

**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**SİNİR SİSTEMİ'NİN ÖĞRETİMİNDE FeTeMM TABANLI
ARDUİNO ROBOTİK ETKİNLİKLERİNİN AKADEMİK BAŞARI
VE MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

MUSTAFA TURAN YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AĞUSTOS, 2020

MUĞLA

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

SİNİR SİSTEMİ'NİN ÖĞRETİMİNDE FeTeMM TABANLI ARDUİNO
ROBOTİK ETKİNLİKLERİNİN AKADEMİK BAŞARI VE MÜHENDİSLİK
TASARIM SÜRECİ ÜZERİNE ETKİLERİ

MUSTAFA TURAN YILDIRIM

Eğitim Bilimleri Enstitüsünde

“Yüksek Lisans”

Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 20.08.2020

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Gamze ABUR

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ

AĞUSTOS, 2020

TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün 17/07/2020 tarih ve 335 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin (24/4 veya 24/6) maddesine göre, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mustafa Turan YILDIRIM'ın "Sinir Sistemi'nin Öğretiminde FeTeMM Tabanlı Arduino Robotik Etkinliklerinin Akademik Başarı ve Mühendislik Tasarım Süreci Üzerine Etkileri" başlıklı tezini incelemiş ve aday 20/08/2020 tarihinde saat 13:00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 60 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin **kabul** edildiğine oybirliği ile karar verilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ
Tez Danışmanı

Doç. Dr. Suat TÜRKÖĞUZ
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Gamze ABUR
Üye

ETİK BEYANI

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanan “Sinir Sistemi'nin Öğretiminde FeTeMM Tabanlı Arduino Robotik Etkinliklerinin Akademik Başarı Ve Mühendislik Tasarım Süreci Üzerine Etkileri” başlıklı Yüksek Lisans çalışmasında;

- Tez içinde sunulan veriler, bilgiler ve dokümanların akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiğini,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçların bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğunu,
- Tez çalışmasında yararlanılan eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterildiğini,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapılmadığını,
- Bu tezde sunulan çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 20/08/2020

Mustafa Turan YILDIRIM



Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

SİNİR SİSTEMİ'NİN ÖĞRETİMİNDE FeTeMM TABANLI ARDUİNO ROBOTİK ETKİNLİKLERİNİN AKADEMİK BAŞARI VE MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ ÜZERİNE ETKİLERİ

MUSTAFA TURAN YILDIRIM

Yüksek Lisans Tezi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ

Ağustos 2020, 174 sayfa

Bu araştırmanın amacı sinir sistemi'nin öğretiminde FeTeMM tabanlı Arduino Robotik etkinliklerinin öğretmen adaylarının akademik başarı ve mühendislik tasarım süreç becerilerine etkisinin incelenmesidir. Bu çalışmada; sinir sistemi'nin öğretiminde Robotik FeTeMM tabanlı Arduino Robotik etkinlikleri kapsamında öğretmen adaylarının; sinir ve duyu hücrelerinin yapısal özellikleri ile impuls (sinirsel mesaj) iletimini, Arduino mikrodenetleyici kartının üzerine eklenen devre elemanlarını, sensörleri ve eyleyicileri, sinir ve duyu hücreleri şeklinde adapte ederek tasarım aynı zamanda programlama yapımları amacıyla deneysel bir araştırma tasarlanmıştır. Bu çalışmada deneysel araştırma modellerinden biri olan “tek gruplu ön test ve son test deneysel araştırma modeli” benimsenmiştir. Bu araştırmanın çalışma grubunu Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, 2018 – 2019 Eğitim ve Öğretim yılı bahar döneminde 4. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarıyla yürütülmüştür (n=23). Bu çalışmada veri toplama aracı olarak “Eriş Testi” ve “Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği” kullanılmıştır. Çalışma sonucu elde edilen bulgular, üzerinde çalışma yapılan gruptaki öğretmen adaylarının Eriş testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Ölçeği'nin “Mühendislik Tasarım Süreçleri” bölümünden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Ancak Mühendislik Tasarım Ölçeği'nin “Tasarımda Takım Becerileri” bölümünden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Sinir sisteminin öğretimde FeTeMM tabanlı Arduino robotik etkinliklerinin, akademik başarıyı yüksek bir oranda artırdığı, böylece derse yönelik motivasyonlarının olumlu etkilediğini ve sınıf içi öğrenmelerin kalıcılığını desteklediği görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Fen bilgisi öğretmen adayları, robotik FeTeMM, arduino, sinir sistemi, akademik başarı, mühendislik tasarım süreci

ABSTRACT

THE EFFECTS OF STEM BASED ARDUINO ROBOTIC ACTIVITIES ON THE ACADEMIC ACHIEVEMENT AND ENGINEERING DESIGN PROCESS IN TEACHING OF THE NERVOUS SYSTEM

MUSTAFA TURAN YILDIRIM

Master, Department of Elementary Education

Supervisor: Assistant Professor Dr. Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ

August 2020, 174 pages

The aim of this study is to investigate the effects of STEM-based Arduino Robotic activities on pre-service teachers academic achievement and engineering design process skills in teaching the nervous system. In this study; in the teaching of the nervous system, within the scope of Robotic STEM based Arduino Robotic activities, pre-service teachers; an experimental research has been designed to design and program the structural features of nerve and sensory cells and the impulse (neural message) transmission by adapting the circuit elements, sensors and actuators connected to the Arduino microcontroller board as nerve and sensory cells. In this research, "single group pre-test and post-test experimental research model", which is one of the experimental research models, has been adopted. The study group of this study was carried out with pre-service teachers studying in the 4th grade of 2018-2019 Academic Year, in the spring semester of the 2018-2019 Academic Year, Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Science Teaching Program (n = 23). In this study, "Success Test" and "Engineering Design Skills Scale" were used as data collection tools. Findings obtained as a result of the study revealed that there was a significant difference between the pre-test and post-test scores received from the Success test by prospective teachers in the study group. In addition, it has been determined that there is a significant difference between pre-test and post-test scores that pre-service teachers received from the 'Engineering Design Processes' section of the Engineering Design Scale. However, it was tested that there was no significant difference between the pre-test and post-test scores received from the 'Team Skills in Design' section of the Engineering Design Scale. It is seen that the STEM-based Arduino robotic activities of the nervous system increase academic success at a high rate, thus, their motivation towards the course is positively influenced and supports the permanence of classroom learning.

Keywords: Science teacher candidates, Robotics STEM, Arduino, academic achievement, Engineer Design Skills

ÖNSÖZ

Hobi olarak ilgi duyduğum Arduino ile ilk devremi oluşturduktan sonra işin içine sensörlerin de dahil olmasıyla, bu teknolojik kartın fen eğitimde nasıl kullanılacağını düşünmeyle başladım. Bu çalışmada; sinir sisteminin öğretiminde Arduino tabanlı Robotik FeTeMM etkinlikleri kapsamında öğretmen adaylarının arduino devre kartını kullanarak, sinir sisteminin işleyişini simüle eden robot tasarımları yapmalarının, öğretmen adaylarının akademik başarıları, mühendislik tasarım süreç becerileri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yapılan bu çalışmanın konusunun belirlenmesinde, tez projesinin hazırlanmasında, Arduino devre kartı, sensör ve eklentilerin temin edilmesinde, veri toplama araçlarının hazırlanmasında, öğretmen adaylarına teknik, teorik ve kodlama bilgisinin verilmesinde, robotik tasarımlarla ilgili verilerin toplanması ve analizi aşaması dâhil olmak üzere tez çalışmasının tüm aşamalarında, bilgi birikimleri ve tecrübeleri ile çalışmaya yön veren, sonsuz sabırla beni her zaman çalışmaya teşvik eden, karşılaştığım tüm sorunlarda beni içten anlayarak destek veren, disiplini ve akademik duruşu ile örnek aldığım değerli hocam ve sayın danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ'a, kıymetli desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Hakan IŞIK ve Doç. Dr. Muhammet Mustafa ALPASLAN' sonsuz teşekkürlerimi sunmaktan gurur duyuyorum.

Tez süresince yapılan tüm eğitimlerde, robotik tasarımların geliştirilmesinde ve verilerin toplanmasında büyük özveri ile çalışan, düzenli bir şekilde derslere katılan Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Öğretmenliği 4. Sınıf öğrencilerine de teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, sonsuz sevgileri ve güvenleriyle her an arkamda olan sevgili aileme bana verdikleri emekler için sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım. Son olarak veri toplama ve değerlendirme aşamalarında yardımlarını esirgemeyen tüm sevdiklerime teşekkür ederim.

Ayrıca bu yüksek lisans tez çalışması, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) (19/081 proje no ile) tarafından desteklenmiştir. Bu nedenle Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğü, Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) birimi ve çalışanlarına emeklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	vii
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
EKLER DİZİNİ	xvii

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Problem Cümlesi	7
1.2.1. Araştırmanın Alt Problemleri	7
1.3. Amaç.....	7
1.4. Önem.....	8
1.5. Varsayımlar.....	9
1.6. Sınırlılıklar.....	9
1.7. Tanımlar.....	10

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Fen Bilimleri Eğitimde FeTeMM Yaklaşımı	11
2.1.1. Probleme Dayalı FeTeMM.....	13
2.1.2. Proje Tabanlı FeTeMM.....	15
2.1.3. Mühendislik Tasarım Süreci (Tasarım Temelli) FeTeMM.....	15
2.1.4. Robotik FeTeMM.....	17
2.2. Robot ve Robotik Kavramının Tanımı	19
2.2.1. Eğitsel Robotik Kavramı ve Eğitimde Robotik.....	20
2.2.1.1. Eğitimde robotik.....	20

2.2.1.2. Eğitsel robotik.....	21
2.2.2. Eğitsel Robotik Öğretiminde Kullanılan Eğitsel Robot Setleri	23
2.3. Arduino	24
2.3.1. Arduino Donanımına Genel Bir Bakış.....	26
2.3.2. Arduino Programlama	27
2.3.3. Arduino mBlock Programlama.....	29
2.3.3.1. Kontrol blokları.....	32
2.3.3.2. İşlemler blokları.....	33
2.3.3.3. Veri&blok blokları.....	34
2.3.3.4. Robotlar blokları.....	34
2.3.4. Arduino Sensörleri.....	35
2.3.4.1. Sıcaklık ve nem sensörü.....	36
2.3.4.2. Işık sensörü.....	36
2.3.4.3. Ses sensörü.....	37
2.3.4.4. Gaz sensörü.....	37
2.3.4.5. Yağmur sensörü.....	38
2.3.4.6. Kuvvete duyarlı sensör.....	38
2.4. Mühendislik Tasarım Becerileri	39
2.4.1. FeTeMM Eğitimi'nde Mühendisliğin Rolü.....	39
2.4.2. Mühendislik ve Tasarım.....	41
2.4.3. Mühendislik Tasarımlarının Sınıf Ortamında Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar.....	41
2.4.4. Mühendislik Tasarım Süreci.....	42
2.5. İlgili Araştırmalar.....	45
2.5.1. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar.....	45
2.5.2. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar.....	50

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli	58
3.2. Evren ve Örneklem	58
3.3. Araştırma Deseni	59
3.4. Veri Toplama Araçları	59
3.4.1. Erişi Testi.....	60

3.4.2. Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği.....	65
3.5. İşlem Yolu.....	76
3.5.1. Çalışma Grubunun Oluşturulması	76
3.5.2. Çalışma Grubuna Öntestlerin Uygulanması	76
3.5.3. Çalışma Grubunda Dersin İşlenmesi.....	76
3.5.4. Çalışma Grubunda Deneysel Çalışmaların Uygulanması.....	78
3.5.4.1. Grupların oluşturulması	78
3.5.4.2. Gruplarda görev dağılımı	78
3.5.4.3. Öğretmen adaylarının arduino robotik platformu ile buluşması.....	79
3.5.5. Son Testlerin Uygulanması.....	116
3.6. Veri Çözümleme Teknikleri.....	116

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testine İlişkin Bulguları	117
4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	119
4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	120
4.3.1. Hedefleri Belirleme Boyutu.....	120
4.3.2. Plan Yapma Boyutu.....	121
4.3.3. Bilgi Toplama Boyutu.....	121
4.3.4. Alternatif Tasarım Üretme Boyutu.....	122
4.3.5. Alternatif Tasarım Seçme Boyutu.....	123
4.3.6. Modelleme Boyutu.....	124
4.3.7. Tasarım Revizyon Boyutu.....	125
4.3.8. Raporlama Boyutu.....	125
4.3.9. Sunma Boyutu.....	126
4.3.10. Tasarım Sürecinin Genel Değerlendirilmesi.....	127
4.3.11. Takım Rol ve Sorumluluk Boyutu.....	128
4.3.12. Takım İklimi Boyutu.....	128
4.3.13. Takım Zamanlama Boyutu.....	129
4.3.14. Takım İletişim Boyutu.....	130
4.3.15. Takım Planlama Boyutu.....	131
4.3.16. Takım Uyarılama Boyutu.....	131
4.3.17. Takım İzleme ve Değerlendirme Boyutu.....	132

4.3.18. Takım Stratejik Çalışma Boyutu.....	133
4.3.19. Takım Becerileri Genel Değerlendirilmesi.....	134

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuç	135
5.2. Öneriler	138
KAYNAKÇA.....	140
EKLER.....	159
ÖZGEÇMİŞ.....	173

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Eğİtsel Robot Setlerin ve Robot Setlerini Kodlamak İçin Kullanılan Yazılımlar	23
Tablo 3.1. Çalışma Grubu	59
Tablo 3.2. Deney Deseni	59
Tablo 3.3. Ölçek Maddelerinin Ayırt Edicilik ve Güçlük İndeksleri	62
Tablo 3.4. ‘‘Erişi Testi’’ ne İlişkin Belirtke Tablosu	64
Tablo 3.5. Erişi Testine İlişkin Geçerlilik ve Güvenirlik alışması Sonuçları	65
Tablo 3.6. Hedefleri Belirleme Alt Boyutu	70
Tablo 3.7. Plan Yapma Alt Boyutu	70
Tablo 3.8. Bilgi Toplama Alt Boyutu	71
Tablo 3.9. Alternatif Tasarım Üretme Alt Boyutu	71
Tablo 3.10. Alternatif Tasarım Seçme Alt Boyutu	71
Tablo 3.11. Modelleme Alt Boyutu	72
Tablo 3.12. Tasarım Revizyon Alt Boyutu	72
Tablo 3.13. Raporlama Alt Boyutu	72
Tablo 3.14. Sunma Alt Boyutu	73
Tablo 3.15. Roller ve Sorumluluk Alt Boyutu	73
Tablo 3.16. Takım İklimi Alt Boyutu	73
Tablo 3.17. Zaman ve Görev Yönetimi Alt Boyutu	74
Tablo 3.18. Takım İletişimi Alt Boyutu	74
Tablo 3.19. Planlama Alt Boyutu	74
Tablo 3.20. Uyarlama Alt Boyutu	75
Tablo 3.21. İzleme ve Değerlendirme Alt Boyutu	75
Tablo 3.22. Stratejik alışma Alt Boyutu	75
Tablo 3.23. Çalışma Grubu’nda İşlenen Konular ve Uygulanan Yöntemler	77
Tablo 3.24. Gruplarda Görev Dağılımı Sonucu Alınan Rol ve Sorumluluklar	79
Tablo 3.25. Grupların Tasarım Projelerinin Dağılımı	83
Tablo 4.1. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testi Sonuçları	118
Tablo 4.2. ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları	119
Tablo 4.3. MTB Hedefleri Belirleme Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları	120
Tablo 4.4. MTB Plan Yapma Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları	121

Tablo 4.5. MTB Bilgi Toplama Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	122
Tablo 4.6. MTB Alternatif Tasarım Üretme Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	123
Tablo 4.7. MTB Alternatif Tasarım Seçme Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	123
Tablo 4.8. MTB Modelleme Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları	124
Tablo 4.9. MTB Tasarım Revizyon Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	125
Tablo 4.10. MTB Raporlama Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	126
Tablo 4.11. MTB Sunma Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları	126
Tablo 4.12. MTB Tasarım Süreç Kısımına İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	127
Tablo 4.13. MTB Takım Rol ve Sorumluluk Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	128
Tablo 4.14. MTB Takım İklimi Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	129
Tablo 4.15. MTB Takım Zamanlama Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	129
Tablo 4.16. MTB Takım İletişim Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	130
Tablo 4.17. MTB Takım Planlama Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	131
Tablo 4.18. MTB Takım Uyarılama Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	132
Tablo 4.19. MTB Takım İzleme ve Değerlendirme Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	132
Tablo 4.20. MTB Takım Stratejik Çalışma Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	133
Tablo 4.21. MTB Takım Becerileri Genel Değerlendirmeye İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve T-Testi Sonuçları.....	134

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları Ekseninde Yapılandırılan Tasarım Temelli FeTeMM Eğitimi.....	16
Şekil 2.2. Arduino Uno R3 Mikrodenetleyici Kartı	25
Şekil 2.3. Arduino Devre Kartı Bağlantı Noktaları	27
Şekil 2.4. Arduino IDE Programlama Arayüzü.....	28
Şekil 2.5. mBlock Programının Arayüzü.....	30
Şekil 2.6. mBlock Programının Robotik Kodlama Arayüzü (Arduino Kipi).....	31
Şekil 2.7. Kontrol Kod Blokları.....	32
Şekil 2.8. İşlemler Kod Blokları	33
Şekil 2.9. Veri&Blok Kod Blokları	34
Şekil 2.10. Robotlar Kod Blokları	35
Şekil 2.11. Bazı sensör çeşitleri.....	36
Şekil 2.12. Sıcaklık ve Nem Sensörü	36
Şekil 2.13. Işık Sensörü	37
Şekil 2.14. Ses Sensörü.....	37
Şekil 2.15. Gaz sensörü	38
Şekil 2.16. Yağmur sensörü.....	38
Şekil 2.17. Kuvvete Duyarlı sensörü.....	39
Şekil 2.18. Mühendislik Tasarım Süreci	44
Şekil 3.1. Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeğinin 1. Kısmının Alt Boyutları	68
Şekil 3.2. Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeğinin 2. Kısmının Alt Boyutları	69
Şekil 3.3. Arduino Kartı ile Ledleri Kodlayan Öğretmen Adayları	81
Şekil 3.4. Arduino Kartı ile Sensörleri ve Ledleri Kodlayan Öğretmen Adayları	82
Şekil 3.5. İşitme Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesi – Önden Görünüşü	85
Şekil 3.6. İşitme duyusunun işleyişinin tasarım projesi – arkadan görünüşü.....	86
Şekil 3.7. İşitme duyusunun işleyişinin tasarım projesi - işitme duyusunun algılanması.....	87
Şekil 3.8. İşitme Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması.....	88
Şekil 3.9. Koku Alma Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesi – Önden Görünüşü	90
Şekil 3.10. Koku alma duyusunun işleyişinin tasarım projesi - Yandan Görünüşü.....	91
Şekil 3.11. Koku Alma Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesi – Sensörün Aktif Olduğu Görünüşü.....	92
Şekil 3.12. Koku Alma Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması	93

Şekil 3.13. Görme Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesi – Önden Görünüşü	95
Şekil 3.14. Görme Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesi – Arkadan Görünüşü	96
Şekil 3.15. Görme duyusunun işleyişinin tasarım projesi – sensörlerin Arduino ile bağlantısı.....	97
Şekil 3.16. Görme Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması... ..	98
Şekil 3.17. Deri Reseptörlerinin İşleyişinin Tasarım Projesi – Önden Görünüşü	100
Şekil 3.18. Deri Reseptörlerinin İşleyişinin Tasarım Projesi – Arkadan Görünüşü.....	101
Şekil 3.19. Deri reseptörlerinin işleyişinin tasarım projesi – basıncı algılayan pacini cisimciği.....	102
Şekil 3.20. Derideki Reseptörlerin İşleyişinin Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması	103
Şekil 3.21. Tat Alma Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesi	105
Şekil 3.22. Tat alma duyusunun işleyişinin tasarım projesi – sensörlerin Arduino ile bağlantısı.....	106
Şekil 3.23. Tat Alma Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesi – Dildeki Tat Alma Bölgeleri.....	107
Şekil 3.24. Tat Alma Duyusunun İşleyişinin Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması	108
Şekil 3.25. Refleks'in İşleyişinin Tasarım Projesi – Önden Görünüşü	110
Şekil 3.26. Refleks'in İşleyişinin Tasarım Projesi – Arkadan Görünüşü.....	111
Şekil 3.27. Refleks'in İşleyişinin Tasarım Projesi – Refleks Hareketinin Önden Görünüşü	112
Şekil 3.28. Refleks'in İşleyişinin Tasarım Projesi – Refleks Hareketinin Arkadan Görünüşü.....	113
Şekil 3.29. Refleks 'in işleyişinin tasarım projesi – sensörlerin Arduino ile bağlantısı.....	114
Şekil 3.30. Refleks'in İşleyişi Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması.....	115

KISALTMALAR DİZİNİ

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

TTFE: Tasarım Temelli Fen Eğitimi

PDÖ: Probleme Dayalı Öğrenme

PTÖ: Proje Tabanlı Öğrenme

ERT: Erişi Testi

MTB: Mühendislik Tasarım Becerileri

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

NAE: National Academy of Engineering- [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Mühendislik Akademisi

NRC: National Research Council – [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Araştırma Birliği

BİT: Bilgi ve İletişim Teknolojileri

α : Cronbach Alpha Güvenilirlik Katsayısı

p: Anlamlılık Düzeyi

n: Denek Sayısı

DFA: Doğrulayıcı Faktör Analizi

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Erişim Testi	159
Ek 2. Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği	165
Ek 3. Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği Kullanım İzni	171
Ek 4. BAP Projesi Kapsamında Gerçekleştirilen 40 Saatlik Arduino Robotik Kodlama Eğitimi Kapsamında Öğretmen Adaylarına Verilen Örnek Kalıtım Sertifikası	172

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmanın problem durumu, problem cümlesi, alt problemleri, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, varsayımları, sınırlılıkları ve tanımlar ele alınmıştır.

1.1. Problem Durumu

21. yüzyılda, hızla değişen yeni ortamlara uyum sağlayabilecek yeni bilgi ve teknolojiler üretmek, ülkelerin ekonomik avantajlar kazanmasını sağlamak ve yüzyılın gerektirdiği yaşam standartlarının altında kalmamak için FeTeMM okuryazarı insan gücünü yetiştirmek önem kazanmaktadır. FeTeMM, geleceğin işgücünü oluşturacak bireylere 21. yüzyıl becerileri olarak ifade edilen; girişimcilik, ıraksak düşünme, problem çözme, işlevsel bilgiye ulaşma ve kullanma, tasarım yapma ve geliştirilen tasarımları farklı durumlar için dönüştürebilme gibi becerilerin kazandırılmasını amaçlamaktadır. Verilen bu becerileri kapsayan 21. yy. becerileri, hızla gelişen ve değişen dünyanın yeni ortaya çıkacak mesleklerine aynı hızla uyum sağlayabilecek bireylerin yetiştirilmesi için büyük bir önem arz etmektedir (Türkiye Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD], 2014). FeTeMM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini ayrı ayrı öğretilmesinin yerine, bu disiplinleri bütünleşik olarak ele alıp, öğrencilerin gerçek yaşam problemleri çözebildikleri ve fırsatlar oluşturdukları eğitsel yaşantıların yer aldığı bir sorgulama olarak karşımıza çıkmaktadır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015; Bybee, 2010). Fen-Matematik ile Teknoloji-Mühendislik

disiplinleri arasında bütünleşik bir bağ kurarak, bu disiplinlerin seçilen konu alanı ile disiplinlerin bir arada öğretimi hedeflenmektedir (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014).

FeTeMM eğitiminde öğrenenlerin, yaşamlarında karşılaşılabilecekleri problemleri çözüm bulurken, iş birliği içerisinde düzenli ve uyumlu bir şekilde çalışarak, ortaya yeni bir ürün veya tasarım koyması beklenmektedir. Yeni bir ürün veya tasarım ortaya koyarken, tüm disiplin alanlarında öğrenilen bilgileri aktif bir şekilde kullanılması ve fırsatlar yaratılarak yenilik peşinde koşulması gerektiğinden, FeTeMM ile birçok yirmibirinci yüzyıl becerisi kazanılması veya geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Chute, 2009).

FeTeMM eğitimi, tüm eğitim seviyelerinde uygulanmaya başlanarak fen ve matematik alanlarını seven ve bu alanlarda ürünler ortaya koyabilen bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Yamak ve diğerleri, 2014). Öğrencilerde bulunan merak ve istek duyguları fen ve matematik alanlarını sevmeleri için önemlidir. Eğer bu duygular uygun bir şekilde desteklenmez ise üst eğitim kademelerine doğru giderek körelmektedir. FeTeMM alanlarını seven, bu alanlardaki meslekleri tercih eden ve teknoloji üreten bireyler yetiştirmek için alt eğitim kademelerinden başlayarak öğrencilerin bu merak ve istek duyguları geliştirilmelidir (Çepni ve Ormancı, 2017; Kennedy ve Odell, 2014; Moore, Johnson, Peters-Burton ve Guzey, 2015).

Giderek dünya çapında önemi artan FeTeMM eğitimine baktığımızda, öğrencilerin süreç boyunca aktif olarak katılabileceği ve sınıf ortamında kullanımı hızlı bir şekilde artan yeni bir teknolojik alan olarak Robotik FeTeMM ortaya çıkmaktadır. Robot; sensörleri, güç kaynakları, tepki mekanizmaları yazılım ve donanım parçalarına sahip olup bu parçaların bir görevi yerine getirmek üzere uyum içinde çalıştığı sistem veya sistemlere verilen genel isimdir (Kılınç, 2014). Robotik kelimesinin kullanımı ise robotların inşa edilmesi, programlama ve çalışmasını ifade eden bir terimdir. Rus asıllı Amerikalı bilim adamı ve yazar Isaac Asimov, 1940'lı yılların başlarında robot kelimesinden, robot teknolojisiyle ilgili bütün alanları kapsayan "Robotik" kelimesini türeterek ilk kez kullanmıştır. Görüldüğü gibi robotlar mühendislik ve teknolojinin yoğun olduğu alanlarda kullanılmaktadır (Koç ve Büyük, 2013). Robotik teknolojinin gelişmesi sonucunda robotiğin öğretim ortamlarında kullanılması da söz konusudur. Robotların öğrenme ortamlarında eğitim amaçlı olarak kullanılmasına dayanan öğretim stratejisine Eğitsel Robotik veya Robotik FeTeMM olarak adlandırılmaktadır.

Robotik alanı içerisinde FeTeMM disiplinlerinin birlikte ele alındığı ve bu disiplinlerle

ilgili temel bilgi ve becerileri kazandırmak ve geliştirmek amacıyla eğitsel çalışmalar yürütülür. Bu nedenle eğitsel robotik uygulamaları, FeTeMM eğitimini sınıfa yansıtmının yollarından biri olarak kabul edilmektedir. Eğitsel robotik çalışmalarının en yaygın etkisinin FeTeMM eğitiminin yaygınlaştırılmasına yaptığı katkı olduğunu söylenebilmektedir (Benitti, 2012).

Eğitsel robotik uygulamaları hem gerçek yaşam problemleri üzerine odaklanır, hem de verilen görevler öğrencilerin FeTeMM disiplinlerini birleştirmesi için uygun bir zemin oluşturmaktadır (Küçük ve Şişman, 2017; Üçgöl, 2013). Robotik FeTeMM ile robot tasarımı, robot yarışmaları ve robot projeleri uygulamaları sonucunda öğrenciler yenilik (inovasyon), problem çözme, problemleri pratik çözümler bulma, eleştirel düşünme gibi 21.yy. becerileri ve teknolojiyi kullanmaya isteklilik gibi birçok beceriyi kazandıkları görülmektedir (Costa ve Fernandes, 2004). Eğitsel robotik uygulamaları FeTeMM eğitimi için zengin ve ilgi çekici bir öğrenme ortamı oluşturarak, öğrencilerin FeTeMM disiplinlerini öğrenmek için yüksek motivasyon elde etmelerini sağlamaktadır (Barak ve Assal, 2018; Benitti, 2012; Ospennikova, Ershov ve Iljin, 2015). Aynı zamanda Eğitsel robotik uygulamaları FeTeMM disiplinlerine ait kavramları öğrenmek için kullanılmaktadır. Bu bağlamda eğitsel robotik uygulamaları, Fen Eğitimi ile ilgili konu ve kavramları öğretiminde yeni, etkileyici ve motivasyonu artırıcı bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Üçgöl, 2013). Bu nedenle, eğitsel robotiğin temelleri, FeTeMM öğretimi ve öğrenimi için umut verici olduğunu işaret edilmektedir (Balmires ve Catlin, 2010).

