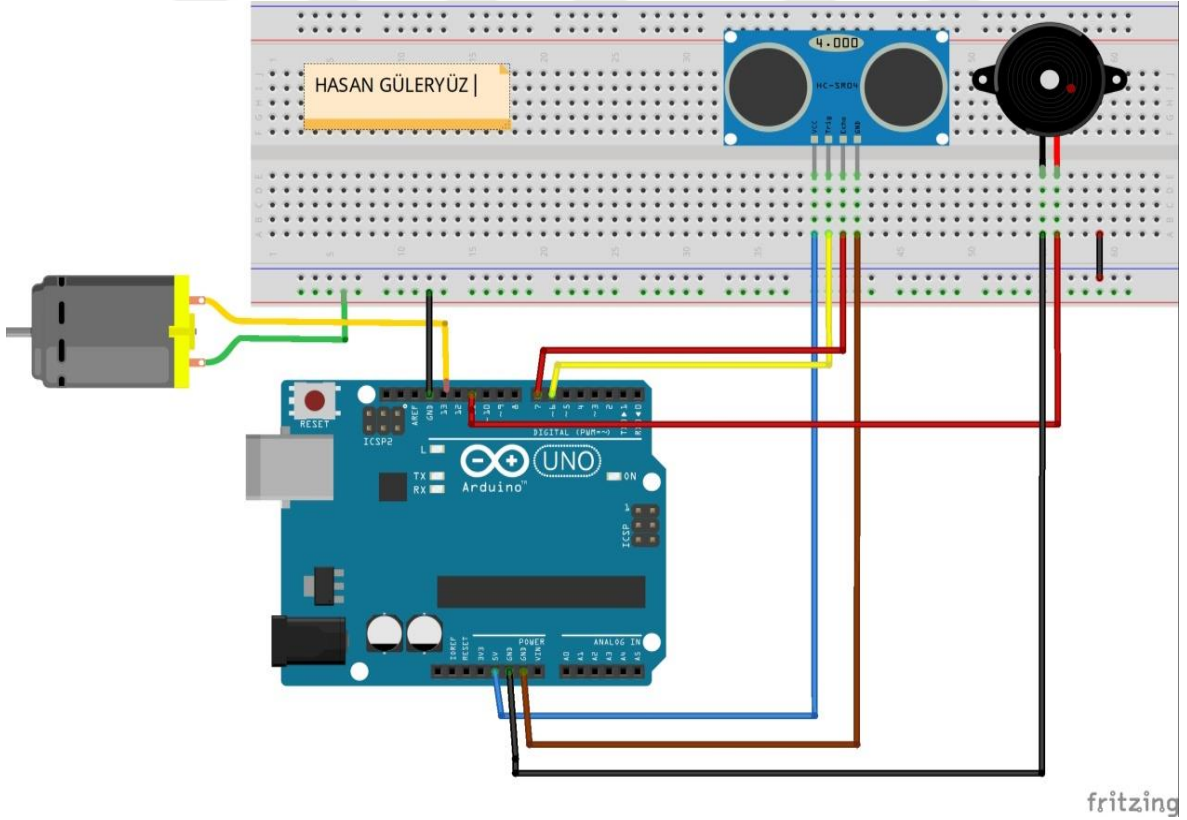
if(distance< 100){
digitalWrite(motor, HIGH);
digitalWrite(buzzer, HIGH);}

else{
digitalWrite(motor, LOW);
digitalWrite(buzzer, LOW);}
delay(500); }

```

Devre Şeması

Öğretmen adayları ile beraber adım adım kod yazıldıktan sonra fritzing programında devre şeması çizimi yapılmıştır.



Şekil 59. Görme engelliler için engel algılayıcı sensörün devre şeması.

Veri Analizi

Bu bölümde, 2018-2019 eğitim ve öğretim yılının 2. döneminde Fen Bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğretmen adaylarıyla yapılan uygulama ve görüşmeler neticesinde toplanan verilerin analizi yapılmıştır.

Nitel bulgular için veri analizi; araştırma kapsamında elde edilen verilerdeki değişimi tespit etmek için SPSS 17 programıyla varsayımların sağlandığı durumda (ilişki) örneklem t testi, varsayımların sağlanmadığı durumda ise wilcoxn testiyapılarak değerlendirildi. Değişkenlerimizin ölçümler arasında normal dağılıma uygunluğunu histogram grafikleri ve Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Bu inceleme neticesinde araştırmada kullanılan verilerin normal dağılım özelliğini gösterdiği görülmektedir. Daha sonra Paried samples statistics tablosunda ortalama, standart sapma hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Karar için Paried samples test tablosu dikkate aldık. Çıkan sonuç “sig. (2-tailed) < 0.05” ise H 0 hipotezi reddedilir. Yani verilerin ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiğini görüldü. Normal dağılım göstermeyen veriler ise nanparametrik test olan Wilcoxon testi uygulandı. İstatistiki tablosunda medyanlar karşılaştırıldı. Çıkan sonuç “sig. (2-tailed) < 0.05” ise H 0 hipotezi reddedilir. Yani verilerin ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiğini görüldü.

Nitel bulgular için veri analizi; araştırma kapsamında, 21. yüzyıl öğrenen becerileri, STEM eğitimi, 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları ile alakalı olarak yapılan görüşme soruları ve analizleri yer almaktadır. Elde edilen kodlar ilk olarak araştırmacı tarafından hazırlanmış ve daha sonra alanında uzman iki araştırmacının değerlendirilmesine sunulmuştur. Uzmanlarla yapılan değerlendirmeler neticesinde gerekli değişiklikler yapılmıştır. Daha sonra araştırmacı tarafından kategoriler oluşturulmuştur. Oluşturulan kategoriler uzman görüşlerine sunulmuştur. Yapılan görüşmeler neticesinde uzlaşılan noktalarda kategoriler belirlenmiştir. Analizler neticesinde elde edilen verilerin yüzde ve frekans tablosu oluşturulmuştur.

Araştırmacı Rolü

Araştırmacı bu çalışmanın her basamağında uygulayıcı olarak aktif bir şekilde görev almıştır. STEM eğitimi kapsamında 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarında aksilik yaşanmaması için ilgili konulara yönelik literatürtaraması gerçekleştirilmiştir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarına, 3D yazıcı ve Arduino programları anlatılarak gerekli tüm uygulamalar tasarlanmıştır. Eğitimlerin planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi ile ilgili gerçekleştirilen süreçte araştırmacı, uygulayıcı rolünü de üstlenmiştir. Araştırmacı tarafından, eğitimlerin öncesinde 21. yy öğrenen becerileri, STEM farkındalık, STEM Uygulamaları

Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik ölçeği öntest ve sontest olarak yapılmıştır. Öğretmen adaylarına yapılandırılmış öğrenci görüşme formu soruları yöneltilerek uygulamalar hakkında dönütler alınmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Nicel çalışmalarda; Araştırmacının incelediği konuya uygun ölçme araçlarının gerçekten ölçülmek istenen durumu ölçüp ölçmediğini belirlemek geçerliğin konusudur. Araştırmada yapılan kontrollerin artırılması da iç geçerliği etkileyen faktörlerdendir. Bu araştırmanın iç geçerliğini artırmak için verilerin toplandığı katılımcıların gönüllükleri esas alınmıştır. Başka araştırmacıların aynı verileri kullanarak aynı sonuçlara ulaşma düzeyleri ise güvenilirlik olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada kullanılacak ölçekler için güvenilirlik testleri de ayrıca yapılmıştır. Araştırma şartları içinde elde edilen bir sonucun gerçek yaşama genellenebilir olması durumuna dikkat edilerek dış geçerlik koşullarını sağlamak amaçlanmaktadır. Her üç veri toplama aracının geçerlilik ve güvenilirlik süreci için katılımcılar aynı üniversitelerden belirlenmiştir. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemede kararlılık analizleri ve Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı ile yapılmıştır.

Nitel çalışmaların ise; araştırmacı tarafından hazırlanan görüşme soruları, alanında uzman iki bilim insanına değerlendirilmesi için verilmiştir. Onlardan gelen dönütler doğrultusunda ilk hazırlanan sorularda bazı değişiklikler yapılmıştır. Değişiklik yapılan bu sorular çalışmaya katılmayan 5 öğrenciye uygulanmış ve yapılandırılmış görüşme formundaki sorulardan ne anladıkları sorulmuştur. Onlardan gelen dönütler ile birlikte araştırmacı ve uzmanlar bir araya gelmiş ve yapılan görüşmeler neticesinde uzlaşılan noktalarda kategoriler belirlenmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Nicel Verilerin Analizine Ait Bulgular

Bu bölümde 21.yy öğrenen becerileri, STEM farkındalık ve STEM uygulamaları öğretmen adayların Öz yeterlilik seviyelerinin belirlemek için yapılan analizler yer almaktadır.

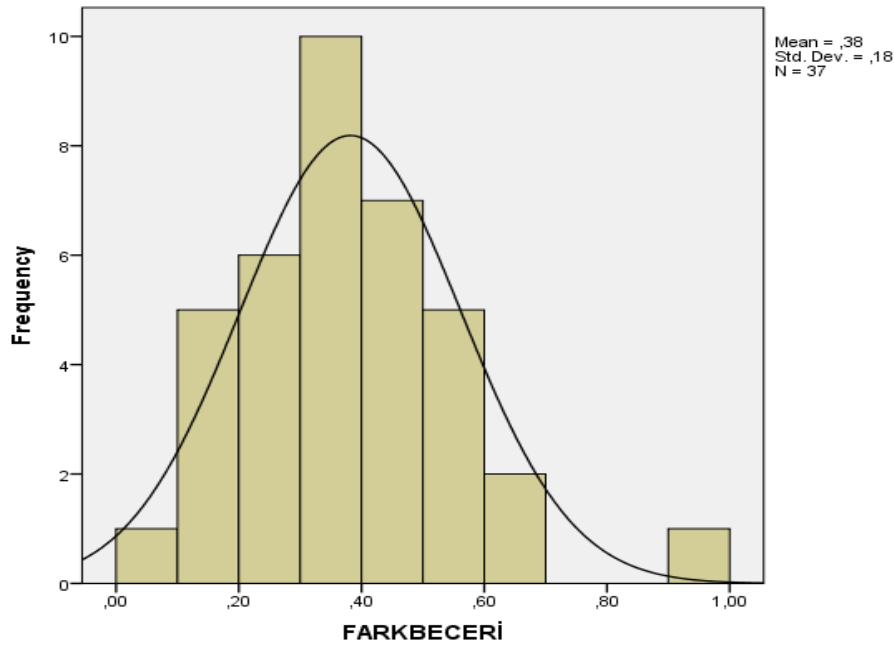
1- 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerilerini kullanım düzeyleri üzerinde bir etkisi var mıdır?

3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerilerini kullanım düzeyleri üzerinde etkisinin olup olmadığını incelemek için, öğretmen adaylarına 21. yy. öğrenen becerilerini kullanım ölçeği yapılan etkinliğin başında ve sonunda uygulanmıştır. Öğretmen adaylarından elde edilen veriler üzerinde bağımlı örneklem için t testi yapılmıştır.

Tablo 2. 21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanım Düzeyleri Fark Puanları

N	Geçerli veri	37
	Kayıp veri	0
Skewness		.94
Std. Hata of Skewness		.38
Kurtosis		1.38
Std. Hata of Kurtosis		.75

Tablo 2 incelendiğinde basıklık ve çarpıklık değerleri (+/-2)değerleri arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca kolmogorow simirnov testinde çıkan sonuçlar ve histogram grafinden çıkan sonuçlar verilerin normal dağılım gösterdiğini desteklemektedir. Bu açıdan değişkenler üzerinden gerçekleştirilen testlerde parametrik testler kullanılmıştır.



Şekil 60. 21.yy öğrenen becerileri histogram grafiği.

Şekil 62 incelendiğinde 21. yy öğrenen becerileri histogram grafiğine baktığımızda verilerin normal dağılım özelliği göstermektedir.

Tablo 3. 21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanım Düzeyleri Bağımlı Örneklem T Testi

		\bar{x}	n	ss	shx
1.DEĞİŞKEN	ÖNTEST	110.54	37	6.63	1.09
	SONTEST	122.56	37	5.73	.94

Tablo 3' te 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarında öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerilerini kullanım düzeyleri ilişkin çıkan sonuçlar incelendiğinde $\bar{X}_{\text{ön test}} = 110$ ve $\bar{X}_{\text{son test}} = 122$ ortalamalarda artış olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlarda iseson test ortalama puanlar lehine bir ilerlemenin olduğu görülmektedir. Ancak daha bilimsel ve kesin sonuç elde etmek için T testi sonuçlarını incelememiz gerekmektedir.

Tablo 4. 21. yy. Öğrenen Becerilerini Kullanım Düzeyleri Bağımlı Örneklem Testi

		\bar{x}	ss	sh _x	Lower	Upper	t	df	p
1.Değişken	ÖNTEST-SONTEST	-12.02	5.91	0.97	-14.00	-10.05	-12.36	36	0.000

Tablo 4' deki yapılan bağımlı örneklem t testi analizi sonucunda 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarında öğretmen adayların 21. yy. öğrenen becerileri kullanım düzeyleri uygulama öncesi ve sonrası sonuçları karşılaştırıldığında, öğretmen adayların öğrenen becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu gözlenmektedir; $t(36) = -12.36$, $p = 0.00$). Hesaplanan Cohen d etki büyüklüğü ($d = 2.03$) farkın büyük olduğunu göstermiştir. Edilen bu bulgudan yola çıkarak 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM

uygulamalarının öğretmen adaylarının 21. yüzyıl öğrenen becerilerini kullanım düzeyleri üzerinde olumlu yönde etkilediği sonucu çıkarılabilir.

a) 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama öncesi kullanım düzeyleri nedir?

Veri analizi bölümünde belirtildiği gibi bu araştırma sorusunun yanıtlanmasında, 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21.yy.öğrenen becerileri kullanım ölçeğinin uygulama öncesi toplam puanı alınmıştır. Ortaya çıkan toplam puanın yanı sıra her bir alt boyuta ilişkin de standartlaştırılmış toplam puanlar alınarak araştırma sorusu yanıtlanmıştır. Maddelerden alınan puanların ortalama ve standart sapmaları hesaplanmış ve ortalamalarının karşılaştırılması ile yanıtlanmıştır.

Tablo 5. 21. yy. Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarının Uygulama Öncesi Kullanım Düzeyler Puanları

Puan	n	\bar{x}	SS
Bilişsel Becerileri Kullanımı	37	3.92	.31
Otonom Becerileri Kullanımı	37	2.97	.37
İşbirliği ve Esneklik Becerileri Kullanımı	37	3.17	.40
Yenilikçilik Becerileri Kullanımı	37	3.61	.56
21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanımı			
Toplam Puan	37	3.41	.41

Tablo 5’de görüldüğü üzere 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21.yy.öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama öncesi faktörlerinden aldıkları puanlar belirtilmiştir. Bilişsel becerilerin en fazla kullanılan beceri olmasının temel nedeni eğitim sisteminde öğrencilerimizin bilişsel süreçlerini daha fazla kullanmasıyla açıklanabilir. Ancak otonom becerilerin öğrenen becerileri içerisinde diğer becerilere kıyasla daha az kullanılan beceri olması, öğretmen adaylarının özyönetimsel becerilerini diğer becerilerden daha az işe koştuklarının göstergesi olarak görülebilir. 21. yy. öğrenen becerileri kullanımı puanı standartlaştırılarak hesaplandığından bir öğretmen adayının 1- 5 aralığında puan alabildiği bilinmektedir. Öğretmen adaylarının 21.yy.öğrenen becerileri uygulama öncesi kullanım puanının ortalama puan olan 3’ten daha yüksek olması ($\bar{x}_{21.yy.öğrenenbecerikullanımı} = 3.41$) olması öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerilerini ortalamanın üstünde bir düzeyde kullandıklarının göstergesi olarak kabul edilebilir.

b) 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama sonrası kullanım düzeyleri nedir?

Veri analizi bölümünde belirtildiği gibi bu araştırma sorusunun yanıtlanmasında, 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21.yy. öğrenen becerileri kullanım ölçeğinden standartlaştırılmış biçimde uygulama sonrasıtöplam puanı alınmıştır. Ortaya çıkan toplam puanın yanı sıra her bir alt boyuta ilişkin de standartlaştırılmış toplam puanlar alınarak araştırma sorusu yanıtlanmıştır. Maddelerden alınan puanların ortalama ve standart sapmaları hesaplanmış ve ortalamalarının karşılaştırılması ile yanıtlanmıştır.

Tablo 6. 21. yy. Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarının Uygulama Sonrası Kullanım Düzeyler Puanları

Puan	n	\bar{x}	SS
Bilişsel Becerileri Kullanımı	37	4.13	.23
Otonom Becerileri Kullanımı	37	3.66	.28
İşbirliği ve Esneklik Becerileri Kullanımı	37	3.78	.24
Yenilikçilik Becerileri Kullanımı	37	3.69	.50
21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanımı			
Toplam Puan	37	3.81	.31

Tablo 6' da görüldüğü üzere 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yy. öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama sonrası faktörlerinden aldıkları puanlar belirtilmiştir. Bilişsel becerilerin en fazla kullanılan beceri olmasının temel nedeni eğitim sisteminde öğrencilerimizin bilişsel süreçlerini daha fazla kullandığını göstermektedir. Ancak otonom becerilerin öğrenen becerileri içerisinde diğer becerilere kıyasla daha az kullanılan beceri olması, öğretmen adaylarının özyönetimsel becerilerini diğer becerilerden daha az işe koştuklarının göstergesi olarak görülebilir. Öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerileri uygulama sonrası kullanım puanının ortalama puan olan 3'ten daha yüksek olması ($\bar{x}_{21.yy.öğrenenbecerikullanımı} = 3.81$) olması öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerilerini ortalamanın üstünde bir düzeyde kullandıklarının göstergesi olarak kabul edilebilir.

c) 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama öncesi ve uygulama sonrası kullanım düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Veri analizi bölümünde belirtildiği gibi bu araştırma sorusunun yanıtlanmasında 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21. yy.

öğrenen becerileri alt boyutlarından otonom, işbirliği, bilişsel ve yenilikçik becerilerinin ön test ve son test arasında anlamlı bir fark var mıdır sorusuna cevap bulmak için yapılmıştır.

Tablo 7. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutların Fark Puanları

		Farkbilissel	Farkotonom	Farkisbirliği	Farkyenilikçilik
n	Valid	37	37	37	37
	Missing	0	0	0	0
Skewness		2.23	.59	.43	4.47
Std. Error of Skewness		.38	.38	.38	.38
Kurtosis		7.70	.26	-.76	21.13
Std. Error of Kurtosis		.75	.75	.75	.75

Tablo 7 incelendiğinde otonom ve işbirliğine ait verilerin basıklık ve çarpıklık değerleri (+/-2) değerleri arasında olduğu görülmektedir. Bu değerler verilerin normal dağılım gösterdiği sonucunu ifade etmektedir. Bu açıdan değişkenler üzerinden gerçekleştirilen testlerde parametrik testler kullanılmıştır. Fakat bilişsel ve yenilikçiliğe ait verilerin basıklık ve çarpıklık değerleri (+/-2) değerleri arasında olmadığı görülmektedir. Bu açıdan değişkenler üzerinden gerçekleştirilen testlerde nanparametrik testler kullanılmıştır.

Tablo 8. 21. yy. Öğrenen Becerileri Alt Boyutların Normalik Test Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
FARKOTONOM	.12	37	.19	.96	37	.22
FARKBİLİŞSEL	.23	37	.00	.80	37	.00
FARKYENİLİKÇİLİK	.53	37	.00	.23	37	.00
FARKİSBİRLİĞİ	.15	37	.05	.94	37	.05

Tablo 8 incelendiğinde Kolmogorow smirnov testine baktığımızda, otonom ($p > 0.05$) ve yenilikçilik ($p > 0.05$) olduğu görülmektedir. Bu değerler verilerin normal dağılım gösterdiği sonucunu ifade etmektedir. Bu açıdan değişkenler üzerinden gerçekleştirilen testlerde parametrik testler kullanılmıştır. Fakat bilişsel ($p < 0.05$) ve işbirliği ($p < 0.05$) olduğu görülmektedir. Bu açıdan değişkenler üzerinden gerçekleştirilen testlerde nanparametrik testler kullanılmıştır.

21. yy öğrenen becerileri alt boyutlarından otonom, işbirliği, bilişsel ve yenilikçilik becerilerin analizleri aşağıda belirtilmiştir.

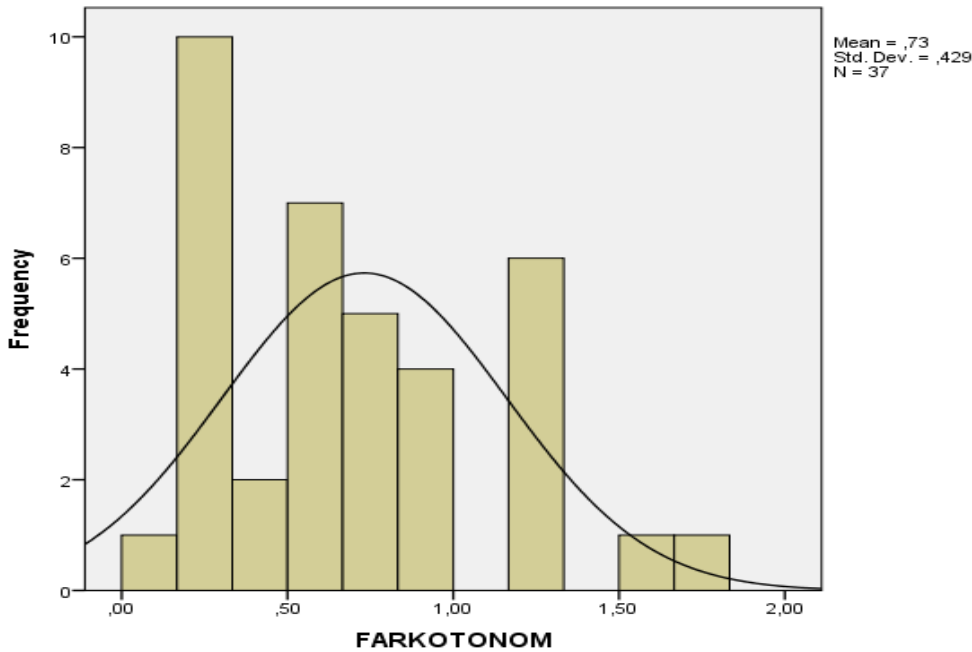
Otonom t-testi.

Yapılan uygulamanın 21. yy. öğrenen becerileri alt boyutlarından otonom beceriler üzerindeki etkisini tespit etmek için bağımlı örneklem t testi yapılmıştır.

