



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**FEN MÜHENDİSLİK VE GİRİŞİMCİLİK UYGULAMALARI
EĞİTİMİNDE 3B TASARIM VE ROBOTİK DESTEKLİ
MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇLERİ ETKİNLİĞİ: KIŞLIK
LASTİK TASARLAYALIM!**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahadır GÜLCÜ

TOKAT- 2023



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

FEN MÜHENDİSLİK VE GİRİŞİMCİLİK UYGULAMALARI
EĞİTİMİNDE 3B TASARIM VE ROBOTİK DESTEKLİ
MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇLERİ ETKİNLİĞİ: KIŞLIK
LASTİK TASARLAYALIM!

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahadır GÜLCÜ

Birinci Danışman: Doç. Dr. Cezmi ÜNAL

TOKAT- 2023

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Cezmi ÜNAL danışmanlığında hazırlamış olduğum “Fen Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları Eğitiminde 3B Tasarım ve Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Süreçleri Etkinliği: Kışlık Lastik Tasarlayalım!” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../01/2023

Bahadır Gülcü

İmza

JÜRİ KABUL VE ONAY BELGESİ

Bahadır GÜLCÜ tarafından hazırlanan “**Fen Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları Eğitiminde 3B Tasarım ve Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Süreçleri Etkinliği: Kışık Lastik Tasarlayalım!**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 23.01.2023 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)**İmzası**

Üye (Başkan): Prof. Dr. Ulaş ÜSTÜN

.....

Üye : Doç. Dr. Cezmi ÜNAL

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi

.....

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Çalışmam boyunca bana olan destek, yardım ve sabrı için değerli hocam Doç. Dr. Cezmi Ünal' a en derin teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgileri ile bana ışık tutan Prof. Dr. Aykut Emre BOZDOĞAN, Prof. Dr. Erdal ŞENOCAK, Dr. Öğr. Üyesi Dekant KIRAN ve Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ARIK hocalarıma en derin teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam esnasında bana olan yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli dostlarım Emrullah KAYA, Özkan PARLAK ve Serdar OĞUZ hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma esnasında sabır ve ilgi ile araştırma sürecinde katılım sağlayan öğrenci ve öğretmen arkadaşlarıma teşekkür ederim

Tüm çalışma sürem boyunca hayatlarımdan verdikleri taviz ve sabırları için eşim ve çocuklarıma ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

FEN MÜHENDİSLİK ve GİRİŞİMCİLİK UYGULAMALARI EĞİTİMİNDE 3B TASARIM VE ROBOTİK DESTEKLİ MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇLERİ ETKİNLİĞİ: KİŞLİK LASTİK TASARLAYALIM!

Gülcü, Bahadır

Yüksek Lisans, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cezmi Ünal

Ocak 2023, xiv + 138 sayfa

Bu çalışmada fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları (FMGU) eğitiminde öğretmenlerin kullanabilecekleri kaliteli bir etkinlik sunma ve bu etkinlik hakkında öğrenci ve öğretmen görüşlerinin alınması amaçlanmaktadır. Çalışma okul dışı etkinlik olarak toplam 16 saatte tamamlanmıştır. Etkinliği yapılabilmesi için etkinlik öncesinde öğrenciler 24'er saat robotik kodlama (Arduino İde) ve 3B tasarım (Fusion 360) kursu almışlardır. Etkinliğe 16 öğrenci ve 3 hizmet içi fen bilimleri öğretmeni katılmıştır. Etkinlikte öğrencilere kişilik lastik tasarımı ile ilgili mühendislik tasarım görevi sunulmuştur. Öğrencilerden 3B tasarım ve robotik kodlama kullanarak bu etkinliği mühendislik tasarım süreçleri basamaklarına göre hazırlamaları istenmiştir. Çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Çalışmada etkinlik öncesi ve etkinlik sonrası olmak üzere öğrenci görüşmeleri, öğrencilerin etkinlik öncesi ve sonrası mühendislik süreç çizimleri ve etkinlik süresince öğretmen günlükleri takip edilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Öğretmen günlükleri, öğrenci görüşmeleri ve mühendislik süreç çizimlerinden elde edilen verilerin kodlama çalışması yapıp bu kodlar frekans tabloları ile ifade edilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin etkinlikte sunulan konu ve 3B tasarım ve robotik uygulamaları hakkında öğrenci seviyesine uygun olduğu değerlendirmeleri tespit edilmiştir. Etkinliğin FMGU eğitimine katkısı noktasında öğretmenler fen ve mühendislik uygulamalarını birleştirme, 3B tasarım ve robotikle deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı, bilimsel süreç becerileri gelişimine katkı sağlama ve işbirlikçi öğrenme ortamı oluşturmaya katkı sağlama şeklinde değerlendirmeler yaptıkları görülmüştür. Etkinliğin öğrencilerde mühendislik kavramının gelişmesine katkı sağladığı, fen ve mühendislik arasındaki ilişkiyi anlamayı geliştirdiği, mühendislik tasarım süreçleri gelişimi sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenler etkinliğin öğrencilerde kodlama ve tasarım yeteneği gelişimi sağladığını belirtmişlerdir. 3B tasarım ve robotik kodlama hakkında öğretmen ve öğrenciler hayal ettikleri şeyleri üretebilme ve deneysel değişkenleri kontrol ve üretim

süreçlerini basitleştirme kolaylığı noktalarında avantaj sağladığını belirttikleri görülmüştür. Çalışmanın dezavantaj noktasında öğrenciler için matematiksel zorluklar ve öğretmenler açısından ise 3B tasarım ve robotik kodlama tecrübesi gerektirmesi ve zaman kullanımı olarak ifade edildiği tespit edilmiştir. Çalışma fen bilimleri öğretmenlerine bu tarz etkinlikler geliştirdiklerinde zaman yönetimi açısından uygulama öncesi küçük gruplarda etkinliğin test edilmesini önermektedir. Ayrıca araştırmacılar için mühendislik temelli etkinliklerin öğrencilerin sosyalleşme ve iletişim becerileri üzerine etkisi hakkında çalışmalar yapılmasını önermektedir. Son olarak öğretim programı düzenleyicilere hizmet içi ve öncesi öğretmenler ve öğrenciler için 3B tasarım ve robotik kodlama eğitim planlamaları yapmalarını önermektedir.

Anahtar kelimeler: Mühendislik tasarım süreçleri, 3B tasarım, robotik kodlama

ABSTRACT

3D DESIGN AND ROBOTIC AIDED ENGINEERING DESIGN PROCESSES ACTIVITY IN SCIENCE ENGINEERING AND ENTREPRENEURSHIP APPLICATIONS EDUCATION: LET'S DESIGN THE WINTER TIRE!

Gülcü, Bahadır

Master's Thesis, Division of Curriculum and Instruction

Advisor: Assoc.Prof. Dr. Cezmi Ünal

January 2023, xiv + 138 pages

In this study, it is aimed to present a quality activity that teachers can use in science, engineering and entrepreneurship applications (SEEA) education and to get the opinions of students and teachers about this activity. The study was completed in a total of 16 hours as an extracurricular activity. In order to carry out the activity, the students took a 24-hour robotic coding (Arduino Ide) and 3D design (Fusion 360) course before the activity. 16 students and 3 in-service science teachers participated in the study. In the study, the students were presented with the engineering design task related to the development of winter tire. Students were asked to prepare this activity according to the engineering design process steps by using 3D design and robotic coding. The case study design, one of the qualitative research designs, was used in the study. In the study, student interviews before and after the activity, engineering process drawings of the students before and after the activity, and teacher diaries during the activity were followed. The data obtained in the study were subjected to content analysis. The data obtained from teacher diaries, student interviews and engineering process drawings were coded and these codes were expressed with frequency tables. As a result of the research, it was determined that the teachers' evaluations about the subject presented in the activity and 3D design and robotics applications were suitable for the student level. In terms of the contribution of the activity to SEEA education, it was seen that the teachers made evaluations as combining science and engineering applications, ease of controlling experimental variables with 3D design and robotics, contributing to the development of scientific process skills and contributing to creating a collaborative learning environment. It has been determined that the activity contributes to the development of the concept of engineering in students, improves understanding of the relationship between science and

engineering, and provides MTS development. In addition, teachers stated that the activity provided development of coding and design skills in students. It has been observed that teachers and students about 3D design and robotic coding have stated that it provides advantages as the ease of being able to produce what you imagine and test experimental variables and simplify production processes. At the disadvantage of the activity, it was determined that the students' need for mathematics and the teachers were expressed as technological requirements and time planning. The study suggests that when science teachers develop such activities, the activity should be tested in small groups in terms of time management before practice. It also recommends for researchers to conduct studies on the effect of engineering-based activities on students' socialization and communication skills. Finally, it recommends curriculum organizers to make 3D design and robotic coding training plans for in-service and pre-service teachers and students.

Keywords: Engineering Design Process, 3D Design, Robotic Coding

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME.....	i
JÜRİ KABUL VE ONAY	ii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR	iii
ÖZET (TÜRKÇE).....	iv
ABSTRACT(İNGİLİZCE)	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	xiv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
Problem	1
Amaç	4
Önem	4
Sayıtlılar	6
Sınırlılıklar	6
Tanımlar	7
BÖLÜM II	8
KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	8
Geçmişten Günümüze Mühendislik Tasarım Süreçleri Taslakları	8
Mühendislik Tasarım Süreçleri	12
Empati.....	12
Tanımlama	11
Fikir Üretme	13
Prototip yapma.....	13
Test etme.....	13
Değerlendirme ve Paylaşma	13
Fen Eğitiminde Mühendislik Tasarım süreçleri ile ilgili yurt dışı çalışmalar.....	13
Robotik	16
Lego Mindstorm	17
Makeblock	18
Robotsan O-bot İdea.....	19

Arduino Ide	20
Robotik Destekli Fen Eğitimi ile İlgili Çalışmalar	21
3B Tasarım.....	23
3B Tasarım Destekli Fen eğitimi ile İlgili Çalışmalar	25
BÖLÜM III	29
YÖNTEM	29
Araştırma Modeli	29
Çalışma Grubu.....	29
Veri Toplama Araçları	32
Öğrenci Görüşme Formları.....	32
Mühendislik Süreç Çizimleri.....	33
Öğretmen Günlükleri.....	33
Etkinlik Uygulama Süreci	33
Arduino robotik kodlama eğitimi	34
Fusion 360 programı ile 3B tasarım eğitimi	37
“Kıışlık Lastik Tasarlayalım!” MTS Etkinliği	42
Empati.....	42
Problemi Tanımlama	43
Fikir Üretme	44
Prototip yapma.....	44
Test etme.....	48
Değerlendirme	50
Veri Toplama Süreci	51
Verilerin Analizi.....	52
BÖLÜM IV	55
BULGULAR.....	55
Öğrencilere sorulan “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna ait bulgular	55
Öğrencilere sorulan “Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna ilişkin bulgular.....	59
Öğrencilere sorulan “Sence kimler mühendis olabilir?” sorusuna ilişkin bulgular ..	65
Öğrencilere sorulan “Sence fen ve mühendislik arasında bir ilişki var mıdır? Bu konuda ne düşünüyorsun?” sorusuna ilişkin bulgular	69
Öğrencilere 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliği hakkında sorulan sorulara ilişkin bulgular	71

Etkinlikte 3B tasarım ve robotik kodlama yerine başka bir yöntem kullanılması hakkında öğrenci görüşleri ile ilgili bulgular	76
Mühendisler bir ürün geliştirirken nasıl çalışırlar konulu öğrenci resimleri ile ilgili bulgular.....	77
Öğretmen günlüklerinden elde edilen bulgular	83
BÖLÜM V	95
TARTIŞMA	95
BÖLÜM VI.....	92
SONUÇ.....	106
ÖNERİLER.....	110
KAYNAKÇA.....	112
EKLER.....	119
Ek 1. Öğrenci Görüşme Formu-1	119
Ek 2. Öğrenci Görüşme Formu-2	120
Ek 3. Öğretmen Günlüğü	121
Ek 4. Araştırma İzin Belgesi	122
Ek 5. Çalışmaya Yardımcı Çıktılar	123
Ek 6. Fusion 360 Tasarım Eğitimi Föyü	126
Ek 7. Arduino Robotik Kodlama Föyü	133
Ek 8. Özgeçmiş	138

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Mühendislik Tasarım Süreçleri Basamakları	3
Tablo 2. Mühendislik Tasarım Süreçleri Basamakları	11
Tablo 3. Arduino Robotik Kodlama Eğitim İçeriği	37
Tablo 4. Fusion 360 Programı ile 3B Tasarım Eğitim İçeriği	39
Tablo 5. “Sana göre mühendislik nedir?” Sorusuna Ait Etkinlik Öncesi ve Sonrası Görüşme Analiz Tablosu	55
Tablo 6. “Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” Sorusuna Ait Etkinlik Öncesi ve Sonrası Görüşme Analiz Tablosu	60
Tablo 7. “Sence kimler mühendis olabilir?” Sorusuna Ait Etkinlik Öncesi ve Sonrası Görüşme Analiz Tablosu	65
Tablo 8. 3B Tasarım ve Robotik Destekli Fen Etkinliğinin Avantajlarına Ait Etkinlik Sonrası Görüşme Analiz Tablosu	71
Tablo 9. 3B tasarım ve Robotik Destekli Fen Etkinliğinin Dezavantajlarına ait etkinlik sonrası Görüşme Analiz Tablosu	74
Tablo 10. “Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşleriniz nedir?” Sorusuna Ait Analiz Tablosu	84
Tablo 11. “Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” Sorusuna Ait Analiz Tablosu	87
Tablo 12. “Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir?” Sorusuna Ait Analiz Tablosu	90
Tablo 13. “Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılsaydı çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi ve öğretmen olarak beklentileriniz neler olurdu?” sorusuna Ait Analiz Tablosu	92

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Martins ve Dunne'nin Tasarım Düşünme Süreçleri Taslağı	8
Şekil 2. Massachusetts Mühendislik Tasarım Süreçleri Taslağı	9
Şekil 3. Brown'un Tasarım Odaklı Düşünme Süreci Taslağı	9
Şekil 4. Hynes ve ark. Mühendislik Tasarım Süreçleri Taslağı	10
Şekil 5. Stanford Hasso Plattner Enstitüsü Tasarım Düşünme Süreçleri Taslağı	11
Şekil 6. Lego Mindstorm Robotik Kodlama Kiti	17
Şekil 7. Lego Mindstorm Görsel Programlama Arayüzü	18
Şekil 8. Makeblock Firmasına Ait Mbot Robot Kiti	18
Şekil 9. Makeblock Blok Tabanlı Kodlama Arayüzü	19
Şekil 10. Robotsan Firmasının O-Bot Robotik Kiti	19
Şekil 11. Arduino Uno Robotik Kontrol Kartı	20
Şekil 12. Arduino Ide Robotik Programlama Arayüzü	20
Şekil 13. Fusion 360 Programından Arduino Uno Tasarım Ekran Görüntüsü	24
Şekil 14. Tinkercad Programından Güneş Sistemi Tasarımı Ekran Görüntüsü	24
Şekil 15. MtsBot Arduino Nano Tabanlı Kodlama Kartı	35
Şekil 16. Etkinlik ve Kurs Üresince Kullanılan 2WD Robotcar	35
Şekil 17. MtsBot Arduino Nano Tabanlı Kodlanabilir Kumanda	35
Şekil 18. Arduino Kodlama Föyünden Sayfa Alıntıları	36
Şekil 19. Öğrenciler Mtsbot Kart ile Led ve Buzzer Uygulamaları Gerçekleştirirken ..	38
Şekil 20. Fusion 360 Tasarım Föyü ve Kobra Gokart Araba Tasarım Aşamaları	40
Şekil 21. Fusion 360 Programı ile Öğrenci Tasarım Görüntüleri	41
Şekil 22. Empati Basamağında Öğrencilerin Verilerini Tartışması	42
Şekil 23. Yıldızlar ve Krallar Takım Kaptanları Problem Durumunu Tanımlarken	43
Şekil 24. Öğrenci Fikirlerini Sunarken Örnekler	44
Şekil 25. Prototipleme Esnasında Kışık Tekerlek ve Kalıp Tasarım Aşamaları	45
Şekil 26. Krallar ve Yıldızlar Takımlarının Kalıp Montaj Aşamaları	45
Şekil 27. Melekler ve Yıldızlar Takımının Jant ve Tekerlek Tasarımları	46
Şekil 28. Minyonlar ve Krallar Takımının Jant ve Tekerlek Tasarımları	46
Şekil 29. Tasarım ve Üretim Süreçleri Sonunda Tüm Takımların Test Araçları	47
Şekil 30. Öğrenciler Tarafında Test Pistlerinin Hazırlanması	48
Şekil 31. Test Pistlerinin Yarışma İçin Hazır Halleri	49

Şekil 32. Öğrenciler Pistlerde Tekerleklerini Test Ederken Fotoğraflar	51
Şekil 33. Yasemin Öğrencisinin Etkinlik Öncesi Bir İnşaat Mühendisinin Çalışma Süreci İle İlgili Çizimi	78
Şekil 34. Zehra Öğrencisinin Etkinlik Öncesi Bir İnşaat Mühendisinin Çalışma Süreci ile İlgili Çizimi.....	78
Şekil 35. Ayşe Öğrencisinin Etkinlik Öncesi Mühendis Çalışma Süreci Robot Çizimi	79
Şekil 36. Özkan Öğrencisinin Etkinlik Öncesi Kısmi Olarak MTS Basamaklarını İfade Eden Çizimi	80
Şekil 37. Özkan Öğrencisine Ait Empati Basamağını ve Farklı Basamakları Gösteren Resim	81
Şekil 38. Şenay Öğrencisine MTS Basamaklarını Yazı ile Birlikte Gösteren Resim ...	82
Şekil 39. Zehra Öğrencisine Ait Fikir Üretme Basamağını ve Farklı Basamakları Gösteren Resim.....	82

KISALTMALAR

FMGU: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları

SEEA: Science, Engineering and Entrepreneurship Applications

MTS: Mühendislik Tasarım Süreçleri

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

NSES: Amerikan Ulusal Fen Standartları

STEM: Fen- Teknoloji- Mühendislik- Matematik (İngilizce)

FETEMM: Fen- Teknoloji- Mühendislik- Matematik

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

NRC: National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)

NGSS: Next Generation Science Standarts (Son Nesil Fen Standartları)

TÜSİAD: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

K-12: Ana sınıftan lise son sınıfa

GİRİŞ

Günümüz dünyasında ülkeler arası küresel rekabet, sosyoekonomik güç kazanma yarışı ve nitelikli iş gücü ihtiyacı gittikçe artmıştır. Bu durum eğitim politikalarının değişmesine neden olmuştur (MEB, 2016). Bununla birlikte birçok sivil toplum örgütü birey eğitiminde değişime yönelik ihtiyaçları belirtmiştir (TÜSİAD, 2014; TÜBİTAK, 2017). Bu sebeple son yıllarda fen eğitimi küresel olarak bir reform içine girmiştir.

Özellikle ABD’ de 1990’lı yıllardan başlayarak fen eğitimi birçok değişikliğe uğramıştır (Pelegirino, Wilson, Koenig ve Beaty, 2014). ABD 1996 yılında yaptığı girişimle eğitim sistemini revize ederek, fen bilimleri eğitiminde hangi kazanımın nasıl öğretileceğine dair NSES (National Science Education Standarts) standartlarını oluşturmaya başlamıştır. Daha sonra bu standartlar ABD’de tekrar NRC (National Research Council) tarafından ihtiyaçlara göre 2013 yılında yenilenerek NGSS (Next Generation Science Standarts) olarak güncellenmiştir (Bybee, 2014). ABD’de NGSS gibi fen eğitimi üzerine değişiklik öngören çalışmaların en keskin odağı fen eğitiminde mühendislik süreçlerinin kullanımına ait olmuştur. Bununla birlikte Türkiye’ de bu değişimden etkilenip mühendislik yeteneklerine sahip insan yetiştirmek amaçlı eğitim sisteminde değişiklikler meydana getirilmeye başlanmıştır (Aksoy ve Taşkın, 2019). İlk olarak 2005 yılında nitelikli insan yetiştirme amacıyla fen bilimleri öğretim programı değiştirilmiştir. Daha sonra ise, 2013 yılında öğretim programı her ne kadar 21. yy becerileri ve mühendislik ile ilgili kazanımlar ifade edilmese de paralel bağlamda beceriler ifade edilerek yenilenmiştir (Koştur, 2017). Yine 2017’de taslak halinde olan ve 2018 yılında yenilenen fen bilimleri öğretim programında bu becerilerin gelişimine yol açan FMGU (Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları) bölümüne yer verilmiştir. Ayrıca bu bölümde yapılan uygulamaların yılsonu bilim fuarlarında sergilenmesi teklif edilmiştir (Bahar, Yener, Gürer, Emen ve Yılmaz, 2018). Böylelikle fen eğitimi değişim sürecinden Türk eğitim sistemi de etkilenmiştir. 2018 öğretim programında ülkemizin bilimsel, teknolojik gelişme kapasitesini arttırmak, sosyoekonomik kalkınma ve rekabet gücünü geliştirmek için öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamaları deneyimlemelerinin önem arz ettiği belirtilmiştir (MEB, 2018).

Bu değişim süreci, eğitim ve eğitimciden beklenenleri de değiştirmeye başlamıştır. Bu bağlamda K-12 mühendislik eğitimi ve K-12 mühendislik eğitimcileri

gibi kavramları önümüze çıkarmaktadır. Bu gibi kavramlar ve öğretim program içerikleri gerek küresel gerek yurt içi fen öğretmenlerinin mühendislik eğitimindeki rollerini ve bu uygulamaları öğretim programlarının içine nasıl dâhil edeceklerine dair ihtiyaç ve gereklilikleri ortaya koymakta olup eğitimciler için büyük önem arz etmektedir (Guzey, Moore ve Harwell, 2016).

Ülkemizde 2018 fen öğretim programındaki mühendislik uygulamaları ve girişimcilik konularının yürütülmesinde uygulamaya yönelik olarak öğretmenlerin karşısına büyük bir problem çıkmaktadır. Çünkü öğretim programımızda var olan FMGU ile ilgili mühendislik eğitiminin nasıl yapılacağı ve uygulamalarda nasıl bir yöntem kullanacakları oldukça kısa bahsedilmiş fakat etkinliklerin geliştirme ve uygulama kısmı öğretmene havale edilmiştir. Bununla birlikte Bahar, vd.'nin (2018) fen öğretim programında bu noktadaki eksiklikler hakkında bazı değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Bu hususta fen, matematik, teknoloji ve mühendisliği bütünleştirerek problemlere çözüm sunma, öğrencilerin yenilikçi ürün oluşturmaları ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılacakları ile ilgili davranışların eksik kaldığını belirtmişlerdir. Bu noktada FMGU eğitimi ile ilgili mühendislik eğitim taslakları ve bunların fen eğitiminde nasıl uygulanacağı öğretmenler için büyük bir önem kazanmaktadır. Ayrıca başarılı bir fen mühendislik eğitimi konu hakkındaki nitelikli etkinlik ve öğretim programı içeriklerine bağlıdır (Guzey, Moore ve Harvel, 2016).

Geçmişten bugüne kadar tasarım düşünme (design thinking), ve tasarım odaklı öğrenme gibi farklı adlarda mühendislik tasarım süreçleri (MTS) ile ilgili birçok eğitimsel taslak çalışması bulunmaktadır (Householder ve Hailey, 2012). Bu taslaklardan üzerinde yapılan araştırmalara göre Stanford Üniversitesi Hasso Plattner Enstitüsü tarafından geliştirilen MTS taslağı en gelişmiş çalışma olarak göze çarpmaktadır. Bu taslaklardaki basamakların izahı Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Mühendislik Tasarım Süreçleri Basamakları

Empati Kurmak	Tanımlamak	Fikir üretmek	Prototip yapmak	Test etmek	Değerlendirmek
Sorunlarla yüz yüze gelen insanların ihtiyaç ve duygularını anlamaya çalışır.	Çözeceği problemin ana hatlarını belirler ve ona odaklanır.	Beyin fırtınası yapar, radikal fikirler üretir ve diğerlerinin fikirleri üzerine düşünür.	Problemi çözecek fikrin prototipini oluştur.	Prototipi problem sahipleri ile test et. Daha derin empati ile anlamaya çalış.	Geri dönüşlere göre geliştirilen son ürünü sergiler ve insanlara sunar.

Robotik ve 3B tasarım öğrencilerin mühendisliğe ilgilerini artırtmak için eşsiz bir teknolojik platformdur. Okul yıllarında temel mühendislik yeteneklerini kazanmak için robotik eğitimi almak gelecek yıllarda karşılaşılabilecek kompleks problemlerin üstesinden gelmekte önemli bir argümandır (Sullivan ve Bers, 2018). Ayrıca 3B tasarım ve baskı teknolojisi fen, mühendislik ve teknoloji kavramlarını birbirine bağlayan güçlü bir araçtır (Novak ve Wisdom, 2018). Robotik öğrencilerin fen kavramları ve mühendisliği anlamaları için kuvvetli bir yoldur (Maxwell, Fogarty, Gibbens, Noble, Kist, ve Midgley, 2013). Fen öğretmenlerinin mühendislik eğitimi vermelerinde kaliteli içerik oluşturabilmeleri için robotik ve 3B tasarım platformu kuşkusuz çok etkili bir araçtır.

FMGU eğitimi alanında yapılan çalışma alan yazında çok az sayıdadır. Çalışmalar genel olarak öğretmen yeterlilikleri (Köken, 2020), fen ders kitapları ve öğretim programının FMGU içerikleri bakımından incelenmesi (Bakar vd., 2018; Kayahan ve Lüleci, 2021; Ok, 2022), FMGU alanında materyal geliştirme (Turan, 2019), FMGU eğitimi ile ilgili olarak teknik alt yapı, süre yeterliliği ve fen alanına yaptığı katkı açısından öğretmen görüşleri (Sarı, 2019) incelenmiştir. FMGU eğitimi ile ilgili etkinlik geliştirme çalışmaları ise alan yazında çok nadir bulunmaktadır. Bu hususta Kayacan ve Lüleci (2021) öğretmenlerin etkili bir FMGU öğrenme ortamı hazırlarken öğretim programı ile ders kitabını arasında uyum sağlayan ders planlamaları yapmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Bozkurt Altan ve Hacıoğlu (2018) öğretmenlerle yaptıkları çalışmanın sonucunda öğretmenlerin mühendislik tasarım problemleri hazırlamak hususunda zorluk çektiklerini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda FMGU eğitimi alanında etkinlik planlamaların hakkında öğretmene düşen göreve işaret edilmiş ve bir problem durumuna ışık tutulmuştur.

Amaç

Bu çalışmada amaç FMGU eğitiminin nasıl yapılabileceğine dair Mühendislik Tasarım Süreçleri Taslağı doğrultusunda robotik ve 3B tasarım araçlarının kullanıldığı hazır problem durumları ile öğrencilerimize mühendisliğin doğasını tanımaya çalışacakları bir ortam hazırlamak, ayrıca öğretmenlerimize öğretim programına entegre edebilecekleri örnek bir etkinlik sunmaktır.

Araştırma soruları

1. Etkinlik öncesi öğrenciler için mühendislik ve mühendislik tasarım süreçleri ne ifade eder?
2. Etkinlik sonrası öğrenciler için mühendislik ve mühendislik tasarım süreçleri ne ifade eder
3. Fen, mühendislik ve girişimcilik etkinliklerinde robotik ve 3B tasarım destekli MTS etkinliği kullanımı hakkında öğrenci görüşleri nelerdir?
4. Fen, mühendislik ve girişimcilik etkinliklerinde robotik ve 3B tasarım destekli MTS etkinliği kullanımı hakkında öğretmen görüşleri nelerdir?

Önem

Günümüz dünyasında ülkeler arası rekabet, iş dünyası rekabeti, ülkelerin kendilerine yer edinme çabaları ve ülkelerin teknolojik gelişmişlikte geri kalmama arzusu eğitimden beklenenleri de değiştirmeye başlamıştır. Özellikle fen eğitiminde meydana gelen değişimler çok daha keskin olmuştur. Fen eğitiminde mühendislik içerikleri ve entegrasyonu ön plana çıkmaya başlamıştır (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

Bu akım özellikle ABD’ de gerek iş dünyası gerek eğitim kurumlarınca (NRC vd.) fen öğretim programına mühendislik entegrasyonu önerileriyle güç kazanmıştır. Bu değişim ABD ile beraber, Avrupa ve diğer dünya ülkelerinin eğitim sistemlerini de etki altına almıştır (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Ülkemizde bu eğitimsel dönüşümden hissesini almış hem iş dünyası (TÜSİAD, 2017) hem de milli eğitim bakanlığı fen eğitiminde mühendislik entegrasyonunu konu alan STEM eğitim raporları hazırlanmıştır (MEB, 2016).

Özellikle bu eğitimin ana sınıftan liseye kadar uygulanmasını öngören K-12 mühendislik eğitimi ve STEM eğitimi gibi kavramları önümüze çıkarmaktadır. Bu değişim süreci, eğitim ve eğitimciden beklenenleri de değiştirmeye başlamıştır. Bu bağlamda K-12 mühendislik eğitimi ve K-12 mühendislik eğitimcileri gibi kavramları ortaya çıkarmaktadır. Bu gibi kavramlar fen öğretmenlerinin mühendislik eğitimindeki rollerini ve bu uygulamaları öğretim programlarının içine nasıl dâhil edeceklerine dair ihtiyaç ve gereklilikleri ortaya koymakta olup eğitimciler için büyük önem arz etmektedir. Ayrıca başarılı bir fen mühendislik eğitimi konu hakkındaki kaliteli etkinlik ve öğretim programı içeriklerine bağlıdır (Guzey, Moore ve Harvel, 2016).

Robotik, çocukluk yıllarında temel teknoloji ve mühendislik kavramlarıyla etkileşim kurmaları için öğrencilere eğlenceli ve işbirlikçi bir yol sunar. Ayrıca okul yıllarında temel mühendislik yeteneklerini kazanmak için robotik eğitimi almak gelecek yıllarda karşılaşılabilecek kompleks problemlerin üstesinden gelmekte önemli bir argümandır (Sullivan ve Bers, 2017, 2018). 3B tasarım öğrencilerin mühendislik, tasarım ve ön kestirim yapmalarını sağlamakta etkili bir araçtır (Chien, 2017). Ayrıca 3B tasarım ve baskı teknolojisi fen, mühendislik ve teknoloji kavramlarını birbirine bağlayan güçlü bir araçtır (Novak ve Wisdom, 2018).

Ülkemizde 2018 yılı fen bilimleri öğretim programıyla kendini gösteren FMGU öğretim programı içinde kendine yer bulmuştur. Fakat öğretim programına mühendislik içerikleri yerleştirilirken öğretmenlerin bu eğitimi nasıl vereceği ve hangi içeriklerin kullanılacağı kısmı kapalı kalmıştır. Bu çalışma bahsi geçen bu iki ihtiyaca cevap aramaya çalışmakta ve bu noktalara iki ayrı öneride bulunmaktadır. Birincisi FMGU eğitimi yapılırken eğitimsel bir taslak önerisi (Mühendislik Tasarım Süreçleri Taslağı) ve ikinci olarak FMGU eğitiminde kaliteli içerik oluşturmak için robotik ve 3B tasarımın kullanılabileceğini önermektedir.

Sayıtlar

1. Veri toplama araçlarının hazırlanması, etkinliklerin gözden geçirilmesi ve verilerin analizi aşamalarında başvuru uzmanların görüşlerini samimi bir şekilde yansıttığı,
2. Uygulamayı yürüten öğretmenin ve öğrencilerin süreçte tarafsız ve doğal davranışlar sergilediği,

Sınırlılıklar

1. 2021-2022 Orta Karadeniz’de bulunan bir ilimizin ortaokul 5.sınıf öğrencileri ile çalışılması
2. Kuvvet ve hareket ünitesi ile çalışılması

Tanımlar

Mühendislik Tasarım Süreçleri:

Mühendislik tasarım süreçleri; süreç boyunca kendini tekrarlayan, insanların temel anlayış seviyesine bir anda görünmeyen, kullanıcıyı anlamaya çalışma, problem tanımlama, alternatif stratejiler, çözümler ve üretim süreçlerinden oluşmaktadır. Ayrıca uygulamalı yöntemler koleksiyonunun yanı sıra bir düşünme ve çalışma biçimidir (Dam ve Siang, 2018).

Robotik:

Robotik, robotların tasarımı, üretimi ve kullanımı ile ilgilenen çok disiplinli bir bilim dalıdır. Makine mühendisliği, uçak mühendisliği, uzay mühendisliği, elektronik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, mekatronik mühendisliği ve kontrol mühendisliği dallarının ortak çalışma alanıdır.

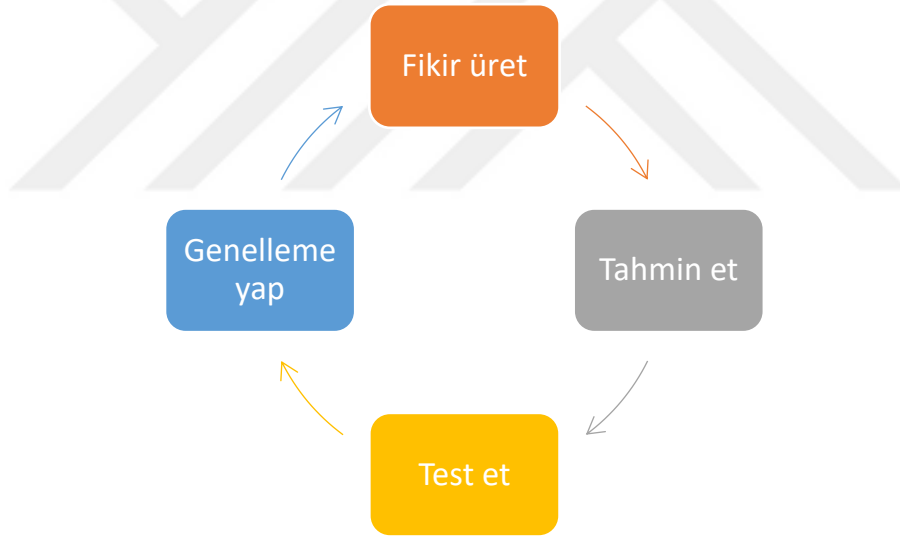
3B Tasarım:

Üç boyutlu modelleme, bir nesnenin herhangi bir yüzeyinin özel bir yazılım aracılığıyla üç boyutlu matematiksel suretini oluşturma sürecidir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Geçmişten Günümüze Mühendislik Tasarım Süreçleri Taslakları

Fen eğitiminde mühendislik tasarım süreçlerinin kullanımına yönelik birçok taslak geliştirilmeye çalışılmıştır. Tarihsel gelişimi çok eski yıllara dayanan fakat genel olarak 1990' lı yıllarda hız kazanan eğitimsel bir yaklaşımdır. Martins ve Dunne, 2006 yılında makalelerine tasarım düşünmenin önemini anlatan şu sözlerle başlamışlardır; *“Ürün ve hizmet tasarımı ticaret rekabetinin kritik bir konusu olmuştur. Öyle ki, Procter ve Gamble gibi büyük firmalar kendilerini tasarım lideri olmak için adadılar. Fakat ürün ve hizmet tasarımının ötesinde, tasarım odaklı düşünme, tasarımcıların tasarım problemleri çözmek için güçlü bir yöntem olarak, akademik literatür ve iş basınının dikkatini çekmektedir.”* Martins ve Dunne (2006) tasarım düşünmeyi Şekil 1’de gösterildiği gibi dört basamaklı birbiri içinde etkileşimsiz bir döngü olarak tanımlamıştır.



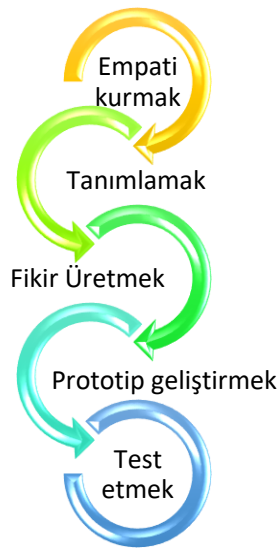
Şekil 1. Martins ve Dunne'nin Tasarım Düşünme Süreçleri Taslağı (Martins ve Dunne, 2006)

Yine 2006 yılında Massachusetts State Education Department tarafından K-12 mühendislik tasarım süreçleri taslağı geliştirilmiştir. Bu taslak döngüsel olmakla beraber döngünün kendi parçaları içinde etkileşimi zayıf bir taslak olarak göz önünde bulunmaktadır (Householder ve Hailey, 2012). Taslak Şekil 2’de sunulmuştur.



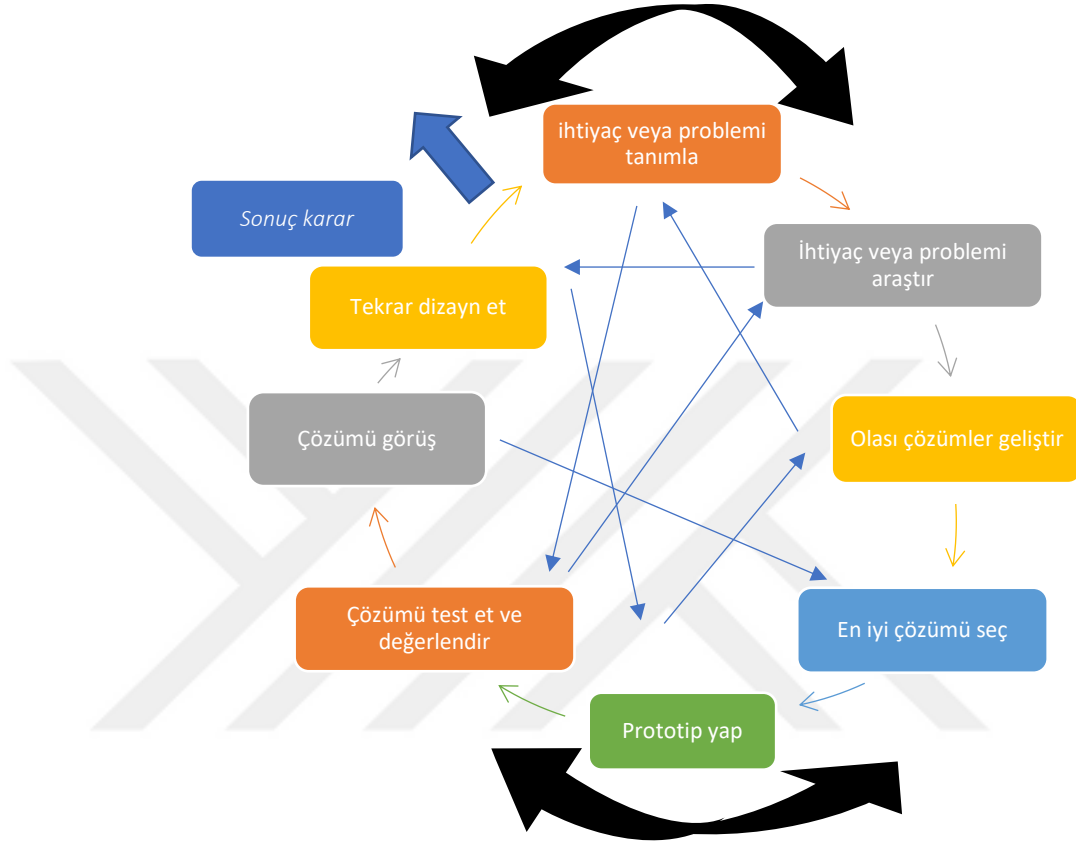
Şekil 2. Massachusetts Mühendislik Tasarım Süreçleri Taslağı (Householder ve Hailey , 2012)

Daha sonra 2008 yılında Brown tasarım odaklı düşünme süreci taslağında empati kurma basamağını ekleyerek, problem durumundan etkilenenlerin beklenti ve düşünce ve ihtiyaçlarının tasarım sürecinin basamakları içine dahil edilmesi gerektiğini belirtmiştir (Brown, 2008). Bu taslak Şekil 3’te gösterilmiştir.



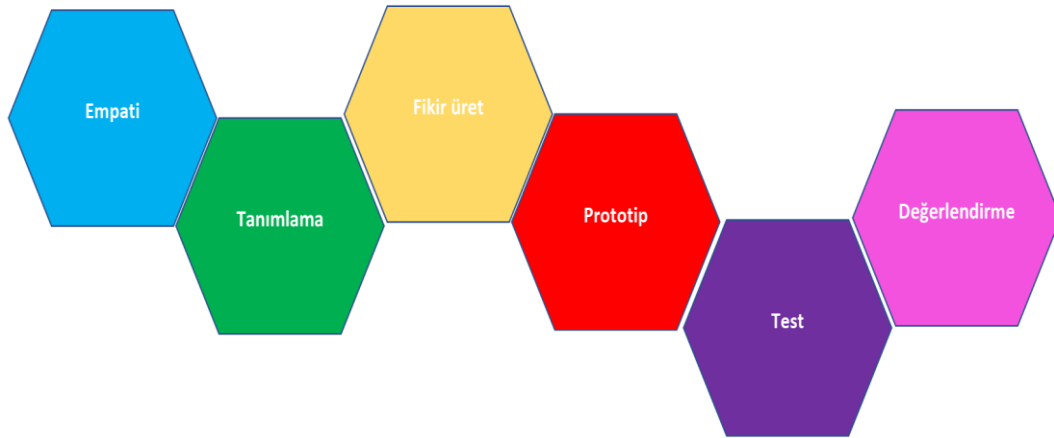
Şekil 3. Brown’un Tasarım Odaklı Düşünme Süreci Taslağı (Brown,2008)

2011 yılında Massachusetts eğitim departmanı, Hynes ve diğerlerinin teklifi ile ana okuldan liseye kadar uygulanacak K-12 Mühendislik taslağını geliştirerek kendi içinde etkileşimli dinamik bir taslak ortaya koymuştur (Hynes ve diğerleri, 2011). Hynes vd.'nin geliştirdikleri taslak Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Hynes ve ark. Mühendislik Tasarım Süreçleri Taslağı
(Hynes ve diğerleri,2011)

Stanford Hasso Plattner Tasarım Enstitüsü tarafından geliştirilen taslakta empati kurma, tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme, test etme, değerlendirme şeklinde altı aşamada mühendislik tasarım süreçleri ele alınmıştır. Burada Brown'dan farklı olarak tasarımın değerlendirilmesi açık olarak insanlara sunulduğu birbiri arasında etkileşimli bir süreç tanımlanmıştır. Şekil 5'te Stanford Hasso Plattner Enstitüsü Tasarım Düşünme Süreçleri Taslağı sunulmuştur.



Şekil 5. Stanford Hasso Plattner Enstitüsü Tasarım Düşünme Süreçleri Taslağı
(Householder ve Hailey, 2012)

Görüldüğü gibi geçmişten bugüne kadar mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili birçok taslak geliştirilmiştir. Bu taslaklardan elde edilen bilgilere göre empati, tanımlama, fikir üretme, prototip yapma, test etme ve paylaşma olmak üzere kurulan 6'lı Stanford Hasso Plattner Enstitüsü Tasarım Düşünme Süreçleri Taslağı en gelişmiş çalışma olarak göze çarpmaktadır. Bu taslakta ki basamakların kısaca izahı Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Mühendislik Tasarım Süreçleri Basamakları

Empati Kurma	Tanımlama	Fikir üretme	Prototip yapma	Test etme	Değerlendirme Paylaşma
Sorunlarla yüz yüze gelen insanların gizli ihtiyaç ve duygularını anlamaya çalışır.	Çözeceği problemin ana hatlarını belirler ve ona odaklanır. İnsan odaklı problemler belirler.	Beyin fırtınası yapar, radikal fikirler üretir ve diğerlerinin fikirleri üzerine düşünür.	Problemi çözecek fikrin prototipini oluştur.	Prototipi problem sahipleri ile test et. Daha derin empati ile anlamaya çalış.	Geri dönütlere göre geliştirilen son ürünü sergiler ve insanlara sunar.