Teknolojinin gelişimiyle robotik eğitime verilen önem giderek artmış ve birçok firma robot eğitim kitleri, programlanabilir robotlar, akıllı nesnelere ve kendin yap setleri üretme yoluna giderek robotik eğitimi için yeni öğretim materyelleri ortaya çıkarmaktadır. Birçok ülke, robot eğitiminin yanında başta fen bilimleri dersi olmak üzere derslerinde de robot kitleri kullanmaya başlamıştır (Fidan ve Yalçın, 2012). Benitti (2012) yılında yaptığı araştırma sonucunda, eğitsel robotik hakkında yapılan 70 araştırmanın %90'ında LEGO robotlarının tercih edildiğini belirtmektedir. Bu bağlamda eğitim faaliyetlerinin çoğunda kullanılan robot tasarım kiti olarak öncelikli LEGO Mindstorms Nxt Education kiti tercih edilmektedir. LEGO Mindstorms Nxt kitinin özel şekilleri tasarlamak için programlama konutlarını yerine getiren Lego tuğlası (brick), motorları, sensörler ve parçalarından oluşmaktadır. LEGO robot tasarım kitlerinin FeTeMM eğitiminde geniş bir alanda kullanılmasına rağmen, sınıf ortamında öğrencilerin etkin katılımının önemli ölçüde az olduğu görülmektedir. Çoğu etkinlik kısaltılmış ve müfredat dışı etkinliklerde

kullanılmaktadır. Bunun nedeni, beceri geliştirme ve robotu tasarlamının zaman almasından kaynaklanmaktadır. İlk ve ortaokul düzeyindeki okulların bütçelerine ele aldığımızda, bu kitlerin her zaman uygun olmadığı görülmektedir (Karin, Lemaignan ve Mondada, 2015).

Son zamanlarda, eğitsel robotik çalışmalarında kullanımının hızlı bir şekilde yaygınlaşan Arduino mikrodenetleyici platform devre kartları görülmektedir (Ocak, 2017). Aslında Arduino mikrodenetleyici kartını normalde eğitim amaçlı olarak tasarlanmadığı bilinmektedir (Scolnic, 2015). Arduino mikrodenetleyici kartları, hobiciler ve tasarımcılar için elektronik devrelerin geliştirmesinde kolaylık sağlaması için tasarlanmıştır. Arduino, sensörlerin üzerine takılabildiği ve bilgisayar yeteneklerinin tek bir çipe/yongaya sıkıştırılan bir mikrodenetleyici platformudur (Arduino, 2014).

Mikrodenetleyici, bir elektronik sistemin veya cihazın fonksiyon ve davranışlarını kontrol etmede beyin işlevini gören entegre ya da elektronik devre elemanıdır. Arduino, birden fazla sensör olanağı sunduğu için tek bir cihazla pek çok farklı alanda sayısız deney ve proje gerçekleştirebilmektedir. Dolayısı ile Arduino, etkin bir eğitim süreci ve öğrenme ortamı için kullanılabilir pek çok teknolojik araçtan biri olarak görülmektedir. Maliyetinin düşük olması, elektronik devre tasarlama ve programlamada kullanım kolaylığı sağlamasından dolayı fen eğitiminde rahatlıkla uygulanabilmektedir. Bu bağlamda öğretim ortamları için hem ekonomik hem de erişimi kolay olmasından dolayı öğretim ortamlarında kullanımının giderek arttığı görülmektedir (Karin, Lemaignan ve Mondada, 2015).

Arduino platformu ile öğrencilerin kendi robotik sistemlerini geliştirerek, tasarım ve programlama sürecine odaklanmaları sağlanmaktadır. Arduino tabanlı eğitim robotlarının, öğrenci ve öğretmenlerin bakış açılarını geliştirdiği, genellikle öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı, FeTeMM alanları ile ilgili becerilerini geliştirdiği görülmektedir (Galadima, 2014; Herger ve Bodarky, 2015; Martín-Ramos, Silva, Lopes ve Silva, 2016; Ocak, 2017).

Mühendislik, tarih boyunca insanların problemlerine çözüm üretme olarak ifade edilmiş olmasına rağmen, günümüz dünyasında matematiksel analiz ve bilimsel kavrayış gibi akademik disiplinlere dayanan bir meslek ve disiplin olarak tanımlanmaktadır (Petroski, 1996). Mühendislik bir ürün tasarım süreci olarak görülmektedir. Mühendislik tasarım süreci, diğer problem çözme yaklaşımlarından benzer özellikleri barındırmasına rağmen, farklı olarak mühendislerin düşünme sürecinin en temel unsurlarından biridir.

Mühendislik tasarım süreci; temel mühendislik bilgi ve becerileri ile fen ve matematik prensiplerinin kullanımını gerekli kıldığı için FeTeMM disiplinlerinin entegrasyonunu doğal olarak destek sağlamaktadır (Cantrell, Pekcan, Itanı, ve Velasquez-Bryant, 2006; NAE ve NRC, 2009).

Mühendislik derslerinin içeriği, öğrencileri motive ederek, eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirerek ve problem çözme becerileri kazandırarak, matematik ve fen öğrenmeyi de destekleyici özelliğe sahip olup aynı zamanda pedagojik açıdan da mühendislik ve fen bilimlerini birbirine bağlamaktadır (Brown ve Borrego, 2013). Mühendislik kavramını, öğrenciler için bilinir hale getirme, onların mühendislik becerilerini açığa çıkarmak için harcanan çabalar, aynı zamanda FeTeMM olarak bilinmeye başlayan, birleşik öğrenme ve öğretmeyi de öğrencilerle tanıştırmaya destek vermektedir (Bagiati ve Evangelou, 2015). Diğer taraftan FeTeMM, mühendislik bağlamında, öğrencilere daha fazla materyal kullanımını sağlayarak, duyularını harekete geçirmeyi amaçlamakta ve matematik ile fenin ortak uygulama alanı olarak görülmektedir (Bagiati ve Evangelou, 2015).

Alan yazınında, fen eğitiminde mühendisliğin öğretimine dayanan çeşitli yaklaşımlar yer almakla birlikte, fen eğitiminde, tasarım problemlerine ele alan bu yaklaşımlar “Tasarım Temelli Fen Eğitimi” (TTFE) olarak yer almaktadır. Yeni teknolojik gelişmelerle zenginleştirilmiş disiplinler arası öğretim çok önemli görülmektedir. Disiplinler arası kodlama ve robotlar üzerinde çalışmak hem fen öğretiminde hem de mühendislik tasarım süreçlerinde sıkça karşımıza çıkmaktadır.

Fen eğitiminde, yakın bir tarihe kadar yaygın olarak bilgisayar tabanlı teknolojiler ve web tabanlı teknolojiler kullanılmakta iken; robotik biliminin gelişmesi ile üretilen robotlar eğitim sistemimize entegre edilmektedir. Yeni nesil robotlar kullanışlı ve fonksiyonel faaliyetler içerdiği için ileriye sosyal ve eğitim alanlarında daha geniş bir kullanım olanağı sunduğu görülmektedir. Bu geniş alanda kullanım özellikleri teknolojik olarak hayatı kolaylaştırarak, eğitimin kalitesini ve hızını artırmakta öğrenme ve öğretme sürecini kısaltmaktadır.

Biyoloji öğretiminde uygulanan teorik ve disiplinler yaklaşımlar; biyolojinin dinamik yapısını statik hale getirmekte, birbiriyle ilgisiz, değişmeyen ve gelişmeyecek olan bilgiler bütününe koşulsuz kabul etmeyi temel alan öğretim anlayışına dönüşmektedir. Doğayı; hiçbir oluşum ve gelişim süreci geçirmemiş gibi doğrudan kabul eden bu bilgiler

bütününün, teori ve yasalar şeklinde öğretilmeye çalışılması ile canlılar, canlıların yaşamsal faaliyetleri, fizyolojileri ve ekolojik ilişkileri gibi temel konular anlamlı bir şekilde öğrenilememektedir. Bu bağlamda biyoloji konularının öğretimde zorluk çekilmesi ve öğrencilerde kavram yanılığını sebebiyet vermesinden dolayı biyoloji eğitiminin önemli sorunlarından biri olarak görülmektedir (Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999; Çepni, Taş ve Köse, 2006; Köse ve Tosun, 2011; Öztaş ve Özay, 2004).

Öğrencilerin, biyoloji konuları arasında, öğrenme zorluğu çektiği konuların başında sinir sistemi geldiği bilinmektedir (Tekkaya, Özkan ve Sungur, 2001). Bu zorluklar sinir hücresinin yapısı, impuls iletimi, sinir sisteminin yapısı ve fonksiyonları, duyu organları ile ilgili olduğu görülmektedir (Bahar ve diğerleri., 1999; Köse ve Tosun, 2011). Literatüre baktığımızda ise sinir sistemi konusunun öğretimde daha çok öğretim tekniklerinin etkileri incelenmiştir (Arslan, Bora ve Samancı, 2006; Bora, Çolakoğlu ve Tekkaya, 2006; Köse ve Tosun, 2011). Sinir sistemi hem biyolojik hem kimyasal ve hem de fiziksel birçok reaksiyon, döngü ve metabolizmaları bünyesinde barındıran bir fizyolojiye sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle sinir fizyolojisi; fizikteki kanun, kuram ve hipotezle anlatılabilecek birçok metabolik olaylar ile gerçekleşmektedir. Örneğin “aksiyon potansiyeli” denilen ve sinir hücresinin dendritlerinden başlayarak aksonu boyunca devam eden sinirsel mesajların (impulsların) iletimi tamamen; hücre zarının içi ve dışı arasındaki iyon yükü farkından kaynaklanan gerilime (potansiyel fark) dayanmaktadır. Bu potansiyel fark (gerilim) Na, K ve Cl (Sodyum, Potasyum ve Klor) gibi elektrolitlerle, hücresel proteinler, fosfat grupları ve diğer nükleotidlerin hücre zarının iki tarafındaki (iç/dış) eşit olmayan dağılımından kaynaklanmaktadır. Sinirsel mesajlar (impuls) sinir hücresi boyunca iletilirken bu potansiyel fark, hücre zarından ters yönde iyon geçişi ile bozulur (K^+ (potasyum) ve Na^+ (sodyum) pompası). Özetle, biyolojik bir fizyoloji esasında elektrofizyolojik bir fizik yasasına (elektrik) dayanmaktadır (Altıparmak-Karakuş, 2016). Biyolojide, sinir hücresinde impuls iletimi, ile fizikte elektriğin iletimi soyut bir olay olduğundan, sinir hücresinde impuls iletiminin, fizikteki elektrik iletimi ile bağdaştırarak anlatabileceğimiz birçok benzerliğe sahip olduğu görülmektedir (Petto, Fredin ve Burdo, 2017; Schleisman ve diğerleri., 2018). Bu bağlamda, sinir sistemi öğretimine, disiplinler arası bir yaklaşımla ele alarak fen bilgisi öğretmen adaylarının, doğanın, bilimlerin toplamı ve ortak bir yorumu olduğu bilincini sahip olarak yetiştirmeyi hedeflenmektedir.

1.2. Araştırmanın Problem Cümlesi

Sinir Sistemi'nin öğretiminde FeTeMM tabanlı Arduino Robotik etkinliklerinin akademik başarı ve mühendislik tasarım süreç becerileri üzerindeki etkileri nelerdir?

1.2.1. Araştırmanın Alt Problemleri

1. Sinir Sistemi'nin öğretiminde FeTeMM tabanlı Arduino Robotik etkinliklerinin “akademik başarı” üzerine etkileri nelerdir?
2. Sinir Sistemi'nin öğretiminde FeTeMM tabanlı Arduino Robotik etkinliklerinin “mühendislik tasarım süreç becerileri” üzerine etkileri nelerdir?

1.3. Amaç

Bu araştırmada; öğretmen adaylarının Arduino mikrodenetleyici kartı ile yapılan Robotik FeTeMM eğitimi uygulamalarında robotiğe ait temel kavram, olgu ve kodlama becerilerinin geliştirilmesi ve sonrasında mühendislik tasarım sürecini temel alarak sinir sisteminin işleyişini ve duyu organlarının çalışmasını simüle edebilen robotik projeler tasarlamaları hedeflenmiştir.

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının; omurgalılarda sinir ve duyu hücrelerinin yapısal özellikleri ile impuls (sinirsel mesaj) iletimini, Arduino mikrodenetleyici kartının üzerine birleştirilen temel devre elemanları, sensörleri ve eyleyicileri, sinir ve duyu hücreleri şeklinde adapte ederek tasarım yapmaları amaçlanmıştır.

Fen Bilgisi öğretmen adayları; FeTeMM tabanlı Arduino Robotik uygulamalarında sinir sisteminin yapısı, sinir hücresinin yapısı, impuls iletimi, duyu organlarının fizyolojisi ve sinir sisteminin diğer sistemlerle olan ilişkisini, robotik kodlama yaparak tasarladıkları materyallerle öğrenmeleri amaçlanmıştır. Eğitim bütün bu verilen mühendislik tasarım süreci ile fen bilgisi öğretmen adaylarının; akademik bilgilerinin, kodlama becerilerinin ve mühendislik tasarım süreç becerileri ile ilgili verilen bilgilerin fen ve teorik becerilerinin gelişim ve etkileşim durumlarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

1.4. Araştırmanın Önemi

Teknolojinin yaygınlaştığı bir dönemde öğretmenlerin çocuklara rehber olabilmeleri için derslere teknolojiyi nasıl entegre edebileceği konusunda bir bilinç oluşturmak ve teknolojiyi etkin bir biçimde doğru kullanarak, öğrencilerin, teknolojiyi sadece kullanan değil üreten bireyler olmasını sağlamak için fen bilimleri öğretmenlerinin eğitimleri sırasında bazı becerilerin geliştirilmesi önemli olduğu görülmektedir. Öğretmenlere yeni teknolojik gelişmelerin tanıtılması ve uygulanması, öğretmen olarak göreve başladıklarında bu tür programların varlığından haberdar olmaları ve öğrencilerin birçok proje ve uygulama yaptırabilmeleri açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda yeni teknolojik gelişmelerin öğretmenlere öğretilmesi ile teknolojinin eğitim içeriklerine dahil edilmesi özellikle bazı dersler için etkili öğrenme açısından gereklidir. Fen bilimleri alanına ait derslerde çok sayıda soyut kavram bulunduğu için bu kavramların kalıcı olarak öğretilmesi için teknolojiden yararlanılmalıdır. Fen eğitiminde teknolojinin kullanımıyla, fen konularının yaşamla bağlantı kurulmasına yardımcı olur (Çepni, 2005). Teknoloji ile soyut kavramlar somut hale getirilerek daha fazla duyuya hitap edilir ve kalıcı öğrenmeler sağlanabilir. Bu açıdan fen eğitiminde bilişim teknolojileri kullanımına yer verilmelidir. Teknolojinin gelişmelerin paralelinde getirmiş olduğu robotlara ve robot bilimine bırakmıştır. Eğitimde robotiğin kullanımı ile öğrencilerin; soyut kavramları anlamasına, kavramlar arasındaki bağlantıları kurabilmesine, deneysel aktivitelere uygun materyal seçebilme ve iletişim becerilerini geliştirmesine, fenne olan hayal güçlerini, tutum, motivasyon ve başarı düzeylerini artırmasına yardımcı olmaktadır (Costa ve Fernandes, 2005). Öğretmen adaylarının robotik konusunda eğitim alma ihtiyacı hemen her gün gittikçe artmaktadır. Robotik projelerin, teorik kısımlarının nasıl planlanacağı ve en önemlisi, eğitim ortamlarında pratikte nasıl daha etkili kullanılabileceğinin araştırılması önem kazanmaktadır.

Bu yüksek lisans tezinde öğrencilerin soyut olmasından dolayı öğrenme zorluğu çektiği sinir sistemi ve duyu organları konusunda (Bahar ve diğerleri, 1999; Köse ve Tosun, 2011) öğretmen adaylarının Arduino mikrodenetleyici kartı gibi ucuz, açık kaynaklı ve kolay ulaşılabilen somut nesnelere kullanarak bir öğrenme nesnesi veya bir prototip tasarlarlarken eğitsel robotik deneyimi kazanabilecekleri, grup çalışmaları yapabilecekleri, mühendislik tasarım deneyimlerini fenle birleştirerek bilgilerini sorgulayarak anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesine imkan sağlamaktadır (Brown ve Borrego, 2013). Bu

çalışmada; FeTeMM'in yöntemlerinden olan Robotik FeTeMM'e yönelik alternatif bir öğretim ortamı oluşturulmaya çalışılmış ve öğretmen adayların hem teknolojiyi kullanımını hem de bir disiplinde öğrendiği bir bilgiyi başka bir disipline transferini ve kalıcı öğrenmelerini sağlamak amacıyla, araştırmadaki proje konuları biyoloji eğitiminde soyut olan bir konudan seçilerek konunun somutlaştırılması sağlanmaktadır.

Ülkemizde Robotik FeTeMM'de özellikle biyoloji öğretiminde öğretmen adayları ile yapılan tasarım projelerine yönelik çok az çalışma bulunmaktadır. Araştırmanın konusu olarak seçilen sinir sistemi ve duyu organlarının işleyişi ile ilgili Arduino tabanlı robotik tasarımlar, alanyazınında ilk olması açısından özgündür ve özellikle biyoloji öğretiminde yapılacak diğer çalışmaları destekleyeceği düşünülmektedir.

1.5. Varsayımlar

1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının, ölçme araçlarına içtenlikle, gerçek düşüncelerini yansıtarak cevap verdikleri varsayılmıştır.
2. Çalışma sürecince katılımcıların FeTeMM ile ilgili başka bir çalışmada yer almadıkları varsayılmıştır.
3. Katılımcıların daha önce Arduino tabanlı Robotik FeTeMM yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya katılmadığı varsayılmıştır.

1.6. Sınırlılıklar

Çalışma aşağıda verilen maddeler ile sınırlıdır:

1. Araştırma konusu, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar dönemi ile sınırlıdır.
2. Araştırma konusu, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünde öğrenim gören öğretmen adayları ile sınırlıdır.
3. Araştırma; akademik başarı testi ve mühendislik tasarım beceri ölçeği ile sınırlıdır.
4. Deneysel uygulama "Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı" dersi ile sınırlıdır.

5. Araştırmada öğrencilerin veri toplama aracındaki soruları objektif ve içtenlikle cevapladıkları varsayılmıştır.

1.7. Tanımlar

FeTeMM (STEM): “FeTeMM” (STEM) ; Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) kelimelerinin birleşiminden oluşan bir kısaltma ifadesidir. Türkiye’de Fen bilimleri, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik (FeTeMM) eğitimi olarak tanımlanmaktadır (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

Mühendislik tasarım süreci: Mühendislik problemlerini çözmek için genel olarak bir araç yapmak ya da özel bir amaç için süreç geliştirmede en iyi yolu seçmeyi içeren dinamik bir süreçtir (NAE ve NRC, 2009).

Robotik: Robotların çalışma ve kullanımını ifade eden, robot tasarlanması ile uğraşan bir teknoloji dalıdır (URL-1, 2011).

Eğitsel Robotik: Robotların öğrenme ortamında kullanılmasıdır.

Arduino: Açık kaynak kodlu yazılım ve donanıma sahip bir mikrodenetleyici platformu, yani küçük kapasiteli bir bilgisayardır (Çobanoğlu, 2017).

Mikrodenetleyici: Dışarıdan gelen bir veriyi (programı) hafızasına alan, derleyen ve sonucunda da çıktı elde eden bir bilgisayardır (Çobanoğlu, 2017).

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, FeTeMM yaklaşımını ve kullanılan yöntemleri, FeTeMM eğitiminde robotiğin yeri ve önemi, Eğitsel robotik öğretimde kullanılan robotik eğitim setleri, Arduino mikrodenetleyici kartının özellikleri ve programlanması, Mühendislik Tasarım Süreci ve araştırma konusu ile ilgili yapılmış alanyazını çalışmaları ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

2.1. Fen Bilimleri Eğitimde FeTeMM Yaklaşımı

Yıllardan beri bütün öğretim kademelerindeki öğrencilerimizin özellikle fen bilimleri ve matematik konu ve kavramlarını derinlemesine anlamaları ve okulda verilen bilgiler ne işimize yarayacak şekilde olumsuz düşünceleri, fen bilimleri ve matematik derslerinin öğretimi anlayışında bazı değişikliklere gidilmesini zorunlu hale getirmiştir. Son zamanlarda okullarımızdaki fen bilimleri ve matematik derslerine ve bunlarla bağlantılı mesleklere olan negatif tutumu pozitive çevirmek için, tek, tek bağlantıları kurulmadan öğretilen disiplinlerin her birinin bir bütünün parçaları olarak görülmesini sağlayan, bilgi ile beceriyi birleştiren FeTeMM yaklaşımı literatürümüze girdiği söylenebilir. FeTeMM yaklaşımı, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin derslerini ayrı ayrı vermektense, bu disiplinlerin alanlarını birbirine entegre edilmesini amaçlayan disiplinler arası bir eğitim yaklaşımıdır (Brown, Brown, Reardon ve Merrill, 2011; Bybee, 2009; Meng, Idris ve Eu, 2014; NAE ve NRC, 2009).

21.yüzyılda, hızla değişen ve gelişen dünya düzenine uyum sağlayabilecek, çağın gereksinimine uygun bilgi ve teknolojiyi üreten, günümüz toplumların ekonomik gücünü kazanmalarını ve buldukları konumu korumaları için FeTeMM okuryazarı insan gücünün yetişmesi önem kazanmaktadır (Bybee, 2010). FeTeMM okuryazarı bir bireyde aranan becerileri baktığımızda; problem çözme, girişimcilik, ıraksak düşünme vb.

karşımıza çıktığı görülmektedir (Yamak ve diğerleri, 2014).

FeTeMM yaklaşımındaki hedeflere baktığımızda (Thomos, 2014);

1. Kalifiyeli ve beklentileri karşılayabilecek iş gücüne sahip olabilme amacıyla FeTeMM okuryazarı bireyler yetiştirme,
2. FeTeMM alanlarını kapsayan birimlerin işlerini daha verimli bir şekilde yerine getirebilme,
3. Ülke ekonomisi için katma değeri yüksek yeni teknolojik yöntem ve tasarımlar geliştirerek üretebilme,
4. Gelecekte ortaya çıkacak yeni meslek ve meslek alanlarında yer alabilecek iş gücünü tahsis edebilme şeklinde ifade edilmektedir.

FeTeMM yaklaşımı; bireylerin FeTeMM alanlarına ilgilerini ve motivasyonlarını artırarak, bireylerin hayatlarında karşı karşıya geldikleri günlük yaşam problemlerini fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi disiplinlerin bilgilerini kullanarak çözmeleri şeklinde tanımlanmıştır (Thomasian, 2011).

FeTeMM eğitiminin asıl amacı; bireyleri gerçek yaşam problemlerine maruz bırakmak ve bu sayede FeTeMM eğitim anlayışına karşı olan tutumlarını geliştirme, FeTeMM alanlarını kapsayan meslek ve meslek gruplarına seçmek isteyen bireylerin sayısını artırmak olarak ifade edilmektedir (Gülhan ve Şahin, 2016; Honey Pearson ve Schweingruber, 2014). Bu bağlamda bireylerin kariyer planlarını etkilemek, FeTeMM anlayışına uygun meslekleri seçmeleri doğrultusunda bireyleri küçük yaşlardan itibaren bilinç kazandırması hedeflenmektedir (Gülhan ve Şahin, 2016; Wyss, Heulskamp ve Siebert, 2012).

FeTeMM eğitimine ilgi duyan ya da bu alanda eğitim almış öğretmenlerin, FeTeMM yaklaşımının eğitim ortamlarında yaygınlaşmasında önemli rol oynadığı ifade edilmektedir (Wang, Li, Feng, Jiang ve Liu, 2012). FeTeMM yaklaşımını bireyler tarafından içselleştirilmesi ve eğitim ortamlarında uygulanan FeTeMM tabanlı etkinlikleri bireyler tarafından benimsenmesi için, öncelikle öğretmen eğitim programlarına entegre edilmesinin zorunlu hale geldiği vurgulanmaktadır. FeTeMM yaklaşımını öğretim programlarına entegrasyonu sürecinde karşılaşılabilecek sorunları ise FeTeMM yaklaşımını sınıf ortamında uygulama sürecinde öğretmenlerin cevaplayabileceği belirtilmiştir (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016; Buyruk ve Korkmaz,

2016; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016; Kızılay, 2016; Sümen ve Çalışıcı, 2016). Günümüzde birçok ÷lke, FeTeMM yaklaşımını, onu oluşturan disiplinlerin üzerine yoğunlaşmakta ve FeTeMM yaklaşımını ÷lke içinde pop÷lerleştirme ve eğitim ortamlarında yaygınlaştırılabilmesi için gerekli olan tamamlamakla uğraşmaktadırlar (Thomas, 2014).

FeTeMM yaklaşımında bütünleşik öğretim anlayışına uygun olarak vurgu yapılan yöntemler şunlardır;

1. Probleme Dayalı FeTeMM yöntemi,
2. Proje Tabanlı FeTeMM yöntemi,
3. Mühendislik Tasarım süreci (Tasarım Temelli) FeTeMM yöntemi,
4. Robotik FeTeMM yöntemi'dir.

2.1.1. Probleme Dayalı FeTeMM

Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ), tıp eğitiminde; karmaşık yapı sergileyen hasta hikayelerinin teşhisinin belirlenmesi ve tedavi süreci için işleyişin planlanması şeklinde başlamıştır. Bu öğretim yaklaşımı; içerisinde gerçeğ yaşama uygun, birden fazla çözümlü olan, kompleks bir problem ile karşı karşıya kalan öğrenenin, problemi çözmek için var olan bilgilerinin gözden geçirerek ve çözümler için ihtiyaç duyabileceği bilgilerin belirlenmesi, yeni edindiği bilgileri daha önceki bilgileri ile yeniden yapılandırması yoluyla problemin çözümlerini bulmaya çalışırken bilgi ve beceri kazanmasını amaçlayan öğrenci merkezli bir öğrenme yaklaşımıdır (Duch, Groh ve Allen, 2001; Hmelo-Silver, 2004; Kolodner Camp, Crismond, Fasse, Gray ve Holbrook, 2003; Savery, 2006). PDÖ'de öğrenme sürecinde olan öğrenci, karmaşık ve kompleks bir gerçeğ yaşam problemini analiz ederek, analizleri sonucunda çözümler üretmesi ve ortaya koyduğu çözümleri değerlendirmek için eleştirel düşünme, analitik düşünme, iletişim kurma ve takım çalışması gibi yirmi birinci yüzyıl becerilerini geliştirirken problemde ortaya konulan konunun bilgisini de kazanmaktadır (Duch, Groh ve Allen, 2001; Gallagher, Sher, Stepien ve Workman, 1995). Araştırmacılar PDÖ'nün esas alındığı bir öğrenme sürecinde, PDÖ'nün sınıf içi uygulamalara nasıl entegre edileceği ve nasıl yürüt÷lmesi gerektiğini tanımlamışlardır (Hmelo-Silver, 2004; Ramsay ve Sorrell, 2006). Ramsey ve Sorrell (2006) PDÖ yaklaşımını sınıf içi öğrenme sürecine nasıl uygulanması gerektiğini

7 aşamalı bir süreç halinde ele almaktadır.

1. Problem Durumu: Öğrencilere günlük yaşamla ilgili bir problem durumu sunulur. Bu problem durumu bir resim, bir gazete haberi, fotoğraf ya da senaryo olabilmektedir. Problem durumu öğrencilerin kazanması gereken içerik bilgisini kapsayıcı ve öğrencinin ön bilgileri ile ilişkili olması gerekmektedir.
2. Sorular: Öğretmen, öğrencilerin problemi daha iyi anlamaları için sorularla rehberlik etmektedir.
3. Eylem Planı: Küçük gruplar halinde çalışan öğrenciler, ihtiyacı olan bilgileri nasıl ulaşılabileceğini tartışır ve bu süreç için planlama yaparlar.
4. Araştırma: Öğretmen gruplar tarafından oluşturulan eylem planları çerçevesinde araştırma yapan öğrencilere rehberlik etmektedir.
5. Probleme yönelik değerlendirme: Grup üyeleri edindikleri bilgileri birbiriyle paylaşarak, bilgiler doğrultusunda problem durumu hakkında detaylı değerlendirmeler yaparlar.
6. Ürün/Çözüm ya da Performans: Bu aşamada öğrenciler, ortaya koyduğu ürünlerin/çözümlerin olumlu ya da olumsuz yanlarını üzerinde derinlemesine düşünerek çözümlerden birini seçmeleri gerekmektedir.
7. Değerlendirme ve Geri Bildirim: Öğrenciler, ulaştıkları çözümleri sınıf ortamında arkadaşlarıyla paylaşırlar. Öğrenciler bu çözümü ararken neleri dikkat ettiklerini, neden bu çözüm yolunu seçtiklerini ve çözüm ararken hangi konular üzerinde durduklarını söylerler. Gruplar hem kendi çözümlerini hem de diğer grupların çözüm süreçlerini değerlendirirler.

Son yıllarda FeTeMM eğitiminin popülerlik kazanmasıyla birlikte probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin gerçekleştirilmesi üzerine çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Lou, Shih, Diez ve Tseng, 2011; Tasia, 2007). Bu araştırmalarda, probleme dayalı FeTeMM etkinliklerinin, öğrencilerin, fen ve matematik disiplinlerine yönelik bilgilerinin artması, mühendislik ve teknoloji disiplinlerine yönelik becerilerini geliştirmelerini sağlayabilecek nitelikte bir öğrenme yöntemi olduğu vurgulanmaktadır (Lou, Shih, Diez ve Tseng, 2011; Tasia, 2007).