Tablo 9. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Otonom Becerilerinin Bağımlı Örneklem T Testi

		\bar{x}	n	ss	shx
Pair 1	Önotonom	17.73	37	2.37	.39
	Sonotonom	22.19	37	1.71	.28

Tablo 9 daki 21. yy. öğrenen becerileri alt boyutlarından otonom becerilerinin sonuçları incelendiğinde $\bar{X}_{\text{ön test}} = 17.73$ ve $\bar{X}_{\text{son test}} = 22.19$ ortalamalarda artış olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlarda ise son test ortalama puanlar lehine bir ilerlemenin olduğu görülmektedir.



Şekil 61. 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan otonom becerileri higtogram grafiği.

Şekil 63 incelendiğinde 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan otonom becerileri higtogram grafiğine baktığımızda verilerin normal dağılım özelliği göstermektedir.

Tablo 10. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Otonom Becerilerinin Bağımlı Örneklem t Testi

		\bar{x}	ss	shx	Lower	Upper	T	df	p
1.Değişken	Ön otonom-Son otonom	-4.45	2.74	0.45	-5.37	-3.55	-9.88	37	0.000

Tablo 10'daki yapılan bağımlı örneklem t testi analizi sonucunda öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerilerinin alt boyutlarından olan otonom becerilerine ait ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, öğretmen adaylarının becerilerinde istatistiksel olarak

anlamli bir artiş olduğu gözlenmektedir; $t(37) = -9.88$, $p = 0.00$). Hesaplanan Cohen d etki büyüklüğü ($d = 1.6$) farkın büyük olduğunu göstermiştir.

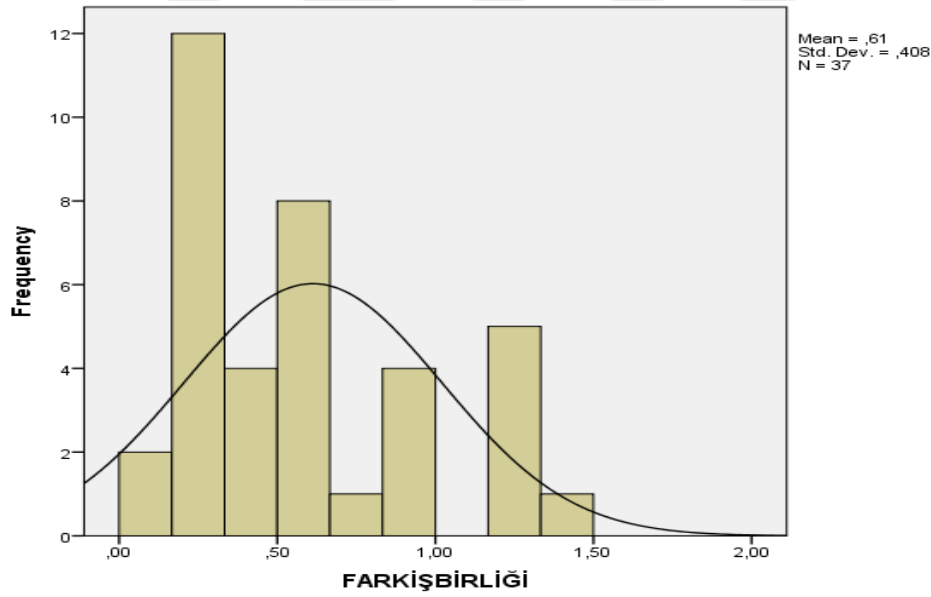
İşbirliği t testi.

Yapılan uygulamanın 21. yy. öğrenen becerileri alt boyutlarından işbirliği beceriler üzerindeki etkisini tespit etmek için bağımlı örneklem t testi yapılmıştır.

Tablo 11. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından İşbirliği Becerilerinin Bağımlı Örneklem T Testi

		\bar{x}	n	ss	shx
Pair 1	Ön işbirliği	19.02	37	2.40	.39
	Son işbirliği	22.70	37	1.45	.23

Tablo 11 incelendiğinde 21. yy. öğrenen becerileri alt boyutlarından işbirliği becerilerinin sonuçları incelendiğinde $\bar{X}_{\text{ön test}} = 17$ ve $\bar{X}_{\text{son test}} = 22$ ortalamalarda artış olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlarda ise son test ortalama puanlar lehine bir ilerlemenin olduğu görülmektedir.



Şekil 62. 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan işbirliği becerileri higtogram grafiği.

Şekil 64 incelendiğinde 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan işbirliği becerileri higtogram grafiğine baktığımızda verilerin normal dağılım özelliği göstermektedir.

Tablo 12. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından İşbirliği Becerilerinin Bağımlı Örneklem T Testi

		\bar{x}	ss	shx	Lower	Upper	t	df	p
1.Değişken	Ön işbirliği- Son işbirliği	-3.67	2.45	0.40	-4.49	-2.85	-9.12	37	0.000

Tablo 12'deki yapılan analizler sonucunda öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerilerinin alt boyutlarından işbirliği becerilerine ait ön test ve son test sonuçları, $t(37) = -9.12$; $p = 0.00$). Hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 1.5$) Cohen'in (1988) kriterlerine göre etkini büyük düzeyde olduğunu göstermektedir.

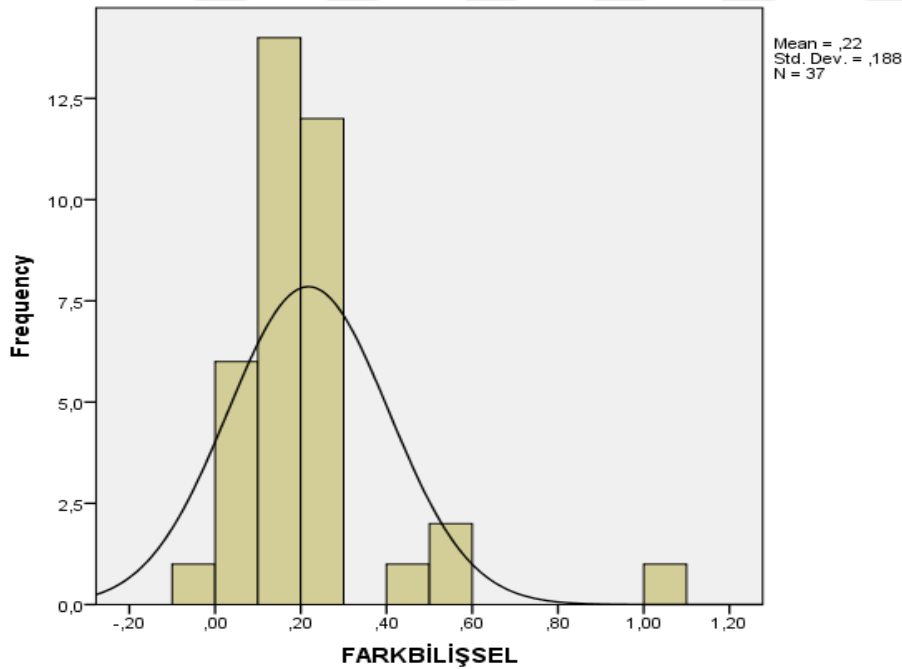
Bilişsel beceriler.

Uygulamanın öğretmen adaylarının bilişsel becerileri üzerindeki etkisini tespit etmek için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi yapılmıştır.

Tablo 13. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Bilişsel Becerileri Wilcoxon Testi

	Percentiles			
	n	25th	50th (Median)	75th
Önbilişsel	37	3.64	4.00	4.11
Sonbilişsel	37	3.97	4.17	4.29

Tablo 13 incelendiğinde yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar testinin sonuçları, öğretmen adaylarının bilişsel becerileri uygulama öncesine göre (Medyan = 4.00) , uygulama sonrasında (Medyan = 4.17) artmıştır.



Şekil 63. 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan bilişsel becerileri higtogram grafiği.

Şekil 65 incelendiğinde 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan bilişsel becerilerin higtogram grafiğine baktığımızda verilerin normal dağılım özelliği göstermemektedir.

Tablo 14. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Bilişsel Becerileri Wilcoxon Testi Ranks Tablosu

		n	MeanRank	Sum of Ranks
Son bilişsel – Ön bilişsel	NegativeRanks	1 ^a	3.00	3.00
	PositiveRanks	34 ^b	18.44	627.00
	Ties	2 ^c		
	Total	37		

Tablo 15. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Bilişsel Becerileri Wilcoxon Testi

		Sonbilişsel – Önbilişsel
Z		-5.129 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

Tablo 15 incelendiğinde 21. yy öğrenen becerilerin alt boyutlarından bilişsel becerilerin sonuçlarından elde edilen değişkenlerin anlamlı olup olmadığına baktığımızda hesaplanan test istatistik değeri ($Z = -5.13$), ($p = .00$). Hesaplanan etki büyüklüğü ($r = .60$) Cohen'in (1988) kriterlerine göre etkini büyük düzeyde olduğunu göstermektedir.

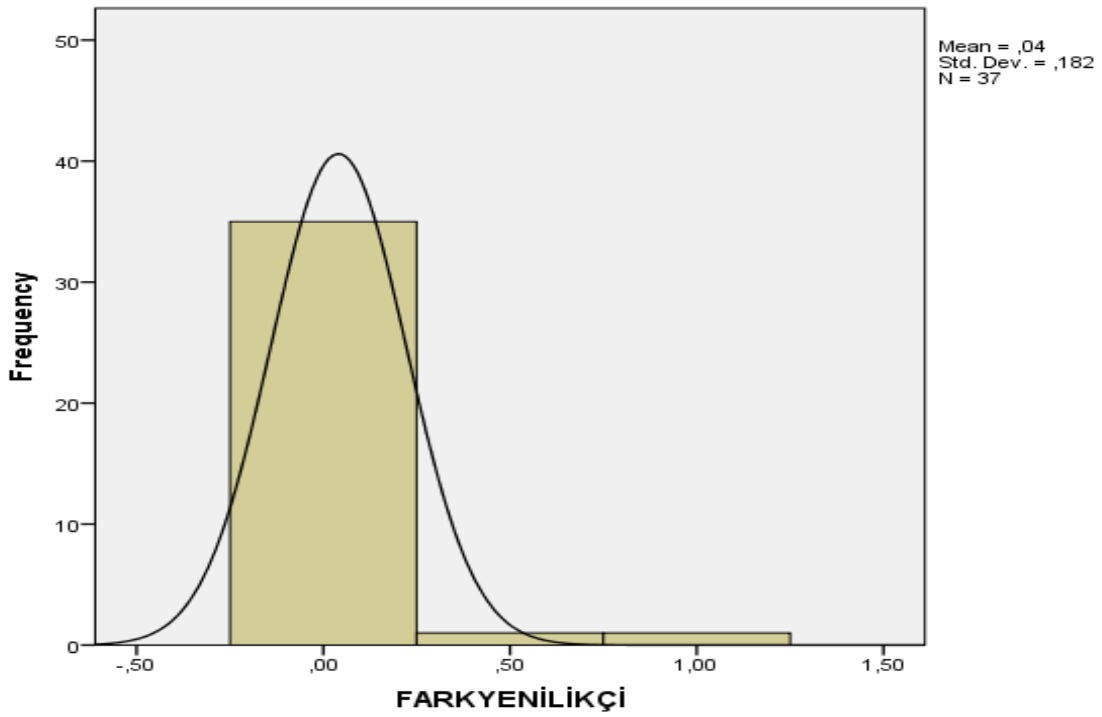
Yenilikçilik becerileri.

Uygulamanın öğretmen adaylarının yenilikçi becerileri üzerindeki etkisini tespit etmek için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi yapılmıştır.

Tablo 16. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Yenilikçilik Becerileri Wilcoxon Testi

		Percentiles		
	n	25th	50th (Median)	75th
Ön yenilikçilik	37	3.25	3.50	4.00
Sonyenilikçilik	37	3.25	4.00	4.00

Tablo 16 incelendiğinde yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar testinin sonuçları, öğretmen adaylarının bilişsel becerileri uygulama öncesine göre (Medyan = 3.50) uygulama sonrasında (Medyan = 4.00) artmıştır.



Şekil 64. 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan yenilikçilik becerileri histogram grafiği.

Şekil 66 incelendiğinde 21. yy öğrenen becerileri alt boyutlardan yenilikçilik becerileri histogram grafiğine baktığımızda verilerin normal dağılım özelliği göstermemektedir.

Tablo 17. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Yenilikçilik Becerileri Wilcoxon Testi Ranks Tablosu

		n	MeanRank	Sum of Ranks
Son yenilikçilik – Önyenilikçilik	NegativeRanks	0 ^a	.00	.00
	PositiveRanks	2 ^b	1.50	3.00
	Ties	34 ^c		
	Total	36		

Tablo 18. 21. yy Öğrenen Becerileri Alt Boyutlarından Yenilikçilik Becerileri Wilcoxon Testi

	Son yenilikçilik – Önyenilikçilik
Z	-1.342 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.018

Tablo 18 incelendiğinde 21. yy öğrenen becerilerin alt boyutlarından yenilikçilik becerilerin sonuçlarından elde edilen değişkenlerin anlamlı olup olmadığına baktığımızda hesaplanan test istatistik değeri ($Z = 1.342$), ($p = .018$) Hesaplanan etki büyüklüğü ($r = .15$) Cohen'in (1988) kriterlerine göre etkini büyük düzeyde olduğunu göstermektedir.

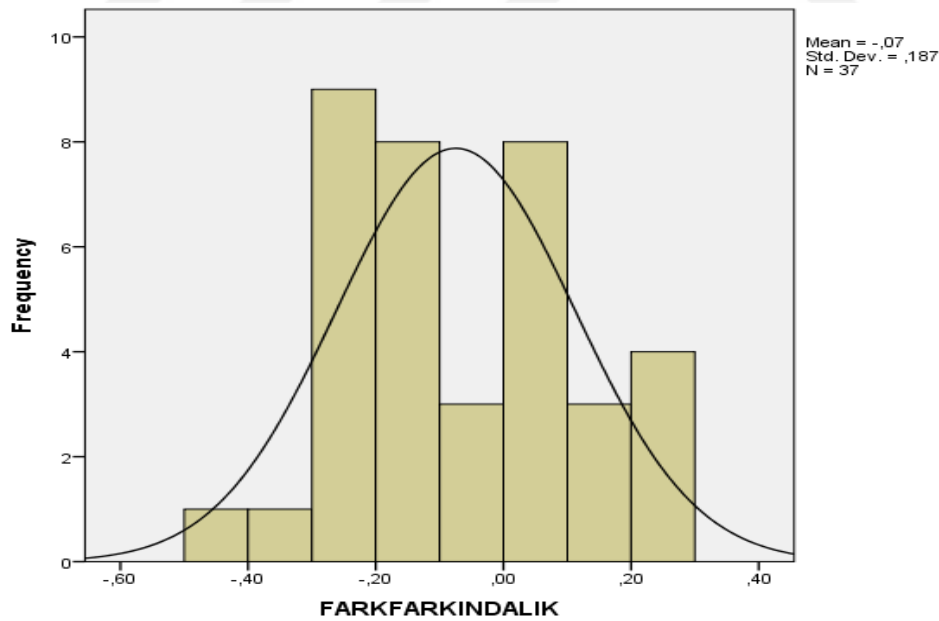
1- 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların STEM farkındalık düzeyleri üzerinde bir etkisi var mıdır?

3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri üzerinde etkisinin olup olmadığını incelemek için Farkındalık Ölçeği uygulamanın başında ve sonunda ön test ve son test şeklinde uygulanmıştır. Öğretmen adaylarından elde edilen veriler üzerinde bağımlı örneklem t testi yapılmıştır.

Tablo 19. STEM Farkındalık Düzeyleri İstatistikî Değerleri

n	Geçerli veri	37
	Kayıp veri	0
Skewness		.46
Std. HataSkewness		.38
Kurtosis		.20
Std. Hata Kurtosis		.75

Tablo 19 incelendiğinde basıklık ve çarpıklık değerleri (+/-2) değerleri arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca kolmogorow simirnov testinde çıkan sonuçlar ve histogram grafinden çıkan sonuçlar bu verileri desteklemektedir. Bu değerler verilerin normal dağılım gösterdiği sonucunu ifade etmektedir. Bu açıdan değişkenler üzerinden gerçekleştirilen testlerde parametrik testler kullanılmıştır.



Şekil 65. STEM farkındalık histogram grafiği.

Şekil 67 incelendiğinde STEM Farkındalık histogram grafiğine baktığımızda verilerin normal dağılım özelliği gösterdiği görülmektedir.

Tablo 20.STEM Farkındalık Düzeyleri Bağımlı Örneklem İçin T Testi

		\bar{x}	n	ss	sh _x
2. Değişken	ÖNTEST	63.18	37	3.08	.50
	SONTEST	77.54	37	2.89	.47

Tablo 20 incelendiğindeSTEM uygulamalarında öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri ilişkin çıkan sonuçlar incelendiğinde $\bar{X}_{\text{ön test}} = 63$ ve $\bar{X}_{\text{son test}} = 77$ ortalamalarda artış olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlarda son test ortalama puanlar lehine bir ilerlemenin olduğu görülmektedir. Ancak daha bilimsel ve kesin sonuç elde etmek için T testi sonuçlarını incelememiz gerekmektedir.

Tablo 21. STEM Farkındalık Düzeyleri Bağımlı Öreklemler Testi

		\bar{x}	ss	sh _x	Lower	Upper	t	df	p
2. Değişken	ÖNTEST-SONTEST	-14.35	3.91	0.64	-15.65	-13.04	-22.28	36	0.000

Tablo 21'deki yapılan bağımlı örneklem t testi analizi sonucunda öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, öğretmen adayların öğrenen becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu gözlenmektedir; $t(36) = -22.28$; $p = 0.00$). Hesaplanan Cohen d etki büyüklüğü ($d = 3.65$) farkın büyük olduğunu göstermiştir. Edilen bu bulgudan yola çıkarak STEM eğitiminin öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri üzerinde olumlu yönde etkilediği sonucu çıkarılabilir.

3- 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM Uygulamalarının Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik düzeyleri üzerine bir etkisi var mıdır?

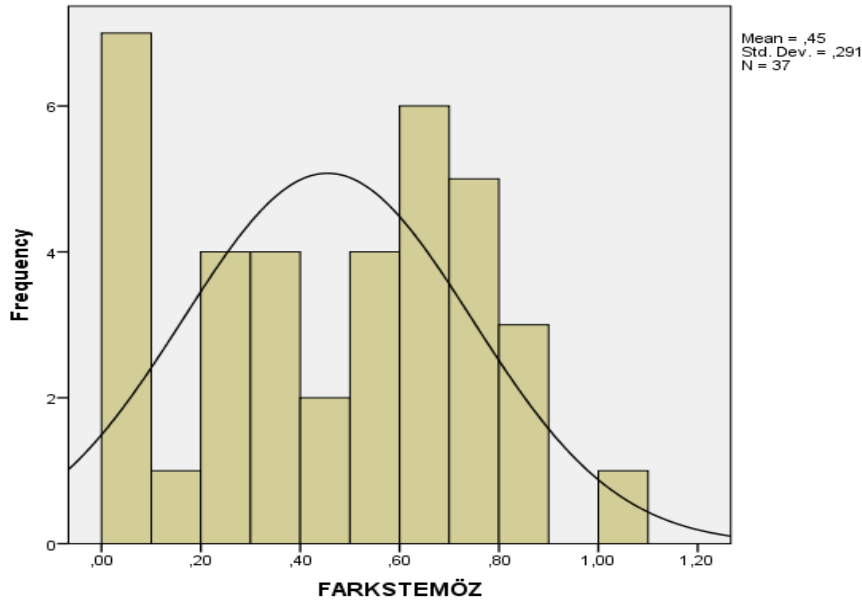
STEM uygulamalarının, öğretmen adaylarının öz yeterlik düzeylerine etkisinin olup olmadığını incelemek için STEM Uygulamaları Öğretmen adayları Öz Yeterlilik ölçeği etkinliğin başında ve sonunda uygulanmıştır. Öğretmen adaylarından elde edilen veriler üzerinde bağımlı örneklem t testi yapılmıştır.

Tablo 22.STEM Uygulamaları Öğretmen Adayların Öz Yeterlilik Düzeyleri Fark Paunları

n	Geçerli Veri	37
	Kayıp Veri	0
Skewness		-.155
Std. HataSkewness		.388
Kurtosis		-.988
Std. HataKurtosis		.759

Tablo 22 incelendiğinde basıklık ve çarpıklık değerleri ($+/-2$) değerleri arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca kolmogorow simirnov testinde çıkan sonuçlar ve histogram grafinden çıkan sonuçlar bu verileri desteklemektedir. Bu değerler verilerin normal dağılım gösterdiği

sonucunu ifade etmektedir. Bu açıdan değişkenler üzerinden gerçekleştirilen testlerde parametrik testler kullanılmıştır.



Şekil 66. STEM uygulamaları öğretmen adayları öz yeterlilik histogram grafiği.

Şekil 68 incelendiğinde STEM uygulamaları öğretmen adayları öz yeterlilik histogram grafiğine baktığımızda verilerin normal dağılım özelliği gösterdiği görülmektedir.

Tablo 23. *STEM Uygulamaları Öğretmen Adaylarının Öz Yeterlilik Düzeylerinin Bağımlı Örneklem T Testi*

		\bar{x}	n	ss	sh _x
3. Değişken	ÖNTEST	66.29	37	5.03	.82
	SONTEST	74.48	37	5.25	.86

Tablo 23 incelendiğinde 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının öz yeterlilik düzeyleri ilişkin çıkan sonuçlar incelendiğinde $\bar{X}_{\text{ön test}} = 66$ ve $\bar{X}_{\text{son test}} = 74$ ortalamalarda artış olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlarda son test ortalama puanlar lehine bir ilerlemenin olduğu görülmektedir. Ancak daha bilimsel ve kesin sonuç elde etmek için T testi sonuçlarını incelememiz gerekmektedir.

Tablo 24. *STEM Uygulamaları Öğretmen Adaylarının Öz Yeterlilik Düzeylerinin Bağımlı Örneklem T Testi*

		\bar{x}	ss	sh _x	Lower	Upper	t	df	p
2. Değişken	ÖNTEST-SONTEST	-8.19	5.23	0.86	-9.93	-6.44	-9.52	36	0.000

Tablo 24'te yapılan bağımlı örneklem t testi analizi sonucunda öğretmen adaylarının STEM uygulamaları öğretmen adayların öz yeterlilik düzeyleri ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, öğretmen adayların öğrenen becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu gözlenmektedir; $t(36) = -9.52$, $p = 0, 00$. Hesaplanan Cohen d etki büyüklüğü (d

= 1.56) farkın büyük olduğunu göstermiştir. Edilen bu bulgudan yola çıkarak STEM eğitiminin öğretmen adaylarının STEM uygulamaları öğretmen adayların öz yeterlilik düzeyleri üzerinde olumlu yönde etkilediği sonucu çıkarılabilir.