Mühendislik Tasarım Süreçleri

Bu bölümde fen bilimleri öğretmenlerine MTS basamaklarına bakış kazandırmak amaçlı geçmiş yurt dışı ve yurt içi araştırmalar ışığında taslak içindeki basamaklar açıklanmaya çalışılmıştır. Mühendislik tasarım süreçleri temelde tasarım düşünme kavramını esas tutan bir yaklaşımdır. MTS problemlere insan odaklı çözüm üretmeyi amaçlayan ve bu noktada insan odaklı problem tespiti yapıp, test ve modellemeler ile çözüme ulaşmaya çalışan yinelemeli döngüsel bir süreçtir. MTS 6 adet basamaktan oluşmaktadır. Bu basamaklar empati, tanımlama, fikir üretme, prototip yapma, test ve değerlendirmedir.

Empati

Empati insan merkezli düşünme süreçlerinin temelidir (Carrol, 2015). İnsanların belli bir konuda düşünce, duygu ve korkuları araştırılarak insan odaklı çözüm üretmeyi hedeflemektedir (Householder ve Hailey, 2012). Aşağıda belirtilen eylemler empati kavramını karakterize eder.

- Yaşam içinde kullanıcı davranışlarını gözlemleme
- İnsanlarla görüşme yaparak insan öngörülerini yakalama
- İnsanların yaşam tecrübelerini yakalamak

Bu eylemler kullanıcı isteklerini inovasyon esnasında daha hassas olarak tespit ederek etkili çözümler üretmeyi sağlayacaktır (Brown, 2008).

Tanımlama

Bu aşamada öğrenciler kullanıcı veya hedef kitlenin ihtiyaç ve duygularının analizini yaparak mevcut problem durumunu tanımlamaya çalışacaktır (Carrol, 2015). Başka bir deyişle bu alanda insanların temel problemlerini belirlemeye çalışmaktır.

Burada öğrenciler takım çalışması yaparak sahadan topladıkları verileri bir araya getirip anlamlandırma yaparak kendilerine yeni bir problem durumu oluşturmaya çalışacaklardır.

Fikir Üretme

Burada kişi veya takım çözüme gidecek fikirler geliştirir. Bunu desteklemek amaçlı fikir üretkenliği sağlayacak beyin fırtınası veya farklı yöntemler kullanarak hem çözüm üretir hem de üretilen çözümleri yargılar (Gordon, Rohrbeck ve Schwarz, 2019).

Prototip yapma

Bu aşama problem çözümüne yönelik sunulan fikirleri kaba ve erken dönem bir çözüme doğru daraltır. Bu esnada eskiz edilmiş bir çizim ya da modellemesi yapılarak ortaya çıkarılacak bir nesne ortaya koymaya çalışılır (Gordon ve diğerleri, 2019). Böylelikle çözüme yönelik fikir doğru ve yanırlarıyla görücüye çıkmaya başlar.

Test etme

Üretilen fikrin işleyip işlemediğinin tekrarlamalı bir sürecini oluşturan kısımdır. Yani devamlı olarak üretilen prototip üzerinde fikir test edilir ve bazı değişimlerle ürün üretim sürecine hazır hale getirilir. Özellikle bu aşamada kullanıcı ile test yapıp çözüm fikri daha fazla rafine edilebilir. Böylelikle daha derin empati ile anlamaya çalışılır.

Değerlendirme ve Paylaşma

Geri dönütlere göre geliştirilen son ürünü sergiler ve insanlara sunar. Bununla beraber elde edilen yorumlar ile daha doğru bir son ürün elde edilmeye çalışılır (Householder ve Hailey , 2012).

Fen Eğitiminde Mühendislik Tasarım süreçleri ile ilgili yurt dışı çalışmalar

Yurtdışında mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili birçok araştırma yürütülmüştür. Bu çalışmaları büyük çoğunluğu kuramsal olarak mühendislik tasarım süreçlerinin tanımlanması veya MTS'nin geçirdiği gelişimsel süreçlerle ilgilidir. MTS uygulamalı fen etkinlikleri olarak düşünüldüğünde bu sayı düşmektedir. Ayrıca MTS bir problem yönetim şekli olarak değerlendirildiği için çalışmalar hem eğitim hem de iş dünyası ile ilgili yayınlar tarafından sunulmuştur. Eğitim alanında yapılan çalışmalar, sağlık alanında birey eğitiminden, mühendislik, iş yöneticiliği ve öğretmen ve öğrenci

eğitimine kadar çeşitlenmektedir. Türkiye’de ise yurtdışı gibi MTS ile ilgili birçok çalışma yürütülmüştür. MTS alanında yapılan çalışmalar ülkemizde daha çok tasarım odaklı öğrenme adıyla gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde ise MTS hakkında öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşleri ile ilgili yapılan çalışmalar sayı olarak uygulama temelli çalışmaların önünde bulunmaktadır.

Hynes (2012) tarafından hazırlanan çalışmada mühendislik eğitimi almamış 6 öğretmenin mühendislik konularını öğretirken gösterdikleri MTS verileri incelenmiştir. Video kayda alınan öğretmen görüşmeleri ve sınıf içi etkinlikler analiz edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada Massachusetts üniversitesi tarafından geliştirilen 8’li mühendislik tasarım süreçleri taslağının tanıtımı yapılmıştır. Çalışma esnasında öğretmenler sınıflarında Lego kitleri ile 8 ayrı etkinlik gerçekleştirmiş. Hynes, öğretmenlerin etkinlik sonrası geniş çaplı MTS bilgileri sergilerken, en büyük farklılığın prototip yapma ve tekrar tasarım etme süreçleri esnasında gözlemlendiğini bildirmiştir.

Carrel (2014) tarafından hazırlanan çalışmada üniversite öğrencilerinden, yetersiz eğitim almış ortaokul öğrencilerine STEM etkinliklerinde mentorluk yapmaları istenmiştir. Çalışmada ilk olarak 4 hafta üniversite öğrencilerine MTS ve mentorluk eğitimi verilmiş. Çalışmanın devamında Diamond After School (Okul Sonrası Elmas) isimli bir programda üniversiteli mentorlar ortaokul öğrencileri ile “Musluksuz Su” ve diğer MTS etkinliklerini gerçekleştirmişler. Bu kurstaki edindikleri tecrübelerle yönelik sorularla öğretmen adaylarının MTS’ye yönelik tecrübe ve algıları incelenmiş. Çalışmanın en önemli sonucunun öğretmen adaylarının risk alma, takım olarak çalışma ve empati kavramının gelişmesi noktasında gerçekleştiğini belirtmiştir.

Altan, Yamak ve Kırıkkaya, (2016) tarafından yürütülen çalışmada 6 hizmet öncesi fen öğretmen adayı ile mühendislik tasarım süreçleri etkinlikleri yapılmıştır. Çalışmada öğretmenlerden çalışmanın zayıf ve kuvvetli yanlarını ve çalışma esnasında yaşadıkları güçlükleri değerlendirmeleri istenmiştir. Çalışmada (Hynes ve diğerleri, 2011) tarafından geliştirilen MTS taslağı kullanılmıştır. Çalışmanın uygulama aşamasında haftada bir 4 saat süren 4 ayrı MTS etkinlikleri araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına yaptırılmıştır. Etkinliklerde öğretmenlerden büyük tasarım görevi hedeflerini gerçekleştirmeleri istenirken buna ulaşmaları için mini tasarım ve araştırma görevlerini yapmaları istenmiştir. Öğretmen adayları ile etkinlik süreci ve etkinlik sonunda görüşmeler yapmışlardır. Çalışmada MTS ile gerçekleştirilen etkinliklerin

öğretmen adaylarında kalıcı öğrenmeyi sağlama, motive edici olması ve sorgulamaya dayalı öğrenmeyi geliştirme sonuçlarına ulaşmışlardır.

Aydın ve Karşlı (2019) tarafından yapılan çalışma karışımların ayrıştırılması konusuna ilişkin mühendislik tasarım süreci etkinliğine dair öğrenci görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmayı 7.sınıf öğrencilerinden oluşan 13 kişilik grupta gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada öğrencilerle etkinlik sonunda yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada Massachusetts üniversitesi mühendislik eğitim departmanı tarafından 2010 yılında geliştirilen MTS taslağı kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilere denizlerin kirlenmesi ile ilgili bir problem durumuna karışımların ayrılması konusu ile çözüm sunmaları ve bunun için MTS kullanmaları istenmiştir. Araştırmada sonuç olarak öğrencilerin bazı zorluklar yaşadıkları fakat birçok alanda olumlu özellikler kazandığı, öğrencilerin çok eğlendikleri ve derse karşı ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldırım ve Türk (2018) tarafından yapılan çalışmada fen bilimleri öğretim programına entegre edilmiş MTS uygulamalarının kız öğrencilerin STEM'e dair tutumları ve öğrencilerin mühendislik ile ilgili düşüncelerini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmada Kuvvet ve Hareket ünitesi ile ilgili STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Bu ünite kapsamında hidroelektrik santrali, rüzgâr gülü ve roller coaster gibi MTS etkinliklerini yaptırılmıştır. Çalışma 87 kız öğrenci ile gerçekleştirilmiş olup uygulama öncesi mühendisliğin erkek mesleği olduğu düşünen kadın öğrencilerin, uygulama sonrası kadınların da mühendis olabileceği düşüncesine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bununla birlikte STEM uygulamalarının öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (S-T-E-M) arasında ilişki kurmalarına yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Atacan, (2020) tarafından yapılan çalışmada 7. sınıf ışığın soğurulması konusunda MTS'ye dayanan bir etkinliğin farklı girişimcilik, iraksak düşünme ve öğrenci motivasyonu, takım çalışması ve tasarım odaklı düşünmenin fen eğitiminde kullanımına yönelik düşüncelerinin incelenmesi amaçlamışlar. Bu amaçla çalışma öncesi öğrencilere “Fen Tabanlı Girişimcilik Ölçeği”, “Iraksak Düşünme Alıştırması” ve “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” uygulamış ve öğrencilerin MTS hakkındaki düşünceleri alınmıştır. Çalışmada 7.sınıf öğrencilerine MTS aşamalarından oluşan bir ders planı uygulamış ve FMGU ünitesi ile ilgili bir etkinlik tasarlanmış ve bu etkinlikte iki ayrı taslak birleştirilerek, bağlam temelli öğrenme stratejisinin dört aşamalı modeline MTS

yaklaşımı entegre edilerek etkinlik uygulanmıştır. Araştırmacı öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonlarının arttığı, akran öğrenme ile öğrencilerde konu hakimiyeti artışı, MTS basamaklarına göre işlenen derslerin daha verimli geçtiği ve ayrıca etkinlikler arası etkileşimde öğrencilerde iletişim becerisi gelişmesi sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Lin, Wu, Hsu, ve Williams, (2021) hizmet öncesi teknoloji öğretmenleri ile çalışmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında MTS odaklı STEM çalışmalarının hizmet öncesi teknoloji öğretmenlerinin MTS'ye yönelik bilişsel algılarını nasıl etkilediğini ve öğretmenlerin MTS'yi sınıflarında nasıl uyguladıklarını araştırmayı amaçlamışlardır. Buna yönelik olarak hizmet öncesi teknoloji öğretmenleri iki gruba ayrılıp bir gruptan MTS diğer gruptan ise problem çözme süreçleri ile STEM çalışmaları yürütmeleri istenmiştir. Bu kapsamda 12 ders saatlik toplamda 6 hafta süren “Mousetrap” isimli STEM çalışması yürütülmüş. İki grupla da etkinlik öncesi ve sonrası öğretmen adaylarının MTS ile ilgili bilişsel algıları incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmenlerin tasarım düşünme şemalarında özellikle problem netleştirme, prototip yapma, esnek çözümleme yeteneklerinde gelişim gözlemlenmiştir. Çalışma aynı zamanda hizmet öncesi öğretmenlerin pedagojik eğitime bu tarzda etkinlik temelli derslerin eklenmesi öğretmen adaylarının tasarım düşünme yeteneklerinin gelişmesinde etkili olacağını göstermiştir.

Robotik

Robotik, robotların tasarımı, üretimi ve kullanımı ile ilgilenen çok disiplinli bir bilim dalıdır. Makine mühendisliği, uçak mühendisliği, uzay mühendisliği, elektronik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, mekatronik mühendisliği ve kontrol mühendisliği dallarının ortak çalışma alanıdır.

Son 10 yıldır robotiğin gerek öğretmenler gerek araştırmacılar tarafından eğitimsel gücü görülmeye başlanmıştır. Özellikle robotik öğrencilerin okul öncesinden liseye kadar hem sosyal hem de bilişsel kabiliyetlerin gelişimini sağlaması ve bunlarla birlikte STEM eğitimini desteklemek için güçlü bir araç olarak görülmektedir (Alimisis, 2013). Ayrıca robotik öğrencilerin mühendisliğe ilgilerini artırtmak için eşsiz bir teknolojik platformdur. Okul yıllarında temel mühendislik yeteneklerini kazanmak için

robotik eğitimi almak gelecek yıllarda karşılaşılabilecek kompleks problemlerin üstesinden gelmekte önemli bir argümandır (Sullivan & Bers, 2018).

Yine robotik öğrencilerin fen kavramları ve mühendisliği anlamaları için kuvvetli bir yoldur (Maxwell, Fogarty, Gibbens, Noble, Kist, ve Midgley, 2013). Fen öğretmenlerinin mühendislik eğitimi vermelerinde kaliteli içerik oluşturabilmeleri için robotik ve 3B tasarım platformu kuşkusuz çok etkili bir araçtır.

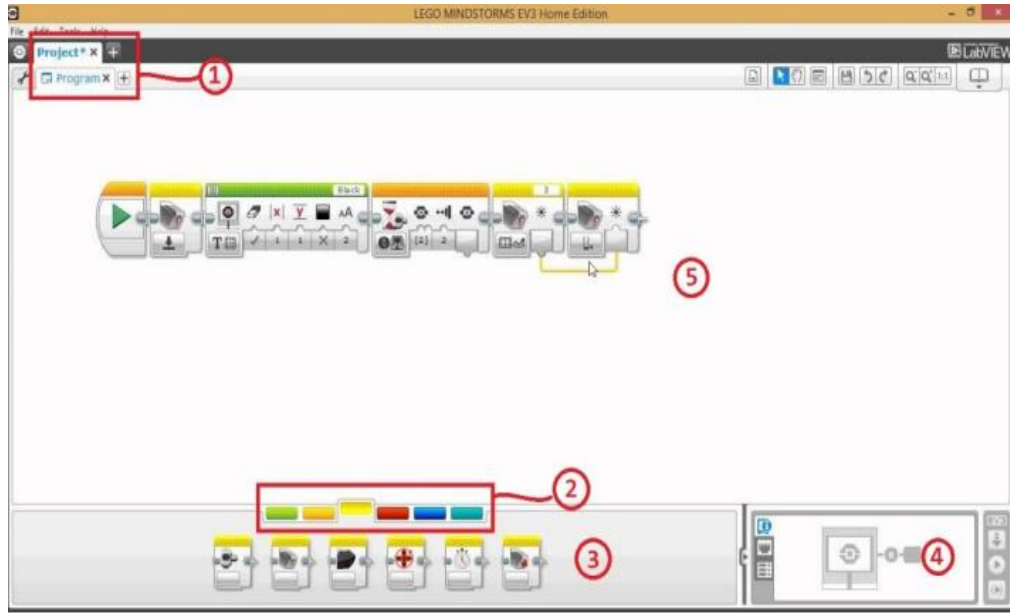
Robotik ile ilgili çalışılan birçok görsel programlama ve yazılım vardır. Bunlardan bazıları Lego Mindstorm, Makeblock, Arduino ve ülkemizden Robotsan İdea'dır.

Lego Mindstorm

Lego Mindstorm dünya genelinde en yaygın ve eski robotik kit ve kendi programlama arayüzüne sahiptir. Programlama esnasında blok tabanlı programlamaya izin veren görsel arayüze de sahiptir. Şekil 6 ve Şekil 7'de örnek bir Lego Mindstorm robotik kiti ve kodlama ara yüzü sunulmuştur.



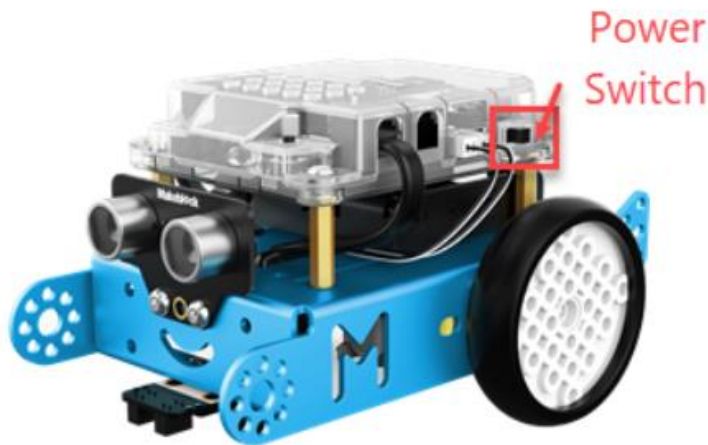
Şekil 6. Lego Mindstorm robotik kodlama kiti



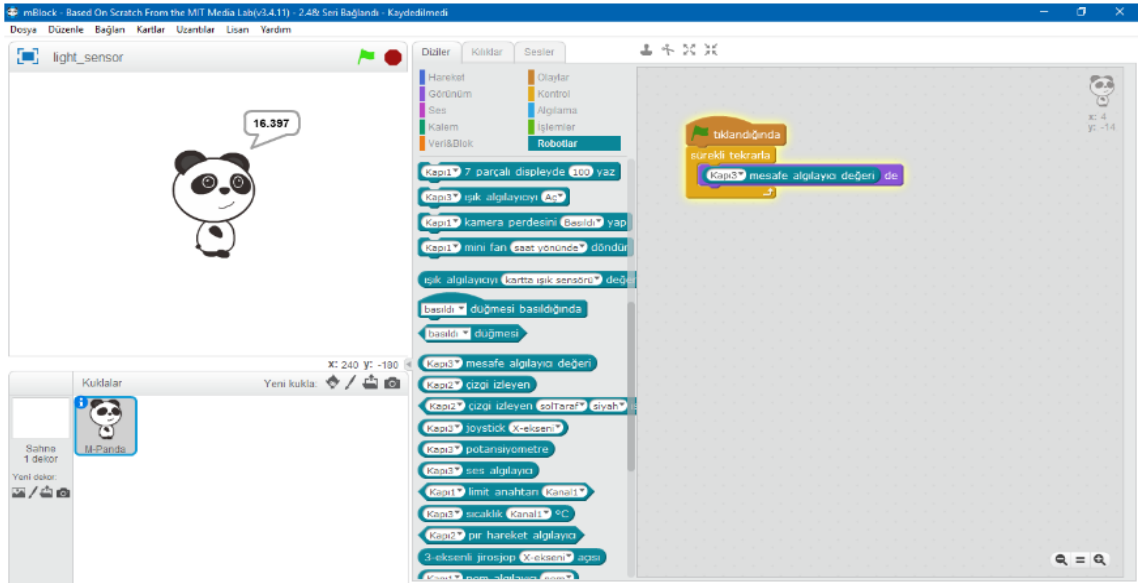
Şekil 7. Lego Mindstorm Görsel Programlama Arayüzü

Makeblock

Makeblock dünya genelinde küçük yaş grubu çocukların eğitiminde trend olan firmalardan biridir. Yine kendi adında bir görsel programlama arayüzüne sahiptir. Makeblock kodlamada oldukça basit bir arayüze sahip olup blok tabanlı programlama kullanmaktadır. Şekil 8 ve Şekil 9’da örnek Makeblock firmasının Mbot robot kiti sunulmuştur.



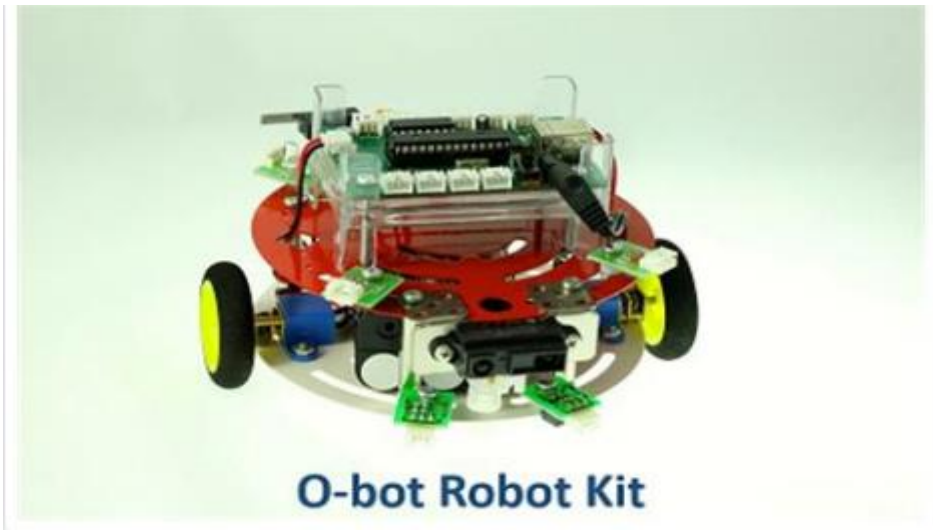
Şekil 8. Makeblock Firmasına Ait Mbot Robot Kiti



Şekil 9. Makeblock Blok Tabanlı Kodlama Arayüzü

Robotsan O-bot İdea

Ülkemizden de eğitsel robotik alanında örnekler görmek mümkündür. Robotsan firmasına O-bot robotik kiti görsel ve blok tabanlı programlamaya güzel bir örnektir. Özellikle Türkçe arayüzlü, firmanın kendisine ait, ücretsiz bir yazılım vardır. Robotsan firmasının O-Bot robotik kiti Şekil 10'da sunulmuştur.



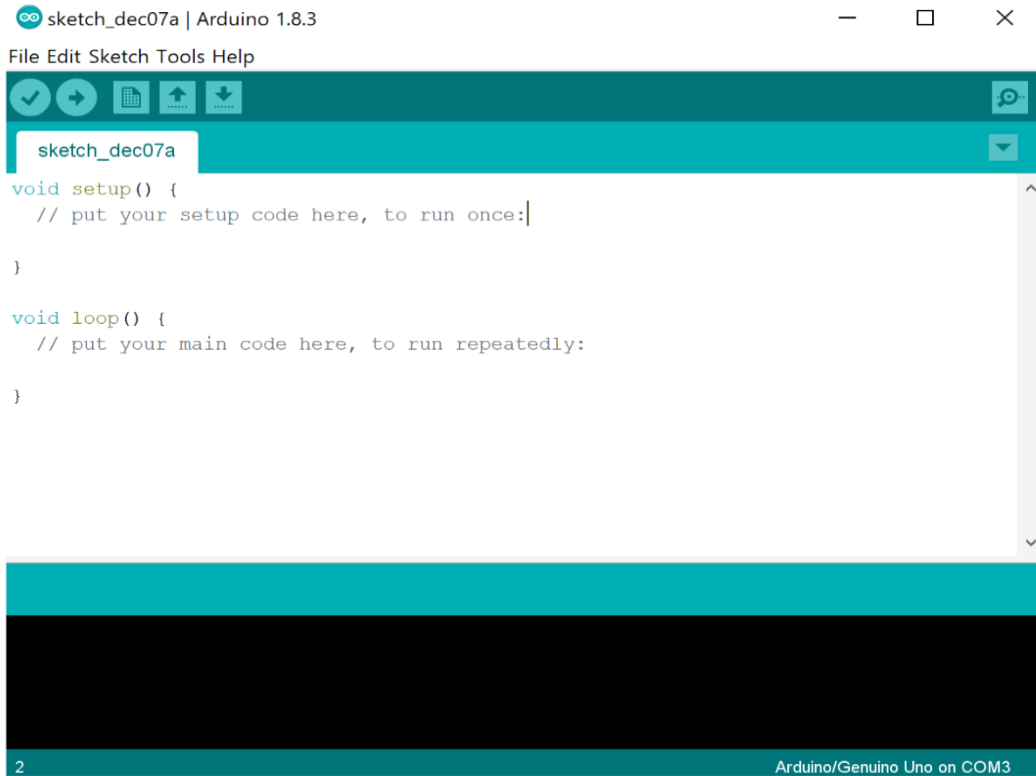
Şekil 10. Robotsan Firmasının O-Bot Robotik Kiti

Arduino IDE

Eğitsel robotik alanında ilk girişim Lego ile başlasa da dünya ve ülkemizde en hızlı trende ve kullanıcıya sahip Arduino robotik platformudur. Arduino özellikle açık kaynak çalışmasıyla üniversiteden ilkokula kadar, hobi ve ticari alanda birçok kullanıcıya sahiptir. Özellikle geliştiriciler için kaynak genişliği ve ucuzluk Arduino platformunun dünya üzerindeki yayılım hızını büyük ölçüde arttırmıştır. Şekil 11 ve Şekil 12’ de örnek bir Arduino kodlama kartı ve programlama arayüzü sunulmuştur.



Şekil 11. Arduino Uno Robotik Kontrol Kartı



Şekil 12. Arduino Ide Robotik Programlama Arayüzü

Robotik Destekli Fen Eğitimi ile İlgili Çalışmalar

Yurt dışında robotik destekli fen eğitimi ile ilgili birçok çalışma yayınlanmıştır. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmaların çoğunluğu STEM eğitiminde LEGO Mindstorm eğitim kitleri ile gerçekleştirilmiştir. Diğerleri ise son yıllarda trend olan Arduino robotik kitle, Visual Programming (Görsel programlama) örnek kitleleri veya blok tabanlı (Makeblock vb.) kitlelerinin fen konularına uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde robotik destekli fen eğitimi ile ilgili çalışma sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalarda yurt dışında olduğu gibi ilk örneklerin çoğunluğu LEGO Mindstorm eğitim kitleri ile gerçekleştirilmiştir.

Bers, Ponte, Juelich, Viera, ve Schenker, (2002) tarafından yapılan çalışmada erken dönem çocuk eğitiminde yapısalci teknoloji eğitiminin robotikle gerçekleştirilmesi amaçlamışlardır. Yazarlar bu makalede yapısalci yaklaşımın dört basamağının teknoloji eğitimine nasıl uygulanacağını göstermeye çalışmışlardır. Bu çalışmada anasınıf öğretmenleri Lego Mindstorms ve ROBOLAB etkinlikleri ile öğrencilerin keşfetme, yeni kavramları ve düşünme tarzlarını öğrenmelerini hedeflemişlerdir. Sonuç olarak araştırmacı bu makalede erken çocukluk döneminde teknoloji eğitiminin yapısalci yaklaşımla nasıl gerçekleştirileceğine dair örnek çalışma sunduğunu belirtmiştir.

Bers ve Portsmore (2005) tarafından yapılan çalışmada anasınıfı öğretmen adayları ve mühendislik öğrencilerinin ortak çalıştıkları bir çalışma yapmıştır. Çalışmada mühendislik tasarım süreçleri ve robotik kullanılan etkinlikler vasıtasıyla fen, matematik ve teknoloji alanındaki öğretim programını uygulama, geliştirme ve değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu çalışma daha sonra diğer üniversite ve kurumlarda yaygınlaştırılması planlanan mühendislik ve robotik temelli fen, matematik ve mühendislik eğitimi hakkında dikkate değer veriler sunduğunu belirtmişlerdir.

Koç ve Büyük (2012) tarafından yapılan çalışmada robotik destekli fen eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve fen motivasyonu üzerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmacı çalışmada iki ayrı grup oluşturup bir grupta kuvvet ve hareket ünitesi öğretim programı etkinlikleri diğerinde ise LEGO Mindstorm robotik kiti ile farklı etkinlikler düzenlemiştir. Çalışma sonunda deney grubu öğrencilerine yönelik olarak bilimsel süreç becerileri ve fen motivasyonunda artış gözlemlemişlerdir.

Jaipal-Jamani ve Angeli (2017) çalışmalarında K-12 ve STEM eğitimi geliştirecek itici gücün öğretmenler olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda öğretmenlerin STEM eğitimi nasıl gerçekleştirdiklerinin araştırılmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada robotik odaklı fen eğitimi ile hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin özyeterlilik, fen kavramlarını anlama ve algoritmik düşünce yeteneklerinin nasıl değiştiğinin test edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda öğretmenlerin çalışma öncesine göre öz yeterliliklerinde, algoritmik düşünme, yazma ve hata ayıklama yeteneklerinde artış gözlemlemişlerdir. Ayrıca bulgulara göre robotiğin fen kavramlarını anlamayı geliştirmede önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.

Çömek ve Avcı (2016) robotik tabanlı fen öğretimi uygulamaları hakkında fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri ile ilgili kongre sunumu yapmışlardır. Bu çalışmada İstanbul'da bulunup robotik destekli fen etkinliklerini derslerinde kullanan 10 adet fen öğretmenin görüşlerine başvurmuşlardır. Sonuç olarak araştırmacılar fen eğitiminde robotik uygulamaların derse katılım, motivasyon ve akademik başarı noktalarında katkı yaptığını belirtmişlerdir.

Silik (2016) tarafından yapılan çalışmada üniversite hizmet öncesi fen bilimleri öğretmen adayları ile Lego öğrenme ortamı oluşturarak ve bu ortamın öğretmen adaylarının problem çözme becerileri üzerine etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak araştırmacı fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinde olumlu yönde bir farklılaşma olduğunu bildirmiştir.

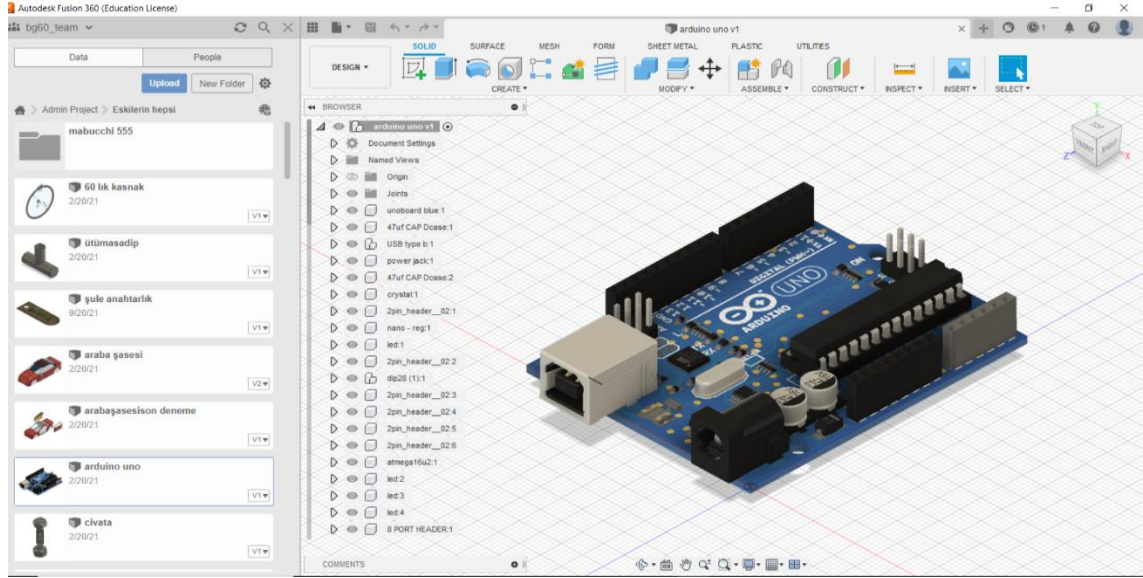
Sullivan ve Bers (2018) tarafından yapılan çalışmada dünya üzerinde mühendislik ve teknoloji eğitimine olan eğilimden bahsetmiş ve Singapur'da okulöncesi eğitim kurumlarında uygulanan Dans Eden Robotlar öğretim programını incelemeye almıştır. Dünya çapında STEM e yönelik eğilimin okul öncesi dönemde uygulanmasına dair Singapur'dan bir örnek göstererek ve Singapur'da okul öncesi öğrencileri için geliştirilen KİBO öğretim programının uygulaması esnasında öğrencilerde programlama ve mühendislik yeteneklerinin nasıl geliştiğini göstermek ve bu uygulama hakkında öğretmen görüşlerini yansıtmak amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar erken yaşlarda robotik kitlerle mühendislik uygulamalarına başlamanın gelecek yıllardaki kompleks problemlerle baş etmede önemli bir unsur olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca çalışma sonucunda mühendislik programları ve etkinlikler geliştirmenin yanı sıra nitelikli öğretmen desteğinin çok önemli olduğu vurgulanmıştır.

Kırtay (2019) tarafından yapılan çalışmada robotik uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve motivasyonlarına üzerine etkisini incelenmiştir. Çalışmada 10 hafta süren LEGO Mindstorm robotik kiti ile etkinlikler yapılmıştır. Çalışma sonucunda öğrenci motivasyon seviyesinde deney ve kontrol grubunda farklılık gözlemlenmemiş olup, bilimsel süreç becerilerinde deney grubu yönünde pozitif sonuç almıştır.

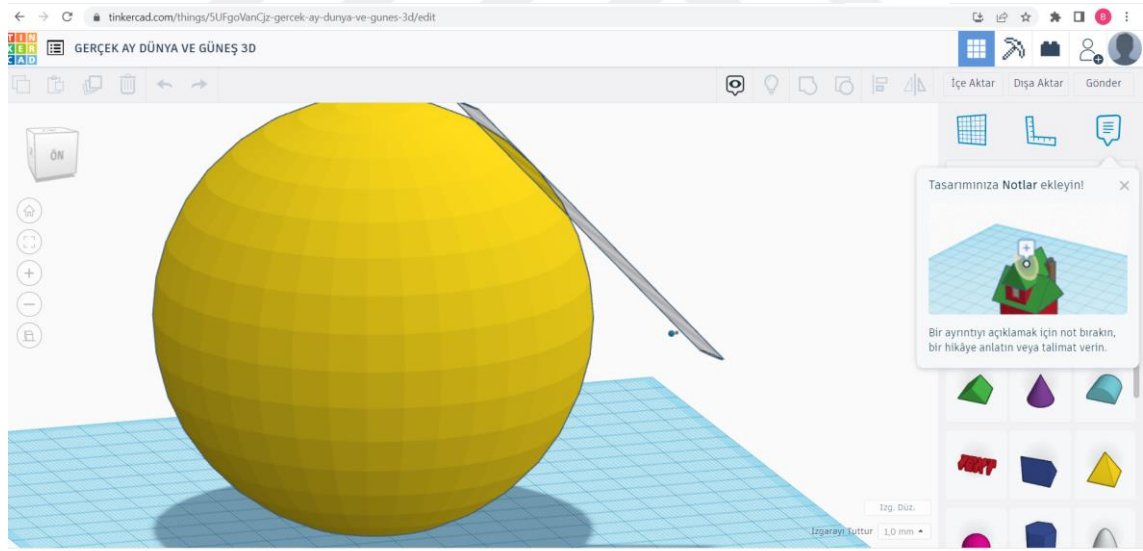
Güven (2020) tarafından yapılan çalışmada 5. sınıf fen konularında Arduino destekli robotik kodlama etkinliklerinin öğrencilerin teknoloji kullanımına ve fene yönelik tutumları üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca etkinlikler hakkında öğrenci görüşlerini incelemiştir. Çalışmaya 5. sınıfta okuyan 11 öğrenci katılmış. Çalışma okul dışı etkinlik olarak haftada 2 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma iki hafta veri toplama, dört hafta kodlama eğitimi ve beş hafta ana etkinliğin gerçekleştirilmesi ile 11 hafta sürmüştür. Araştırma sonucunda araştırmacı robotik destekli fen etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimleri dersine olumlu tutum geliştirmeyi artırdığı tespit etmiştir. Ayrıca öğrenci görüşlerine göre robotik kodlama ile gerçekleştirilen etkinliklerin eğlenceli ve günlük hayatta çeşitli sorunları çözmede yardımcı olacağı ifade edilmiştir.

3B Tasarım

3B tasarım, nesnelerin istediğimiz boyutta tasarım programları aracılığıyla üç boyutlu matematiksel ifadesini oluşturma sürecidir. Bu alanda kullanılan birçok tasarım programı vardır. Fusion 360, Tinkercad, Solidworks, 123D, 3DSMAX, Blender gibi programları bu alanda kullanılmaktadır. Şekil 12 ve Şekil 13’de örnek tasarım programları verilmiştir.



Şekil 13. Fusion 360 Programından Arduino Uno Tasarım Ekran Görüntüsü



Şekil 14. Tinkercad Programından Güneş Sistemi Ekran Görüntüsü

3B tasarım öğrencilerin fene olan ilgilerini arttırmak için eşsiz bir araçtır. 3B tasarım ve baskı teknolojisi fen, mühendislik ve teknoloji kavramlarını birbirine bağlayan güçlü bir araçtır (Novak, Wisdom, 2018). Novak ve Wisdom (2018) göre 3B baskı teknolojisi mühendislik, teknoloji ve fen kavramlarını birbirine bağlayabilen güçlü bir eğitim aracıdır.

3B Tasarım Destekli Fen eğitimi ile İlgili Çalışmalar

3d tasarımın fen eğitiminde kullanımı ile ilgili makale ve çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Eğitimde yeni gelişen teknoloji ve STEM eğitimi gibi uygulamalar bu alandaki araştırma sayılarını da arttırmaktadır. Yapılan çalışmaların geneli Tinkercad programı ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bahsedilen modelleme çalışmalarının haricinde 3B yazıcı ile hazır tasarım ürünlerinin kullanımı ve digital materyal kullanma hakkında çalışmalarda yürütülmüştür.

Yüksel (2015) tarafından yapılan çalışmada üretim ve tasarım süreçlerinin anasınıfı öğrencilerinin bilişime yönelik algıları üzerinde etkisi çalışılmıştır. Bu çalışmada öğrencilere Tinkercad programı ile tasarım yaptırılmıştır. Daha sonra 3B yazıcıdan çıktılar alınmıştır. Çalışma sonunda araştırmacı öğrencilerin bilişime yönelik algılarında ve derse olan ilgilerinde olumlu artış olduğunu gözlemlemiştir.

Chien (2017) tarafından yapılan çalışmada lise öğrencileri ile gerçekleştirilen 3D tasarım destekli Dragster CO2 isimli STEM etkinliğinin öğrencilerin yaratıcılık, tahmin doğruluğu ve öğrenme farklılıkları üzerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda öğrenciler iki gruba ayrılarak yarış arabaları tasarımları istenmiş bir grup el yapımı, diğer grup ise 123D 3B tasarım programı yardımıyla çalışmalarını yürütmüşlerdir. Çalışmada 3B tasarım programı kullanan grup daha yenilikçi tasarımlar yaptıkları, sonuca yönelik daha etkili tahminlerde bulundukları görülmüştür. Araştırmada iki grup arasında öğrenme performansında önemli bir fark görülmemiştir.

Bicer, Capraro, Barroso, Capraro, Lee (2017) tarafından yapılan çalışmada 3B tasarımın öğrencilerin düşünme kabiliyetleri ve problem çözme becerileri gelişimindeki etkilerinden bahsetmişlerdir. Araştırmacılar 3B tasarım teknolojisini 2000'li yılların başından beri var olduğu fakat 3B baskı ve tasarım teknolojisini ucuzlaması ile yaygınlaşmaya başladığını belirtmişler. 3B tasarım ve baskının öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerileri ve yaratıcılığı üzerindeki etkisine ilişkin araştırmalar sınırlı olduğundan bahsedip bu bağlamda çalışmanın amacını sunmuşlardır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin problem çözme becerileri ve yaratıcılığı üzerinde çarpıcı değişiklikler gözlemlemiştir. Araştırmacılar, öğrencilerinin STEM kariyerlerinde başarılı olmasını isteyen öğretmenlere, 3B tasarımla problem çözmeye dayalı STEM aktivitelerini sınıflarına dahil etmelerini önermektedirler.

Novak ve Wisdom (2018) tarafından yapılan çalışmada hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin 3B Baskı Bilimi Projesine dahil edildiği bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada nesnelerin nasıl yüzdüğü veya battığı üzerine bir bilim deneyi modellenmiştir. Bunun için 3B baskı tekneler kullanılmıştır. Çalışmanın amacı işbirlikçilik, 3B baskı ve sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimlerinin öğretmen adaylarının fen öğretimi hakkında özyeterlik, fen kaygılarını, bilime olan ilgi, K-3 teknolojisi ve mühendislik eğitiminde algılanan yeterliliği nasıl etkilediğini keşfetmektir. Çalışma sonucunda sınıf öğretmenliği adaylarının fen öğretme endişe seviyelerinde düşüş, fen öğretme yeterliliklerinde, fene olan ilgilerinde ve K-3 teknoloji ve mühendislik tasarım fen standartları yeterlilikleri ile ilgili algılarında pozitif yönlü artış gözlemlenmiştir.

Novak (2019) tarafından yapılan çalışmada 3B tasarım teknolojisinin eğitim alanında kullanımı ile ilgili olarak öğretmenlerin eğitilmesinden bahsetmiştir. Bu alanda öğretmenler için Avustralya da yapılan çalışmalarla ilgili literatür araştırılmıştır. Sonuç olarak çalışma 3B tasarımın öğretim programı içeriği olarak nasıl kullanılacağına ilişkin kıt literatüre katkıda bulunmuştur. Ayrıca 3B baskı teknolojisinin öğretmen eğitiminin yanı sıra örgün bilim müfredatına entegre edilebilirliği ve hizmet öncesi ilköğretimde kullanımına ışık tutmuştur.

Atasoy, Yüksel, Özdemir (2019) tarafından yapılan çalışmada araştırmacılar Hackidhon etkinlikleri ile 3B tasarım uygulamalarının farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin uzamsal becerileri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın etkinlik sürecinde tasarım programı olarak Tinkercad programını kullanılmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar öğrencilerin uzamsal becerilerinde olumlu yönde artış saptamışlardır.

Yüksel, Çetin, Berikan (2019) tarafından yapılan çalışmada araştırmacılar 3B modelleme eğitiminin öğrenciler açısından etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu bağlamda Lüleburgaz Belediyesi bünyesinde açılan kurslarda farklı yaş gruplarındaki öğrencilerle Tinkercad programı eğitimi ile farklı seviyelerdeki tasarım problemlerine çözüm aramışlardır. Çalışmanın sonucu olarak öğrencilerde tasarım beceri gelişmesinde artış görülmüştür. Ayrıca öğrenciler çalışma ile STEM meslekleri arasında ilişki kurduklarını gösteren yanıtlar vermişlerdir.

Avinal (2019) tarafından yapılan çalışmada araştırmacı üç boyutlu yazıcılar ile ilgili yapılan çalışmaların azlığından bahsederek, 3B yazıcı ile geliştirilen etkinliklerin 6. sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretimine etkisinin incelenmesi ve 3B tasarım teknolojisi hakkında öğrencilerin görüşleri hakkında çalışmıştır. Araştırmacı yaptığı çalışmada deney grubu öğrencileri lehinde başarı artışı ve takım çalışma becerisinde artış tespit etmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencileri üç boyutlu yazıcı kullanılan geçen derslerin daha zevkli olduğundan bahsetmişlerdir.

Cheng, Antonenko, Ritzhaupt, Dawson, Miller, MacFadden, Ziegler (2020) tarafından yapılan çalışmada K-12 eğitiminde, gelişen bir teknoloji olarak 3D baskının, eğitimciler ve araştırmacılar tarafından büyük ilgi gördüğünü belirtmişlerdir. Bununla birlikte, K-12 müfredatında anlamlı 3D baskı entegrasyonu hala az olduğu ve öğretmenlerin inançları ve fen sınıflarındaki entegrasyonun öğrenci motivasyonunu nasıl etkileyebileceği hakkında çok az şey bilindiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada araştırmacılar, öğretmenlerin inançlarının ve fen sınıflarında 3D baskı entegrasyonunun öğrencilerin akademik deneyimleri ve gelecekteki kariyerleri için gerekli olan STEM motivasyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar çalışma örneklemini olarak, ABD'de 6 eyalette 26 öğretmen ve paleontoloji bağlamında 3D baskı kullanarak STEM öğrenimi yapan 1.501 öğrenciyi dahil etmişlerdir. Çalışma sonunda öğretmenlerin inançlarında anlamlı bir değişim gözlenmezken, derslere 3B tasarım odaklı STEM etkinlikleri entegrasyonunun öğrencilerin matematik motivasyonunu olumlu etkilediğini gözlemlemişlerdir.

Aslan, Durukan, Batman (2021) tarafından yapılan çalışmada araştırmacılar 3B modelleme kullanımı ve alandaki eğitim ihtiyacı ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Çalışmada kendi 3B modellemelerini derste kullanım ile ilgili yapılan araştırmada öğretmenlerin %97'si kendi modellemelerini kullanmadığı belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmenlerin digital tasarım ve baskı teknolojileri ile ilgili hizmet içi eğitime ihtiyaç duyduklarına vurgu yapılmıştır.