2.1.2. Proje Tabanlı FeTeMM

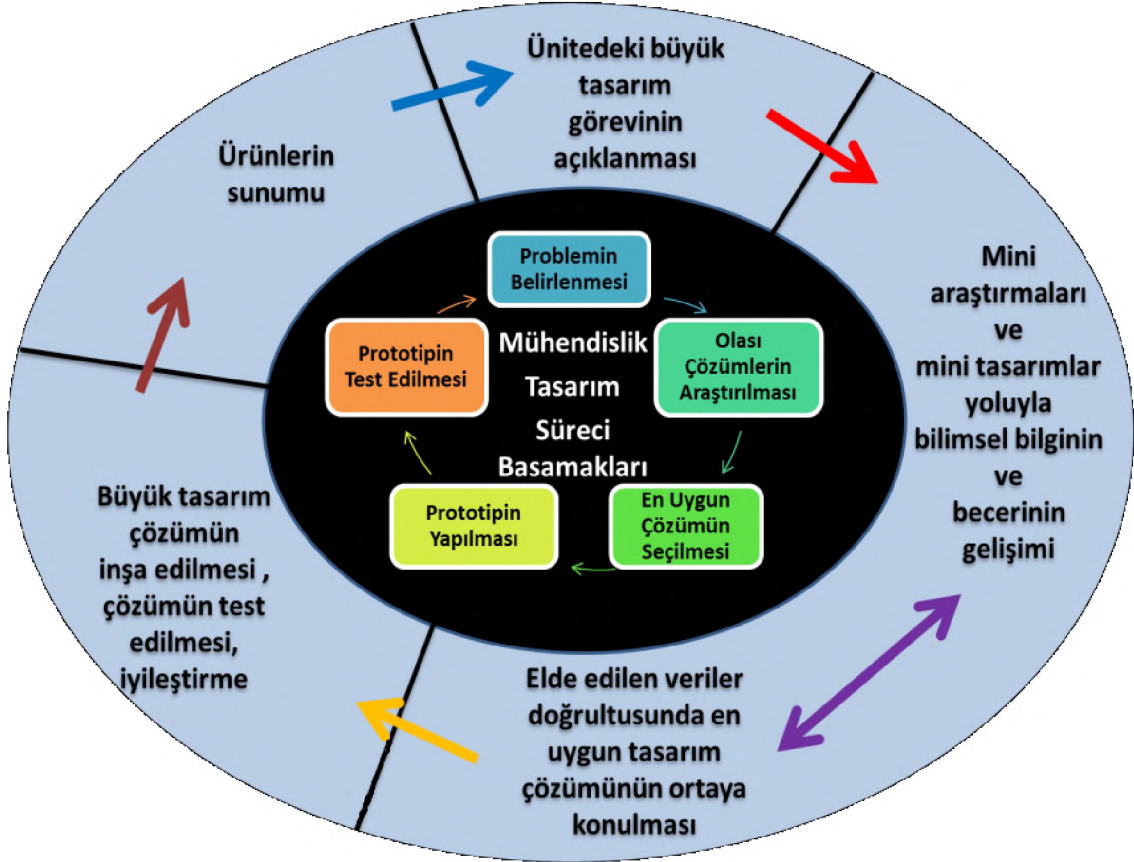
Günümüz eğitim sisteminde, öğrencilere mevcut bilgilerin olduğu gibi aktarmak yerine öğrencilerin bu bilgilere gerçek yaşamsal problemlerin çözümüyle kendilerinin ulaşmalarını sağlamak için gerekli becerilen kazandırılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda bakıldığında, eğitim ortamlarında kullanılan en popüler yöntemlerden biri de Proje Tabanlı Öğrenme (PTÖ)'dir. PTÖ, yaşam boyu öğrenme sloganı ile çocukların yaşama hazırlanmasını sağlayan eğitsel bir yaklaşımdır (Lake, 2000). FeTeMM eğitimi, temelinde, farklı disiplinlerin bütünleşmesi sonucunda oluşmuş bir eğitim yaklaşımıdır. FeTeMM eğitiminin ideolojik dayanakları ile PTÖ'nin ideolojik dayanaklarının birbirine tamamladığı görülmektedir (Yıldırım ve Selvi, 2017). Özellikle pratiğin çok önemli olduğu mesleki eğitim veren eğitim kademelerinde, bu iki yaklaşımın birlikte kullanılmasının, nitelikli işgücünün yetişmesinde önemli katkı sağladı görülmektedir (Çevik, 2018).

PTÖ yöntemi, FeTeMM alanını kapsayan disiplinlerin kavramlarının anlamlı ve kalıcı öğrenilmesiyle birlikte öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine yaratıcı çözümler üretmelerini amaçlamaktadır (Capraro, Capraro ve Morgan, 2013). Bunun yanı sıra ise PTÖ anlayışı yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, etkili iletişim, takım çalışması gibi 21. yy. becerilerini ve FeTeMM alanındaki meslekler ve meslek gruplarının gerektirdiği yeteneklerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. PTÖ yöntemi, günlük yaşamdaki konulara vurgu yapan ve öğretmenin rehberliğinde öğrencilerin gerçek yaşam problemleri akranlarıyla keşfedip beraber çözüm yolu aradığı bir özelliğe sahiptir. PTÖ yönteminde, son aşama bir ürün ortaya çıkarma olmasına rağmen, bu süreçte öğrencilerin öğrenmelerinde önemli olan aşamalar ise; içeriğin, bilginin ve üst düzey bilişsel becerilerin süreç içerisinde geliştirilmesidir (Barron ve diğerleri, 1998; Lee ve Tsai, 2004).

2.1.3. Mühendislik Tasarım Süreci (Tasarım Temelli) FeTeMM

FeTeMM eğitimine baktığımızda, mühendislik öğretimi için yapılan araştırmaların tamamında öğretim seviyesi olarak ilkokuldan ortaöğretime kadar olan öğrenci düzeyleri için oluşturulduğu görülmektedir. Aynı zamanda mühendislik eğitimde kullanılan tasarım etkinliklerinin bir ünite ya da birkaç kazanımı bünyesinde bulunduran yapıda hazırlandığı

görülmektedir (Bozkurt, 2014). Tasarım temelli FeTeMM eğitiminde, mühendislerin bir ürün oluştururken izledikleri tasarım döngüsünü ve bu döngünün fen bilimleri ve matematik derslerinde bir ünite planı şeklinde nasıl izleneceği Kolodner, Crismond, Gray, Holbrook ve Puntambekar (1998) tarafından modellendirilmiştir (Bozkurt, 2014).



Şekil 2.1. Mühendislik tasarım süreci basamakları ekseninde yapılandırılan Tasarım temelli FeTeMM eğitimi (Ercan, 2013; Wendell ve diğerleri, 2010).

İlkokuldan başlayarak ortaokul seviyesine kadarki FeTeMM eğitiminde önerilen şekil 2.1'deki döngüde, ortada mühendislik tasarım süreci basamakları yer alarak “Bir mühendis nasıl tasarım yapar?” sorusunun cevabı olarak ele alınmaktadır (Bozkurt, 2014). Bu süreçte mühendislik disiplininin, FeTeMM anlayışına göre fen, matematik ve teknoloji disiplinleri ile bir bütün oluşturacak şekilde ele alınması gerekmektedir. Söz konusu bu sürecin ilk basamağı tüm araştırma sorgulama süreçleri gibi problemin belirlenmesi ile başlamaktadır. Probleme uygun olarak olası çözümler araştırılır ve bu çözümler arasından problemin çözümüne en uygun olan çözüm önerisi seçilir, çözüme yönelik bir prototip yapılır ve prototip probleme uygun olarak test edilir, yapılan prototip probleme çözüm üretmez ise tekrar revize edilir ya da tekrar problemin çözümüne uygun

olarak tekrar yeni bir prototip üretilir. Bu döngü, fen bilimleri dersi boyunca tasarım sürecinin nasıl gerçekleşmesi gerektiğini dikkate almaktadır (Bozkurt, 2014). Bu döngünün, bir derse veya bir konuya nasıl uyarlanacağı merkezin etrafında bulunan döngüde anlatılmaktadır. Bu süreç, ilk başta konuya bağlı olan büyük tasarım görevinin açıklanması ile başlar, öğrenciler ise bu büyük tasarım görevini gerçekleştirmek için bazı bilgi ve becerileri ihtiyaç duyacaklardır. Bu bağlamda büyük tasarım projesinin çözümüne başlamadan önce mini araştırmalar ya da mini tasarımları yoluyla büyük tasarım görevi için gerekli bilgi ve becerileri edinmeleri gerekmektedir. Öğrencilerin mini araştırmalar ve mini tasarım yoluyla öğrenmiş olduğu bilgi ve beceriler büyük tasarım görevinin çözümü için bilgi ve becerilere sahip olarak büyük tasarım görevine yönelik öneriler geliştirebilir, büyük tasarım görevine en uygun çözümleri araştırarak ve en uygun çözüme seçmede yol gösterici olmaktadır. Bir sonraki aşamada ise büyük tasarım görevini çözmek için en uygun çözüm yolunu seçerek bir prototip oluşturulmalıdır. Ardından büyük tasarım sürecine yönelik oluşturulan prototipi test ederek ve prototipte var olan eksiklikler doğrultusunda prototipi tekrar revize ederek ya da yeniden yeni bir prototip tasarlayarak yaptıkları bu prototipi nihai ürün olarak paylaşmaları gerekmektedir. Tasarım temelli FeTeMM yaklaşımına esas aldığımızda diğer disiplinler ile bütünleşik bir yapı oluşturduğumuzda oluşan tasarımların büyük oranda bilimsel araştırma ve sorgulamayı destekledikleri görülmektedir (Wendell ve diğerleri, 2010).

2.1.4. Robotik FeTeMM

Günümüzde ülkeler arasında ekonomik, bilimsel, teknolojik ve savunma sanayisi alanlarında rekabet içerisinde oldukları, bu rekabetin günden güne arttığı bilinmektedir. Bu rekabette, ülkelerin bir adım önde olabilmeleri, geliştirmiş oldukları teknolojilerin büyük bir payı bulunmaktadır. Bu teknolojik rekabet; yoğunlukla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki bilgilere hâkim meslekler ve meslek kollarının sayesinde gerçekleştiği görülmektedir. Ülkelerin, bu rekabette yer almaları için teknoloji üretebilen nitelikli insan gücüne ihtiyacı giderek artmaktadır. İçinde bulunduğumuz ve yirmi birinci yüzyıl olarak tarif ettiğimiz günümüz dünyasında, bireylerin mesleki, iş ve günlük hayatında başarılı olabilmeleri ve bulunduğumuz yüzyılın vatandaşı olarak sayılabilmeleri için birtakım beceri ve yeterliliklere sahip olmaları gerekmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalarda, bireylerin mesleği ile ilgili temel sahip olmaları gereken

bilgilerin yanında, yaratıcı düşünme, iş birliği yapma, iletişim kurma, eleştirel düşünebilme gibi beceri ve yeterliliklere sahip olmaları gerektiği ortaya çıkmıştır. İş dünyası ve işverenlerin gözünden TÜSİAD tarafından yapılan bir araştırmada, FeTeMM alanlarında eğitim almış, üniversitelerden yeni mezun olup iş başvurusunda bulunan çalışanların, yeterliliklerinden memnun kalmadıkları görülmüştür (TÜSİAD, 2014). Bu bağlamda, iş hayatından yeni mezun çalışanlardan akademik bilginin yanında; etkili iletişim kurabilen, iş birliğine yatkın, yaratıcı düşünebilen, ürün odaklı düşünme becerisi gibi yirmi birinci yüzyıl becerilerine sahip çalışanlar iş dünyasında daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Bu iş dünyasındaki değişim ise meslekler ve meslek gruplarının yetiştirildiği okulları ve eğitim sistemlerine de etkilemeye, değişime ve eğitim reformlarına zorlamaya başlamıştır (Aydın, 2017).

FeTeMM eğitiminin, sınıf ortamlarında popülerliğinin artmasıyla beraber dört disiplinde yer alan teorik düzeydeki bilgilerin gerçek yaşam problemlerine çözüm üretmek için robotların tasarlanması başlamış ve Robotik FeTeMM'in öğretim programlarına alınması, bunun yanında FeTeMM eğitiminin en iyi uygulama yöntemi olarak görülmesiyle gündeme gelmiştir. FeTeMM eğitimi, sınıf ortamına yansıtmanın yollarından biri olarak sunulan ve farklı disiplinlerin kesişim noktasında yer alan "Robotik FeTeMM" uygulamaları FeTeMM anlayışıyla oluşturulan Fen Bilimleri ve Matematik öğretim sürecinin önemli bir unsuru haline gelmiştir (Cameron, 2005). Robotik FeTeMM uygulamaları, öğrencilerin bilgilerini transfer edebileceği gerçek yaşam problemleri üzerine odaklanırken aynı zamanda öğrencilere verilen görevler ile FeTeMM disiplinlerini birleştirecek uygun bir zemin oluşturmaktadır (Küçük ve Şişman, 2017; Üçgöl, 2013). Öğrenciler, tasarladıkları robotları çalıştırırken yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, yenilik (inovasyon) ve problem çözme gibi 21. yy. beceri ve yeterliliklerini geliştirme olanağı bulabilirler (Aydın, 2017). Robotik FeTeMM uygulamalarının birçok disipline ait konu ve kavramların öğretiminde yeni, farklı, etkileyici ve motivasyonu artırıcı, bunun yanında eğlenceli materyaller kullandığı için öğrencilerin ilgisini çeken bir öğrenme ortamı oluşturmaktadır (Barak ve Asal, 2017).

21. yüzyılda ön plan çıkan, yapılandırmacı gibi çağdaş eğitim anlayışlarında öğrencilerin; bilgiyi kendilerinin deneyimleri sonucu keşfettiği ortamlarda analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey zihinsel becerileri daha etkin bir şekilde kazandığı bilinmektedir (Harel ve Papert, 1991). Bu bağlamda, öğrenciler tarafından deneme ve yanılma yoluyla keşfedilerek geliştirilen, programlanabilen ve kolay uygulama imkânı

sağlayan robotik kitler eğitim ortamlarında sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Araştırmacılar, eğitim ortamlarında kullanımı popülerleşen ve hızla artan robotik kitlerin FeTeMM disiplinlerin eğitimi üzerindeki etkinliğini araştırmaktadır (Aydın, 2017; Barak ve Asal, 2017; Küçük ve Şişman, 2017; Sullivan ve Bers, 2016; Üçgöl, 2013).

2.2. Robot ve Robotik Kavramının Tanımı

İnsanların zihinlerindeki anlamıyla ‘‘Robot’’ kavramı ilk olarak 1921 yılında Çek oyun yazarı Karel Capek tarafından yazılan Rossum’s Universal Robots (Rossum’un Evrensel Robotları) adındaki bilim kurgu tiyatro oyununda kullanılmıştır. Çekçe dilinde robot sözcüğü ‘‘zorunlu iş’’ anlamına gelmektedir (Şişman, 2016). Amerika Robot Enstitüsü’nün 1979’da yaptığı tanıma göre robot kavramı, çeşitli görevleri için, materyal, parça, alet veya özelleştirilmiş çeşitli cihazları kodlama aracılığıyla tanıyan, yeniden programlanabilen çok fonksiyonlu bir manipülatör olarak tanımlamıştır (Vollstedt, 2005). Ayrıca Robotik FeTeMM uygulamaları, etkinlik temelli deneyimler sunduğu için FeTeMM disiplinlerine ait kavramları öğretiminde kolaylaştırıcı bir etkide bulunmaktadır (Üçgöl, 2013).

1940’lı yıllarda robotlarla ilgili çok sayıda kısa hikâye yazan ünlü bilim kurgu yazarı Isaac Asimov, robotları daha çok insan görünümlü birer otomasyon olarak düşünmüştür. Asimov, daha çok robotların davranışları ile ilgili olarak ortaya attığı üç temel yasasıyla bilinmektedir. 1942 yılında Isaac Asimov tarafından tanımlanan ‘‘Robotiğin Üç Temel Yasası’’; i) bir robot, bir insana zarar veremez veya kayıtsız kalarak bir insanın zarar görmesini neden olamaz. ii) birinci yasa ile çatışmamak şartı ile bir robot, insanlar tarafından verilen emirleri yerine getirmek zorundadır. iii) birinci ve ikinci yasa ile çatışmamak şartı ile bir robot, kendi varlığını korumak zorundadır (Şişman, 2016).

Bu robot tanımlarından ortak olarak görülen nokta robotların bir görevi otomatik olarak yerine getirmesi olduğu görülmektedir. Eğer bir makine hareketleri, bir insan tarafından kontrol altında ise o makine robot olarak görülemez (Üçgöl, 2017). Bir makinanın, robot olduğunu söylemek için 4 temel bileşene sahip olması gerekmektedir;

1. Robotun dış ortamdaki verileri algılayabilmesi için sensörler,
2. Verilerin toplanması ve robotun kontrolü için elektronik devre kartına,
3. Robotun görevine uygun şekilde karar verme işlemini gerçekleştiren program

(kodlama),

4. Kararların uygulanabilmesi için gerekli eyleyicilere sahip olması gerekir (Kuzu ve Türk, 2018).

Türk Dil Kurumu'na göre (2018), robot kavramı, belirli görevleri yerine getirmek için manyetizma ile kendisine çeşitli işler yaptırılabilen otomatik araç olarak tanımlarken; robotik kavramı, birtakım işlemlerde insanın yerini alabilecek düzeneklerin hazırlanmasıyla ilgili çalışmaların ve tekniklerin bütünü olarak tanımlanmıştır. Bu tanıma göre robotik kavramının; robotların tasarlanması, robotların inşa edilmesi, robotların programlanmasını ve çalışmasını ifade eden bir terimdir (Kalelioğlu ve Keskinılıç,2017).

Sonuç olarak robotlar, sensörler ile algılayabilen, içerisindeki program ile planlayabilen ve eyleyiciler ile eylemde bulunabilen makinelerken; robotik kavramı ise robotların tasarımı, inşası, üretimi ve verimliliği üzerinde bilimsel çalışan bir bilim dalıdır. Robotik alanında çalışan bilim adamlarının mesleklerini göz önüne alındığında robotiğin; mekanikten elektroniğe, fizyolojiden metalürjiye kadar birçok disiplinin kesişim noktasında olduğu görülmektedir. (Yıldız, 2009). Görüldüğü gibi robotlar mühendislik ve teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı alanlardandır (Koç ve Büyük, 2013).

2.2.1. Eğitimde Robotik ve Eğitsel Robotik Kavramı

2.2.1.1. Eğitimde robotik

Günümüzde eğitimciler, teknolojik gelişmelerle paralel olarak değişen ve yenilenen eğitim anlayışları doğrultusunda; eğitimde kullanılmaya başlanan eğitim materyalleri olan bilgisayar, tablet, akıllı tahta, cep telefonlarını ve mobil uygulamaları iyi bir şekilde kullanan bir öğrenci potansiyeli ile karşı karşıyadır (Beran, Ramirez-Serrano, Kuzyk, Fior ve Nugent, 2011). Eğitimcilerin, teknolojiyi kullanmaya yönelik hazır bulunuşluğu yüksek olan öğrencilerin ilgilerini ve gereksinimlerini karşılayabilmeleri için, teknolojiyi kullanma becerilerini arttırmaları gerekmektedir. Öğretmenlerin derslerde, teknoloji kullanımını ile ilgili yapılan araştırmalarda, öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu, derslerine teknolojinin entegrasyonu ile ilgili yeterli bilgi ve beceriye sahip olmadıkları için, teknolojinin sınıf ortamında kullanımından kaçındıkları ve teknolojiyi sınıf ortamında zaman alıcı bir süreç olarak gördüklerini ortaya koymaktadır (Aslan, 2006).

Günümüzde, bir eğitim teknolojisi olarak robotlar, eğitim alanında büyük bir potansiyele sahiptir (Mubin, Stevens, Shahid, Al-Mahmud ve Dong, 2013). Papert (1993) gibi eğitim araştırmacıları, robotik faaliyetlerin, eğitim konularını öğretme konusunda büyük bir potansiyele sahip olduğuna inanmaktadır. Eğitsel robotik uygulamalarında, robotlar öğrenme nesnesi ya da öğrenme aracı olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır (Papert, 1993).

- Robotların, öğrenme nesnesi olarak kullanımının amacı robotların parçaları, inşası ve programlanmasının öğretilmesidir. Robotlar öğrenme ortamının merkezine yerleştirilir ve parçaları, programlanması ve özellikleri öğretilir. Robotlar çeşitli görevleri yerini getirmek amacı ile inşa edilerek programlanmaktadır. Öğrenme nesnesi olarak robotik uygulamalarına örnek olarak: Grubbs (2013) tarafından yapılan çalışmada öğrencilere bir şirkette mühendis olarak çalıştıklarını ve görevlerinin ise insan kontrolü olmadan yaşadıkları şehirdeki sokakları temizleyen bir robot inşa etmek, programlamasını yaparak bu robotu belediyeye satmaktadır.
- Robotlar öğretim programında yer alan konuları öğretmek için bir araç olarak kullanılmaktadır. Robotlar öğrenme aracı olarak, veri toplama, veriyi işleme ve sunma amacıyla kullanılmaktadır. Öğrenme aracı olarak robotik uygulamalarına örnek; Koç (2012) yaptığı çalışmada, 7. Sınıf öğrencilerine fen ve teknoloji dersinde bulunan sürat, enerji, enerji dönüşümü gibi konuları öğretmek için Lego Mindstorms NXT robot kitini kullanmıştır. Böylece zaman, alınan yol, sürat, yandaki uzama miktarı, kütle, kinetik enerji ve potansiyel enerji gibi değişkenlere ait veriler elde ederek grafikler çizdirmiştir. İkinci amaca yönelik hazırlanmış olan robotlar, eğitim alanında kullanımlarına göre eğitsel robotlar olarak adlandırılır. Eğitsel robotlar, eğitim ortamlarında öğrenenlerin uygulamalı olarak kodlama yapabildikleri robot setleridir (Üçgül, 2017).

2.2.1.2. Eğitsel robotik

Robotiğin, eğitim alanında kullanımı ile karşımıza ‘‘Eğitsel Robotik’’ kavramı çıkmaktadır. Eğitsel robotik, özellikle Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik (FeTeMM) eğitim sürecinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (Benitti, 2012). Eğitimde robotiğin kullanımı, öğrencilerin bilim ve teknoloji olan ilgilerinin azaldığı bir

dönemde yeni bir soluk getirmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmaların eğitimde robotik kullanımının öğrencilerin öğrenme etkinliklerine ve işbirlikli öğrenmeye olan isteklerini artırmada etkili olduğu görülmektedir (Chen, Quadir ve Teng, 2011; Highfield, 2010). Ayrıca yapılan birçok çalışmada, eğitimde robotiğinin kullanımının, öğrencilerin bilişsel, dil, sosyal ve ahlaki gelişimlerine olumlu katkılar sağladığı görülmektedir (Kahn, Kanda, Ishiguro, Freier, Severson, Gill, Ruckert ve Shen, 2012; Kozima ve Nakagawa, 2007; Shimada, Takayuki ve Koizumi, 2012; Wei, Hung, Lee, ve Chen, 2011).

Eğitsel robotik alanında yapılan çalışmalarda amaç; eğitimcilere bilim ve teknoloji ile bütünleştirilmiş bir robotik öğretim ortamı sunmak ve robotik teknoloji uygulamalarını eğitimde gerçekleştirerek öğrenmelerin daha anlamlı ve kalıcı olmasını hedeflemektedir (Erdoğan ve Dede, 2015). Eğitsel robotik, gelecekte fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarında çalışanlara robotik teknolojiler ile teknoloji okuryazarlığına yönelik mesleki beceriler kazandırmakta ve gelecekteki her insan için entelektüel avantajlar sunmaktadır (Alimisis, 2013). Disiplinler arası yaklaşımı eğitim politikası haline getiren ve bu anlayışı öğrencilerini kazandırmak isteyen gelişmiş ülkeler, FeTeMM (fen – science, teknoloji – technology, matematik – mathematics ve mühendislik – engineering) eğitimlerinde gözde uygulama yöntemi olan eğitsel robot setlerini kullanılmaktadır (Yolcu ve Demirer, 2017). Eğitimde robotik, öğrencilere FeTeMM bilgi, beceri ve kavramlarını, programlama, bilgi işlemsel düşünme, mühendislik becerileri gibi gelecekte ülkelerin iş gücünün başarılı birer üyesi olmak için gerekli olan bilgi ve becerileri kazanmada etkin bir şekilde rol oynamaktadır (Eguchi, 2014).

Ülkemizdeki okul müfredatına baktığımızda eğitsel robotiğın, henüz tam olarak yer almadığını görmekteyiz. Avrupa ülkelerinin okul sistemlerine baktığımızda henüz böyle bir çalışmanın olmadığını görmekteyiz. Ancak 2000’li yıllarda günümüze kadar geliştirilmiş ve kullanıcı dostu olarak oluşturulmuş robotik eğitim setleri ile eğitsel robotiğın bütün yaş grupları arasındaki öğrenciler arasında popüler olmasına zemin hazırlamıştır. Eğitsel ortamda robotik uygulamaların önündeki engellere şöyle bir baktığımızda; eğitsel robotik uygulamalarının zaman alması, ihtiyaç duyulan robotik setlerin maliyetinin yüksek olması, öğretmenlerin sınıf ortamında ortaya çıkan karmaşa ile başa çıkma ve eğitsel robotik setlerin muhafazasının doğru yerde tutulmaması için gerekli pratik çalışma gibi zorluklar sayılabilir (Alimisis, 2013).

2.2.2. Eğitsel Robotik Öğretiminde Kullanılan Eğitsel Robot Setleri

Teknolojinin gelişimi ile birlikte robotik eğitime verilen önem giderek artmış ve birçok firma robot eğitim kitleri, programlanabilir robotlar, akıllı nesnelere ve kendin yap setlerine üretme yoluna gitmişlerdir. Robot setleri içerisinde yer alan ışık, dokunma ve ses sensörleri eklenmesiyle oluşturulan robot setleri ile dış ortamla etkileşime geçebilmektedir (Bruciati, 2004). Birçok ülke, robot eğitiminin yanında başta fen bilimleri dersi olmak üzere derslerinde de robot kitleri kullanmaya başlamıştır (Fidan ve Yalçın, 2012).

Eğitimde kullanılan robotlara örnek olarak; Lego Mindstorms Kitleri (NXT, EV3), VEX IQ Platformu Kitleri (Starter Kits), Arduino Tabanlı Robotik STEM Kitleri, Parallax Robotics Kitleri (Robotics Arduino Shield Kit), Fischertechnik Kitleri (Fischertechnik Introduction to STEM I ve II), Makeblock Kitleri (mBot- STEM Educational Robot Kit), Dash ve Dot, Primo ve Robo Mind verilebilir. Robot programlama dillerine ise; ROBOT C ve Parallax Propeller C, Microsoft Robotics Developer Studio R4, Mindstorms Nxt Education, Microsoft Small Basic, Microsoft Touch Develop, S4A, Arduino, mBlock örnek olarak gösterilebilmektedir (Keser ve Numanoğlu, 2017). Tablo 2.1’de öne çıkan eğitsel robot setleri ve bu setleri kodlamak için kullanılan yazılımlar gösterilmektedir.

Tablo 2.1.

Eğitsel Robot Setleri ve Robot Setlerini Kodlamak İçin Kullanılan Yazılımlar

Eğitsel Robot Setleri	Kodlama İçin Kullanılan Yazılımlar
Lego Mindstorms Setleri (NXT, Ev3)	Lego Mindstorms Ev3 Home Edition (blok tabanlı) Mindstorm Nxt Education (blok tabanlı)
VEX IQ Platformu Setleri (Starter Kits)	Scratch, C++, Python, RobotC (Hem blok hem de metin tabanlı)
Makeblock Setleri (mBot – STEM Educational Robot Kit)	mBlock (Blok tabanlı)
Robotis Setleri (BIOLOID, DREAM II, MINI, STEM, PLAY)	Robotis R+ (Metin tabanlı)

Parallax Robotics Setleri (Robotics
Arduino Shield Kit)

Parallax Propeller C (Metin tabanlı)

Fischertechnik Setleri (Fischertechnik
Introduction to STEM I – II)

ROBO Pro (Blok tabanlı)

Dash ve Dot

Blockly (Blok Tabanlı)

Eğitsel robot olarak tabir ettiğimiz robotları tek tip bir robot modeli olarak düşünülmemelidir, kodlanabilir devre kartları kullanılarak farklı özellikte robotlar oluşturulabilmektedir. Örneğin, VEX IQ Setleri, Lego Mindstorms Setleri, Robotis Setleri, Makeblock Setleri olabildiği gibi kodlanabilir elektronik devre kartları olan Arduino ve Raspberry gibi mikrodenetleyici ve mikrobilgisayarlarla daha farklı modelde robotlar ve farklı amaçlara hitap eden yapılar oluşturulabilmektedir (Kuzu ve Türk, 2018).

2.3. Arduino

Arduino, İtalyan mühendisler tarafından ilk olarak 2005 yılında açık kaynak kodlu donanın ve yazılım temelli bir geliştirme platformu olarak tasarlanmıştır (Banzi, 2009; Dökmetaş, 2016; Grasel, Vonnegut ve Dodds, 2010). Üzerinde giriş ve çıkış (input/output) pinlerini bulunduran ve Java tabanlı bir dil ile geliştirilen bir fiziksel programlama platformudur (Ersoy, Madran ve Gülbahar, 2011). Windows, Mac OS ve Linux işletim sistemlerinden birine sahip herhangi bir bilgisayarla USB arabirimi yoluyla kolaylıkla bağlanabilir ve hızlı bir şekilde programlanarak istenilen görevleri yerini getirebilir. Arduino'nun mikrodenetleyici kartının üretim amacı, hobiciler ve tasarımcılar için elektronik devrelerinin geliştirmesinde kolaylık sağlaması için tasarlanmıştır.