Yapılan etkinlik ve uygulamalardan sonra öğretmen adaylarında STEM etkinliği tasarlarken gerekli olan bilimsel süreç becerileri konusunda akademik olarak yeterli olması, gerekli olan modeller ve materyaller geliştirebilmesi, ilgili projelerde artık görev alabilecek seviyelere ulaştığı şeklinde bariz olarak gelişme sağlandığı görülmektedir.

Nitel Verilere Ait Bulgular

Bu bölümde öğretmen adaylarıyla yaptığımız 21 yy öğrenen becerileri STEM eğitimi, 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamaları ile ilgili görüşme sorularının analizleri yer almaktadır.

3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21.yüzyıl öğrenen becerileri ile ilgili soruların analizi.

STEM uygulamalarında öğretmen adayların 21. yüzyıl öğrenenbecerileri ile ilgili konuyu daha derinlemesine incelemek için öğretmen adaylarıyla yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarıyla 21. yy öğrenen becerileri ile ilgili görüşlerinden bazıları aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Uygulamaların sonunda, fen bilimleri öğretmen adaylarına "21. Yüzyıl Öğreneni Olarak Etkili Öğrenmeyi Sağlayabilecek Bir Öğretmenin Sahip Olması Gereken Beceriler Sizce Nelerdir?" sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevapların içerik analizinden sonra ortaya çıkan kodlar Tablo 25' de verilmiştir.

Tablo 25. 21. Yüzyıl Öğreneni Olarak Etkili Öğrenmeyi Sağlayabilecek Bir Öğretmenin Sahip Olması Gereken Beceriler Sizce Nelerdir?

	f	%
21. yy becerilerine sahip olması	32	86.4
Teknolojik gelişmelerden haberdar olması	24	64.8
Alanına hakim olması	21	56.7
Diğer disiplinlerle ilişki kurabilmesi	17	45.9
Yeterli bilgi ve beceriye sahip olması	15	40.5
Öğrenme ortamındaki teknolojik aletleri kullanabilmesi	9	24.3
Öğrencilerle empati ve ilişki kurabilmesi	6	16.2
Her bir öğrencinin hazır bulunuşluk düzeyini bilmesi	4	10.8

Tablo 25 incelediğinde en yüksek %86.4oranla 21. yy becerilerine sahip olması, %64.8 oranla teknolojik gelişmelerden haberdar olması, en düşük %10.8 oranla her bir öğrencinin hazır bulunuşluk düzeyini bilmesi şeklinde görülmektedir.

Öğrencilerin ne yapacağı ve nasıl davranacağı önceden bilinemez. Bundan dolayı, öğretmenin en önemli öğretim materyali kendisidir. İyi bir öğretmen, var olan olanakları geliştiren, aslımı bozmayan, değiştiren, mevcut durumu yeni durumlara uyarlayabilendir. Bunun yanında olası riskleri karşılamaya hazır bir durumdadır. Öğretmenler sadece eğitim programının uygulayıcıları değil, aynı zamanda programın etkililiği için eğitim programının değiştirilmesi ve yenilenmesi çalışmalarına etkili olarak katılan kişiler olmalıdır. 21. yüzyıla ve bu yüzyılın taleplerine öğretmenlerin hazırlanması gerekli olduğunu bilmelidir. Çünkü öğretmenler değişikliklerin ilk etkilediği kişilerdir. Eğitim programını yenileme çalışmalarında öğretmenlerin gönüllü ve etkili olarak sürece katılmalarının sağlanmasında, nitelikli öğretmen eğitimi temel unsurdur. 21. yüzyıl öğretmeni olarak alanına hakim olması, kendini sürekli güncellemesi, yeterli bilgi ve becerilere sahip olunması gerekli olduğu söylenilmektedir. Kısacası bir öğretmenin 21. yy becerilerine sahip donanımlı bir olması gereklidir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına "21. Yüzyıl Öğreneni Olarak Etkili Öğrenmeyi Sağlayabilecek Bir Öğretmenin Sahip Olması Gereken Beceriler Sizde Nelerdir?"Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA1: "...Öğretmen adayların, yani bizlerin özellikle kendi alanımıza hakim ve donanımlı olmalıyız..."

ÖA2: "...Günlük hayatta meydana gelen teknolojik gelişmelerden haberdar olup sürekli kendimi güncelliyorum..."

Fen bilimleri öğretmen adaylarına "21. Yüzyıl Öğreneni Olarak Öğrenme Süreçlerinizi Yapılandırırken Dikkat Ettiğiniz Noktalar Nelerdir?" sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 26' da verilmiştir.

Tablo 26.21. Yüzyıl Öğreneni Olarak Öğrenme Süreçlerinizi Yapılandırırken Dikkat Ettiğiniz Noktalar Nelerdir?

	f	%
Teorik bilgileri uygulamaya dönüştürebilmesi	14	37.8
Dikkatini çeken konular hakkında araştırma yapabilmesi	11	29.7
Kişisel ilgi ve ihtiyaçlarına en uygun kaynakları seçmesi	9	24.3
Bir konu hakkında tam olarak bir yargıya varabilmesi	7	18.9
Eleştirel düşünme becerilerini kullanabilmesi	6	16.2
Grup içi çalışmalara dayalı etkinlikler katılabilmesi	5	13.5
Öğrenme ortamında fikir alışverişinde katkıda bulunabilmesi	5	13.5
Öğrendiklerini zihninde canlandırıp uygulamaya koyabilmesi	4	10.8

Tablo 26 incelediğinde en yüksek %37.8oranla teorik bilgileri uygulamaya dönüştürebilmesi, %29.7oranla dikkatini çeken konular hakkında araştırma yapabilmesi ve en düşük %10.8 oranla öğrendiklerini zihninde canlandırıp uygulamaya koyabilmesi bilmesi şeklinde görülmektedir.

21. yüzyıl becerileri birbirlerinden ayrı düşünülmemeyen, iç içe geçmiş becerilerdir. Özellikle iş birliği ve iletişimin diğer tüm becerilerin temelinde olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada zamanla grubun iletişimi ve iş birliği kuvvetlendikçe, öğretmen adayları gerçek eleştirel düşünme becerileri sergileyerek yaratıcı ürünler aracılığı ile görevlerini yerine getirmeye başlamışlardır. 21. yüzyıl öğrenme becerilerinden iletişim ve iş birliği hem bilginin yapılandırılması hem de diğer 21. yüzyıl becerilerinin ortaya çıkarılması için en temel gereksinim olarak görülmektedir 21. yüzyıl öğreneni olan öğretmen adayların problemlere karşı çözüm odaklı düşünen, üretken, grup içi veya bireysel öğrenme ortamlarında açıkça fikir beyan eden ve eleştirel düşünme becerisine sahip olması gerektiği söylenilmektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “21. Yüzyıl Öğreneni Olarak Öğrenme Süreçlerinizi Yapılandırırken Dikkat Ettiğiniz Noktalar Nelerdir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA3: “...Grup içi veya bireysel çalışmalarımızda olumlu yönde arkadaşlarla birbirimizi eleştiririz...”

ÖA4: “...Karşılaştığımız problemlere karşı çözüm üretebilmek için sürekli arkadaşlarla birbirimizi arardık...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri Denilince Ne Anlıyorsunuz?” sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 27’ de verilmiştir.

Tablo 27. 21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri Denilince Ne Anlıyorsunuz?

	f	%
STEM temelli uygulamalar	35	94.5
Robotik Kodlama	32	86.4
3D yazıcı kullanımı	29	78, 3
Yapay zeka	21	56.7
Dijital çağ	17	45.9

Tablo 27 incelediğinde en yüksek %94.5oranla STEM temelli uygulamalar, %86.4 oranla robotik kodlama, en düşük %45.9 oranla dijital çağ şeklinde görülmektedir.

Son zamanlarda yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmeler, nasıl öğrendiğimizi, nasıl iletişim kurduğumuzu, çalışma şeklimizi farkında olmadan değiştiriyor. Son zamanlarda

uzmanlar bu değişikliklerin ne gibi sonuçları olacağı ile, gelecekte bizi nasıl bir dünya beklediği ile alakalı oldukça kafa yormaktadır. Teknolojinin hayatımızda meydana getirdiği değişikliklere adapte olabilmek için ne yapmamız gerektiği, çocuklarımızın bu yeni dünyadamutlu, başarılı, üretken bir şekilde var olabilmesi için şimdiden onlara hangi becerileri kazandırmamız gerektiği ile alakalı çeşitli teoriler hazırlanıyor. MEB'in yayınladığı STEM Eğitimi Raporu'nda (2016), Türkiye'nin dijital çağa ayak uydurmuş, araştırma ve sorgulama becerilerine sahip inovatif bireylere ihtiyaç duyduğunun altı çizilmektedir. STEM uygulamaları sayesinde öğretmen adayların robot, kodlama ve 3D yazıcı gibi 21. yüzyıl becerilerinden olan bu kavramlarla ilgilendiklerini ifade etmektedirler. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri Denilince Ne Anlıyorsunuz?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA5: “... 21. Yüzyıl becerileri deyince dijital çağ aklıma geliyor. Robotlar, kodlama...”

ÖA6: “...STEM uygulamaları olmazsa biz eğitimciler 21 yy becerileri ile robotik kodlama ve 3D yazıcı ile uğraşamazdık...”

STEM eğitimi ile ilgili soruların analizi.

STEM uygulamaları ile ilgili konuyu daha derinlemesine incelemek için öğretmen adaylarıyla yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarıyla STEM uygulamaları ile ilgili görüşlerinden bazıları aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Yapılan Etkinlik ve Uygulamalardan Sonra STEM Eğitime Karşı Farkındalığınız Ne Düzeyde Gelişti?” sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 28' de verilmiştir.

Tablo 28. *Yapılan Etkinlik ve Uygulamalardan Sonra STEM Eğitime Karşı Farkındalığınız Ne Düzeyde Gelişti?*

	f	%
Üst düzey düşünme becerisini kazandırması	23	62.1
Temel bilgi ve becerileri kazandırarak mühendislik alanında yaratıcılığını geliştirmesi	20	54
Problem çözme becerimi geliştirmesi	17	45.9
Kendime olan özgüvenimi artırması	12	32.4
Eleştirel bakış açısı kazandırması	9	24.3
Fen bilimleri dersine olan ilgimi artırması	7	18.9
Fen bilimleri dersine olan merakımı artırması	6	16.2

Tablo 28 incelediğinde en yüksek %62.1 oranla bilim dergilerini okurum, %54 oranla belgesel izlerim, en düşük %16.2 oranla kitap okurum şeklinde görülmektedir.

Eğitime katkısının birçok yazında belirtildiği STEM etkinliklerinin yaygınlaştırılmasının 3nemi g3r3lmektedir. Her 3đrencinin g3nl3k yaşamında kullanabileceği basit tasarımları yapabileceği ortamlar hazırlanmalıdır. 3nk3 STEM etkinliklerin 3đrencilerin 3st d3zey d3ř3nme becerilerini kazandırdığı apaçık g3r3lmektedir. Okullar STEM etkinliği yapılabilecek şekilde d3zenlenmeli, ders konuları etkinlik yapmaya fırsatlar sunmalıdır. Ayrıca 3đretmen adayların STEM uygulamaları sayesinde fen bilimleri dersine olan ilgi ve merakının artığını ve 3st d3zey d3ř3nme becerileri kazandığını ifade etmişleridir. 3đretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri 3đretmen adaylarına “Yapılan Etkinlik ve Uygulamalardan Sonra STEM Eğitimine Karşı Farkındalığınız Ne D3zeyde Gelişti? Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

3A7: “...STEM uygulamaları ile eleştirel becerilerimin geliştiğini fark ettim...”

3A8: “...STEM farkındalık sahibi oldum. STEM uygulamalarını iple çekiyorum...”

3A9: “...STEM uygulamaları ile 3st d3zey d3ř3nme becerileri kazandığımın farkındayım...”

Fen bilimleri 3đretmen adaylarına “3đretmen Adayları Açısından Fen Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanmanın Avantajları Nelerdir? sorusu soruldu ve busoruya verilen cevaplar Tablo 29’ da verilmiştir.

Tablo 29. 3đretmen Adayları Açısından Fen Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanmanın Avantajları Nelerdir?

	f	%
Etkili 3đretimin sağlanması	35	94.5
3đrenme kolaylığının sağlanması	29	78.3
Derse katılımının sağlanması	24	64.8
3zg3venin sağlanması	19	51.3
Psikomotor becerilerinin gelişmesi	13	35.1
3retkenliğin gelişmesi	11	29.7
Yaratıcılığın gelişmesi	11	29.7

Tablo 29 incelediğinde en y3ksek %94.5 oranla etkili 3đretimin sağlanması, %78.3 oranla 3đrenme kolaylığının sağlanması, en d3ř3k %29.7 oranla yaratıcılığın gelişmesi şeklinde g3r3lmektedir.

Yapılan basit etkinlikler 3đrencilerin bilgilerini somut hale getirmelerine imk3n sağlamıştır. 3đrenciler hem 3đrenmeleri kolaylaşmış hem de 3đrenmelerini kalıcı hale getirmiştir. Farklı disiplinlerde 3đrendikleri farklı konuları bir araya getirerek bir b3t3n oluşturmuşlardır. B3ylece pratik d3ř3nme becerisi kazanabilmiş ve bir sorunla karşılaştıklarından 3z3m bulmayı 3đrenmiřlerdir. 3đretmen adayların STEM uygulamaları

sayesinde sahip olduğu teorik bilgileri kullanarak, bir şeyler üretebileceğini ve bu konuda kendine olan öz güvene sahip olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Öğretmen Adayları Açısından Fen Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanmanın Avantajları Nelerdir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA9: “...STEM uygulamalarında kendime inanamıyorum. Sanki içimde bir mühendis ruhu çıktı...”

ÖA10: “...STEM uygulamaları sayesinde artık bişeyler hayal edip, bu ürüne dönüştürüp üretebiliyorum...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Öğretmen adayları olarak STEM temelli uygulamalarının Fen bilimlerini öğrenmedeki katkıları nelerdir?” sorusu soruldu ve busoruya verilen cevaplar Tablo 30’ da verilmiştir.

Tablo 30. Öğretmen Adayları Olarak STEM Temelli Uygulamalarının Fen Bilimlerini Öğrenmedeki Katkıları Nelerdir?

	f	%
Öğrenmede kalıcılığın artması	24	64.8
Soyut bilgileri somutlaştırması	20	54
Konuları öğrenirken teoriden çok uygulamaya yöneltmesi	14	37.8
Merak ve ilgiyi artırması	9	24.3
El becerini geliştirmesi	6	16.2

Tablo 30 incelediğinde en yüksek %64.8 oranla öğrenmede kalıcılığın artması, %54 oranla soyut bilgileri somutlaştırması en düşük %16.2 oranla el becerimi geliştirmesi şeklinde görülmektedir.

Son zamanlarda eğitim alanında en çok duyduğumuz çalışmalardan birisi olan STEM etkinlikleri birden fazladisiplinin bir arada kullanılarak uygulandığı etkinlikleri kapsamaktadır. Özellikle gelişmişlik düzeyi yüksekülkelerde eğitim alanında kullanılmakta olan STEM bir model olarak değil bir yaşam tarzı olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşımın temel nedeni bilgiyi ezberlemek, depolamak veya yüceltmek yerine öğrencileri uygulamada başarılı hale getirmektir. Dolayısı ile öğrencilere yaparak yaşayarak öğrendiği, üretim yaptığı ve öğrendiklerini somutlaştırarak kullanılabilir hale getirdiği bir yaklaşım sunulmaktadır. STEM uygulamaları sayesinde fen bilimlerine olan ilgi ve merakın artmasıyla beraber öğrendiği şeylerin somutlaştırarak öğrenmede kalıcılığın arttığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Öğretmen adayları olarak STEM temelli uygulamalarının fen bilimlerini öğrenmedeki katkıları nelerdir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA11: “...Fen bilimleri konularına olan ilgimi, merakımı ve öğrenme isteğimi artırdığını fark ettim...”

ÖA12: “...STEM temelli ders işlendiği için yapılan uygulamalarla öğrendiğim bilgilerin kalıcılığı arttı...”

ÖA13: “...STEM uygulamalarından o kadar çok zevk alıyorum ki, zamanın nasıl geçtiğini anlamıyorum bile...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Yapılan Etkinlik ve Uygulamalardan Sonra STEM Eğitime Karşı STEM Öz yeterlilik Seviyeniz ne düzeyde gelişti?” sorusu soruldu ve busoruya verilen cevaplar Tablo 31’ de verilmiştir.

Tablo 31. *Yapılan Etkinlik ve Uygulamalardan Sonra STEM Eğitime Karşı STEM Özyeterlilik Seviyeniz Ne Düzeyde Gelişti?*

	f	%
STEM etkinliği tasarlariken gerekli olan bilimsel süreç becerileri konusunda yeterli görmesi	14	37.8
Model ve materyal geliştirebilmesi	9	24.3
STEM etkinlik ve uygulamalarında özgüvene sahip olması	8	21.6
STEM etkinlik ve uygulamaların günlük hayata uyarlayabilmesi	4	10.8
STEM projelerinde görev yapabilmesi	3	8.1

Tablo 31 incelediğinde en yüksek %37.8 oranla STEM etkinliği tasarlariken gerekli olan bilimsel süreç becerileri konusunda yeterli görmesi, %24.3 oranla model ve materyal geliştirebilmesi, en düşük %8.1 oranla STEM projelerinde görev yapabilmesi şeklinde görülmektedir.

STEM eğitimi almış olan öğrenciler, bilgiyi daha çabuk kavradıkları görülmektedir. Bilgiyi fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendisliğe uyarlama ve transferini sağlayabilirler. Dolayısıyla yeni tasarımlar elde ederler. Bu beceriler, öğrencinin öz güven sahibi olması, analitik düşünme, disiplinler arası sentez yapma yeteneğininide geliştirmektedir. STEM ile alakalı bir çalışma yapılmadan önce öğretmen adaylarına STEM ile alakalı ön bilgi vermek yadaSTEM ile alakalı etkinlik yaptırmakdaha iyi olacaktır. Öğretmen adayların STEM uygulamaları sayesinde sahip olduğu bilgi birikimi ile herhangi bir STEM etkinliğinin tasarlanmasını ve uygulanmasını rahatlıkla yapabilecek öz yeterliğe sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Yapılan Etkinlik ve Uygulamalardan Sonra STEM Eğitime Karşı STEM Öz yeterlilik Seviyeniz ne düzeyde gelişti?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA14: “...STEM ile ilgili her hangi bir etkinlik tasarlayabilirim. Bir projede yer alabilecek öz yeterliliğe sahibim...”

ÖA15: “...STEM uygulamalarıyla herhangi bir model veya materyal geliştirme konusunda kendime çok güveniyorum...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Öğretmen Adayları Açısından Fen Bilimleri Dersinde STEM Temelli Etkinlikleri Uygulama Esnasında Yaşanmış Olduğunuz Sıkıntılar Nelerdir?” sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 32’ de verilmiştir.

Tablo 32. Öğretmen Adayları Açısından Fen Bilimleri Dersinde STEM Temelli Etkinlikleri Uygulama Esnasında Yaşanmış Olduğunuz Sıkıntılar Nelerdir?

	f	%
Malzeme eksikliğinin olması	35	94.5
STEM etkinliklerine uygun laboratuvarın donanımlı olmaması	32	86.4
Haftalık ders saatinin az olması	21	56.7
Öğrencilerin hazır bulunuşluluk düzeylerin yeterli olmaması	14	37.8
Ben yapamam algısının olması	10	27
Grup içi çalışma ve yardımlaşmanın yapılamaması	4	10.8

Tablo 32 incelediğinde en yüksek %94.5 oranla malzeme eksikliğinin olması, %86.4 oranla STEM etkinliklerine uygun laboratuvarın donanımlı olmaması, en düşük %10.8 oranla grup içi çalışma ve yardımlaşmanın yapılamaması şeklinde görülmektedir.

STEM temelli ders etkinliklerinin öğretmen adayların görüşleri doğrultusunda bir takım olumsuz yanlarının da olduğu tespit edilmiştir. Bu olumsuz etkileri malzeme sıkıntısı, zaman, konuya hâkim olma zorunluluğu ve amaç haline getirme olarak belirtilebilir. STEM ve STEM etkinliklerine dair bu olumsuz durumların yapılacak olan eğitimlerde göz önünde bulundurulması hem öğretmenlerin bu etkinlikleri fen bilimleri sınıflarında daha etkili uygulayabilmeleri hemdefen bilimleri programını zaman sıkıntısı yaşamadan yetiştirebilmeleri açısından oldukça önemli olduğu görülmektedir. STEM temelli ders etkinliklerinin uygulama alanı genişletilmelidir. Özellikle materyal temini ile ilgili bir birim oluşturularak öğretmenlere teknik destek sağlanmalıdır. Bu eğitimler ile fenbilimleri öğretmenleri STEM’i sınıflarında uygulamaları konusunda öz güven verilmelidir. Gerek üniversite gerekse MEB okullarında yeterli sayıda ve donanımda uygun laburatuvar/atölyelerin olmadığı bilinmektedir. Müfredaatta bu etkinliklere uygun yeterli zaman ayrılmadığı görülmektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Öğretmen Adayları Açısından Fen Bilimleri Dersinde STEM Temelli Etkinlikleri Uygulama Esnasında Yaşanmış Olduğunuz Sıkıntılar Nelerdir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA16: “...Uygulamalarda gerekli araç ve gereçlerin eksikliği sayesinde kişisel bazda kendimizi geliştirmemizi engeliyor...”

ÖA17: “...Keşke haftanın bir günü full STEM etkinliklerine ayrılıyaydı...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Öğretmen Adayları Olarak Fen Bilimleri Dersinde STEM Temelli Uygulamaları Yapacak Öğretmenlere Önerileriniz Nelerdir?” sorusu soruldu ve busoruya verilen cevaplar Tablo 33’ de verilmiştir.

Tablo 33. Öğretmen Adayları Olarak Fen Bilimleri Dersinde STEM Temelli Uygulamaları Yapacak Öğretmenlere Önerileriniz Nelerdir?