Karaismailoğlu (2022) tarafından yapılan çalışmada pandemi nedenli uzaktan eğitim Biyoloji 3 dersinde Tinkercad 3B modelleme programı kullanılmasıyla fen bilimleri öğretmen adaylarının akademik başarıları, uzamsal yetenekleri ve modelleme ile ilgili görüşlerinin incelenmesi amaçlamıştır. Bu doğrultuda 3B modelleme öğrenmek

için n çalışmalar yapmışlar. Daha sonra ise genetik materyallerin (DNA vb.) 3B modellemesini gerçekleştirmişlerdir.



YÖNTEM

Çalışmanın bu kısmında araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama süreçleri ve verilerin analizi bulunmaktadır.

Araştırma Modeli

Araştırmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması sınırlı bir sistemin nasıl işlediği hakkında bilgi edinmek amaçlı çoklu veri toplama araçları kullanılarak o sistemin derinlemesine araştırılmasını sağlayan sistematik bir yaklaşımdır (Chmiliar, 2010). Durum çalışması bir olgunun gerçek yaşam ortamı içinde çalışıldığında gerçek yaşam ve olgu arasındaki sınırlar tam olarak ayırlamadığı zaman çalışılan görgül bir araştırma yöntemidir (Yin, 1984). Bu araştırmada FMGU eğitiminde 3B tasarım ve robotik destekli mühendislik tasarım süreçleri etkinliği 5. Sınıf öğrencileri ile ders dışı ortamda belirli bir süre içinde çalışılarak gerçek bir durum olan öğretim programı içeriği olarak gerçekleştirmeye çalışılmıştır. Davey (1990) durum çalışması hakkında araştırma sonuçlarına göre olayın neden o şekilde gerçekleştiği ve gelecek çalışmalarda nelere dikkat edilmesi gerektiği hakkındaki bilgileri ortaya koyduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada FMGU eğitiminde kullanılacak etkinliğin öğretmen ve öğrenciler açısından bir değerlendirmesi ele alınırken gelecek uygulayıcılara yol göstereceği düşünülmektedir. Bu bağlamda durum çalışması deseni bu araştırma için en uygun metot olarak görülmektedir.

Çalışma Grubu

Çalışma grubu 2021-2022 öğretim yılında Orta Karadeniz'in iç bölgesinde bulunan bir ilçede ortaokul 5. sınıfta eğitim gören 16 öğrenciden (9 erkek, 7 kız) oluşmaktadır. Ayrıca çalışmaya gönüllü olarak etkinlik süresince 3 tane fen bilimleri öğretmeni (3 erkek) katılmıştır. Durum çalışması deseninde derinlemesine ve ayrıntılı bilgi edinmek amaçlı çalışma gruplarının büyüklüğü az olarak tercih edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Çalışmada bulunan öğrenci grubu etkinlikte kullanılan üniteye uygunluk ve kolay ulaşılabilirlik açısından tercih edilmiştir. Çalışmada bulunan öğrenci ve öğretmen gruplarını temsil etmek amaçlı isim değişikliğine gidilmiş ve farklı kod adlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan öğrenci kod adları Ahmet, Ayşe, Ali, Mesut, Derya, Ela, Tarık, Erdem, Meryem, Özkan, Selim, Şenay, Yakup, Yasemin,

Zeynep, Zehra' dan oluşmaktadır. Çalışmaya katılan öğrenciler çalışma öncesinde MTS, 3B tasarım ve robotik ile ilgili herhangi bir ders almamışlardır. Öğrenciler tasarım ve kodlama eğitimi süresince ikili ve etkinlik esnasında ise dörtlü takım çalışması yapmışlardır. Çalışmada öğrencilerin ise yüzleri emoji resimler ile gizlenmiştir.

Çalışmaya katılan öğrenciler araştırmacının kendi çalıştığı okulun 5. Sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Sınıfın çoğunluğu gönüllülük esasına dayanarak çalışmaya katılmıştır. Çalışmanın gerçekleştirildiği öğrenci grubu ve okul genel olarak dezavantajlı öğrencilerden oluşmaktadır. Okul çevresi iş imkânı ve farklı sosyal durumlar kaynaklı olarak yakın kasaba ve köylerden göç eden ailelerden oluşmaktadır. Bundan dolayı öğrencilerin çoğunluğu sosyoekonomik durumu düşük olan öğrencilerden oluşmaktadır. Sınıf başarı seviyesi olarak orta seviyede bir sınıftır. Başarı durumu olarak sınıfın çoğunluğu orta seviyede öğrenciler çoğunluğu oluşmaktadır. Çok başarılı ve aşırı kötü seviyedeki öğrenciler sınıfta sayı olarak azınlığı oluşturmaktadır. Çalışma içinde yalnızca dört öğrenci sosyoekonomik olarak diğer öğrencilerden pozitif yönde farklılaşmaktadır.

Ahmet 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım seviyesi iyi durumdadır. Akademik başarısı orta seviyede bir öğrencidir.

Ayşe 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı iyi bir öğrencidir.

Ali 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım seviyesi iyi durumdadır. Akademik başarısı iyi seviyede bir öğrencidir.

Mesut 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı orta seviyede bir öğrencidir.

Derya 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı iyi seviyede bir öğrencidir.

Ela 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı iyi seviyede bir öğrencidir.

Tarık 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım seviyesi iyi durumdadır. Akademik başarısı çok iyi seviyede bir öğrencidir.

Erdem 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı orta seviyede bir öğrencidir.

Meryem 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı orta seviyede bir öğrencidir.

Özkan 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı orta seviyede bir öğrencidir.

Selim 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı kötü seviyede bir öğrencidir.

Şenay 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı iyi seviyede bir öğrencidir.

Yakup 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı orta seviyede bir öğrencidir.

Yasemin 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı orta seviyede bir öğrencidir.

Zeynep 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmamaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı orta seviyede bir öğrencidir.

Zeynep 5. sınıf öğrencisidir. Evinde bilgisayar bulunmaktadır. Daha önce herhangi bir tasarım ve kodlama bilgisi bulunmamaktadır. Temel bilgisayar kullanım bilgisi iyi durumda değildir. Akademik başarısı iyi seviyede bir öğrencidir.

Çalışmaya katılan öğretmenler ise gönüllülük, alan bilgisi ve iş tecrübesi açısından tercih edilmiştir. Çalışmadaki öğretmen grubunda bulunan 3 fen bilgisi öğretmeninden bir tanesi diğerlerinden farklılaşarak daha önce Deneyap atölyelerinde tasarım eğitimi vermiş olup çalışmada kullanılan tasarım ve üretim yöntemlerinde tecrübe sahibidir. Öğretmen grubunun kod adları Ahmet öğretmen, Oğuz öğretmen, Servet Öğretmen olarak oluşturulmuştur.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama araçları olarak etkinlik öncesi ve sonrası yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formları, öğrenciler tarafından bir mühendisin çalışma sürecinin çizildiği resimler ve etkinlik süresince öğretmenlerin her hafta kullandıkları öğretmen günlükleri kullanılmıştır.

Öğrenci Görüşme Formları

Yarı yapılandırılmış görüşme formları araştırmacıya veri toplama esnasında özgürlük tanıyan veri toplama araçlarıdır. Görüşmeci hem daha önceden hazırlamış olduğu soruları sorma hem de görüşmenin gidişata göre ek bilgiler elde etme amaçlı farklı sorular sorma esnekliğine sahiptir. Genellikle sohbet şeklinde gelişen bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu çalışmada kullanılan görüşme formları uzman görüşleri alınarak hazırlanmıştır. Uzmanlardan bir tanesi fen eğitiminde çalışan araştırmacı diğeri ise bir devlet okulunda çalışan Türkçe öğretmendir. Görüşme formunda öğrencilere 3B tasarım ve robotik destekli MTS etkinliği ve mühendislik süreçleri ile ilgili görüşlerini belirtecekleri açık uçlu sorular sorulmuştur. Etkinlik öncesi ve sonrası yapılan görüşmede öğrencilerin mühendislik ve mühendislik süreçleri hakkındaki görüşlerini ifade edecekleri 4 açık uçlu soru sorulmuştur. Etkinlik sonrası görüşmelerde ek olarak öğrencilere etkinlikte 3B tasarım ve robotik araçlarının kullanımı hakkındaki görüşlerini almak için 2 soru daha eklenerek toplam 6 açık uçlu soru sorulmuştur. Sorular hazırlanırken soruların anlaşılabilirliğine ve kısa olmasına dikkat edilmiştir. Görüşme formundaki sorular bir öğrenciye önceden uygulanmış ve yanlış anlamaya sebep olan

sorular düzeltilmiştir. Çalışmada görüşme yapılmadan önce ses kaydı alınacağı hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmada kullanılan öğrenci görüşme formları Ek.1’de sunulmuştur.

Mühendislik Süreç Çizimleri

Bu veri toplama aracında öğrencilerin sahip oldukları mühendislik ve mühendislik tasarım süreçlerine ait bilgileri ile ilgili daha derinlemesine veri toplamak amaçlı öğrencilere mühendislerin çalışma süreçleri ile ilgili çizim yapmaları istenmektedir. Mühendislik süreç çizimleri çalışma esnasında etkinlik öncesi ve etkinlik sonrası birer defa yapılmak üzere planlanmıştır.

Öğretmen Günlükleri

Çalışmada öğretmenlerin etkinlik ve etkinlik içinde kullanılan 3B tasarım ve robotik hakkındaki görüşlerini elde etmek için açık uçlu sorular hazırlanmıştır. Çalışmada günlük kullanılmasının amacı süreç içinde elde edilecek verilerin unutma vb. etmenlerle veri kaybına maruz kalmamaktır. Böylelikle çalışmanın 4 haftalık etkinlik süreci boyunca devamlı bir şekilde veri akışı elde dileyebileceği düşünülmüştür. Öğretmen günlüklerinde açık uçlu 4 soru yer almaktadır. Sorularla çalışma ve içinde kullanılan mühendislik araçlarının öğrenci seviyesine uygunluğu, FMGU eğitimine yaptığı katkı, etkinliğin eksik noktaları ve böyle bir etkinliğin öğretim programı içeriği olması durumunda var olacak ihtiyaçlara dair öğretmen görüşleri alınmaya çalışılmaktadır. Çalışmada kullanılan öğretmen günlükleri Ek.3’de sunulmuştur.

Etkinlik Uygulama Süreci

Çalışma ders dışı etkinlik olarak halk eğitim kursu olarak gerçekleştirilmiştir. Kurs 72 saatlik bir uygulama süresine sahiptir. Çalışma bir bilim sanat merkezinin bilişim ve robotik kodlama atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kurs içeriği olarak 5. sınıf fen bilimleri dersi sürtünme kuvveti konusu ile ilişik olarak “*Kışlık Lastik Tasarlayalım!*” adındaki mühendislik problem durumunu tasarlanmıştır. Bu çalışmada hazırlanan içerik MTS eğitimsel taslağına uygun olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için tasarım ve test süreçlerinde Fusion 360 tasarım programı ve Arduino IDE programlama aracı kullanılmıştır. Öğrencilerin daha önceden herhangi bir kodlama ve tasarım eğitimi almamış olmaları etkinlik açısından bir alt bağımlılık olarak

değerlendirilmiştir. Çalışmada tasarım yapma ve kodlama ile ilgili çalışmaların yapılabilmesi için bu alt bağımlılıkların giderilmesi gerekmektedir.

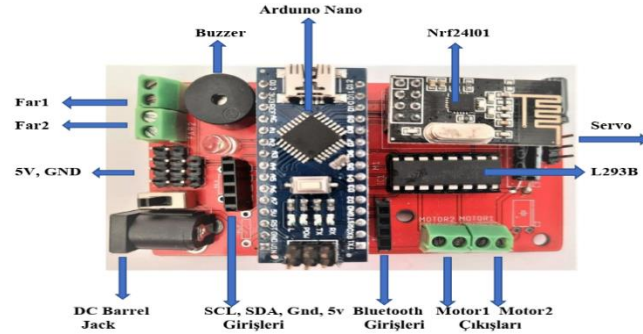
Bu bağlamda çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın uygulanması esnasındaki gerekli olan aşamalar ve ayrılan zaman dilimleri yanlarında gösterilmiştir. Çalışmanın ilk iki aşamasında çalışmada kullanılacak olan 3B tasarım ve robotik kodlama uygulamalarının eğitimi yapılmıştır. Çalışmanın son dört haftalık süreci ise fen bilimleri öğretim programında FMGU eğitimine ayrılan bir aylık süre içinde gerçekleştirilmiştir. Bu süre 2018 öğretim programında bir ay olarak ayrılmasına rağmen yeni yayınlanan fen bilimleri ders kitaplarında bu süre konu sonlarında birer haftalık süreler veya ev ödevleri şeklinde gerçekleştirilmektedir.

1. Aşama: Arduino robotik kodlama eğitimi 4 hafta (Her hafta 6 ders saati)
2. Aşama: Fusion 360 programı ile 3B tasarım eğitimi 4 hafta (Her hafta 6 ders saati)
3. Aşama: Sürtünme Kuvveti ile ilgili: “*Kışlık Lastik Tasarlayalım!*” etkinliği 4 hafta (Her hafta 4 ders saati)

Çalışma toplamda 12 haftalık bir süreçte gerçekleştirilmiş olup 8 hafta ön hazırlık, son 4 haftada yani öğretim programında Mayıs ayının son iki ve haziran ayının ilk iki haftasında yapılması gereken FMUG eğitimi esnasında yapılması planlanmıştır.

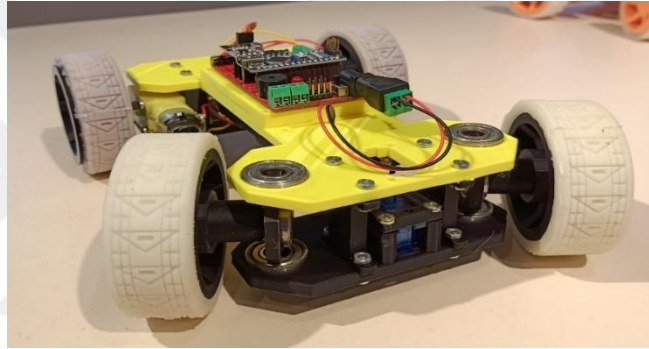
Arduino robotik kodlama eğitimi

Çalışmanın bu kısmında öğrenciler daha önceden herhangi bir robotik kodlama eğitimi almadıklarından dolayı öğrencilerin bu alandaki eksiklikleri giderilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda katılımcı öğrencilere 4 hafta 6’şar saatlik robotik kodlama eğitimi verilmiştir. Robotik kodlama alanında birçok kodlama platformu bulunmaktadır. Çalışmada uygulama örneklerinin yaygınlığı ve maliyet noktasında ulaşılabilirliği en uygun platform olan Arduino robotik kodlama platformu tercih edilmiştir. Çalışma öncesinde öğrencilerin kablolu işleri ile zaman kaybetmemeleri ve elektronik modellemelerin kolaylaştırılması amaçlı Eagle programı aracılığı ile MtsBot kodlama kartı tasarım edilmiştir. Mtsbot kodlama kartı Şekil 15’de gösterilmiştir.



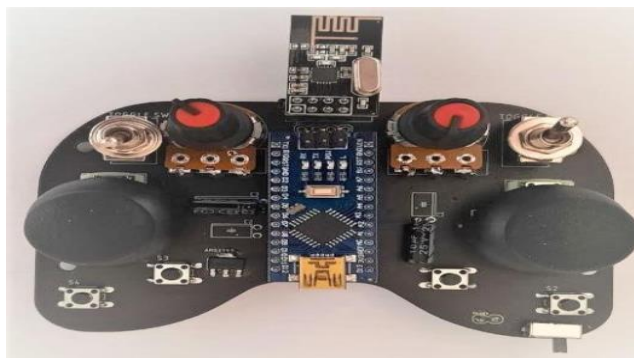
Şekil 15. MtsBot Arduino Nano Tabanlı Kodlama Kartı

Çalışmada gerçekleştirilecek deneyleri uygulayabilmek amaçlı Thingiverse sitesinden indirilmiş olan 2WD Robotcar isimli robot şasesi yine Fusion 360 programı ile tekrar tasarım edilmiştir. Şekil 16’da etkinlik kullanılan 2WD Robotcar sunulmuştur.



Şekil 16. Etkinlik ve Kurs Süresince Kullanılan 2WD Robotcar

Etkinlik içinde yapılan test süreçlerinin daha kolay ve etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için robot arabanın uzaktan kumanda edilebilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışma içinde kodlanabilir bir kumandaya ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda Eagle programı aracılığı ile MtsBot kumanda kartı tasarım edilmiştir.



Şekil 17. MtsBot Arduino Nano Tabanlı Kodlanabilir Kumanda

Çalışmada öğrencilerin robotik kodlama öğrenebilmeleri için birçok etkinlik tasarlanmıştır. Bu etkinliklerin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi amaçlı arduino kodlama föyü oluşturulmuştur. Şekil 18’de bu föyde bulunan bölümlerden alıntılar yapılmıştır.

Değişkenler ve Veri Türleri:

Verileri bellekte tutmak için kullanılan yazılım kavramına değişken adını veririz. Değişkenin bir ismi, bir değeri ve bir türü vardır. Örneğin;



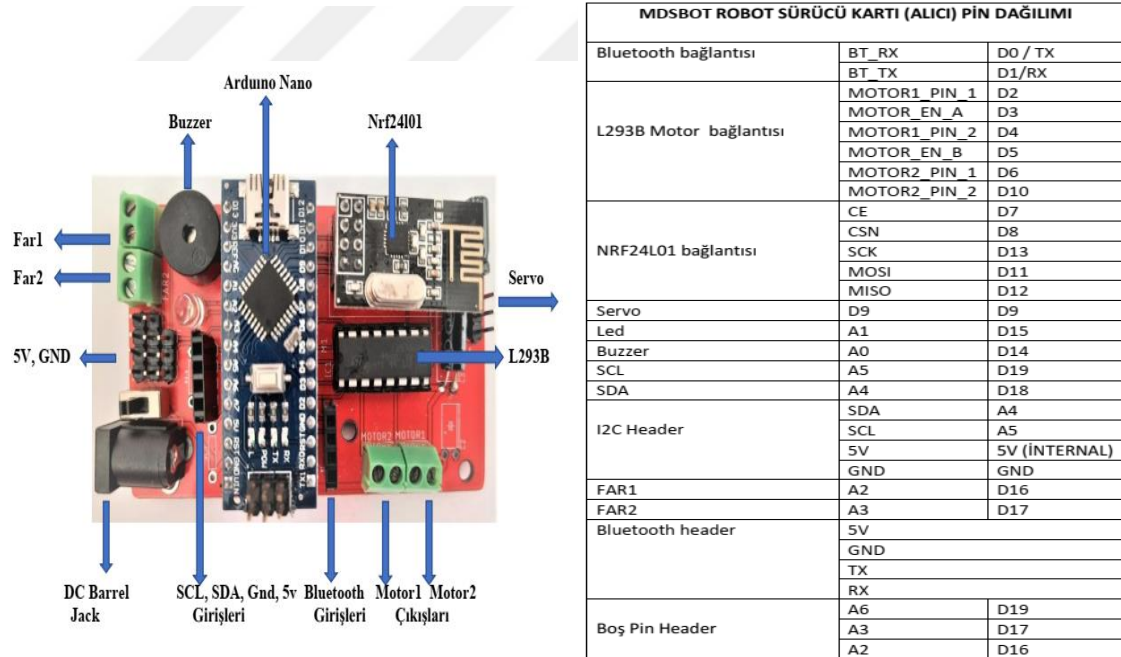
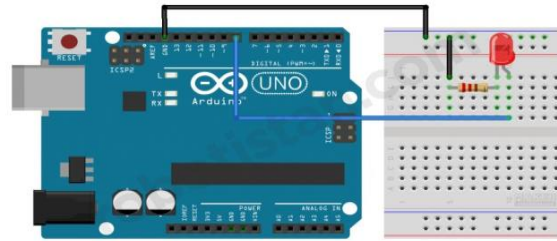
Veri Türleri:

Yazılım yazarken bizim için en önemli şey verileri kayıt edip onlarla çalışmaktır. Fakat elde edilen verilerin farklı olmasında onların kodlama farklı türlerle ifade edilip tanımlanmasını gerektirir.

Digital Giriş -Çıkış İşlemleri

Temel olarak arduinoda iki işlem tipi vardır. Bunlar digital ve analog işlemlerdir. Eğer bir şeyi var veya yok diye nitelendiriyorsak bu işlem tipi digital bir işlemdir. Örneğin ışık açık ve ışık kapalı işlemi digital bir işlemdir. Işığı ya açarız ya da kapatırız. Bu işlem Arduino da digital çıkış işlemidir.

Örneğin; burada biz kendimize bir led yakma işlemi yapalım bununla beraber arduino'nun kod bloklarını tanımlayalım.



Şekil 18. Arduino Kodlama Föyünden Sayfa Alıntıları

Çalışmada föyde bulunan etkinlikler öğrencilere uygulattırılmıştır. Ayrıca etkinlikte kullanılacak aracın kablo montajları bu etkinlik esnasında öğrenciler tarafından yapılarak etkinlik öncesi 2WD Robotcar hazır hale getirilmiştir. Bu eğitimde öğrencilerin “Kışlık Lastik Tasarlayalım!” etkinliği içinde yapılması beklenen tüm kodlama

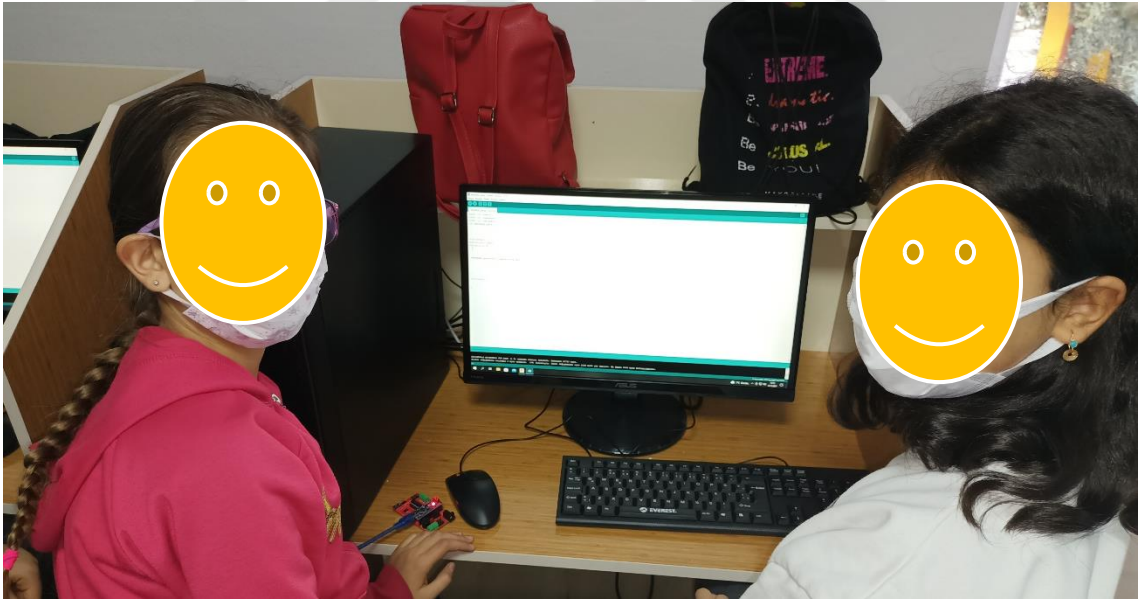
görevlerini yerine getirilebilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda planlanan eğitim içeriği Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Arduino Robotik Kodlama Eğitim İçeriği

Haftalar	Gerçekleştirilen Çalışmalar	Süre
1.Hafta	• Arduino İDE programı tanıtımı • Değişkenlerin tanımlanması • Basit Matematik işlemler ve Seri haberleşme • Mantıksal Operatörler ve Şart ifadeleri ile işlemler • Döngüler	240 dk.
2.Hafta	• Dijital Giriş ve Çıkış İşlemleri ✓ Led yakma etkinliği ✓ Buzzer çalma etkinliği ✓ Buton ile led yakma ve buzzer çalma etkinliği • Analog çıkış işlemleri ✓ PWM led sürme etkinliği ✓ Dc motor sürme etkinliği ✓ Servo motor sürme etkinliği	240 dk
3.Hafta	• Kodlama ile 2WD Robocar DC motor kontrolü • Kodlama ile 2WD Robocar servo motor kontrolü • Kodlama ile 2WD Robocar hareket kontrolü • Kumanda ile kontrol kullanımı için alt uygulamalar ✓ Diziler ile veri saklama ve basit işlemler ✓ Diziler ile 5 kişilik sınıf listesi oluşturma	240 dk
4.Hafta	• Kumanda ile araç led yakma etkinliği • Kumanda ile buzzer kontrol • Kumanda ile hazır kod üzerinde hız ayarlamaları (Test aşamasındaki işlemlere müdahale hazırlığı)	240 dk

Bu aşamada öğrenciler robotik kodlama ile etkinlikte gerçekleştirecekleri ana işlemleri yapabilecek temel kabiliyetleri kazanmışlardır. Çalışmanın bu kısmında öğrencilerin değişken kavramları ve bu değişkenler üzerindeki değerler ile robot arabaya yazılımsal müdahale yapma yetenekleri kazanmaları planlanmıştır. Kumanda kısmındaki bazı kod yapılarında zorlanacakları için son hafta bu kodun nasıl okunması gerektiği ve

bu kodun nasıl manipüle edilebileceği hakkında bilgi almışlardır. Böylelikle yazılımsal olarak robot üzerindeki tüm fiziksel araçları kolaylıkla kullanmışlardır. Kodlama eğitiminden bazı fotoğraflar Şekil 19’da aşağıda sunulmuştur.



Şekil 19. Öğrenciler Mtsbot Kartı ile Led ve Buzzer Uygulamalarını Gerçekleştirirken

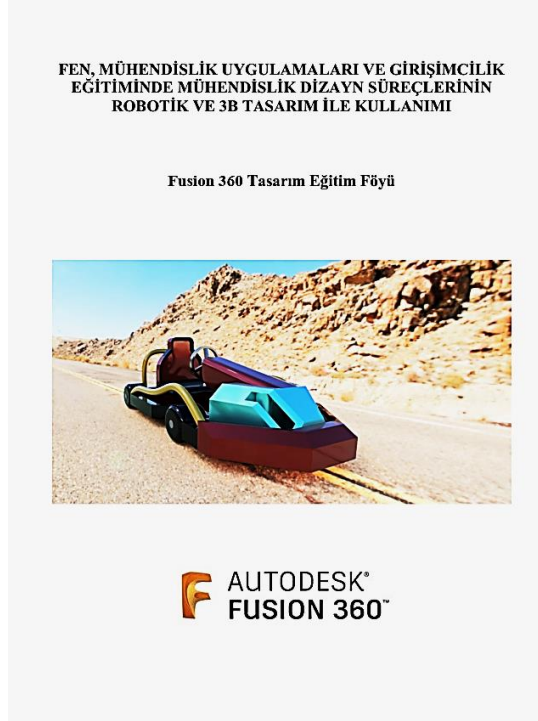
Fusion 360 programı ile 3B tasarım eğitimi

Çalışmanın ikinci alt bağımlılığı ise 3B tasarım yapma becerisidir. Çalışmada öğrencilerin bu eksikliklerini gidermek amaçlı Fusion 360 programı ile 3B tasarım eğitimi verilmiştir. Öğrencilerin tamamı daha önce herhangi bir 3B tasarım eğitimi almamıştır. Hatta öğrencilerin bir kısmının evlerinde bilgisayar bulunmadığından dolayı temel bilgisayar kullanma bilgisi bulunmamaktadır. Çalışmanın tasarım eğitimi kısmında derslikteki bilgisayar sayısı yetersizliğinden dolayı öğrenciler ikiyeşerli grup yaptırılmıştır. Grupların bazılarında daha önce bilgisayar kullanma tecrübeleri az olması kaynaklı başlangıçta biraz zorlansalar da tüm öğrenciler etkinlikleri başarı ile tamamlamıştır. Çalışmanın eğitim içeriği Tablo 4’te verilmiştir.

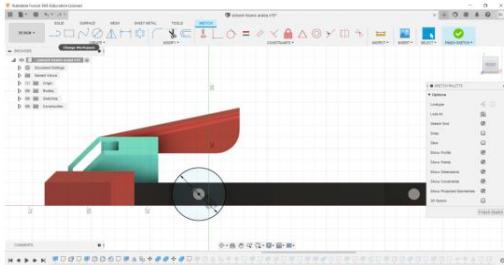
Tablo 4. Fusion 360 Programı ile 3B Tasarım Eğitim İçeriği

Haftalar	Gerçekleştirilen Çalışmalar	Süre
1.Hafta	- Fusion 360 tasarım programı tanıtımı ✓ Navigasyon araçlarının kullanımı ✓ Line, rectangle ve circle komutları kullanımı ✓ Poligon, Elips ve spline komutları kullanımı ✓ İki boyutlu nesne çizimleri ve extrude komutu kullanımı	240 dk.
2.Hafta	- Anahtarlık tasarlama ve Bulut adam etkinliği - Kobra Gokart Araba 3B tasarım etkinliği-1 ✓ Sketch dimension komutu kullanımı ✓ Nesne üstünde sketch açma ✓ Project ve offset komutları kullanımı	240 dk
3.Hafta	- Kobra Gokart Araba 3B tasarım etkinliği-2 ✓ Move/Copy ve Shell komutu kullanımı ✓ Point to point move komutu kullanımı ✓ Chamfer komutu kullanımı	240 dk
4.Hafta	- Kobra Gokart Araba 3B tasarım etkinliği-3 ✓ Fillet ve Mirror Komutu kullanımı ✓ Revolve ve circular pattern komutu kullanımı ✓ Cura ile 3B çıktı alma işlemleri	240 dk

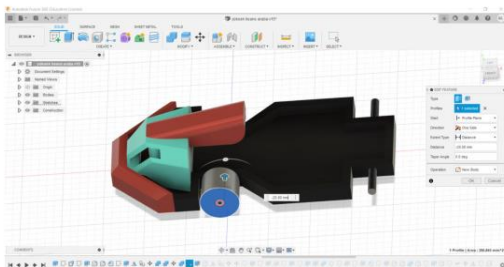
Bu aşamada öğrenciler birçok çizim etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Tasarım çalışmaları esnasında öğrencilere yardımcı olmak amaçlı bir 3B tasarım föyü hazırlanmıştır. Föyden alıntılar ve öğrenci resimler Şekil 20 ve Şekil 21’ de sunulmuştur.



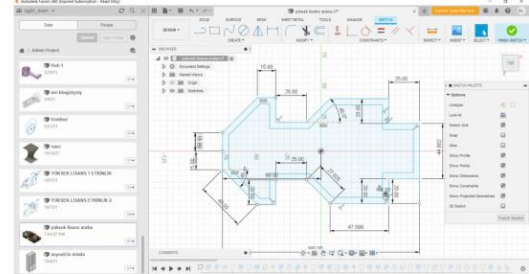
Tekerleği oluşturmak için montaj çubuğu yan yüzünde sketch yaparak tekerlek boyutunu daire çizimi ile ayarlamaya çalışıyoruz.



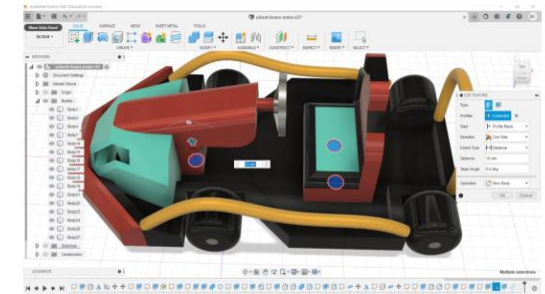
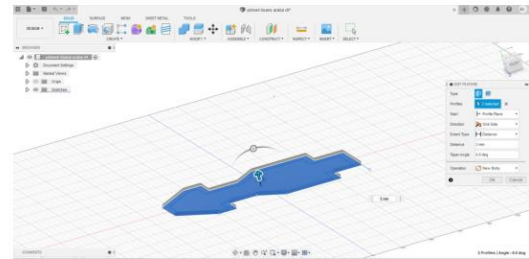
Daha sonra çizilen daire ile çubuk arasındaki profil extrude edilip tekerlek şekli elde edilir.



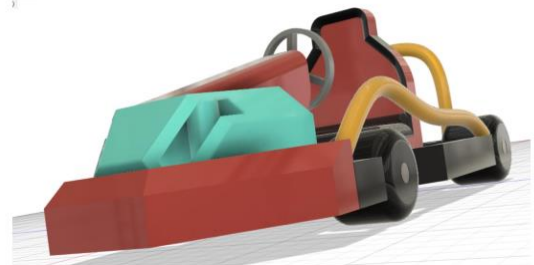
A. Bu etkinlik vastasıyla öğrencinin line ve sketch dimension komutu kullanımı derinleştirilmeye çalışılır.



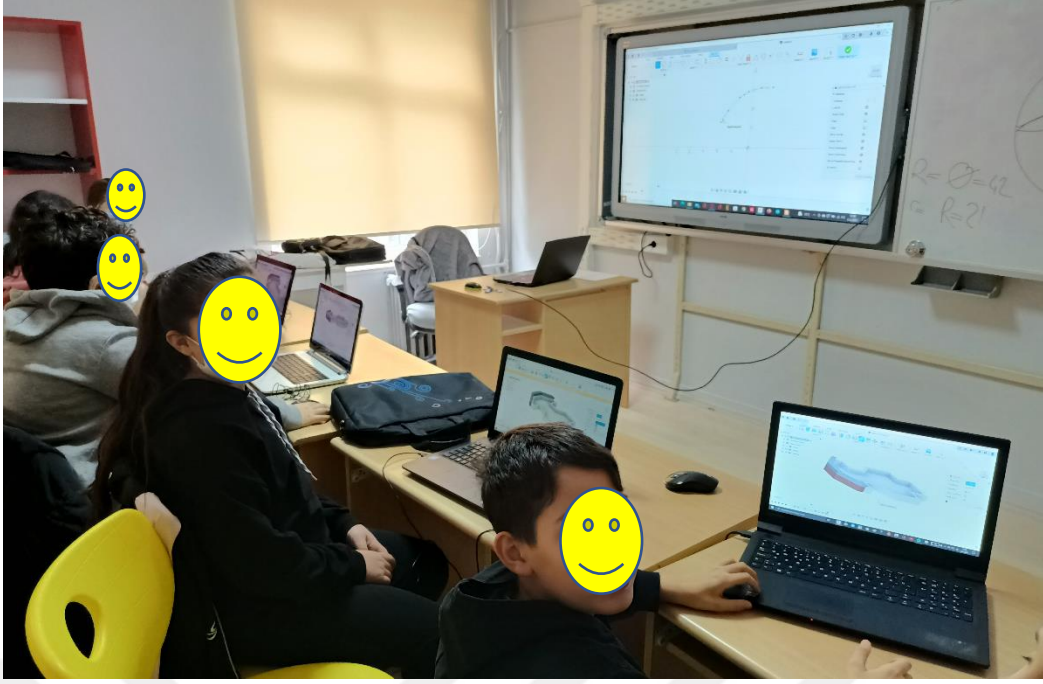
B. Yukardaki işlem bittikten sonra Finish Sketch yapıp extrude komutu açılır ve yüzey 3mm extrude edilir.



Aracın final Görüntüleri ve Parçaları



Şekil 20. Fusion 360 Tasarım Eğitim Föyü ve Kobra Gokart Araba Tasarım Aşamaları



Şekil 21. Fusion 360 Programı ile Öğrenci Tasarım Görüntüleri

“Kışlık Lastik Tasarlayalım!” MTS Etkinliği

Kışlık lastik tasarlama etkinliği öncesi öğrenciler 3B tasarım ve robotik kodlama ile ilgili alt bağımlılık gereksinimlerini elde etmişlerdir. Bundan sonraki süreçte öğrencilere kışlık lastik tasarlama etkinliği sunulmuştur. Etkinliğin gerçekleştirileceği MTS taslağı öğrencilere tanıtılmıştır. Öğrencilerle yapılan etkinlik MTS taslağındaki basamak sırasına göre gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler toplamda 4 gruba ayrılarak çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir.

Empati

Bu aşamada öğrencilere çevrelerinden kışlık lastik ile ilgili empati verilerinin toplanması istenmiştir. Öğrenciler kendi çevrelerinde bulunan sürücü, anne, baba, karayolları çalışanları, tamirciler ve lastik satıcıları gibi sahada bulunan insanlarla görüşme yapmışlardır. Tüm bu yaptıkları çalışmaları empati çıktılarında birleştirmişlerdir. Şekil 22 ve Şekil 23’ te bu durum gösterilmiştir.



Şekil 22. Empati Basamağında Öğrenciler Topladıkları Verileri Birleştirirken

Problemi tanımlama

Bu aşamada öğrenciler empati verilerinden bir problem durumu belirlerler. Şekil 23'te görüldüğü gibi takım kaptanları grubun problem durumunu tanımlamaya çalışmaktadır.



Şekil 23. Yıldızlar ve Krallar Takım Kaptanları Problem Durumunu Tanımlarken

Fikir üretme

Bu aşamada öğrenciler problem durumlarının çözümünü için fikir üretme yapmışlardır. Öğrenciler bu kısımda beyin fırtınası metotları kullanarak farklı çözümler üretmişlerdir. Şekil 25'te öğrenci fikirlerini sunarken örnek fotoğraf sunulmuştur.



Şekil 24. Öğrenci Fikirlerini Sunarken Örnekler

Prototip yapma

Öğrenciler bu aşamada ürettikleri fikirleri prototiplemeye geçmişlerdir. Her grup kendi planladığı kışlık lastiği ve bu lastiğe uygun jantları tasarlamışlardır. Jant ve lastik ebatları daha önceden verilip öğrenciler tasarım kısmında serbest bırakılmışlardır. Öğrenciler kışlık lastik tasarımında Fusion 360 tasarım programını kullanmışlardır. Öğrencilere lastik üretmeleri için 3 ayrı metot sunulmuştur. Bunlardan birincisi PLA filament ile sert lastik üretmektir. İkincisi ise TPU filamentle esnek lastik oluşturmaktır. Üçüncüsü ise silikon madde kullanarak kalıp teknolojisi kullanımıdır. Silikon maddenin yumuşaklığı ve yere yapışma özelliği yüksek olduğu için öğrenci gruplarının tamamı kalıp teknolojisi ile tekerlek üretimi yapmak istemişlerdir. Şekil 26 ve Şekil 27'de öğrencilerin prototipleme çalışmaları ve ürettikleri tekerlekler sunulmuştur.



Şekil 25. Prototipleme Esnasında Kışlık Tekerlek ve Kalıp Tasarım Aşamaları

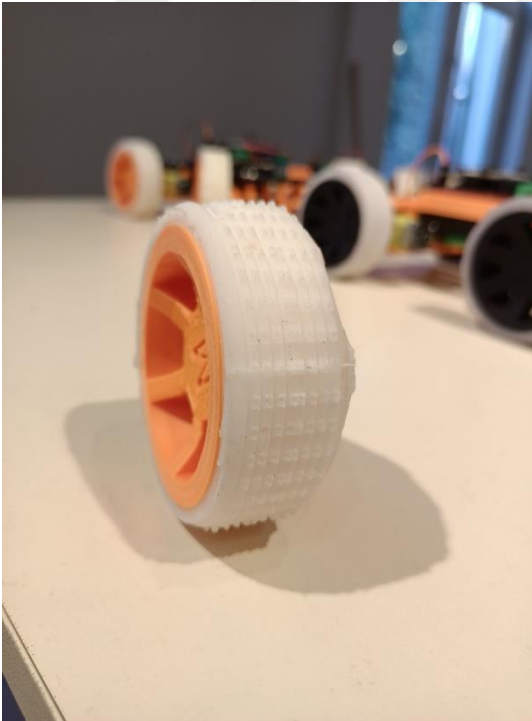


Şekil 26. Krallar ve Yıldızlar Takımlarının Kalıp Montaj Aşamaları

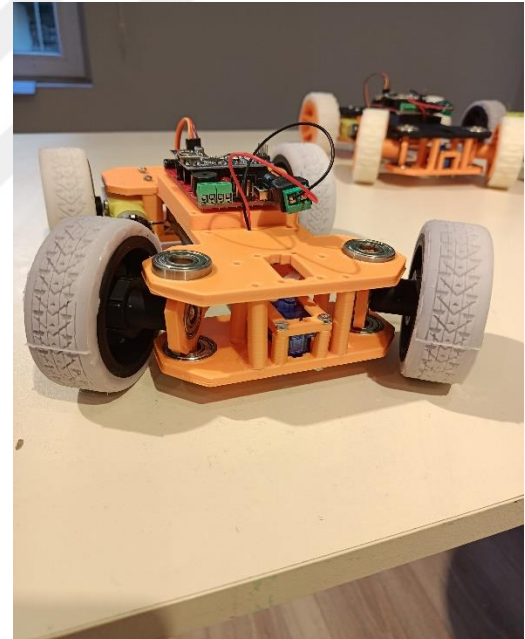
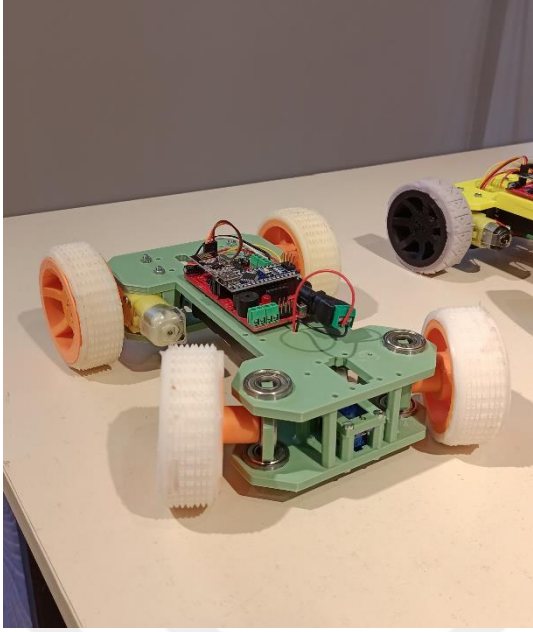
Şekil 27 ve Şekil 28’ da Melekler, Yıldızlar, Minyonlar ve Krallar takımlarının jant ve tekerlek tasarımları ve Şekil 29’da prototip ürünler sunulmuştur.



Şekil 27. Melekler ve Yıldızlar Takımının Jant ve Tekerlek Tasarımları



Şekil 28. Minyonlar ve Krallar Takımının Jant ve Tekerlek Tasarımları



Şekil 29. Tasarım ve Üretim Süreçleri Sonunda Tüm Takımların Test Araçları
(Sol üstten başlamak üzere Minyonlar, Yıldızlar, Melekler, Krallar takım araçları)

Test

Bu aşamada öğrenciler gruplar halinde lastiklerini nasıl test edeceklerine dair önerilerde bulunmuşlardır. Öğrenci görüşleri üzerine tekerleklerin buzlu, yağmurlu, çakıllı-çamurlu ve normal yollarda test edilmesine karar verilmiştir. Bu aşamada öğrencilerle pistler üretilmiştir. Çalışmanın test aşaması hakkında öğrencilerle farklı bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın test süreçlerinin bir yarışma şekline getirilerek yapılmasına karar verilmiştir. Bu yarışmada tüm araçların motor güçleri yazılım yardımıyla sabit tutularak araçların pistlerden çıkış sürelerine ve tasarım puanlamalarına göre bir değerlendirme yapılmasına karar verilmiştir. Bu nedenle etkinliğin test ve değerlendirme süreçleri birleştirilmiştir. Şekli 30 ve Şekil 31’de test pistlerinin geliştirme süreçleri sunulmuştur.