Şekil 2.2. Arduino Uno R3 mikrodeneleyici kartı

Arduino, sensörlerin üzerine takılabildiği ve bilgisayar yeteneklerinin tek bir çipe/yongaya sıkıştırıldığı bir mikrodeneleyici platformudur (Alpat, 2012). Arduino kartına bağlı sensörlerden gelen sinyaller işlenerek, çevresiyle etkileşim halinde olan tasarımlar yapılabilir. Yapılan çalışmanın özgünlüğüne bağlı olarak dış ortama sıcaklık, ses, ışık, hareket gibi tepkiler oluşturulabilir. Arduino'nun farklı durumlara göre yeni özellikler kazanmasını sağlayan çeşitli modülleri, sensörleri ve kartları da bulunmaktadır.

Arduino platformunun kullanımının yararlılıklarını (Galadima, 2014; Junior, Neto, Hernandez ve Guerra, 2013; Martín-Ramos, Silva, Lopes ve Silva, 2016; Ocak, 2017; Rubio, Hierro ve Pablo, 2013);

1. Düşük maliyetli olması,
2. Açık kaynaklı bir platform olmasından dolayı kişilerin Arduino tabanlı robotik projeleri rahatlıkla geliştirmelerini ve özelleştirmelerini imkân vermesi,
3. LEGO robotik platform benzeri gibi standart ve tescilli bileşenlerden oluşmadığından robotların oluşturulmasında parça ve bileşenlerinde esnek olunması,
4. Birçok işletim sisteminde (Windows, Linux ve Macintosh OSX) çalışması,
5. Programlamanın ücretsiz yazılımlarla yapılmasından dolayı Arduino kartlarının dikkat çeken özellikleri olarak ortaya çıkmaktadır.

Günümüzde yaygın olarak mikrodeneleyici olarak Arduino'nun tercih edilmesinin en önemli sebepleri tamamen açık kaynaklı olmasından farklı firmalarda arduino ismini kullanmaları koşulu ile kendi klonlarını düşük maliyette yapmaları, yazılan kodların gizli olmaması ve bu kodların erişilmesinin kolay olması, ayrıca geniş bir kütüphaneye sahip olması, örnek projeleri ve programlamanın kolay dillerle yapılması, birlikte çalışabilecek

pek çok ek donanım fırsatı sunmaktadır (Alpat, 2012). Programlama konusunda daha önce hiç tecrübesi olmayan öğrencilerin fiziksel dünyayı dijital dünyaya bağlamasından dolayı Arduino FeTeMM eğitimi için başarılı ve popüler bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Arduino, 2019; Çobanoğlu, 2017; Delebe, 2018; Grasel, Vonnegut ve Dodds, 2010; Taşdemir, 2017).

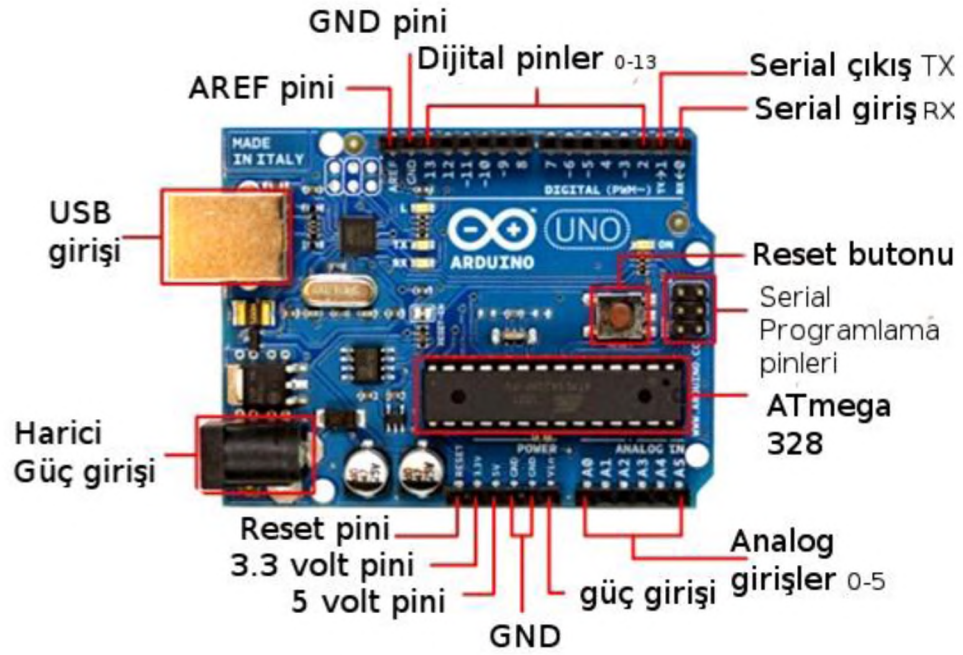
2.3.1. Arduino Donanımına Genel Bir Bakış

Arduino, Atmel firmasının AVR serisi 8, 16 ve 32 bitlik mikrodenetleyicileri üzerinde kurulan, kolay prototip oluşturabildiğimiz, shield (kalkan) adı verilen ek genişleme eklentilerini sahip olan donanımsal bir platformdur. Her geçen gün kullanım alanları ve ihtiyaçlara göre Arduino platformu da değişip gelişmektedir (Dökmetaş, 2016). Farklı projelerde kullanım amacına bağlı olarak, üzerinde yer alan mikrodenetleyici çeşidi, pin sayısı ve şekil, büyüklüğüne göre değişik türde Arduino devre kartları bulunmaktadır. Gelişmiş tasarımlar için Arduino Mega, daha küçük tasarımlar için Arduino Mini ve Pro Mini, tasarımın hızlı tepki vermesi istenirse Arduino Due, elektroniğe adım atmak isteyenler ya da elektroniğe bilip Arduino kartını kullanmak isteyenler için Arduino UNO gibi modeller örnek olarak verilebilir (Dökmetaş, 2016). Bunların yanında Leonardo, Nano, Micro, Yun, Zeroi, Gemma ve LilyPad gibi Arduino kartının çeşitleri bulunmaktadır.

Genelde Arduino kartları mikrodenetleyici olarak Atmel firmasının Atmega çipleri ile donatılmıştır. Arduino kartlarının çeşitlerine göre program hafızası, eeprom, dijital giriş/çıkış pin sayısı, analog pin sayısı, işlem sayısı ve güç pinlerinin sayısı değişmektedir. Arduino kartlarının çeşitlerinde gün pinleri değişiklik göstermekle birlikte 3.3V, 5V, GND, Vin ve RESET isimleri ile yer almaktadır. 0V referans voltajı yani topraklama (Şase) pini olarak kullandığımız pin GND (şase) pinidir. Reset butonu ile mikrodenetleyici sınıflanarak üzerinde program en baştan (ilk satırdan) çalışmaya başlayacaktır. Analog bileşenleri dijital sinyallerle kontrol edilmesini sağlayan pinler olarak kullandığımız pin çeşidi PWN pinleri bulunmaktadır. Arduino üzerine eklenen hazır devreler olan shield (Türkçe: Kalkan) ile arduino devre kartına gereksinim duyulan özellikler eklenmiş olur (Delebe, 2018).

Bu çalışmada yapılan tasarımlarda bu özellikler düşünülerek Arduino Uno kartı kullanılmıştır. Aşağıda Arduino Uno kartı ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Arduino Uno

devre kartının bağlantı noktaları Şekil 2. 3'te verilmiştir.



Şekil 2.3. Arduino devre kartı bağlantı noktaları

Şekil 2.3'te gösterilen bağlantı pinleri şu şekildedir,

- Altı adet analog pin
- On dört dijital pin
- Üç adet topraklama (-) pinleri
- 3,3V ve 5V' luk iki güç pinleri
- Bilgisayar ile bağlantısının sağlandığı bir USB girişi (5V)
- Bilgisayar dışında güç kaynağı kullanabilmek için bir güç girişi
- Reset düğmesi.

2.3.2. Arduino Programlama

Arduino kodlama ortamı C ve C++ dillerinin söz dizimi ile benzerlik gösteren Arduino programlama dili, temel olarak processing programlama diline dayanmaktadır. Processing, açık kaynaklı bir programlama dili olmakla birlikte resim, animasyon ve etkileşim yöntemleri geliştirilebilmektedir (Tübitak, 2019). Arduino kodlama yazılımı Windows, Linus ve Mac gibi popüler işletim sistemleriyle uyumlu olarak çalışmaktadır.

Arduino kodlama yazılımına yazılan kodlar usb kablosu yardımıyla arduino devre kartına yüklenir. Şekil 2.3’de Ardionu’nun programlanabileceği Arduino IDE aracı yazılımı sunulmuştur. Arduino yazılımı www.arduino.cc adresinden ücretsiz bir şekilde indirilip kurulabilmektedir.



```

Blink §

This example code is in the public domain.

http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
*/

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}

```

Şekil 2.4. Arduino IDE programlama arayüzü

Bu programlama aracındaki üst menü çubuğu dosya, düzenle, taslak, araçlar ve yardım gibi standart seçenekler bulunmaktadır. Yazılımın ortasındaki beyaz bölüm ise program kodlarını girebileceğimiz basit bir metin editörüdür. Metin editörün “void setup” kısmına arduino kartının analog ve dijital giriş-çıkış pin ayarlarının yapıldığı ve sadece 1 kere çalışmasını istediğimiz program kodlarının yazıldığı kısımdır. Metin editöründe “void loop” kısmına ise ana programın yazıldığı fonksiyondur. Arduino IDE programında yer alan başlıca kullanılan kodlar aşağıda yer verilmiştir (Dökmetaş, 2016);

- digitalWrite(): Bir dijital pinin çıkış gerilimi vermesi için kullanılan bir komuttur.
- analogWrite(): Bir analog pinin çıkış gerilimi almasını sağlayan komuttur.
- digitalRead(): Dijital pin değerlerini okuyan komuttur.
- analogRead(): Analog pin değerlerini okuyan komuttur.

- delay(): Bir komutun ne kadar süre ile çalışacağını belirlediği komuttur.
- pinMode(): Elektronik devre kartının üzerindeki pinlerin giriş mi yoksa çıkış mı olacağını ayarlandığı kısımdır.

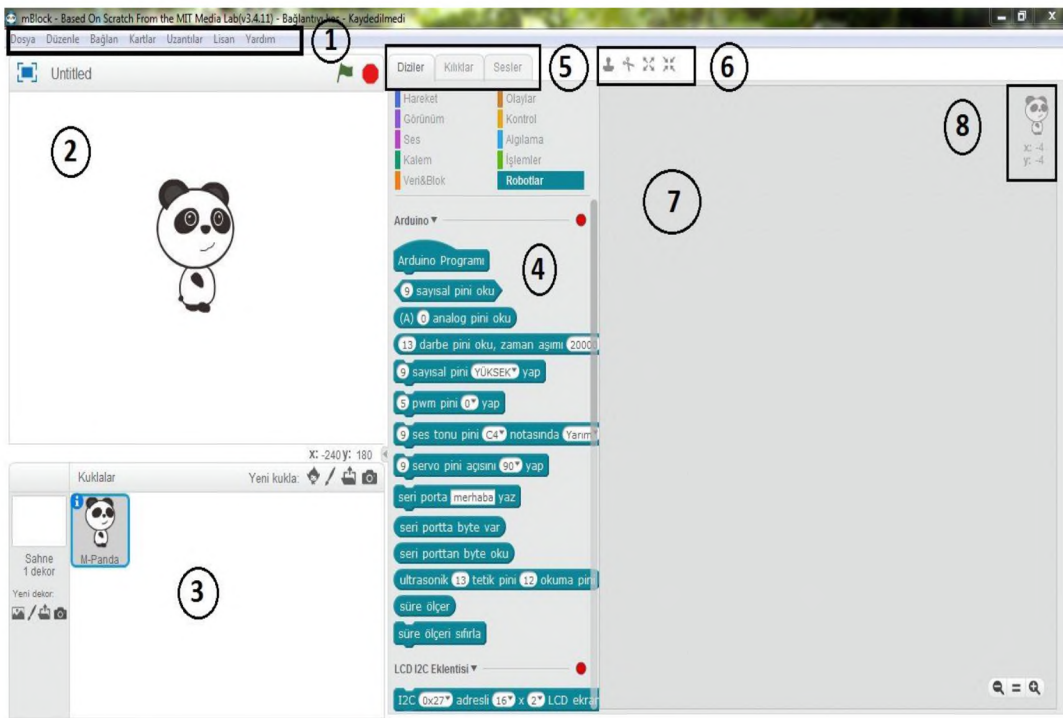
Arduino IDE yazılımının alt siyah bölümü, kodların derlenmesinin durumunu, ne kadar belleği kullandığını, programda bulunan herhangi bir hatayı ve çeşitli diğer mesajları görmek için kullanılan bir penceredir. Arduino programlama yazılımı basit olmakla birlikte metin tabanlı kodlama yazılımı olmasından dolayı ilköğretim öğrencilerinin kodlama öğrenmeleri için biraz zorlayıcı olabilmektedir (Yiğit, 2016). Arduino IDE kodlama yazılımının metin tabanlı olmasından dolayı öğrencilerin kod dizilimlerini ezberlemeleri gerekmektedir. Ayrıcı metin tabanlı kodlama yazılımların bir dezavantajı olarak kodlama yaparken kod dizilimlerinde yanlışlık yapma olasılığı bulunmaktadır.

2.3.3. Arduino mBlock Programlama

mBlock, Arduino açık kaynaklı donanın platformunun kolay ve basit programlanmasını sağlayan, grafik arayüzlü görsel kodlamayı olanak sağlayan Scratch benzeri blok tabanlı kodlama platformudur. Blok tabanlı kodlama dilleri, metin şeklinde kod yazma gibi olsa da sürekle-bırak şeklinde ve görsellik ön planda olduğu için çocuklar tarafından öğrenilmesi oldukça kolaydır (Bers, 2010; Berland ve Wilensky, 2015; Sullivan ve Bers, 2018). Bu bağlamda mBlock yazılımı çocukların Arduino tabanlı robotik kodlama yapması için tasarlanmış bir programlama ortamıdır. Scratch tabanlı olan mBlock programı içerisinde bulunan hazır bloklar yardımıyla Arduino devre kartını programlayacak şekilde tasarlanmıştır. mBlock programının en yeni sürümü olan 5. Versiyon şu an kullanıma sunulmuştur. 5. Versiyon mBlock programı Scratch 3.0 tabanlı olup hem blok tabanlı hem de metin tabanlı kodlama yapmaya imkân sağlamaktadır. mBlock ile çocuklar blokları sürükleyerek sadece oyun, animasyon ve program oluşturmazlar, aynı zamanda hayal ettikleri robotları yaparak kodlayabilirler. mBlock yazılımı ile Arduino temelli robotları ve devre kartlarının kodlanması sağlanabilir. mBlock programı ile Arduino UNO, Arduino Leonardo, Arduino Nano, Arduino Mega 1280, Arduino Mega 2560, Makeblock Starter/Ultimate (Orion), Makeblock Me Uno Shield, Makeblock mBot (mCore), Makeblock mBot Ranger (Auriga), Makeblock Ultimate 2.0 (Mega Pi), Mega Pi Pro ve PicoBoard gibi kartların kodlanmasını desteklemektedir. mBlock ücretsiz olup açık Windows, Mac ve Linus işletim

sistemlerinde çalışmaktadır. MBlock yazılımının güncel sürümü Türkçe dahil 28 dili desteklemektedir (mBlock, 2019; Numanoğlu ve Keser, 2017).

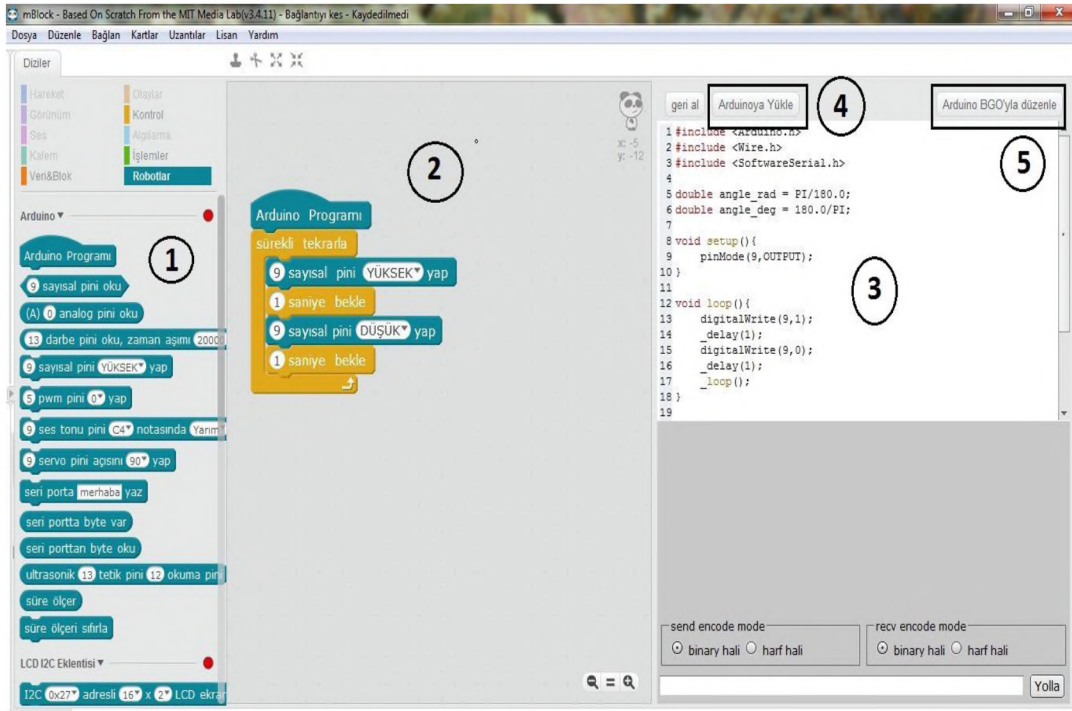
mBlock yazılımda oluşturulacak kodlamalar için kullanılacak kod blokları ‘‘Diziler’’ sekmesinde yer alan ‘‘Hareket’’, ‘‘Görünüm’’, ‘‘Ses’’, ‘‘Kalem’’, ‘‘Veri&Blok’’, ‘‘Olaylar’’, ‘‘Kontrol’’, ‘‘Algılama’’, ‘‘İşlemler’’ ve ‘‘Robotlar’’ olmak üzere toplam 11 blok paleti kategoride sınıflandırılmıştır. Arduino devre kartlarının kodlanması için öncelikle düzenle kısmında ‘‘Arduino kipi’’ seçilmelidir. ‘‘Arduino kipi’’ seçildiğinde Arduino devre kartının kodlanması için gerekli olan Veri&Blok, Kontrol, İşlemler ve Robotlar kod blokları aktif olarak bulunmaktadır.



Şekil 2.5. mBlock programının arayüzü

1 numaralı bölüm programın ana menü çubuğudur. Bu bölümde programla ilgili ana menüler ve alt menü başlıkları yer almaktadır. 2 numaralı alanda seçilen kukla (figür) ve seçilen sahne ile programın, oyunun ya da animasyonun tasarlandığı alandır. 3 numaralı bölümde sahne (dekor) ve kukla (figür) seçimi yapılmaktadır. 4 numaralı alan 5 numaralı bölümde yer alan diziler sekmesinin altında yer alan birbiri içerisinde gruplandırılan kod blokları yer almaktadır. 5 numaralı bölümde, tasarlanan ve kodlaması yapılacak olan program ile ilgili kod bloklarının kendi içerisinde sınıflandırıldığı alt başlıklar yer almaktadır. 6 numaralı bölümde sahnede yer alan nesnelerin kopyalanarak çoğaltılması, kodların silinmesi, kodların büyüklük ve küçüklük ayarı gibi ayarlamaların yapılabildiği

bölümdür. 7 numaralı alan 4 numaralı bölümden seçilen kod bloğunun sürüklenip bırakıldığı alandır. Programlama (kodlama bu bölümde yapılmaktadır. 8 numaralı bölüm ise sahnede yer alan kuklaların ve nesnelerin x ve y eksenlerine göre koordinat bilgisini program kullanıcılarına bildirmektedir.



Şekil 2.6. mBlock programının robotik kodlama arayüzü (Arduino kipi)

Yukarıda yer alan görünüm mBlock programında düzenle menüsünden Arduino Kipi seçildikten sonra elde edilmiş bir görüntüdür. Arduino Kipi seçildikten sonra diziler bölümünde robotik kodlamada kullanmak amacıyla Kontrol, İşlemler, Veri&Blok ve Robotlar menüleri aktif olarak kalmaktadır. 1 numaralı bölüm diziler sekmesinden robotlar bölümüne ilişkin kod bloklarının yer aldığı bölümdür. 2 numaralı alan kod bloklarını sürükleyip bırakarak birleştirildiği ve programın (kodlama) oluşturulduğu bölümdür. 3 numaralı bölümde ise kod blokları ile oluşturulmuş kodlamanın metin tabanlı kodlamanın gösterildiği bölümdür. Bu bölümde 2 numaralı alanda oluşturduğumuz programın (kodlama) processing/wiring diline karşılık gelen kodlarını metin kodlama şeklinde görebildiğimiz bölümdür. 4 numaralı buton “Arduinoya Yükle” ile yazdığımız programın kodlarını bilgisayara bağlı olan elektronik devre kartına yüklediğimiz butondur. 5 numaralı buton “Arduino BGO’yla düzenle” ile metin tabanlı kodlama editörünü açarak kodlama yapmak isteyenlere bu olanağı sağlamaktadır.

mBlock programında elektronik devre kartlarını kontrol etmek için kullanılan kod

blokları düzenle bölümünden “Arduino kipi” moduna geçildikten sonra diziler bölümünde aktif olarak kalan “Kontrol”, “İşlemler”, “Veri&Blok” ve “Robotlar” kategorilerinde kod blokları ayrılmıştır. Bunlar;

2.3.3.1.Kontrol blokları

(Yukarıdan aşağıya sırayla)

Elektronik devre kartını programlarken kullanılan döngüler ve koşul cümleleri, kodlamanın akışının kontrol edeceğimiz tüm komutlar burada yer almaktadır.

(Belirtilen saniye kadar bekler sonra altındaki kod bloğuna devam etmektedir. İçindeki kod bloklarını belirttiğin sayı kadar tekrar tekrar çalıştırılır. İçinde yer alan kod bloklarını tekrar tekrar çalıştırır. Eğer koşul doğru ise, içerdeki kod bloklarını çalıştırılır. Eğer koşul doğru ise eğer kısmı yani ilk kısımdaki kod blokları çalıştırılır; eğer koşul yanlış ise sonra gelen değilse kısmı çalıştırılır. Koşul doğru olana kadar bekler ve sonra gelen kod blokları çalıştırır. Koşul doğru olana kadar içindeki kod blokları çalıştırılır.)

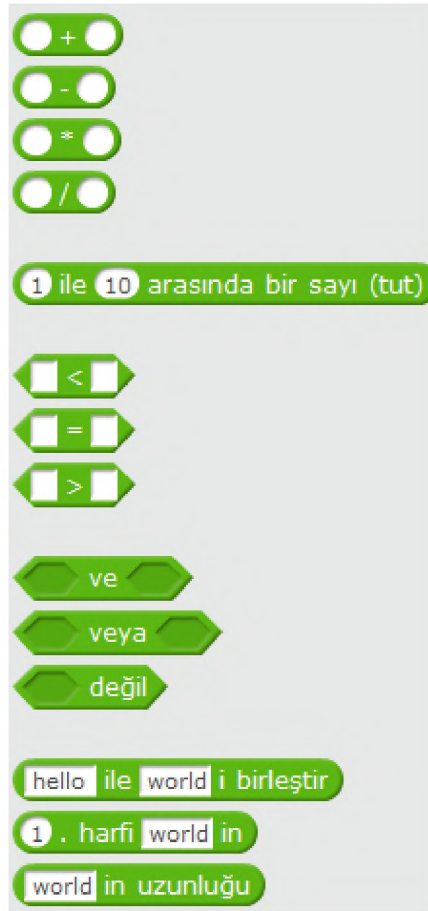


Şekil 2.7. Kontrol kod blokları

2.3.3.2. İşlemler blokları

Matematikte kullanılan 4 işlem, mantıksal işlemler, karakök, yuvarlama gibi işlemlerin yanı sıra metin birleştirme gibi işlemlerin yapılabilmesi için kod bloklarını burada yer almaktadır.

(İki sayıyı toplar. İki sayıyı çıkarır. İki sayıyı çarpar. İki sayıyı böler. Belirtilen iki sayı arasında rastgele bir tam sayı seçer. İki sayıyı küçükten, büyüğe doğru karşılaştırır. İki sayının birbirine eşit olma durumuna bakar. İki sayıyı büyükten, küçüğe doğru karşılaştırır. Her iki durumun doğruluğuna kontrol eder. Her iki durumdan sadece birinin karşılayıp karşılamadığını kontrol eder. Eğer koşul doğru ise yanlış olarak, yanlış ise de doğru olarak değerlendirir. İki metni tek bir metin olacak şekilde birleştirir. Bir metin içindeki istediğin sırasındaki harfi verir. Bir metin içerisindeki toplam kaç harf olduğunu verir.)



Şekil 2.8. İşlemler kod blokları

2.3.3.3. Veri&blok blokları

Bu alanda değişken tanımladığımız blokları görmekteyiz. Bunun yanında program yazarken sık tekrardığımız işlemleri fonksiyon adı altında tanımlayarak programı oluştururken fonksiyonu kullanabiliyoruz.

(Bir değişken oluştur. Bir blok (fonksiyon) oluştur.)



Şekil 2. 9. Veri&blok kod blokları

2.3.3.4. Robotlar blokları

Elektronik devre kartlarında analog/dijital olarak dışarıya akım verdiğimiz yada dışarıdan gelen akımları okuduğum kod blokları burada bulunmaktadır.

(Arduino programını başlatmak. Belirtilen sayısal pinden akım değerini okumak. Belirtilen sayısal pine akım ver yada akımı kes. Ms cinsinden belirtilen zaman aralıklarında tanımlı pinden akım değerini okumak. Belirtilen pwn pine tanımlanan akım değerini ver. Belirtilen analog pinden akım değerini okumak. Belirtilen pine bağlı buzzer üzerinde notayı çalması için tanımlı değerlerin kodu ve vuruş süresini girdiğimi kod bloğudur. Seri portta verinin olup olmadığı kontrol ettiğimiz kod bloğudur. Belirtilen pine bağlı servo motorun dönüş değerlerini verdiğimiz kod bloğudur. Seri portta bulunan verinin bilgisayar ekranında okunmasını sağlayan kod bloğudur. Bilgisayara bağlı elektronik devre kartının seri portunda istenilen metnin gösterildiği kod bloğudur. Ultrasonik mesafe sensörünün devre kartına bağlandığı pinlerin bilgisayara tanımlandığı kod bloğudur. Süre ölçeri başlatan kod bloğudur. Süre ölçeri sıfırlayan kod bloğudur.)



Şekil 2.10. Robotlar kod blokları

2.3.4. Arduino Sensörleri

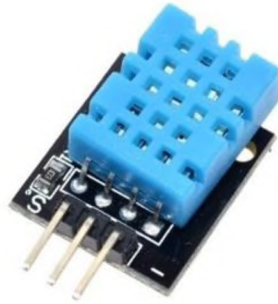
Sensörler, dış ortamdaki değişiklikleri algılayabilen ve buna göre elektronik devre kartının algılayabileceği elektrik sinyallerine dönüştüren cihazlardır (Fraden, 2013). Gümünüzde otomobillerde, uçaklarda, akıllı ev sistemlerinde, dijital olarak sıcaklık veya nem ölçen aletlerde, mutfak eşyalarında, cep telefonlarında, kağıt havlu cihazları ve otomatik açılır kapanır hemen hemen her şeylerde sensörleri kullanırız. Sensörleri analog ve dijital olmak üzere ikiye ayırılır. Arduino dijital sensörlerden gelen değerleri rahatlıkla alabilmektedir. Ancak analog sensörlerden gelen değerleri kendi içerisinde dijital değere dönüştürerek programın içerisinde kullanmaktadır. Isı, nem, gaz, ışık, basınç, mesafe, yağmur, hareket sensörü gibi birçok sensör bulunmaktadır. Şekil 2.11’de bu sensörlerden bazıları gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Bazı sensör çeşitleri

2.3.4.1.Sıcaklık ve nem sensörü

DHT11 sensörü hem sıcaklık hemde nem ölçümü yapan sensördür. Bu sensör üzerinde bulunan elektronik mekanizma ile sıcaklık ve nem ölçümü yaparak bir dijital çıkış üzerinden bu dijital verileri Arduino'ya iletir. Bu sensör yüksek doğrulukta veriler verir ve uzun yıllar boyunca kullanılabilir. Şekil 2.12'de sıcaklık ve nem sensörü görülmektedir.