	f	%
Disiplinler arası yaklaşımı bilmesi	26	70.2
Mühendislik tasarım süreçlerini bilmesi	23	62.1
STEM hakkında yeterli bilgi ve donanıma sahip olması	22	59.4
Fen bilimleri konularına hakim olması	15	40.5
Verilen zamanı etkili kullanması	9	24.3
Öğrencilerin yapabileceği tasarımları önceden hazırlaması	4	10.8

Tablo 33 incelediğinde en yüksek %70.2 oranla disiplinler arası yaklaşımı bilmesi, %62.1 oranla mühendislik tasarım süreçlerini bilmesi, en düşük %10.8 oranla öğrencilerin yapabileceği tasarımları önceden hazırlaması şeklinde görülmektedir.

Fen bilimleri öğretmen adayların STEM etkinliklerin derslerinde uygulama konusunda direnç göstermemeleri, bir başka ifadeyle STEM’e ve etkinliklerine karşı olumludüşüncelere sahip olmaları gelecekteki fen bilimleri eğitimi açısından oldukça önem arz etmektedir. Öğrencilerde etkiliöğrenmeyi sağlayacak etkinliklere karşı fen bilimleri öğretmenlerinin olumlu tavır göstermeleri kaliteliöğrenci yetiştirme açısından da oldukça önemli olduğu görülmektedir. Yeniliklere açık olan fen bilimleriöğretmenlerinin, öğrencilerini de araştırabilen, sorgulayabilen, bilimsel merakı olan, yeniliklere açık öğrenciler olarak yetiştirmesi istenilmektedir. STEM okur-yazarı birey olabilmek için öncelikle; öğretmenlerin alanına hâkim, disiplinler arası yaklaşımı bilen ve sahip olduğu bilgiyi rahatlıkla transfer edebilmelidir. STEM uygulamalarında donanımlı öğretmen olmak için bu alanla ilgili gerekli olan eğitimleri alması gerekmektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Öğretmen Adayları Olarak Fen Bilimleri Dersinde STEM Temelli Uygulamaları Yapacak Öğretmenlere Önerileriniz Nelerdir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA18: “...STEM eğitim yaklaşımının, bu konuda uzman kişilerden dinlemek, yapılan akademik çalışmaları incelemek gerektiğini düşünüyorum...”

ÖA19: “... STEM eğitiminin sınıflarda başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için kesinlikle hizmet içi eğitimi şeklinde öğretmenlerin bir program kapsamında eğitimlere alınması gerekmektedir...”

3D Yazıcı uygulamaları ile ilgili soruların analizi.

STEM uygulamaları kapsamında 3D yazıcı uygulamaları ile ilgili öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme sorularının dönütleri aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcı Kullanımının Sizce Öğretime Katkısı Nelerdir?” sorusu soruldu ve busoruya verilen cevaplar Tablo 34’ de verilmiştir.

Tablo 34. *Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcı Kullanımının Sizce Öğretime Katkısı Nelerdir?*

	f	%
Bilgilerimin somutlaştırmasını sağlaması	29	78.3
Ön bilgilerimi görselleştirmesi	24	64.8
İhtiyacım olan materyalimi kendim yapmamı sağlaması	21	56.7
Öğrenmemi kolaylaştırması	15	40.5
Üçboyutlu olarak düşünmemi sağlaması	9	24.3

Tablo 34 incelediğinde en yüksek %78.3 oranla bilgilerimin somutlaştırmasını sağlaması, %64.8 oranla ön bilgilerimi görselleştirmesi, en düşük %24.3 oranla üç boyutlu olarak düşünmemi sağlaması şeklinde görülmektedir.

Öğretmen adayların, fikirlerini üç boyutlu modellere dönüştürmesine olanak sağlayan tasarım programları hayal güçlerini geliştirmelerine de yardımcı olduğu görülmektedir. Üç boyutlu yazıcılar sayesinde öğretmen adayları, tasarladıkları soyut nesnelere kolayca somutlaştırmaktadır. Böylece, tasarımlarını gerçek dünyada da karşılığını görmeleri ve dokunabilmeleri öğrenciler için benzersiz bir deneyim olmaktadır. Öğretmen adayları, tasarım yeteneği kazanması ile çevresinde gördüğü sorunları tespit edip bunlara tasarım programlarını kullanarak çözümler üretmeye başlayabilirler. Daha sonra üç boyutlu yazıcıları kullanarak geliştirdikleri çözümleri somut hale dönüştürmeleri ise çözüm odaklı ve daha yaratıcı olmalarını sağlamaktadır. Üç boyutlu yazıcıların sınıflarda kullanılması öğretmen adayları için

gözünde canlandırılması zor olan nesnelerin daha kolay anlaşılmasını da sağlamaktadır. Böylece, müfredattaki dersler farklı duyu organlarına da hitap ederek daha öğretici ve akılda kalıcı olduğu görülmektedir. STEM eğitimi sayesinde yapılan 3D uygulamaları ile öğrencilerin sahip oldukları bilgileri somutlaştırma imkânı sağladığı ve gerekli olan materyali 3D yazıcı makinaları sayesinde tedarik edebilme imkanı vermektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcı Kullanımının Sizce Öğretime Katkısı Nelerdir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA20: “... Soyut olarak düşündüğüm ve hayal ettiğim kavramları somutlaştırma fırsatını verdi...”

ÖA21: “... 3D yazıcı sayesinde bana lazım olan materyali kendim tasarlayıp, elde etme imkânı buldum...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcıyla Yapılan Uygulamalarda Öğrenme Hayatınızda Nasıl Bir Değişim Yaşadınız?” sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 35’ de verilmiştir.

Tablo 35. Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcıyla Yapılan Uygulamalarda Öğrenme Hayatınızda Nasıl Bir Değişim Yaşadınız?

	f	%
Fen bilimlerine olan ilgi ve merakımı artırması	30	81
Fen bilimlerine olan motivasyonumu artırması	24	64.8
Fen bilimlerine olan tutumumu artırması	22	59.4
Fen bilimlerine olan farkındalığımı artırması	17	45.9
Üretken ve yaratıcılığımı artırması	11	29.7
Öğrenmemi kolaylaştırması	8	21.6

Tablo 35 incelediğinde en yüksek %81 oranla fen bilimlerine olan ilgi ve merakımı artırması, %64.8 oranla fen bilimlerine olan motivasyonumu artırması, en düşük %21.6 oranla öğrenmemi kolaylaştırması şeklinde görülmektedir.

STEM’ de 3D eğitim kullanımı sayesinde fen bilimleri derse olan konsantrasyon ve ilgilerin büyük oranda artırmakta ve bu sayede öğrenciler ders sonuna kadar dersi ilgi ile takip etmektedirler. Özellikle fen bilimleri alanındaki konularda 3D eğitim kullanımı öğrencilerin konuları daha iyi anlamalarını sağladığı görülmektedir. Örneğin hücre bölünmesi konusu anlatılırken normal bir şekilde anlatılması nedeni ile öğrenciler sıkıldığı görülmektedir. 3D

eğitim sayesinde öğrenciler hücreyi ve hücre bölünmesini üç boyutlu olarak görebilmekte, bu sayede öğrencilerin konuyu daha iyi kavramaları sağlanmaktadır. Eğitimde kullanılmasıyla mevcut eğitim kalitesinin de artırarak, öğrencilerin o konuda başarısını üst seviyeye çıkarmaları sağlamaktadır. STEM eğitiminde 3D yazıcı uygulamaları sayesinde öğretmen adayların fen bilimlerine olan ilgi, merak, tutum ve motivasyonların artığını görülmektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “ Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcıyla Yapılan Uygulamalarda Öğrenme Hayatınızda Nasıl Bir Değişim Yaşadınız?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşığıda sunulmuştur:

ÖA22: “...STEM Uygulamaları kapsamında yapılan 3D yazıcı uygulamaları ile fen bilimleri dersine olan ilgi ve merakım arttı. Dersi daha çok sevmeye başladım...”

ÖA23: “...3D yazıcı uygulamalarıyla artık bişeyler tasarlayıp, üretebiliyorum. Beni en çok heyecanlandıran kısım bu...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Fen Bilimleri Dersinde 3D Yazıcı Eğitimin Verilmesinin Avantajları Nelerdir?” sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 36’ da verilmiştir.

Tablo 36. 3D Yazıcı Eğitimin Ders olarak Verilmesindeki Aksayan Yönleri Nelerdir?

	f	%
3D yazıcı kullanabilecek eğitimci eksikliği	27	72.9
Yeterli 3D yazıcı makinesinin olmaması	25	67.5
Sınıflarda teknolojik donanım eksikliği	21	56.7
Haftalık ders saatinin az olması	16	43.2
Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerin yeterli olmaması	8	21.6

Tablo 37 incelediğinde en yüksek %72.9 oranla 3D yazıcı kullanabilecek eğitimci eksikliği, %67.5 oranla yeterli 3D yazıcı makinesinin olmaması, en düşük %21.6 oranla öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerin yeterli olmaması şeklinde görülmektedir.

Üç boyutlu baskı teknolojisi günümüzde kilit öneme sahip bir konuma gelmektedir.3D baskı teknolojisinin hem eğitim sürecinde hem de eğitim sonrası iş hayatında önemli avantajlar getirebileceği öngörülmüştür. Henüz çok yaygın olmaması sebebiyle bu teknolojinin eğitim alanında daha etkilikullanılmasının yolları aranmalıdır. Eğitim politikalarının bu yeni teknolojiye uygun hale getirilmesi ve eğitim içeriklerinin bu teknolojilerle daha entegre bir yapıya dönüştürülmesi ile eğitimverimliliğinin artırılabilceği önerilmektedir. STEM eğitimi kapsamında 3D yazıcı eğitimi verilmesinde gerek eğitimci, gerekse STEM laboratuvarında

yeterli donanımın olmaması en fazla görülen eksiklerdendir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “3D Yazıcı Eğitimin Verilmesindeki Aksayan Yönleri Nelerdir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA26: “...STEM lab. yeterince makine yok. Ancak her derste sadece dört kişi baskı alabiliyor...”

ÖA27: “...STEM etkinlikleri kapsamında yapılan bu uygulamalara haftalık ders programında biraz daha zaman verilmesi lazım...”

Robotik kodlama uygulamaları ile ilgili soruların analizi.

STEM uygulamaları kapsamında robotik kodlama uygulamaları ile ilgili öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme sorularının dönütleri aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Robotik kodlama etkinlikleriyle öğrenme algılarınızda nasıl bir değişikliğe neden oldu?” sorusu soruldu ve busoruya verilen cevaplar Tablo 38’ de verilmiştir.

Tablo 37. Robotik Kodlama Etkinlikleriyle Öğrenme Algılarınızda Nasıl Bir Değişikliğe Neden Oldu?

	f	%
Zihinsel ve bilişsel becerilerin gelişmesi	24	64.8
Dijital çağa ayak uydurması	18	48.6
Öğrenmede kalıcılığı sağlanması	13	35.1
Birçok mekanizmanın çalışma prensibinin öğrenilmesi	9	24.3
El becerilerin gelişmesinin sağlanması	7	18.9
Robotik Kodlama dili programının öğrenilmesi	6	16.2

Tablo 38 incelediğinde en yüksek %64.8 oranla zihinsel ve bilişsel becerilerin gelişmesi, %48.6 oranla dijital çağa ayak uydurması, en düşük %16.2 oranla kodlama dili programının öğrenilmesi şeklinde görülmektedir.

Robotik kodlama etkinliklerde öğrencilerin problemçözme becerilerinde farklı stratejiler kullanabilmeleri, buna bağlı olarak üst düzeydüşünme becerilerini geliştirdiği ve farklı duyulara hitap etmesiyle öğrenmede kalıcılığı sağladığı görülmektedir. STEM eğitimi kapsamında yapılan 21 yüzyıl becerilerinden olan robotik kodlama uygulamaları ile öğretmen adayların dijital çağa ayak uydurması ve gerekli olan bilişsel ve zihinsel becerilere sahip olunması gerekli olduğu görülmektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Robotik kodlama etkinlikleriyle öğrenme algılarınızda nasıl bir değişikliğe neden oldu?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA28: “... Zihinsel ve bilişsel becerilerimin geliştiğinin farkına vardım. Kendimi mühendis olarak hissediyorum...”

ÖA29: “... Öğrencilere daha faydalı ve verimli olmak için tüm öğretmen ve öğretmen adayların dijital çağa ayak durması lazımdır...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Robotik Kodlama Etkinlikleri Kapsamında Yapılan Uygulamalarda Öğrenme Hayatınızda Nasıl Bir Değişim Yaşadınız?” sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 39’ da verilmiştir.

Tablo 38. Robotik Kodlama Etkinlikleri Kapsamında Yapılan Uygulamalarda Öğrenme Hayatınızda Nasıl Bir Değişim Yaşadınız?

	f	%
Robotik Kodlamaya olan ilgi ve merakımı artırması	30	81.3
Robotik Kodlamaya olan motivasyonumu artırması	27	72.9
Robotik Kodlamaya olan tutumumu artırması	22	59.4
Robotik Kodlamaya olan farkındalığımı artırması	18	48.6
Üretken ve yaratıcılığımı artırması	12	32.4
Öğrenmemi kolaylaştırması	11	29.7

Tablo 39 incelediğinde en yüksek %81.3 oranla kodlama olan ilgi ve merakımı artırması, %72.9 oranla kodlamaya olan motivasyonumu artırması, en düşük %29.7 oranla öğrenmemi kolaylaştırması şeklinde görülmektedir.

Robotik kodlama, zaman içerisinde ilgi odağı haline geldi. Dünyada milyonlarca öğrenci, kendi gerçek robotlarını tasarlamak, kurmak ve programlamak zorunda oldukları bir dizi yarışmaya katılmaktadır. Robotik kodlama da bu şekilde ivme kazandı. STEM eğitimi kapsamında yapılan robotik kodlama uygulamaları sayesinde öğretmen adayların robotik kodlama uygulamaları olan ilgi ve meraklarını artırdığı ve benimsediği görülmektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Robotik Kodlama Etkinlikleri Kapsamında Yapılan Uygulamalarda Öğrenme Hayatınızda Nasıl Bir Değişim Yaşadınız?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA30: “...STEM eğitimi kapsamında yapılan robotik kodlama uygulamaları ile kendime olan öz güvenim arttı...”

ÖA31 ”.... Robotik kodlama uygulamaları o kadar zevkli geçiyor ki, zamanın nasıl geçtiğinin farkında değilim...”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Fen Bilimleri Dersinde Robotik Kodlama Eğitiminin Verilmesinin Avantajları Nelerdir?” sorusu soruldu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 40’ da verilmiştir.

Tablo 39. *Fen Bilimleri Dersinde Robotik Kodlama Eğitiminin Verilmesinin Avantajları Nelerdir?*

	f	%
Problemlere karşı çözüm üretilmesi	26	70.2
Günlük hayatta kullanılan birçok dijital aletlere karşı farkındalığın sağlanması	18	48.6
İlgi ve merak duygularını uyandırması	12	32.4
Öz güvenin artırması	9	24.3
Yaracılığın kazandırması	5	13.5
Üretkenliğin kazandırması	4	10.8

Tablo 40 incelediğinde en yüksek %70.2 oranla problemlere karşı çözüm üretilmesi, %48.6 oranla günlük hayatta kullanılan birçok dijital aletlere karşı farkındalığın sağlanması, en düşük %10.8 oranla üretkenliğin kazandırması şeklinde görülmektedir.

Öğrencilerin neden-sonuç ilişkisini kurmalarını kolaylaştıran ve karşılaşmaları muhtemel sorunlar ile başa çıkmalarını sağlayan robotik kodlama aktiviteleri hem öğretici hem de eğlencelidir. Robotik kodlama eğitimleri öğrencilerin, mantıklı kararlar vermelerini kolaylaştırır, eleştirel düşünmeyi öğrenmesini sağlar ve tüm alternatifleri değerlendirmelerini mümkün hale getirir. Robotik kodlama eğitimleri öğrencilerin, programlamayla, yazılımla ve tasarım ile tanışır. Tüm bu gerçeklikler öğrencilerin hayal güçlerini genişletmesini sağlar. Robotik kodlama sayesinde problemleri küçük parçalara ayırarak, çözme eğilimi göstermesini sağlar. Zorluklar karşısında yılmamayı ve çözümün bulunabilmesini sağlar. Robotik kodlama uygulamalarıyla fen bilimleri dersindeki bilgileri somutlaştırma imkânı sağlamasıyla beraber öğrenmede kalıcılık ve kolaylık sağlandı. Böylece öğrencilerin fen bilimleri konularına olan ilgileri artığı görülmektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Fen Bilimleri Dersinde Robotik Kodlama Eğitiminin Verilmesinin Avantajları Nelerdir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA32: “... Fen bilimleri ders müfredatında robotik kodlama uygulamalarının olması fen bilimleri konularına olan ilgi ve merakımı artırdı...”

ÖA33: “... Fen bilimleri konularında olan bazı soyut kavramları somutlaştırma imkanı vermesiyle öğrenmede kalıcılığı artırdı....”

Fen bilimleri öğretmen adaylarına “Robotik Kodlama Eğitimin Ders Olarak Verilmesinde Aksayan Yönleri Neler Olabilir?” sorusu soruldu ve busoruya verilen cevaplar Tablo 41’ de verilmiştir.

Tablo 40. Robotik Kodlama Eğitimin Ders Olarak Verilmesinde Aksayan Yönleri Neler Olabilir?

	f	%
Kodlama eğitimini verebilecek eğitimci eksikliği	35	94.5
Sınıflarda teknolojik donanım eksikliği	28	75.6
Kodlama malzemelerin eksikliği	28	75.6
Haftalık ders saatinin eksikliği	15	40.5
Öğrencilerin hazır bulunuşluluk düzeyleri	10	27.2
Öğrencilerin kendilerine olan özgüven eksikliği	4	5.4

Tablo 41 incelediğinde en yüksek %94.5 oranla kodlama eğitimini verebilecek eğitimci eksikliği, %75.6sınıflarda teknolojik donanım eksikliği, en düşük %5.4 oranla öğrencilerin kendilerine olan özgüven eksikliği şeklinde görülmektedir.

Robotik kodlama ile öğrenciler var olan teknolojileri kullanabilme becerisi kazanır, yeni ürünler ortaya çıkarabilir, günlük hayat problemlerine çözümler arayabilir, karşılaştıkları problemleri daha kolay çözebilir, arkadaşlarıyla ortak projeler çıkararak grupta işbirliği içinde çalışabilir, gerektiği yerde liderlik gibi sorumlulukları üstlenebilir, çevrelerinde gördükleri teknolojik aletlerin çalışma mekanizmasını kavrayabilir, olaylara eleştirel ve yaratıcı bakabilirler. Robotlar sayesinde öğrenciler kodlama ile tanışarak daha kalıcı, etkili ve kolay bir şekilde kod yazmaya başlayabilirler. Tabi bunları yapmak için öncelikle yeterli ve donanımlı eğitimcilerin olması ve gerekli olan robotik kodlama atölyelerinin olması gerekmektedir. STEM eğitimi kapsamında robotik kodlama uygulamaları ile ilgili alanında uzman eğitimcilerin eksik olduğu ve STEM laboratuvar/atölyelerinin yeterince donanımlı olmadığı söylenilmektedir. Öğretmen adayların verdiği ifadeler bunu desteklemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarına “Robotik Kodlama Eğitimin Ders Olarak Verilmesinde Aksayan Yönleri Neler Olabilir?” Sorusuna verdikleri cevapların bazıları aşağıda sunulmuştur:

ÖA34: “...Fen bilimleri öğretmen adayları, yani yarının öğretmeni olarak öğrencilerimiz için robotik kodlama alanında kendimizi geliştirmemiz lazımdır...”

ÖA35: “... STEM eğitimi kapsamında yapılan robotik kodlama uygulamaları için haftalık ders müfredatında geniş zaman ayrılmalı ve uygulamalar için her okulda kodlama atölyesi kurulmalıdır...”



BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Çalışmanın bu bölümünde STEM uygulamalarında öğretmen adayların 21. yy. öğrenen beceri düzeyleri, STEM farkındalık düzeyleri, STEM uygulamaları öğretmen adayları öz yeterlilik düzeyleri, 3D yazıcı uygulamaları ve Robotik kodlama uygulamalarıyla ilgili araştırmanın amaçları ve bunların alt amaçları çerçevesinde elde edilen bulgular kapsamında ortaya çıkan sonuçlar belirtilmiştir. Bu sonuçlar üzerinden gerçekleştirilen tartışmalar başlıklar halinde verilmiştir.

3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM Uygulamalarında Öğretmen Adayların 21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri Düzeylerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının 21.yüzyıl öğrenen becerileri alanında yapılan bu çalışmada öğretmen adaylarından elde edilen verilerin analizinden çıkan sonuçlara bakıldığında uygulama öncesi ve sonrası arasında olumlu yönde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Bakınız, Tablo 4). 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların STEM alanlarına ve kariyer mesleklerine olan ilgisinin artacağını ifade etmektedir. Böylece öğretmen adayların bu sayede bilimsel ve teknolojik okuryazarlık, problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliği gibi 21.yüzyıl becerilerini de daha iyi kazanacakları ifade edilmektedir. STEM eğitiminin eğitim sistemine entegre edilmesinin öğretmen adayların yaratıcı, üretken ve 21. yüzyıl becerileri ile donatılmış olarak yetiştirilmesini sağlayacağını ifade etmektedir.

21. yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutların kullanım puanı standartlaştırıp hesaplandığında bir öğretmen adayının (1- 5) aralığında puan alabildiği Göksün & Kurt, (2017) tarafından belirtilmiştir. Ortalama puanı üç ve yukarısı olan öğretmen adaylarının 21.yüzyıl öğrenen becerilerini ortalamanın üstünde bir düzeyde kullandıklarının göstergesi olarak kabul edilmiştir. Öğretmen adaylarının 21.yüzyıl öğrenen becerileri ön test ($\bar{x}_{21.yy.öğrenenbecerikullanımı} = 3.41$) sonuçları öğretmen adaylarının çalışmadan önce de 21. yüzyıl öğrenen becerilerini ortalamanın üstünde bir düzeyde kullandıklarının göstermektedir. Çalışma sonunda uygulanan son test ($\bar{x}_{21.yy.öğrenenbecerikullanımı} = 3.81$) sonuçları ise öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerilerini ortalamanın üstünde kullanma düzeylerinde anlamlı fark olacak şekilde geliştirdiklerini göstermektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının bu becerilerden, en çok kullandıkları becerilerin bilişsel beceriler (ön test $\bar{x} = 3.92$ ve son test $\bar{x} = 4.12$), en az kullandıkları becerilerin otonom beceriler (ön test $\bar{x} = 2.97$ ve son test $\bar{x} = 3.66$) olduğu görülmektedir. Her

ne kadar öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerilerinden en az kullandıkları otonom beceriler olsada bu alanda da ön test ve son test arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Bakınız, Tablo 5 ve Tablo 6). Kısaca STEM temelli fen etkinlikleri öğrencilerin 21. yüzyıl öğrenen becerilerini gelişimine katkı sağlamıştır.