Şekil 30. Öğrenciler Tarafından Test Pistlerinin Hazırlanması

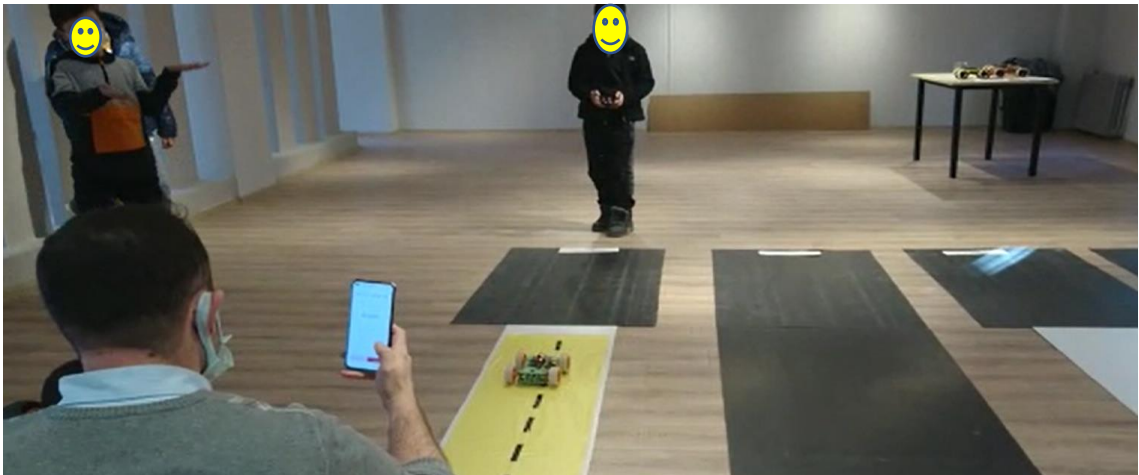


Şekil 31. Test Pistlerinin Yarışma İçin Hazır Halleri

Etkinlikte öğrenciler bir araçla pist bitiş sürelerini test etmişlerdir. Pistlerin tamamlanma süreleri arasında zaman olarak fark oluşabilmesi için öğrenciler pistlerin başına aynı maddeden üretilmiş ek kısımlar ekleyerek pisti uzatmışlardır.

Değerlendirme

Çalışmanın bu kısmı öğrenci ilgisini arttırmak için puanlamalı bir yarışma olarak sunulmuştur. Öğrencilere prototip tasarım etme esnasında bu durum bildirilmiştir. Bu aşama için değerlendirme işlemlerini yapmak üzere üç öğretmen davet edilmiştir. Öğretmenler öğrencilerin tekerleklerinin tasarımlarına ve pisti tamamlama sürelerine göre puan vermişlerdir. Ayrıca tasarımlarda görülen eksiklikler öğrencilere yeniden tasarım etme için dönüt olarak bildirilmiştir. Öğrenciler test pistleri üzerinde kışlık lastiklerini test etmişlerdir. Öğrencilerin araçları dört pistte de yarışarak pisti tamamlama süreleri kayıt edilmiştir. Bu işlem esnasında en kısa süre en yüksek puan kabul edilmesi için tüm süreler ile 100 sayısını bölerek bir puan elde etmiştir. Bu puanlar üzerine jürilerin vermiş oldukları tasarım puanları eklenerek en iyi lastik belirlenmiştir. Bu süreç sonucunda en yüksek puanı alarak melekler takımı lider olmuştur. Şekil 32’te test ve değerlendirme süreçleri ile ilgili fotoğraflar sunulmuştur.





Şekil 32. Öğrenciler Çakıllı-Çamurlu, Kaygan, Yağmurlu ve Normal Otoyolda Tekerleklerini Test Ederken

Veri Toplama Süreci

Çalışmada veri toplama süreci ilk olarak etkinlik öncesi ve sonrası olmak üzere öğrenci görüşmeleri, yine etkinlik öncesi ve sonrası mühendislik süreç çizimleri ve etkinlik süresince öğretmen günlüklerinin uygulanması şeklinde gerçekleşmiştir. Etkinlik öncesi öğrenci görüşmeleri her bir öğrenci ile karşılıklı olarak gerçekleştirilmiş olup yapılan görüşmenin ses kaydı yapılmıştır. Görüşme kaydı fen bilimleri laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Etkinlik sonrası öğrenci görüşmeleri ise etkinlik tamamlandıktan hemen sonra yine fen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Öğrencilerin mühendislik süreç çizimleri etkinliğe başlamadan tüm öğrencilere birer kâğıt dağıtılarak çizim yapmaları istenmiş ve resimlerini tamamlayabilecekleri kadar süre verilmiştir. Yine etkinlik sonrası çizimler etkinlik tamamlandıktan hemen sonra yine fen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Öğretmen günlüklerinin uygulaması ise öğretmenlere uygulama süreci içinde her hafta tüm soruları içeren günlükler verilmiştir. Öğretmenler her hafta 4 saatlik süre içinde öğretmen günlüklerindeki sorulara cevap vermişlerdir.

Verilerin Analizi

Çalışmada kullanılan öğrenci görüşme kayıtları Transkriptor programı yardımı ile transkript edilmiştir. Daha sonra öğrenci görüşmeleri tekrar dinlenerek öğrencilerin görüşme kayıtlarının transkriptlerinde meydana gelen hatalar düzeltilmiştir. Öğrenci görüşmeleri ve öğretmen günlüklerinden elde edilen metinlerdeki veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler sadeleştirilerek sorulan sorularla ilişkili ve ilişkisiz olma durumuna göre veriler arındırılmıştır. Daha sonra elde kalan veriler kodlama işlemine tabi tutulmuştur. Okuyucuların kodları anlamalarına yardımcı olmak amacıyla öğrenci ifadelerinden alıntılar yapılmıştır. Çalışmada kullanılan mühendislik süreç çizimleri araştırmacı tarafından literatürde bulunan MTS taslakları ile eşleştirilerek içerik analizine tabi tutulmaya çalışılmıştır. Resimlerden yapılan çıkarımlar MTS alanında eğitim vermiş bir fen bilimleri öğretmeni tarafından tekrar gözden geçirilmiştir.

Araştırma geçerliliği ve güvenilirliği önemli bir husustur. Geçerlilik araştırma sonuçlarının doğruluğunu ifade ederken, güvenilirlik ise elde edilen sonuçların tekrarlanabilirliğini ifade etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Nitel araştırmalar geçerlilik ve güvenilirlik hususunda doğası itibarıyla nicel araştırmalardan farklılaşarak inandırıcılık (thrustworthnities) kavramı ön plana çıkmaktadır. İnandırıcılık ölçütleri inanılabilirlik (credibility), tutarlılık (dependability), aktarılabilirlik (transferability) ve onaylanabilirlik (confirmability) olarak belirtilmiştir (Lincoln ve Guba, 1982).

Nitel araştırmaların inanılabilirlik (credibility) durumunun sağlanması ile ilgili olarak birkaç yöntemden bahsedilmiştir. Bunlar uzun süreli etkileşim, katılımcı teyidi, üçgenleme (triangulation) ve sürekli gözlem (persistant observation) olarak belirtilmiştir (Lincoln ve Guba, 1982). Çalışmada inanılabilirliği sağlamak için yukarıda bahsedilen

noktalara dikkat edilmiştir. Bu hususta çalışmaya katılan öğrenci grubunun seçilmesinde araştırmacı özellikle kendi çalıştığı okuldaki öğrencilerle çalışması ile uzun süreli etkileşim olan bir grubu seçmiştir. Katılımcı öğrencilerin tanıdıkları ve uzun süredir beraber oldukları bir araştırmacı ile çalıştıklarında daha rahat davranacakları ve doğal olarak rahat bir şekilde kendilerini ifade edebilecekleri düşünülmüştür. Ayrıca birden fazla veri elde etme metodu kullanılarak veri kaynaklarının çeşitlendirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca elde edilen kodlar katılımcı bir öğretmen tarafından kontrol edilmesi ile katılımcıların ifade etmek istedikleri düşüncelerle örtüşüp örtüşmediği teyit edilmiştir. Bunlara ek olarak öğretmen günlükleri haftalık olarak aynı sorulara cevap arayarak devamlı bir gözlem mekanizması oluşturmuştur. Ayrıca verilerin analizinde sürekli kontrol ve doğru analiz sağlamak amaçlı öğrenci görüşmeleri kayıt altına alınmıştır.

Çalışmanın tutarlılığı (dependability) nitel araştırmaların önemli bir konusudur. Güvenilirlik ya da tutarlılık kavramı için bazı tanımlamalar yapılmıştır. Tutarlılık, veriler ve verilerin yorumlanması arasındaki tutarlılığı sağlama anlamına geldiği belirtilmiştir (Lincoln ve Guba, 1985). Ayrıca Merriam (2013)' e göre tutarlılık bir araştırmanın farklı araştırmacılar tarafından yapıldığında aynı sonuca ulaşılabilirliğidir. Ayrıca çalışmanın başkaları tarafından rahatlıkla çalışılabilmesi için açık bir şekilde tüm sürecin anlatılması gereklidir (Lincoln ve Guba, 1985). Çalışmanın kendi içeriğinde barındırdığı öğeleri oldukça açık bir şekilde ifade ettiği düşünülmektedir. Çalışmanın içinde bulunan katılımcıların (öğrenci ve öğretmen) özellikleri, çalışmanın nerede ve nasıl yürütüldüğü, çalışma soruları ve bulguların hazırlanma şeklinin açıkça anlatıldığı düşünülmektedir. Çalışmanın tutarlılığını sağlamak amaçlı tüm veri kaynakları katılımcı öğretmenlerden birine daha kodlatılarak iki kodlayıcı arasındaki tutarlılığa bakılmıştır. Bu hususta Milles ve Hubberman (1994) tarafından geliştirilen güvenilirlik katsayısı hesaplama formülü (görüş birliği / görüş birliği + görüş ayrılığı) kullanılmıştır. Milles ve Hubberman ve Hubberman'a göre içsel tutarlılığı sağlayan görüş birliği oranı en az %80 olmalıdır. Çalışmada oluşan görüş birliği oranı işlem Milles ve Hubberman'ın formülüne (görüş birliği / görüş birliği + görüş ayrılığı) göre formülize edildiğinde $(86/97 \times 100)$ ile %88,5 olarak bulunmuştur. Bu bulunan değer iki kodlayıcı arasında yeterli oranda bir tutarlılık olduğunu ve kodlayıcıların birbiri ile uyduğunu göstermektedir. Çalışma esnasında yapılan kodlamalar arasında büyük ölçüde uyuma görülmüştür. Ayrıca çalışma içinde yapılan işlemler oldukça açık aktararak bu konu ile ilgili çalışacak araştırmacılara çalışmanın tekrarlanmasında kolaylık sağlanmıştır.

Çalışma aktarılabilirliği (transferability) sonuçların genellenebilmesini ifade ederken ve onaylanabilirlik (confirmability) kavramı ise çalışma sürecinin çalışmacının görüşlerinden uzak olarak verilere dayanmasını ifade eder (Lincoln ve Guba, 1985). Çalışma içinde elde edilen veriler ve kodlanması esnasında hem kodlar hem de kodlara ilişik görüşler direkt olarak sunulmuştur. Ayrıca çalışmanın tüm basamakları açıklıkla ifade edilerek çalışmanın aktarılabilirlik ve onaylanabilirliği sağlanmaya çalışılmıştır.



BULGULAR

Öğrencilere sorulan “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna ait bulgular

Öğrencilerle *Kışlık Lastiğini Tasarlayalım!* etkinliği öncesi ve sonrasında olmak üzere iki ayrı görüşme yapılmıştır. Bu görüşmelerde “Sana göre mühendislik nedir?” sorusu her iki görüşmede sorulmuştur. “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna etkinlik öncesi ve sonrası görüşmede öğrencilerin vermiş oldukları cevapların analizleri Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. “Sana göre mühendislik nedir?” Sorusuna Ait Etkinlik Öncesi ve Sonrası Görüşme Analiz Tablosu

Kod	Frekans (<i>f</i>)	
	Etkinlik Öncesi	Etkinlik Sonrası
Mimari çalışmalar yapma	7	1
Elektronik çalışmalar yapma	6	1
Meslek	6	1
Tasarım yapma	5	10
Günlük hayat problemlerine çözüm arama	0	15
Problemlere karşı çalışma yöntemi	0	11
Empati ile kişiye yönelik ürün üretme	1	9
MTS basamaklarını kullanarak çalışma	2	17
Başarılı olma	1	0
Teknofest’e katılma (Girişimcilik)	1	0

Tablo 5’de görüldüğü gibi bu soruya öğrencilerle yapılan etkinlik öncesi görüşmede verilen cevaplarda mühendislik hakkında farklı seviyelerde tanımlamalar yaptıkları görülmüştür. İlk görüşmelerde öğrenciler daha çok mühendislerin mesleki çalışmaları hakkında cevaplar vermişlerdir. Sıklık sırasına göre; mimari çalışmalar ($f=7$), ürettikleri elektronik cihazlar ($f=6$), tasarım yapma($f=5$) ayrıca azda olsa MTS içeriği hakkında cevaplar verdikleri görülmüştür. Bunların haricinde istisna olarak birkaç öğrenci mühendislerin bireysel özellikleri ve girişimcilik ile ilgili cevaplar vermiştir. Bu cevaplar bireysel özellikler alanında “başarılı olma ($f=1$)”, girişimcilik alanında “Teknofest’e katılma($f=1$)”, Mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili olarak “prototip yapma ve test etme ($f=2$)” şeklinde cevaplar verilmiştir.

Etkinlik sonrası yapılan görüşmelerde mühendislik kavramı ile ilgili öğrenci görüşlerinde büyük ölçüde değişiklik gözlemlenmiştir. Genel olarak etkinlik sonrası gerçekleştirilen görüşmede “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna açıklayıcılığı daha yüksek, mühendislik kavramı ile ilgili daha geniş, daha tanımlayıcı cevaplar verildiği görülmüştür. Öğrencilerin cevapları içinde sıklık sırasıyla; *MTS basamaklarını kullanarak çalışma* (f=17) verilen cevaplar arasında başı çekmektedir. Bu sıklığın temel sebebi MTS basamaklarını kullanarak çalışma kodu öğrencilerin belirttiği farklı basamaklardaki kavramların (empati, problem tanımlama vb.) toplam ifadesi olarak kullanıldığı için en yüksek frekansla görülmüştür. Yine de etkinlik öncesi (f=2) sıklık seviyesinden (f=17) ye yükseldiği gözlemlenmiştir. *Günlük hayat problemlerine çözüm arama* (f=15) tekil tanımlama olarak en yüksek sıklığa sahip kod olduğu görülmüştür. Daha sonra empati ile kişiye yönelik ürün üretme (f=9) öğrenci görüşlerinde sık olarak görülmüştür. Yine *İnsanların problemlere karşı çalışma yöntemi* (f=11) cevabı ile etkinlikten sonra öğrenci görüşlerinin mühendislik hakkında bir meslek olmaktan çok, tüm insanların uyguladığı bir problem çözme yaklaşımı olarak değiştiği görülmüştür. Bu olay aynı zamanda ilk görüşmede en sık rastlanan cevaplardan olan “meslek” kodunun ikinci görüşmede sıklığının çarpıcı bir şekilde düşmesiyle de desteklenmektedir. İlk görüşmede var olan “tasarım yapma” ikinci görüşmede sıklığını arttırarak devam ettiği görülmüştür.

Aşağıda öğrencilerin “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna etkinlik öncesi ve sonrası verdikleri cevaplardan örnekler ve bu örneklerin kaynak teşkil ettiği kodlar yanlarında belirtilmiştir. Ayrıca bu kodların nasıl oluşturulduğu ile ilgili açıklamalar altlarında sunulmuştur.

Ali 1. Görüşme: ““Yani mimari gibi bir şey bana göre... Havuz yapan, evler yapan. Aynı mimari gibidir... Ama robotlar da vardır.” (Kod: Mimari çalışmalar yapma)

“Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşılık olarak Ali öğrencisinin havuz ve ev gibi mimari çalışma ürünleri üretme şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Bundan dolayı bu öğrencinin “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşı verdiği cevap “mimari çalışmalar yapma” olarak kodlanmıştır. Ayrıca bu öğrenci görüşünün sonunda var olan “robotlarda vardır” ifadesi ise elektronik alanına girdiği için “Elektronik çalışmalar yapma” kodu ile değerlendirilmiştir.

Ali 2. Görüşme: “Bana göre mühendislik karşılaştığımız problemleri çözmek... Yani bilmeden zaten çoğumuz yaptığımız şeyleri test ederiz. Başkasına nasıl olmuş deriz. Bazen meslekte olabiliyor tabi bilgisayar mühendisleri de var.” (Kod: Günlük hayat problemlerine çözüm arama ve meslek)

“Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna ikinci görüşmede Ali öğrencisi “insanların karşılaştıkları problemleri çözmesi” ve “bilmeden çoğumuzun yaptığı şey” şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Bu cevaplardan anlaşıldığı üzere öğrenci insanların kendi problemlerini bilmeden mühendis gibi çözdüğünü ifade etmiştir. “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşı verdiği cevap analiz edildiğinde “Günlük hayat problemlerine çözüm arama” kodunun kullanılmasının uygun olduğu düşünülmüştür. Ayrıca Ali öğrencisi “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşılık olarak verdiği cevabın sonunda “Bazen meslekte olabiliyor tabi bilgisayar mühendisleri de var.” ifadesi ile mühendisliğin bir meslek olduğuna dair cevap verdiği görülmüştür. Bundan dolayı bu cevabı kodlanmasında “meslek” kodunun kullanılmasının uygun olduğu düşünülmüştür.

Ayşe 1. Görüşme: “Bana göre mühendislik hem iş olarak hem de böyle başarı olarak gördüğüm bir şey... İkisini birleştiririz hem başarıyı hem de mesleği birleştiren bir şeydir.” (Kod: Başarı ve Meslek)

“Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşılık olarak birinci görüşmede Ayşe öğrencisinin “iş” ve “başarı” kavramlarını beraber kullanarak cevap verdiği görülmüştür. Bu cevap analiz edildiğinde Ayşe öğrencisinin “başarı” kavramı ile mühendisliğin bir beceri ve başarı işi olduğu görüşüne sahip olduğu düşünülmektedir. Bundan dolayı “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna verilen cevabın bu kısmı için “başarılı olma” kodunun uygun olduğu düşünülmüştür. Ayrıca Ayşe öğrencisi “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşılık olarak verdiği cevabın diğer parçasında “hem başarıyı hem de mesleği birleştiren bir şeydir.” ifadesi ile mühendisliğin bir meslek olduğuna dair cevap verdiği görülmüştür. Bundan dolayı bu cevabı kodlanmasında “meslek” kodunun kullanılmasının uygun olduğu düşünülmüştür.

Ayşe 2. Görüşme: “Günlük problemleri çözmek için makineler üretme. Mesela araba kazalarını engellemek için bazı problem çözme falan. Mühendislik için illaki okumaya gerek yok. Mesela biz kurstayız. Orada biz mühendislik uyguladık. Ama okumadık(üniversite). Biz mühendis değiliz ama mühendislik yaptık.” (Kod: Günlük hayat problemlerine çözüm arama)

Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna ikinci görüşmede Ayşe öğrencisi “Günlük problemleri çözmek için makineler üretme.” ve “araba kazalarını engellemek için bazı problemleri çözme” şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Bu cevaplardan anlaşıldığı üzere öğrenci mühendisliği insanların günlük problemlerini çözmesi şeklinde algıladığı anlaşılmaktadır. “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşı verdiği cevap analiz edildiğinde “Günlük hayat problemlerine çözüm arama” kodunun kullanılmasının uygun olduğu düşünülmüştür.

Meryem 1. Görüşme: “Mühendislik deyince aklıma ilk gelen robot. Robot geliyor... Başka hiçbir şey gelmiyor aklıma. Robot geliyor.” (Kod: Elektronik çalışmalar yapma)

“Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşılık olarak Meryem öğrencisinin “Mühendislik deyince aklıma ilk gelen robot. Robot geliyor...” şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Robot yapma olayı ise elektronik alanına girdiği için bu cevap “Elektronik çalışmalar yapma” kodu ile değerlendirilmiştir.

Meryem 2. Görüşme: “Herkesin günlük olarak karşılaşılabileceği ve yapabileceği bir şeydir. Mesela bir kümes yapacaksak, ilk olarak içindeki canlıların rahat nefes alabileceği, içinde rahat yatacağı, gelecekteki ailesiyle yavrusuna sığacağı bir yer yapmalıyız. Canlılarla empati yapmalıyız...Bilmeden zaten mühendis oluyorsun.” (Kod: Empati ile kişiye yönelik ürün üretme)

“Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna ikinci görüşmede Meryem öğrencisi “Mesela bir kümes yapacaksak, ilk olarak içindeki canlıların rahat nefes alabileceği, içinde rahat yatacağı, gelecekteki ailesiyle yavrusuna sığacağı bir yer yapmalıyız.” şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Bu cevaptan anlaşıldığı üzere öğrenci mühendisliği canlıların ihtiyaçlarına göre ürün üretme olarak algıladığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte MTS süreçleri literatüründe bu anlayış empati basamağına karşılık geldiği görülmektedir. Meryem öğrencisinin “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşı verdiği cevap analiz edildiğinde “Empati ile kişiye yönelik ürün üretme” kodunun kullanılmasının uygun olduğu düşünülmüştür.

Ahmet 2. Görüşme: “Bana göre mühendislik karşılaştığımız problemleri çözmek. Bununla ilgili bazı çalışmalar yapmak. Şey gibi yani mühendislikte de bazı şey yaparken zorlanıyoruz ya onun gibi biz de problemlerimizi mühendis gibi çözeriz. Yani bilmeden zaten çoğumuz yaptığımız şeyleri test ederiz. Başkasına nasıl olmuş deriz. Yani danışırız. Onun gibi bir şey.” (Kod: İnsanların problemlere karşı çalışma yöntemi)

Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna ikinci görüşmede Ahmet öğrencisi “...bizde problemlerimizi mühendis gibi çözeriz. Yani bilmeden zaten çoğumuz yaptığımız şeyleri test ederiz. Başkasına nasıl olmuş deriz.” şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Bu cevaplardan anlaşıldığı üzere öğrenci mühendisliği insanların problemlerini çözmek için bir yöntem olarak kullandığını ifade etmeye çalıştığı düşünülmektedir. Yine bu ifadeyi destekleyen MTS basamaklarının bazılarının bilmeden uygulandığından bahsetmiştir. “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşı verdiği cevap analiz edildiğinde “İnsanların problemlere karşı çalışma yöntemi” kodunun kullanılmasının uygun olduğu düşünülmüştür.

Zehra 1. Görüşme: “Bence mühendislik bir şeyleri böyle hayal etmek, onu minik şeyler üzerinde deneyip olup olmadığını test edip, doğru şeyleri bulmak. Ülkeye yardımcı olmak. Çeşitli yapılar yapmak. Çeşitli şeyler bulmak.” (Kod: MTS basamaklarını kullanarak çalışma)

“Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşılık olarak (etkinlik öncesi görüşmede) Zehra öğrencisi “mühendislik bir şeyleri böyle hayal etmek, onu minik şeyler üzerinde deneyip olup olmadığını test edip, doğru şeyleri bulmak.” şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Bu cevap MTS literatürü göz önünde bulundurulduğunda “fikir üretme, prototip yapma, test etme” basamaklarını ifade ettiği düşünülmektedir. Bundan dolayı bu öğrencinin “Sana göre mühendislik nedir?” sorusuna karşı verdiği cevap “MTS basamaklarını kullanarak çalışma” olarak kodlanmıştır. Bu öğrenci ilk görüşme itibarıyla diğer arkadaşlarından farklılaşarak MTS basamaklarından bahsettiği görülmüştür.

Öğrencilere sorulan “Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna ilişkin bulgular

Öğrencilere sorulan “Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusu ile etkinlik öncesi ve sonrası öğrencilerin sahip oldukları mühendislik süreç bilgileri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Tablo 6’ da bu soruya ait analizler sunulmuştur.

Tablo 6. “Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” Sorusuna Ait Etkinlik Öncesi ve Sonrası Görüşme Analiz Tablosu

Kod	Frekans (f)	
	Etkinlik Öncesi	Etkinlik Sonrası
Test yapar ve üründe değişime gider	12	23
Plan yapar	10	0
Ürün oluşturur	6	0
Ölçüm yapar	5	0
Empati yapar	4	15
Tasarım yapar	4	11
Değerlendirme alır	4	15
Araştırma yapar	3	2
Prototip yapar	1	8
Takım çalışması yapar	1	5
Problemi tanımlar	0	10
Fikir üretir / Beyin fırtınası yapar	0	15
Üretim süreçlerini kullanır ve kodlama yapar	0	9

Tablo 6 incelendiğinde etkinlik öncesi görüşmede öğrencilerimiz “Sana göre mühendisler bir ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna sıklık sırasına göre, test yapar ve üründe değişime gider (f=12), plan yapar (f=10), ürün oluşturur (f=6), ölçüm yapar (f=5), empati yapar (f=4), tasarım yapar (f=4), değerlendirme alır (f=4), araştırma yapar (f=3), prototip yapar (f=1), takım çalışması yapar (f=1), şeklinde cevaplar vermişlerdir. Etkinlik öncesi sorulara verilen cevaplar incelendiğinde mühendisler çalışmalarını nasıl yürüttükleri ile ilgili olarak plan yapma en öne çıkan cevap olmuştur. Bununla birlikte öğrenci cevaplarında mühendislik tasarım basamaklarının bazıları da görülmüştür. Etkinlik öncesinde öğrenciler alan içeriğine uygun tanımlamalar olmasa da mühendislik tasarım süreçlerinin bir kısmını tanımlamaya çalıştıkları görülmüştür. Örneğin; empati basamağını, belli bir amaca yönelik ürün geliştirme ile tanımlamaya çalıştıkları görülmüş fakat bu tanım empati basamağının insan odaklı tanımını karşılamadığı görülmüştür. Ayrıca değerlendirme basamağını ise üretime uygunluk açısından patrona sunma olarak değerlendirdikleri görülmüş olup, fakat MTS deki anlamıyla kullanıcı geri dönütünü karşılamayan bir tanımlama olduğu anlaşılmaktadır.

Etkinlik sonrası yapılan görüşmede ise yine Tablo 6’da görüldüğü gibi öğrencilerimiz MTS basamakları uygulama sırasına göre empati yapar (f=15), problemi tanımlar (f=10), fikir üretir/beyin fırtınası yapar (f=15), prototip yapar (f=8), test yapar ve üründe değişime gider (f=23), değerlendirme yapar (f=13), üretim süreçlerini kullanır ve kodlama yapar (f=9), takım çalışması yapar (f=5), tasarım yapar (f=11), şeklinde cevaplar vermişler. Etkinlik sonrası durum incelendiğinde öğrencilerimizin birbirine daha yakın cevaplar verdiği görülmektedir. Ayrıca etkinliktten sonra bu cevaplar sıklığına göre en çok mühendislik tasarım süreçleri, üretim süreçleri ve bu süreçlerde kullanılan tekniklerden meydana geldiği görülmektedir. Burada öğrenciler tarafından verilen cevaplar değerlendirildiğinde öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerine paralel cevaplar verdikleri gözlenmektedir.

Öğrencilerin etkinlik öncesi ve etkinlik sonrası “Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna verdikleri cevaplardan örnekler ve ilgili kodlar şu şekildedir. Ayrıca bu kodların nasıl oluşturulduğu ile ilgili açıklamalar altlarında sunulmuştur.

Mesut 1. Görüşme: “Mühendisler araştırma yaparlar yani bu araştırmalarına göre yeni şeyler yaparlar, patronlarına sunarlar... Ayrıca yapılan şeyin boyuna, istediğimiz şey niye yapıldığına, yani amacımız ne ona göre yaparız, mesela nerede kullanacağımıza (bakar) sonra tasarlar, oldu mu, olmadı mı yanlışlıklarına bakarız.” (Kod: Araştırma yapar)

“Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna karşı (etkinlik öncesi) Mesut öğrencisi “Mühendisler araştırma yaparlar”, “yapılan şeyin boyuna bakar”, “amacımız ne ona göre yaparız”, “tasarlar” ve “oldu mu, olmadı mı yanlışlıklarına bakarız” şeklinde cevap vermiştir. Bu cevap analiz edildiğinde “yapılan şeyin boyuna bakar” cevabı ile “Ölçüm yapar” kodu, “tasarlar” cevabı ile “Tasarım yapma” kodu, “oldu mu, olmadı mı yanlışlıklarına bakarız” cevabı ile MTS basamaklarından “Test yapar ve üründe değişime gider” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Mesut 2. Görüşme: “İlk olarak görüşler alırlar... Ardından fikir üretmeye çalışır bunlar hakkında nasıl yapabileceği hakkında... kendi hatalarını bulur. Ve bu hataları gene (yine) sormaya devam eder, elbette kullanıcıları müşterilere... en son en güzel sonuca ulaşmaya çalışırlar.” (Kod: Empati yapar, Fikir üretir, Değerlendirme yapar)

“Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna karşı (etkinlik sonrası) Mesut öğrencisi “görüşler alırlar”, “fikir üretmeye çalışır”, “hatalarını bulur”, “kullanıcıları müşterilere sormaya devam eder” ve “en güzel sonuca ulaşmaya çalışırlar.” şeklinde cevap vermiştir. Bu cevap analiz edildiğinde öğrencinin MTS basamaklarından birçoğunu kullanarak cevap verdiği görülmektedir. Şöyle ki; “görüşler alırlar” cevabı ile “Empati yapar” kodu, “fikir üretmeye çalışır” cevabı ile “Fikir üretir” kodu, “kullanıcıları müşterilere sormaya devam eder” cevabı ile MTS basamaklarından “değerlendirme yapar” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Meryem 1. Görüşme: “O konuyla ilgili o konuyla ilgili bazı şeyler araştırır internette. Sonra internette bazı videolar izler. Onlardan öğrendiği şeyleri aynısını yapmaz ama ona benzer şeyler yapar... Dünyada olmayan bir şeyi yapmak lazım.” (Kod: Araştırma yapar)

“Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna karşı (etkinlik öncesi) Meryem öğrencisi “bazı şeyler araştırır internette” ve “internette bazı videolar izler.” şeklinde cevap vermiştir. Bu görüş analiz edildiğinde öğrencinin araştırma yapar cevabı açık olarak görülmektedir. Bundan dolayı “Araştırma yapar” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Meryem 2. Görüşme: “Empati kurarlar. Mesela biz tekerlek tasarımı esnasında ilk başta insanlara sorduk. İhtiyaçları neler diye... Bir kışık lastikten ne bekliyorlar. Sonra tasarım problemlerini tanımlamaları lazım. Mesela biz yani orada grubun tümü hepsinin getirdiği bilgileri bir araya getirerek tanımlama yaptık...Daha sonra problemi çözümüne yönelik fikir üretmeliler. Beyin fırtınası yapabilirler. Robotik kitleri kullanarak test edebilirler.” (Kod: Empati yapar, Problem tanımlama, Fikir üretir, Test etme)

“Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna karşı (etkinlik sonrası) Meryem öğrencisi “Mesela biz tekerlek tasarımı esnasında ilk başta insanlara sorduk. İhtiyaçları neler diye...”, “tasarım problemlerini tanımlamaları lazım.”, “problemi çözümüne yönelik fikir üretmeliler”, “Beyin fırtınası yapabilirler” ve “Robotik kitleri kullanarak test edebilirler.” şeklinde cevap vermiştir. Bu cevap analiz edildiğinde bu öğrencinin de MTS basamaklarından birçoğunu kullanarak cevap verdiği görülmektedir. Şöyle ki; “Mesela biz tekerlek tasarımı esnasında ilk başta insanlara sorduk. İhtiyaçları neler diye...” cevabı ile “Empati yapar” kodu, “tasarım problemlerini tanımlamaları lazım.” cevabı ile “Problem tanımlama” kodu, “problemi çözümüne

yönelik fikir üretmeliler” cevabı ve “Beyin fırtınası yapabilirler” cevabı ile MTS basamaklarından “Fikir üretir / Beyin fırtınası yapar” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Özkan 1. Görüşme: “Önce akıllarında tasarlarlar... Sonra ki bazı kişilere patronlarına filan sunabilir. Onlar beğenirse beğenilir, beğenilmezse hatalarını düzeltir. Çünkü yaptığınız eşya işinizi tam olarak görüyor mu? ondan sonra dayanıklı mı? İnsanlar için vaat ettiği işleri görüyor mu? İyi bir işe yarıyor mu? Çok yönlü. İnsanların işine yarıyor mu? Bir de o işte ölçü. Ölçülmesi, biçilmesi, dikkat edilmesi.” (Kod: Tasarım yapar, Değerlendirme yapar, Ölçüm yapar)

“Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna karşı (etkinlik öncesi) Özkan öğrencisi “Önce akıllarında tasarlarlar...”, “Sonra ki bazı kişilere patronlarına filan sunabilir. Onlar beğenirse beğenilir, beğenilmezse hatalarını düzeltir.”, “Bir de o işte ölçü ölçülmesi, biçilmesi, dikkat edilmesi.” şeklinde cevap vermiştir. Bu cevap analiz edildiğinde “Önce akıllarında tasarlarlar” cevabı ile “Tasarım yapar” kodu, “Sonra ki bazı kişilere patronlarına filan sunabilir. Onlar beğenirse beğenilir, beğenilmezse hatalarını düzeltir.”, cevabı ile “Değerlendirme yapar” kodu, “Bir de o işte ölçü. Ölçülmesi, biçilmesi, dikkat edilmesi.” cevabı ile “Ölçüm yapar” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Özkan 2. Görüşme “...bilinmeyen kişilerin kendileri dile getirmediikleri yaralarını açmaya çalışır... Sonra gerekli bilimsel araştırma yapmalı. Sonra beyin fırtınası oluşturmali. Beyin fırtınasında herkes bir fikir ortaya atmalı...Öyle hep iş birliği yaparak çalışılmalı. Sonra onu tasarlamalı. Sonra eğer her şey yolunda giderse bunun herhangi bir malzemeyle üretip minik bir şekilde yapar...Sonra robotlara takabilir. Test etmek için. Sonra zaten değerlendirmeli... Yine genel değerlendirme yapıp tekrardan düzenleniyor.” (Kod: Empati yapar, Araştırma yapar, Fikir üretir, Takım çalışması, Tasarım yapar, Prototip yapma, Test etme, Değerlendirme ve Tekrar üretme)

“Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna karşı (etkinlik sonrası) Özkan öğrencisi “bilinmeyen kişilerin kendileri dile getirmediikleri yaralarını açmaya çalışır.”, “gerekli bilimsel araştırma yapma”, “Öyle hep iş birliği yaparak çalışılmalı.”, “Beyin fırtınasında herkes bir fikir ortaya atmalı” ve “Sonra robotlara takabilir. Test etmek için.” şeklinde cevap vermiştir. Bu cevap analiz edildiğinde bu öğrencinin de MTS basamaklarından birçoğunu kullanarak cevap verdiği

görülmektedir. Şöyle ki; “bilinmeyen kişilerin kendileri dile getirmedikleri yaralarını açmaya çalışır...” ifadesi ile insanların kişisel problemler ve ihtiyaçlarını ifade ettiği görülmektedir. Bundan dolayı bu cevap MTS basamaklarından “Empati yapar” kodu ile kodlanmıştır. “gerekli bilimsel araştırma yapma” cevabı ile “Araştırma yapar” kodu, “hep iş birliği yaparak çalışılmalı.” cevabı ile “Takım çalışması” kodu, “Beyin fırtınasında herkes bir fikir ortaya atmalı” cevabı ile “Fikir üretir / Beyin fırtınası yapar” kodu ve “Sonra robotlara takabilir. Test etmek için.” cevabı ile MTS basamaklarından “Test etme” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Oğuz 1. Görüşme: “Düşünür. Sonra kafasından çizer. Tasarım esnasında çizimlere dikkat eder. Sonra onu yapmaya başlar. Sonra yapar. Yapım aşamasındaki hatalara dikkat edilmeli ve hatalar düzeltilmeli. Sonra yapar ve biter” (Kod: Plan yapar, Tasarım yapar, Ürün oluşturur, Üründe değişime gider)

“Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?” sorusuna karşı (etkinlik öncesi) Oğuz öğrencisi “Düşünür” ve “Sonra kafasından çizer. Tasarım esnasında çizimlere dikkat eder.”, “Sonra onu yapmaya başlar. Sonra yapar.” ve “Yapım aşamasındaki hatalara dikkat edilmeli ve hatalar düzeltilmeli.” şeklinde cevap vermiştir. Bu görüş analiz edildiğinde “Düşünür” cevabı ile nasıl yapacağını düşünmek manasında “Plan yapar” kodunu kullanıldığı düşünülmektedir. “Sonra kafasından çizer. Tasarım esnasında çizimlere dikkat eder.” Cevabı ile “tasarım yapar” kodu, “Sonra onu yapmaya başlar. Sonra yapar.” cevabı ile “Ürün oluşturur” kodu ve “Yapım aşamasındaki hatalara dikkat edilmeli ve hatalar düzeltilmeli.” cevabı ile “Üründe değişime gider” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Oğuz 2. Görüşme: “İlk olarak empati yapmalı. Empati böyle başkaları gibi düşünmek, başkalarının kendi yerine koyması... Başkalarının aklına girdik... Mesela (biz) hepimizin getirdiği ortak problemlerden bir şey oluşturmaya çalıştık... Prototip yapar. Biz Fusion’ ı kullanmıştık. 3D yazıcı kullanmıştık. Arduino kullandık. Prototipi test etmeli. Değerlendirmeleri almalı. Bu değerlendirmelere göre ondan sonra tekrar üretmesi gerekiyor.” (Oğuz, Görüşme 2) (Kod: Empati yapar, Araştırma yapar, Fikir üretir, Takım çalışması, Tasarım yapar, Test etme, Değerlendirme ve Tekrar üretme)

Öğrencilere sorulan “Sence kimler mühendis olabilir?” sorusuna ilişkin bulgular

Öğrencilere sorulan “Sence kimler mühendis olabilir?” sorusu ile etkinlik öncesi ve sonrası öğrencilerin sahip oldukları mühendislik hakkındaki bilgileri daha derin sorgulanmaya çalışılmıştır. Tablo 7’ de “Sence kimler mühendis olabilir?” sorusuna ait analizler sunulmuştur.

Tablo 7. “Sence kimler mühendis olabilir?” Sorusuna Ait Etkinlik Öncesi ve Sonrası Görüşme Analiz Tablosu

Kod	Frekans (f)	
	Etkinlik Öncesi	Etkinlik Sonrası
Çalışkanlar ve azimliler	11	2
Zeki insanlar	4	0
Alan uzmanlığı olanlar	4	0
Öngörü ve Özgüven sahibi insanlar	4	0
Mühendislik için eğitim alanlar	2	4
Fen ve matematiği iyi olanlar	2	0
Herkes mühendis olabilir	1	16
Günlük sorunlara çözüm arayan insanlar	0	12
Kişisel tasarım fikri olan insanlar	0	6
Sosyal insanlar	0	1

“Sence kimler mühendis olabilir?” sorusuna karşın etkinlik öncesi öğrencilerin belirttikleri görüşler değerlendirildiğinde Tablo 7’de görüldüğü gibi sıklık sırasına göre çalışkan ve azimli insanlar (f=11), zeki insanlar (f=4), alan uzmanlığı olanlar (f=4), öngörü ve özgüven sahibi insanlar (f=4), mühendislik eğitimi alanlar (f=2), fen ve matematiği iyi olanlar (f=2), herkes mühendis olabilir (f=1) şeklinde cevap verdikleri görülmüştür. Birinci görüşmede verilen cevaplar incelendiğinde mühendislerin kişisel özellikleri ve akademik başarı ve alan bilgileri etrafında toplandığı görülmüştür.

Etkinlik sonrası görüşmedeki cevaplar incelendiğinde sıklık sırasına göre, herkes mühendis olabilir (f=16), günlük sorunlara çözüm arayan insanlar(f=12), kişisel tasarım fikri olan insanlar(f=6), mühendislik eğitimi alanlar (f=4), çalışkanlar ve azimliler (f=2), sosyal insanlar (f=1) şeklinde görüş bildirmişlerdir. İkinci görüşme verilerine bakıldığında öğrencilerin mühendislik görüşleri kişisel yetenekler ve çalışkanlıktan çok

günlük problemlerin çözümüne mühendislik yaklaşımı ile çözüm arayan ve kendi tasarım fikirlerini geliştirmeye çalışan kişilere doğru değiştiği görülmektedir. Ayrıca ilk görüşmede karşılaşılan *Mühendislik için eğitim alma* kodunun ikinci görüşmede de kendini devam ettirdiği görülmüştür. Öğrencilerin *Mühendislik için eğitim alma* görüşleri ile ifade edilen anlam ilk görüşmede mühendislik için temel bir şart iken etkinlik sonrası verilen cevaplar incelendiğinde bu ifadeye yüklenen anlam mühendislik problemlerine daha profesyonel yaklaşabilmek için gerekli olan eğitimi ifade ettiği görülmüştür. Ayrıca ilk görüşmede en önemli mühendislik gerekliliği olarak karşımıza çıkan çalışkan ve azimli insanlar (f=11) maddesinin etkisini yitirdiği görülmüştür. Genel olarak etkinliktен sonra yapılan görüşmede görülen herkes mühendis olabilir cevabı gibi görüşler ile herkesin kendi hayat problemlerini çözebilmek için mühendislik yaklaşımlarını kullandığına yönelik bir öğrenci algısı meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca cinsiyet faktörü sorulduğunda iki görüşmede de öğrenciler, mühendis olmak noktasında cinsiyet faktörünün önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin “Sence kimler mühendis olabilir?” sorusu ile ilgili etkinlik öncesi ve sonrası görüşmelerden örnek cevaplar ve bu cevaplara ilişik kodlar şu şekildedir. Ayrıca bu kodların nasıl oluşturulduğu ile ilgili açıklamalar altlarında sunulmuştur.

Derya 1. Görüşme: “Çok çalışanlar. Mühendislik bana göre şey. Nasıl diyeyim? Bir meslek olarak çok önemli... Yani erkek kız olması mühendis seçimine bence etki etmiyor. Bende mühendis olmak istiyorum.” (Kod: Çalışkanlar ve azimliler)

“Sence kimler mühendis olabilir?” sorusuna karşı (etkinlik öncesi) Derya öğrencisi “Çok çalışanlar.” şeklinde cevap vermiştir. Bu görüş analiz edildiğinde “Çok çalışanlar” cevabı ile mühendisliğin çalışma ve gayret gerektiren bir iş olduğu anlaşılmaktadır. Bundan dolayı bu cevap “Çalışkanlar ve azimliler” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Derya 2. Görüşme: “Herkes olabilir aslında... dediğim gibi annelerimiz olabilir, çocuklarımız olabilir. Okuyup okumayanlar olabilir. Yani herkes mühendis olabilir. Çünkü herkesin kendine öz bir fikri var... Bu esnada mühendisliğe ihtiyaç var, (mühendislik) şeylerini bilmekle daha da kolay iş yapar...Cinsiyet ayrımı yok. Çünkü mühendislik için her insan mühendislik yeteneklerine sahip.” (Kod: Herkes mühendis olabilir, Kişisel tasarım fikri olan insanlar)

“Sence kimler mühendis olabilir?” sorusuna karşı (etkinlik sonrası) Derya öğrencisi “Herkes olabilir aslında... dediğim gibi annelerimiz olabilir, çocuklarımız olabilir. Okuyup okumayanlar olabilir.” ve “herkesin kendine öz bir fikri var...” şeklinde cevap vermiştir. Derya öğrencisinin verdiği cevap analiz edildiğinde “Herkes olabilir aslında... dediğim gibi annelerimiz olabilir, çocuklarımız olabilir. Okuyup okumayanlar olabilir.” ifadesi ile mühendisliği herkesin gerçekleştirebileceği anlaşılmaktadır. Bundan dolayı “Herkes mühendis olabilir” kodu ile kodlanmıştır. Ayrıca “herkesin kendine öz bir fikri var...” ifadesi ile insanların kendine ait bazı fikirleri ve hedefleri olduğu ve bunları yapmak için mühendislik kullandıkları anlaşılmaktadır. Bundan “Kişisel tasarım fikri olan insanlar” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Ela 1. Görüşme: “Akıllı insanlar hocam. Kafası çalışan adamlar. Herkes yapamaz. Kendine güvenen (insanlar). Çünkü mühendislik zor bir şey. Çalışkan olanlar. Cinsiyet ayrımı yok hocam. Yok yani bir bayan da bir erkekte mühendislik rahatlıkla yapabilir.” (Kod: Zeki insanlar, Özgüven sahibi insanlar)

“Sence kimler mühendis olabilir?” sorusuna karşı (etkinlik öncesi) Ela öğrencisi “Akıllı insanlar hocam. Kafası çalışan adamlar.” ve “Kendine güvenen (insanlar).” şeklinde cevap vermiştir. Bu görüş analiz edildiğinde “Akıllı insanlar hocam. Kafası çalışan adamlar.” cevabı ile mühendisliğin zor bir şey olduğu ancak zeki insanların yapabileceği anlaşılmaktadır. Bundan dolayı bu cevap “Zeki insanlar” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Ayrıca “Kendine güvenen (insanlar).” ifadesi ile “Özgüven sahibi insanlar” kodunun kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Ela 2. Görüşme: “Hocam bence herkes olabilir. Çünkü hocam bir böyle okumuş daha büyük mühendisler var. Bir de yani kendi evinde de olabilir. Mesela hocam herkes bir şeyi tasarlayıp öylece yapabilir. Kendi evinde bir şeyler geliştirebilir. Herkes kendince bir mühendis olabilir. Ben geçmişte akıllılar olur demiştim... Mesela biz bir tekerlek tasarladık. Biz mühendis değiliz ama kendi tekerleğimizi tasarladık. Ben orada öyle hissetmişim. Kendimi mühendis gibi. (Kod: Herkes mühendis olabilir)

“Sence kimler mühendis olabilir?” sorusuna karşı (etkinlik sonrası) Derya öğrencisi “...bence herkes olabilir.” şeklinde cevap vermiştir. Derya öğrencisinin verdiği cevap analiz edildiğinde “...bence herkes olabilir.” ifadesi ile mühendisliği herkesin gerçekleştirebileceği anlaşılmaktadır. Bundan dolayı “Herkes mühendis olabilir” kodu ile kodlanmıştır.