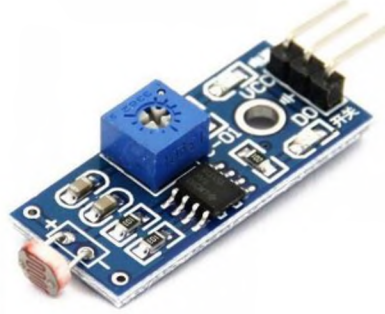


Şekil 2.12. Sıcaklık ve nem sensörü

2.3.4.2.Işık sensörü

Foto direnç, üzerine düşen ışığın şiddetini bağlı olarak değişen dirençle sahip analog veri

gönderen bir sensördür. Analog veriler, üzerine düşen ışık miktarıyla ters orantılı olarak değişir. Gündelik hayatta kullandığımız birçok elektronik devrede veya alette ‘‘fotosel’’ ismiyle yaygın olarak kullanılır. Şekil 2.13’de ışık sensörü gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Işık sensörü

2.3.4.3.Ses sensörü

Ses algılayıcı elektronik devre kartı, üzerinde mikrofon bulunan mekanizma ile ortamdaki ses seviyesine göre dijital çıkış veren bir sensördür. Üzerindeki potansiyometre ile hassasiyet ayarı yapılabilir. Şekil 2.14’de ses sensörü gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Ses sensörü

2.3.4.4.Gaz sensörü

Gaz sensörü, elektrokimyasal bir mekanizma ile küçük bir ısıtıcı kullanan bir sensördür. Bunlar bazı gazların bir dizi aralığı için hassastırlar ve oda sıcaklığındaki kapalı ortamlarda kullanılır. Gaz sensörü Arduino devre kartına analog veriler göndermektedir. Düzgün çalışması için Arduino devre kartına analog pinlerden bağlantısı yapılması

gerekmektedir. Şekil 2.15’de gaz sensörü gösterilmiştir.



Şekil 2.15. Gaz sensörü

2.3.4.5.Yağmur sensörü

Bu sensör birbirine paralel olarak çekilmiş iletken hatların su ile teması sonucu sensör çıkış pininde analog veri oluşturan bir sensördür. Sensör üzerindeki potansiyometre ile sensörün hassasiyetini ayarlayabilmektedir. Şekil 2.16’de yağmur sensörü gösterilmiştir.



Şekil 2.16. Yağmur sensörü

2.3.4.6.Kuvvete duyarlı sensör

Kuvvete duyarlı sensör, aktif olarak dairesel alana uygulanan kuvvetle ters orantılı olarak direnç değerinin düştüğü sensördür. Bu sayede sensörün üzerine uygulanan kuvveti ve basıncın algılanmasını sağlamaktadır. Şekil 2.17’de kuvvete duyarlı sensör gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Kuvvete duyarlı sensör

2.4. Mühendislik Tasarım Becerileri

2.4.1. FeTeMM Eğitimi'nde Mühendisliğin Rolü

FeTeMM eğitimi'nde mühendisliğin yeri ve önemini tartışmadan önce mühendisliğin nasıl bir süreç olduğundan bahsetmek faydalı olacaktır. Wulf (1998) mühendislik kavramını insanların ihtiyaçlarını karşılamak için, matematik ve feni kullanarak kendi içerisinde çeşitli sınırlılıkları bulunan problemler için çözümler üretebilen kompleks bir süreç olarak tanımlamaktadır. Söz konusu sürecin başlangıcı tipik olarak kişilerin ihtiyaç ve isteklerini tanımlama ile başlar, mühendisler ellerinde var olan imkanları yani projedeki kısıtlamaları tanımlamayı veya belirlemeyi çalışırlar, sistemlerin özelliklerini analiz ederler ve probleme çözümler üretmek için tasarım ya da sürecin planlamasının yapılmasıdır. Problemin çözümü için yapılanlar bilgisayar çipleri gibi bileşenler olabileceği gibi baraj, köprü gibi yapılar ya da bir montaj hattında yapılabilecek basamaklar gibi gelişmiş süreçler formunda da olabilirler (Bozkurt, 2014).

Mühendislik ve mühendislik tasarım sürecine yönelik yapılan tanımlardan yola çıkarak da Fen, Teknoloji ve Matematik yani bütün FeTeMM disiplinlerini birleştirici niteliğe sahip olduğunu görülmektedir (NAE ve NRC, 2009). Bu bağlamdan çıkarak örneğin mühendislik, fen ve matematik disiplinleri ile yakından ilişkidir, yani bir mühendis çalışmalarında hem fen hem de matematik disiplinini kullanırken aynı zamanda fen ya da matematik alanında çalışma yapan bilim insanları mühendislerin üretmiş olduğu araçları kullanırlar (Bozkurt, 2014; NAE ve NRC, 2009). Fen bilimlerinin öğretiminde

mühendislik tasarım etkinliklerinin öğrencilerin Fen'in doğasını anlamlarına, Fen'e yönelik olumlu anlayış geliştirmelerine ve Fen'in günlük yaşam ile ilişkisini kurmaları noktasında önemli bir yere sahiptir (Leonard, 2004). Bununla birlikte mühendislik FeTeMM disiplinlerinin öğrenimi için öğrencilere motive etme şansına vermesinin yanında öğrencilerin fen ve matematik derslerinin içerik bilgisini öğrenmelerine faydalı olduğunu ortaya koymaktadır (Marulcu, 2010; Moore ve diğerleri, 2014; Schnittka ve Bell, 2011; NRC, 2012). NRC (2012) öğrencilerin fen ve mühendislik öğretimi için anaokulundan lise seviyesine kadar olan sınıfların öğretim programında uygulanması amacıyla temel olarak 8 uygulama adımı belirlemişlerdir:

1. Fen disiplini için soru sormak ve mühendislik disiplini için problemi belirlemek.
2. Model geliştirmek ve kullanmak
3. Araştırmayı planlamak ve yürütmek
4. Bilgiyi analiz etmek ve yorumlamak
5. Matematiksel ve sayısal düşünmeyi kullanmak
6. Tasarım çözümleri için açıklama yapmak
7. Kanıttan tez çıkarmak
8. Bilgiyi elde etmek, değerlendirmek ve iletişim-paylaşmak (NRC, 2012).

NRC (2012) tarafından oluşturulan mühendisliğin öğretim programlarında uygulama adımlarından da anlaşıldığı üzere fen eğitimi için hazırlanan çerçeve programında mühendislik ile kurulan ilişki FeTeMM alanlarından olan matematik ve teknolojiyi de içerisinde bulunmaktadır (Bozkurt, 2014). FeTeMM eğitim yaklaşımında mühendislik disiplinini baktığımızda fen, matematik ve teknolojiyi birleştirici özelliği, teknolojiye bağımlı olması ve değişen, gelişen ve giderek rekabetin arttığı günümüz dünyasında bireyler ve ülkeler için ortaya çıkan sorunları, süregelen eğitim anlayışı ile cevap bulmanın yetersiz olduğu anlayışına dayanır (Bozkurt, 2014). Günümüz 21.yüzyıl dünyasında iyi eğitilmiş bilim insanlarına, mühendis ve teknik çalışanlarına aynı zamanda teknolojiyi ve bilimsel olarak okuryazar insanlara olan ihtiyacın giderek önem kazanması, bu arayışın dikkate değer bir göstergesidir (Augustine, 2007).

2.4.2. Mühendislik ve Tasarım

Mühendislik tasarım sürecini nasıl işlediğini iyi bir şekilde anlayabilmek için mühendislik ve tasarım kavramlarının anlamlarını ve arasındaki ilişkiyi iyi bir şekilde anlamaktan geçmektedir (Bozkurt, 2014). Mühendislik, matematik ve temel bilimlerin bilgi, beceri ve deneyimle elde edilen bilgileri kullanarak, doğada bulunan malzemeleri verimli bir şekilde kullanarak yapıları, makinelere ve ürünlere dönüştürülmesi sürecidir (Özçep, 2007). Birçok mühendislik alanının merkezini oluşturan etkinliklere baktığımızda karşımıza tasarım kavramı çıkmaktadır (Petroski, 1996). Bu bağlamda mühendislik için problem çözme genellikle bir şeyler tasarlama (desing) olduğunu görmekteyiz (Özçep, 2007). Mühendislikte tasarım, mühendislerin karşılarında var olan mühendislik problemini çözmek için genellikle bir alet yapmak ya da var olan problemin çözümü için oluşturulan basamakların geliştirilmesinde en ideal yolu seçme işidir diyebiliriz (NAE ve NRC, 2009). Başka bir tanıma göre ise mühendislik tasarım, istenen ihtiyaçları karşılayacak ve problemin çözümüne yönelik bir sistem, araç ya da süreç tasarlamayı içeren sürekli olarak bir karar verme süreci olarak karşımıza çıkmaktadır (Bozkurt, 2014). Mühendislikte tasarım, genel olarak baktığımızda insanın hayatını kolaylaştıracak aletler, yapılar ya da makine parçası gibi çok küçük bileşenler olabileceği gibi, büyük bir yapının tasarımı veya bir ürünün oluşturulmasında kullanılan işlem basamaklarını/süreçler olabilir (Özçep, 2007).

2.4.3. Mühendislik tasarımlarının sınıf ortamında kullanımına yönelik yaklaşımlar

Culver (2012) yapmış olduğu çalışmada sınıf ortamında öğretmenlerin mühendislik tasarım süreçlerini nasıl kullandığı ile ilgili 3 farklı yaklaşımı tanımlamıştır. Culver'in (2012) tanımlamış olduğu mühendislik tasarım yaklaşımları; mühendislik içeriği, mühendislik bağlamı ve mühendislik pedagojisidir. Moore, Stohlmann, Wang, Tank ve Roehrig (2014), ise FeTeMM eğitiminde mühendislik tasarım süreç yaklaşımlarını kullanımı için mühendislik içeriği ve mühendislik bağlamı olmak üzere 2 farklı yaklaşımı tanımlamışlardır. Culver'in (2012) öğretmenlerin mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili yapmış olduğu sınıflandırmanın Moore ve diğerleri (2014) tarafından FeTeMM yaklaşımında kullanılan mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili yaptıkları sınıflandırmayı kapsadığını söyleyebiliriz (Bozkurt, 2014).

Mühendislik içeriği, ortaöğretimin sonuna kadar olan öğrenciler için mühendislik kavramlarını ve becerilerini öğretmeyi amaçlayan yaklaşımdır (Culver, 2012). Mühendislik tasarım sürecinde, problemin tanımlanması, ihtiyaçların belirlenmesi, çözümün üretilmesi ve seçilmesi, prototipin oluşturulması, deneme ve test etme gibi becerilere ihtiyaç duyulmaktadır (NAE ve NRC, 2009). Bu bağlamda mühendislik içeriği yaklaşımının öncelikli amacı mühendislik tasarım uygulamaları yoluyla mühendislik ile ilgili becerilerin kazandırılmasına dayanmaktadır (Culver, 2012).

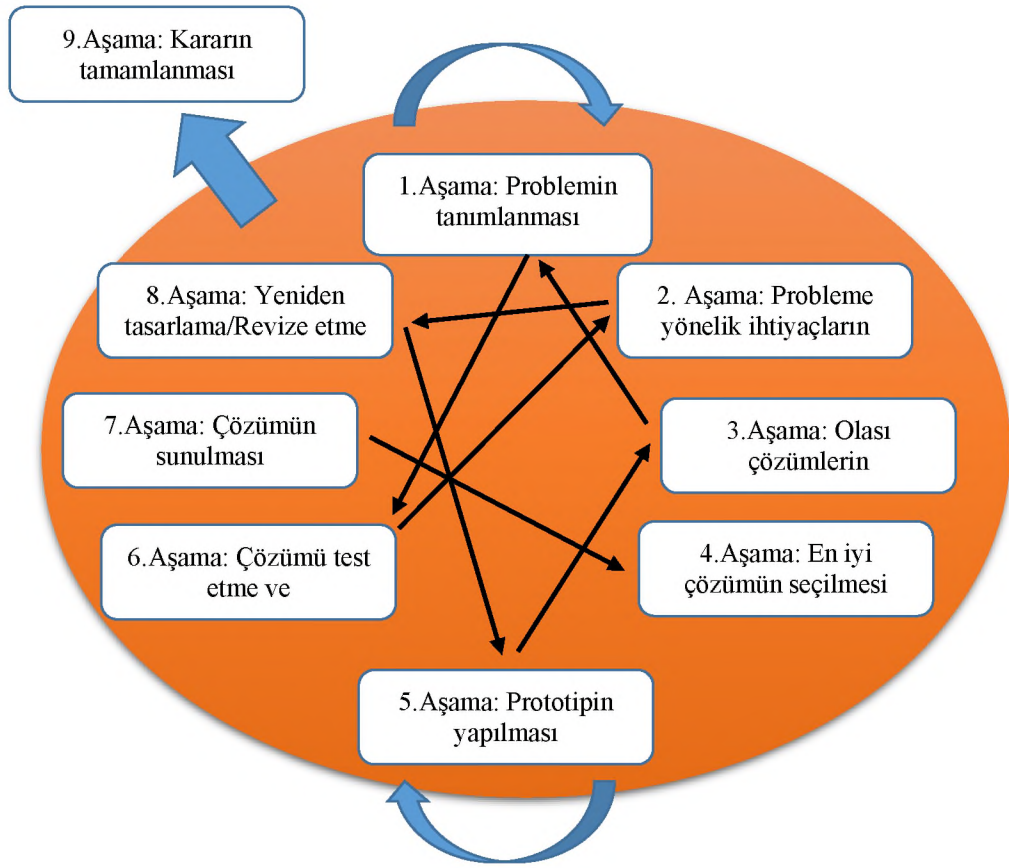
Mühendislik bağlamı, mühendislik eğitiminin bir öğretim içeriğinde bağlam olarak kullanıldığı yaklaşımdır (Culver, 2012). Öğrenciler bir dersin öğretim içeriğinde (bu fen ve matematik derslerinin içerik bilgisi olabilir) anlamlı ve gerçek yaşam problemleri ile karşı karşıya kalırlar ve karşılaşılan bu problemin çözümünde sistematik mühendislik tasarım süreci uygulanmasıdır (Culver, 2012; Holbrook ve Kolodner, 2000). Bu yaklaşım ile gerçek yaşam problemlerini çözüm sürecindeki öğrenciler aynı zamanda problemin içerisinde bulunan fen ve matematik derslerinin içerik bilgisini öğrenmeleri amaçlanmaktadır (Marulcu, 2010; Mehalik, Doppelt, Schunn., 2008; Moore ve diğerleri, 2014). Bu durumda mühendislik bağlam yaklaşımı FeTeMM disiplinlerinin entegrasyonuna sağlamak için mühendisliği bağlam olarak kullandığı görülmektedir (Culver, 2012).

Mühendislik pedagojisi, Culver'in (2012) daha önce bahsetmiş olduğu mühendislik içerik ve bağlam yaklaşımlarını içerisinde kapsayan, öğretmenlerin mühendislik doğasını ve karakteristiğini bir bütün içerisinde birleştirerek öğrencilerine öğretmek için kullandığı yaklaşım ve uygulamalardır. Mühendislik pedagojisi, mühendisliğin epistemolojisini ile düşünme yollarını, mühendislik içeriğindeki kazanım ve becerileri yani kısaca mühendisliğin doğasını öğretiminin mühendislik bağlamını destekleyecek şekilde özel öğretim yöntemlerinin kullanımını gerektirmektedir (Culver, 2012; Hynes, 2007). Mühendislik pedagojisi, mühendislik tasarım sürecinin bir dersin öğretim içeriği ile kurgulamak bununla birlikte tasarım sürecinin içerisinde bulunana kavram ve becerileri geliştirmektedir. Bu bağlamda Hynes'e (2007) göre mühendislik pedagojisi öğretmenlerin sahip olması gereken pedagojik alan bilgisi olarak tanımlanmaktadır.

2.4.4. Mühendislik Tasarım Süreci

FeTeMM ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında uygulamada yer alan katılımcıların

bir şekilde problem çözümünde mühendislik tasarım sürecine girdikleri görülmektedir. Mühendislik, tarih boyunca insanların problemlerine çözüm üretme olarak ifade edilmiş olmasına rağmen, günümüz dünyasında matematiksel analiz ve bilimsel kavrayış gibi akademik disiplinlere dayanan bir meslek ve disiplin olarak tanımlanmaktadır (Petroski, 1996). Mühendislik tasarım süreçleri, mühendislerin gerçek yaşam problemlerin çözümünde kullandıkları bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (NAE, 2016; NAE ve NRC, 2009). Mühendislik, bir ürün tasarım süreci olarak görülmektedir. Mühendislik tasarım süreci, diğer problem çözme yaklaşımları ile benzer özellikleri barındırmasına rağmen, farklı olarak mühendislerin düşünme sürecinin en temel unsurlardan biri olarak görülmektedir. Mühendislik tasarım süreçleri, yeni bir ürün, tasarım veya sistem geliştirmek için belirli bir döngü içerisinde takip edilen adımlar bütünü olarak tanımlanabilir (Cunningham ve Hester, 2007). Mühendislik tasarım süreci; temel mühendislik bilgi ve becerileri ile fen ve matematik prensiplerinin kullanımını gerekli kıldığı için FeTeMM disiplinlerinin entegrasyonunu doğal olarak sağlamaktadır (Cantrell, Pekcan, Itanı ve Velasquez-Bryant, 2006; NAE ve NRC, 2009). Mühendislik tasarım sürecinin, diğer FeTeMM alanlarını birleştirici niteliğinin daha iyi anlaşılabilmesi için sürecin aşamalarından bahsedilmesi faydalı olabilmektedir. FeTeMM alanlarını bütünleştirici özelliğe sahip olan mühendislik tasarım sürecinin ilk aşaması problemin tanımlanmasıdır. İkinci aşama ise tanımlanan probleme yönelik ihtiyaçları tespit etmek ve ihtiyaçlardan yola çıkarak belirlenen muhtemel çözüm yollarının geliştirilmesidir (Felix, 2010). Bu geliştirilen çözüm yollarından en ideal olanı seçerek prototipinin hazırlanması, bir sonraki aşama ise prototipin test edilerek değerlendirilir ve çözümün sunulması ile mühendislik tasarım süreci tamamlanmış olur (Hynes ve diğerleri, 2011). English ve King (2015), ise mühendislik tasarım süreçlerini beş adımda ele almışlardır; 1.adım problemi belirleme (problem scoping), 2.adım fikir üretimi (idea generation), 3.adım tasarlama ve oluşturma (design and construct), 4.adım değerlendirme (design evaluation), 5.adım yeniden tasarlama (redesign) adımlarından oluşmaktadır. Mühendislik tasarım süreçlerindeki adımlar çeşitli kaynaklarda farklı yollarla belirtilse de temel ilkeleri genellikle aynıdır. Hepsinin ortak özelliği ise problemin tanımlanmasıyla başlayan ve tanımlanan problemin çözümüne yönelik somut bir ürün tasarlamakla sonlanan döngüsel bir süreç olmasıdır (NAE ve NRC, 2014). Hynes ve diğerleri (2011) tarafından, açıklanan mühendislik tasarım sürecine yönelik döngü Şekil 1.18'de sunulmuştur.



Şekil 2.18. Mühendislik tasarım süreci (Hynes ve diğerleri, 2011, s.9)

Hynes ve diğerleri (2011) tarafından şemada gösterilen bu döngü, problemin tanımlanması aşaması ile başlamakta ve kararın tamamlanması ve çözümün paylaşılması ile son bulmaktadır. Şekilde, yer alan oklar hangi aşamaya tekrar geri dönelebileceğini ifade etmektedir. Zira mühendislik tasarım süreci tek yönde ilerleyen bir döngü değildir. Örneğin, olası çözümlerin geliştirildiği üçüncü aşamada problemin tanımlanmasına geri dönelebilir.

Mühendislik derslerinin içeriği öğrencileri motive ederek, eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirerek ve problem çözme becerileri kazandırarak, matematik ve fen öğrenmeyi de destekleyici özelliğe sahip olup aynı zamanda pedagojik açıdan da mühendislik ve fen bilimlerini birbirine bağlamaktadır (Brown ve Borrego, 2013). Mühendislik kavramını öğrenciler için bilinir hale getirme, onların mühendislik becerilerini açığa çıkarmak için harcanan çabalar, aynı zamanda FeTeMM olarak bilinmeye başlayan, birleşik öğrenme ve öğretmeyi de öğrencilerle tanıştırmaya destek vermektedir (Bagiati ve Evangelou, 2015). Diğer taraftan FeTeMM, mühendislik bağlamında, öğrencilere daha fazla materyal

kullanımını sağlayarak, duyularını harekete geçirmeyi amaçlamakta ve matematik ile fenin ortak uygulama alanı olarak görülmektedir (Bagiati ve Evangelou, 2015).

2.5. İlgili Araştırmalar

Bu başlık altında “Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı” dersinde uygulanan Arduino tabanlı robotik-kodlama eğitim setinin kullanılmasına ilişkin yurt içi ve yurt dışı araştırmalarına yer verilmiştir.

2.5.1. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Günümüzde giderek popülerlik kazanan FeTeMM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalara baktığımızda öğretmen odaklı yapılan çalışmaların çok az olduğu göze çarpmaktadır (Siew, Amir ve Chong, 2015; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Buna göre yurt dışında yapılan çalışmalar:

Yaşar, Baker, Robinson-Kurpius, Krause ve Roberts (2006) eğitimcilerin tasarım, mühendislik ve teknoloji kavramlarına yönelik algı, yaklaşım ve anlayışlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma 98 öğretmenin katılımıyla oluşturulmuştur. Araştırmanın verilerini elde etmek için araştırmacılar tarafından geliştirilen ve dört boyuttan (1. boyut-tasarım, 2.boyut-mühendislik ve teknolojinin önemi, 3.boyut-tasarım, mühendislik ve teknolojinin benzerliği, 4.boyut-mühendislerin özellikleri) oluşan veri toplama aracı ile toplanmıştır. Araştırmada tespit edilen önemli bulgulardan biri olarak öğretmenlerin tasarım, mühendislik ve teknoloji kavramlarını bilmedikleri ve bu kavramların öğretiminde genel olarak kendilerini yeterli görmedikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte, hizmet öncesi öğretmen eğitiminde tasarım, mühendislik ve teknoloji kavramları ile ilgili eğitim alan daha deneyimsiz öğretmenlerin, deneyimli öğretmenlere göre kendilerini bu kavramların öğretimi için daha hazırlıklı gördükleri tespit edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarından birkaçına bakacak olursak öğretmenlerin mühendislik, teknoloji ve tasarım kavramları arasında ilişki kuramazken mühendisliğin sadece erkeklere yönelik olduğu gibi görüşlere sahip oldukları görülmektedir. Araştırmacılar, hizmet öncesi öğretmen eğitiminde tasarım, mühendislik ve teknoloji kavramların içinde olduğu bütünsel bir öğretim programı ya da hizmet içi eğitim programları

düzenlenmesinin öğretim faaliyetlerinin kalitesi için önemli olacağını dile getirmişlerdir. Chella (2010), araştırmasında temel amacı, bu çalışmada Arduino kartını kullanılarak Scratch görsel programlama dili ile otonom bir robot yapmaktır. Çalışmada, Lego mindstorm ve benzeri setlerin maliyetinden ve açık kaynaklı olmamasından dolayı tercih edilmediği ifade edilmiştir. Çalışmada öğrencilerin robot yapımında fiziksel tasarım ve robotun inşaatı, motor ve sensörlerin kullanımı ile ilgili zorluklarla karşı karşıya kaldığı belirtilmiştir. Çalışmada sonuç olarak öğrencilerin robot tasarlarırken donanım işlevlerini kolaylaştıran bir robotik veya elektronik kart (Arduino kartı) ve kullanımı kolay görsel bir programlama dili (Scratch) ile robot uygulamalarının kolaylaştırabileceği ve bunun için ne bilgisayar uzmanı ne de elektronik öğrencisi olmaya gerek olmadığı belirtilmiştir.

Felix (2010) araştırmasında fen bilimleri öğretmenlerinin mesleki gelişimi incelemek bunun yanında FeTeMM alanlarında öğrencilerin sahip olacağı kazanım ve becerileri geliştirmek için bir üniteyi tasarım temelli öğrenme yaklaşımına dayalı olarak planlamıştır. Ünite, gerçek yaşamda karşılaşılabilecek bir problem niteliği taşıyan asit kaya drenajının suya etkisine çare olacak bir sistem tasarımı gerçekleştirilmesine yöneliktir. Araştırmacı, böyle bir tasarım süreci ile kimyadan çevre bilimine kadar kapsayan alanlarda, fen kavramlarını uygulama ve öğretmede, mühendislik tasarım sürecine yönelik, matematiksel problem çözme becerisi, toplanan veriyi analiz etmek için teknolojiyi kullanma gibi becerilerin geliştirilebileceğini vurgulamıştır. Araştırmada, ortaya çıkan sonuçlara göre asit kaya drenajının suya olan etkisinin iyileştirmesi projesi ile fen bilimleri öğretmenlerinin alan bilgilerinin son testlerin lehine anlamlı farklılık gösterdiğini ve öğrencilerin fen başarısının ise öğretim yılı boyunca arttığı belirlenmiştir.

Hsu, Purzer ve Cardella (2011) öğretmenlerinin tasarım, mühendislik ve teknoloji ile ilgili algılarını ve anlayışlarını araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırmayı 192 ilkokul öğretmenin katılımı ile oluşturmuştur. Tarama modelinin uygulandığı bu araştırmada veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen likert tipinde anket yardımıyla toplanmıştır. Araştırmada, öğretmen adaylarının mühendislik, teknoloji ve tasarımın kavramlarının önemli olduğuna inandıkları, ancak bu kavramlar hakkında yeterli seviyede bilgi sahibi olmadıkları ve öğretmenlerin bu kavramları öğretme konusunda kendilerini yeterli hissetmedikleri tespit edilmiştir. Araştırmacılar öğretmelerin tasarım, mühendislik ve teknoloji kavramlarına daha aşina olmaları, günlük yaşamla feni birleştirebilmeleri için önemli olan bu kavramları derslerine adapte ederek kullanmalarına yönelik motive olmaları için hizmet içi eğitim programlarının yapılması gerektiği önerilmektedir.

Gupta, Tejovanth ve Murthy (2012) yaptıkları çalışmada Scratch-Arduino robotik kodlama platformunu kullanarak yapılan programlama eğitiminin lise öğrencilerine öğretilmesine yönelik deneysel çalışmalara dayalı elde edilen verilerin değişkenler üzerine etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmada çalışma grubunu yaşları 15 ile 18 yaş arasında bulunan 150 öğrenci ile gerçekleştirmiştir. Çalışmada öğrencilerden kendi özgün fikirlerini ortaya hayata geçirecek şekilde animasyon oyunları, videolar ve eğitim uygulamaları oluşturmalarını istemiştir. Araştırmada elde edilen verilerin analizinin sonuçlarına göre deneye katılan öğrencilerin %97'sinin Scratch-Arduino'yu eğitimden sonra da kendi özgün fikirlerini hayata geçirmek için kullanacaklarına dair ifadeler kullandıkları ve uygulamaları eğlenceli buldukları tespit edilmiştir

Hoffer (2012) yaptığı çalışmada öğrencilerin fen, teknoloji mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitiminin günümüz dünyasında bir ihtiyaç olduğunu vurgulayarak, bu ihtiyacı karşılamak için iki eğitici eşliğinde çeşitli devre kartları ve elektronik bileşenler içeren bir dizi laboratuvar uygulamaları hazırlamıştır. Eğitimciler ile birlikte öğrencilerin çeşitli devre kartları (arduino ve Raspberry Pi) ve elektronik bileşenlerle deneyimler yaşamalarına izin verilirken, matematik ve fen konularında temel kavramların tanıtıldığı ve bilgilerin pratiğe dönüştürüldüğü bir öğretim gerçekleştirmiştir. Araştırmacı elde ettiği verilerden sonuç olarak, geliştirdiği ve uyguladığı bu proje ile ortaokul seviyesinde veya ortaöğretim seviyesinde öğrencilerinin Arduino C++ programlama dili kullanarak gerçek yaşamda karşımıza çıkan uygulamalarını taklit edebildikleri, fen ve matematik kavramlarını teknoloji ile birlikte öğrenmelerinin daha kalıcı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Capobianco (2013) bu araştırmada öğretmenlerin mühendislik tasarım sürecine yönelik anlayışlarını, fen bilimleri dersinin içeriğini geliştirmeye yardımcı olmak ve fen bilimleri dersini mühendislik tasarım süreci yaklaşımıyla öğretmek için öğretmenlerin ihtiyacı olan pedagojik gereksinimleri karşılamak amacıyla hizmet öncesi ve hizmetiçi öğretmenlere yönelik 2 haftalık yoğun eğitim programı uygulamıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 40 fen bilimleri öğretmeni ile 1000 civarında öğrenci oluşturmuştur. Araştırmanın verilerini, öğretmenlerle yapılan görüşmeler, mühendislik tasarım sürecinin uygulama planları, öğretmen yansımaları ve sınıf ortamının gözlemleri ile toplanmış ve bütün veriler için veri çeşitlemesi (üçleme) yöntemi ile analiz yapılmıştır. Araştırmada öğretmenlerin mühendislik tasarım sürecini anlama ve sınıf ortamında uygulamalarında yöntemi kullanma yeteneklerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Öğretmenlerin hizmet öncesi ve hizmet içinde aldıkları eğitimler (Felix, 2010;

Capobianco, 2011) ile gerçekleştirilen araştırmalarda öğretim yöntemi olarak mühendislik tasarım süreci ve tasarım temelli fen eğitime yönelik olumlu görüşlere sahip oldukları gözlenmiştir. Öğretmenler ile yapılan çalışmalarda tasarım temelli fen bilimleri derslerini deneyimleyip hizmet içi eğitim sonrasında oluşan görüşlerinin değerlendirilmesi sonucunda oluşmuştur.