Bilişsel beceriler, bilginin zihinsel süreçlerde işlenmesi, kodlanması ve zihinsel süreçlerde gerçekleşen işlemler sonucu oluşan ürünlerdir. Otonom beceriler, özdenetim, özyönetim, grupta veya bireysel olarak çalışabilme becerilerinin bütünleşmesiyle ortaya çıkan özerk öğrenme becerileridir. Yenilikçilik becerileri, yeni teknolojilere uyum, dijital çağa ayak uydurmaktır. İşbirliği ve esneklik becerileri ise işbirliğine dayalı etkinlik başarısını ve öğrenme ortamlarını genişleterek esnek hale getirmektedir.

3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının 21.yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutlarının uygulama öncesi ve sonrası alanında yapılan bu araştırmada öğretmen adaylarından elde edilen verilerin analizinden çıkan sonuçlara bakıldığında bütün alt boyutlarda olumlu yönde değişim anlamlı fark olduğu görülmektedir (Bakınız, Tablo 10, Tablo 12, Tablo 15 ve Tablo 18).

Çalışmada bilişsel becerilerin en fazla kullanılan becerilerden olmasının sebebi eğitim sisteminde öğrencilerimizin bilişsel süreçlerini daha fazla kullanmalarıyla açıklanabilir. Fakat otonom becerilerin öğrenen becerileri içerisinde diğer becerilere kıyaslandığında daha az kullanılan beceri olması, öğretmen adaylarının özyönetimsel becerilerini diğer becerilerden daha az kullanmalarının göstergesi olarakda açıklanabilir. Diğer taraftan maalesef halen birçok sınıflarımızda öğretmen merkezli eğitim hâkim olup kontrolün büyük bir kısmı öğretmende yer almaktadır. Bu da öğrencilerin kendi başlarına karar verme, planlama, iletişim, zaman yönetimi ve motivasyon gibi kendini yönetebilme becerilerinin tam gelişmemesine neden olmaktadır. 2006 yılında yapılan çalışmalar neticesinde düzenlenen öğretmen yetiştirme lisans programlarının öğretim programı (2006-2007) eğitim-öğretim yılından günümüze kadar eğitim fakültelerinde uygulanmaktadır. Bu program esnek olmasına rağmen genellikle her bir alan için (%50) alan bilgisi ve becerileri, (%30) öğretmenlik meslek bilgisi ve becerileri, (%20) genel kültür derslerini kapsamaktadır (YÖK, 2007). Öğretmen yetiştirme programlarında öğrenimine devam eden öğretmen adaylarının bilişsel beceri kullanımlarının diğer beceri kullanımlarından daha yüksek olmasının bir başka sebebi olarak, öğretmen yetiştirme programlarının alan bilgisi ders yoğunluğunun fazla oluşu, bu bilgileri transfer edebilecekleri genel kültür derslerinin ise az olması şeklinde açıklanabilir. Çıkan bu sonuçlara bakıldığında Göksün & Kurt, (2017)'de, öğretmen adaylarıyla yapmış oldukları araştırmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir. STEM uygulamalarının öğretmen adayların 21.yüzyıl öğrenen becerileri çalışmasında

uygulama öncesi ve sonrasında çıkan sonuçlarda olumlu yönde bir anlamlı fark görülmüştür. STEM uygulamalarının 21. yüzyıl öğrenen becerileri alt boyutların analizinden (bilişsel, otonom, işbirliği ve esneklik, yenilikçilik becerileri) çıkan sonuçlara göre, öğretmen adayların en çok kullandıkları beceriler bilişsel, en az kullandıkları beceriler ise otonom beceriler çıkmasıyla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Benzer şekilde, Eryılmaz ve Uluyol (2016)'da bir teknoloji entegrasyonu projesi olan FATİH projesinin 21. yüzyıl becerileriyle olan ilişkisini ortaya koymak amacı ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu araştırmanın neticesinde, FATİH projesinin, 21. yy.bireylerinin iş yaşamlarında ve öğretim hayatlarında başarılı olabilmelerinin anahtarı olan ve 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı, medya okuryazarlığı ve bilgi okuryazarlığı becerilerin bireylere kazandırılmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir.

21. yüzyıl öğrenen becerileri alan yazın taramasında Anagün vd. (2016); Günüş vd. (2013); Yalçın, (2018)'te benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Nicel verilerin analizinden çıkan sonuçlara göre, STEM eğitimi alan öğretmen adayların, 21. yüzyıl öğrenen becerilerinin gelişiminde olumlu yönde anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Bunun yanında yapılan yapılandırılmış görüşmelerde öğrenciler gerçekleştirilen etkinliklerin problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme becerilerine ve işbirliği-iletişime olumlu katkısının olduğu belirtmektedirler. Bu beceriler 21.yüzyıl becerileri arasında yer alan becerilerdir. Bu yönüyle düşünüldüğünde gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğretmen adayların 21.yüzyıl becerilerinin gelişiminde etkili olduğu görülmektedir. STEM eğitiminin en önemli amaçlarından biri bireylerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağlamaktır.

Öğretmen Adayların STEM Farkındalık Düzeylerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Yapılan araştırmada STEM farkındalık ölçeğinin öğretmen adaylarından alınan verilerin analizinden çıkan sonuçlara bakıldığında uygulama öncesi ve uygulama sonrası arasında olumlu yönde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Bakınız, Tablo 21). 3D yazıcı ve robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının öğretmen adayların fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarına ait bilgi ve becerilerin mühendislik tasarımı odaklı bir öğretim üzerinde bütünleştirilmesine odaklanan, öğrencilere disiplinler arası işbirliği, sistematik düşünebilme, iletişime açık olma, etik değerlere sahip olma, araştırma, üretme, yaratıcılık ve problemleri en uygun şekilde çözebilme becerileri kazandırmayı hedeflediği görülmektedir.

Çıkan bu sonuçlar Buyruk ve Korkmaz (2016)'ın öğretmen adayları ile FeTeMM farkındalık geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapmıştır. Yürütmüş olduğu araştırmanın

bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarının ölçülmesinde kullanılabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçek bulunmuşlardır. Duygu, (2018) STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve STEM farkındalık durumlarına etkisini, STEM etkinlikleri ve bu etkinliklerde simülasyonların kullanımı hakkındaki görüşlerini belirlemeye yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Yürütmüş olduğu araştırmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. STEM eğitiminin, öğrencilerin STEM farkındalık durumları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Benzer şekilde birçok ulusal ve uluslararası araştırmada STEM eğitiminin öğrencilerin STEM farkındalık düzeylerine olumlu katkı sağladığı belirtilmiştir (Acar *vd.* 2018; Alıcı, 2018; Baran *vd.* 2015; Bircan, 2019; Buyruk & Korkmaz, 2014; Çavaş *vd.* 2013; Çevik, 2018; Dedetürk, 2018; Doppelt *vd.* 2008; Enderun, 2013; Fortus *vd.* 2004; Gazibeyoğlu, 2018; Gülhan & Şahin, 2018; Gencer, 2015; Güleriyüz *vd.* 2019; Güleriyüz *vd.* 2020; Gülgün *vd.* 2017; Güzey *vd.* 2016; Kager, 2015; Marulcu & Sungur, 2012; Öner & Capraro, 2016; Moore & Richards, 2012; Wang, 2012; Moore *vd.* 2013; Olivarez, 2014; Pekbay, 2017; Riechert & Post, 2010; Shepherd, 2016; Siew *vd.* 2015; Şahin *vd.* 2014; Wade Wan Husin *vd.* 2016; Yamak *vd.* 2014).

Eğitim sistemimize yeni girmiş olan STEM, gelecek neslin yetiştirilmesinde alacağı rol düşünüldüğünde öğretmen adaylarının bu konunun farkında olma durumlarının önemi anlaşılmaktadır.

STEM eğitiminin, eğitim sistemimizde doğru bir şekilde yerleştirilmesi, uygulaması ve bu eğitim anlayışının eğitim sistemimize tam anlamı ile yerleşmesi ancak öğretmenlerimizin STEM eğitiminin teorik kısmını ve mantığını iyice kavrayıp öğretmenlik eğitimi ile beraber entegre bir şekilde öğrenmeleri, önemini farkına varmaları ve sınıflarında uygulamaları ile mümkün olacaktır. Bundan dolayı öğretmen adaylarının STEM farkındalığını artırıcı eğitimler verilmesi ve STEM eğitimin derslere entegre edilmesi önem arz etmektedir. Araştırma sonunda çıkan sonuçlara bakıldığında Eğitim fakültelerinde STEM eğitime yönelik ders verilmesinin öğretmen adaylarında STEM'e yönelik farkındalık uyandırılmasında önemli ölçüde katkı sağladığı görülmektedir.

Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi derslerinde uygulama konusunda direnç göstermemeleri, yani STEM uygulamalarına ve etkinliklerine karşı olumlu düşüncelere sahip olmaları ileride fen bilimleri eğitimi açısından oldukça önemli olduğu görülmektedir. Öğrencilerde anlamlı öğrenmeyi sağlayacak etkinliklere karşı fen bilimleri öğretmenlerinin olumlu tavır göstermeleri kaliteli öğrenci yetiştirme açısından da oldukça önemli olduğu görülmektedir. Yeniliklere açık olan fen bilimleri öğretmenlerinin öğrencilerini de bilimsel

merakı olan, yeniliklere açık, sorgulayabilen ve araştırabilen öğrenciler olarak yetiştirmesi beklenilmektedir

STEM eğitimi kapsamında yapılan uygulamalarda ders etkinliklerinin öğretmen adayların görüşleri neticesinde bir takım olumsuz taraflarının da olduğu görülmektedir. Bu olumsuzluklar; konuya hâkim olma zorunluluğu, malzeme sıkıntısı, zaman, müfredatta ders olarak alamama olarak belirtilebilir. Siew vd. (2015)' te yapmış oldukları çalışmalarının sonuçlarına bakıldığında, bu çalışma sonuçları ile benzer olarak öğretmenlerin kendi alanına hâkim olmama, malzeme eksikliği ve zaman gibi çeşitli olumsuzlukların olduğunu belirtmektedir. STEM açısından, fen bilimleri programının Türkiye'de de etkili bir şekilde yürütülebilmesi için bu önerinin dikkate alınması gerektiği ve gerekliliği aşikârdır.

Yapılan etkinlik ve uygulamalardan sonra öğretmen adaylarında üst düzey düşünme becerisinin, eleştirel becerilerin ve STEM farkındalık düzeylerinde bariz bir şekilde gelişme sağlandığı görülmektedir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında yapılan uygulamalara yönelik görüşlerinin olumlu olarak geliştirilmeleri, öğretmen adaylarınıninovasyona açık olmaları, kendilerini eğitimde yeni yaklaşımlara açık tutmaları ve öğrenmek için gayret etmeleri çalışmanın öğretmen adaylarının kendilerini geliştirmelerine olumlu yönde katkı sağladığını göstermektedir. Fen bilimleri derslerinin STEM eğitimi ile entegrasyon sağlanması fen bilimleri eğitiminin kalitesinin artırılması açısından önemli olduğu bu araştırma neticesinde görülmektedir. Kalitenin artırılması açısından fen bilimleri öğretmenlerinin bu konu hakkında görüşlerinin alınması, STEM uygulamalarının daha etkili bir şekilde uygulanması bakımından, fen bilimleri eğitime ve öğrenimine ışık tutacaktır. Fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda, STEM eğitimi kapsamında yapılan uygulamaların öğrencilere olumlu etkilerinin olacağı sonucuna varılmıştır. Bu olumlu etkiler, ilgiyi artırma, üretkenliği geliştirme, motivasyon, yaratıcılık artırma, bilimsel süreç becerilerini ve psikomotor beceri geliştirme, fen bilimleri derslerinde keyifli ve verimli vakit geçirmelerini sağlama, olumlu bakış açısı kazandırma, sorumluluk bilinci kazandırma ve başka alanlarda başarılı olmalarını sağlama şeklinde sıralanabilir.

Öğretmen Adayların STEM Uygulamaları Öğretmen Özyeterlik Düzeylerineİlişkin Tartışma ve Sonuç

Yapılan araştırmada STEM Uygulamaları Öğretmen Özyeterlik Ölçeğinin öğretmen adaylarından alınan verilerin analizinden çıkan sonuçlara bakıldığında ön test ve son test arasında olumlu yönde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Bakınız, Tablo 24). Öz yeterlilik,

bireyin sahip olduğu yeteneği değil, sahip olduğu kazandığı yetenekle neler yapabileceği ile ilgili algısını ifade etmektedir. Bu bağlamda bakıldığında, öğretmen adayları, almış oldukları STEM eğitimi sayesinde kazanmış oldukları becerilerle neler yapabilecekleri konusunda daha fazla bilgiye ve özgüvene sahip oldukları söylenebilir. Öğrencilerin almış oldukları eğitim sayesinde kazanmış oldukları birikim ve tecrübe sayesinde yeni fikirler üretebildikleri, farklı fikirleri tartışabildikleri görölmektedir. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarından birisi gerekli kendisinde olan bilgi birikiminin ve becerilerin farkına vararak farklı materyaller veya modeller de geliştirebileceğini söylemektedir. Diğer bir öğretmen adayı ise yeni etkinlikler tasarlayabileceğini ve yeni projelerde yer alabileceğini belirtmektedir ki bu da kendine olan güveni göstermektedir. Bu şunu göstermektedir ki STEM eğitimi sayesinde öğretmen adaları bilgi, beceri ve yeteneklerin geliştiiğinin farkına varmışlardır. Var olan bilgilerini STEM uygulamaları sayesinde transfer edebilme becerisini geliştirmişlerdir. Bu da onların kendilerine olan özgüvenlerinin gelişmesine ve kazandıkları tecrübeler ile ilerde yapabileceklerinin farkına varmalarına yani özyeterlilik algılarının olumlu yönde gelişmesine neden olmuştur.

STEM uygulamaları neticesinde, kişilerdeki özyeterlilik düzeyleri ile ilgili çalışmaların genellikle ilkokul, ortaokul ve lise öğrencileriyle yapılan, uygulamaya dayalı çalışmalar olduğu görölmektedir. Literatür taraması yapıldığında ölkemizde STEM özyeterliliğine dair çalışmanın Yamanvd. (2018)' de yaptığı STEM uygulamaları öğretmen öz yeterlik ölçeğinin geliştirmesi ile ilgili bir çalışma olduğu gözükmektedir. Bu nedenle de bu çalışma alan yazına katkı sağlaması açısından da önem arz etmektedir.

Nicel verilerin analizinden çıkan sonuçlar, öğretmen adaylarının STEM hakkında gerekli olan bilimsel süreç becerilerine vedetaylı akademik bilgiye sahip olduklarına ve STEM ile ilgili etkinlikler tasarlayıp, herhangi bir akademik çalışmada yer alabileceklerine inandıklarını göstermektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda hazırlanan STEM Uygulamaları Öğretmen Adayların Özyeterlilik algılarına olumlu yönde katkı sağladığı görölmüştür. Araştırmaya katılan öğretmen adayları ayrıca STEM uygulamaları ve etkinlikleri ile ilgili verilen eğitimlerin sayısının arttırılması ve eğitimlerin içeriği genişletilmesi gerekliliğini beyan etmişlerdir.

Bu alanda verilen eğitimler fen bilimleri öğretmenleriyle sınırlandırılmayıp, diğer branşlardaki öğretmenlere de verilerek, STEM temelli ders etkinliklerinin uygulama alanı genişletilmelidir. Bu eğitimlerle fen bilimleri öğretmenlerinin STEM'i sınıflarında uygulamaları konusunda cesaretlendirilmeli ve teşvik edilmelidir.

Öğretmen Adayların 3D Yazıcı Uygulamalarına İlişkin Tartışma ve Sonuç

STEM uygulamaları kapsamında 3D yazıcı uygulamaları ile ilgili eğitimi alan öğretmen adayların bu yönetime yönelik görüşlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada verilen eğitimin öğretmen adayları üzerinde olumlu sonuçlar ortaya çıkardığı söylenebilir. Çünkü öğretmen adaylarıyla yapılan yapılandırılmış görüşme sorularında ve yapılan uygulamalarda olumlu dönütler elde edilmiştir. Öğretmen adaylarıyla 3D yazıcı ile ilgili dört uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalarda 3D Builder programı ve dilimle için Zaxe (Desktop) PLA programı öğretmen adaylarına öğretilmiştir. Öğretmen adaylarının yapılan uygulamalar sayesinde 3D Builder ve Zaxe PLA programlarını rahatlıkla kullanabilecek seviyelere geldikleri görülmüştür. Etkinliklerin sonuna doğru, öğretmen adayları projenin ihtiyacına uygun olan her türlü malzemeyi yenilikçi fikirler çerçevesinde bilgisayar ortamında tasarlamışlar ve 3D yazıcı ile ürün elde etmişlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının 3D Builder ve Zaxe PLA programlarını rahatlıkla kullanabilme kapasitesine sahip olduklarını göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçları Güteryüz *vd.* (2019)'da STEM uygulamaları kapsamında öğretmen adayların 3D yazıcı kullanımı hakkında görüşleriyle ilgili çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Çalışmada, STEM uygulamaları kapsamında kullanılan 3D yazıcıların, yeni öğrenme materyalleri oluşturulmasında öğretmen adaylarına katkı sağladığını beyan etmişlerdir. Bu tür uygulamalar öğrencilerin kendi bilgi ve becerilerini kullanarak kendilerine özgü modeller tasarlamalarına ve bunları da 3D yazıcıda yazdırmak sureti ile somutlaştırmalarına katkı sağladığı görülmüştür. Bu tür etkinlikler öğretmen adaylarının teknolojiyi etkili kullanma becerilerinin gelişimine olumlu yönde katkı sunmaktadır. Çalışma neticesinde elde edilen bu sonuçlar alanyazındaki diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Campbell *vd.*, 2011; Berman, 2012; Güteryüz *vd.*, 2019; Prince, 2014; Ratto & Ree, 2012) .

Üç boyutlu yazıcıların günümüzde eğitim, tıp, sağlık, inşaat, endüstriyel, uzay, havacılık, imalat, gıda, mimarlık, askeri uygulamalar, tekstil ve diğer birçok alanda kullanılmaktadır. 3D yazıcı kullanımı eğitim başlığı altındaki çalışmayla 3D baskı teknolojisinin hem eğitim sürecinde hem de eğitim sonrası iş hayatında önemli fayda sağlayacağı görülmektedir. Henüz çok yaygın olmaması sebebiyle bu teknolojinin eğitim ve öğretim alanında daha etkili kullanılmasının yolları aranmalıdır. Sonuç olarak, eğitim politikalarının bu yeni teknolojiye uygun hale getirilmesi ve eğitim içeriklerinin bu teknolojilerle daha entegre bir yapıya dönüştürülmesi ile eğitim verimliliğinin artırılacağı önerilmektedir.

Eğitimde 3D yazıcı teknolojinin yaygın kullanımının artmasıyla öğrenci ve eğitimci arasındaki etkileşim daha da artacak ve öğrencilerin fikri kavramlarının elle tutulur nesnelere dönüşmesiyle yenilikçi düşünce ve yaratıcılık yeteneği kazanmaları kolaylaşacaktır. STEM uygulamalarında 3D yazıcı uygulamalarıyla ilgili verilerin analizine bakıldığında özellikle öğretmen adaylarının 21. yy becerilerine kullanmalarına ve geliştirmelerine yardımcı olması, öğrenmede ve öğretmede kolaylık sağlaması, üç boyutlu düşünmeyi geliştirmesi ve istediği zaman ve istediği şekilde bilgileri somutlaştırma olanağı sunması çalışma sonunda elde edilen önemli bulgular olarak görülmektedir.

STEM uygulamaları kapsamında, 3D yazıcıların katkısıyla oluşturulacak farklı eğitim yöntemlerinin daha karmaşık yapıları matematiksel ve bilimsel verilerin anlaşılmasında kolaylaştırıcı etkisi olduğu anlaşılmaktadır. 3D yazıcılar günümüzde özellikle prototipleme alanında endüstrinin hemen her alanında kullanılmaya başlandığı görülmüştür. Bunun yanı sıra gündelik hayatımıza da hızla girmektedir. Öğrencilerin öğrenmeye ve keşfetmeye yönelik motivasyonlarını artırmakta ve eğlenerek öğrenmelerini sağlamaktadır. Öğrencilerin hayal ettikleri düşüncelerini ortaya koyabilecekleri fikri, hepsi üzerinde inavasyona yönelik araştırmalarının artmasına sebep olmaktadır. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarından birisi 3D yazıcıların sahip olduğu bilgilerin ortaya çıkmasına yardımcı olduğunu yani farklı alana transfer yapabildiğine vurgu yapmaktadır. Ayrıca 3D yazıcı sayesinde bilgilerini nereye, nasıl kullanacağını öğrendiğini ve bilgilerini somutlaştırma fırsatı sunduğunu beyan etmektedir. Ayrıca bu etkinlikler öğrencilerin farklı şekilde düşünmelerine üretkenliklerine ve inovasyon yeteneklerine katkı sağladığını belirtmiştir.

3D yazıcı ile yapılan STEM uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanımı ile ilgili öğretmen adayların farkındalığına etkisini belirlemeyi amaçlayan bu araştırmada, öğretmen adayları 3D yazıcılar ile alakalı, “bilgiyi somutlaştırma”, “zihinsel beceri”, “kalıcı öğrenme”, “kendi üretimini kendin yap”, “öğrenmede kolaylık” ve “Üç boyutlu düşünme” temalarını kullandıkları görülmektedir. 3D yazıcıları yeni öğrenme materyalleri oluşturulmasında öğretmenlere katkı sağlayacağı gibi öğrencilerin kendi modellerini oluşturarak yazdırmalarını sağlayabilecek ve böylelikle teknolojiyi etkili kullanma becerilerinin gelişimine de katkı sağlayacaktır. Fen bilimleri müfredatına ait konuların, öğretim kademsinin ilk ve orta kademelerinde yer alan birçok soyut kavramın somutlaştırılarak öğrencilere kazandırılması gereken bir ders olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının görüşlerinde belirtildiği gibi 3D yazıcılar, özellikle fen bilimleri dersinde biyoloji, kimya ve fizik konularında başta olmak üzere kavram, görsel, soyut bilgi ve ulaşılamayacak nesnelere somut bir biçimde öğrencinin hizmetine sunma imkânı sağlamaktadır. 3D yazıcıların aracılığı ile elde edilen modellerin birden fazla

duyu organına hitap etmesi öğrenmede kalıcılığı artırmasında büyük rol oynadığını görmekteyiz.