Zehra 1. Görüşme: “Bir mühendis daima ön görüşlü olmalı. Önceden başına gelebilecekleri tahmin etmeye çalışmalı...Böyle direktten, aceleci değil de böyle kararlı, dikkatli böyle pek acelesi olmayan kişilerin mühendis olması gerekiyor. Çünkü eğer acele edersen, gerekli işleri yapmadan bir anda inşa edersen belki yapın yıkılabilir.” (Kod: Öngörü sahibi insanlar)

Zehra 2. Görüşme: “Sosyal insanlar mühendis olabilir. Grup içinde insanlar kendini ifade edebilmeli. Çünkü mühendisler takım olarak çalışırlar. Her şeyi nasıl geliştiririm diye düşünebilen insanlar. Günlük hayatta da pek çok problemle karşılaşıyoruz sonra mühendislikle cevap veriyor. Mesela yeni bir yemek tarifi oluşturmak bile mühendislik işi.” (Kod: Günlük sorunlara çözüm arayan insanlar, Sosyal insanlar)

Tarık 1. Görüşme: “Zekiler mühendis olamaz bence. Mühendislik şeyle alakalıdır. Bilgiyle. Sadece zekâ yeterli değil. Çalışmayı gerektiren bir süreç. Sonra bilgili olmalı işte. İngilizcesi iyi olmalı... Çünkü yabancı ülkelere gittiğinde herkes İngilizce konuşacağı için o da dillerini bilmezse iletişim sağlayamaz... Bilgi edinme için(lazım). Yani kız veya erkek mesleği değil. Öncelikle hep vatanını düşünmeli. Vatanı için çalışmalı.” (Kod: Çalışkanlar)

Tarık 2. Görüşme: “Herkes mühendis olabilir...Çünkü herkes kendi günlük problemlerini mühendis gibi çözebilir. Tabi ki üniversite de var. Oradan gerçek mühendis, örnek bilgisayar mühendisi olabilirsin. Ama evdeki problemlerimizi de mühendis gibi çözebiliriz... Şey yani başta dedim ya evimiz ısınmıyorsa ona çözüm yapmak mühendisliktir. Orada mühendis gibi çalışıp yaptığımız çözümü test ederiz. Olmuş mu diye babamıza annemize soruyoruz.” (Kod: Herkes mühendis olabilir, Alan uzmanlığı olanlar, Günlük sorunlara çözüm arayan insanlar)

Öğrencilere sorulan “Sence fen ve mühendislik arasında bir ilişki var mıdır? Bu konuda ne düşünüyorsun?” sorusuna ilişkin bulgular

“Sence fen ve mühendislik arasında bir ilişki var mıdır? Bu konuda ne düşünüyorsun?” sorusuna ilişkin öğrenci görüşleri incelendiğinde her iki görüşmede de tüm öğrenciler fen ve mühendisliğin birbiri ile ilişkili olduğuna dair cevaplar vermişlerdir. Etkinlik öncesi görüşmede fen ve mühendislik arasında ilişki olduğunu söyleyen dört öğrenci nasıl bir ilişki olduğu sorulduğunda hiçbir cevap vermedikleri görülmüştür. Diğer öğrencilerin ise açıklayıcılığı düşük, tek cümlelik, örneklendirilmemiş cevaplar verdikleri görülmüştür. Özetle öğrencilerin “ikisi de bilimle ilgili” veya “aynı şeyleri anlatıyorlar” şeklinde cevaplar verdikleri görülmüştür. Yalnızca bir öğrenci istisna teşkil eden cevap vermiş, diğerlerinden ayrılarak mühendislik ve fen arasındaki ilişkiyi geniş bir şekilde anlatmaya çalışmıştır.

Etkinlik sonrası yapılan görüşme verileri incelendiğinde ise öğrenciler fen ve mühendislik arasındaki ilişkiyi gerek katıldıkları etkinlik gerekse harici fen kavramları ile açıklamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar çoğunlukla mühendisliğin feni kullandığı, mühendisliğinde fen gibi bir problem çözme yaklaşımı olduğu, artık fen dersinde de birçok mühendislik araçları ve yöntemleri kullanıldığına dair ifadeler etrafında toplanmıştır. Öğrencilerin ilk görüşmeye göre daha geniş ve örneklendirilmeler ile zenginleştirilmiş cevaplar verdikleri görülmüştür.

Öğrencilerin “Sence fen ve mühendislik arasında bir ilişki var mıdır? Bu konuda ne düşünüyorsun?” sorusu ile ilgili etkinlik öncesi ve sonrası görüşmelerden örnek cevaplar şu şekildedir.

Ali 1. Görüşme: “Bence fen bilimleri dersi ve mühendislik birbiri ile ilişkili, ikisi de aynı şeyleri anlatıyor...”

Ali 2. Görüşme: “... fen bilimlerinde işte ısı konuları, farklı farklı konular var. Bu konular sayesinde mühendisliği öğrenmemiz kolaylaşıyor. Mesela biz lastik geliştirirken, elbette bazı karanlık noktalar karşıma çıktı. Fen bilgisindeki kavramlardan yararlandım... Lastik yerde gidecek değil mi? Kaymaması gerekiyor. Yani sürtünme gerekiyor.”

Ela 1. Görüşme: “(fen ve mühendislik arasında ilişki) Vardır da hocam. Benim aklıma bir şey gelmedi. Şu anlık bir şey gelmiyor.”

Ela 2. Görüşme: “İlişki var hocam. Mesela biz tekerleği tasarlarken sürtünme konusunu kullanmıştık. Oradan gelebiliyor. Yani mesela bir bardağın kulpunu falan tasarlarken. Onda da fenle ilgili şeyler geliyor. Isı, sıcaklık konusu...Tekerleği yaparken silikon kullandık. Mesela sıvı kullandık... Hocam çünkü lastik daha yumuşak bir madde değil mi? Sadece sürtünme kuvveti değil. Maddenin özellikleri de karıştı. Hocam yani mühendislik (ve fen) arasında bir ilişki var. Güçlü bir ilişki.”

Özkan 1. Görüşme: “Elektronik var zaten. Konularda olsun. Sonra bir sürü mühendisliği anladığım şey var. Zaten mühendislik bilimlerle ilgili, Fen'de zaten bilimlerle ilgili işte biyoloji kimya fizik gibi bilimlerle ilgili.”

Özkan 2. Görüşme: “Bugün etkinliğimizde mesela biz tekerlekleri tasarlarken sürtünmeyi arttırmaya çalışıyorduk ve basınca da uygun olması lazımdı... Ayrıca test zeminlerini hazırlarken de mühendislik süreçlerinde fenden faydalandık...mesela şöyle, bir şey test ederken iki şeyden sadece test ettiğimiz şeyin farklı olması gerekir...test etmemiz gereken buzlu, çakıllı, yağmurlu ve normal yol yaptığımız için test edebiliyoruz.”

İlk görüşmede istisna teşkil ederek farklılaşan öğrencimizin birinci görüşmedeki cevabı;

Zehra 1. Görüşme: “Bence fen ve mühendislik arasında ilişki var. Yani nasıl diyeyim şimdi? Böyle mesela fende katmanları falan öğreniyoruz. Hangi bölgelere neyin yapılamayacağını. Böylece bulabiliyoruz. Bundan mühendisler istifade edebilir. Yani yer bilimi mesela (mühendisliğe) katkı sağlıyor. Bir dağa delik açabiliriz ama böyle suyun yakın olduğu bir yere delik açarsak belki yaptığımız bina zarar görebilir.”

Bu öğrencinin fen ve mühendislik arasındaki bilimsel ilişkiyi inşaat mühendisliği ve jeoloji mühendisliğine kaynak teşkil eden 4. sınıf Yer Kabuğunun Yapısı ünitesi ile örnek vererek açıklamaya çalıştığı görülmüştür.

Öğrencilere 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliği hakkında sorulan sorulara ilişkin bulgular

Öğrencilerin etkinlik hakkındaki görüşlerini daha derin anlamak için etkinlik sonrası yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede bazı sorularla öğrencilerin etkinlik hakkında nasıl bir görüşe sahip oldukları anlaşılmaya çalışılmıştır. Verilen cevaplar birkaç başlık altında analiz edilmiştir. Genel olarak öğrencilerin verdikleri cevaplar etkinliğin avantaj, dezavantaj ve 3B tasarım ve robotik kullanılmadan etkinliğin nasıl yapılabileceği etrafında toplanmıştır.

3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları hakkında öğrenci görüşlerine dair bulgular

Öğrencilere etkinlik hakkında sorulan sorular neticesinde verilen cevaplarda 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin sahip olduğu avantajlar ile ilgili analiz sonuçları Tablo 8’de sunulmuştur

Tablo 8. 3B Tasarım ve Robotik Destekli Fen Etkinliğinin Avantajlarına Ait Etkinlik Sonrası Görüşme Analiz Tablosu

Kod	Frekans (f)
İstediğin şeyi tasarlayabilme ve üretme kolaylığı	10
Test ve deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı	9
Eğlenceli olması	4
Gerçeklik algısı oluşturmaları	4
Hataların kolayca düzeltilmesi	2
Etkinlik sürecini hızlandırması	2
Kendi yapamayacağın şeyleri yapabilme	2

3B Tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları hakkında verilen cevaplar sıklık sırasına göre incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğu istediğin şeyi tasarlayabilme ve üretme kolaylığı (f=10), test ve deneysel değişkenlerin kontrol kolaylığı (f=9), gerçeklik algısı oluşturmaları (f=4), eğlenceli olması (f=4), kendi yapamayacağın şeyleri yapabilme (f=2), hataların kolayca düzeltilmesi (f=2), etkinlik sürecini hızlandırması(f=2), şeklinde cevaplar vermişlerdir. Burada etkinlik içinde

kullanılan 3B tasarım, robotik ve 3B yazıcı kullanımı noktasında öğrenci cevapları genellikle tasarım, üretim ve test yapma ile ilgili kolaylık sağlaması, eğlenceli olma ve ürün geliştirme süreçlerini hızlandırması hususundaki avantajlar ile ilgili olduğu görülmektedir. Özellikle Fusion 360 programı ile istedikleri herhangi bir nesneyi tasarlamak noktasındaki kolaylıklar ve ayrıca 3B yazıcıyla hayal edilen herhangi bir nesnenin 3B çıktısının alınması öğrenciler açısından büyük avantaj olarak görülmüştür. Deneysel değişkenlerin ve test süreçlerinin kontrolünün özellikle robotik ile daha verimli olduğu öğrenci cevaplarında görülmüştür.

Ayrıca öğrenci görüşlerinde 3B tasarım ve robotiğin oluşturduğu gerçeklik algısı öğrenciler tarafından fen dersinde büyük bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrenci cevaplarında çoklukla karşılaşılan gerçeklik algısı, öğrencilerimizin test ve üretim sürecinde kendi tasarımlarını yapmaları, test ekipmanlarını kendileri oluşturmaları vb. birçok süreci kendileri tarafından gerçekleştirilmesi kaynaklı olarak öğrencilerde gerçek bir mühendislik ve fen araştırması algısı oluşturduğu düşünülmektedir.

3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları ile ilgili cevaplar ve ilgili kodlar şu şekildedir. Ayrıca bu kodların nasıl oluşturulduğu ile ilgili açıklamalar altlarında sunulmuştur.

Ahmet: “3B tasarım, yani Fusion 360’la beraber şey yaptı yani. Yardım aldık...Çok iyi yardımı var. Yani istediğin şeyleri kullanmakta, oluşturmakta bir faydası var.”
(Kod: İstediyin şeyi tasarlayabilme ve üretme kolaylığı)

Ahmet öğrencisi 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları ile ilgili “...istediyin şeyleri kullanmakta, oluşturmakta bir faydası var.” şeklinde cevap vermiştir. Bu cevap analiz edildiğinde öğrencinin istediğin şeyi oluşturma kolaylığından bahsettiği anlaşılmaktadır. Bundan dolayı öğrenci ifadesi “İstediyin şeyi tasarlayabilme ve üretme kolaylığı” şeklinde kodlanmıştır.

Mesut: “... üç boyutlu yazıcı yani güzel katkı sağladı bize. Çünkü elimizde yapsaydık onun yumuşaklığını ayarlayamazdık. Onun boyunu falan ayarlayamazdık. Onun için güzelce çıkartamazdık. Yamuk yumuk olurdu. Bunu üç boyutlu yazıcı güzelcene çıkarttı hocam.” (Kod: Kendi yapamayacağın şeyleri yapabilme)

Mesut öğrencisi 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları ile ilgili verdiği cevap analiz edildiğinde genel olarak 3B tasarım ve baskı teknolojisi kullanımı ile kendi yapamayacağımız şeylerin kolaylıkla gerçekleştirilebileceğinden bahsettiği görülmektedir. Bundan dolayı öğrenci ifadesi “Kendi yapamayacağın şeyleri yapabilme” şeklinde kodlanmıştır.

Tarık: “... istediğimiz şeyi yazıcının çıkartabilmesi çok güzel. Bizim kendimizin yapamayacağı pek çok şey yapılır. Tasarım ve 3D yazıcı bunu sağlar... Bir de robotik ile birçok özellik yazılım yardımıyla ayarlanabiliyor. Bu da deney yapmayı kolaylaştırır.” (Kod: Test ve deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı)

Tarık öğrencisi 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları ile ilgili verdiği cevap analiz edildiğinde robotik ve yazılım bilimi yardımı ile deneysel değişkenlerin kolaylıkla ayarlanabileceğini ifade ettiği görülmektedir. Bundan dolayı öğrenci ifadesi “Test ve deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı” şeklinde kodlanmıştır.

Özkan: “Testlerde şöyle kullanım sağladık. Biz kumandayla uzaktan kontrol ederken, biz test ederken bir şey üstünde onu test ediyoruz. Yani gerçekmiş gibi bir araçla test ediyoruz. Onun minik prototipini yapmış olduk. Yani test etme şeyi daha da kalitelendi.” (Kod: Test ve deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı, Gerçeklik algısı oluşturmaları)

Tarık öğrencisi 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları ile ilgili verdiği cevap analiz edildiğinde robotik ve yazılım bilimi yardımı ile deneysel değişkenlerin kolaylıkla ayarlanabileceğini ve bununla beraber test araçları kullanılarak çalışma yapılmasının öğrencide gerçeklik algısı oluşturduğunu ifade ettiği görülmektedir. Bundan dolayı öğrenci ifadesi “Test ve deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı” ve “Gerçeklik algısı oluşturmaları” şeklinde kodlanmıştır.

Selim: “...Fusion 360’da üç boyutlu tasarım gerçek bir madde. Gerçekçi oluyor üç boyutta. Ondan dolayı çok büyük avantajı var...Çünkü hızını kontrol edebiliyoruz. Deney yapmada katkı sağlıyor...Düz bir deney arabası kullansaydık kontrol edilemezdi. Süratler doğru ayarlanamazdı.” (Kod: Gerçeklik algısı oluşturmaları, Test ve deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı)

Yasemin: “Yani çalışmada avantajlar, günlük hayatta problemlerimizi kendimiz çözebiliyorduk. İcatlar yaparak. Tasarlayarak. Bizim için zevkliydi tabii. Montaj yap. Ondan sonra silikon dök.” (Kod: Eğlenceli olması)

3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin dezavantajları hakkında öğrenci görüşlerine dair bulgular

Öğrencilere etkinlik hakkında sorulan sorular neticesinde verilen cevaplarda 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin sahip olduğu dezavantajlar ile ilgili analiz sonuçları Tablo 9’da sunulmuştur

Tablo 9. 3B Tasarım ve Robotik Destekli Fen Etkinliğinin Dezavantajlarına Ait Etkinlik Sonrası Görüşme Analiz Tablosu

Kod	Frekans (f)
3B tasarım ve kodlama öğrenme ile ilgili başlangıç öğrenme zorlukları	4
3B çıktıları bekleme zaman alıyor	3
Matematik gereksinimi	2
3B çıktılarıyla ilgili temizleme işlemleri	2
3B tasarım ve kodlama öğrenilmesinin zaman alması	2
Hata yapıldığında tekrar tasarım	1
Ekstra beceri gerektiren işler çıkabilmesi	1

3B Tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin dezavantajları hakkında verilen cevaplar sıklık sırasına göre incelendiğinde 3B tasarım ve kodlama öğrenme ile ilgili başlangıç öğrenme zorlukları (f=4), 3B çıktıları bekleme zaman alıyor (f=3), matematik gereksinimi (f=2), 3B çıktılarıyla ilgili temizleme işlemleri (f=2), öğrenilmesinin zaman alması (f=2), ekstra beceri gerektiren işler çıkabilmesi (f=1), hata yapıldığında tekrar tasarım (f=1), şeklinde cevaplar verdikleri görülmüştür. Bu cevaplar içinde 3B tasarım ve robotik öğrenme ile ilgili başlangıçta var olan öğrenme korkuları (f=4), ve 3B tasarım ve kodlama öğrenmenin belli bir süre alması (f=2) birbirine yakın görüşler olup, çok yoğun bir sıklığa sahip olmasa da etkinliğin eğitimsel kısmı ile ilgili dezavantajları olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.

3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları ile ilgili cevaplar ve ilişik kodlar şu şekildedir. Ayrıca bu kodların nasıl oluşturulduğu ile ilgili açıklamalar altlarında sunulmuştur.

Tarık: “Bana göre 3B tasarım ve robotiğin dezavantajları hocam şey, biraz öğrenilmesi süre alıyor ama zor değil bence eğlenceli. Fakat ilk önce bilmeyince değişik oluyor hocam. Ama çalışma kısmı çok güzel. Birde 3B çıktılar zaman alıyor... Hata yaparsan düzeltmesi de zaman alıyor. Hocam mesela bizim grup tekerlek boyutunu yanlış girmişti. Biz geç fark ettik. Bizimkini bir daha çıkarmak gerekti.” (Kod: 3B tasarım ve kodlama öğrenme ile ilgili başlangıç öğrenme zorlukları, 3B çıktıları bekleme zaman alıyor, Hata yapıldığında tekrar tasarım)

Tarık öğrencisi 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin dezavantajları ile ilgili verdiği cevap analiz edildiğinde öğrencinin yazılım ve tasarım öğrenmenin zaman aldığı, 3B çıktıların üretimi esnasında bekleme gerektiği ve hata yapıldığı zaman düzeltme işlemlerinin zaman alıcılığından bahsettiği görülmüştür. Bundan dolayı öğrenci ifadesi “3B tasarım ve kodlama öğrenme ile ilgili başlangıç öğrenme zorlukları” ve “3B çıktıları bekleme zaman alıyor”, “Hata yapıldığında tekrar tasarım” şeklinde kodlanmıştır.

Ayşe: “Başta şey, hiçbir şey bilmiyorduk...Biraz zorlandım. Hiç biz yapmamıştık böyle. İlk defa gördüğümüz bir şey olduğu için robotik de hiç bilmiyordum. Ya sıfırdan bir şey öğrenip yapmak kolay değil.” (Kod: 3B tasarım ve kodlama öğrenme ile ilgili başlangıç öğrenme zorlukları)

Yasemin: “Yani ilk başlarda zordu. Ama sonlarda çok kolay ve eğlenceliydi. Çünkü bilmiyordum. Nasıl yapacağımı bilmiyordum. Sonra şey bilmediğim için korkuyordum yapmaktan. Yani zarar verir miyim diye. Yanlış bir şey yapıp zarar verir miyiz? Geri alabiliyormuşuz. Sonradan bunu öğrendim. Hepsi geri alınabiliyor. En güzel tarafı bu.” (3B tasarım ve kodlama öğrenme ile ilgili başlangıç öğrenme zorlukları)

Mesut: “Hocam mesela o çıkınca hep iplikleri, hep çıktı katmanları hep düştü. İçinden hep ipler böyle çıktı. Onları temizlemekle alakalı sorunlar var işte. Onları temizlemeyle zamanımızı kaybettik.” (Kod: 3B çıktılarıyla ilgili temizleme işlemleri)

Erdem: “Mesela biz kalıptan çıkartırken bazılarında zorlandık. Bazıları çok güzel kurumuştur. Arada yaptığımız farklı çok işlerde gerekli olabiliyor. Kalıp temizle ve silikon dökme lazım oldu.” (Kod: Ekstra beceri gerektiren işler çıkabilmesi)

Erdem öğrencisi 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin dezavantajları ile ilgili verdiği cevap analiz edildiğinde öğrencinin 3B baskı ile ilgili işlemler ve teknoloji tasarım dersine ait silikon ile kalıp çıkartma uygulamalarında zorlandığı görülmüştür. Bundan dolayı öğrenci ifadesi “Ekstra beceri gerektiren işler çıkabilmesi” şeklinde kodlanmıştır.

Selim: “Mesela tekerlek yaparken. Bizim takım biraz büyük yapmış tekerleği. Olmadı. Biraz zorlandık. Ölçüyü tutturmada problem oldu. Bazen matematik gerekiyor. Ölçülerde matematik hesabı hatası yaptık.” (Kod: Matematik gereksinimi)

Selim öğrencisi 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin dezavantajları ile ilgili verdiği cevap analiz edildiğinde öğrencinin 3B tasarım yapma esnasında bulunan matematik uygulamalarında zorlandığı görülmüştür. Bundan dolayı öğrenci ifadesi “Matematik gereksinimi” şeklinde kodlanmıştır.

Etkinlikte 3B tasarım ve robotik kodlama yerine başka bir yöntem kullanılması hakkında öğrenci görüşleri ile ilgili bulgular

Bu konuda 12 öğrenci farklı bir etkinlik önerisinde bulunmamıştır. Diğerleri ise karton, tahta, oyun hamuru, kurmalı araba veya deney arabaları ile farklı yöntemlerle yapılabileceği noktasında yorum yapmıştır. Ayrıca iki öğrenci herhangi bir etkinlik önerisinde bulunmasalar da farklı etkinlikler ile değişik fikirlerin üretilmesi sağlanabileceği yönünde görüş bildirdikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin çoğunluğu ise farklı yöntemlerin 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliğinin avantajları yanında çok etkisiz kalacağı ve bazı dezavantajlar meydana geleceği noktasında cevaplar vermiştir. Meydana gelebilecek dezavantajlar noktasında verilen cevaplarda en sık olarak karşımıza çıkan yeterince ölçülü çalışamama ile ilgili deneysel hataların meydana gelebilecek olması, 3B yazıcı ile yapılan işlerin farklı yöntemlerle çok uzun zaman alması, el ile işlemede var olan zorluklar, zaman kaybı, tasarım ve test noktasındaki zorluklar, ürünlerin elle boyutlandırılmasındaki zorluklar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan örnekler şu şekildedir.

Ahmet: “Bu etkinliği yani oyun hamurundan yapmak lazım. Onu kurutmamız lazım. Hatta (fakat) olmaz bile...”

Zeynep: “Oyun hamuruyla olabilir. Yani bizim o tekerleği ve jantı yapmamız kolay olurdu...Ama test sürecinde çabuk parçalanabilirdi... Ayrıca ölçerek belki aralarında küçük, biraz fark olabilirdi... arabanın dengesi bozulabilir ve yolda düzgün ilerlemeyebilirdi. Test öyle sağlıklı olmazdı.”

Selim: “Diyelim ki adam kurmalı araba getirirdi. Verimli olmazdı. Tekerleği elimizle yapardık o zaman. Elimizde yaparsak da sürtünme kuvveti ayarlanamazdı ve araba hiç normal gitmezdi, düz yolda bile çok kayarak giderdi. Yani istediğiniz sonucu elde edemezdik... Ama kendin yaparsan da üç boyutlu yazıcıya göre çok kötü olur.”

Oğuz: “Demiştin ya tahtayla yapabiliriz ama daha kötü olurdu. Gitmezdi. Kolaylaşırdı ama gitmezdi. Yani işlemler çok hızlı biterdi. Ama test aşamasında mesela tekerleği test ederken, yani gitmezdi.”

Derya: “Bizim 3D yazıcıdan yaptığımız tekerlekleri üç beş günde, bir haftada, iki haftada yapabiliydik. Yani bir tekerleğin yapımı için mesela pense, tornavidayla yapsaydık. Oyacağız. İş heykelciliğe dönerdi. Çok zor olurdu.”

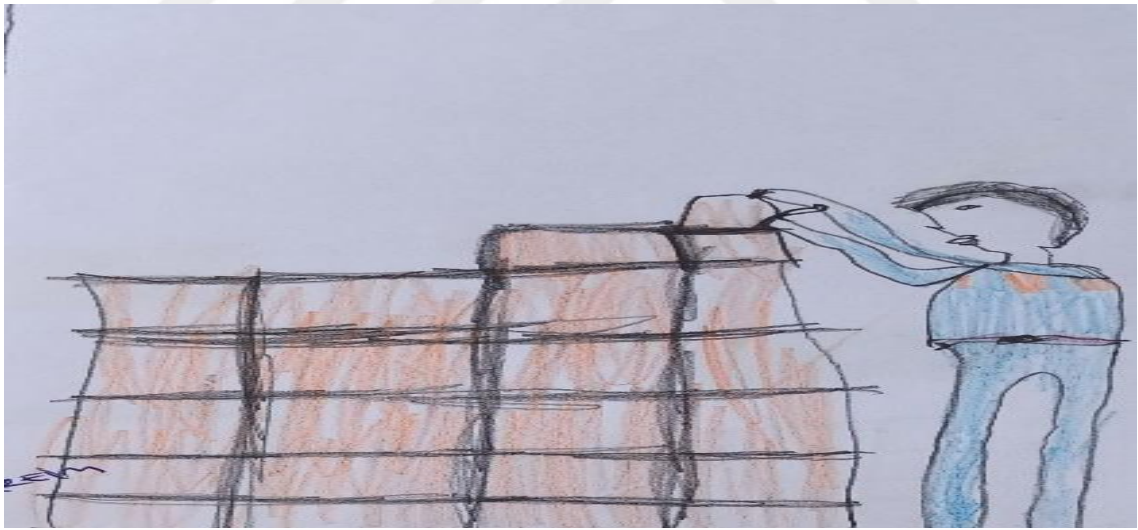
Özkan: “...Test şeyini. O zaman aynı kuvvetle yuvarlayıp yuvarlamadığımızı da ölçemeyeceğimiz için. Bir de 3D yazıcıda da eğer yapmasaydık, başka bir malzemeyle yapsaydık bu bizim için hem süreci uzatırdı hem de daha zor olurdu. Başka bir maddeyi oymaya veya doldurmaya kalksak. Yani 3D yazıcı bize hız kazandırdı. Robotikte testleri kolaylaştırdı.”

Ela: “Çıkmazdı, yolda gitmezdi araba. Ayrıca 3D tasarımla şekil üzerinde kolayca değişiklik yapıyoruz. Burada yapacağımız fikir değişiklikleri 3D tasarım olmasaydı çok zorlaşırdı.”

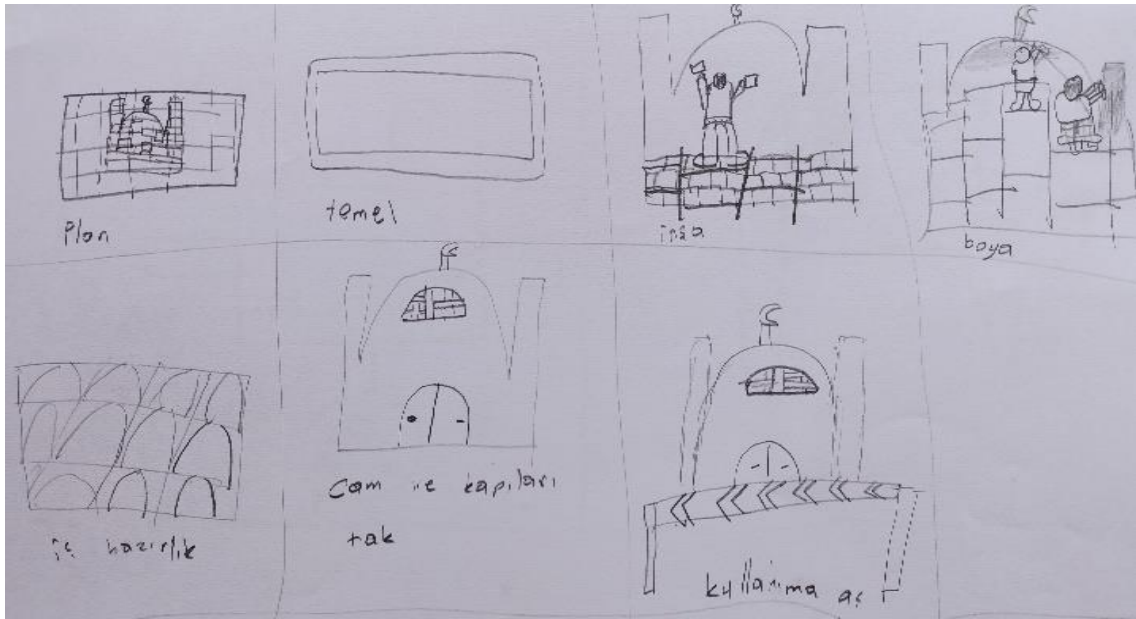
Mühendisler bir ürün geliştirirken nasıl çalışırlar konulu öğrenci resimleri ile ilgili bulgular

Öğrencilerin mühendislik süreçleri hakkındaki algılarını daha derinlemesine anlamak amaçlı etkinlik öncesi ve etkinlik sonrası olmak üzere iki defa öğrencilerden “Mühendisler bir ürün geliştirirken nasıl çalışırlar bir resimle anlatır mısınız?” şeklindeki soru ile resim çizmeleri istenmiştir. Böylelikle çalışma öncesi ve sonrası öğrencilerin mühendislerin çalışma süreci hakkındaki algılarını anlaşılmaya çalışılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin büyük çoğunluğu etkinlik öncesi çizdikleri resimlerde, mühendislerin çalışırken ürettikleri ürünler üzerine durmuşlardır. Öğrencilerin çoğunluğunda mühendislik süreçleri ile ilgili çizime rastlanmamış, yalnızca iki öğrenci kısmi olarak mühendislik süreçleri ile alakalı çizim yapmışlardır. Öğrencilerin çizimleri sıklık sırasına göre robot($f=8$), inşaat ($f=4$) ve araba($f=3$) çizmişlerdir. İstisna olarak bazı öğrencilerin bir miktar mühendislik süreci (2) çizmiş etmiş olduğu görülmüştür.

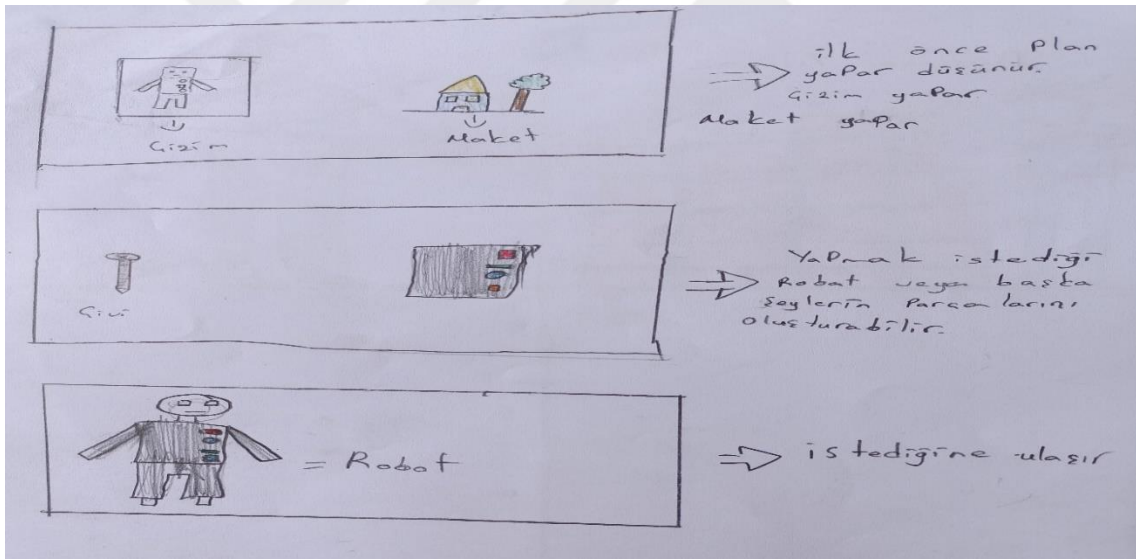
Etkinlik öncesi mühendisler bir ürün geliştirirken nasıl çalışırlar konulu öğrenci resimlerinden örnekler,



Şekil 33. Yasemin Kod Adlı Katılımcının Etkinlik Öncesi Bir İnşaat Mühendisinin Çalışma Süreci İle İlgili Çizimi



Şekil 34. Zehra Kod Adlı Katılımcının Etkinlik Öncesi Bir İnşaat Mühendisinin Çalışma Süreci İle İlgili Çizimi

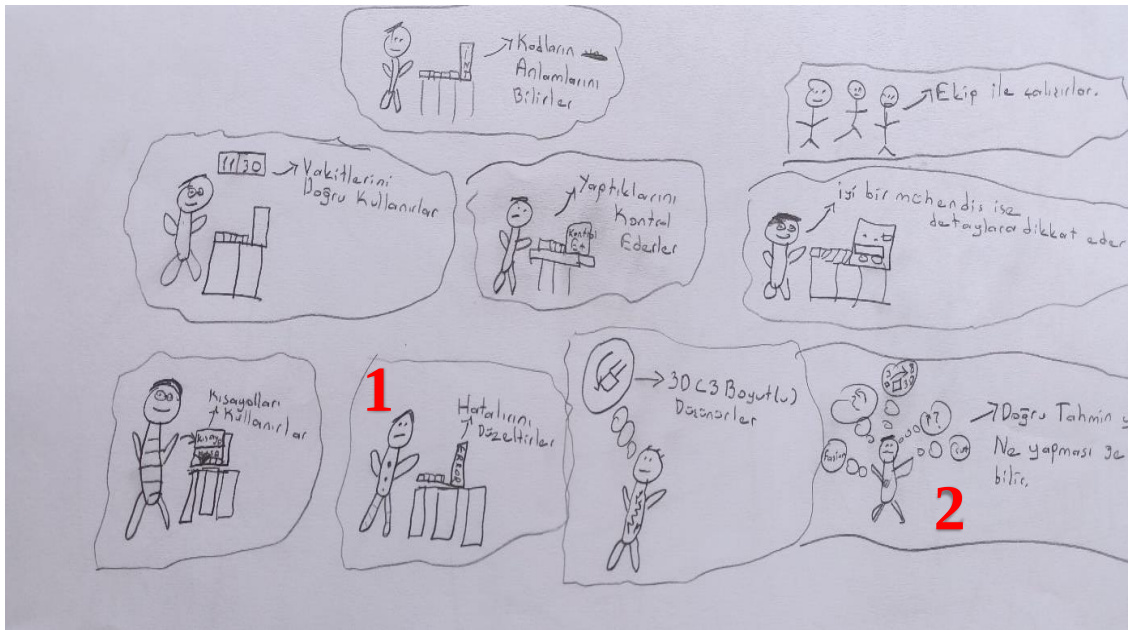


Şekil 35. Ayşe Kod Adlı Katılımcının Etkinlik Öncesi Mühendis Çalışma Süreci Robot Çizimi

Şekil 33'deki resim incelendiğinde Yasemin öğrencisinin inşaat yapan bir adam çizerek inşaat mühendisliği ile ilgili bir çizim yaptığı anlaşılmaktadır. Bu öğrencinin çalışmasında herhangi bir MTS çalışması gözükmemektedir. Şekil 34'teki resim incelendiğinde ise Zehra öğrencisinin bir inşaatın yapım sürecini çizdiği ve mimari plan yapıldığı görülmektedir. Şekil 35'deki resim incelendiğinde ise Ayşe öğrencisinin bir robot yapmak için plan yapıp üretim yaptığı görülmektedir. Etkinlik öncesi resimler

analiz edildiğinde genel olarak elektronik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, inşaat mühendisliği ve makine mühendisliği alanları ile ilgili çalışmalar gözlemlenmiştir. Öğrencilerin bu alanlarda ürün üretme ile ilgili çizimler yapmışlar fakat bir mühendisin çalışma süreci ile ilgili çizim yapma genel olarak görülmemiştir. İlk çizimlerinde mühendislik tasarım süreçlerine atıf yapan öğrenci sayısı yalnızca 2 adet çıkmıştır. Bu öğrenciler ise mühendislik sürecinin yalnızca bir kısmını çizmişlerdir.

Etkinlik öncesi mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili kısmi çizim yapan öğrenci resimlerinden bir örnek sunulmuştur.

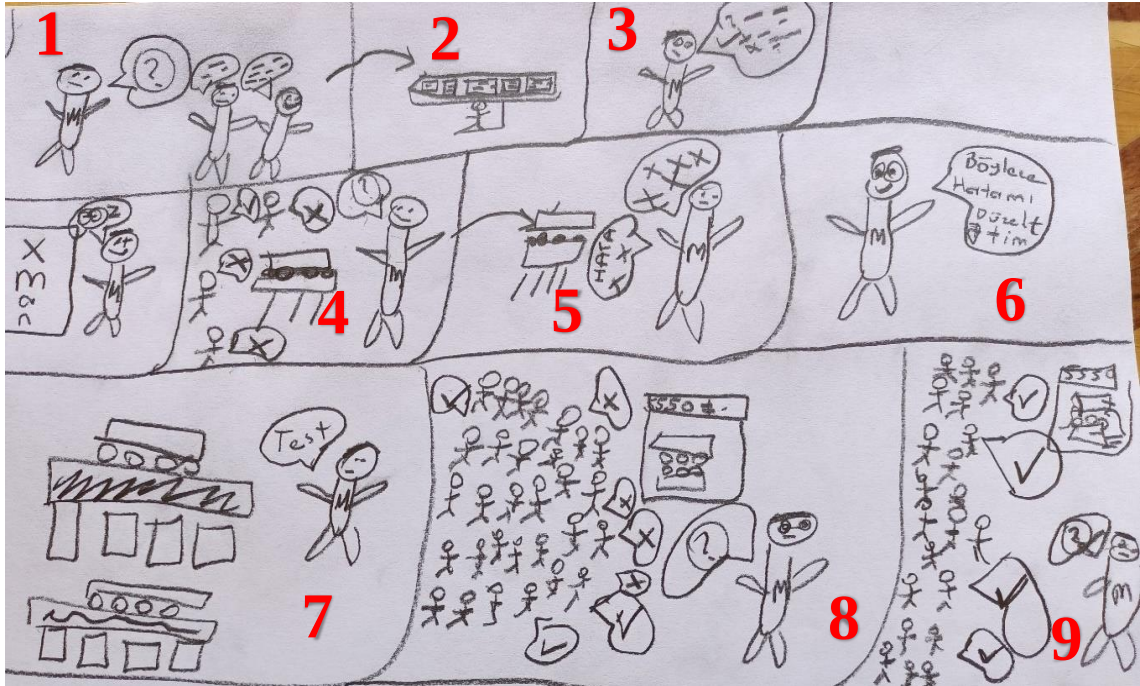


Şekil 36. Özkan Kod Adlı Katılımcının Etkinlik Öncesi Kısmi Olarak MTS Basamaklarını İfade Eden Çizimi

Özkan öğrencisinin Şekil 36'daki mühendislik süreç çalışması resminde "1" sayısı ile ifade edilen kutucukta MTS'den hataları düzeltme çizimi ile tekrar üretme, "2" sayısı ile ifade edilen kutucuk ile de tahmin yapma ve fikir üretme aşamaları öğrenci tarafından çizildiği düşünülmektedir.

Etkinlik sonrası yapılan çizimlerde ise öğrencilerin genel olarak yaptıkları tekil ürün resimlerinden farklılaşarak, süreç anlatan resimler yaptıkları ve ayrıca safhalandırma yaptıkları görülmüştür. İlk safhalar incelendiğinde çoğunlukla öğrencilerin insanların birbirine bir şeyler sordukları resimler çizdiği (empati basamağı) görülmüş olup, buna benzer şekilde diğer mühendislik tasarım süreçlerinin çizildiği ve bazı basamakların altında yazı ile de ifade edildiği görülmüştür.

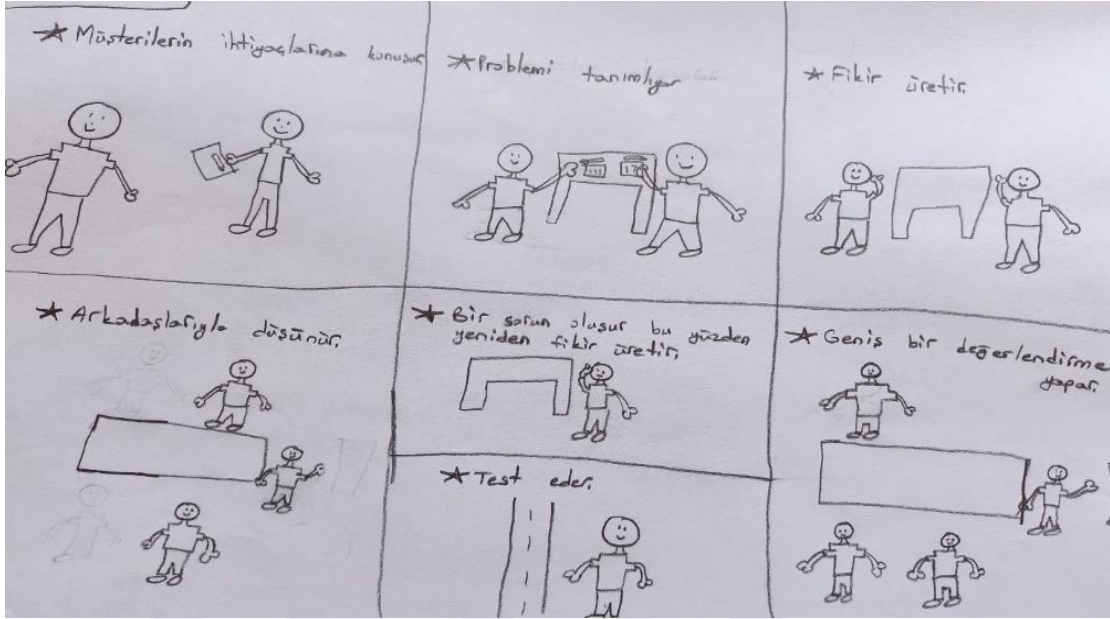
Etkinlik sonrası “Mühendisler bir ürün geliştirirken nasıl çalışırlar?” konulu resim örnekleri şu şekildedir.