Saleiro, Carmo, Rodrigues ve Du Buf (2013) tarafından yapılan bir araştırmada; eğitim ortamlarında düşük maliyetli, öğrenme ortamlarına uygun, eğitim amaçlı olarak robotların kullanımı sonucunda probleme dayalı öğrenme etkinlikleri ve matematiksel akıl yürütme beceri eğitimlerinde öğrencilerin daha başarılı ve motivasyonlarının daha yüksek olabileceği vurgulanmaktadır. Herhangi bir yazılım yüklenmesini duymayan bu robot sistemlerinde (PIC microcontroller, Arduino veya Raspberry Pi temeli ve Blockly ile programlanan) ilkökul seviyesinde 3. ve 4. sınıf öğrencilerin bile bu robot sistemlerini başarıyla kullanılabileceği ifade edilmektedir.

Shim, Ko ve Shim (2014) çalışmasında, Arduino robotik kodlama platformu ile öğrencilere kısa vadede bileşim-teknoloji bilgisi ve iletişim teknolojileri eğitimi vermişlerdir. Eğitimin amacını temel olarak alınan bileşim-teknoloji eğitimi geliştirerek öğrencilerin farklı kazanım ve becerilerini keşfetmeleri amaçlanmıştır. Araştırmacılar yaptıkları bu eğitimin etkisini analiz etmek için BİT eğitim programına katılım gösteren yaşları 13 ile 19 yaş arasında bulunan 30 öğrenci ile çalışmışlardır. Yapılan eğitimde Arduino tabanlı robotların inşa edilemesi, arduino ile yanıp sönen ledlerin yapılması, arduino ile seri haberleşmenin kurulması, kablosuz iletişim-haberleşme ortamlarının oluşturulması ve robotların teknik özellikleri ve robotun kontrol donanımları gibi çalışmalar yapılmıştır. Araştırmada eğitime katılan öğrencilerin ilgi ve tutumlarının değişimini araştırmak için 11 sorudan oluşan likert tipi anket hazırlanmış ve elde edilen verilerin sonuçları analiz edilmiştir. Bu anketin yanında da öğrencilerin öğrenmelerini ve motivasyon seviyesini belirlemek için de bir anket hazırlanarak eğitim faaliyetleri sonrasında uygulanmıştır. Sonuç olarak, araştırmacılar çalışmada, kısa sürede yüksek yararlılığı olan anlamlı bütünleşik BİT müfredat geliştirmişler ve bu eğitime katılan öğrencilerin, kendilerine verilen 10 yaratıcı görevden %96'sını tamamladığı ve motivasyonlarının yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Karim, Lemaignan ve Mondada (2015) tarafından ortaöğretim okullarında FeTeMM eğitiminde robotların kullanımı, öğretim ortamlarını yeniden revize etmeye ve öğrenmenin kalıcılığı için yeni öğrenme yolları bulmaya yönelik yapılan başka bir

çalışmada ise; matematik ve fen bilimleri derslerinde Robotik FeTeMM öğrenme faaliyetleri için mevcut robot platformlarını ve araçlarını alanyazına dayalı olarak incelenmiştir. Bu robotik protformları ve araçların sınıf ortamı için uygunluğu (maliyet, kullanım kolaylığı, öğretmen için faaliyetlerin yönetimi vb.) değerlendirilmiştir. Buna göre; robotik eğitim faaliyetlerinin öğrenmede öğrenciler üzerinde olumlu rol oynadığı, yaratıcı düşünceyi ve problem çözme becerilerini geliştirdiği, ayrıca robotlar ile etkileşimin öğrencilerin eğitime yönelik olumlu tutumlar geliştirmeleri ile birlikte öğrencilerin derse olan ilgilerini artırdığı savunulmaktadır.

Herger ve Bodarky (2015) bu çalışmasında yaptıkları atölye çalışmalarını bahsederek, atölye çalışmalarının etkinliğini getirme konusundaki önerilerini paylaşmışlardır. Bu çalışmada araştırmacılar ortaokul ve yüksekokul seviyesinde değişen sınıf düzeylerinde göre özelleştirilebilen çeşitli Arduino projeleri yaratmışlardır. Bu çalışmayı, Arduino Uno ve Raspberry kitleri aracılığıyla okullarda öğrencilerin elektronik devre kartlarının ve devre elemanlarının tanıtımı için tasarlanmışlardır. Araştırmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda, her uygulama modülünde mevcut, beceri seviyelerine göre değişebilecek bileşenleri uygulamışlar ve öğrencilerin, devre kartlarını, devre elemanlarını giyim veya aksesuar üzerine programlayıp gösterebildikleri donanımla çalışmaktan hoşlandıklarını tespit etmişlerdir. Çalışmada uygulamanın yapılacağı sınıfların yenilikleri paylaşılacakları, ekip çalışmasını ve akranlarıyla iş birliği içerisinde çalışmak üzere kurulması gerektiği konusunda öneride bulunmuşlardır.

Merino, Ruiz, Fernandez ve Gil (2016) çalışmalarındaki amaçlarını işbirlikli öğrenme yönteminin kullanıldığı robotik-kodlama tabanlı eğitim nesnesi tasarımı ile ilgili devam eden tasarım süreçlerinin gelişim evrelerinin özetleme olarak belirtilmiştir. Yaptıkları çalışmada eğitimsel robotik araçlara ve Arduino platformuna yer vermişlerdir. Araştırmacılar aracın donanımsal tasarımı, ürün tasarımı ve programlama şeklinde üç ana aşamaya ayırarak tasarlamışlardır. Bu aracı, okul öğrencileri için FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitim programlarının geliştirilmesi için uygulandığı belirtmişlerdir. Eğitsel robotik öğrenme nesnesi, kolayca yeniden uygulanabilirlik, aracın modüler yetenekleri, yeniden revize edilebilmesi ve öğrenme sürecinde öğrencilerin motivasyonlarını artırma amacına uygunluk gibi 4 farklı alt boyuttaki özellikleri kapsayacak şekilde tasarlamışlardır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, geliştirilen bu eğitsel robotik tasarım uygulamasının bütçe olarak da uygun maliyetli olacağına vurgu yapmışlardır.

2.5.2. İlgili Yurtiçi Araştırmalar

FeTeMM eğitimi üzerine yapılan yurt içi çalışmaları incelediğimizde öğretmenlerin FeTeMM tabanlı uygulanan etkinlik hakkında görüşlerini alan çalışmaların giderek arttığı görülmektedir (Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015; Karahan, Canbazoglu-Bilici ve Ünal, 2015; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Yamak ve diğerleri, 2014).

Çavaş (2005)'in çalışması İzmir'de yer alan özel bir ilköğretim kurumunda 'Robotics Club' adı altında oluşturulan kulübün faaliyetleri kapsamında hazırladığı proje çalışması görülmektedir. Araştırmacılar "Teknoloji Tabanlı Öğrenme: Robotics Club" adlı çalışmasında 10-13 yaş arasında değişen öğrencilerin robot ve bilgi, iletişim teknolojileri konusunda bilgi ve beceriler edinmesi için üniversite öğretim elemanları ile birlikte projeler oluşturmak üzere bir araya geldikleri bir araştırma ve öğrenme ortamı tasarlamıştır. Bu öğrenme ortamında görsel programlama, elektronik kontrol teknolojileri ve programlanabilir Lego parçaları gibi görselleştirme ve somutlaştırma araçları yer almaktadır. Pedagojik açıdan, yapılandırmacı kuram ışığı altında probleme dayalı öğrenme, yaratıcı problem çözme ve işbirlikli öğrenme yaklaşımları ele alınmaktadır. Elde edilen araştırma sonuçları bilgisayar yardımıyla robot programlama gibi soyut öğrenme becerilerinin ilköğretim seviyesinde geliştirilmesinde görsel ve somutlaştırma araçlarının önemli roller oynadığını göstermektedir.

Marulcu ve Sungur (2012) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada Fen Bilimleri öğretmen adaylarının mühendisliği nasıl algıladıklarını ve mühendislik tasarım yaklaşımını yöntem olarak nasıl gördüklerinin incelenmesi amacıyla bir tarama yöntem araştırması yapmışlardır. Araştırmanın verileri farklı veri toplama yöntemleri (likert tipi çoktan seçmeli, açık uçlu soru ve bir serbest çizim sorusundan oluşan) içinde barındıran anket yardımıyla toplanmıştır. Araştırmanın katılımcı grubunu, 2011-2012 akademik eğitim öğretim yılında Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde son sınıfta öğrenim görmekte olan 44 öğretmen adayı ile oluşturulmuştur. Veri toplama aracı olan ankette öğretmen adaylarından mühendisliğin önemi hakkında, mühendislik kavramını ne kadar tanıdıkları ve mühendislerin özellikleri ile ilgili 3 farklı alt boyuttaki soruları cevaplamaları istenmiştir. Mühendislik hakkındaki bilişsel altyapılarının değerlendirilmesi için de mühendislik ile ilgili serbest çizim yapımları istenmiş ve elde edilen veriler kodlama sistemiyle değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının mühendislikle ilgili temel bilgilere sahip olduklarını

ancak mühendislik tasarım sürecine fen ve teknoloji disiplinlerindeki kavramların öğretiminde kullanabilecekleri kadar yeterli olmadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının yarıya yakınının mühendislik öğrenmenin fen eğitimi üzerinde olumlu yönde etki yapacağı için önemli olduğunu düşündüklerini ve kendilerinin mühendislik tasarım sürecine aşına oldukları dile getirdikleri belirlenmiştir. Araştırmacılar, Fen Bilimleri dersi öğretim programının mühendislik tasarım süreç becerilerinin öğretimini de içerecek şekilde yeniden revize edilmesi gerektiğini ve buna bağlı olarak eğitim fakültelerinin fen bilgisi öğretmeni yetiştiren programlarında da mühendislik tasarım sürecinin öğretilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Özdoğru (2013) tarafından yapılan bu çalışmada, İlköğretim 6. sınıf Fen ve Teknoloji öğretim programı içerisinde yer alan “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanına ait bazı kazanımların öğretiminde Lego Mindstorms NXT 2.0 robotik kodlama kiti ile öğretimin gerçekleşmesi öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve Fen ve Teknoloji dersine yönelik tutumlarına olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada ön-test ve son-test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu İzmir ili Buca ilçesinde yer alan bir ortaokulda öğrenim görmekte olan toplam (n=52) öğrenci oluşturmuştur. Çalışma planı 5 haftalık bir sürede uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler ile Lego Mindstorms NXT 2.0 robotik kodlama kiti desteğiyle öğretim yapılırken, kontrol grubundaki öğrencilerle 2005 yılında yeniden yapılandırılan öğretim programına uygun olan öğretim yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Veri toplama araçları olarak; “Akademik Başarı Testi”, “Fen ve Teknoloji dersine yönelik tutum ölçeği”, “Bilimsel Süreç Becerileri Testi” ve “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılmıştır. Verilerin istatistik paket programı olan SPSS 15 kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma verilerinin analizi sonucunda, Lego Mindstorms NXT 2.0 robotik kodlama kitinin kullanımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, akademik başarıları, fen ve teknolojiye yönelik tutumları üzerinde olumlu yönde etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, öğrenme ortamlarının robotlarla zenginleştirilmesi öğrencilerin başta fen ve teknoloji dersi olmak üzere derslere yönelik motivasyonlarını önemli bir şekilde artırdığı görülmektedir.

Marulcu ve Höbek (2014) tarafından yapılan bu çalışmada, alternatif enerji kaynaklarını mühendislik tasarım süreci yöntemi ile 8. sınıf da öğrenim gören öğrencileri öğretmeyi amaçlamışlardır. 2013 yılında uygulanan bu çalışmada kontrol grubunda 44 öğrenci, deney grubunda ise 52 öğrenci bulunmaktadır. Kontrol grubundaki öğrenciler ile

alternatif enerji kaynakları ile ilgili Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) onaylı ders kitabındaki etkinlikler yoluyla ders işlenirken, deney grubu öğrencilerine mühendislik tasarım süreci yöntemi kullanılarak geliştirilmiş olan etkinlikler yoluyla ders işlenmiştir. Alternatif Enerji Kaynakları başarı testi her iki gruba da uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında veri toplamak için uygulanmıştır. Çalışmanın verilerden elde edilen sonucuna göre etkin bir biçimde fen öğretiminin mühendislik tasarım süreci yöntemi ile de yapılabileceğini belirlemişlerdir.

Sungur Gül ve Marulcu (2014) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının ve fen bilgisi öğretmenlerinin yöntem olarak mühendislik-tasarım ve ders materyali olarak robotik kodlama kiti olan legolara bakış açılarının incelenmesini amaçlamışlardır. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada 26 fen bilgisi öğretmen adayı ile 22 fen bilgisi öğretmenin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada öğretmen ve öğretmen adaylarından oluşan iki gruba çalışma konusu hakkında seminer düzenlenmiş seminerin başlangıcında ve sonunda her iki gruba da mühendislik-tasarım ve robotik kodlama kiti olan legolarla ilgili anket uygulanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin analizinden öğretmenlerin mühendisliğin önemi ve mühendisliğe tanıma ile robotik kodlama seti olan Legoların kullanımının önemi ve Legoları tanıma konularında, ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunurken, bunun yanında ise mühendisliğin ve mühendislerin özelliklerine ilişkin ön test-son test puanlarında anlamlı bir fark görülmemiştir. Öğretmen adaylarının ise söz konusu alt boyutların hepsine yönelik ön test-son test puanları arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda ayrıca öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik kavramları hakkında oldukça bilgi sahibi olduklarını ancak fen eğitiminde yöntem olarak mühendislik tasarım süreci ve ders materyali olarak robotik kodlama seti olan legoları kullanacak düzeyde yeterliliğe sahip olmadıkları tespit edilmiştir.

Koç ve Büyük (2015) tarafından yapılan “Robotik Destekli Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları: Robolab” isimli çalışmada, İlköğretim 7. sınıf Fen ve Teknoloji dersi “Kuvvet ve Hareket” öğrenim alanına eğitsel robotik kitlerin desteğiyle yapılan deneylerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile Fen ve Teknoloji dersine yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Kayseri ilinde bir ilköğretim okulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri (n=40) oluşturmuştur. Araştırmanın çalışma grubundan deney (n=20) ve kontrol (n=20) grubu olmak üzere iki

grup oluşturulmuştur. Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde nitel ve nicel verilerin birlikte toplandığı karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak “Bilimsel Süreç Becerileri Testi” ve “Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Motivasyon Ölçeği”; nitel veri toplama aracı olarak ise “Öğrenci Etkinlik Günlükleri” kullanılmıştır. Deney grubunda “Kuvvet ve Hareket” ünitesi ile ilgili deneysel etkinlikler “Robotik Kulübü” kapsamında eğitsel robotik kitleler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise aynı etkinlikler müfredattaki haliyle yugulamadaki öğretim anlayışı kullanılarak uygulanmıştır. Elde edilen nicel veriler istatistik paket programı olan SPSS 15 aracılığıyla, öğrenci etkinlik günlüklerinden elde edilen nitel veriler ise betimsel analize kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, eğitsel robotik destekli fen deneylerinin gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile Fen ve Teknoloji dersine yönelik motivasyonu kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak eğitsel robotiğin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve Fen ve Teknoloji dersine yönelik motivasyonlarını üzerine anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir.

Altan, Yamak ve Kırıkkaya (2016) çalışmasında, FeTeMM eğitimine göre hazırlanan Tasarım Temelli Fen Eğitimi süreci fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmış ve fen bilgisi öğretmen adaylarının süreç hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Durum araştırma yöntemi uygulandığı çalışmada çalışma grubunu 6 öğretmen adayı oluşturmuştur. Öğretmen adayları eğitim sürecinin motive edici ile sorgulamaya dayalı öğretimi güçlendirici olduğunu belirttiklerini vurgulamışlardır. Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerinin sonucunda mühendislik tasarım sürecinin en faydalı yönlerinden yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması, büyük tasarım süreç görevleri motive edici olması, anlamlı öğrenmeyi sağlaması ve sorgulamaya dayalı olması gibi özelliklere dikkat çektikleri belirtilmiştir.

Çömek ve Avcı (2016) yaptıkları çalışmada, robotik tabanlı fen öğretim uygulamaları hakkında fen bilgisi öğretmenlerinin görüşleri incelenmiştir. Çalışma grubunu İstanbul ilindeki ortaokullarda görev yapmakta olan 10 Fen Bilgisi öğretmeni oluşturmaktadır. Bu öğretmenler robotiğin fen eğitiminde nasıl kullanılabileceğini ilişkin bilgisi olan öğretmenlerden seçilmiştir. Sonuç olarak robotik uygulamaları fen eğitiminde akademik başarı, derse yönelik tutum, motivasyon ve derse yönelik katılım gibi değişkenler üzerinde olumlu katkıları bulunmaktadır.

Silik (2016) çalışmasında, Fen Bilgisi öğretmen adayları için uygun Lego öğrenme ortamı

oluşturarak, öğretmen adaylarının lego öğrenme ortamında problem çözme becerilerine etkisini araştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Karma araştırma yöntemine göre yürütülen bu çalışma 2015-2016 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan 2. Sınıf öğrenim gören 12 öğretmen adayı ve 3. Sınıfta öğrenim gören 3 öğretmen adayı olmak üzere toplam 15 Fen Bilgisi Eğitimi öğretmen adayı ile 6 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nitel veriler; araştırmacı tarafından hazırlanan alan notları, öğretmen adayları ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler ve video kaydı ile, nicel veriler ise; problem çözme becerileri ölçeği ile toplanmıştır. Çalışma sonunda; Fen bilgisi eğitimi öğretmen adaylarının mevcut problem çözme becerileri ile 6 haftalık ders süreci sonundaki problem çözme becerileri arasında olumlu yönde bir farklılaşma olduğu fakat; bu farklılaşmanın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan öğretmen adaylarının Lego öğrenme ortamı içerisinde problem çözme becerilerinden “Keşif becerileri”, “Gözlem Becerileri”, “Pratik beceriler” ve “Sosyal beceriler” aşamalarını kullandıkları gözlenmiştir.

Çankaya, Durak ve Yünkül (2017) yaptığı araştırmada, robotlar ile programlama konusunda eğitim alan öğrencilerin başarıları ve görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 9 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencileri bir hafta boyunca robotlar yardımı ile programlama konusunda eğitim verilmiştir. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevapları değerlendirdiğimizde verilen eğitimin yararlı olduğunu söyleyebiliriz.

Sefer (2017)'in yüksek lisans tez çalışmasının amacı, Arduino robotik-kodlama deney setleri ile tasarlanan Kimya deneylerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilişim teknolojileri ve kimya dersine yönelik öz yeterliklerine etkisinin incelenmesidir. Bu araştırmada deneysel araştırma modellerinden biri olan ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma modeli kullanılmıştır. Bu araştırmanın çalışma grubunu Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Deney (29 öğretmen adayı) ve kontrol (32 öğretmen adayı) grubundaki öğretmen adaylarına uygulama öncesi ön-test ve uygulama sonrası son-testler yapılmıştır; deney grubu ile doğrulayıcı yaklaşıma dayalı Arduino mikroişlemci arayüzlerle tasarlanan kapalı uçlu kimya deneyleri ile ders işlenmiş iken; kontrol grubu ile de doğrulayıcı yaklaşıma dayalı kapalı uçlu deneyler ile ders işlenmiştir. Araştırma sonucuna göre Arduino mikroişlemci arayüzlerle tasarlanan kimya

deneylerinin öğretmen adaylarının kimya öz yeterlikleri üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir. Ancak öğretmen adaylarının bilişim teknolojileri öz yeterlikleri üzerine olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Başaran (2018) tarafından yapılan bu çalışmada, fen bilgisi öğretmenliği Genel Fizik Laboratuvarı II dersinde elektrik öğrenme alanı ile ilgili deneylerinde Arduino'nun tanıtılması, Arduino ile çeşitli ölçümlerin alınması, devre çizimleri için Fritzing programından yararlanılması, deneylerde poster hazırlanması ve poster çalışmalarının gönderimi için e-destek sisteminin kullanılmasının öğrencilerin fizik laboratuvarına, bilgi ve iletişim teknolojilerine (BİT) yönelik tutumlarına etkisi ve uygulamalara yönelik yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin, tutum testlerindeki sonuçları destekleyip desteklemediğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda araştırmada karma araştırma modeli kullanılmış ve desen olarak iç içe karma desen tercih edilmiştir. Araştırma Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören 50 öğretmen adayı ile yapılmıştır. Araştırma verilerinin analizi sonucunda çalışma grubundaki tüm öğretmen adayları fizik laboratuvarına, teknolojiye ve BİT'e yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık meydana geldiği tespit edilmiş, nitel araştırmalar elde edilen verilerle de desteklenmiştir.

Akçay (2018) öğretmen adaylarıyla yapmış olduğu çalışmada Robotik FeTeMM tabanlı uygulamalarında LEGO Mindstorms eğitsel robotik setlerine kullanarak, böcek yaşamını taklit edebilen robotlar tasarlayarak öğretmen adaylarının akademik başarılarını, bilimsel süreç becerilerini ve derse karşı motivasyonlarını incelemiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan 42 öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Deney (25 öğretmen adayı) ve kontrol (17 öğretmen adayı) grubundaki öğretmen adaylarına uygulama öncesi ön-test ve uygulama sonrası son-testler yapılmıştır; deney grubu ile LEGO mindstorms kullanılarak robotik FeTeMM uygulamaları ile böcek yaşamı incelenirken kontrol grubunda ise böcek yaşamı derslerde genel kullanılan yöntemlere baz alınarak işlenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak "erişi testi", "bilimsel süreç becerileri testi" ve "motivasyon ölçeği" kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 22 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucu olarak; Robotik FeteMM uygulamaları ile öğretmen adaylarının, akademik bilgi ve becerilerinin arttığı bunun yanında kodlama ve programlama becerileri kazandıklarının, derse yönelik motivasyonlarının artarak geliştiğini, bilimsel süreçleri

uygulama ile ilgili bilgi ve becerilerinin artarak geliştiğinin tespit edilmiştir.

Akbıyık (2019) tarafından yapılan bu çalışmada, Arduino mikrodenetleyici kartına kullanılarak yapılan uygulamalarda öğrencilerin programlama öz-yeterlikleri ve problem çözme becerileri üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma kapsamında ortaöğretim kademesinde öğrenim gören 30 öğrenciye 11 hafta süren uygulama eğitimi yapılmıştır. Çalışmada eylem araştırma deseni temel alınmıştır. Araştırmanın elde edilen verilerinin sonucuna göre öğrencilerin öz-yeterlikleri ve problem çözme becerileri arasında ön-test ve son-test arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Arduino mikrodenetleyici uygulamalarının öğrencilerin programlama öz yeterliklerini ve problem çözme becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan etkinliklerin öğrenmede kalıcılığı sağladığı ve öğrencilerin Arduino mikrodenetleyici kartına ilgisinin arttığı görülmektedir. Buna göre öğrencilerin Arduino, mBot, Lego vb. gibi robotik-kodlama uygulamaların olduğu eğitimler öğrencilerin programlama özyeterliklerini ve problem çözme becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde FeTeMM uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve öğretmen adaylarında olumlu etkiler bıraktığı görülmüştür. Öğrencilerin akademik başarıları, derse olan motivasyonları, eleştirel düşünme becerileri, yaratıcılık ve problem çözme becerileri gelişmiş; ürüne ulaştıklarında, öğrendikleri bilgilerin işe yaradığını fark etmişlerdir ve daha fazla bilgiye ulaşmak istedikleri görülmüştür. FeTeMM Eğitimi ve Mühendislik uygulamalarının FeTeMM eğitimi alan öğrencilerin mühendislik mesleğine olan tutumlarının arttığını ve mühendis olmayı istediklerini tespit etmiştir. FeTeMM eğitiminin uygulama yöntemlerinden biri olan Robotik FeTeMM alanında kullanılan eğitsel robotik setlerin eğitim alanında kullanılan çalışmaları incelediğimizde karşımıza çalışma gruplarının genelde ilkokul ve ortaokul eğitim kademelerinde öğrenim gören öğrencilerden oluştuğu görülmüştür. Bu bağlamda Arduino gibi elektronok robotik setler kapsamında değerlendirilen ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin öğrenme alanlarını kapsayan kompleks robotlar yapılabilmesine olanak sağlayan kitler yerine Lego Mindstorms, Vex IQ, Makeblok mBot, BeeBot gibi öğrencilerin daha kolay uygulamalar geliştirebileceği mekanik robotik setler ön plana çıkmaktadır. Arduino Platfirmu ise daha çok karşımıza mühendislik alanında yapılan çalışmalarda kullanıldığı görülmektedir. Buna rağmen Arduino robotik kodlama setlerin eğitim ortamlarında popülerliği giderek arttığından bu alanda yapılan çalışmalarda rastlamak mümkündür. Fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının diğer alanlardaki meslektaşlarına

göre teknolojiyi sınıf ortamlarında kullanma zorunlulukları daha fazladır. Bu bağlamda Arduino mikrodenetleyici platformunun fen eğitiminde kullanımının olumlu etkisinin olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle araştırma fen bilimleri öğretmen adayları üzerinde yürütülmüştür. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmada uygulanan model, araştırma deseni, araştırma evreni, örneklem gruplarının tanımı, veri toplama araçları, işlem yolu ve verilerin çözümlenmesinde yararlanılan istatistiksel yöntem ve teknikler açıklanmıştır.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırmada; deneysel desen türleri arasından tek grup ön test – son test deseni kullanılmıştır. Deneysel desenler, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisini test etmek için kullanılmaktadır (Cohen ve Manion, 1997; Fraenkel ve Wallen, 1996; Gay, 1996; Gay ve Airasian, 2000). Tek grup ön test - son test deneysel desen modeline göre, deneysel işlemin etkisi tek bir grup üzerinden yapılan çalışmayla test edilir (Cohen ve Manion, 1997; Gay, 1996; Gay ve Airasian, 2000). Katılımcılardan bağımlı değişkene ait ölçümleri elde edebilmek için veri toplama araçlarıyla uygulama öncesinde ön test, uygulama sonrasında son test olmak üzere iki kez aynı katılımcılar ve aynı veri toplama araçlarını kullanarak elde edilir. Tek grup ön test – son test deseninde üzerinde çalışma yapılan gruba ait ön test ve son test değerleri arasındaki farkın anlamlılığı ölçülebilir (Büyüköztürk, Akgün, Karadeniz, Demirel ve Çakmak, 2017).

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, 2018 – 2019 Eğitim

ve Öğretim yılı bahar döneminde 4. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarıyla yürütülmüştür (n=23). Çalışma grubunda (n=23) dersler Arduino platformu kullanılarak robotik FeTeMM etkinlikleri ile yürütülmüştür. Çalışma grubu ait sayısal bilgiler Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Tablo 3.1.

Çalışma Grubu

Anabilim Dalı	Fen Bilgisi Öğretmenliği	
Sınıf	4. Sınıf	
Dersin Adı	Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı	
Dağılım	11 kadın	12 erkek
Toplam	23	

Çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı incelendiğinde, 11 kadın öğretmen adayı ve 12 erkek öğretmen adayı olmak üzere 23 katılımcıdan oluştuğu görülmektedir.

3.3. Araştırma Deseni

Araştırma deseninde Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. Sınıf Öğretmen adaylarından oluşan bir çalışma grubu (n=23) bulunmaktadır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2.

Deney Deseni

Grup	Ön - Test	Uygulanan Yöntem ve Etkinlikler	Son - Test
G	T1, T2	FeTeMM Tabanlı Arduino Robotik Etkinlikleri	T1, T2

3.4. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmanın verileri, aşağıda belirtilen veri toplama araçları kullanılarak toplanmıştır;

Ön-Testler

1. T₁: Erişî Testi (ERT) (Ek 1)
2. T₂: Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği (MTB) (Ek 2)

Son-Testler

1. T₁: Erişî Testi (ERT) (Ek 1)
2. T₂: Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği (MTB) (Ek 2)

Çalışma grubunda yukarıda belirtilen ERT ve MTB; ön-test ve son-test olarak araştırmanın başlangıcında ve sonunda her iki test aynı katılımcılara tekrardan uygulanmıştır.