Öğretmen Adayların Robotik Kodlama Uygulamalarına İlişkin Tartışma ve Sonuç

STEM uygulamaları kapsamında robotik kodlama eğitimi alan öğretmen adayların bu yönetime yönelik görüşlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada verilen eğitimin olumlu sonuçlar ortaya çıkardığı söylenebilir. Çünkü öğretmen adaylarıyla yapılan yapılandırılmış görüşme sorularında ve yapılan uygulamalarda olumlu geri bildirimlerde edilmiştir. Öğretmen adaylarıyla robotik kodlama ile ilgili dört uygulama yapılmıştı. Bu uygulamalarda Arduino İde programı ve devre şeması için Fritzing programı öğretmen adaylarına öğretilmiştir. Araştırmanın amaçlarından birisi; Öğretmen adaylarının Robotik kodlamada Arduino İde programı ve devre şeması için Fritzing programlarını öğrenme düzeylerini belirlemektir. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının aldığı robotik kodlama eğitimiyle Arduino İde ve fritzing programlarını kendi başına kullanabilecek ve bu konulara yakın projelerde kullanabilecek seviyeye gelmişlerdir. Bu sonuçlar;

Gülyüz *vd.* (2020)' de STEM uygulamalarında öğretmen adayların Kodlama eğitimi hakkındaki görüşleriyle ilgili çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Gülyüz *vd.* (2020)' deki çalışmada, öğretmen adayların 21. yy becerilerine sahip olması ve dijital çağa ayak uydurmasının gerekliliğini dile getirmişlerdir. STEM eğitimi kapsamında, fen bilimleri ve kodlamanın bütünleştirilmesi ile anlaşılması zor olan soyut bazı fen kavramlarının somutlaştırılarak, öğrenmenin kalıcı ve daha anlamlı olmasının sağlanabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca bu çalışma sonunda Sayın & Seferoğlu, (2016)' da 21. yy. becerisi olarak kodlama eğitiminin eğitim politikalarındaki yerinin incelenmesi çalışmalarıyla paralel görüşler elde edilmiştir. Çalışmada öğrencilerin problem çözme ve mantıksal düşünme becerilerini geliştirmesi bir kısmı da sektördeki istihdamı desteklemeye yönelik olarak kodlamayı öğretim programlarına dâhil etmişlerdir. Khanlari, (2013) tarafından yapılan araştırmada robotik etkinlikleri içeren STEM eğitiminin öğrencilerin işbirliği ve takım çalışması, iletişim, sosyal sorumluluk gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için etkili bir araç olduğunu tespit edilmiştir. Alan yazın incelendiğinde; robotik ve kodlama eğitimi alanlarında yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. (Benitti, 2008; Datteri *vd.*, 2013; Gülyüz *vd.*, 2020; Gültepe, 2018; Sullivan, 2008; Şenol & Büyük, 2015; Şenol & Demirer, 2017; Welch & Huffman, 2011;).

Diğer taraftan STEM uygulamaları kapsamında robotik ve kodlama ile ilgili ulusal akademik çalışmaların çok az olduğunu tespit edilmiştir. Bu da bu çalışmanın alanyazına bu anlamda katkı sağladığını göstermektedir.

STEM uygulamaları kapsamında, fen bilimleri konularının robotik kodlama ile beraber kullanılması anlaşılması zor olan soyut bazı fen bilimleri kavramlarının somutlaştırılarak, öğrenmenin kalıcı ve daha anlamlı olmasının sağlanabileceği öğretmen adayları tarafından beyan edilmiştir. Diğer taraftan, Öğretmen adayların aldıkları eğitimle ilgili olarak eğlendikleri ve motivasyonlarını artırdığı yönünde görüş belirtmişlerdir. Öğretmen adayları dijital çağa ayak uydurup, 21 yy becerilerine sahip olmaları gerekliliği gerek MEB tarafından gerekse bilimsel çalışmalarda sıkça vurgulanmaktadır. Kodlama eğitimi ile ilgili yapılan bilimsel çalışmaların sonuçlarından hareketle, kodlamanın fen bilimleri öğretiminde çok önemli bir gereklilik olma yoluna girdiği görülmektedir. 2018 yılında güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programında Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi kapsamında, bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişiminin önemine değinilmiş ve programın genelinde ise Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları ile günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde disiplinler arası uygulamaların önemi vurgulanmıştır. Dolayısıyla, yeni fen bilimleri dersi öğretim programının da STEM' in vurguladığı disiplinler arası uygulamalara yer verdiği anlaşılmaktadır. Bu durum da programın uygulayıcısı olan öğretmenlerin STEM uygulamalarına yönelik bilgi, beceri ve tutumlarını ön plana çıkarmıştır. Bu nedenle, STEM disiplinlerinin entegrasyonunda öğretmenlerin STEM'e bakış açıları, diğer disiplinlerle ilgili bilgileri ve alan bilgileri önemlidir (Riordain vd., 2016).

Robotik kodlama ile yapılan STEM uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanımı ile ilgili öğretmen adayların farkındalıklarına etkisi ile alakalı, STEM uygulamalarında 21. yy becerisi olarak robotik kodlama eğitiminin ders olarak verilmesi gelişen ve hızla değişen teknoloji çağına ayak uydurma açısından önem arz etmektedir. STEM uygulamaları kapsamındaki robotik kodlama eğitimi, birçok konuda öğretmen adaylarının projelerinin sonuçlarını gerçek dünyada görmelerini, denemelerini ve ölçmelerini sağlamıştır. Böylece kodlama sayesinde soyut kavramların somutlaştırılarak öğretilmesi için eğitimde robot gibi önemli bir araç kullanmış bulunmaktadırlar. Kodlanmış robotlar fen bilimleri, matematik, kimya ve benzeri birçok alandaki kavramların yaparak ve yaşayarak öğrenme öğretilmesine fırsatı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra kodlama etkinlikleri öğrencilerin özellikle çok ilgisini çekmiş dersler eğlenceli bir ortama bürünmüştür. Robotik kodlama uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanımı öğretmen adayların farkındalığının arttığını görülmektedir. Bir öğretmen adayının bu konuda görüşü şöyledir: *“Robotik kodlama ile ilgili her hangi bir etkinlik tasarlayabilirim. Bir projede*

yer alabilecek öz yeterliliğe sahibim.” Ayrıca öğretmen adaylardan derse ve projelere karşı yüksek bir güdülenme sağlamıştır. Öğretmen adayı bu durumu şu şekilde ifade etmiştir “Eğitimlerde çok eğlendim ve derse karşı motivasyonum arttı“. Bu durum öğrenmede kaldıraç etkisi yapmaktadır.

Bu sonuçlar doğrultusunda STEM kapsamında robotik kodlamanın Fen Bilimleri dersi ile entegrasyonunun sağlanmasında fazla zorluk çekilmeyeceği düşünülmektedir.



Öneriler

Bu bölümde çıkan sonuçlardan yola çıkılarak gelecekte yapılacak araştırma ve uygulamalara dönük önerilere yer verilmiştir.

STEM Uygulamalarında Öğretmen Adayların 21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri İle İlgili Öneriler

21. yy. öğrenen becerileri, sabit beceriler olmayıp, koşul ve zaman içeriğe bağlı olarak değişen becerilerdir. Bundan dolayı hem öğrenciler hem de öğretmenler kendilerini geliştirmenin önemli olduğunun farkında olması gerekli olduğunu bilmelilerdir.

- ✓ Eğitim durumlarında öğrencilerin problem çözme becerilerini, eleştirel düşünme ve yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik aktif öğrenme etkinlikleri yapılmalıdır.
- ✓ Öğretme ve öğrenme sürecinde öğrencilerimizin aktif olarak katılımı sağlanmalıdır.
- ✓ Öğrenci ve öğretmenler, yaşadığımız çağın öğretme değil, öğrenme çağı olduğunun farkındalığı sağlanmalı ve öğrenme sürecine öncelik verilmelidir.
- ✓ Sadece ürüne odaklanmak yerine, öğretme ve öğrenme süreci çok yönlü ve bütüncül bir bakış açısı ile ele alınmalıdır.
- ✓ Öğrencilerin, işbirliği ve iletişim özelliklerini yeteneklerini geliştirmek için eğitim sırasında grup tartışmalarına ve işbirlikli öğrenme etkinliklerine yer verilmelidir.
- ✓ Öğretme ve öğrenme ve ortamlarında teknolojiden yararlanılmalıdır. Bunun sayesinde hem bilgi, teknoloji ve medya okuryazarı olan bireyler yetiştirilmeli hem de yaparak yaşayarak öğrenme sağlanmalıdır.

STEM Eğitimi İle İlgili Öneriler

STEM eğitimlerinde, 21. yüzyıl becerilerinden, yaratıcı ve sistemli düşünebilmeyi, en kısa çözüm önerileri sunabilmeyi, problemlere farklı yönleriyle bakıp çözümler üretebilmeyi, sağlayacak yeteneklerin öğrencilere kazandırılması zorunlu hale gelmiştir. Öğrencilerin ders içeriklerin yanında, araştırma, bir araya gelmeleri vebuluş yapmalı, çözüm üretmeleri, ürün geliştirebilme, hayatı sorgulama, problem çözme becerilerinin fark etmeleri gibi çeşitli özelliklerle sahip olmalıdır.

- ✓ STEM eğitiminin bütün öğrencilere verilmelidir. Öğrencilerden üstün zekâlı, yetenekli, meraklı öğrenciler belirlenerek onlara daha ileri düzey STEM eğitimi verilebilir.
- ✓ Her ilde STEM eğitimi merkezleri kurulabilir. Kurulan bu merkezlerde öğrenciler öğretmenlere eğitim ve etkinlik desteği verilebilir.

- ✓ STEM eğitimi merkezlerinde, STEM alanında uzman akademisyen ve eğitimcilerin yer aldığı STEM eğitimi çalışma ve projeler yapılabilir.
- ✓ MEB ve Üniversiteler, STEM merkezlerinde toplanarak, etkili bir STEM eğitimi öğretim programı oluşturulabilir.
- ✓ STEM merkezlerinde öğretmenlere, STEM eğitimini tanıtmak amacı ile hizmet içi eğitim verilmeli, verilen bu eğitimlerde STEM nedir, nasıl olmalıdır gibi konulara işlenip, öğretmenlerde farkındalık meydana getirilebilir.
- ✓ İlköğretim ve ortaöğretim fen bilimleri ve matematik, vb. ders öğretim programlarına STEM eğitimi etkinliklerini yer alan ders içerikleri hazırlanabilir.
- ✓ STEM merkezlerinde STEM farkındalığı sağlamak için, öğretmen yetiştirme öğretim programları hazırlanabilir.
- ✓ STEM eğitimi ile ilgili öğretmenlerin yıllık çalışma planları ve yapacakları uygulamaları hazırlamak için hizmet içi eğitimler hazırlanabilir.
- ✓ MEB ve Üniversiteler sayesinde STEM merkezleri desteği ile STEM öğretmenliği becerilerini kazandırmak için hizmet içi eğitimler verilebilir.
- ✓ Oluşturulan STEM merkezlerinde yapılan araştırmalar ile STEM eğitimi için ihtiyaç duyulan öğretim materyalleri (deney malzemeleri, vb.) ihtiyaçları tespit ve temin çalışmaları yapılabilir.
- ✓ Okullarda STEM eğitimi zümreleri kurulabilir. Okullarda STEM ile ilgili neler yapılması gerekli olan şeyler hazırlanabilir.
- ✓ MEB tarafından öğrencilere yönelik STEM eğitimi ile alakalı araştırma yapma, sorgulama, buluş yapma, ürün geliştirme ve tasarım yarışmaları yapılabilir.
- ✓ Öğrencilerin ve öğretmenlerin STEM eğitimi konulu projeleri desteklenmeli ve başarılı olanları ödüllendirme yapılabilir.
- ✓ STEM eğitimi ile ilgili iyi uygulamaların ve konferans ve tanıtımların olduğu etkinlikler ve uygulamalar hazırlanabilir.
- ✓ STEM, sadece deney yapmak değildir. Yaparak-yaşayarak öğrenme, deney ve uygulama, STEM yaklaşımının vazgeçilmez öğeleridir.

3DYazıcı Kullanımı İle İlgili Öneriler

STEM uygulamaları kapsamında yapılan 3D yazıcı uygulamaları ile ilgili araştırma sonuçlarına dayalı olarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- ✓ 3D yazıcı kullanımı sayesinde öğrencilerin öğrenmelerini anlamlandırma ve öğrenmede kalıcılığın sağlanması için soyut bilgileri somutlaştırma fırsatı sunulabilir.

- ✓ Eğitim ve öğretimde 3D yazıcı kullanabilecek eğitimci yetiştirmek için MEB veya Üniversiteler işbirliğiyle hizmet içi eğitimler verilebilir.
- ✓ Her okulda 3D yazıcı makine alınabilir ve laboratuvar kurulabilir.

Robotik Kodlama İle İlgili Öneriler

STEM uygulamaları kapsamında yapılan robotik kodlama ile ilgili araştırma sonuçlarına dayalı olarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- ✓ Çalışmamızın neticesinde STEM uygulamaları kapsamında yapılan robotik kodlama uygulamalarının faydalı olduğu görüşünün hâkim olmasından ve öğrenciye olumlu katkılarından dolayı kodlama eğitiminin ülke genelinde yaygınlaştırılması gerektiği söylenebilir.
- ✓ Eğitim ve öğretimde robotik kodlama kullanabilecek eğitimci yetiştirmek için MEB veya Üniversiteler işbirliğiyle hizmet içi eğitimler verilebilir.
- ✓ Nitel yöntem ile yapılan bu çalışma kapsamında robotik kodlama öğrenen öğrenciler ile daha büyük örneklerde nicel araştırma olarak yapılabilir.
- ✓ Öğrencilerimizin çağın gerisinde kalmamaları, teknolojik gelişmeleri anlayarak takip edebilmek için öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirecek yöntemler ile eğitim öğretimleri sağlanabilir.
- ✓ Robotik ve kodlama sayesinde öğrencilerin öğrenmelerini anlamlandırma ve öğrenmede kalıcılığın sağlanması için soyut bilgileri somutlaştırma fırsatı sunulabilir.

KAYNAKÇA

- Acar, D., Tertemiz, N., & Taşdemir, A. (2018). The effects of STEM training on the academic achievement of 4th graders in science ve mathematics ve their views on STEM training. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505-513.
- Alıcı, M. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri*. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 507585)
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers: OECD Publishing*. 29 Ocak 2016 tarihinde http://www.oecd-ilibrary.org/education/21st-century-skills-and-competences-for-new-millennium-learners-in-oecd-countries_218525261154 adresinden edinilmiştir.
- Anagün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z., & Yaşar, S. (2016). Öğretmen adaylarına yönelik 21. yüzyıl becerileri yeterlilik algıları ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale University Journal of Education*, 40(2), 160-175.
- AASL (American Association of School Librarians) (2007). *Standards for the 21st century learner*. 5 Ocak 2015 tarihinde http://www.ala.org/aasl/sites/ala.org/aasl/files/content/guidelinesandstandards/learningstandards.AASL_LearningStandards.pdf adresinden edinilmiştir.
- Aslan Tutak, F., Akaygun, S., & Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.
- Association, A.P. (2010). Psychology as a co-reliance, technology, engineering, and mathematics (STEM) discipline: Report of the American Psychological Association 2009 Presidential Task Force on the Future of Psychology as a STEM Discipline. Washington, DC: *American Psychological Association*.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM Eğitimi Türkiye Raporu*. İstanbul: Scala Basım.
- Aydeniz, M., & Bilican, K. (2014). What do scientists know about the nature of science? A case study of novice scientists' view of NOS. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 1083-1115.
- Baran, E., Canbazoğlu Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Berman, B. (2012). 3D printing: *The New Industrial Revolution*. *Business Horizons*, 55(2), 155-162. doi: 10.1016/j.bushor.2011.11.003.

- Bircan, M. A. (2019). *STEM eğitimi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına 21. yy öğrenme becerilerine ve matematik başarısına etksi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Breckler, S.J. (2007). “S” is for Science. *Science Directions*, 38(8), 32.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Buyruk, B., & Korkmaz, Ö. (2014). STEM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Journal of Turkish Science Education*, 11(1), 3-23.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. A., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırmayöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Callison, D., & Lamb, A. (2004). Key words in instruction. Audience analysis. *School Library Media Activities Monthly*, 21(1), 34-39.
- Cameron, R. G. (2005). *Mindstorms Robolab: Developing science concepts during a problem based learning club*, The Master thesis, Department of Curriculum, Teaching and Learning, The University of Toronto, Canada.
- Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O., & Garrett, B. (2011). *Could 3D printing change the world. Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing*, Atlantic Council, Washington, DC.
- Costa, M. F., & Fernandes, J. (2005). *Robots at school: The Eurobotice project*, Proceedings of Hsci2005, <http://www.clab.edc.uoc.gr/2nd/pdf/30.pdf>
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: Engineer projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- Çelikıran, A., & Günbatır, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624-1656.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (pbl) science, technology, engineering ve mathematics (stem) education on academic achievement ve career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306. Doi: <https://doi.org/10.14527/c8s2>.
- Corlu, M. (2012). *A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science* (Doctoral dissertation, Texas A & M University).
- Corlu, M. S., (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for coursesyllabi. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(4), 2477-2485.
- Corlu, M. A., & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.

- Dedetürk, A. (2018). *6. sınıf ses konusunda STEM yaklaşımı ile öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisinin araştırılması* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Denirel, Ö. (2002). *Planlamadan değerlendirmeye öğretme sanatı* (3. Baskı). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education, 19*(2), 22-39.
- Eryılmaz, S., & Uluyol, Ç. (2015). 21. yüzyıl becerileri ışığında Fatih projesi değerlendirmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 35*(2), 209-229.
- 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.
- Hackerl, L. (2003). *Robotics in education: ROBOLAB and Robotic technology as tools for learning science and engineering*, Tese de licenciatura apresentada ao Tufts University, <http://ase.tufts.edu/roboticsacademy/Theses/LauraHacker03.pdf>
- Gazibeyoğlu, T. (2018). *STEM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi).Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir.(Tez No. 496276)
- Gencer, A. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi(ATED), 5*(1), 1-19.
- Güleryüz, H, Dilber, R., & Erdoğan, İ. (2019). STEM uygulamalarında öğretmen adaylarının 3D yazıcı kullanımı hakkındaki görüşleri. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5*(2), 1-8.
- Güleryüz, H, Dilber, R., & Erdoğan, İ. (2020). STEM uygulamalarında öğretmen adaylarının kodlama eğitimi hakkındaki görüşleri. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5*(2), 71-83
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences, 13*(1), 602-620.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). Ortaokul 5. ve 7. sınıf öğrencilerinin mühendisler ve bilim insanlarına yönelik algılarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 12*(1), 309-338. DOI: 10.17522/balikesirnef.437785.
- Gülgün, C., Yılmaz, A., & Çağlar, A. (2017). Fen bilimleri dersinde uygulanan stem etkinliklerinde bulunması gereken nitelikler hakkında öğretmen görüşleri. *Journal of Current Researches on Social Sciences, 7*(1), 459-478.

- Gültepe, A. A. (2018). Kodlama öğretimi yapan bilişim teknolojileri öğretmenleri gözüyle öğrenciler kodluyor. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi-International Journal of Leadership Training*, 2(2), 50-60.
- Güntüç, S., Odabaşı, H.F. ve Kuzu, A., (2013). 21. yüzyıl öğrenci özelliklerinin öğretmen adayları tarafından tanımlanması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 436-455.
- Güzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: *Student learning ve attitudes. J Sci Educ Technol*, 25(3), 550-560.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84
- Göksün, D. A., & Kurt, A. A. (2017). Öğretmen adaylarının 21. yüzyıl öğrenen becerileri kullanımları ve 21. yüzyıl öğreten becerileri kullanımları arasındaki ilişki. *Eğitim ve Bilim*, 42(190), 107-130.
- Kager, E. (2015). *Effects of participation in a STEM camp on STEM attitudes ve anticipated career choices of middle school girls: A mixed methods study* (Unpublished Doctoral Dissertation). Ohio University, Ohio.
- Karaduman, H. (2018). Soyuttan Somuta, Sanaldan Gerçeğe: Öğretmen Adaylarının Bakış Açısıyla Üç Boyutlu Yazıcılar. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 12(3), 223-310.
- Kaya, G., & Koçak Usluel, Y. (2012). Öğrenme-öğretme süreçlerinde BİT entegrasyonunu etkileyen faktörlere yönelik içerik analizi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 48-67.
- Koç, A., & Büyük, Ş. (2013). Robot destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: Robolap, *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 10/3 Winter 2015*, 213-236
- Koçak, Ç., & Kırbaş, İ. (2016). *Arduino tabanlı prototip akıllı ev sistemi tasarımı* (3. Baskı). Akademik Bilişim.
- Kökhan, S., & Özcan, U. (2018). 3D yazıcıların eğitimde kullanımı. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)*, 2(1), 81-85.
- Marulcu, İ. & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12 (2012), 13-23.
- Melvin, L. (2011). *How to keep good teachers and principals: practical solutions to today's classroom problems*. R&L Education. 2011. USA.
- Morrison, S. (2006). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating Science, technology, engineering, and mathematics*. 2013. USA.
- NCES (National Center for Educational Statistics). (2002). *Technology in schools: Suggestions, tools, and guidelines for assessing technology in elementary and secondary education*. Washington DC: U.S. Department of Education.
- MEB. (2005). Milli Eğitim Bakanlığı eğitim ve öğretim çalışmalarının planlı yürütülmesine ilişkin yönerge. MEB Mevzuat

- MEB. (2017). STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı.
- Moore, T., & Richards L. G. (2012). P-12 engineering education research and practice. *Introduction to a Special Issue of Advances in Engineering Education*, 3(2), 1-9.
- Moore, T. J., Stohlmann, M.S., Wang, H.-H., Tank, K.M., & Roehrig, G.H. (2013). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Edt.), *Engineering in precollege settings: Research into practice*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Moomaw, S. (2013). Teaching STEM in the early years: *Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Redleaf Press.
- OECD. (2012). *Connected minds: Technology and today's learners, educational research and innovation*. OECD Publishing. 29 Ocak 2016 tarihinde http://www.oecd-ilibrary.org/education/connected-minds_9789264111011-enadresinedenedinilmistir.
- Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eight grade students in a south texas middle school* (Doctoral Dissertation). Texas A ve M University, Texas.
- Orhan, G. D. (2016). Öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerileri ve 21. yy. öğreten becerileri arasındaki ilişki. *Unpublished doctoral dissertation*). Anadolu University, Institute of Educational Sciences, Eskişehir, Turkey.