Şekil 37. Özkan Kod Adlı Katılımcıya Ait Empati Basamağını ve Farklı Basamakları Gösteren Resim

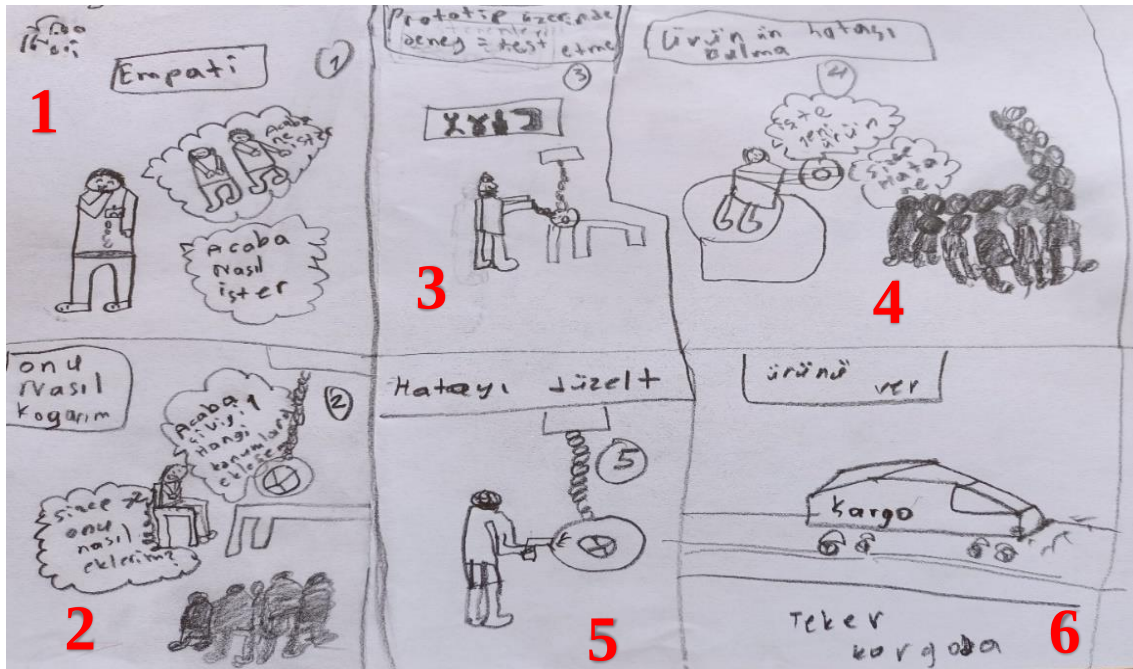
Özkan öğrencisine ait Şekil 37’deki etkinlik sonrası resim incelendiğinde “1” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin insanlara bir şeyler sorduğu görülmektedir. Bu resimle öğrencinin empati basamağını ifade etmeye çalıştığı düşünülmektedir. “2” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin bazı kağıtlar oluşturduğu görülmektedir. Bu resimle öğrencinin problemi tespit etme basamağını ifade etmeye çalıştığı düşünülmektedir. “3” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin soru işareti, olumlu manasında tik ve olumsuz manasında çarpı işareti ile fikir üretme aşamasını ifade etmeye çalıştığı düşünülmektedir. “4” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin takım çalışması yaparak prototip oluşturduğu görülmektedir. “5” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin prototipi test ederek hata bulduğu görülmektedir. “6” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin yeniden tasarım ederek hatayı düzelttiği görülmektedir. “7” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin prototipi tekrar test ettiği görülmektedir. “8” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin tik ve çarpı işaretleri ve insanları yan yana getirerek insanlardan değerlendirme aldığı görülmektedir. “9” numara ile ifade

edilen kutucukta öğrencinin yalnızca insanlar ve tik işaretleri ile MTS görevinin başarı ile tamamlandığı anlaşılmaktadır.



Şekil 38. Şenay Kod Adlı Katılımcının MTS Basamaklarını Yazı ile Birlikte Gösteren Resmi

Şekil 38'deki resimde Şenay öğrencisi prototip yapma basamağı haricindeki tüm MTS basamaklarını resmine yansıtmıştır. Süreç içindeki basamakların resim içinde yazı ile ifade ettiği için ayrıca bir analize ihtiyaç duyulmamıştır.



Şekil 39. Zehra Kod Adlı Katılımcıya Ait Fikir Üretme Basamağını ve Farklı Basamakları Gösteren Resim

Şekil 39'daki Zehra öğrencisini çalışması incelendiğinde “1” sayısı ile ifade edilen kutucuğun içinde çizilen birkaç baloncuk ve yazı ifadesinden öğrencinin empati ve basamağını çizdiği anlaşılmaktadır. “2” numaralı resme dikkat edildiğinde öğrencinin takımla beraber fikir üretme basamağını ifade ettiği görülmektedir. “3” numaralı resme dikkat edildiğinde öğrencinin prototip yapma ve test etme basamaklarını ifade ettiği görülmektedir. “4” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin baloncuklarda yazan “İşte yeni ürün! Sizce hata nedir?” ifadesi ile kullanıcı yorumu alma yani ürünün değerlendirmesi yapıldığı anlaşılmaktadır. “5” numara ile ifade edilen kutucukta öğrencinin yeniden tasarım ederek hatayı düzelttiği görülmektedir. “6” numara ile ifade edilen kutucukta ürünün teslim hazırlanmış olduğu görülmektedir. Zehra öğrencisinin çizdiği resme dikkat edildiğinde öğrencinin problemi tespit etme aşamasını çizmediği görülmektedir. Etkinlik sonrası çizilen resimler analiz edildiğinde öğrencilerin gerek resim gerekse de resim altındaki yazılarla MTS’ lerini ifade ettikleri görülmektedir.

Öğretmen günlüklerinden elde edilen bulgular

Çalışma yöntem kısmında bahsedildiği gibi üç aşamadan oluşmaktadır. İlk iki kısımda eğitim esnasında ihtiyaç duyulacak alt yeterlilikleri sağlamak amaçlı öğrencilere 3B tasarım ve robotik eğitimi verilmiştir. Çalışmanın 3. bölümünde ise *Kışlık Lastik Tasarlayalım!* isimli mühendislik tasarım etkinliği uygulanmıştır. Çalışmanın bu kısmında daha önce mühendislik tasarım eğitimi vermiş bir öğretmen ve fen bilimleri öğretmenliği yapan iki eğitimci davet edilmiştir. Öğretmenler çalışmanın 4 haftalık sürecinde onlara verilen öğretmen günlükleri ile etkinliği değerlendirmişlerdir.

1.Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkında öğretmen görüşleri

Çalışmada öğretmenler 4 hafta boyunca MTS etkinliğinin farklı basamaklarında (empati, tanımlama, fikir üretme, prototip yapma, test yapma, değerlendirme) öğrenci seviyesine uygunluk noktasında etkinliği değerlendirmişlerdir. Genel olarak çalışmanın öğrenci seviyesine uygun olduğu ile ilgili görüş belirtmişlerdir. Yalnızca iki kodda öğretmenlere göre öğrencilerin zorlandıkları gözlenmiş olup, bu da yine öğretmenler tarafından öğrencilerin böyle bir etkinliği ilk defa gerçekleştirmesi ile ilişkilendirildiği görülmüştür. Öğretmen günlüklerinde karşılaşılan etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşlerle ilgili analiz Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10. “Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşleriniz nedir?” Sorusuna Ait Analiz Tablosu

Kod	Frekans(f)
Araştırma veri kaynaklarının kolay ulaşılabilirliği	3
Tasarım ve kodlama uygulamalarının öğrenci seviyesine uygunluğu	3
3B çıktı alma, montajlama ve üretim yöntemleri açısından uygunluğu	3
Takım çalışması etkinliklerinin çocuk seviyesine uygunluğu	2
Problem durumunun ifade edilmesindeki zorlanma	2
Orijinal fikir üretmede karşılaşılan zorluklar	2
Etkinlik konusunun çocuk seviyesine uygunluğu	1
Beyin fırtınası tekniklerinin öğrenci seviyesine uygunluğu	1
Farklı disiplinler kullanımı açısından öğrenci seviyesine uygunluk	1
Test düzeneklerinin öğrenci tarafından hazırlanabilirliği	1

Karşılaşılan sıklık sırasına göre oluşturulan Tablo 10’da görüldüğü gibi öğretmenler MTS’nin her bir basamağında uygulanan etkinliklerin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkında görüş bildirmişlerdir. Çalışmada öğretmenler sıklık sırasıyla veri kaynaklarının kolay ulaşılabilirliği ($f=3$), tasarım ve kodlama uygulamalarının öğrenci seviyesine uygunluğu ($f=3$), 3B çıktı alma, montajlama ve üretim yöntemleri açısından uygunluğu ($f=3$), çalışması etkinliklerinin çocuk seviyesine uygunluğu ($f=2$), problem durumunun ifade edilmesindeki zorlanma ($f=2$), orijinal fikir üretmede karşılaşılan zorluklar ($f=2$), etkinlik konusunun çocuk seviyesine uygunluğu ($f=1$), beyin fırtınası tekniklerinin öğrenci seviyesine uygunluğu ($f=1$), farklı disiplinler kullanımı açısından öğrenci seviyesine uygunluk ($f=1$), test düzeneklerinin öğrenci tarafından hazırlanabilirliği ($f=1$) şeklinde gözlem yaptıkları görülmüştür.

Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkında öğretmen günlüklerinden alıntılar ve bağlı oldukları kodlar aşağıda sunulmuştur. Ayrıca bu kodların nasıl oluşturulduğu ile ilgili açıklamalar altlarında sunulmuştur.

Çalışmanın empati basamağı ile ilgili olarak öğretmen günlükleri alıntıları ve alıntılarla ilişik kodlar şu şekildedir.

(Ahmet öğretmen) ... Etkinliğin bu basamağı öğrencilerin yaş gruplarına göre oldukça uygun olmuş. Çünkü empati verisini topladıkları insanlar genel olarak kendi çevrelerinde anne, baba ve yakınlarından elde etmişler ve özellikle öğrenci yaşına göre ulaşabileceği

yerlerden bilgi toplayarak çalışmaya adapte olabilmesi bu çalışmanın özellikle 5.sınıf öğrenci seviyesine göre uygun olduğunu gözüküyor. (Kod: Veri kaynaklarının ulaşılabilirliği)

“Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşleriniz nedir” sorusuna karşın Ahmet öğretmenin verdiği cevap analiz edildiğinde etkinlik konusunun araştırma alanı olan insanların kolay ulaşılabilir olduğu hakkında cevap verdiği anlaşılmaktadır. Bundan dolayı Ahmet öğretmenin verdiği cevap “Veri kaynaklarının ulaşılabilirliği” şeklinde kodlanmıştır.

Çalışmanın tanımlama ve fikir üretme basamağı ile ilgili olarak öğretmen günlükleri alıntıları ve bu alıntılara ilişik kodlar şu şekildedir.

(Servet öğretmen) ...Toplu olarak ortak bir problem durumu cümlesi kurmakta zorluk çektiler. Bence zorlanma sebepleri belki de ilk defa böyle bir etkinlikle karşılaşmaları olabilir. Öğrenci seviyesi ile alakalı olduğunu düşünmüyorum (Kod: Problem durumunun ifade edilmesindeki zorluk)

“Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşleriniz nedir” sorusuna karşın Servet öğretmenin verdiği cevap analiz edildiğinde öğrencilerin problem durumunu toparlayıp ifade etmekte zorlandıkları anlaşılmaktadır. Bundan dolayı Ahmet öğretmenin verdiği cevap “Problem durumunun ifade edilmesindeki zorluk” şeklinde kodlanmıştır.

(Oğuz öğretmen) ... Fikir üretme kısmında beyin fırtınası teknikleri ve iş birliği öğrenme kullanılması öğrenci seviyesine uygun ama öğrencilerin en çok zorlandığı bölümlerden biri olduğunu düşünüyorum. Çünkü orijinal fikir üretirken çok zorlandılar. Bazı gruplarda diğer gruplardan esinlenmelerde olmadı değil. Fakat beşinci sınıf yaş grubu bu için bu gayet normal. (Kod: Orijinal fikir üretmede karşılaşılan zorluklar)

“Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşleriniz nedir” sorusuna karşın Oğuz öğretmenin verdiği cevap analiz edildiğinde öğrencilerin orijinal fikir üretmede zorlandıkları ve buna bağlı olarak birbirlerinden esinlendikleri anlaşılmaktadır. Bundan dolayı Oğuz öğretmenin verdiği cevap “Orijinal fikir üretmede karşılaşılan zorluklar” şeklinde kodlanmıştır.

Çalışmanın prototip yapma ve test etme basamağı ile ilgili olarak öğretmen günlükleri alıntıları ve ilişik

(Oğuz öğretmen) ... Genel kanı olarak robotik kodlama ve tasarım bu yaş grubu öğrencilere verilemez gibi bir yargıya sahiptim. ... Ben de şahsen matematik gibi, fen gibi bu eğitiminde öğrencilere uygun olduğunu düşünüyorum. Bu çalışma sonucunda öğrencilerin elde ettiği prototipleri görünce.... Fusion 360 gibi tasarım programlarının rahatlıkla öğrenilebileceği kanaatine sahip oldum. (Tasarım ve kodlama uygulamaları öğrenci seviyesine uygunluğu)

“Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşleriniz nedir” sorusuna karşın Oğuz öğretmenin verdiği cevap analiz edildiğinde prototip yapma ve test süreçlerinde kullanılan hem tasarım hem de kodlama etkinliklerinin öğrenci seviyesine uygun olduğu düşüncesi anlaşılmaktadır. Bundan dolayı Oğuz öğretmenin verdiği cevap “Tasarım ve kodlama uygulamaları öğrenci seviyesine uygunluğu” şeklinde kodlanmıştır.

(Servet öğretmen) ... Çalışmada kalıp teknolojisi kullanıldı. Öğrenciler bu aşamada kalıp dökerken oldukça eğlenerek çalıştılar. Gayet rahatlıkla tamamlandı. Daha önce görmedikleri bir yöntem olduğu için ilk başta zorlandılar ama yeni kalıplara geçtikçe ustalaştılar. (Farklı disiplinler kullanımı açısından öğrenci seviyesine uygunluk)

“Etkinliğin öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşleriniz nedir” sorusuna karşın Servet öğretmenin verdiği cevap analiz edildiğinde silikon dökme ve kalıp teknolojisi kullanımı gibi fen bilimleri alanı dışında bulunan farklı disiplin etkinliklerinin öğrenci seviyesine uygun olduğu düşüncesi anlaşılmaktadır. Bundan dolayı Oğuz öğretmenin verdiği cevap “Farklı disiplinler kullanımı açısından öğrenci seviyesine uygunluk” şeklinde kodlanmıştır.

(Ahmet öğretmen) Test için gerekli işlemlerin (test yüzeyleri) öğrenci tarafından belirlenip uygulanması öğrenci seviyesinde uygulanabilirliği arttıran güzel bir uygulama olmuş. (Test düzeneklerinin öğrenci tarafından hazırlanabilirliği)

2. Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir? sorusu hakkında öğretmen görüşleri

Öğretmen günlüklerinin ikinci sorusunda öğretmenler etkinliği FMUG eğitimine yaptığı katkı açısından değerlendirmişlerdir. Çalışmaya katılan üç fen bilimleri öğretmeninden bir tanesi daha önce farklı bir kurumda MTS eğitimi vermiş, diğer ikisi ise fen bilimleri öğretmenliğinde tecrübeli, 2018 de değişen fen öğretim programı ile FMUG öğretim programı içeriklerini uygulamış ve ayrıca etkinlik öncesi MTS hakkında bilgilendirme eğitimi almışlardır. Öğretmenlerin “Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” hakkındaki görüşlerle ilgili analiz Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11. “Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” Sorusuna Ait Analiz Tablosu

Kod	Frekans (f)
Fikir üretme ve ona bağlı ürün üretmeye olanak sağlama	3
Fen ve mühendislik (3B tasarım ve robotik vb.) uygulamalarını birleştirme	3
İnsan odaklı problem tanımlama ve çözüm sunma	2
Bilimsel süreç becerileri gelişimi	2
3B tasarım ile düşünceleri gerçeğe dönüştürme	2
MTS süreçlerinin geliştirme ve mühendislik çalışma disiplini sağlama	2
Yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenleri kontrol etme	2
Girişimcilik ve ifade yeteneği yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlama	2
ARGE kültürünü geliştirmeye olanak sağlama	1

Tablo 11’de görüldüğü gibi öğretmenler etkinliğin FMUG eğitimine katkısı hakkında farklı noktalarda görüşler bildirmişlerdir. Çalışmada öğretmenler sıklık sırasına göre fikir ve ona bağlı ürün üretmeye olanak sağlama (f=3), fen ve mühendislik (3B tasarım ve robotik vb.) uygulamalarını birleştirme (f=3), insan odaklı problem tanımlama ve çözüm sunma (f=2), bilimsel süreç becerileri gelişimi (f=2), 3B tasarım ile düşünceleri gerçeğe dönüştürme (f=2), mühendislik çalışma disiplini ve MTS süreçlerinin uygulanması (f=2), yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenleri kontrol etme (f=2), İfade yeteneği ve girişimcilik yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlama (f=2), ARGE kültürünü geliştirmeye olanak sağlama (f=1) şeklinde gözlem yaptıkları görülmüştür.

Etkinliğin FMUG eğitimine katkısı hakkında öğretmen günlüklerinden bazı alıntılar ve bu alıntıların bağlı oldukları kodlar aşağıda sunulmuştur. Ayrıca bu kodların nasıl oluşturulduğu ile ilgili açıklamalar altlarında sunulmuştur.

(Servet öğretmen) ... birey odaklı problem tespiti ve veri toplama yetisi geliştirme noktasından FMUG eğitimine katkı sağlıyor. Ayrıca çalışmanın empati kısmı öğrencilerimizin hayatlarında karşılarına çıkan zorluklarla baş etme noktasında insan odaklı düşünmeyi öğreterek, daha olgun çözümler üretmek için gerekli anlayışı oluşturma gibi farklı noktalara da katkı sağlayıcı olmuş. (Kod: İnsan odaklı problem tanımlama ve çözüm sunma)

“Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” sorusuna karşı Servet öğretmenin verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu insan odaklı bir yaklaşım olarak görülmektedir. Bundan dolayı Servet öğretmenin verdiği cevap “İnsan odaklı problem tanımlama ve çözüm sunma” olarak kodlanmıştır.

(Oğuz öğretmen) ... Yapılan çalışmada problem çözme becerilerini kullanarak iş birlikçi bir şekilde çözüm üretilmektedir. Çocuklar problemi tanımlarken beraber empati verilerini kullanıyorlar. Problem tanımı ortak sentez ediliyor. Bu açıdan bilimsel süreç becerilerini kazandırmakla FMUG eğitimine katkı sağlamaktadır. (Kod: Bilimsel süreç becerilerini kazandırma)

“Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” sorusuna karşı Oğuz öğretmenin verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu bilimsel süreç becerile gelişimi kavramı etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmenin verdiği cevap “Bilimsel süreç becerilerini kazandırma” olarak kodlanmıştır.

(Ahmet öğretmen) ... bu işlemde çocuklarda çok yönlü gelişim sağlayacağı noktasından faydalı olacaktır. Yani çoklu zekâ gelişiminde, sosyal zekâ gelişimine fayda sağlayacaktır diye düşünüyorum. Ayrıca kendi fikirlerini ve ürünlerini sunarken girişimcilik yetenekleri de gelişecektir. (Kod: Girişimcilik ve ifade yeteneği gelişimi)

“Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” sorusuna karşı Oğuz öğretmenin verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu kendini ifade etme ve girişimcilik kavramları etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmenin verdiği cevap “Bilimsel süreç becerilerini kazandırma” olarak kodlanmıştır.

(Servet öğretmen) ... Ayrıca bu tarz bir etkinlikle çocukların ifade yeteneklerinin gelişimi için fayda sağlayıcı bir durum. (Kod: İfade yeteneği ve girişimcilik gelişimi)

(Ahmet öğretmen) ... Öğrencinin kendini bir mühendis gibi hissederek insanlığın ihtiyacını karşılayabileceği bir ürün ortaya koyma, ya da var olan ürünü geliştirmek açısından yeni fikirler üretme yeteneklerini geliştirme açısından fen ile mühendislik uygulamasının yollarını kesiştiren güzel bir etkinlik olmuş. (Kod: Fen ve mühendislik uygulamalarını birleştirme)

“Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” sorusuna karşı Oğuz öğretmenin verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu mühendislik süreçleri ve fen kavramlarının beraber kullanımı etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmenin verdiği cevap “Fen ve mühendislik uygulamalarını birleştirme” olarak kodlanmıştır.

(Oğuz öğretmen) ... Bilimsel süreç işlemlerinde deneyde gerekli olan bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini, yazılım ve 3B tasarım yardımıyla en iyi şekilde kullanarak deneyi mükemmel şekilde yerine getirmeyi sağlayan bir çalışma olmuş. (Kod: Bilimsel süreç becerileri gelişimi, Yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenleri kontrol etme)

“Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” sorusuna karşı Oğuz öğretmenin verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu bilimsel süreç becerilerinin kullanımı, yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenlerin kontrol kolaylığı etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmenin verdiği cevap “Bilimsel süreç becerileri gelişimi, Yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenleri kontrol etme” olarak kodlanmıştır.

(Oğuz öğretmen) ... Okul kitaplarında geçen etkinlikler yüzeysel kalmaktadır. Yapılan bu etkinlikte mühendislik tasarım basamakları açık bir şekilde ifade edilmekte. (Kod: MTS süreçlerinin geliştirme ve mühendislik çalışma disiplini sağlaması)

“Etkinliğin size göre FMUG eğitimine katkısı nedir?” sorusuna karşı Oğuz öğretmenin verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu etkinlik içeriğinin MTS basamaklarını açıkça ifade etmesi ve uygulaması ile MTS gelişimine katkı etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmenin verdiği cevap “Bilimsel süreç becerileri gelişimi, Yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenleri kontrol etme” olarak kodlanmıştır.

3.Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir?

Çalışma esnasında öğretmenler etkinliğin tüm basamaklarını takip ederek her basamakta etkinliğin işleyişi esnasında yaşanan güçlükler ve gördükleri eksiklikler hakkında günlük tutmuşlardır. Bu soruda öğretmenler genel olarak muhtemel karşılaşılabilecek sorunlar, uygulama esnasında yardımcı olabilecek ek uygulamalar, bu tür bir etkinliğin öğrenciler tarafından ilk defa uygulanması kaynaklı zorluklar, test ve prototiplemede karşılaşılan güçlükler hakkında görüş bildirmişlerdir. Öğretmenlerin “Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir?” sorusu hakkındaki görüşlerle ilgili analiz Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12. “Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir?” Sorusuna Ait Analiz Tablosu

Kod	Frekans (f)
Tasarım hatalar kaynaklı tekrar tasarım etme ve 3B baskı süresi	3
Kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü	3
Maliyet ve 3B yazıcı ekipman gereksinimi	3
Uygulayıcılar yeterli teknik bilgiye sahip olmayabilir	2
Eğitimsel bağımlılıklar (Fusion 360 ve kodlama) bulunması	2
Etkinliğin daha önce farklı bir grupla test edilmemesi	2
Çalışmadaki var olan yoğunluk ve ilk defa karşılaştıkları yenilikçi yaklaşımlarda zorlanması	2
Çalışmada kullanılan elektronik ekipman ile ilgili güçlükler	1
Öğrencilerin ilk defa karşılaştıkları yenilikçi yaklaşımlarda zorlanması	1
Bazen yardımcı öğretmene ihtiyaç olması (tasarım esnasında)	1

Tablo 12’de görüldüğü gibi öğretmenler sıklık sırasına göre kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü (f=3), maliyet ve 3B yazıcı ekipman gereksinimi (f=3), tasarım hataları kaynaklı tekrar tasarım ve 3B baskı süresi (f=2), uygulayıcılar yeterli teknik bilgiye sahip olmayabilir (f=2), eğitimsel bağımlılıklar (fusion 360 ve kodlama) bulunması (f=2), etkinliğin daha önce farklı bir grupla test edilmemesi (f=2), öğrencilerin ilk defa karşılaştıkları yenilikçi yaklaşımlarda zorlanması (f=1), çalışmada kullanılan elektronik ekipman ile ilgili güçlükler (f=1), bazen yardımcı eğitime ihtiyaç olması (tasarım esnasında) (f=1) şeklinde gözlem yaptıkları görülmüştür.

Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir sorusuna hakkında öğretmen günlüklerinden bazı alıntılar ve bu alıntıların bağlı oldukları kodlar aşağıda sunulmuştur. Ayrıca bu kodların nasıl oluşturulduğu ile ilgili açıklamalar altlarında sunulmuştur.

(Ahmet öğretmen) ... Çalışma burada 16 kişilik küçük bir grupla gerçekleştirildi ve bu aşamada çok bir güçlükle karşılaşmadı. Fakat İstanbul gibi öğrenci sayılarının yüksek, sosyo-kültürel seviyeleri düşük bölgelerde uygulama imkanında zorluklar meydana gelebilir. (Kod: Kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü)

“Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir?” sorusuna karşı Ahmet öğretmenin verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu sınıf nüfusundan kaynaklanabilecek güçlükler etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Ahmet öğretmenin verdiği cevap “Kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü” olarak kodlanmıştır.

(Oğuz öğretmen) ... Problemin ifade edilmesi aşaması için bir şablon oluşturulsa daha organize çalışılırdı. Öğrencilerin geliştirdikleri kağıtlar üzerinden verileri organize etmeleri biraz işleyişi yavaşlatıcı oldu. (Kod: Etkinlikte yardımcı olabilecek organizasyon çıktıları)

“Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir?” sorusuna karşı Oğuz öğretmen verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu sınıf çalışmayı kolaylaştırabilecek yardımcı çalışmaların eksikliği etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmen verdiği cevap “Etkinlikte yardımcı olabilecek organizasyon çıktıları” olarak kodlanmıştır.

(Oğuz öğretmen) ... Maliyetli bir çalışma, her okulda gerekli ekipmanlar bulunmayabilir. Aynı zamanda 3d baskı süresi ve 3d baskı için yeterli malzeme lazım. Süre durumu göz önüne alındığında çalışma çok iyi planlanmalı. Bununla beraber bu çalışmada gerekli zaman vardı. (Kod: Maliyet ve 3B yazıcı ekipman gereksinimi)

“Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir?” sorusuna karşı Oğuz öğretmen verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu sınıf maliyet ve teknolojik imkanlar etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmen verdiği cevap “Maliyet ve 3B yazıcı ekipman gereksinimi” olarak kodlanmıştır.

(Oğuz öğretmen) ... Benim gördüğüm en büyük güçlük, üretim aşamasındaki bağımlılıkların fazla olması idi. 3B yazıcı baskı süreleri, yanlış baskı kaynaklı zaman kaybı vb. Etkinlikte bir grup çalışma esnasında tekerlek boyutunda yaptığı hatadan dolayı tekrar tasarım ve çıktı alma gerekti. (Kod: Tasarım hataları kaynaklı tekrar yapma ve 3B baskı süresi)

4.Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılsaydı çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi ve öğretmen olarak beklentileriniz neler olurdu?

Öğretmen günlüklerinin bu sorusunda öğretmenlerden yaptıkları gözlemler neticesinde çalışmanın her basamağı için etkinliğe neler dahil edilebileceğine dair soru sorulmuştur. Bu konuda öğretmenler çalışmanın içeriğine dahil edilecek öğeler ve ilerde bir müfredat içeriği olarak uygulanması halinde nelere ihtiyaç duyulacağı ile ilgili görüşler bildirmişlerdir. Öğretmenlerin “Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılmasında çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi? Öğretmen olarak beklentileriniz nelerdir?” sorusu hakkındaki görüşleri ile ilgili analiz Tablo 13’te sunulmuştur.

Tablo 13. “Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılsaydı çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi ve öğretmen olarak beklentileriniz neler olurdu?” sorusuna Ait Analiz Tablosu

Kod	Frekans (f)
Etkinliğin bazı basamaklarında organizasyon çıktıları kullanılması	3
Çalışmaya uzman mentorlar ve yaşam tecrübesi olan kişiler dahil edilmesi	3
Çalışmayı alan uzmanı kişiler değerlendirmesi	2
Hizmet içi seminerler düzenlenmesi	2
Çalışmanın değerlendirme kısmına öğrenciler dahil edilmesi	2
Test sürecinde farklı fen kavramları test edilmesi	1
Çalışmadaki etkinliklerin simülasyon programları ile test edilmesi	1
Bu çeşit etkinlikler için seçmeli dersler müfredata eklenmeli	1
3B tasarım ve kodlama küçük yaşlardan itibaren çocuklara verilmeli	1
3B yazıcı ve filament okullara fotokopi makinesi gibi dağıtılmalı	1

Tablo 13’te görüldüğü gibi öğretmenler sıklık sırasına göre etkinliğin bazı basamaklarında organizasyon çıktıları kullanılması (f=3), çalışmaya uzman mentorlar ve yaşam tecrübesi olan kişiler dahil edilmesi (f=3), çalışmayı alan uzmanı kişiler değerlendirmesi (f=2), hizmet içi seminerler düzenlenmesi (f=2), çalışmanın

değerlendirme kısmına öğrencilerin dahil edilmesi (f=1), test sürecinde farklı fen kavramları test edilmesi (f=1); çalışmadaki etkinliklerin simülasyon programları ile test edilmesi (f=1), bu çeşit etkinlikler için seçmeli dersler müfredata eklenmeli (f=1), 3B tasarım ve kodlama küçük yaşlardan itibaren çocuklara verilmeli (f=1), 3B yazıcı ve filamentin okullara fotokopi makinesi gibi dağıtılmalı (f=1) şeklinde önerilerde bulunmuşlardır.

“Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılsaydı çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi ve öğretmen olarak beklentileriniz neler olurdu?” sorusuna hakkında öğretmen günlüklerinden bazı alıntılar ve bu alıntıların bağlı oldukları kodlar aşağıda sunulmuştur.

(Ahmet öğretmen) ... Araştırma konusu ile ilgili problem yaşamış biri getirilip, öğrencilerin empati yapması kolaylaştırılabilir. Bununla beraber problem bölümlere ayrılıp, kışlık lastik tasarımı, ülkemizde kullanılan asfalt hakkında, lastik kalitesi ve ülkemizdeki iklim ve hava koşulları hakkında farklı uzmanlık alanlarına sahip insanlar davet edilebilirdi. (Kod: Çalışmaya uzman mentorlar ve yaşam tecrübesi olan kişiler dahil edilmesi)

“Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılsaydı çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi ve öğretmen olarak beklentileriniz neler olurdu?” sorusuna karşı Ahmet öğretmen verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu çalışmaya alan uzmanların davet edilmemesi etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Ahmet öğretmen verdiği cevap “Çalışmaya uzman mentorlar ve yaşam tecrübesi olan kişiler dahil edilmesi” olarak kodlanmıştır.

(Servet öğretmen) ... Fikir ve sorularını soracakları, konu ile ilişkili bilgi ve birikime sahip kişiler davet edilebilirdi. Uzman öğretmenler davet edilerek mentorluk yapılabilirdi. (Kod: Çalışmaya uzman mentörler ve yaşam tecrübesi olan kişiler dahil edilmesi)

(Oğuz öğretmen) ... Bu tarz çalışmalar için farklı bir ders (seçmeli ders gibi) yapılabilir. Müfredattaki zaman meselesi bu şekilde sağlanabilir. (Kod: Bu çeşit etkinlikler için seçmeli dersler müfredata eklenmeli)

“Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılsaydı çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi ve öğretmen olarak beklentileriniz neler olurdu?” sorusuna karşı Oğuz öğretmen verdiği cevaplar incelendiğinde temel vurgu zaman unsuru kaynaklı sıkıntılardan kurtulmak için böyle uygulamaların ayrı bir ders olarak müfredatta bulunması etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmen verdiği cevap “Bu çeşit etkinlikler için seçmeli dersler müfredata eklenmeli” olarak kodlanmıştır.

(Oğuz öğretmen) ... Çalışmada öğrencilere gerekli eğitimler verildiği için çalışma başarı ile tamamlanmıştır. Fakat okullarda öğrencilerin bu etkinlikleri uygulamakta gerekli olan 3B tasarım ve robotik kodlama ili ilgili bilgileri bulunmamaktadır. Bu yüzden bütün öğrencilere bu eğitim ders olarak verilmelidir. (Kod: 3B tasarım ve kodlama küçük yaşlardan itibaren çocuklara verilmeli)

“Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılsaydı çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi ve öğretmen olarak beklentileriniz neler olurdu?” sorusuna karşı Oğuz öğretmen verdiği cevap incelendiğinde temel vurgu öğrencilerin hazır bulunuşluklarının arttırılması için 3B tasarım ve robotik eğitiminin ilkökul seviyesinde verilmesi etrafında toplandığı görülmektedir. Bundan dolayı Oğuz öğretmen verdiği cevap “3B tasarım ve kodlama küçük yaşlardan itibaren çocuklara verilmeli” olarak kodlanmıştır.

(Ahmet öğretmen) ... Değerlendirme ve test etme aşaması çalışmanın en kolay işleyen kısmı idi. Bu kısımda farklı testlerde eklenebilirdi. Genel olarak çalışmada lastiğe yol performans testleri yapıldı. Dayanımla ilgili fen konuları da test edilebilirdi. Böylelikle fen açısından daha geniş çaplı bir yaklaşım olurdu. (Kod: Test sürecinde farklı fen kavramları test edilmesi)

(Servet öğretmen) ... Etkinlik gerçekten çok güzel ve faydalı bir çalışma bazı sıkıntılar çıkması normal fakat bu etkinliğin uygulanması esnasında öğretmenlerde yeterli teknik birikim olmaması güçlüklerle neden olabilir. Bu açık ancak hizmet içi eğitim veya üniversite öğretim programına bu konuların dahil edilmesi ile elde edilebilir. (Kod: Uygulayıcılar yeterli teknik bilgiye sahip olmayabilir)

TARTIŞMA

Çalışmada FMGU eğitiminde kullanılmak üzere öğretim programına entegre edilebilecek kapsamlı bir MTS etkinliği sunulmuştur. Çalışmada kullanılan “*Kışlık Lastik Tasarlayalım!*” etkinliği vasıtasıyla örnek bir MTS öğretim program içeriği oluşturulmuştur. Ayrıca etkinliğin daha etkili bir şekilde yapılabilmesi için 3B tasarım ve robotik kodlama araçlarının kullanılması önerilmiştir. Bu bağlamda etkinlik ve etkinlik esnasında kullanılan araçlar hakkında derinlemesine bilgi edinmek amaçlı etkinlik öncesi ve sonrası öğrenci görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca etkinlik süresince öğretmen günlükleri vasıtasıyla süreç boyunca öğretmen görüşlerinin takibi yapılmıştır. Çalışmaya 16 ortaokul 5. sınıf öğrencisi ve üç fen bilimleri öğretmeni katılmıştır.

Çalışmanın birinci problemi olan öğrencilerin etkinlik öncesi mühendislik ve MTS hakkındaki görüşleri incelenmeye çalışılmıştır. Etkinlik öncesi yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin mühendislik hakkında daha çok elektronik aletler üretme (robot ve bilgisayar vb.) ve mimari çalışmalar (köprü ve bina vb.) yapma hakkında cevaplar verdikleri görülmüştür. Bununla birlikte az sayıda öğrenci mühendislik tasarım süreçlerinden test yapma ve prototip oluşturma basamakları hakkında cevaplar vermişlerdir. Bu durum öğrencilerin mühendislik hakkındaki görüşlerini daha derinlemesine incelemek için istenen etkinlik öncesi mühendislik çalışma süreci hakkındaki çizimlerinin analizinde de gözlemlenmiştir. Çizimlerin birisi hariç tamamında öğrenciler resimlerinde inşaat yapan adam, robot ve bilgisayar ile çalışan mühendis resimleri çizmişlerdir. Yalnızca bir öğrencide kısmi olarak patrona sunum yapma, test etme ve hatalarını düzeltme gibi bazı MTS aşamaları görülmüştür. Öğrenci görüşmeleri ve mühendislik resim çalışmaları birbiri ile paralel olarak öğrencilerin mühendislik düşüncelerini yansıtmış ve desteklemiştir. Etkinlik öncesi öğrenci görüşmeleri ve mühendislik çizimlerinin neticesi olarak öğrencilerin mühendislik bilgileri mesleki ürün üretme algısı etrafında toplanmış olduğu görülmüştür. Bu durum Çakmak, Bilen ve Taner’in (2019) araştırma sonuçlarında karşılaştıkları öğrenciler mühendisliği icat ve tasarım yapma olarak algıladıkları görülmüştür. Öğrencilerin mühendis çizim sonuçlarına göre ise inşaat ve yol yapım işlerinde çalışan kişiler olarak algıladıklarını tespit etmişlerdir. Buldukları bu sonuç çalışma ile paralellik göstermektedir. Bununla birlikte Yıldırım ve Türk (2018), Ergun ve Balçın (2019), Çakmak (2019), Marulcu ve Sungur (2012) çalışmalarında karşılaştıkları öğrencilerin mühendislik algıları ile ilgili

bulgularla paralellik göstermektedir. Öğrencilerin mühendislik ve ona ilişik kavramlarla ilgili algılarındaki yetersizlik öğretim programı içeriği olarak yeterli miktarda mühendislik uygulamaları ile karşılaşmamalarından kaynaklı olduğu düşünülebilir. Guzey, Moore ve Harvel (2016) başarılı bir fen mühendislik eğitiminin konu hakkındaki nitelikli etkinlik ve öğretim programı içeriklerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Etkinlik sonrası yapılan görüşmenin sonucu olarak öğrencilerin mühendislik hakkındaki görüşlerinin günlük yaşam problemlerine çözüm arama, problemlere karşı çalışma yöntemi, MTS basamaklarını kullanma, insan odaklı ürün geliştirme, tasarım yapma şeklinde değiştiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte çok az sayıda öğrenci mühendislik hakkında meslek türü ve mesleki ürün yapma cevapları vermiştir. Bu durum yine etkinlik sonrası yapılan mühendislik hakkında öğrencilerden istenen çizimlerle örtüşmektedir. Etkinlik sonrası yapılan mühendislerin çalışma süreci ile ilgili resimlerde de öğrenci görüşmelerinde olduğu gibi empatik düşünme, insan odaklı ürün geliştirme, problemlere grupla çözüm arama, MTS basamaklarını kullanma gibi birçok basamak öğrenci resimlerinin tamamında görülmekte olup bu sonucu desteklemektedir. Ayrıca grupla çalışma (iş birlikçi öğrenme) ve problem çözme gibi MTS etkinliklerinin sağladığı avantajlar etkinliğin öğretmen günlüklerinin analizi ile de desteklenmektedir. Literatürde bulunan diğer çalışmalarda MTS etkinliklerinin öğrencilerde; iş birliği, takım çalışması, eleştirel düşünebilme, problem çözebilme ve empatik düşünme noktalarında öğrenci gelişimine katkı sağlayıcı olduğu hakkında benzer bulgulara ulaşılmıştır (Carrol, 2014; Aydın ve Karşlı, 2019; Lin Wu vd. 2021; Aydın vd., 2019). Bu durum MTS etkinliğinin mühendisliğin doğasının ne olduğu ve bir mühendisin nasıl çalıştığı hakkında öğrencilerde anlayış oluşturmaıyla açıklanabileceği düşünülmektedir.

Öğrenciler kimlerin mühendis olabileceği hususunda etkinlik öncesi çalışmalarda şu cevapları vermişlerdir: başarılı, azimli ve zeki insanlar, fen ve matematiği iyi olanlar, öngörü ve özgüven sahibi insanlar, alan uzmanlığı olanlar, mühendislik için eğitim alanlar. Etkinlik sonrası görüşmelerde ise herkes mühendis olabilir, günlük sorunlara çözüm arayan insanlar, kişisel tasarım fikri olan insanlar, sosyal insanlar, mühendislik için eğitim alanlar şeklinde öğrenci görüşleri değişim göstermiştir. “Kimler mühendis olabilir?” sorusu karşısında etkinlik sonrası öğrencilerin mühendis olma yaklaşımlarında değişiklikler meydana gelmiştir. Verilen cevaplar çalışma, zeka, matematik bilgisi, alan uzmanı olma ve mühendislik eğitime dayalı mesleki yaklaşımdan insanların kendi problemlerini çözdükleri bir problem çözme yöntemine dönmüştür. Bu dönüşümün MTS

etkinliği içinde var olan problem durumu tespit etme, problem çözme başmakları ile yaparak yaşayarak karşılaşmaları sonucunda elde edildiği düşünölmektedir. Karşılaşılan durumlardan biride hem etkinlik öncesi hem de etkinlik sonrası öğrenciler mühendislik için eğitim gerekliliğinden bahsetmektedirler. Öğrencilerin eğitim ile kastetmek istedikleri daha kompleks problem durumlarının çözümü için mühendislik alanlarındaki eğitim ihtiyacı olduğu ifadelerden anlaşılmaktadır. Etkinlik sonrası bir öğrencimizin mühendisliği sosyal insanların yaptığı bir çalışma olarak belirtmiş olması Bers (2012)'nin çalışmasıyla uyuşma göstermiştir. Özellikle mühendisliğin sosyal yanı öğretmen günlüklerinden elde edilen bulgulardaki takım çalışmasını destekleyicilik ve ifade yeteneği geliştiricilik ile de örtüşmektedir. Mühendislik tasarım süreçleri etkinlikleri takım çalışması gerektirmesi ve ifade yeteneği gelişimiyle öğrencilerin sosyal yönlerine katkı sağlayacağı düşünölmektedir. Birçok çalışmada mühendislik etkinliklerinin insanların sosyal yönünü geliştirdiği ile ilgili çalışma bulguları sunulmuştur (Çakır ve Yalçın, 2020).

Çalışmada mühendislerin çalışma süreci hakkında öğrencilerle görüşme yapılmış ve öğrencilerin etkinlik öncesi görüşmeleri ile MTS süreç bilgisi hakkında neler bildikleri anlaşılmaya çalışılmıştır. Öğrenciler mühendisler için süreç esnasında test yapar ve üründe değişime gider, plan yapar, ürün oluşturur, ölçüm yapar, kısmen empati yapar, tasarım yapar, değerlendirme alır, araştırma yapar, prototip yapar, takım çalışması yapar şeklinde cevaplar vermişlerdir. İlk görüşmeler sonucunda öğrencilerin tamamında bazı MTS süreç bilgilerinin bulunduğu fakat literatürdeki tanımları karşılamayan cevaplar verdikleri görölmüştür.