3.4.1. Erişî Testi

Robotik FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerinde anlamlı farklılığa neden olup olmadığının belirlenmesi amacıyla;

1. Sinir hücresinin yapısı ve kısımları
 - a. Çekirdek (Soma)
 - b. Dendrit
 - c. Akson
2. Sinir hücresinin çeşitleri
 - a. Nöronlar
 - b. Glia hücreleri
3. Sinir hücresinde impuls oluşumu
4. Sinir hücresinde impuls iletimi
5. Miyelinli sinir hücresinde impuls iletimi
6. Sinir hücresinde meydana gelen elektriksel değişim: Aksiyon Potansiyeli
7. Sinapslar da impuls iletimi
8. Nörotransmitter maddelerin özellikleri ve çeşitleri
9. Merkezi sinir sistemi ve yapıları
 - a. Beyin
 - i. Serebral korteks (Cerebrum)

- ii. Serebral korteks yapıları
 - iii. Serebral korteksin bölümleri
 - iv. Somatik duyu alanı – primer motor alanı
 - v. Thalamus
 - vi. Hipotalamus
 - vii. Cerebellum (beyincik)
- b. Medulla spinalis (Omurilik)
10. Duyu organlarının özellikleri
11. Duyu reseptörlerinin yapısı ve özellikleri
12. Duyu reseptörlerinin çeşitleri
- a. Kemoreseptörler
 - b. Termoreseptörler
 - c. Mekanoreseptörler
 - d. Fotoreseptörler
 - e. Nöreseptörler ve Ağrı Reseptörleri
13. Göz ve Görme duyasu
- a. Görme duyasu
 - b. Gözün anatomik yapıları
 - c. Retina
 - d. Görme duyasu nasıl gerçekleşir?
 - e. Görme siniri (optik sinir)
14. Kulak ve İşitme duyasu
- a. Dış kulak
 - b. Orta kulak
 - c. İç kulak
 - d. İşitme duyasu (korti organı) ve mekanizması
15. Burun ve Koklama duyasu
- a. Burnun yapıları
 - b. Koklama duyasu ve mekanizması
16. Dil ve Tat alma duyasu
- a. Tat alma duyasu (tat tomurcukları) ve işleyişi
17. Deri ve Dokunma duyasu
18. Deride bulunan reseptörler

- a. Pacini cisimciği
- b. Meissner cisimciği
- c. Krause cisimciği
- d. Ruffini cisimciği
- e. Kıl kökü reseptörleri
- f. Serbest sinir uçları

konularındaki bilgi düzeylerini ölçmek amacıyla araştırmacı tarafından bir eriş testi hazırlanmıştır.

Bu testin hazırlanması için alanyazını taranmış ve uzman görüşleri doğrultusunda her bir kazanım için en az 1 soru bulunmasına özen gösterilerek 55 soruluk çoktan seçmeli bir test hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören 3. ve 4. sınıf öğretmen adayları üzerinde uygulanmıştır (n=76). Uygulamalar sonunda elde edilen veriler 'Test Analysis Program' (TAP) ve SPSS 22.0 programı ile çözümlenmiştir. TAP ile elde edilen veriler ışığında madde ayırt edicilik indeksi ' 0 ' ve altında değer alan 15 (4, 6, 11, 15, 19, 23, 25, 28, 32, 35, 36, 39, 45, 46, 50) maddeler çıkarılarak veriler tekrar analiz edilmiş ve aşağıdaki tablo 3.3 elde edilmiştir. Ayrıca madde ayırt edicilik indeks ' $0,19$ ' ve altında değer alan maddeler tekrardan gözden geçirilmiştir.

Tablo 3.3.

Ölçek Maddelerinin Ayırt Edicilik ve Güçlülük İndeksleri

Soru Maddeleri	Madde çıkarıldığında ölçeğin aritmetik ortalaması	Madde çıkarıldığında ölçeğin varyans değeri	Maddenin ölçeğin toplam korelasyonu ilişkisi (Ayırt edicilik indeksi)	Madde çıkarıldığında ölçeğin Cronbach's Alpha (Güvenilirlik) kat sayısı
Madde 1	13,28	31,936	0,188	0,756
Madde 2	13,39	32,695	0,163	0,761
Madde 3	13,53	32,039	0,255	0,754
Madde 5	13,33	31,797	0,221	0,755
Madde7	13,28	31,536	0,261	0,753
Madde 8	13,25	32,377	0,107	0,760
Madde 9	13,25	31,923	0,188	0,756
Madde 10	13,39	31,709	0,256	0,753
Madde 12	13,45	32,997	0,111	0,763
Madde 13	13,24	32,050	0,164	0,757

Madde 14	13,37	31,436	0,301	0,751
Madde 16	13,47	31,879	0,256	0,753
Madde 17	13,30	32,401	0,106	0,760
Madde 18	13,57	31,822	0,355	0,751
Madde 20	13,42	32,514	0,103	0,760
Madde 21	13,33	30,330	0,503	0,742
Madde 22	13,36	31,672	0,251	0,753
Madde 24	13,16	31,041	0,346	0,749
Madde 26	13,33	32,170	0,152	0,758
Madde 27	13,17	30,624	0,423	0,745
Madde 29	13,33	32,144	0,157	0,758
Madde 30	13,24	31,010	0,354	0,748
Madde 31	13,36	32,312	0,130	0,759
Madde 33	13,32	32,139	0,156	0,758
Madde 34	13,29	32,528	0,082	0,761
Madde 37	13,51	32,760	0,176	0,760
Madde 38	13,37	31,142	0,358	0,749
Madde 40	13,28	32,069	0,164	0,757
Madde 41	13,32	30,699	0,427	0,745
Madde 42	13,46	32,705	0,173	0,761
Madde 43	13,33	31,584	0,262	0,753
Madde 44	13,18	30,419	0,461	0,743
Madde 47	13,50	32,040	0,235	0,754
Madde 48	13,57	31,796	0,363	0,751
Madde 49	13,37	31,036	0,379	0,748
Madde 51	13,38	32,026	0,190	0,756
Madde 52	13,09	30,271	0,499	0,742
Madde 53	13,38	31,919	0,210	0,755
Madde 54	13,22	31,483	0,266	0,753
Madde 55	13,34	32,441	0,103	0,760

Tablo incelendiğinde erişi testinde yer alan 40 maddenin ayırt edicilik indeksinin 0.103 ile 0.503 arasında değiştiği görölmektedir. Testin ortalama ayırt ediciliği 0.23 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca testin güvenilirliğini ifade eden KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.759 olarak hesaplanmıştır ve hazırlanan testin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Geçerlik güvenilirlik çalışmaları sonucunda erişi testi toplam 40 madde olarak belirlenmiş ve bu çalışmada kullanılmıştır (Ek 1 ve Tablo 3.4).

Tablo 3.4.

“Eriş Testi”ne İlişkin Belirtke Tablosu

Konular	Hedefler	Bilişsel Alan					SORU SAYISI
		BİLGİ	KAVRAMA	UYGULAMA	ANALİZ	SENTEZ	
1. Sinir hücresinin yapısı ve kısımları					1.,2.		2
2. Sinir hücresinin çeşitleri		4.	3.				2
3. Sinir hücresinde impuls oluşumu		5.	6.				2
4. Sinir hücresinde impuls iletimi		7.,9.			8.,15.		4
5. Miyalinli sinir hücresinde impuls iletimi			12.		10.,11.,16.		4
6. Sinir hücresinde meydana gelen elektriksel değişim: Aksiyon Potansiyeli			14.		13.		2
7. Sinapslarda impuls iletimi		21.	20.		17.,18.		4
8. Nörotransmitter maddelerin özellikleri ve çeşitleri		19.					1
9. Merkezi sinir sistemi ve yapıları					24.,25.	22.,23.	4
10. Duyu organlarının özellikleri			26.				1
11. Duyu reseptörlerinin yapısı ve özellikleri		27.,28.					2
12. Duyu reseptörlerinin çeşitleri		29.	30.				2
13. Göz ve Görme duyusu		32.					1
14. Kulak ve İşitme duyusu		34.	38.				2
15. Burun ve Koklama duyusu		35.			36.		2
16. Dil ve Tat alma duyusu		33.,37.					2
17. Deri ve Dokunma duyusu			40.				1
18. Derideki reseptörler		31.,39.					2
TOPLAM		16	9		13	2	40

40 soru olarak belirlenen ve yeniden sıralandırılan eriş testi bir öğretmen adayı testten en az 0, en yüksek 100 puan alabilmektedir. Testteki her bir soru 2.5 puan üzerinden, testin tamamı ise toplam 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Testin her bir maddesi 5 seçeneklidir. SPSS 22.0 programı ile geçerlik ve güvenirlik çalışmaları

yapılan testin; deneysel işlem öncesi KR-20 güvenirlik katsayısı 0.75 olarak belirlenmiştir. Deneysel işlem sonrası testin KR-20 güvenirlik katsayısı ise 0.81 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5.

Erişi Testine İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması Sonuçları

Uygulamalar	Testin adı	Madde sayısı	n	KR-20	İki-yarı güvenirlik
Deneysel işlem öncesi	ERT	40	76	0.75	0.72
Deneysel işlem sonrası	ERT	40	23	0.81	0.72

Deneysel işlem öncesi hazırlanan sorular; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören 3. ve 4. sınıf öğretmen adayları üzerinde uygulanmıştır (n=76).

Deneysel işlem sonrası hazırlanan sorular; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören ‘‘Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı’’ dersini alan 4. Sınıf öğretmen adayları üzerinde uygulanmıştır (n=23).

3.4.2. Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği

Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerilerini ölçmek amacıyla; Moazzen, Miller, Wild, Jackson ve Hadwin (2014) tarafından ‘‘Engineering Desing Survey’’ adıyla geliştirilen ölçeğin Türkçeye uyarlanmış hali kullanılmıştır (Ek 2).

Ölçek başlangıçta 4’lü likert tipi özelliğine göre geliştirilmiştir. Moazzen ve diğerleri (2014) ilerleyen süreçte ölçeğin 5’li likert tipiyle denenmesini önermiştir. Bu sebeple bu araştırmada 5’li likert olarak kullanılmıştır.

Moazzen ve diğerleri (2014) ölçeği mühendislik projesi kapsamında öğrencilere verilen mühendislik ders programı sonrasında görüş alınarak geliştirmiştir. Ölçek mühendislik tasarım süreçleri ve tasarımda takım becerileri olmak üzere iki farklı kısımdan oluşmaktadır. İki farklı kısım da kendi içinde alt boyutlara sahiptir. Ölçeğin, dil geçerliliği uzmanlarla yapılan görüşmelerle sağlanmıştır. Moazzen ve diğerleri (2014) ölçeği geliştirirken, güvenirliğini, faktör analizi ve madde analiz hesaplamalarını yapmamıştır.

Mühendislik tasarım becerileri ölçeği, ‘‘Mühendislik Tasarım Süreçleri’’ ve ‘‘Tasarım Takım Becerileri’’ olmak üzere 2 kısımdan oluşmaktadır ve birinci kısımda 9 alt boyuta ayrılmıştır. Ölçeğin birinci kısmındaki 9 alt boyut için 57 madde kullanılmış olup, birinci kısım tasarım sürecini ölçmeye yöneliktir ve 5’li likert (Çok Kolay, Kolay, Orta, Zor, Çok Zor) tipindedir. Ölçeğin ikinci kısmı, 8 alt boyuttan oluşmaktadır ve 43 madde kullanılmış olup, ikinci kısım, grup çalışmasını ölçmeye yöneliktir ve 5’li likert (Çok Kolay, Kolay, Orta, Zor, Çok Zor) tipindedir.

Ölçme aracının, faktör yapısının, bu araştırmanın örnekleminde doğrulanıp doğrulanmadığını tespit etmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) gerçekleştirilmiştir. DFA, AMOS 21 programı aracılığıyla ve en yüksek olabilirlik yöntemi (Maximum Likelihood) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Arbuckle, 2008). Faktöriyel yapının, gözlemlenen değerlerle, uyum derecesinin belirlenmesi amacıyla CMIN/DF <5, RMSEA <0,08 ve RMR <0,08 uyum indekslerinin standart uyum ölçüt değerleri hesaplanmıştır (Bayram, 2013; Çokluk, Şekercioglu ve Büyüköztürk, 2012; Kline, 2011). DFA sonucunda 9 faktörlü ve 57 maddeli Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği’nin ‘‘Mühendislik Tasarım Süreçleri’’ kısmında yer alan maddelerden oluşturulan modelin bu araştırma kapsamında elde edilen verilerle kabul edilebilir bir uyum sergilediği saptanmıştır (CMIN/DF = 1,598; RMSAE = 0,073, RMR = 0,059). Benzer biçimde, 8 faktörlü ve 43 maddeli Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği’nin ‘‘Mühendislik Takım Becerileri’’ kısmında yer alan maddelerden oluşturulan modelin de araştırmanın verileriyle CMIN/DF = 2,009 ve RMR = 0,060 uyum indeksine göre kabul edilebilir bir uyum gösterdiği; RMSEA = 0,095 uyum indeksine göre düşük düzeyde uyum gösterdiği anlaşılmıştır. Kayalar (2018) tez çalışmasında mühendislik tasarım becerileri ölçeğini kullanmış ve Türkçe’ye uyarlamıştır. Kayalar (2018) tez çalışmasında kullanmış olduğu ölçme aracının faktör yapısının örnekleminde doğrulanıp doğrulanmadığını belirlemek amacıyla DFA gerçekleştirmiştir. DFA sonuçlarına göre; ölçeğin, ‘‘Mühendislik tasarım süreçleri’’ bölümünde yer alan maddelerden oluşturulan modelin bu araştırma kapsamında elde edilen verilerle iyi bir uyum gösterdiği saptanmıştır (CMIN/DF = 1,713; RMSEA = 0,055; RMR = 0,062). Benzer biçimde bu çalışmanın ölçeğin ‘‘Mühendislik tasarım süreçleri’’ bölümünden elde ettiği DFA sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Bunun yanında ölçeğin, ‘‘Tasarımda Takım Becerileri’’ Bölümünde yer alan maddelerden oluşturulan modelin de araştırmanın verileriyle CMIN/DF = 3,549 uyum indeksine göre kabul edilebilir bir uyum gösterdiği;

RMSEA = 0,104 ve RMR = 0,084 uyum indekslerine göre düşük düzeyde uyum gösterdiği anlaşılmıştır. Benzer biçimde RMSEA uyum değerleri her iki çalışmada da düşük düzeyde uyum gösterdiğini görmekteyiz.

Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği'nin "Mühendislik Tasarım Süreçleri" kısmının alt boyutlarının Cronbach's alfa katsayıları;

1. Hedefleri belirleme alt boyutu- 0,76
2. Plan yapma alt boyutu- 0,77
3. Bilgi toplama alt boyutu- 0,76
4. Alternatif tasarım üretme alt boyutu- 0,81
5. Alternatif tasarım seçme alt boyutu- 0,86
6. Modelleme alt boyutu- 0,86
7. Tasarım revizyon alt boyutu- 0,88
8. Raporlama alt boyutu- 0,83
9. Sunum alt boyutu- 0,89

Mühendislik tasarım süreçleri kısmının genel KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,97 olarak hesaplanmıştır.

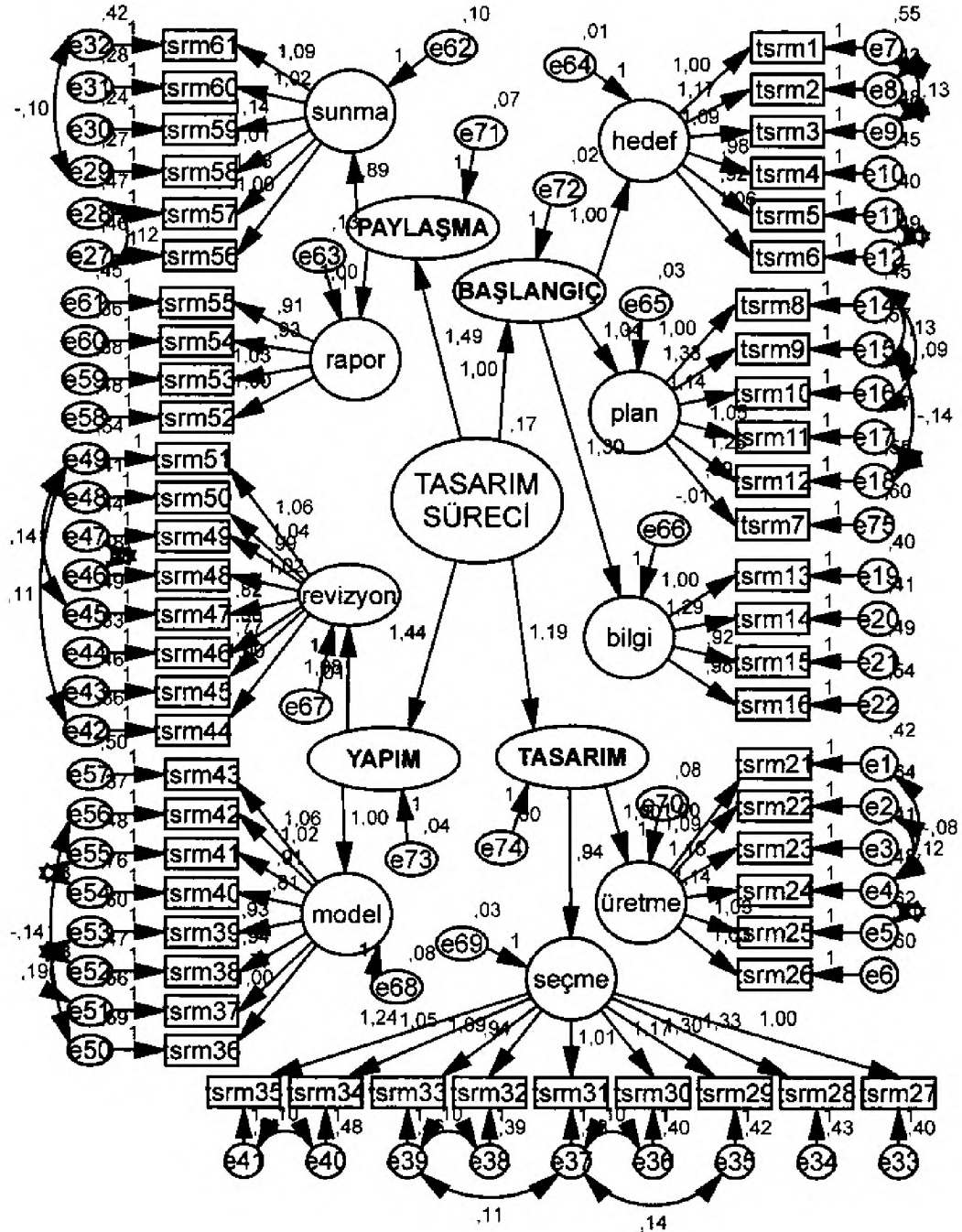
Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği'nin "Mühendislik Takım Becerileri" kısmının alt boyutlarının Cronbach's alpha katsayıları;

1. Roller ve sorumluluk alt boyutu- 0,89
2. Takım iklimi alt boyutu- 0,89
3. Zaman ve görev yönetimi alt boyutu- 0,86
4. Takım iletişim alt boyutu- 0,92
5. Planlama alt boyutu- 0,85
6. Uyarılama alt boyutu- 0,86
7. İzleme ve değerlendirme alt boyutu- 0,84
8. Stratejik çalışma alt boyutu- 0,82

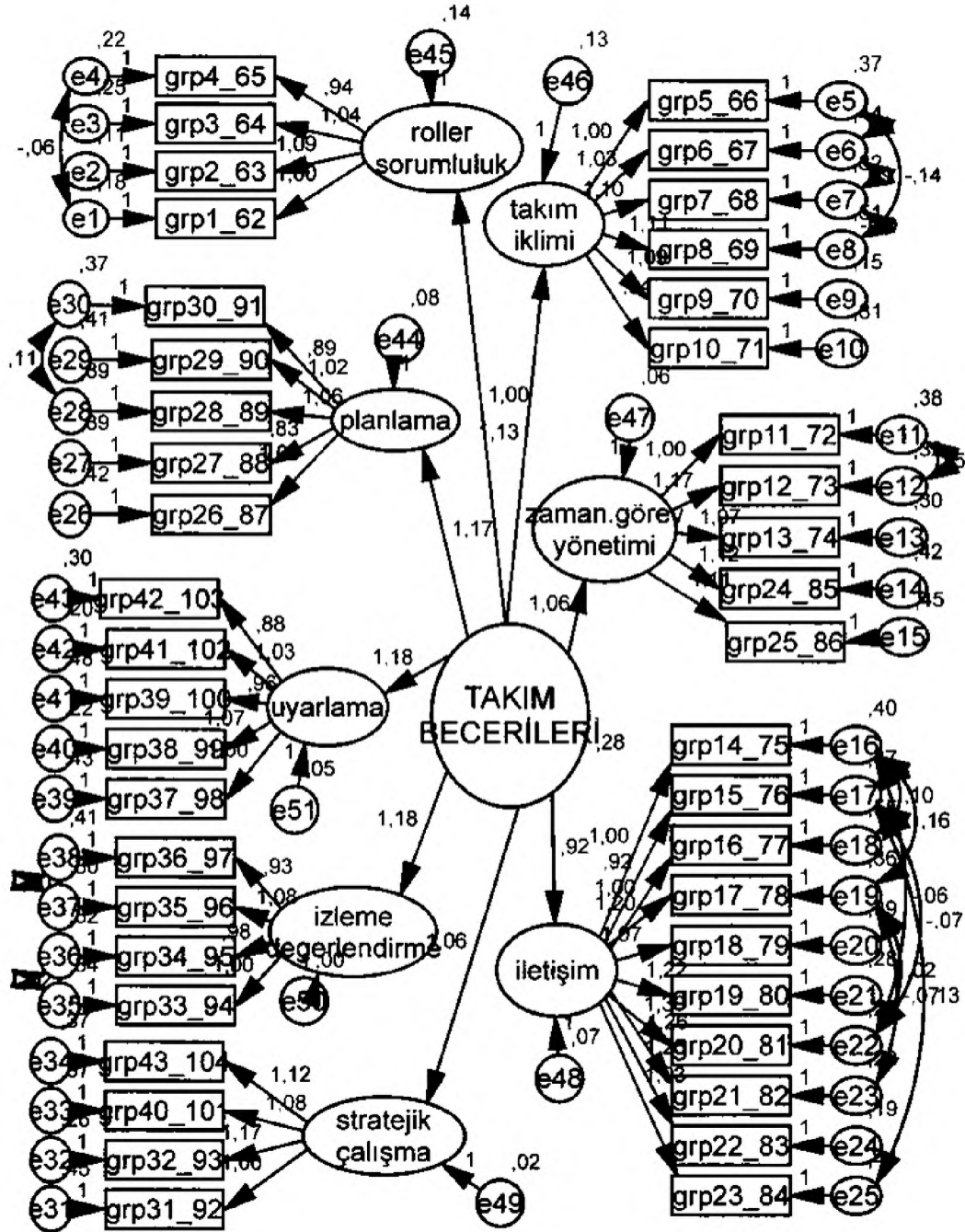
Tasarımda Takım Becerileri kısmının, genel KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,97 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, söz konusu ölçme araçlarının, yapı geçerliliği ile iç tutarlılık güvenilirliklerinin, bu araştırmanın örnekleme kapsamında tatmin edici olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda Kayalar (2018) tez çalışmasında Mühendislik Tasarım Ölçeğinin her iki bölümünün Cronbach alfa katsayıları 0,96 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular gösteriyor ki her iki tez çalışmasında Mühendislik Tasarım Ölçeğinin yapı

geçerliliği ve iç tutarlılık güvenilirliği açısından araştırmanın örnekleminde kullanımının uygun olduğunu görmekteyiz.

Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeğinin “Mühendislik Tasarım Süreçleri” Şekil 3.1, “Tasarımda Takım Becerileri” Şekil 3.2’te gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Mühendislik tasarım süreçleri 1. kısmının alt boyutları



Şekil 3.2 Tasarımda takım becerileri 2. kısmının alt boyutları

Mühendislik Tasarım Süreçleri'ne (I. Kısım) ilişkin olarak 9 alt boyuta ait örnek maddeler aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14).

Tablo 3.6.

Hedefleri Belirleme Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
1. Firmanın sizden talep ettiği tasarımın özelliklerini tam olarak belirleme (Tasarımı isteyen kim olduğunu bildiğinizi ve tasarımı isteyen tam olarak ne istediğini)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
2. Tasarım için uygun bir hedef plan oluşturma (tasarımın özelliklerine uygun, kısa, genel ve kusursuz bir açıklama yapma)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.6’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Hedefleri Belirleme Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.7.

Plan Yapma Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
7. Tasarım sürecinde karşılaşılabilecek problemleri çözmek için yeterli zaman ayırma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
9. Tasarımın her aşamasında yapılacak işler için gerekli zamanı belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.7’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Plan Yapma Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.8.

Bilgi Toplama Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
14. Gerekli olan bilgilere ulaşabilmek için uygun kaynaklar belirleme (endüstriyel standartlar, kitaplar, ders kitapları, kullanma kılavuzu, bilimsel dergiler, konferans makaleleri, gazeteler, şirket katalogları ve broşürleri)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
15. Toplanan bilginin tasarımın geliştirilmesinde karşılaşılan problemleri ne kadar çözebildiğini belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.8’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Bilgi Toplama Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.9.

Alternatif Tasarım Üretme Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
17. Etkili tasarımın geliştirilebilmesi için alternatif çözümler üretme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
18. Kalıpların dışına çıkma (bilinen tasarımların ötesinde sıra dışı ve/veya yaratıcı düşünme)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.9’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Alternatif Tasarım Üretme Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.10.

Alternatif Tasarım Seçme Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor (ÇZ)
23. Alternatif çözümleri değerlendirebilmek için uygun kriterler belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
24. Her bir alternatif çözümün performansını teknik açıdan değerlendirme (örn., temel teorileri analiz etmek, bilgisayar simülasyonları kullanmak, pratik deneyler yapmak vb.)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.10’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan “Alternatif Tasarım Seçme Boyutu”na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.11.

Modelleme Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
33. Tasarımın farklı bileşenleri arasındaki ilişkileri önceden tespit etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
34. Tasarımın bileşenlerinin nasıl bir araya geldiğini gösteren taslak bir çizim yapma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.11’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan “Modelleme Boyutu”na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.12.

Tasarım Revizyon Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
40. Gerekğinde problem tanımını revize etme veya değiştirme (ihtiyaçlar değiştiğinde veya ihtiyacı yeniden değerlendirmeniz gerektiğinde)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
41. Gerekğinde tasarımın amaçlarını revize etme veya değiştirme (Tasarım projesinin kapsamını genişletmek veya daraltmak)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.12’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan “Tasarım Revizyon Boyutu”na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.13.

Raporlama Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
48. Tasarım raporunu açık ve anlaşılır bir şekilde yazma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
49. Teknik raporlarda tüm kilit başlıklara yer verme (örn., başlık sayfası, özet, içindekiler tablosu, giriş, sonuçlar ve tartışma, sonuçlar, öneriler, referanslar ve ekler)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.13’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Raporlama Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.14.

Sunma Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
52.Tasarımı etkili bir şekilde, sözlü olarak sunma (örn., anlaşılır, duyulabilir, uygun bir hızla, doğal bir ses tonuyla)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
53.Teknik sunumda bulunması gereken verileri/cümleleri uygun bir şekilde kullanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.14’de Mühendislik Tasarım Süreçleri (I. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Sunum Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tasarımda Takım Becerileri’ne (II. Kısım) ilişkin olarak 8 alt boyuta ait örnek maddeler aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22).

Tablo 3.15.

Roller ve Sorumluluk Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
58. Gruptaki görev ve sorumluluklarını bilme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
59. Gruptaki görev ve sorumlulukları yerine getirme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.15’de Tasarımda Takım Becerileri (II. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Roller ve Sorumluluk Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.16.

Takım İklimi Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
62. Grup üyelerinin kişisel farklılıklarını kabul etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
63. Grup üyelerinin farklı çalışma tarzlarını benimseme ve uyum gösterme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.16’de Tasarımda Takım Becerileri (II. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Takım İklimi Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.17.

Zaman ve Görev Yönetimi Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
68. Grup çalışmalarında zamanı etkili kullanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
69. Grup hedeflerine belirlenen zamanda ulaşma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.17’de Tasarımda Takım Becerileri (II. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Zaman ve Görev Yönetimi Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.18.

Takım İletişimi Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
71. Diğer grup üyeleri konuşurken dinleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
72. Grup üyelerinin konuşmalarını müdahale etmeden dinleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.18’de Tasarımda Takım Becerileri (II. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Takım İletişimi Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.19.

Planlama Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
83. Grup içinde ortak hedefler oluşturma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
84. Tüm grup üyeleri arasında ortak çalışma standartları üzerinde anlaşmaya varma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.19’de Tasarımda Takım Becerileri (II. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Planlama Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.20.

Uyarlama Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
98. Grubun ortak amaçlarına ulaşabilmesi için farklı grup üyelerinin bilgi ve becerilerinden faydalanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
99. Grubun ortak amaçlarına ulaşabilmesi için farklı grup üyelerinin bireysel çabalarından faydalanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.20’de Tasarımda Takım Becerileri (II. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Uyarlama Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.21.

İzleme ve Değerlendirme Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
90. Grubun ortak amaçlarına ulaşabilmesi için farklı grup üyelerinin bilgi ve becerilerinden faydalanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
91. Grubun ortak amaçlarına ulaşabilmesi için farklı grup üyelerinin bireysel çabalarından faydalanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.21’de Tasarımda Takım Becerileri (II. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘İzleme ve Değerlendirme Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

Tablo 3.22.