- Öner, A., & Capraro, R. (2016). STEM okulu olmak iyi öğrenci başarısı anlamına mı gelir? *Eğitim ve Bilim*, 41(185), 1-17. doi: <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2016.3397>.
- Özdemir, A., Yaman, C., & Vural, R. A. (2018). STEM Uygulamaları Öğretmen Öz-yeterlik Ölçeğinin Geliştirilmesi: Bir Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 93-104.
- Pedro, F. (2006). The new millennium learners: *Challenging our views on ICT and learning*. 3 Şubat 2015 tarihinde <http://www.oecd.org/edu/cei/38358359.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Pekbay, C. (2017). *Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkileri* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Price, M. P. (2011). Promoting psychology as a STEM discipline. *Monitor on Psychology*, 42(2), 32-36.
- Prince, J. D. (2014). 3D printing: *An Industrial Revolution*. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*, 11(1), 39-45. doi: 10.1080/15424065.2014.877247.
- Ramaley, J. A. (2007). *Facilitating change: Experience with the reform of STEM Education*. Retrieved August 2011 from <http://www.wmich.edu/science/facilitatingchange/Products/RamaleyPresentation.pdf> Sanders,
- Ratto, M., & Ree, R. (2012). Materializing information: *3D printing and social change*. First Monday, 17(7). <https://doi.org/10.5210/fm.v17i7.3968>

- Riechert, S., & Post, B. (2010). From skeletons to bridges & other STEM enrichment exercises for high school biology. *The American Biology Teacher*, 72(1), 20-22.
- Roth, W. (2001). Learning Science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.
- Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 8-22.
- Sullivan, F. V. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Şahin, A., Ayar, M.C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 230-255.
- Şenol, Ş., & Demirer V., (2017). *Kodlama Eğitiminden Robot Teknolojisine Giden Sistematikte Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı Örneği ve Öğretmen Görüşleri*. 26. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi, Analya.
- Şenol, a. K., & Büyük, U. (2015). Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: *Robolab. Electronic Turkish Studies*, 10(3), 170-201.
- Thomas, T. A. (2014). Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering and mathematics (stem) education in the elementary grades, University of Nevada. USA.
- TÜSİAD. (1999). *Türkiye 'de mesleki ve teknik eğitimin yeniden yapılandırılması*. Lebib Yalkın Yayınları ve Basım İşleri A.Ş. 29 Ocak 2016 tarihinde <http://www.tusiad.org.tr/rsc/shared/file/meslekiegitim.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times: learning for life in our times. *John Wiley & Sons*. USA.
- URL – 1 <http://www.tech-wom.com>
- URL-2 <http://minfab.com.tr>.
- URL-3 <https://www.blog/robotik-kodlama-egitimi-ve-gelecegi>
- URL- 4 <http://robotik-kodlama-egitiminin-gelecegi>
- URL-5 <https://tuzder.org/egitimler/stem-egitimi>
- URL-6 <https://maker.robotistan.com/arduino-uno/>
- Yang, X., Zhao, Y., Wu, W., & Wang, H. (2008). Virtual reality based robotics learning system, *International Automation and Logistics Conference, ICAL 2008*.
- Wade-Shepherd, A. A. (2016). *The effect of middle school STEM curriculum on science ve math achievement scores (Unpublished Doctoral Thesis)*. Union University, Tennessee.
- Wagner, T. (2008). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need-and what we can do about it*. Basic Books.
- Wan Husin, W. W., Mohamad Arsad, N., Othman, O., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Iksan, Z. (2016). Fostering students' 21st century skills through project oriented

- problem based learning (POPBL) in integrated STEM education program. *Asia-Pacific Forum on Science Learning ve Teaching*, 17(1), 60-77.
- Wang, H. (2012). *A New era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3494678)
- Welch, A., & Huffman, D. (2011). The effect of robotics competitions on high school students' attitudes toward science. *School Science and Mathematics*, 111(8), 416-424.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dünder, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına STEM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yaman, C., Özdemir, A., & Vural, R. A. STEM Uygulamaları Öğretmen Öz-yeterlik Ölçeğinin Geliştirilmesi: Bir Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 93-104.
- Yalçın, S. (2018). 21. yüzyıl becerileri ve bu becerilerin ölçülmesinde kullanılan araçlar ve yaklaşımlar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 51(1), 183-201.
- YEĞİTEK.(2019). *2023 Eğitim Vizyonu*. 17. Kalite ve Başarı Sempozyumu. (13 Nisan 2019). Bursa.
- YÖK (Yükseköğretim Kurulu). (2007). Eğitim fakültesi öğretmen yetiştirme lisans programları.19 Ocak 2016 tarihinde <https://www.yok.gov.tr/documents/10279/30217/E%C4%9E%C4%B0T%C4%B0M+FAK%C3%9CLTES%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERETMEN+YET%C4%B0%C5%9ET%C4%B0RME+L%C4%B0SANS+PROGRAMLARI.pdf/054dfc9e-a753-42e6-a8ad-674180d6e382> adresinden edinilmiştir.
- Zeybek, G. (2019). Lise öğrencilerinin 21. Yüzyıl öğrenme becerileri kullanım düzeylerinin belirlenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 5(2), 142-156.

EKLER

EK-1. 21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanım Düzeyi Ölçeği

Maddeler	Hiçbir Zaman	Nadiren	Ara sıra	Genellikle	Her zaman
1. Toplumsal konulara duyarlı davranırım.	1	2	3	4	5
2. Dikkatimi çeken konularda araştırma yaparım.	1	2	3	4	5
3. Yeni araştırma fikirleri geliştiririm.	1	2	3	4	5
4. Öğrenme topluluklarında gerçekleşen fikir alışverişlerine katkıda bulunurum.	1	2	3	4	5
5. Kişisel ilgi ve ihtiyaçlarıma en uygun olan kaynakları seçerim.	1	2	3	4	5
6. İlgili alanlarıma uygun bilgiler arasında bağlantı kurarım.	1	2	3	4	5
7. Sorularıma yanıt buluncaya kadar araştırma yapmaya devam ederim.	1	2	3	4	5
8. İlgili alanlarımin neler olduğunun farkındayım.	1	2	3	4	5
9. Edindiğim bilgilerin günlük yaşantımda işe yaraması için çaba sarf ederim.	1	2	3	4	5
10. Bir yargıya varmak için eleştirel düşünme becerilerimi işe koşarım.	1	2	3	4	5
11. Arkadaşlarımin fikirlerini sonuna kadar dinlerim.	1	2	3	4	5
12. Bir konuyla ilgili bilgi düzeyimin sınırlarını bilirim.	1	2	3	4	5
13. Fakülteadaki laboratuvarları/atölyeleri ders dışında da kullanırım.	1	2	3	4	5
14. Derslerde yapılan etkinliklerin çeşitlendirilmesini isterim.	1	2	3	4	5
15. Derslerde işbirliğine dayalı etkinliklere katılırım.	1	2	3	4	5
16. Öğrenci topluluklarında (bilgisayar, tiyatro, halk dansları kulüpleri gibi) aktif olarak çalışırım.	1	2	3	4	5
17. Herhangi bir konuda diğerlerinin düşündüğünden daha farklı düşünürüm.	1	2	3	4	5
18. Karşılaştığım sorunları tek başıma çözerim.	1	2	3	4	5
19. Günlük yaşantımda yeni teknolojiler kullanırım.	1	2	3	4	5
20. Öğrenme süreçlerimde yeni teknolojilerden yararlanırım.	1	2	3	4	5
21. Öğrendiğim bir konuda neden-sonuç ilişkilerini keşfederim.	1	2	3	4	5
22. Aradığım bilgiye nasıl erişeceğimi bilirim.	1	2	3	4	5
23. Eriştiğim bilgilerin başka bir bakış açısıyla oluşturulduğunu bilirim.	1	2	3	4	5
24. Farklı biçimlerde ödev hazırlarım.	1	2	3	4	5
25. Çalışmaları aldığım dönütlere göre yeniden düzenlerim.	1	2	3	4	5
26. Grup çalışmalarında bana düşen görevi gruptan bağımsız olarak yapmayı tercih ederim.	1	2	3	4	5
27. Grup çalışmalarında grup liderliği yaparım.	1	2	3	4	5
28. İlgili alanlarıma uygun fırsatları değerlendiririm.	1	2	3	4	5
29. Öğrendiklerimi karşılaştığım başka problemlerin çözümünde kullanırım.	1	2	3	4	5
30. Önemli kararları tek başıma alırım.	1	2	3	4	5
31. Öğrendiklerimi uygulamaya gerek kalmadan zihnimde canlandırırım.	1	2	3	4	5

EK-2. STEM Farkındalık Ölçeği

	Her zaman	Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiçbir Zaman
1. STEM öğrencilere üst düzey düşünme becerisi kazandırır.	5	4	3	2	1
2.STEM bireylerin temel bilgi ve becerilerini kullanarak mühendislik alanında yaratıcılıklarını gelişmesine katkı sağlar.	5	4	3	2	1
3. STEM eğitimi öğrencileri öğrenmek için cesaretlendirir.	5	4	3	2	1
4. STEM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir.	5	4	3	2	1
5. STEM eğitiminin temelini çocukların erken yaşlarda bilimsel bilgiyle karşılaşmalarını sağlayıcı etkinlikler oluşturur.	5	4	3	2	1
6STEM eğitimi öğrencilerin bir probleme yönelik birden fazla çözüm alternatifinin olduğunu keşfetmelerini sağlar.	5	4	3	2	1
7. STEM eğitimi öğrencilerde işbirlikli çalışmayı geliştirir.	5	4	3	2	1
8. STEM uygulamaları öğrencilerin özgüvenini geliştirir.	5	4	3	2	1
9. Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik eğitim yaklaşımı olan STEM, dört temel disiplini içinde barındırır.	5	4	3	2	1
10. STEM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler.	5	4	3	2	1
11.STEM eğitiminin amacı, disiplinler arasında ilişki kurarak öğrenmenin bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesidir.	5	4	3	2	1
12. Fendeki bazı konular doğrudan matematik bilgi ve becerisi ister	5	4	3	2	1

13. Fen, matematik ve mühendisliğin buluşması feningünlük hayattaki kullanım becerisini artırmaz					
14. STEM uygulamaları öğrencilerin derse karşı ilgisini ve dikkatini dağıtır	5	4	3	2	1
15. STEM eğitimi öğrencilerin kariyer bilincine bir katkısı olmaz.	5	4	3	2	1
16. STEM etkinliklerini uygulamak zaman kaybına yol açar.	5	4	3	2	1
17. Fen dersine mühendislik alanının entegrasyonu gereksizdir.	5	4	3	2	1



EK-3. STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği

	Her zaman	Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiçbir Zaman
1.STEM yaklaşımına özgün sonuçlara ulaşabilirim.	5	4	3	2	1
2.STEM etkinliği tasarlarken gerekli olan bilimsel süreç becerileri konusunda akademik olarak yeterliyim.	5	4	3	2	1
3.STEM uygulamalarında kullanılmak üzere modeller ve materyaller geliştirebilirim.	5	4	3	2	1
4.STEM ile ilgili iyi bir etkinlik tasarlayabilirim.	5	4	3	2	1
5. STEM ile ilgili etkinliklerin sonuçlarını rahatça yorumlayabilirim.	5	4	3	2	1
6.STEM uygulamalarıyla ilgili projelerde görev alabilecek düzeydeyim.	5	4	3	2	1
7.Öğrencilerin STEM ile ilgili sorularını yanıtlayabilirim.	5	4	3	2	1
8.STEM etkinliklerini günlük hayata uyarlayabilirim.	5	4	3	2	1
9. Zeka alanını geliştirici STEM etkinlikleri tasarlayabilirim.	5	4	3	2	1
10.STEM etkinliklerinde kazandırılması gereken hedefleri öğrenci ve çevre özelliklerine uygun olarak belirleyebilirim.	5	4	3	2	1
11. Bir STEM etkinliği yapmaya karar verdiğimde hemen işe girişirim.	5	4	3	2	1
12. STEM uygulamalarında kendimi yeterli hissediyorum.	5	4	3	2	1
13. STEM uygulamalarında eleştirel düşünmeyi sağlayabilirim.					
14. STEM kavramlarına ve terimlerine hakim olduğumu düşünüyorum.	5	4	3	2	1
15. STEM etkinliklerinde uyguladığım adımları öğrencilerime rahatça anlatabilirim.	5	4	3	2	1
16. STEM uygulamaları ile ilgili planlar yaparken onları hayata geçirebileceğimden eminim.	5	4	3	2	1
17.STEM uygulamalarında kendime güvenirim.	5	4	3	2	1
18. STEM uygulamaları çok zor görünse de yapmaya çalışırım					

EK-4. Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu Soruları

21. yy Öğrenen Becerileri ile İlgili Görüşme Soruları

1. 21.yy öğreneni olarak etkili öğrenmenizi sağlayabilecek bir öğretmenin sahip olması gereken beceriler sizce nelerdir?
2. 21. yy öğreneni olarak öğrenme süreçlerinizi yapılandırırken dikkat ettiğiniz noktalar nelerdir?
3. 21. yy becerileri denilince ne anlıyorsunuz?

STEM Eğitimi İle İlgili Görüşme Soruları

1. Yaptığınız etkinlik ve uygulamalarda sonra STEM Eğitime karşı farkındalığınız ne düzeyde gelişti?
2. Öğretmen adayları açısından fen bilimleri dersinde STEM temelli etkinlik ve uygulamaları kullanmanın avantajları nelerdir?
3. Öğretmen adayları olarak STEM temelli etkinlik ve uygulamaların fen bilimleri dersine katkıları nelerdir?
4. Yaptığınız etkinlik ve uygulamalarda sonra STEM Eğitime karşı STEM Öz yeterlilik seviyeniz ne düzeydedir?
5. Öğretmen adayları açısından fen bilimleri dersinde STEM temelli etkinliklerin uygulanması esnasında yaşamış olduğunuz sıkıntılar nelerdir?
6. Öğretmen adayları olarak fen bilimleri dersinde STEM temelli etkinlik ve uygulama yapacaklara önerileriniz nelerdir?

3D Yazıcı Uygulamaları İle İlgili Görüşme Soruları

1. Fen bilimleri dersinde 3D yazıcı uygulamalarının sizce öğretime katkısı nelerdir?
2. Fen bilimleri dersinde 3D yazıcıyla yapılan uygulamalarda öğrenme hayatınızda nasıl bir değişim yaşadınız?
3. 3D yazıcı eğitimin ders olarak verilmesindeki aksayan yönleri nelerdir?

Robotik Kodlama Uygulamaları İle İlgili Görüşme Soruları

1. Robotik kodlama etkinlikleriyle öğrenme algılarınızda nasıl bir değişikliğe neden oldu?
2. Robotik kodlama etkinlikleri kapsamında yapılan uygulamalarda öğrenme hayatınızda nasıl bir değişim yaşadınız?
3. Fen bilimleri dersinde robotik kodlama eğitiminin verilmesinin avantajları nelerdir?
4. Robotik Kodlama eğitimin ders olarak verilmesinde aksayan yönleri neler olabilir?

EK-5. Pilot Uygulama Çöp Adam Yapımı Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA YAPILAN PİLOT UYGULAMA

UYGULAMA: 1	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Çöp Adam Yapımı	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri 3D Yazıcı Kullanma Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)

KAZANIMLAR

- 3 Boyutlu düşünme becerisi kazanır
- STEM alanında 3D yazıcı uygulamalarının önemini kavrar.
- 3D yazıcı ile ilgili temel kavramları tanımlar.
- 3D yazıcı uygulamasında kullanacak programlar tanır.

HEDEFLER

- Güncel 3D yazıcıların çalışma prensiplerini kavrar.
- 3D yazıcı kullanım alanlarını kavrar.
- 3D yazıcı teknolojisinde kullanılan yazılımları tanır
- Öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında 3D yazıcı ile anahtarlık uygulamasının yapımı
- Öğretmen adaylarına 3D yazıcı uygulamasında 3D Builder ve dilimleme için Zaxe(desktop) PLA programlarının öğretilmesi

AMAÇ

Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen beceriler, STEM farkındalık, 3D yazıcı eğitiminin önemini vurgulamak, 3D yazıcı eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirilmesinin nasıl yapılacağını göstermektir.

ARAÇLAR

Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, 3D Builder ve Zaxe(desktop) PLA programı, 3D Yazıcı

SÜREÇ

- Ders işleniş hakkında kısa bilgi verilir. Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır. Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.
- Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından 3D yazıcı hakkında bilgi verilir.

1.ADIMGİRİŞ (Dikkat Çekme)

- Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.
- 3D yazıcıların kullanım alanları nelerdir?
- 3D yazıcılarla neler yapılır?

Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.

2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme) (50 DK)

- Temel kavramlardan “ 21. yy becerileri nedir, 3D yazıcı nedir, 3D Builder ve Zaxe(desktop) PLA programları hakkında bilgi verilir.
- Öğretmen adaylarından bu gün yapılacak olan çöp adam yapımı ile ilgili herkesin kağıt üzerinde bir tasarım yapmasını ister (2 boyutlu düşünceleri istenir).
- Windows 10 programı yüklü olan bilgisayarlarda hazır bulunan 3D Builder programı açılır.
- 3D Builder programında, çöp adam tasarımında kullanılacak başlıklar anlatılır. Programın ekle bölümünde yer alan (küre, silindir dikdörtgen ve kare prizmaları kullanarak tasarım yapılır. Uygulama boyunca beraber hareket edilir. Tasarım bitikten sonra Zaxe(desktop) PLA programı ile dilimleme işlemi yapılır.
- 3D yazıcı makinasından 3D baskı alınır.
Öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız anahtarlık tasarım ve baskı alma işlemi başarıyla sonuçlanır.

3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK)

Ders sonuna doğru öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için programda bulunan şekilleri kullanarak farklı bir tasarım yaparak öğrenmeleri pekiştirilir.

EK-6. 3D Yazıcı Uygulamalarından Anahtarlık Yapımı Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI
STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA 3D YAZICI UYGULAMALARI İLE İLGİLİ
GÜNLÜK DERS PLANI

UYGULAMA: 1	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Anahtarlık Yapımı	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri 3D Yazıcı Kullanma Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)
KAZANIMLAR <ul style="list-style-type: none">3 Boyutlu düşünme becerisi kazanırSTEM alanında 3D yazıcı uygulamalarının önemini kavrar.3D yazıcıların kullanım alanlarını ve teknolojisini tanır.3D yazıcı ile ilgili temel kavramları tanımlar.3D yazıcı uygulamasında kullanacak programlar tanır.. HEDEFLER <ul style="list-style-type: none">Güncel 3D yazıcıların çalışma prensiplerini kavrar.3D yazıcı kullanım alanlarını kavrar.Diğer yazıcılara göre avantaj ve dezavantajlarını kavrar.3D yazıcı teknolojisinde kullanılan yazılımları tanırÖğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında 3D yazıcı ile anahtarlık uygulamasının yapımıÖğretmen adaylarına 3D yazıcı uygulamasında 3D Builder ve dilimleme için Zaxe(desktop) PLA programlarının öğretilmesi AMAÇ <p>Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen beceriler, STEM farkındalık, 3D yazıcı eğitiminin önemini vurgulamak, 3D yazıcı eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirilmesinin nasıl yapılacağını göstermektir.</p> ARAÇLAR <p>Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, 3D Builder ve Zaxe(desktop) PLA programı, 3D Yazıcı</p> SÜREÇ <ul style="list-style-type: none">Ders işlenişi hakkında kısa bilgi verilir. Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır. Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından 3D yazıcı hakkında bilgi verilir.Dijital çağa ayak uydurmak ve dijital tasarım için 3D yazıcının önemi anlatılır. 1.ADIMGİRİŞ (Dikkat Çekme) <ul style="list-style-type: none">Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.3D yazıcıların kullanım alanları nelerdir?3D yazıcının eğitimve öğretimde getirdiği kolaylıklar nelerdir?3D yazıcılar fen bilimleri dersinde kullanılabilir mi? <p>Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.</p> 2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme)(50 DK) <ul style="list-style-type: none">3D yazıcı hakkında verilen bilgilere paralel olarak “3D yazıcılar ve kullanım alanları” adlı sunum açılır.Temel kavramlardan “21. yy becerileri, 3D yazıcı, 3D Builderve Zaxe(desktop) PLA programları hakkında bilgi verilir.Öğretmen adaylarından bu gün yapılacak olan anahtarlık yapımı ile ilgili herkesin kağıt üzerinde bir tasarım yapmasını istenir (2 boyutlu düşünmeleri istenir).Windows 10 programı yüklü olan bilgisayarlarda hazır bulunan 3D Builder programı açılır.3D Builder programında, anahtarlık tasarımında kullanılacak başlıklar anlatılır ve beraber uygulama yapılır. Tasarım bitikten sonra Zaxe(desktop) PLA programı ile dilimleme işlemi yapılır.3D yazıcı makinasından 3D baskı alınır. 3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK) <p>Ders sonuna doğru, öğretmen adaylarıyla beraber yapılan uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için programda farklı bir anahtarlık tasarımı yaparak öğrenmeleri pekiştirilir.</p>			

EK-7. 3D Yazıcı Uygulamalarından Kamyonet Yapımı Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI
STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA 3D YAZICI UYGULAMALARI İLE İLGİLİ
GÜNLÜK DERS PLANI

UYGULAMA: 2	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Kamyonet Yapımı	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri 3D Yazıcı Kullanma Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)

KAZANIMLAR

- 3 Boyutlu düşünme becerisi kazanır
- STEM alanında 3D yazıcı uygulamalarının önemini kavrar.
- Hayal ve tasarım gücü artar.
- 3D yazıcıların kullanım alanlarını ve teknolojisini tanır.
- 3D yazıcı ile ilgili temel kavramları tanımlar.
- 3D yazıcı uygulamasında kullanacak programları tanır.

HEDEFLER

- Güncel 3D yazıcıların çalışma prensiplerini kavrar.
- 3D yazıcı kullanım alanlarını kavrar.
- 3D yazıcı teknolojisinde kullanılan yazılımları tanır
- Öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında 3D yazıcı ile kamyonet uygulamasının yapımı
- Öğretmen adaylarına 3D yazıcı uygulamasında 3D Builder ve dilimleme için Zaxe(desktop) PLA programlarının öğretilmesi

AMAÇ

Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen becerileri, STEM farkındalık, 3D yazıcı eğitiminin önemini vurgulamak, 3D yazıcı eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirilmesinin nasıl yapılacağını göstermektir.

ARAÇLAR

Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, 3D Builder ve Zaxe(desktop) PLA programı, 3D Yazıcı

SÜREÇ

- Ders işleniş hakkında kısa bilgi verilir. Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır. Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.
- Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından tasarım yapılacak uygulama hakkında bilgi verilir.

1.ADIM: GİRİŞ (Dikkat Çekme)

- Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.