Etkinlik sonrası çalışmada öğrenciler mühendislerin çalışma sürecinde yoğun bir şekilde MTS içerikleri ile içeriği doğru tanımlayarak cevaplar vermişlerdir. Öğrenciler empati yapar, problemi tanımlar, fikir üretir / beyin fırtınası yapar, üretim süreçlerini kullanır ve kodlama yapar, prototip yapar, test yapar ve üründe değişime gider, tasarım yapar, değerlendirme alır, araştırma yapar, takım çalışması yapar şeklinde cevaplar vermişlerdir. Bu durumun sebebi olarak yapılan etkinliğin, doğası itibariyle öğrencilerin mühendislik tasarım süreçleri yaklaşımı üzerinde değişime neden olmasıdır. Ayrıca kendi içeriğinde çoklukla kullanılan 3B tasarım ve kodlama gibi teknolojilerin öğrenci cevaplarına da yansıdığı düşünölmektedir. Çalışma Bozkurt Alan, Üçüncüoğlu ve Özek'in (2019) yaptıkları MTS etkinlikleri sayesinde öğrencilerde MTS hakkında farkındalık kazanma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bununla birlikte çalışmada

ürün oluşturma ve test etme aşamasında kullanılan robotik ve 3B tasarım yapma gibi yöntemler öğrenci cevaplarına yansımış olup öğrenciler tarafından mühendislik süreçlerinin bir parçası olarak düşünülmüştür. 3B tasarım ve robotik destekli MTS etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini kavramasında güçlü bir eğitimsel öge olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada öğrencilere fen ile mühendislik arasında olan ilişki sorulduğunda etkinlik öncesi ve sonrası yapılan iki görüşmede de tüm öğrenciler fen ve mühendislik arasında ilişki olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte etkinlik öncesi görüşmede öğrencilere nasıl bir ilişki olduğu sorulduğunda bir öğrenci hariç aradaki fen ile mühendislik arasındaki ilişkiyi açıklayan cevap verilmemiştir. Etkinlik sonrası görüşmede ise öğrencilerin çoğunluğu fen ile mühendislik arasındaki ilişkiyi açıklayan örneklendirmeli, geniş cevaplar verdikleri görülmüştür. Çalışmanın etkinlik öncesi bu bulgusu Yıldırım ve Türk'ün (2021) çalışmalarının etkinlik öncesi bulguları ile ters düşmektedir. Araştırmacılar etkinlik öncesi görüşmelerinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun mühendislik ve fen arsında bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Bu durum çalışmaların yapıldığı öğrencilerin sosyo-kültürel ve eğitimsel farklılıkları ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Yıldırım ve Türk (2021), Gökbayrak ve Çalışan (2017) çalışmalarında etkinlik sonrası öğrenci görüşleri mühendislik ve fen arasında bir ilişki var olduğu yönünde olan bulgular çalışmayı desteklemektedir. Çalışmanın bu bulgularından ve farklı literatür desteklerinden de anlaşılacağı üzere MTS etkinlikleri fen ve mühendislik arasındaki ilişkiyi keşfetmek için verimli bir araç olduğu anlaşılmaktadır. Bu hususta Hernandez vd., (2004) özgün bir mühendislik tasarım problemine uzun süreli katılımın öğrencilerde fen ve mühendislik arasındaki bağlantıyı kurmakta oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlam çalışmamızda MTS etkinliğinin içinde var olan fikir üretme aşamasında özgün bir mühendislik problem durumuna karşı çözüm üretirken fen kavramlarının kullanılması ile meydana geldiği düşünülmektedir. Öğrenciler kış şartlarında kaymayacak bir lastik üretirken sürtünme, esneklik ve maddenin özellikleri gibi fen kavramlarını kullanmışlardır. Bu bağlamda 3B tasarım ve robotik destekli MTS etkinlikleri öğrencilerde fen ve mühendislik ile ilgili kavramların çalışılmasında önemli bir araç olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada FMGU etkinliğinde kullanılan 3B tasarım ve robotik destekli uygulamalar hakkında öğrenci görüşleri elde edilmeye çalışılmıştır. Bu kısımda sorulan sorular ile etkinlikte 3B tasarım ve robotik kullanılmasının avantaj ve dezavantajları

anlaşılmaya çalışılmıştır. Ayrıca çalışmada 3B tasarım ve robotik kullanımı yerine alternatif yöntem sorusu ile öğrencilerin diğer yöntemlerle 3B tasarım ve robotiği kıyaslamaları sağlanmaya çalışılmıştır. Böylelikle öğrencilerin bu husustaki algıları daha derinlemesine anlaşılmıştır. Öğrenciler 3B tasarım ve robotik destekli eğitimin avantajları hususunda genel olarak hayal ettiğin şeyi tasarlayabilme, eğlenceli olması, gerçeklik algısı oluşturma ve deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı sağlaması şeklinde cevaplar verdikleri görülmüştür. Burada çalışmada özellikle gerçeklik algısı oluşturma çok önemli bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrenci ifadelerinde çoklukla geçen "...biz de mühendis gibi çalışıyoruz." görüşleri ile ciddi bir şekilde desteklenen gerçeklik algısı 3B tasarım ve robotik destekli eğitimin en büyük avantajlarından biri olarak yansımaktadır. Öğrencileri aktif bilgiyle meşgul eden 3B tasarım ve robotik destekli fen dersleri iş birliğini teşvik etme ve öğrencilere gerçek dünya projelerini deneyimleme fırsatları sağlar (Bozkurt Altan, Üçüncüoğlu ve Özek 2019; Novak ve Wisdom, 2019). 3B tasarım destekli fen etkinlikleri öğrencilere mühendisliği tanıtmak ve bu alana öğrenci ilgisini artırmak için etkili bir yenilikçi öğretim stratejisi olarak da hizmet edebilir (Novak ve Wisdom, 2018). Ayrıca çalışmada kullanılan tasarım programları öğrencilerin istedikleri şeyleri kolayca tasarlama fırsatı vermesi açısından büyük avantaj sunmaktadır. 3B yazıcı öğrencilerde zaman kaybı yapmadan istenilen nesnenin verimli bir şekilde üretilmesinde oldukça yüksek bir katkı yaptığı sonucuna ulaşılmaktadır. Özetle 3B tasarım ve robotik destekli etkinlikler üretim, tasarım, test ve prototip yapma konusunda büyük avantajlar sağlamakta ve fen dersini daha ilgi çekici ve eğlenceli hale getirmektedir

Etkinlikte 3B tasarım ve robotiğin kullanımının dezavantajı noktasında öğrenciler 3B tasarım ve kodlama öğrenme ile ilgili başlangıçta yaşanan öğrenme zorluklarından ve öğrenmenin belli bir zaman aldığından bahsetmişlerdir. Ayrıca 3B baskı işlemlerinin zaman alması, baskı temizleme işlemleri, farklı disiplinlerdeki becerilere ihtiyaç duyma ve matematik gerektirmesi öğrenciler tarafından dezavantaj olarak görülmüştür. 3B tasarım öğrenimi ile ilgili olarak öğrenciler başlangıç zorluklarından bahsetmişlerdir. Bu cevaplar içinde 3B tasarım ve robotik öğrenme ile ilgili başlangıçta var olan öğrenme korkuları ve 3B tasarım ve kodlama öğrenmenin belli bir süre alması birbirine yakın görüşler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu cevaplar çok yoğun bir sıklığa sahip olmasa da etkinliğin eğitimsel kısmı ile ilgili dezavantajlar olarak değerlendirilmiştir. Bu durumun nedeni olarak öğrencilerin bilgisayar kullanımı ile ilgili temel bilgilerden yoksun olma ve bu tarz bir programla ilk defa karşılaşmalarından kaynaklandığını düşünülmektedir. Daha

sonraki öğrenci görüşlerinde görüldüğü gibi öğrenciler çok rahatlıkla tasarım çalışmalarını yürüttüklerini belirtmeleri bu düşünceyi desteklemektedir. Ayrıca öğrenciler tarafından zorluklar ifade edilirken beraberinde öğreniminin çok zevkli bir süreç olduğu da bildirilmiştir. Bununla birlikte farklı çalışmalarda öğrencilerin 3B tasarım ve robotik destekli MTS etkinliklerinde çok eğlendikleri görülmüştür (Avinal, 2019; Karaismailoğlu, 2022; Topçuoğlu, 2022). Çalışmada öğrencilerin belirttiği matematiksel güçlükler ile ilgili olarak geometrik cisimler ve metrik ölçü birimleri ve ondalık sayılar hakkında bilgi gerektirdiğini göstermektedir. Tasarım esnasında santimetre (cm) ve milimetre (mm) arasındaki dönüşüm işlemlerinde ondalık sayı kullanımındaki zorlanma tasarım esnasındaki hatalara neden olduğu düşünülmektedir. Bu şekildeki eksiklikler fen bilimleri dersinde farklı konular işlenirken de meydana gelmektedir. Örneğin 6.sınıf yoğunluk kavramı ile ilgili matematiksel işlemler uygulanırken öğrencilerin hacim hesaplama ile ilgili bilgileri matematik dersinde işlemedikleri görülmüştür. Fen bilimleri etkinliklerinde meydana gelen bu zorluklar matematik ve fen öğretim programı hazırlanırken göz önünde bulundurulması ile çözülebileceği düşünülmektedir. Burada farklı disiplinlerden kasıt olarak silikon dökme, kalıp ile üretim teknolojisi ve montaj gibi uygulamalar teknoloji tasarım dersi becerileri gerekliliğini ifade etmektedir. Etkinlikte yapılan çalışmalar öğrencilerin daha önce karşılaşmadığı tasarım dersi becerilerini gerektirdiğinden öğrencilerin zorlandığı düşünülmektedir. Ayrıca 3B çıktıları beklemenin zaman alması ve 3B çıktılarla ilgili temizleme işlemleri birbirine yakın görüşler olarak, etkinlik esnasında meydana gelen teknik güçlükler şeklinde düşünülmektedir. Tüm bu zorluklara rağmen teknoloji tasarım ve matematik ihtiyacı çalışmanın aslında bir dezavantajdan çok avantaj olarak algılanması gerektiğini düşünülmektedir. Çünkü etkinlik günümüz eğitim modası olan STEAM'in ruhuna oldukça uygun olarak fen, matematik, sanat, mühendislik ve teknolojiyi bir arada sunan bir etkinlik olarak görülmektedir. Bu hususta Yıldırım ve Türk (2018) mühendislik temelli fen uygulamalarının öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik arasında ilişki kurmalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca 3B baskı işlemlerinin zaman alıcılığı, bazen baskı esnasında meydana gelen hatalar ders içi etkinliklerde 3B yazıcı kullanımında dikkat edilmesi gereken bir husus olduğunu göstermektedir. Bu tür uygulamalarda uygulayıcı zaman konusunda dikkatli davranması ve iyi bir zaman planı yapması gerektiği düşünülmektedir.

Öğrencilere göre MTS'nin farklı bir yöntemle daha basit nasıl yapılabileceği görülmek istenmiş ve etkinlikte 3B tasarım ve robotik kodlama yerine başka bir yöntem kullanılması hakkında sorular sorulmuştur. Öğrenciler genel olarak 3B tasarım ve robotik kodlama kullanmadan başka bir etkinliğin çok zayıf kalacağı noktasında görüş bildirmişlerdir. Bununla birlikte iki öğrenci farklı etkinlikler ile değişik fikirlerin üretileceği yönünde görüş bildirmişlerdir. Öğrenciler genel olarak 3B tasarım, 3B baskı alma ve robotiğin güçlü yanlarını MTS etkinliği vasıtasıyla sezmışlerdir. Bundan dolayı farklı yöntemler sunan öğrenciler daha sonrasında bu yöntemlerin zaman alıcı olması, hayal ettiğin şeyi elde edememe, ölçülü çalışamama ve deneysel değişkenleri kontrol güçlükleri noktasında eleştirmişlerdir. Bu durum Karaismailoğlu'nun (2022) gerçekleştirdiği çalışmaya da yansımıştır. Çalışmada bir grup etkinliklerini Tinkercad tasarım programı ve 3B baskı alma ile gerçekleştirirken diğer grup ise modellerini farklı materyalle ve el işçiliği ile yapmışlardır. Tinkercad grubu katılımcılarına göre ThinkerCad ve 3B tasarımlı etkinliklerde herhangi bir dezavantajın bulunmadığı; el ile çalışan grubun çoğunluğuna göre el ile model oluşturma sürecinin fazla vakit aldığı ve malzeme temini konusunda sıkıntılar yaşandığı tespit edilmiştir.

3B tasarım destekli MTS etkinliği hakkında öğretmenlerin tuttuğu günlükler ile çalışmanın öğrenci seviyesine uygunluğu, etkinliğin FMGU eğitime katkısı, etkinlik sürecinde karşılaşılan güçlükler ve muhtemel zorluklar, çalışma öğretim programı içeriği olması halinde var olacak ihtiyaçlar hakkında öğretmen görüşleri alınmaya çalışılmıştır. Öğretmenler çalışmanın öğrenci seviyesine uygunluğunu etkinlik sırasında gerçekleştirilen çalışmalar, 3B tasarım uygulamaları ve robotik kodlama açısından değerlendirmişlerdir. Çalışmanın genel olarak öğrenci seviyesine uygun olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca 3B tasarım uygulamalarının öğrenci tarafından kullanımı hakkında öğretmenlerimiz tasarım programlarının 5.sınıf öğrencileri tarafından kolaylıkla kullanıldığını ve bu uygulamaların öğrenci seviyesine uygun olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin problem durumu ifade etme ve orijinal fikir üretmede zorlandıkları belirtilmiştir. Bununla birlikte katılımcı öğretmenler bu tarz çalışmalar tüm yaş gruplarında zorlayıcı olduğunu ve 5. sınıf yaş grubu için normal olduğu ifade edilmiştir. Girgin (2018) ortaokul ve liselerde görev yapan öğretmenlerle gerçekleştirdiği çalışmada katılımcıların en çok empati kurma, fikir üretme aşamalarında zorlandıklarını ifade ettiklerini belirtmiştir. Bu bağlamda fikir üretme ve problem durumu ifade edilmesi tüm

yaş grupları için zorlayıcı olduğu ve bu tarzdaki etkinlikler öğrencilerde ifade yeteneği gelişimi ve üretkenlik noktasında fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Etkinliğin FMGU eğitimine katkısı noktasında öğretmenler fikir üretme ve ona bağlı ürün üretmeye olanak sağlama, fen ve mühendislik uygulamalarını birleştirme, 3B tasarım ile düşünceleri gerçeğe dönüştürme, MTS süreçlerinin geliştirme ve mühendislik çalışma disiplini sağlaması, bilimsel süreç becerileri gelişimi, yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenleri kontrol etme, girişimcilik ve ifade yeteneği yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlaması, ARGE kültürünü geliştirmeye olanak sağlama noktalarından katkı sağlayıcı olarak görmüşlerdir. Öğrenci görüşlerinde karşılaşılan hayal ettiğin şeyi üretebilme kodu öğretmen görüşlerinde karşılaşılmış ve birbirini destekler niteliktedir. Etkinlikte kullanılan Fusion 360 programı ve 3B baskı alma yöntemleri fikir üretme aşamasında bulunan çözümlerin üretilme kolaylığı noktasında öğrencilere büyük kolaylık sağladığı düşünülmektedir. 3B tasarım programlarının üretim sürecini kolaylaştırması Karaismailoğlu'nun (2022) yürüttüğü çalışmadaki öğrenciler tarafından da ifade edilmiştir. Öğretmen günlüklerinde karşılaşılan yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı, öğrencilerin 3B tasarım ve robotik kodlamanın avantajları ilgili görüşlerinde de ifade edilmiş olup öğretmen görüşlerini desteklemektedir. Ayrıca öğretmenler etkinliğin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Etkinlikte kullanılan problem tespit etme ve test süreçlerinde deneysel değişkenlerin kullanılması vb. uygulamalar öğretmenler tarafından etkinliğin bilimsel süreç becerilerine katkı yapma düşüncesini oluşturduğu düşünülmektedir. Çalışma bilimsel süreç becerilerinin gelişmesi ve 3B tasarım ve robotik ile deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı noktasında Sullivan (2008), Koç (2012), Aslan Yolcu (2014), Okkesim (2014), Kırtay (2019), Yıldırım'ın (2020) çalışmalarında elde ettikleri sonuçlar ile paralellikler göstermektedir. 3B tasarım ve robotik destekli fen mühendislik etkinliklerinin problem tespit etme kısmında empatik yaklaşım sunması, fikir üretme aşamasında fen kavramları ile problemlere çözüm arama, prototip üretmede 3B tasarım kullanımı, test esnasında deneysel değişkenleri kontrolde 3B tasarım ve robotik kullanımı ile fen ve mühendisliği buluşturma noktalarından FMGU eğitimine güçlü bir şekilde katkı sağladığı düşünülmektedir. 3B tasarım ve robotik destekli fen mühendislik etkinliklerinin öğrencilerde MTS yaklaşımının gelişmesine katkı yaptığı ve içinde barındırdığı tasarım ve kodlama uygulamaları ile farklı mühendislik disiplinlerinin gelişimine fayda sağladığı

düşünülmektedir. Bu durum (Bers ve Postmore, 2005; Bers, 2010; Kim ve diğerleri 2015; Lin, Wu, Hsu, ve Williams, 2021) çalışmalarında da belirtilmiştir.

Etkinliğin sınıf ortamında daha verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için etkinliğin işleyişi esnasında görülen güçlükler ve karşılaşılabilecek muhtemel sorunlar hakkında öğretmen günlükleri vasıtasıyla öğretmenlerin görüşleri alınmaya çalışılmıştır. Bu hususta öğretmenler genel olarak bu tür bir etkinliğin öğrenciler tarafından ilk defa uygulanması kaynaklı zorluklar, etkinlikte var olan uygulama yoğunluğu, test ve prototiplemede karşılaşılan güçlükler, okullarda var olan teknolojik ekipman eksiklikleri, maliyet, kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü, zaman yönetimi ve muhtemel karşılaşılabilecek güçlükler, hakkında görüş bildirmişlerdir. Çalışmada öğretmenler tarafından hem tasarım hem de robotik uygulamaların beraber sunulması çalışmada bazı güçlüklerle neden olabileceği düşünülmektedir. Bu durum göz önüne alındığında sınıf içi uygulamalarda tasarım veya robotik olarak iki araçtan yalnızca birinin daha yoğun kullanımı diğer aracın hazır sunumunun zaman kullanımı açısından avantaj oluşturacağı düşünülmektedir. Etkinlik hakkında öğretmenler tarafından belirli bir maliyet gerektirdiği, teknolojik alt yapıya (3B yazıcı ve filament vb.) ihtiyaç duyulduğu ve farklı alanlarda teknoloji eğitimi gerektirdiği ifade edilmiştir. Stohlmann, Moore, McClelland, Roehrig (2011) mühendislik içeriklerinin bir müfredat içeriği olarak entegrasyonu ile ilgili makalelerinde çalışmaya paralel olarak; öğretmenlerin uygulama sırasında kendinden emin ve başarılı hissetmelerine yardımcı olacak fiziksel kaynaklar gerektirdiğini, öğrencilerin takım olarak çalışmak için alan ihtiyacı, projeler, malzemeler ve gerekli araçlar için depolama alanı ve en önemlisi her öğrencinin rahatlıkla ulaşabileceği teknolojik kaynaklara (bilgisayar vb.) ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada maliyet durumunu iki farklı noktada değerlendirmek daha doğru olacaktır. Bunlardan birincisi teknolojik alt yapı diğeri ise etkinlikte kullanılan sarf malzemeleri olarak düşünülmektedir. Çalışmanın teknolojik alt yapı ihtiyacı 3B yazıcılar, elektronik ekipmanlar (Arduino mikrodenetleyiciler, dc motorlar, sensörler ve kumanda vb.) ve bilgisayar laboratuvarı olarak değerlendirilebilir. Çalışmada kullanılan sarf malzemeleri ise filament, sıvı kalıp silikonu ve ahşap malzemeler değerlendirilebilir. Şu an mevcut okulların neredeyse tümünde bilgisayar laboratuvarı bulunmakta ve güncellemeleri takip edilmektedir. Bununla beraber okullarda 3B yazıcı ve sarf maddeleri maliyet noktasında büyük bir problem oluşturmakta olduğu görülmektedir. Özellikle bu çalışmada zaman kaybının önüne geçebilmek için iki tane 3B yazıcı kullanılmıştır. Okulların büyük

çoğunluğunda 3B yazıcı bulunmadığı düşünüldüğünde çalışmada karşılaşılabilecek zorluklar anlaşılmaktadır. Bu noktanın çözümünde MEB okullarda mühendislik içeriklerinin verimli bir şekilde işlemesi için dönemsel olarak laboratuvar ihtiyaçları gibi 3B yazıcı, filament, elektronik ihtiyaçlar ve sarf malzemeleri noktasında destek olması bu problem durumunu ortadan kaldıracığı düşünülmektedir. Çalışmada öğretmenlerin karşılaştıkları bir zorlukta 3B yazıcı kullanımına ait problemler olarak düşünülebilir. 3B yazıcı kullanımı ile ilgili uzmanlaşma uzun süreli çalışma gerektirmektedir. Çalışmanın bu noktasında öğretmenlerin önünü açmak adına profesyonel eğitmenler tarafından öğretmenlere verilecek eğitimlerle bu sıkıntının üstesinden gelinebileceği düşünülmektedir. Hatta MEB ait okullarda tek tip marka yazıcı kullanılması ile yazıcılarda karşılaşılan problemlerle ilgili bir bilgi havuzu oluşup yaşanan problemlerin üstesinden daha kolay gelineceği düşünülmektedir. Bu tür çalışmalar ile 3B yazıcı kullanımı hakkında öğretmen endişelerinin ortadan kaldırılabilceği düşünülmektedir. Çalışmada öğretmen ifadelerinde kendini gösteren en büyük eksikliklerden biride öğrencilerin yazılım ve tasarım noktasındaki eksiklikleridir. Fakat bu noktaya gelmeden önce öğrencilerin bir kısmının temel bilgisayar kullanma yetilerinden uzak olması başlangıçta karşılaşılan en büyük zorluklardan biri olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelmek amaçlı bilişim öğretmenleri ile ortak hareket etmek veya etkinlik esnasında bilişim noktasında tecrübeli öğretmenleri yardıma çağırmanın faydalı olacağı düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan 3B tasarım uygulaması Fusion 360 ve Arduino robotik kodlama eğitimleri uzaktan öğretmen eğitim programlarında (ÖBA vb.) açık ulaşımaya sahip ve öğrenciler için ise YouTube gibi sosyal medya platformlarında oldukça fazla örnekler barındıran eğitimlerdir. Etkinliğin var olan eğitimsel destek ihtiyacı bu tür platformlar ve öğrenciler için ders dışı eğitim faaliyetleri ile giderilebileceği düşünülmektedir.

Öğretmenlere sorulan, “Çalışmanın öğretim programı içeriği olarak kullanılması halinde çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi? Öğretmen olarak beklentileriniz nelerdir?” sorusu ile öğretmenlerin çalışma hakkındaki düşüncelerini daha derinlemesine anlayıp çalışma hakkındaki önerileri öğrenilmeye çalışılmıştır. Bu hususta öğretmenler uygulama esnasında yardımcı olabilecek ek dokümanlar kullanılması, çalışmaya yardımcı mentor davet edilmesi, çalışmanın maliyetini azaltmak için fikirlerin simülasyon ortamlarında test edilmesi, bu tarz bir çalışmanın öğretmenler tarafından etkin yürütülmesi için hizmet içi seminerler düzenlenmesi, bu gibi çalışmalar için seçmeli

dersler eklenmesi ve bu gibi etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için okullara 3B yazıcı ve filament dağıtılması gibi önerilerde bulunmuşlardır. Mühendislik eğitimi ile ilgili literatür incelendiğinde 3B tasarım ve robotik destekli MTS etkinliklerinin öğretim programı içeriği olarak kullanılması durumunda en temel öneri olarak hizmet içi öğretmenlerin mühendislik tasarım süreçleri, 3B tasarım ve robotik eğitimlerinden geçirilmesi öne çıkmaktadır. Ayrıca hizmet öncesi öğretmenlerin pedagojik eğitimine mühendislik temelli etkinliklerin ve görsel okur yazarlık için Fusion 360 ve benzeri CAD programlarının ders içeriklerine eklenmesi öğretmen adaylarının tasarım düşünme yeteneklerinin gelişmesinde etkili olacağını belirtmişlerdir (Bers ve Postmore, 2005; Verner ve Merksamer 2015; Novak ve Wisdom 2018; Lin, Wu, Hsu, ve Williams, 2021).

Fen ve mühendislik içeriklerinin verimli bir şekilde eğitimi için 3B tasarım ve robotik kodlama gibi mühendislik araçlarının öğretim programlarına dahil edilmesinin önemli bir ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. 3B tasarım ve robotik destekli MTS etkinliklerinin hem öğretmen eğitimi hem de öğrencilerin mühendislik içerikleri ile verimli bir şekilde karşılaşmaları için etkili bir öğretim programı içeriği olduğu düşünülmektedir. Çalışma pek çok farklı disiplinleri birleştirdiği için gözlemci öğretmenler öğrencilerde daha derin bir mühendislik anlayışı oluşması için çalışmaya uzman mentörler dahil edilmesini önermişlerdir. Bu ihtiyacın okullarda disiplinler arası yardımlaşma ile bilişim, görsel tasarım ve resim öğretmenlerinin yardımıyla gerçekleştirilmesi mümkün olacağı düşünülmektedir. Çalışmanın maliyet gerektiren fakat çok yararlı bir uygulama olduğu öğretmenler tarafından düşünülmektedir. Öğretmenler bu tarz uygulamaları gerçekleştirebilmesi için 3B yazıcı ve filament gibi ihtiyaçlarının kâğıt ve kitap ihtiyaçları gibi MEB tarafından karşılanması gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmada öğrenciler bazı basamaklarda zorlandıklarını gözlemleyen öğretmenler ileriki uygulamalarda öğrencilerin akıcı bir şekilde MTS uygulamalarını gerçekleştirebilmeleri için problem tanımlama, fikir üretme gibi basamakları önceden daha fazla uygularsalar daha başarılı bir süreç gerçekleşeceğini belirtmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmada FMGU eğitiminde kullanılabilecek 3B tasarım ve robotik destekli bir fen mühendislik etkinlik sunumu gerçekleştirilmiştir. Çalışma 3B tasarım ve robotik destekli mühendislik içeriklerinin fen öğretim programına nasıl dahil edilebileceği ile ilgili olarak literatüre katkı sağlamaya çalışmıştır. Etkinlik 3B tasarım ve robotik eğitimi ile beraber uzun soluklu bir süreç olmasına rağmen öğrenciler ilgiyle devam etmişlerdir. Etkinliğin öğretmen ifadeleri ile öğrenci seviyesine uygun olduğu söylenebilir. Çalışmada kullanılan 3B tasarım araçları ile öğrenciler zorlanmadan tasarım görevlerini yerine getirmişlerdir. Çalışmanın kodlama kısmı tasarıma göre biraz daha zor olsa da öğrenciler çalışmanın robotik kısmını da başarıyla gerçekleştirmiştir. Öğretmenler çalışmada kullanılan 3B tasarım ve robotik araçlarının öğrenci seviyesine uygun olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada kullanılan her iki araçta (Fusion 360 ve Arduino kodlama ortamı) yeterli eğitim imkânı sunulduğu takdirde tüm öğrenciler tarafından kolaylıkla kullanılabileceği söylenebilir.

Etkinlik sonrasında öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda (etkinlik öncesi) öğrencilerin mühendisliği mesleki ürün üretme, zeki ve çalışkan insanların mesleği olma algısı yerine günlük yaşam problemlerine çözüm arama yöntemi olarak algıladıkları görülmüştür. Bu bağlamda etkinliğin öğrencilerde mühendislik kavramını geliştirmeye yardımcı olduğu söylenebilir. Hem etkinlik öncesi hem etkinlik sonrası yapılan görüşmelerde öğrenciler fen ve mühendislik arasında ilişki olduğunu belirtmişler fakat öğrencilerin büyük bir çoğunluğu bu ilişkiyi açıklayamamışlardır. Etkinlik sonrası yapılan görüşmelerde öğrencilerin fen ve mühendislik arasında ilişkiyi açıklayıcılığı daha yüksek cevaplar vermişler ve örneklendirmelerle izah etmişlerdir. Etkinliğin öğrencilerde fen ve mühendislik arasındaki ilişkiyi anlamada katkı sağlayıcı olduğu söylenebilir. Öğrencilerle yapılan etkinlik sonrası görüşmelerde öğrencilerin tamamına yakını MTS hakkında tam ve doğru tanımlamalar yaptıkları görülmüştür. Çalışmada 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinliği ile öğrencilerde MTS gelişimi sağlanmış olup, öğrenciler tasarım yapma ve robotiği mühendisliğin bir parçası olarak gördükleri görülmüştür. Etkinliğin öğrencilerde MTS gelişimi için kullanılabileceği söylenebilir. Bununla birlikte etkinliğin öğrencilerde kodlama ve tasarım yeteneğini de geliştirdiği rahatlıkla söylenebilir.

Çalışmada öğrenciler etkinlik içinde 3B tasarım araçları (Fusion 360 programı kullanımı) ve robotik kodlama kullanımı hususunda hayal ettiği şeyi tasarlayabilme, eğlenceli olması, gerçeklik algısı oluşturma ve deneysel değişkenleri kontrol kolaylığı sağlaması noktalarından avantaj sağladığını belirtmişlerdir. Özellikle 3B tasarım ve robotik destekli fen mühendislik eğitimin öğrencilerde gerçeklik algısı oluşturmada en büyük avantajlardan biri olarak yansımaktadır. 3B tasarım destekli fen etkinliklerinin öğrencilere mühendisliği tanıtmak ve bu alana öğrenci ilgisini artırmak için etkili bir öğretim stratejisi olarak hizmet edebileceği söylenebilir. Etkinliğin dezavantajı olarak öğrenciler başlangıç öğrenme güçlükleri, 3B baskının zaman alması, farklı disiplinlere ihtiyaç duyulması ve matematiksel güçlükler olarak belirtmişlerdir. Öğrencilerin 3B tasarım ve robotik kodlama uygulamaları ile ilk defa karşılaşmaları ve temel bilgisayar kullanım bilgilerinden yoksun olmaları genel olarak öğrencilerde çalışma ile ilgili dezavantaj oluşturduğu söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin sosyoekonomik durumları başlangıç öğrenme güçlükleri ile ilgili ayrı bir etken olarak düşünülebilir. Çalışmaya dahil olan öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun evlerinde bilgisayar bulunmamaktadır. Bu durum okul etrafında bulunan ailelerin maddi imkanlarının kısıtlılığı ile doğrudan alakalı olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak öğrencilerin başlangıç öğrenme güçlüklerinin bir nedeni de öğrencilerin sosyoekonomik durumlarının iyi olmaması ile açıklanabilir. Öğrencilerin akademik başarı durumları ile ilgili olarak öğrenci görüşlerinde herhangi bir bağlantı görülmemiştir. Hem başarı durumu iyi seviyede olan öğrencilerin bazıları hem de ders durumu kötü seviyede olan öğrenciler başlangıçta zorlandıklarını fakat programları kullandıkça bu durumun ortadan kalktığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak başlangıç öğrenme güçlüklerinin akademik başarı ile açıklanamayacağı söylenebilir. Etkinlik esnasında öğrencilerin matematiksel güçlükler yaşadıkları görülmüştür. Bu güçlükler genel olarak tasarım esnasında geometrik şekillerin ölçeklendirilmesi ve ondalık sayılarla yapılan işlemler alanında olduğu görülmüştür. Bu durum etkinliği olumsuz etkileyecek bir şey oluşturmamıştır. Yalnızca bir grup yaptıkları ölçeklendirme hatası sonucu yanlış boyutta çıktı almış daha sonra durumu telafi etmişlerdir. Çalışma esnasında öğrencilere göre dezavantaj oluşturan matematik gereksinimi çoklu disiplinler arası çalışmayı desteklemesi noktasından olumlu bir durum olduğu söylenebilir. Öğrenciler etkinliğin 3B tasarım ve robotik kodlama haricinde farklı yöntemlerle gerçekleştirilmeye çalışıldığında bu yöntemlerin zaman alıcı olması, hayal ettiği şeyi elde edememe, ölçülü sonuç alamama ve deneysel güçlükler meydana gelebileceğini belirtmişlerdir. Bu durum öğrencilerin 3B tasarım ve robotiğin avantajlarını benimsediklerini göstermektedir.

Öğretmen görüşleri ile etkinliğin genel itibariyle öğrenci seviyesine uygun olduğu düşünülmektedir. Öğretmenler öğrencilerin yalnızca problem durumu ifade etme ve fikir üretme aşamalarında zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Etkinlik sonuçları ve mühendislik eğitimi literatürü incelendiğinde problem durumu ifade etme ve fikir üretme aşamasında genel olarak öğrencilerin zorlandığı söylenebilir. Bu durum öğrencilerin mühendislik odaklı problem durumlarıyla fazla karşılaşmadıklarıyla bağlanabilir. Bu hususta uygulayıcıların sorun yaşamamaları için mühendislik etkinliklerini sınıflarında çoklukla uygulamaları önerilmektedir.

Öğretmenler etkinliğin FMGU eğitimine katkısı noktasında orijinal fikir üretme ve ona bağlı ürün üretmeye olanak sağlama, fen ve mühendislik uygulamalarını birleştirme, 3B tasarım ile düşünceleri gerçeğe dönüştürme, MTS süreçlerinin geliştirme ve mühendislik çalışma disiplini sağlama, bilimsel süreç becerileri gelişimi, işbirlikçi çalışmaya destek sağlama, yazılım ve tasarım ile deneysel değişkenleri kontrol etme, girişimcilik ve ifade yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlama, ARGE kültürünü geliştirmeye olanak sağlama noktalarından katkı sağlayıcı olarak görmüşlerdir. Öğretmen görüşleri göz önüne alındığında 3B tasarım ve robotik destekli fen etkinlikleri öğrencilerin özgün ve empatik ürün üretmesi noktasında büyük katkı sağladığı söylenebilir. Elle çalışılarak gerçekleştirilemeyecek birçok fikir tasarım ve 3B baskı alma ile kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Bu durum hem öğretmen hem de öğrenciler tarafından çoklukla ifade edilmiştir. Etkinlik ayrıca problem durumu tespit etme ve problem çözümüne yönelik fikir üretme, sonuçların bilimsel yöntemle test edilmesi ile bilimsel süreç becerileri gelişimine katkı sağladığı söylenebilir. Ayrıca hem öğretmenler hem de öğrenciler tasarım ve kodlama uygulamalarının deneysel değişkenlerin kontrolündeki avantajlarından bahsetmişlerdir. Özellikle öğrenciler robotik kodlama ile sürat ve yön kontrolündeki avantajlar noktasında değerlendirmelerde bulunmuşlardır. 3B tasarım ve robotik kodlamanın deneysel değişkenleri kontrol etmede büyük kolaylık sağladığı söylenebilir. Etkinlik esnasında öğrenciler takımlar oluşturarak çalışmışlardır. Bu durumun en doğal sonucu olarak öğrencilerde iş birlikçi çalışma ve sosyal yönlerinin gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir. Çalışmanın öğretmen günlüklerinde de ifade edildiği gibi girişimcilik ve ifade yeteneği gelişimi ile ilgili fayda sağlayıcı olduğu düşünülmektedir.

Öğretmenlere göre çalışma esnasında karşılaşılan güçlükler ve muhtemel karşılaşılabilecek sorunlar şu şekildedir; çalışmanın tasarım ve robotik kodlama ile yoğun bir yapısı olması, maliyet, teknik ekipman ihtiyacı ve öğrenciler için teknoloji eğitime ihtiyaç duyulan bir çalışma olması olarak ifade edilmiştir. Çalışmanın kendi içinde öğretmenlerin ifade ettikleri gibi tasarım ve kodlama yoğunluğuna sahip olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ve benzer çalışmalarda zaman yönetimi noktasında iki araçtan bir tanesi ön plana çıkmakta olup bu etkinlikte 3B tasarım daha ağır bir yoğunluğa sahip olduğu söylenebilir. Etkinlik planlamalarında 3B tasarım veya robotikten herhangi birinin ağırlıklı olarak kullanılmasının etkinliğin daha sade ve kolay uygulanması noktasında fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın maliyet ve teknik ekipman ihtiyacı en önemli güçlüklerden biri olduğu söylenebilir. 3B tasarım ve robotik destekli uygulamalar hazırlandığında zaman yönetimi ve karşılaşılabilecek güçlükler açısından küçük gruplarda test edilmesi önerilmektedir. Bu görüşlerle beraber 21. yy öğrenci ihtiyaçlarındaki değişimler ve buna bağlı ihtiyaçlar analiz edildiğinde öğrencilerin geleceğe hazırlanması noktasında teknoloji destekli mühendislik etkinliklerinin öneminin ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Çalışmada öğretmenler etkinliğin öğretim programı içeriği olarak uygulanmasında bazı öneriler ve beklentileri ifade etmişlerdir. Bu hususta en büyük eksiklik hizmet içi ve hizmet öncesi öğretmenlerin 3B tasarım ve robotik eğitim ihtiyaçları ve okulların 3B yazıcı ve filament desteği gibi maliyet gerektiren faktörler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

ÖNERİLER

Çalışma uygulayıcılara, politika yapıcılara ve gelecek çalışmalara bazı önerilerde bulunmaktadır. Çalışmanın uygulaması esnasında uygulayıcıların karşılaşılabilecek en büyük güçlük 3B tasarım ve robotik destekli FMGU eğitimi ile ilgili nitelikli içerik bulma olarak düşünülmektedir. Bu noktada çalışma uygulayıcılara kendi ürettikleri içerikleri Instructables veya Thingiverse benzeri bir yapı ile oluşturulan eğitimsel platformlarda paylaşmayı önermektedir. Bu şekilde nitelikli içeriklerin sınıf ortamında nasıl uygulanacağını ve ne gibi zorluklarla karşılaşılabileceğinin açıklamalarının bulunduğu Türkçe bir platformun çok fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Böyle bir paylaşım ortamı hem içerik zenginliğine hem de içerik üretmek için harcanan zaman açısından uygulayıcılara fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Eğitimsel amaçlı hazır 3B modeller ve etkinlik içeriklerinin uygulayıcıların işini kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Ayrıca mühendislik temelli etkinliklerin maliyet boyutu ayrı bir zorluk meydana getirmektedir. Bu durumun aşılması amaçlı uygulayıcıların TÜBİTAK 4006 benzeri programlara başvuru yapmaları önerilmektedir. Böylelikle öğretmenler kendi etkinliklerine finansal destek fırsatı sağlayabilecekleri düşünülmektedir.

Çalışma politika yapıcılara da bazı önerilerde bulunmaktadır. Şöyle ki öğretmenler kendi ifadeleri ile belirttikleri 3B tasarım ve robotik kodlama hakkındaki eğitim ihtiyaçlarının karşılanması için hizmet içi seminerlerden bahsetmişlerdir. Bu hususta hem hizmet öncesi öğretmenlerin üniversite öğretim programlarına hem de hizmet içi öğretmen eğitim programlarına MTS, 3B tasarım ve robotik eğitimlerinin eklenmesi önerilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin 3B tasarım ve baskı ile ilgili çalışmalarda en büyük endişeleri 3B yazıcı kullanımı hakkında eğitimler düzenlenmesi önerilmektedir. Ayrıca bu tarz etkinliklerin maliyet boyutu noktasında okullara yapılan ödenek düzenlemeleri ve 3B yazıcı dağıtımının artırılması ve kurumların 3B sarf malzemesi ihtiyaçlarının karşılanması önerilmektedir. Öğretmen eğitimi ile ilgili çalışmalar uygulayıcı teknoloji temelli eğitim ile ilgili özyeterlilik endişelerini azaltacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla da tüm sınıflarda mühendislik içeriklerinin yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

Gelecekte yapılabilecek çalışmalar hususunda çalışmanın farklı eğitim seviyelerinde, biyoloji ve kimya içerikli farklı konularda çalışılması önerilmektedir. Mühendislik ve 3B tasarım ile alakalı çalışmalar literatürde fizik alanında çoklukla karşılaşılmakla beraber biyoloji ve kimya alanlarında fazla rastlanmamaktadır. Ayrıca

mühendislik temelli etkinliklerin öğrencilerin sosyalleşme ve iletişim yetenekleri üzerine etkisi hakkında çalışmalar yapılması önerilmektedir.



KAYNAKÇA

- Aksoy, G. ve Taşkın, G. (2019). Öğretim programlarının değişmesini etkileyen faktörlerin, sosyal bilgiler ve fen bilimleri dersi müfredatlarını etkileme boyutu. *Milli Eğitim Dergisi*, 48(224), 75-99.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71
- Altan, E. B., Yamak, H. ve Kırıkkaya, E. B. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Altan, E. B., Üçüncüoğlu, İ. ve Özek, H. Nakliye firmaları için taşıma problemi: mühendislik tasarım odaklı etkinlik örneği. *Journal of Inquiry Based Activities (JIBA)* Cilt 9, Sayı 2, 132-149, 2019
- Aslan, A., Durukan, Ü. G., ve Batman, D. (2021). Fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin 3-boyutlu katı model tasarım ve kullanım ihtiyaçlarına genel bir bakış. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 5(3), 515-534.
- Atacan, B. (2020). 7. sınıf fen bilgisi dersinde tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinliğin öğrencilerin motivasyon, ekip çalışması ve derse ilişkin bakış açılarına etkisi Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Atasoy, B., Yüksel, A. O. ve Özdemir, S. (2019). 3B tasarım uygulamalarının uzamsal beceriye etkisi: Hackidhon örneği. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 341-371.
- Avinal, M. (2019). Üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle tasarlanan etkinliklerin vücudumuzdaki sistemler ünitesinin öğretime etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Aydın, E. ve Karşlı, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 38(1), 35-52.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Hayrettin, E. M. E. N. ve Gürer, F. (2018). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji

- matematik mühendislik (stem) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735.
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A. ve Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information technology in childhood education annual*, 2002(1), 123-145.
- Bers, M. U., & Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: Early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59-73.
- Bicer, A., Nite, S. B., Capraro, R. M., Barroso, L. R., Capraro, M. M. ve Lee, Y. (2017, October). *Moving from STEM to STEAM: The effects of informal STEM learning on students' creativity and problem solving skills with 3D printing*. In 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-6). IEEE' de sunuldu.
- Bozkurt Altan, E., & Hacıoğlu, Y. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde STEM odaklı etkinlikler gerçekleştirmek üzere geliştirdikleri problem durumlarının incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 487-507
- Brown, T. (2008). Design thinking (Cilt 86). Harvard business review.
- Bybee, R. W. (2014). NGSS and the next generation of science teachers. *Journal of science teacher education*, 25(2), 211-221.
- Carroll, M. (2014). Shoot for the moon! The mentors and the middle schoolers explore the intersection of design thinking and STEM. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1), 3.
- Carroll, M. (2015). Stretch, dream, and do-a 21st century design thinking ve STEM journey. *Journal of Research in STEM Education*, 1(1), 59-70.
- Cheng, L., Antonenko, P. D., Ritzhaupt, A. D., Dawson, K., Miller, D., MacFadden, B. J., ... Ziegler, M. (2020). Exploring the influence of teachers' beliefs and 3D printing integrated STEM instruction on students' STEM motivation. *Computers & Education*, 158, 103983.
- Chien, Y. H. (2017). Developing a pre-engineering curriculum for 3D printing skills for high school technology education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 2941-2958.
- Chmiliar, I. (2010). *Multiple-case designs*. In A. J. Mills, G. Euepas & E. Wiebe (Eds.), *Encyclopedia of case study research* (pp 582-583). USA: SAGE Publications

- Çakır, Z., ve Yalçın, S. A. (2020). Okul öncesi eğitiminde gerçekleştirilen STEM eğitimlerinin öğretmen ve veli görüşleri açısından değerlendirilmesi. *International Journal of Active Learning*, 5(2), 142-178.
- Çakmak, B. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) algıları*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya
- Çömek, A. ve Avcı, B. (2016, Nisan). *Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri*. Uluslararası Yükseköğretimde Yeni Eğilimler Kongresinde sunuldu. İstanbul.
- Davey, L. (1990). The application of case study evaluations. *Practical assessment, research, and evaluation*, 2(1), 9.
- Dunne, D., ve Martin, R. (2006). Design thinking and how it will change management education: an interview and discussion. *Academy of Management Learning & Education*, 5(4): 512-523.
- Ergun, A. ve Balçın, M. D. (2019). The perception of engineers by middle school students through drawings. *Eurasian Journal of Educational Research*, 19(83), 1-28.
- Girgin, D. (2020). 21. Yüzyılın öğrenme deneyimi: öğretmenlerin tasarım odaklı düşünme eğitimine ilişkin görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 49(226), 53-91.
- Guzey, S. S., Moore, T. J. ve Harwel, M. (2016). Building up stem: an analysis of teacher-developed engineering, *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(1): 11-29.
- Güven, E. *Ortaokul 5. sınıf fen öğretiminde Arduino destekli robotik kodlama etkinliklerinin kullanılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Gordon, A., Rohrbeck, R., & Schwarz, J. O. (2019). Escaping the "faster horses" trap: bridging strategic foresight and design-based innovation. *Technology innovation management review*, 9(8), 30-42.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40.
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W., & de Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International journal of Technology and design Education*, 24(1), 107-120.

- Hynes, M., Postmore, M., Dare, e., Milto, E., Rogers, C. ve Hammer, D. (2011). Infusing engineering design into high school stem courses. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165 adresinden alınmıştır.
- Hynes, M. M. (2012). Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: A look at subject matter and pedagogical content knowledge. *International journal of technology and design education*, 22(3), 345-360.
- Householder, D. ve Hailey, C. (2012). Incorporating Engineering Design Challenges into STEM Courses. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications adresinden alınmıştır.
- Jaipal-Jamani, K., ve Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175-192.
- Karaismailoğlu, F. (2022). *Ters yüz sınıf modeli çerçevesinde gerçekleştirilen 3D modellemenin fen bilgisi öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri ve akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kayacan, K. ve Özlülecı, M. (2021). Yedinci sınıf fen bilimleri ders kitabının fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları açısından incelenmesi. *Journal of Qualitative Research in Education*, 27, 319-345.
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P. ve Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31.
- Kirtay, A. (2019). *Fen eğitiminde robotik uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve fen eğitimine yönelik motivasyonlarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Koç, A. ve Büyük, U. (2015). Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: Robolab. *Turkish Studies (Elektronik)*, 10(3), 213-236.
- Koştur, H. İ. (2017). FeTeMM eğitimimde bilim tarihi uygulamaları:el- cezeri örneği. *Başkent University Journal of Education*, 4(1): 61-73.
- Köken, O. (2020). *Öğretmenlerin fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarındaki yeterlilikleri, sorunları ve çözüm önerileri*. Yüksek lisans tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.

- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T. ve Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-15.
- Lincoln, Y. S., ve Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills. CA:Sage.
- Marulcu, İ. ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- Maxwell, A., Fogarty, R., Gibbens, P., Noble, K., Kist, A. ve Midgley, M. (2013). Robot rally international-promoting stem in elementary school across international boundaries using remote access technology. *International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*, 1-5.
- Merriam, S. B. (2013). Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber (S. Turan, Çev.) Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Milles, M. B., ve Huberman, A. B. (1994) *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2016). Stem Eğitim Raporu. http://yegitek.men.gov.tr/Stem_Egitimi_Raporu.pdf,
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Novak, E. ve Wisdom, S. (2018). Effects of 3d printing project-based learning on preservice elementary teachers' science attitudes, science content knowledge, and anxiety about teaching science. *Journal Of Science Education And Technology*, 27(5): 412-432.
- Novak, J. I. (2019). Re-educating the educators: collaborative 3D printing education. In *Interdisciplinary and international perspectives on 3D printing in education* (pp. 28-49). IGI Global
- Ok, H.(2022) 6. Sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları kısmının incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Giresun.
- Okkesim, B. (2014). *Fen ve teknoloji eğitiminde robotik uygulamaları*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Pelegrino, J. W., Wilson, M. R., Koenig, J. A., ve Beaty, A. S. (2014). Developing assessments for the next generation science standards. *National Academies Press*, 500.
- Sarı, A. (2019). *Fen bilimleri öğretim programının "fen,mühendislik ve girişimcilik uygulamaları" öğrenme alanına yönelik öğretmen görüşleri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Silik, Y. (2016). *Eğitsel robotik uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Sullivan, A. A., Bers, M. U. ve Mihm, C. (2017). Imagining, playing, and coding with KIBO: using robotics to foster computational thinking in young children. *Siu-cheung Kong The Education University of Hong Kong, Hong Kong*, 110
- Sullivan, A. ve Bers, M. U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2): 325-346.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., McClelland, J. ve Roehrig, G. H. (2011). Impressions of a middle grades STEM integration program: Educators share lessons learned from the implementation of a middle grades STEM curriculum model. *Middle School Journal*, 43(1), 32-40.
- Turan, S. (2019). *Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri ve rehber materyal geliştirilmesi*. Yüksek lisans tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- TÜBİTAK. (2017). Bilişim ve bilgi güvenliği ileri teknolojiler araştırma merkezi. 11 Ocak 2017. <http://bilgem.tubitak.gov.tr/tr/haber/steme-dayali-temel-bilimler-egitimi-ar-ge-programi-baslatildi>
- TÜSİAD. (2014). STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması. İstanbul: TÜSİAD.
- TÜSİAD. (2017). 2023' e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi. www.tusiadstem.org adresinden alınmıştır.

- Topçuoğlu, N. (2022). *Kimya eğitiminde atom ve molekül yapılarının öğretiminde üç boyutlu tasarım uygulamaları*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Verner, I. ve Merksamer, A. (2015). Digital design and 3D printing in technology teacher education. *Procedia Cirp*, 36, 182-186.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık, 188.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). STEM uygulamalarının kız öğrencilerin STEM tutum ve mühendislik algılarına etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 842-884.
- Yin, R. (1984). *Case study research: design and methods*. (3. Basım). California: Sage Publications.
- Yüksel, A. O. (2015). *Okul öncesi dönemde 3 boyutlu tasarım ve üretimin çocukların bilişimine yönelik algılarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yüksel, A. O., Çetin, E. ve Berikan, B. (2019). 3D tasarım öğrenme deneyiminin süreç değerlendirmesi ve eğitsel çıktılarının keşfedilmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 9(1), 21-49.

EKLER

Ek 1. Öğrenci Görüşme Formu-1

Merhaba ben, Bahadır GÜLCÜ

İhsan Karatay Ortaokulunda görev yapmaktayım. Fen, Mühendislik Uygulamaları ve Girişimcilik Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreçlerinin Robotik ve 3B Tasarım ile Kullanımı hakkında bir araştırma yürütmekteyim.

Bu araştırma için çalışmaya katılan 5.sınıf öğrencileri ile görüşmeler yapmaktayım. Yaptığım bu görüşmede verilen bilgiler yalnızca bu çalışmada kullanılacak olup kişisel bilgiler gizli tutulacaktır.

Görüşme yarım saat civarında süreceğini tahmin etmekteyim. İzniniz olursa görüşmeyi kaydetmek istiyorum. Bu sayede sorulara vereceğiniz yanıtları daha doğru bir şekilde kaydetmiş oluruz. İzninizle sorulara başlamak istiyorum.

Görüşme Soruları

1. Sana göre mühendislik nedir?
2. Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?”
3. Mühendisler ürün geliştirme süreçlerini nasıl gerçekleştirirler resmini çiziniz.
4. Sence kimler mühendis olabilir? Neden?
5. Sence fen bilimleri dersi ve mühendislik arasında nasıl bir ilişki vardır?

Ek 2. Öğrenci Görüşme Formu-2

Merhaba ben, Bahadır GÜLCÜ

İhsan Karatay Ortaokulunda görev yapmaktayım. Fen, Mühendislik Uygulamaları ve Girişimcilik Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreçlerinin Robotik ve 3B Tasarım İle Kullanımı hakkında bir araştırma yürütmekteyim.

Bu araştırma için çalışmaya katılan 5.sınıf öğrencileri ile görüşmeler yapmaktayım. Yaptığım bu görüşmede verilen bilgiler yalnızca bu çalışmada kullanılacak olup kişisel bilgiler gizli tutulacaktır.

Görüşme yarım saat civarında süreceğini tahmin etmekteyim. İzniniz olursa görüşmeyi kaydetmek istiyorum. Bu sayede sorulara vereceğiniz yanıtları daha doğru bir şekilde kaydetmiş oluruz. İzninizle sorulara başlamak istiyorum.

Görüşme Soruları

1. Sana göre mühendislik nedir?
2. Sana göre mühendisler ürün geliştirme sürecini nasıl gerçekleştirir?
3. Mühendisler ürün geliştirme süreçlerini nasıl gerçekleştirirler resmini çiziniz.
4. Sence kimler mühendis olabilir? Neden?
5. Sence fen bilimleri dersi ve mühendislik arasında nasıl bir ilişki vardır?
6. Etkinlikte kullandığınız 3B tasarım ve robotik araçları hakkında görüşleriniz nelerdir?

Ek 3. Öğretmen Günlüğü

Merhaba ben, Bahadır GÜLCÜ

İhsan Karatay Ortaokulunda görev yapmaktayım. ‘Fen, Mühendislik Uygulamaları ve Girişimcilik Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreçlerinin Robotik ve 3b Tasarım İle Kullanımı’ hakkında bir araştırma yürütmekteyim.

Bu araştırma sayesinde Fen Mühendislik Uygulamaları ve Girişimcilik eğitime faydalı olabileceğini düşündüğümüz eğitimsel yaklaşımları test etmeyi planlamaktayız.

Siz meslektaşlarımdan bu çalışmaya katılarak, çalışmanın öğretim programında kullanımı ile ilgili geri dönüt ve öneriler beklenmektedir. Bu bağlamda çalışma esnasında veri kaybına maruz kalmamak için gözlem yapılan her deneyim gününde kullanabileceğiniz bir günlük verilecektir. Günlük içinde gözlemlenmesi beklenen maddeler ile ilgili yönergeler mevcuttur.

Bu günlükten elde edilen verilerle çalışmanın öğretim programına entegre edilebilirliği, eksik noktaları ve iyileştirilecek noktalar hakkında veri toplanması planlanmaktadır. Verilen bilgiler yalnızca bu çalışmada kullanılacak olup kişisel bilgiler gizli tutulacaktır.

Günlük içinde var olan sorular aşağıda belirtilmiştir.

- 1.Çalışmanın öğrenci seviyesine uygunluğu hakkında görüşleriniz nedir?
2. Çalışmanın size göre FMGU eğitimine katkısı nasıldır?
3. Etkinliğin işleyişi esnasında gördüğünüz temel güçlükler ve eksiklikler nelerdir ve neler olabilir?
4. Size göre çalışma öğretim programı içeriği olarak kullanılsaydı çalışmaya neler dahil edilse daha iyi olabilirdi ve öğretmen olarak beklentileriniz neler olurdu?”

Ek 4. Araştırma İzin Belgesi

Tarih ve Sayı: 08.10.2021-83779



T.C.
TOKAT VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-27001677-44-34082813
Konu : Araştırma İzni

07.10.2021

DAGITIM YERLERİNE

- İlgi : a) Tokat Gaziosmanpaşa Ünv. Rektörlüğünün 23.03.2021 tarih ve 25950 sayılı yazınız.
b) Amasya Ünv. Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 17.09.2021 tarih ve 33069 sayılı yazınız.

Aşağı tabloda isimleri belirtilen Üniversitenizin Yüksek Lisans öğrencilerine ait araştırma izni Müdürlüğümüz İnceleme Komisyonu tarafından incelenmiş, söz konusu araştırmanın yapılmasında herhangi bir sakınca olmayacağı kanaatine varılmış olup, konu ile ilgili Valilik Onayı ekte gönderilmiştir. Bilginizi ve gereğini arz ederim.

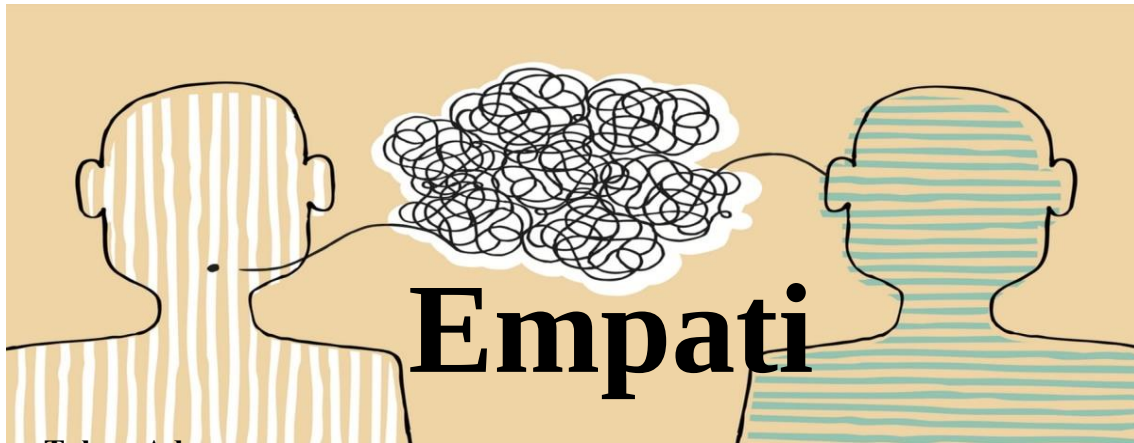
Murat KÜÇÜKALİ
İl Millî Eğitim Müdürü

Adı Soyadı	Görevi	Okulu/Bölümü
Bahadır GÜLCÜ	Yüksek Lisans Öğrencisi	Tokat GOP Ünv. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Başkanlığı
İlke ATILIR	Yüksek Lisans Öğrencisi	Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yabancı Diller Eğitimi Anabilim Dalı İngiliz Dili Eğitimi Bilim Dalı

Ek : Valilik Onayı (2 Sayfa)

Dağıtım :
Tokat GOP Üniversitesi
Amasya Üniversitesi

Ek 5. Çalışmada Yardımcı Çıktılar



Takım Adı:

Bu çalışmada aileniz ve çevrenizdeki kişilerin bir kışlık lastikten beklenti ihtiyaç ve koruları nelerdir araştırmanız istenmektedir. Bulduğunuz bilgileri aşağıdaki kısma kaydetmeniz istenmektedir.

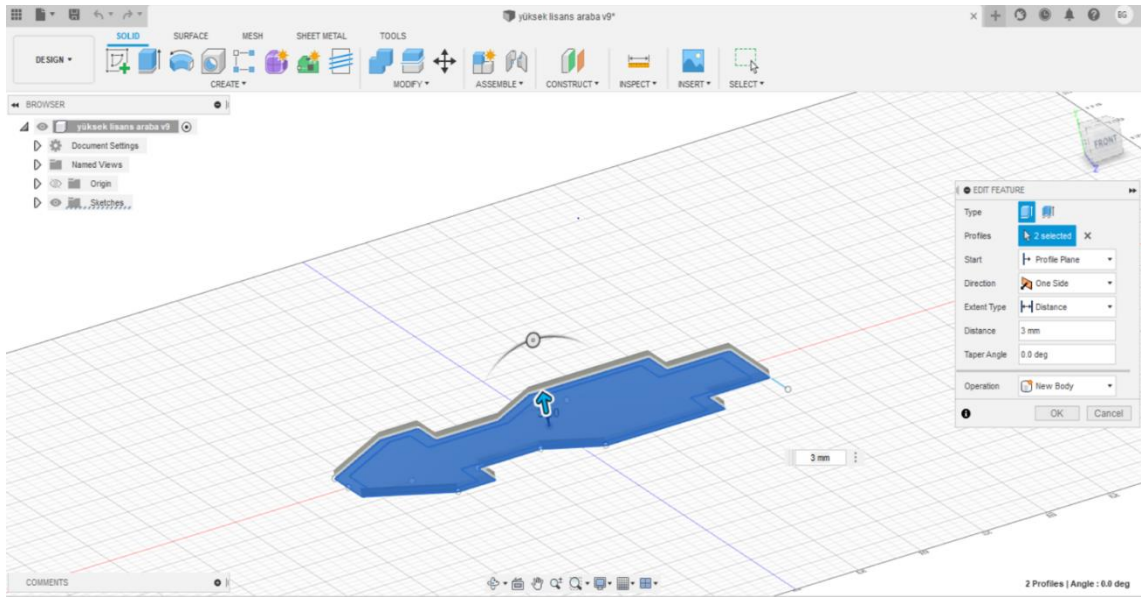
[illegible]

EK 5. Fusion 360 Tasarım Eğitimi Föyü

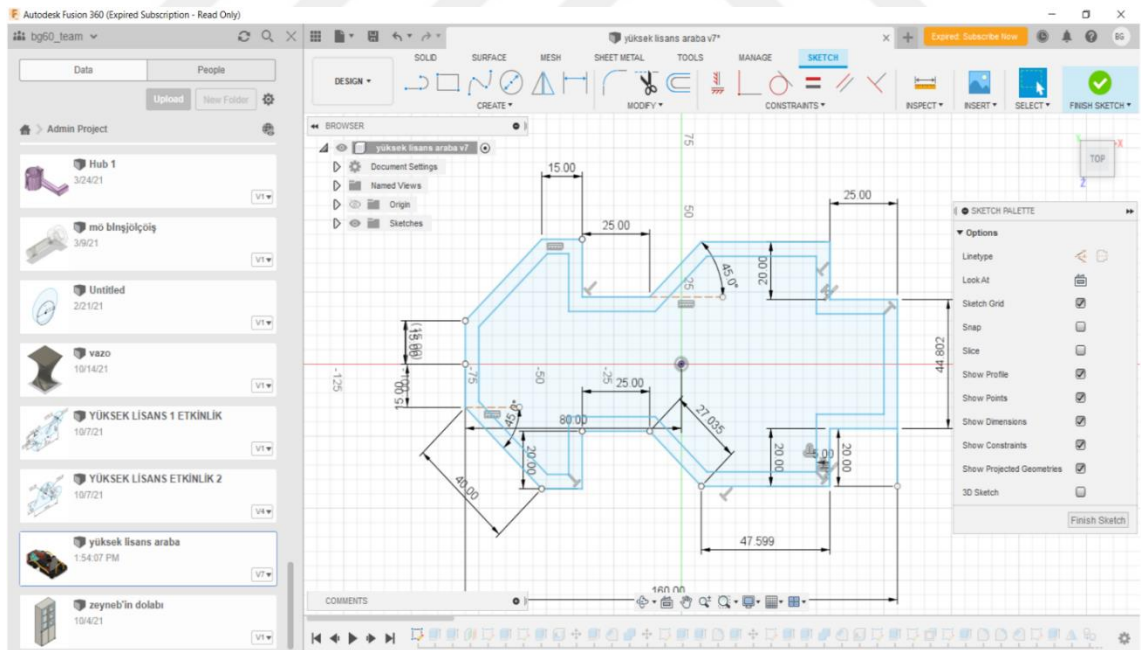
Fusion 360 Tasarım Eğitim Föyü

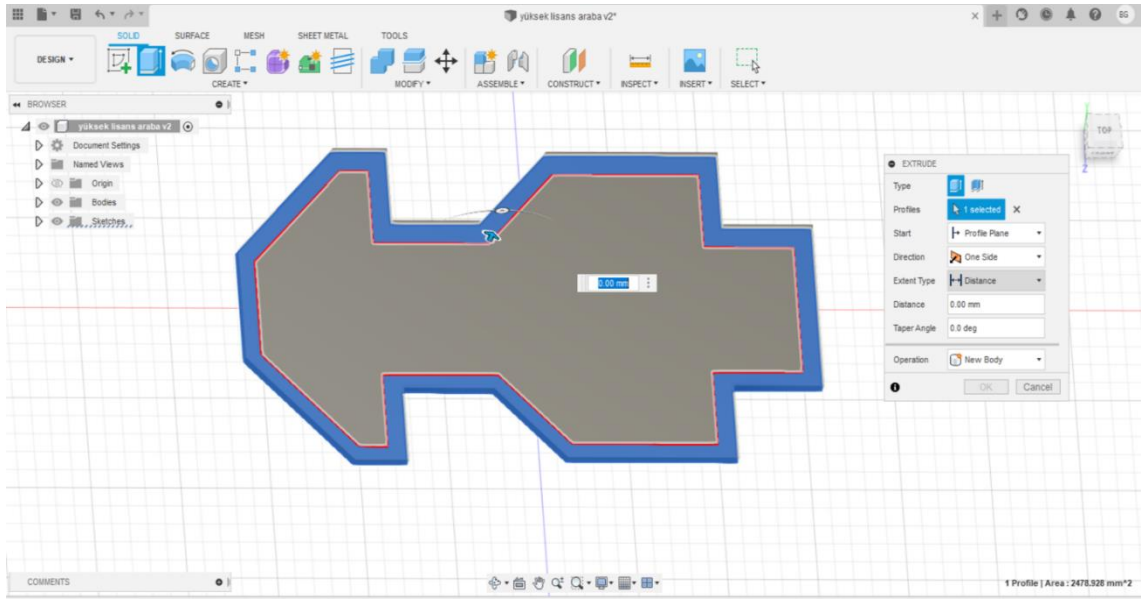


5. Bu etkinlik vasıtasıyla öğrencinin line ve sketch dimension komutu kullanımı derinleştirilmeye çalışılır.

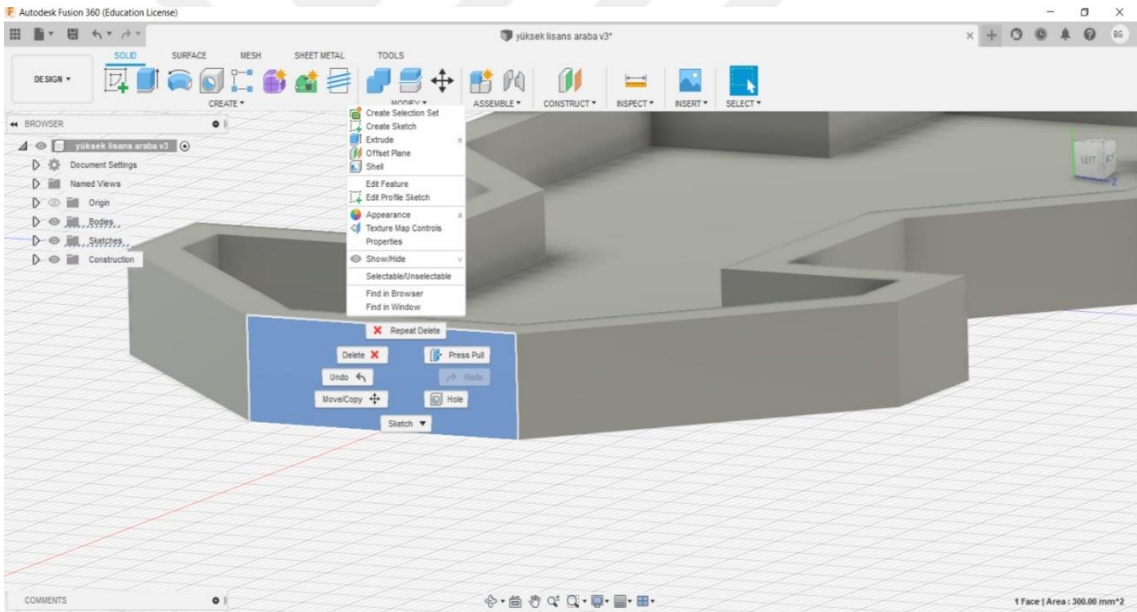


6. Yukardaki işlem bittikten sonra Finish Sketch yapıp extrude komutu açılır ve yüzey 3mm extrude edilir.

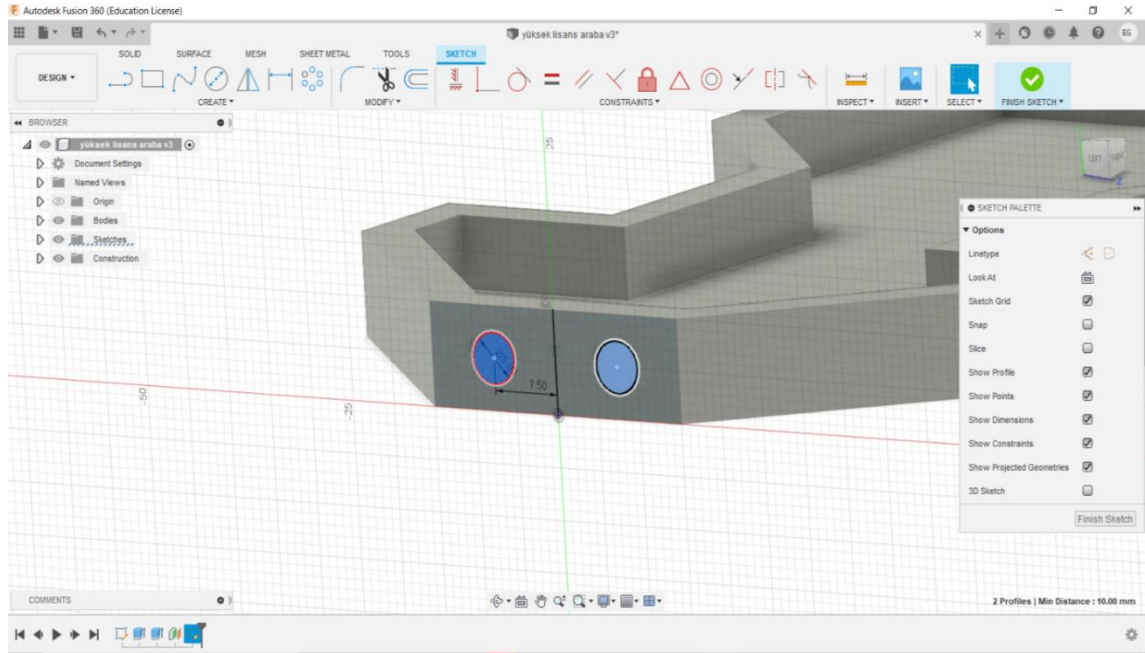




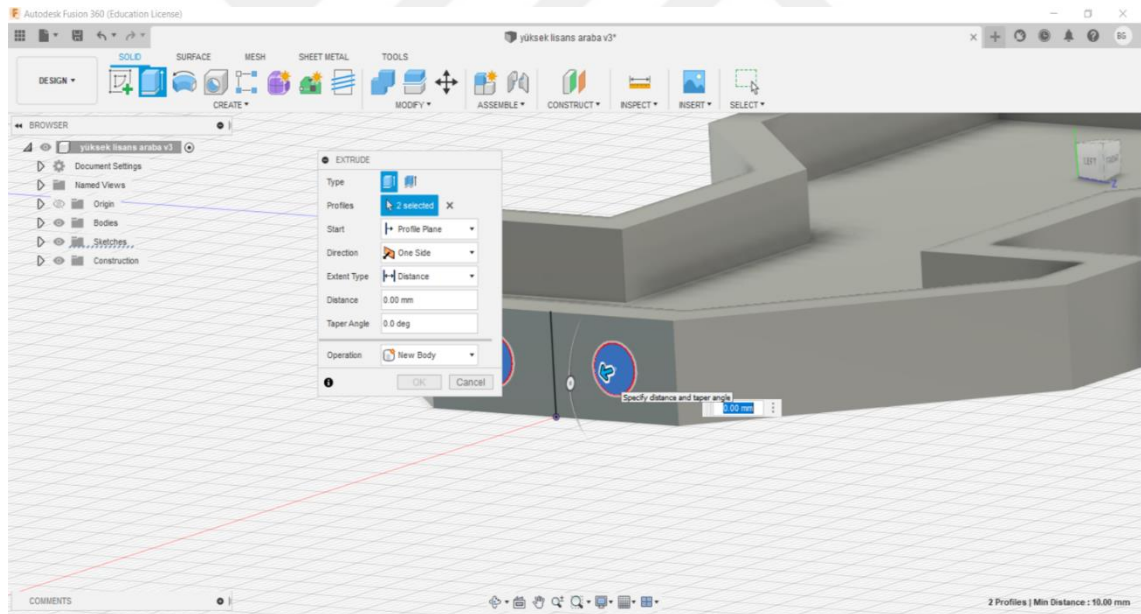
7. Daha sonra sketch aktif edilerek alt şase kenarları seçilip 10 mm Extrude yapılır.

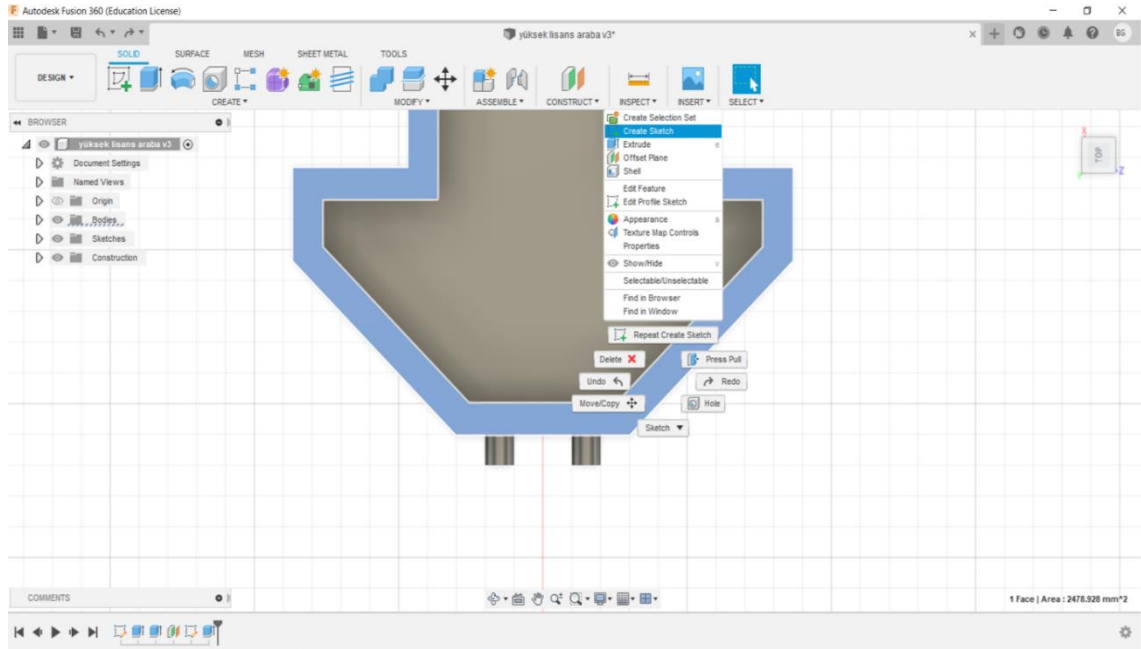


8. Bu işlem tamamlandıktan sonra aracın ön kısmındaki yüzeye sketch açılır. Ve montaj çubukları oluşturulmaya çalışılır.

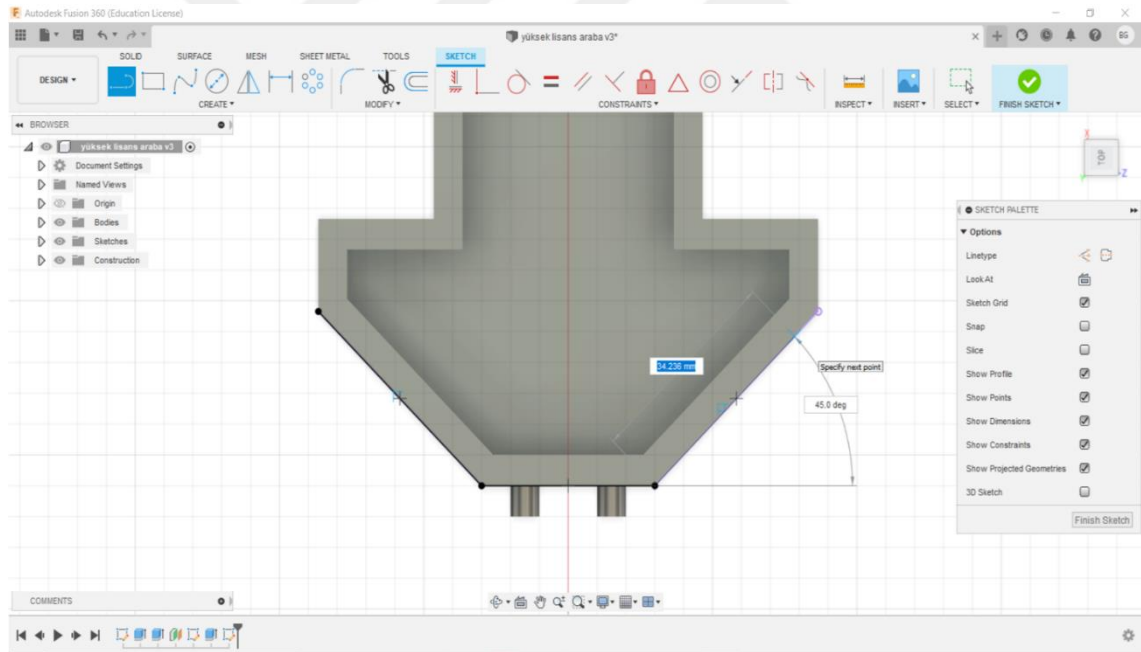


9. Ön sketch yüzeyinde iki tane 5mm çaplı daire çizilip sketch kapatılıp 8mm extrude verilir.

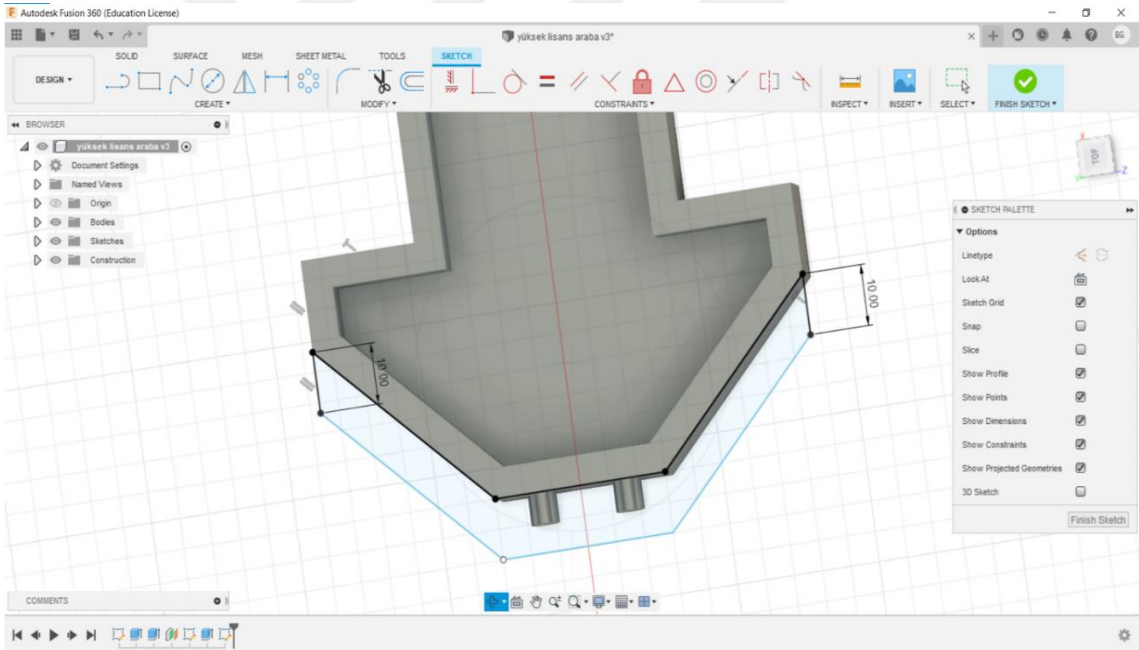
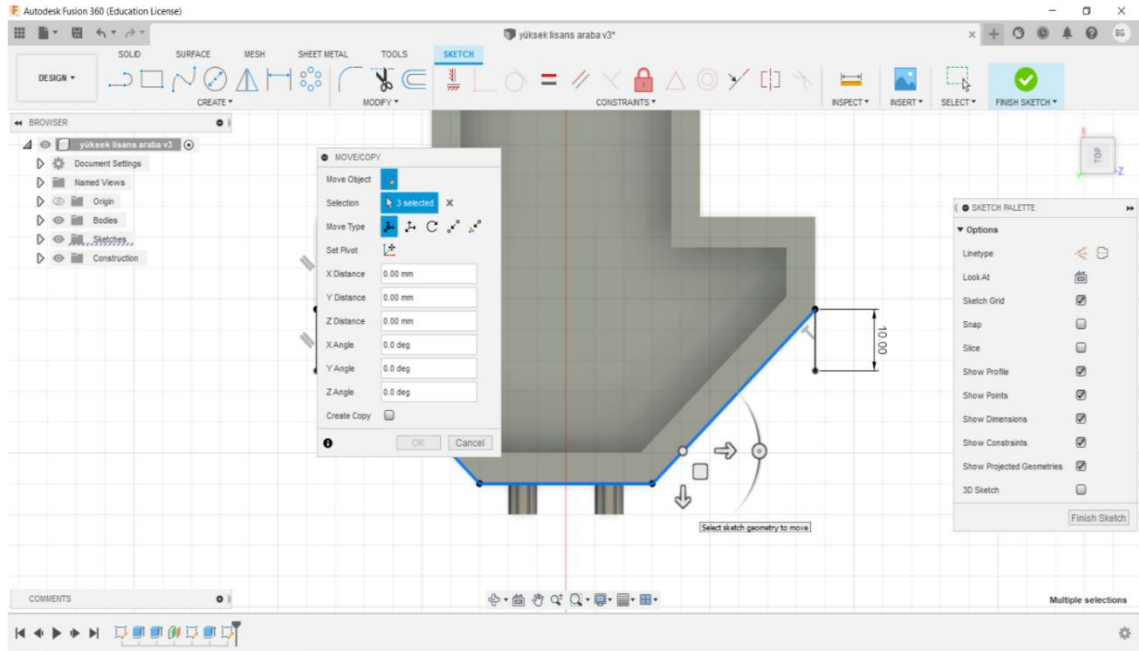




10. Bu aşamada şase üst kenar yüzeyinde sketch açılır.



11. Bu aşamada yardımcı çizgi oluşturma komutu Project ve Offset komutları ile ön tampon oluşturulmaya çalışılır.



12. Bu aşmada öğrenciden move/copy komutu yardımıyla çizimin 10 mm öteye kopyalanması ve taşınma işlemlerinin yapılması beklenir. Ve yeni oluşan çizimler birleştirilir.

EK 6. Arduino Robotik Kodlama Föyü

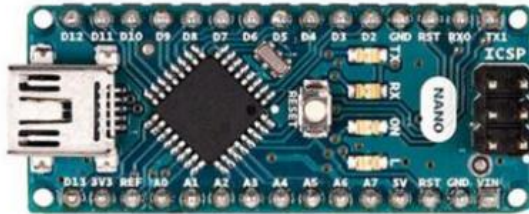
ARDUINO KODLAMA ve WİFİ KABLOSUZ HABERLEŞME FÖYÜ

Arduino nedir?

Mikroişlemcinin hafıza, seri ve analog giriş çıkışların bir arada toplandığı bir mikrodenetleyicidir. Ayrıca arduino herkesin kolaylıkla donanımsal yapılar ve yazılımı birleştirebileceği open source (açık kaynak) platformdur. Yani birçok örneğe ücretsiz ulaşabileceğiniz harika bir öğrenme alanıdır. Aşağıda bazı arduino tabanlı kartlar tanıtılacaktır.



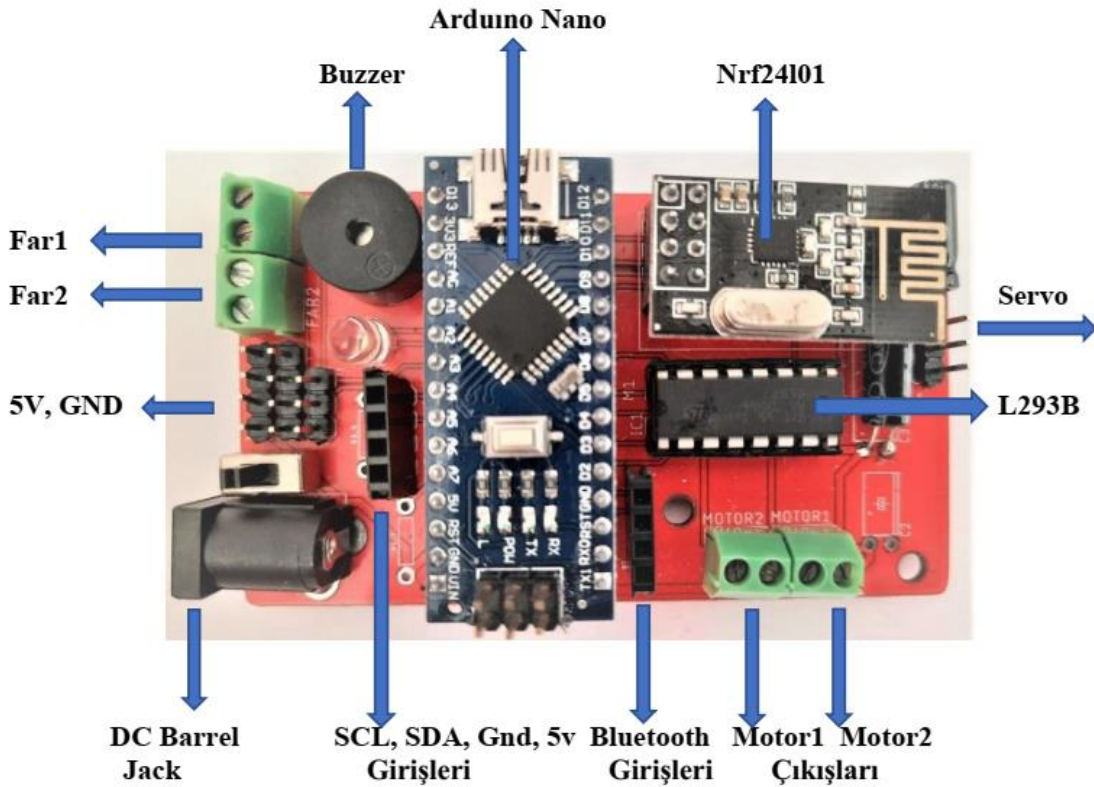
Yukarıda gösterilen kart en meşhur arduino board'u olan Arduino Uno dur.



Yine üstte gösterilen kart ise kurs boyunca kullanacağımız bir çok projede ağırlıklı kendine yer bulan Arduino Nano' dur.

Robot Kontrol Kartımıza Merhaba Diyelim !

Bizim robot kontrol kartımız hem bluetooth hem de nrf24l01 kontrol kartıyla kontrol edilebilmektedir. Kontrol kartımız üzerine ayrıca motor sürme entegresi L293B ile iki ayrı dc motor sürme, 1 adet servo motor, far çıkışları ile iki adet led , bir buzzer, bir dahili led bir adet voltaj ölçüm birimi ve enerjilendirme içinde kart üzerinde bir adet DC barrel jack barındırmaktadır. Kartımız üzerinde kodlama ve yönetim birimi olarak Arduino Nano kontrol kartı kullanılmıştır.



Şekil.xxx Kartımızım üzerindeki pin dağılımları ve giriş çıkışlar

Kartımızım üzerindeki elektronik pin dağılımı aşağıdaki tabloda gösterilecektir.

MDSBOT ROBOT SÜRÜCÜ KARTI (ALICI) PİN DAĞILIMI		
Bluetooth bağlantısı	BT_RX	D0 / TX
	BT_TX	D1/RX
L293B Motor bağlantısı	MOTOR1_PIN_1	D2
	MOTOR_EN_A	D3
	MOTOR1_PIN_2	D4
	MOTOR_EN_B	D5
	MOTOR2_PIN_1	D6
	MOTOR2_PIN_2	D10
NRF24L01 bağlantısı	CE	D7
	CSN	D8
	SCK	D13
	MOSI	D11
	MISO	D12
Servo	D9	D9
Led	A1	D15
Buzzer	A0	D14
SCL	A5	D19
SDA	A4	D18
I2C Header	SDA	A4
	SCL	A5
	5V	5V (İTERNAL)
	GND	GND
FAR1	A2	D16
FAR2	A3	D17
Bluetooth header	5V	
	GND	
	TX	
	RX	
Boş Pin Header	A6	D19
	A3	D17
	A2	D16

Tablo.1 MDS bot pin dağılımı ve datasheet

Robot Üzerindeki Elemanları Sürelim !!!!!

1. Etkinlik : Sizce Dahili ve Harici Led nasıl yakarız?

```
int LED= 15; // burada yazdığımız 15 sayısı Digital pin numarasını anlatır.
void setup() {

    pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop() {
    digitalWrite(LED, HIGH); // LED aç (HIGH = ELEKTRİK VER)
    delay(1000);             // Bir saniye bekle
    digitalWrite(LED, LOW);  // LED kapat ( LOW= ELEKTRİK KES)
    delay(1000);             // Bir saniye bekle
}
```

2. Etkinlik : Sizce Buzzer nasıl sürülür ?

```
int LED= 14; // burada yazdığımız 15 sayısı Digital pin numarasını anlatır.
void setup() {

    pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop() {
    digitalWrite(LED, HIGH); // LED aç (HIGH = ELEKTRİK VER)
    delay(1000);             // Bir saniye bekle
    digitalWrite(LED, LOW);  // LED kapat ( LOW= ELEKTRİK KES)
    delay(1000);             // Bir saniye bekle
}
```

3. Etkinlik : Sizce Servo motor nasıl sürülür ?

Burada daha önce karşılaşmadığımız bir işlem yapacağız. Bazı özel araçların ve yöntemlerin kullanımında işlemleri kolaylaştırmak için kütüphane dediğimiz yardımcı kod yapılarını kullanırız. Servo motor sürerken de servo motor kütüphanesini kullanacağız. Kütüphaneler eklenirken `#include` komutu kullanılır. Eğer kütüphane Arduino içinde yüklü ise kırmızı renge dönüşür.

Örnek: MDSBOT kartı ile servo motor sürme ;

```
#include <Servo.h> //Servo kütüphanesini dahil et
```

```
Servo Bizim_Servo; // Servo ve adını tanımlarız
```

```
void setup() {
```

```
Bizim_Servo.attach(.....); // Sizce noktalı kısma kaç yazmalıyız? Burası servonun bağlı olduğu pindir.
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
Bizim_Servo.write(.....); // noktalı yer ise bizim açımızdır.
```

```
delay(15);
```