- 3D yazıcılarla öğrenmede kalıcılığa etkisi var mıdır?

Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.

2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme) (50 DK)

- Öğretmen adaylarından bu gün yapılacak olan kamyonet yapımı ile ilgili herkesin kağıt üzerinde bir tasarım yapmasını ister (2 boyutlu düşünmeleri istenir).
- Windows 10 programı yüklü olan bilgisayarlarda hazır bulunan 3D Builder programı açılır.
- 3D Builder programında, kamyonet tasarımında kullanılacak başlıklar anlatılır ve beraber uygulama yapılır. Tasarım bitikten sonra Zaxe(desktop) PLA programı ile dilimleme işlemi yapılır.
- 3D yazıcıdan 3D baskı alınır.
Öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız kamyonet tasarım ve baskı alma işlemi başarıyla sonuçlanır.

3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK)

Ders sonuna doğru öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için programda farklı bir kamyonet tasarımı yaparak öğrenmeleri pekiştirilir.

EK-8. 3D Yazıcı Uygulamalarından Tank Yapımı Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI
STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA 3D YAZICI UYGULAMALARI İLE İLGİLİ
GÜNLÜK DERS PLANI

UYGULAMA: 3	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Tank Yapımı	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri 3D Yazıcı Kullanma Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)

KAZANIMLAR

- 3 Boyutlu düşünme becerisi kazanır
- STEM alanında 3D yazıcı uygulamalarının önemini kavrar.
- Hayal ve tasarım gücü artar.
- 3D yazıcıların kullanım alanlarını ve teknolojisini tanır.
- 3D yazıcı ile ilgili temel kavramları tanımlar.
- 3D yazıcı uygulamasında kullanacak programlar tanır.

HEDEFLER

- Güncel 3D yazıcıların çalışma prensiplerini kavrar.
- 3D yazıcı kullanım alanlarını kavrar.
- 3D yazıcı teknolojisinde kullanılan yazılımları tanır
- Öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında 3D yazıcı ile tank uygulamasının yapımı
- Öğretmen adaylarına 3D yazıcı uygulamasında 3D Builder ve dilimleme için Zaxe(desktop) PLA programlarının öğretilmesi

AMAÇ

Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen becerileri, STEM farkındalık, 3D yazıcı eğitiminin önemini vurgulamak, 3D yazıcı eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirilmesinin nasıl yapılacağını göstermektir.

ARAÇLAR

Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, 3D Builder ve Zaxe(desktop) PLA programı, 3D Yazıcı

SÜREÇ

- Ders işleniş hakkında kısa bilgi verilir. Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır. Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.
- Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından tasarım yapılacak uygulama hakkında bilgi verilir

1.ADIM: GİRİŞ (Dikkat Çekme)

- Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.
- 3D yazıcı ile bilgilerimi somutlaştırırım ne demek?

Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.

2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme)(50 DK)

- Öğretmen adaylarından bu gün yapılacak olan tank yapımı ile ilgili herkesin kağıt üzerinde bir tasarım yapmasını ister (2 boyutlu düşünceleri istenir).
- Windows 10 programı yüklü olan bilgisayarlarda hazır bulunan 3D Builder programı açılır.
- 3D Builder programında, tank tasarımında kullanılacak başlıklar anlatılır ve beraber uygulama yapılır. Tasarım bitikten sonra Zaxe(desktop) PLA programı ile dilimleme işlemi yapılır.
- 3D yazıcıdan 3D baskı alınır.
Öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız tank tasarım ve baskı alma işlemi başarıyla sonuçlanır.

3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK)

Ders sonuna doğru öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için programda farklı bir tank tasarımı yaparak öğrenmeleri pekiştirilir.

EK-9. 3D Yazıcı Uygulamalarından Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör KabıYapımı Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA 3D YAZICI UYGULAMALARI İLE İLGİLİ GÜNLÜK DERS PLANI

UYGULAMA: 4	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Cihaz Kutusu	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri 3D Yazıcı Kullanma Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)

KAZANIMLAR

- 3 Boyutlu düşünme becerisi kazanır
- STEM alanında 3D yazıcı uygulamalarının önemini kavrar.
- Hayal ve tasarım gücü artar.
- 3D yazıcıların kullanım alanlarını ve teknolojisini tanır.
- 3D yazıcı ile ilgili temel kavramları tanımlar.
- 3D yazıcı uygulamasında kullanacak programlar tanır.

HEDEFLER

- Güncel 3D yazıcıların çalışma prensiplerini kavrar.
- 3D yazıcı kullanım alanlarını kavrar.
- 3D yazıcı teknolojisinde kullanılan yazılımları tanır
- Öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında 3D yazıcı ile tank uygulamasının yapımı
- Öğretmen adaylarına 3D yazıcı uygulamasında 3D Builder ve dilimleme için Zaxe(desktop) PLA programlarının öğretilmesi

AMAÇ

Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen becerileri, STEM farkındalık, 3D yazıcı eğitiminin önemini vurgulamak, 3D yazıcı eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirmesinin nasıl yapılacağını göstermektir.

ARAÇLAR

Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, 3D Builder ve Zaxe(desktop) PLA programı

SÜREÇ

- Ders işleniş hakkında kısa bilgi verilir. Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır. Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.
- Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından tasarım yapılacak uygulama hakkında bilgi verilir

1.ADIM: GİRİŞ (Dikkat Çekme)

- Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.
- Çevrenizde gördüğünüz farklı engellere sahip insanların ihtiyaçlarını karşılamak için 3D yazıcı ile ne gibi şeyler yapılabilir?

Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.

2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme)(50 DK)

- Öğretmen adaylarından bu gün yapılacak olan Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Cihaz Kutusunun yapımı ile ilgili herkesin kağıt üzerinde bir tasarım yapmasını ister (2 boyutlu düşünceleri istenir).
- Windows 10 programı yüklü olan bilgisayarlarda hazır bulunan 3D Builder programı açılır.
- 3D Builder programında, tank tasarımında kullanılacak başlıklar anlatılır ve beraber uygulama yapılır. Tasarım bitikten sonra Zaxe(desktop) PLA programı ile dilimleme işlemi yapılır.
- 3D yazıcı makinasından 3D baskı alınır. Öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Cihaz Kutusunun tasarım ve baskı alma işlemi başarıyla sonuçlanır.

3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK)

Ders sonuna doğru öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için programda Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Cihaz Kutusu ile ilgili farklı bir tasarımı yaparak öğrenmeleri pekiştirilir.

EK-10. Robotik Kodlama Uygulamalarından Led Yakma İşlemi Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI
STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA ROBOTİK KODLAMA UYGULAMALARI İLE İLGİLİ
GÜNLÜK DERS PLANI

UYGULAMA: 5	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Led Yakma	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri Robotik Kodlama Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)
KAZANIMLAR <ul style="list-style-type: none">STEM alanında kodlama öğretiminin önemini kavrar.Robotik kodlama ile ilgili temel kavramları tanımlar.Robotik kodlama uygulamalarında kullanılacak malzemeleri tanımlar.Robotik kodlamada kullanacak programlar tanır.Geçmişten günümüze bilgi ve teknoloji değişimini fark eder.Robotik kodlamanın günlük yaşamdaki önemini tartışır.			
HEDEFLER <ul style="list-style-type: none">Öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında robotik kodlama ile Led yakma uygulamasının yapımıÖğretmen adaylarına robotik kodlamada Arduino IDE programının öğretilmesiÖğretmen adaylarına devre şeması için Fritzing programının öğretilmesi.			
AMAÇ <p>Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen beceriler, STEM farkındalık, kodlama eğitiminin önemini vurgulamak, kodlama eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirmesinin nasıl yapılacağını göstermektir.</p>			
ARAÇLAR <p>Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, robotik kodlama malzemeleri, Arduino İDE ve Fritzing programı</p>			
SÜREÇ <ul style="list-style-type: none">Ders işlenişi hakkında kısa bilgi verilir. Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır. Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından robotik kodlama hakkında bilgi verilir.Dijital çağa ayak uydurmak için robotik kodlamanın önemi vurgulanır.			
1.ADIM: GİRİŞ (Dikkat Çekme) <ul style="list-style-type: none">Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.Geçmişten günümüze teknolojik araçlarda neler değişmiştir?Robotik kodlama, günlük hayatımızda neden önemlidirKodlama ile günlük hayatta meydana gelen kolaylıklar nelerdir?Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.			
2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme)(50 DK) <ul style="list-style-type: none">Robotik kodlama hakkında verilen bilgilere paralel olarak “ Robotik kodlamaya giriş ve Arduino” sunumu açılır.Temel kavramlardan “ 21. yy becerileri nedir, Robotik kodlama nedir, Arduino İde ve Fritzing programları hakkında bilgi verilir.Öğretmen adayların görüş ve düşünceleri alınır.Led yakma uygulamasında kullanılacak kodlar hakkında bilgi verilir.Led yakma uygulamasında kullanılacak malzemeler verilir.Arduino İde programının kurulumu yapılır.Arduino programında led yakma ile ilgili kod yazma işlemi yapılır.Malzemelerle devre şeması yapılır.			
3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK) <p>Ders sonuna doğru öğretmen adaylarıyla beraber yapılan uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için 2 adet led ekleyip gerekli olan kodları yazmaları ve devre şemasını kurmaları istenir. Gerekli görülen yerlerde öğretmen adaylarına yardımcı olunur.</p>			

EK-11. Robotik Kodlama Uygulamalarından Sensör Yapımı Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI
STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA ROBOTİK KODLAMA UYGULAMALARI İLE İLGİLİ
GÜNLÜK DERS PLANI

UYGULAMA: 6	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Sensör Yapımı	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri Robotik Kodlama Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)
KAZANIMLAR <ul style="list-style-type: none">STEM alanında kodlama öğretiminin önemini kavrar.Robotik kodlama ile ilgili temel kavramları tanımlar.Robotik kodlama uygulamalarında kullanılacak malzemeleri tanımlar.Robotik kodlamada kullanacak programlar tanır.Robotik kodlamanın günlük yaşamdaki önemini tartışır. HEDEFLER <ul style="list-style-type: none">Öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında robotik kodlama ile sensör yapımıÖğretmen adaylarına robotik kodlamada Arduino IDE programının öğretilmesiÖğretmen adaylarına devre şeması için Fritzing programının öğretilmesi.			
AMAÇ <p>Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen beceriler, STEM farkındalık, kodlama eğitiminin önemini vurgulamak, kodlama eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirmesinin nasıl yapılacağını göstermektir.</p>			
ARAÇLAR <p>Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, robotik kodlama malzemeleri, Arduino İDE ve Fritzing programı</p>			
SÜREÇ <ul style="list-style-type: none">Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından sensörler hakkında bilgi verilir.Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır.Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.			
1.ADIM: GİRİŞ (Dikkat Çekme) <ul style="list-style-type: none">Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.Sensörler olmasaydı robotlar iş görürmüydü?İnsandaki duyu organları ile robotlardaki sensörler aynı işimi görür?Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.			
2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme)(50 DK) <ul style="list-style-type: none">Sensör, çeşitleri ve kullanım alanları hakkında bilgi verilir.Öğretmen adayların görüş ve düşünceleri alınır.Sensör uygulamasında kullanılacak kodlar hakkında bilgi verilir.Sensör uygulamasında kullanılacak malzemeler verilir.Arduino İde programının kurulumu yapılır.Arduino programında sensör ile ilgili kod yazma işlemi yapılır.Malzemelerle devre şeması yapılır. <p>Öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız sensör uygulaması başarıyla sonuçlanır.</p>			
3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK) <p>Ders sonuna doğru öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için Arduino programında yazdığımız kodlardaki sayısal rakamları değiştirerek uygulamanın tekrar yapılması istenir. Gerekli görülen yerlerde öğretmen adaylarına yardımcı olunur.</p>			

EK-12. Robotik Kodlama Uygulamalarından Park Sensörü Yapımı Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI
STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA ROBOTİK KODLAMA UYGULAMALARI İLE İLGİLİ
GÜNLÜK DERS PLANI

UYGULAMA: 7	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Park Sensörü Yapımı	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri Robotik Kodlama Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)
KAZANIMLAR <ul style="list-style-type: none">STEM alanında kodlama öğretiminin önemini kavrar.Robotik kodlama ile ilgili temel kavramları tanımlar.Robotik kodlama uygulamalarında kullanılacak malzemeleri tanımlar.Robotik kodlamada kullanacak programlar tanırRobotik kodlamanın günlük yaşamdaki önemini tartışır.			
HEDEFLER <ul style="list-style-type: none">Öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında robotik kodlama ile park sensörü yapımıÖğretmen adaylarına robotik kodlamada Arduino IDE programının öğretilmesiÖğretmen adaylarına devre şeması için Fritzing programının öğretilmesi.			
AMAÇ <p>Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen beceriler, STEM farkındalık, kodlama eğitiminin önemini vurgulamak, kodlama eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirmesinin nasıl yapılacağını göstermektir.</p>			
ARAÇLAR <p>Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, robotik kodlama malzemeleri, Arduino İDE ve Fritzing programı</p>			
SÜREÇ: <ul style="list-style-type: none">Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından park sensörü hakkında bilgi verilir.Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır.Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.			
1.ADIMGİRİŞ (Dikkat Çekme) <ul style="list-style-type: none">Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.Park sensörü ne işe yarar?Arabalarda kullanılan park sensörünün görevi nedir?Park sensörünün kaza oranların azalmasına etkisi varmıdır??Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.			
2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme)(50 DK) <ul style="list-style-type: none">Park sensörü ve kullanım alanları hakkında detaylı bilgi verilir.Öğretmen adayların görüş ve düşünceleri alınır.Park Sensörü uygulamasında kullanılacak kodlar hakkında bilgi verilir.Park Sensörü uygulamasında kullanılacak malzemeler verilir.Arduino İde programının kurulumu yapılır.Arduino programında park sensörü ile ilgili kod yazma işlemi yapılır.Malzemelerle devre şeması yapılır. <p>Öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız park sensörü uygulaması başarıyla sonuçlanır.</p>			
3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK) <p>Ders sonuna doğru öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için Arduino programında yazdığımız kodlardaki sayısal rakamları değiştirerek uygulamanın tekrar yapılması istenir. Örneğin sensörün 2 metre kala alarm vermesini istenmesi, sonra 1 metre kala alarm vermesini istenmesi gibi değişiklikler yaparak öğretmen adayların uygulamaları daha iyi kavraması istenir. Gerekli görülen yerlerde öğretmen adaylarına yardımcı olunur.</p>			

EK-13. Robotik Kodlama Uygulamalarından Görme Engelliler için Engel Algılayıcı Sensör Yapımı Günlük Ders Planı

2018-2019 EĞİTİM ÖĞRETİM YILI STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA ROBOTİK KODLAMA UYGULAMALARI İLE İLGİLİ GÜNLÜK DERS PLANI

UYGULAMA: 8	BECERİLER	SINIF	SÜRE
Görme Engelliler için Engel Algılayıcı sensör yapımı	STEM uygulamalarında 21. Yüzyıl Becerileri Robotik Kodlama Becerileri	Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf	2 ders saati (40+40 dk.)

KAZANIMLAR

- Kodlamayı, STEM ve robotik alanlarında nasıl kullanacağını bilir.
- STEM alanında kodlama öğretiminin önemini kavrar.
- Robotik kodlamanın günlük yaşamdaki önemini tartışır.
- Robotik kodlama ile ilgili temel kavramları tanımlar.
- Robotik kodlama uygulamalarında kullanılacak malzemeleri tanımlar.
- Robotik kodlamada kullanacak programlar tanır.

HEDEFLER

- Öğretmen adaylarına STEM eğitimi kapsamında robotik kodlama ile park sensörü yapımı
- Öğretmen adaylarına robotik kodlamada Arduino IDE programının öğretilmesi
- Öğretmen adaylarına devre şeması için Fritzing programının öğretilmesi.

AMAÇ

Yapılan bu uygulamayla öğretmen adaylarına konu hakkındaki farkındalık düzeylerini artırmak, 21.yy öğrenen beceriler, STEM farkındalık, kodlama eğitiminin önemini vurgulamak, kodlama eğitiminin nasıl verilebileceğini, kullanılacak materyal ve araçları ve eğitimin değerlendirmesinin nasıl yapılacağını göstermektedir.

ARAÇLAR

Akıllı tahta, Powerpoint sunumu, Bilgisayar, robotik kodlama malzemeleri, Arduino İDE ve Fritzing programı

SÜREÇ

- Dersin başında öğretmen adayların konuya dikkatlerinin çekilmesi açısından engel algılayıcı sensör hakkında bilgi verilir.
- Uygulamada kullanılacak malzemeler tanıtılır.
- Uygulamada kullanılacak programlar tanıtılır.

1.ADIM: GİRİŞ (Dikkat Çekme)

- Verilen bilgilerden sonra dikkatlerini konuya çekmek için sorular sorulur.
- Engel algılayıcı sensörün kullanım alanları nelerdir?
- Engel algılayıcı sensörün, görme engelliler için faydası var mıdır?
- Öğrencilerin bu sorulara verdiği cevaplar neticesinde derse geçilir.

2.ADIM: DERSİN İŞLENİLMESİ (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme)(50 DK)

- Engel algılayıcı sensörler hakkında detaylı bilgi verilir.
- Öğretmen adayların görüş ve düşünceleri alınır.
- Engel algılayıcı sensör uygulamasında kullanılacak kodlar hakkında bilgi verilir.
- Engel algılayıcı sensör uygulamasında kullanılacak malzemeler verilir.
- Arduino İde programının kurulumu yapılır.
- Arduino programında engel algılayıcı sensör ile ilgili kod yazma işlemi yapılır.
- Malzemelerle devre şeması yapılır.
- Öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız park sensörü uygulaması başarıyla sonuçlanır.

3.ADIM: DEĞERLENDİRME VE İZLEME (20 DK)

Ders sonuna doğru öğretmen adaylarıyla beraber yaptığımız uygulamanın anlaşıldığından emin olmak için Arduino programında yazdığımız kodlardaki sayısal rakamları veya Pin yerleri değiştirerek uygulamanın tekrar yapılması istenir. Çünkü engel algılayıcı sensör 4 mm ile 4 metre arasında herhangi bir engel ile karşılaştığında alarm verir. Konunun iyice kavranması için çeşitli değişiklikler yapılır. Örneğin sensörün 4 metre kala alarm vermesini istenmesi, sonra 1 metre kala alarm vermesini istenir. Çeşitli değişiklikler yaparak öğretmen adayların uygulamaları daha iyi kavranması istenir.

EK-14. Rektörlük İzin Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 05/03/2019-E.852



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Genel Sekreterlik



Sayı : 79236777-605.99
Konu : Çalışma İzni

Sayın Hasan GÜLERYÜZ
Saray Mah. Bahçeşehir Konutları C Blok No: 8
Muş/Merkez

İlgi : 20/02/2019 tarihli dilekçeniz.

Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıfta okutulan IFO322 kodlu Fen Öğretimi ve Laboratuvar Uygulamaları II dersine katılıp araştırma, gözlem ve uygulama yapma talebiniz Üniversitemiz Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu kararı doğrultusunda Rektörlüğümüzce uygun görülmüştür.
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Yaşar KARADAĞ
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

Evrakı Doğrulamak İçin : <http://ebys.alparslan.edu.tr/Dogrula/84JR49>

Adres: Muş Alparslan Üniversitesi Külliyesi 49250- MUŞ
Telefon: (0436) 249 49 49 Faks: (0436) 249 10 22
e-Posta: genel.sekreterlik@alparslan.edu.tr Elektronik Ağ: www.alparslan.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için irtibat: Mehmet Fatih EKİN
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Dahili No: (436) 249 49 49-1031



Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır

EK-15. Dekanlık İzin Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 18/03/2019-E.967



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı



Sayı : 84313019-770
Konu : Atölye Tahsisi

Sayın Hasan GÜLERYÜZ

2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılı boyunca; haftanın Cuma günleri 9:00-17:00 saatleri arasında 3B Yazıcı ve Robotik Kodlama Atölyesi'ndeki 3B Yazıcıları ve Arduino setlerini kullanma talebiniz; söz konusu atölyeden sorumlu hocamızın da uygun görüşü doğrultusunda, atölyeye ve 3B yazıcılara ait tüm sorumluluğu almanız kaydıyla kabul edilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır

Prof. Dr. İbrahim ERDOĞAN
Dekan

Evrakı Doğrulamak İçin : <http://ebys.alparslan.edu.tr/Dogrula/LMJ9ZA>

Adres: Muş Alparslan Üniversitesi Külliyesi 49250- MUŞ
Telefon: (0436) 249 10 82 Faks: (0436) 212 08 53
e-Posta: efi@alparslan.edu.tr Elektronik Ağ: www.alparslan.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için irtibat: Veysel YILDIRIM
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Dahili No: (436) 249 49 49



Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır

ÖZ GEÇMİŞ

Araştırmacı 1985 yılında Muş ili Malazgirt ilçesinde doğdu. 1993-2001 tarihlerinde ilk ve ortaokul öğrenimini Muş ili Bulanık ilçesinde tamamladı. 2001-2005 yılında Malatya (YDA) lisesinde tamamladı. 2007-2011 Erzurum Atatürk Üniversitesi Bayburt Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. 2012 yılında Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi alanında yüksek lisansa başladı. 2016 yılında Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi alanında doktora başladı.

İletişim Bilgileri

Mail: guleryuz_hasan@yahoo.com

Yüksek Lisans Tezi

5., 6., 7., 8. Sınıfların Fen Bilimleri Dersine Ait Sınav Sorularının Bloom Taksonomisine Göre Değerlendirilmesi

Yayın Bilgileri

Güleryuz, H., Erdogan, İ. (2018). Orta Okul Fen Bilimleri Dersi Sınav Sorularının Bloom'un Bilişsel Alan Taksonomisine Göre Değerlendirilmesi (Muş İli Örneği)

Güleryuz, H., Erdogan, İ. (2017). 5., 6., 7., 8. Sınıfların Fen Bilimleri Dersine Ait Sınav Sorularının Soru Biçimlerine Göre Değerlendirilmesi. (Muş İli Örneği)

Güleryuz, H., Dilber, R., Erdoğan, İ. (2019). STEM Uygulamalarında Öğretmen Adaylarının 3D Yazıcı Kullanımı Hakkındaki Görüşleri. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi. Sosyal bilimler dergisi 5(2) 1-8.

Güleryuz, H., Dilber, R., Erdoğan, İ. (2020). STEM Uygulamalarında Öğretmen Adaylarının Kodlama Eğitimi Hakkındaki Görüşleri Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi. Sosyal bilimler dergisi 6(1) 71-83