Stratejik Çalışma Alt Boyutu

Maddeler	Çok Kolay (ÇK)	Kolay (K)	Orta Zorlukta (OZ)	Zor (Z)	Çok Zor(ÇZ)
97. Her bir grup üyesinin hangi konularda iyi olduğuna karar verme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
100. Projede başarılı olabilmek için stratejik bir çalışma planı yapma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Tablo 3.22’de Tasarımda Takım Becerileri (II. Kısım)’nin alt boyutlarından olan ‘‘Stratejik Çalışma Boyutu’’na örnek maddeler verilmiştir.

3.5. İşlem Yolu

Bu araştırma ile ilgili işlemler; 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılı Bahar yarıyılında, testlerin ve ölçeklerin uygulanması dâhil olmak üzere 14 haftalık bir sürede tamamlanmıştır. Deneysel desene göre yürütülen araştırmada gerçekleştirilen işlemler, aşağıda sırasıyla verilmiştir.

3.5.1. Çalışma Grubunun Oluşturulması

Araştırma; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim dalında öğrenim gören 4. Sınıf öğretmen adayları ile yürütülmüştür (n=23). Araştırmanın örneklemi, yarıyıl başında, kayıt haftasında “Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı” dersini seçen öğretmen adaylarından oluşan tek bir araştırma grubu şeklinde (seçkisiz atama ile) belirlenmiştir.

3.5.2. Çalışma Grubuna Ön Testlerin Uygulanması

Araştırmanın örneklem grubunu oluşturan çalışma (n=23) grubuna Erişi Testi ve Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği ön-testler olarak uygulanmıştır.

3.5.3. Çalışma Grubunda Dersin İşlenişi

Çalışma grubunda yapılan etkinlikler ve uygulanan yöntemler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3.23).

Tablo 3.23

Çalışma Grubu'nda İşlenen Konular ve Uygulanan Yöntemler

Grup	Konular	Uygulanan İşlemler ve Yöntemler	Süre
Deney	1.Sinir hücresinin yapısı ve kısımları 2.Sinir hücresinin çeşitleri 3.Sinir hücresinde impuls oluşumu 4.Sinir hücresinde impuls iletimi 5.Miyalinli sinir hücresinde impuls iletimi 6.Sinir hücresinde meydana gelen elektriksel değişim: Aksiyon Potansiyeli 7.Sinapslarda impuls iletimi 8.Nörotransmitter maddelerin özellikleri ve çeşitleri 9.Merkezi sinir sistemi ve yapıları 10.Duyu organlarının özellikleri 11.Duyu reseptörlerinin yapısı ve özellikleri 12.Duyu reseptörlerinin çeşitleri 13.Göz ve Görme duyusu 14.Kulak ve işitme duyusu 15.Burun ve Koklama duyusu 16.Dil ve Tat alma duyusu 17.Deri ve dokunma duyusu 18.Derideki reseptörler	<u>Derslerin Teorik Kısmı</u> <ul style="list-style-type: none"> • Programlama, kodlama ve algoritmanın tanıtılması • Block tabanlı kodlama programları olan Google Blockly, Code.org, Scratch tanıtılması • Scratch kodlama programının arayüzü, blokların tanıtılması ve örnek projeler ile kodlamaların yapılması Eğitsel Robotik Sunumu <ul style="list-style-type: none"> • Robot, Robotiğin tanıtılması, Robotiğin tarihçesi, Robot parçalarının tanıtılması, • Eğitsel robotikte kullanılan kitlerin ve kodlama programların tanıtılması Arduino Robotik Kodlama Sunumu <ul style="list-style-type: none"> • Arduino kartının, temel elektronik devre elemanları, motor ve sensörlerin tanıtılması • Sanal Arduino uygulaması (Tinkercad) ile kodlamanın yapılarak sanal ortamda robotların çalıştırılması • Arduino kartını kodlamak için kullanılacak mblock programın tanıtılması, blokların gösterimi, kodlama yapıldıktan sonra programın Arduino kartına yüklenmesi • Arduino tabanlı mBot robot kitinin tanıtımı <u>Derslerin Uygulama (Atölye) Bölümü</u> <p>Grupların oluşturulması</p> <p>Sinir sistemi işleyişi ve duyu organları konusundaki proje ödevlerinin gruplara verilmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Refleks, görme duyusu, işitme duyusu, koklama duyusu, tat alma duyusu ve dokunma duyusu işleyişini simüle eden tasarım proje ödevlerinin gruplara verilmesi ve nasıl bir tasarım yapacaklarının Arduino ile hangi sensor ve temel elektronik devre elemanlarını kullanacaklarının belirlenmesi <p>Tasarımların yapılması ve Arduino tabanlı öğretim materyallerin çalıştırılması</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapılmış tasarımların incelenmesi ve öğretmen adaylarının tasarımlarını geliştirmeleri için tavsiyelerin verilmesi • Refleks ve duyu organlarının işleyişini simüle eden tasarımların çalıştırılması • Tasarımların sunulması ve sergilenmesi 	14 hafta (26 teorik ders saati + 12 atölye ders saati + 2 ders saati sunum ve sergi)

3.5.4. Çalışma Grubunda Deneysel Çalışmanın Uygulanması

3.5.4.1. Grupların oluşturulması

Öğretmen adayları 3-4 kişilik 6 gruba ayrılmışlardır. Gruplar, Robotik-Kodlama teorik derslerinin sonunda öğretim elemanı tarafından oluşturulmuştur. Gruplar uygulama (atölye) derslerin öncesinde oluşturulurken öğretmen adaylarının başarı, cinsiyet, sosyal vb. özellikler bakımından heterojen gruplarda bulunmalarına özen gösterilmiştir. Grup üyeleri; her hafta, grup içerisinde, değiştirilen roller doğrultusunda çalışmışlardır.

3.5.4.2. Gruplarda görev dağılımı

Arduino Tabanlı Robotik FeTeMM uygulamaların teorik dersleri her hafta 2 ders saati içerisinde yürütülmüştür. Öğretmen adaylarının teorik derslerden öğrendikleri bilgileri belirlemek için kodlama sınavı yapılmıştır. 7. Haftadan itibaren teorik derslerin yanında 2 ders saati atölye çalışması yapılmıştır. Atölye çalışması öncesinde, tasarım projeleri için gruplar öğretim elemanı tarafından oluşturulmuştur. Öğretmen adayları, ürün tasarım sürecinde aynı grup üyeleriyle birlikte çalışmışlardır. Her bir öğretmen adayı, takip eden haftalar boyunca farklı bir görevi üstlenmiş ve böylece dönüşümlü olarak grup üyeleri, araştırmacı tarafından belirlenen farklı rolleri üstlenerek yarıyıl boyunca iş birliği içerisinde çalışmışlardır (Tablo 3.24).

Tablo 3.24.

Gruplarda Görev Dağılımı Sonucu Alınan Rol ve Sorumluluklar

Rol	Sorumluluk
1. Materyal Temincisi ve Tasarımcı	Ardunio uygulamaları dersi için gerekli malzemeleri önceden temin etmek ve hazırlamak ve bu konuda diğer grup arkadaşlarını organize etmek. Tasarım sürecinde kullanılacak malzelerin düzgün kesilmesi, birleştirilmesi, yapıştırılmasını sağlamak. Arduino kartının diğer sensör ve elektronik devre elemanlarına bağlamak için devre şemasını oluşturarak bağlantıların yapılmasını ve kontrol edilmesini sağlamak.
2. Grup Lideri	Herkesin rolünü yapmasını sağlamak, gruplar arası iletişimde bulunmak, dersin zamanında ve verimli bir şekilde tamamlanmasını sağlamak, herkese birbirini dinlemesini ve birbirlerine saygı göstermesini anımsatmak.
3. Programlamacı	Yapılan tasarımların hareket işlevlerini yerine getirebilmesi için algoritmanın programlama dilinde yazılmasına rehberlik etmek. Robottaki sensörlerin, motorların ve diğer tüm elektronik devre elemanlarının fiziksel olarak verdikleri tepkilere göre doğruluğunu kontrol etmek.
4. Araştırmacı	Tasarıma geçmeden önce ön bilgi (Arduino kartı, motorlar, sensörler, elektronik devre elemanları ve programlama), tasarımın yapılışı vb. yönergeleri anlatmak ve açıklamak. Seçmiş oldukları proje konusuna göre internet ortamında her türlü yapılmış tasarımları incelemek.

3.5.4.3. Öğretmen adaylarının Arduino robotik kodlama platformu ile buluşması

1. Öğretmen adaylarına anlatılan konu başlıkları

Öğretmen adaylarına programlama, kodlama ve eğitsel robotik üzerine temel oluşturması amacıyla;

- Problem ve Program nedir?
- Programlamanın tanımı ve Programlama dillerinin çeşitleri kısaca tanıtılmıştır.

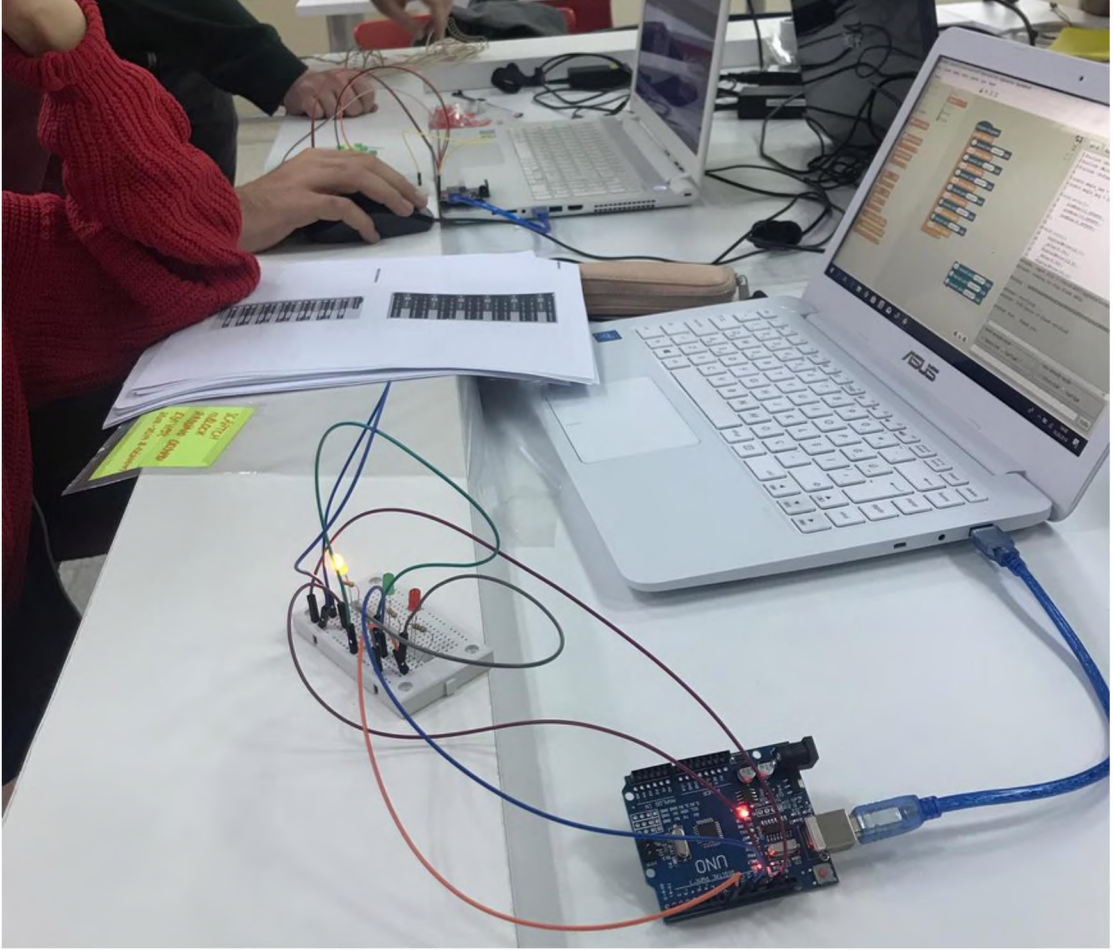
- Kodlamanın önemi ile ilgili bilgi verilmiştir.
- Algoritma nedir?
- Blok tabanlı programlama nedir?
- Blok tabanlı kodlama programları (Google Blockly, CodeMonkey, Code.org, Scratch vb.) kısaca tanıtılmıştır.
- Scratch kodlama programı arayüzü, menü başlıkları, blokların tanıtılması ve örnek projelerle kodlama çalışmaları yapılmıştır.
- Robot nedir?
- Robotik nedir? Robotiğin kullanım alanları nerelerdir?
- Robotiğin kısa bir tarihçesi ile ilgili bilgi verildi.
- Robotiğin eğitimde kullanımının önemi hakkında bilgilendirme yapıldı.
- Robotik uygulamalar (Cubetto, Bee-Bot, O-Bot, mBot, Lego, Vex robotics, Arduino vb.) hakkında bilgi verilmiştir.
- Kodlama programları (Scratch, Mblock, Arduino IDE, iDea, Lego mindstorms vb.) kısaca tanıtılmıştır.

2. Öğretmen adaylarına anlatılan konular ile Arduino kartının özellikleri, blok tabanlı olarak nasıl kodlanacağı, temel devre elemanlarını ve sensörlerle bağlantısını gerçekleştirilerek nasıl çalıştırılacağına tanıtılması;

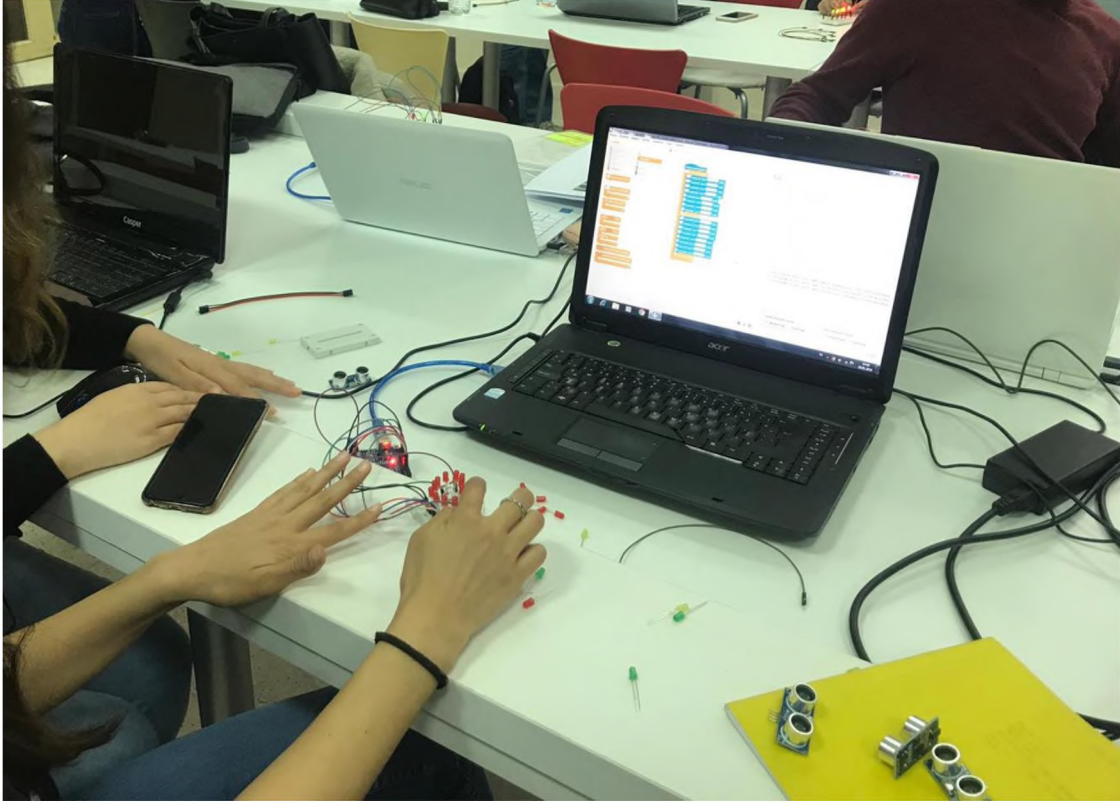
- Sunumlarda Arduino kartının üzerinde yer alan güç girişi, analog ve dijital giriş/çıkış pinleri, güç pinlerinin özelliklerinin tanıtılması,
- Arduino kartına bağlantısı yapılacak olan temel elektronik devre elemanları, sensörler ve motorların tanıtılması,
- Arduino satın almadan internet üzerinden, Arduino kartı ile devre elemanları ve sensör bağlantısı yapılarak kodlanabilen simülasyon programı olan “TINKERCAD” programının tanıtılması,
- Arduino kartını mBlock programı ile kodlama – (algoritma mantığı), mBlock, Block tabanlı kodlama programının tanıtılması, akış şemasının ve arayüzünün Scratch programına benzerliğinin gösterimi, Arduino kartını kodlayacak blokların gösterimi
- mBlock programında kodlama yapıldıktan sonra, programın Arduino kartına gönderilerek Arduino kartının çalışması ile ilgili sunum ve uygulama yapılmıştır.

3. Arduino kartını temel elektronik devre elemanları, sensörler ve motorlarla kullanılarak hazır arduino projeleri ile arduino kartının çalıştırılması,

- Hazır arduino projeleriyle, temel devre elemanlarından led, buzzer, buton, potansiyometre, ldr, sensörlerden lm35-sıcaklık sensörü, mesafe sensörü, ses sensörü, gaz sensörü, alev sensörü, kuvvete duyarlı sensör bunun yanında servo motor kullanarak arduino ile bağlantıları gerçekleştirilmiş ve arduino kartının çalıştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.3 Arduino kartı ile ledleri kodlayan öğretmen adayları



Şekil 3.4 Arduino kartı ile sensörleri ve ledleri kodlayan öğretmen adayları

4. Arduino kartı ile temel devre elemanları ve sensörleri kullanarak 5 duyu organının yanında refleksin işleyişini simüle edebilen arduino tabanlı robot tasarımların yapılması ve robotların çalıştırılması

- Bu ana kadar bireysel olarak arduino kartını temel devre elemanları ve sensörler yardımıyla kodlamasını öğrenen öğretmen adayları bundan sonraki tasarım projelerinde grup halinde çalışacakları için grupların oluşturulması sağlanmıştır.
- Oluşturulan grupların 5 tanesi 4 kişilik grup üyesinden oluşurken, gruplardan bir tanesi ise 3 kişilik olarak sınıf mevcuduna göre oluşturulmuştur. Oluşturulan gruplardan birincisi kulak (işitme duyusunun işleyişi), ikinci grup burun (koku alma duyusunun işleyişini), üçüncü grup göz (görme duyusunun işleyişi), dördüncü grup deri (derideki reseptörlerin işleyişini), beşinci grup dil (tat alma duyusunun işleyişi) ve altıncı grupta refleksin işleyişini simüle eden tasarım proje ödevlerini almışlardır.

Tablo 3.25.

Grupların Tasarım Projelerinin Dağılımı

Gruplar	Grup üyesi	Tasarım projesi	Tasarımın amacı	Tasarımda uyarılması istenilen sinir hücreleri
1. Grup	4 kişi	Kulak	İşitme duyusunun işleyişinin tasarlanan model üzerinde gösterilmesi	Korti organındaki mekanoreseptörler
2. Grup	4 kişi	Burun	Koku alma duyusunun işleyişinin tasarlanan model üzerinde gösterilmesi	Burun boşluğundaki kemoreseptörler
3. Grup	4 kişi	Göz	Görme duyusunun işleyişinin tasarlanan model üzerinde gösterilmesi	Retinadaki fotoreseptörler (Çubuk ve koni hücreleri)
4. Grup	4 kişi	Deri	Derideki reseptörlerin işleyişinin tasarlanan model üzerinde gösterilmesi	Pacini cisimciği Meissner cisimciği Krause cisimciği Ruffini cisimciği
5. Grup	4 kişi	Dil	Tat alma duyusunun işleyişinin tasarlanan model üzerinde gösterilmesi	Dilin üzerindeki tat tomurcukları (papilla)
6. Grup	3 kişi	Refleks	Refleks'in işleyişinin tasarlanan model üzerinde gösterilmesi	Refleks yayının işleyişinin gösterilmesi

- Öğretmen adaylarına;
 1. Sinir sistemi ve görevleri,
 2. Sinir sistemindeki hücre çeşitleri
 3. Sinir hücresinin yapısı,
 4. Fonksiyonlarına göre sinir hücreleri,
 5. İmpuls oluşumu ve iletimi,
 6. Aksiyon potansiyeli,
 7. Miyelinli sinir hücresinde impuls iletimi,
 8. Sinapsta impuls iletimi

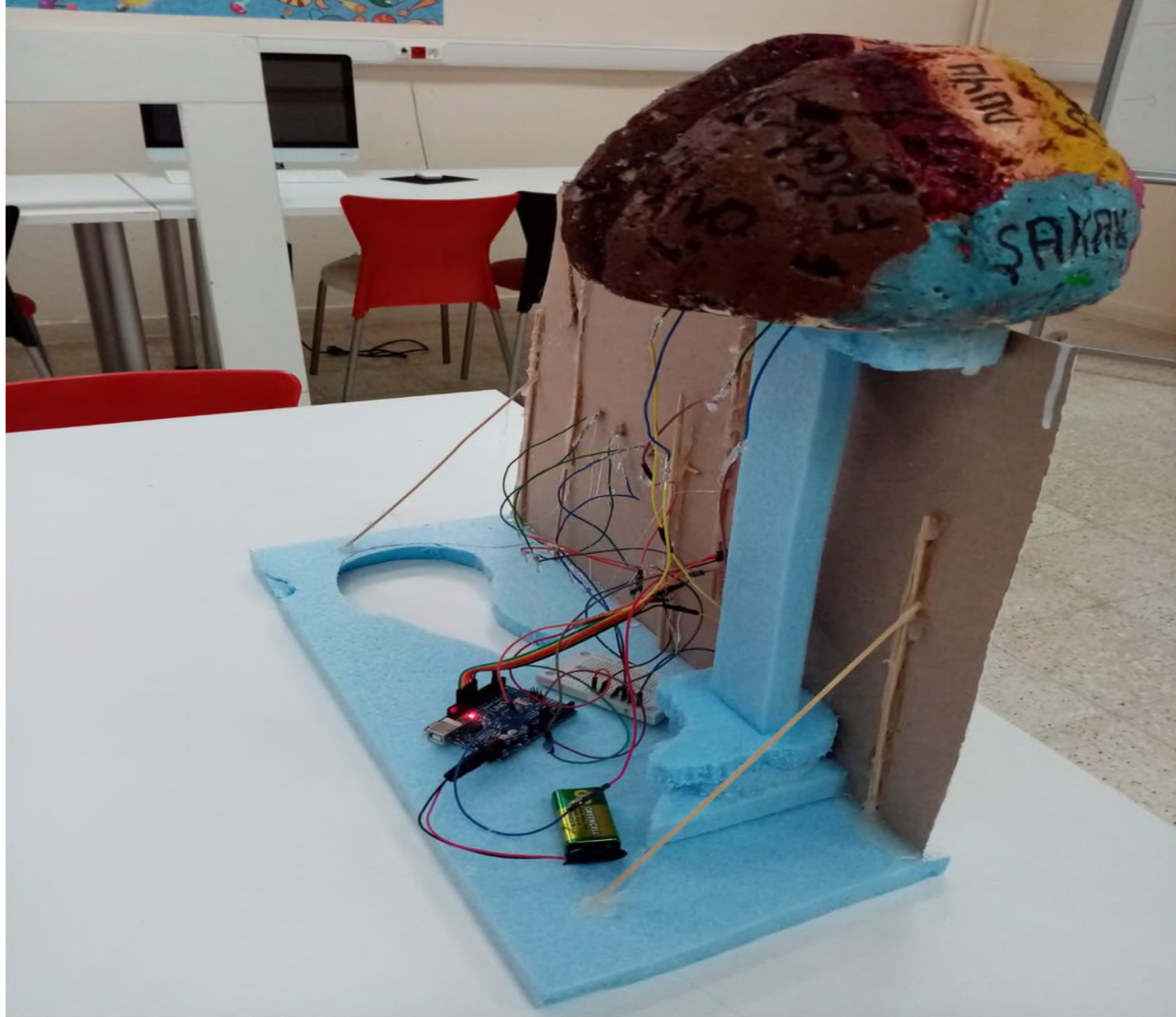
konularını içeren bir sunum yapılmıştır. Öğretmen adayları; hayvanlarda sinir sistemi,

sinir sistemi çeşitleri, merkezî ve çevresel sinir sistemi; duyuşal mekanizmalar, işitme ve denge, görme, koklama ve tat alma, dokunma konularını alan eğitimi derslerinden birisi olan “Biyoloji 2” dersinde daha ayrıntılı öğrendiklerini ve daha önce yapılan konu sınavlarından aldıkları puanlar doğrultusunda konuları öğrendikleri varsayılmıştır.

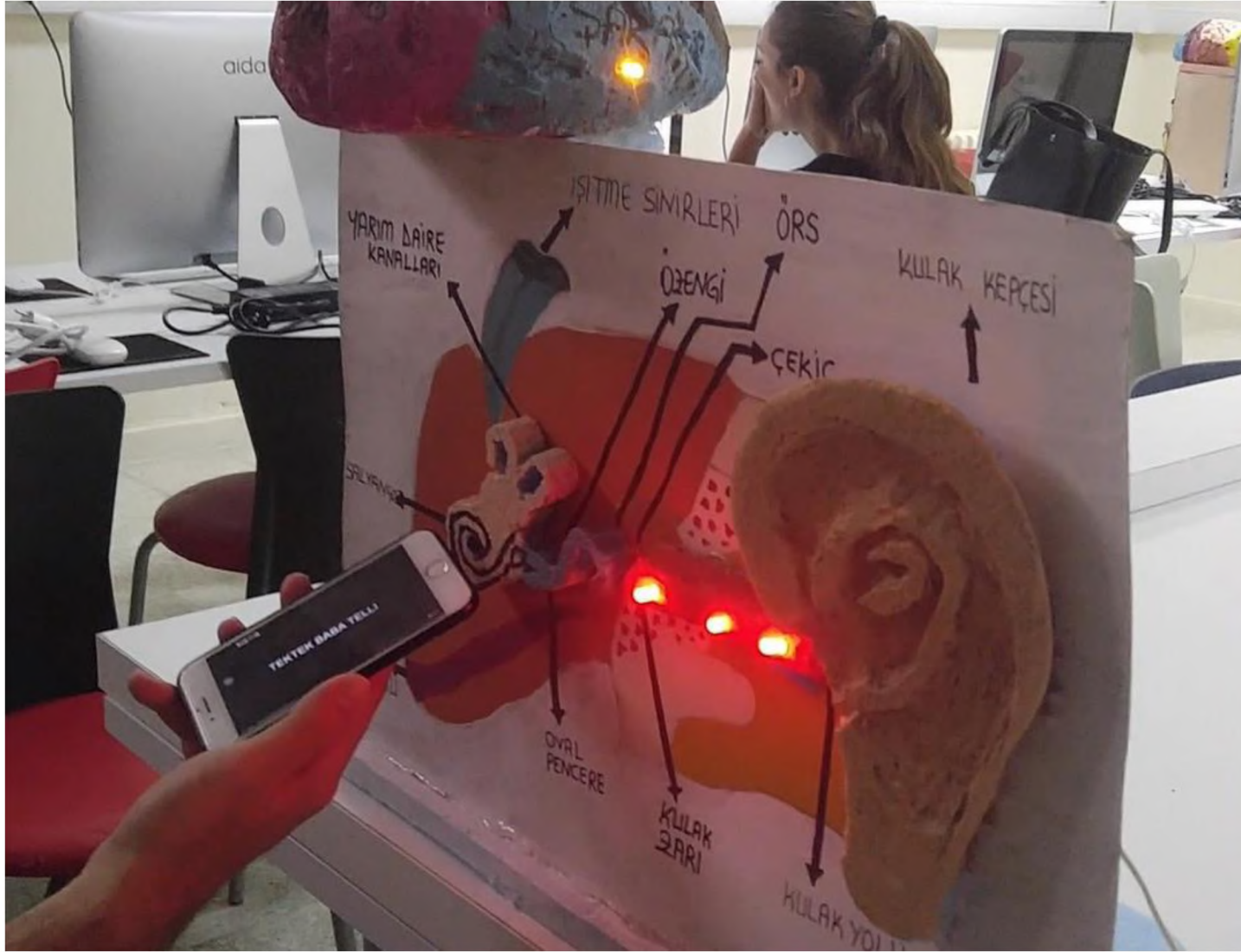
- Öğretmen adayları kendi grup üyeleri ile bir araya gelerek Arduino, sensörler, temel devre elemanları ve diğer malzemeleri araştıracıdan temin etmişlerdir.
- Proje tasarımlarını gerçekleştirirken; duyu organlarının işleyişi ve beyinde duyuların algılama merkezleri ile ilgili hangi konulara dikkat etmeleri gerektiğini öğretmen adayları kendileri araştırarak belirlemişlerdir.
- Birinci grup (işitme duyusu); ses dalgalarının işitme olarak algıladığımız reseptörlerin iç kulakta salyangozda (kohlea) olduğunu, işitmenin burada oluştuğunu ve beyinde ise “temporal lob” kısmına gönderilip algılandığını öğrenen öğretmen adayları, bu yönde Arduino kartı ile sensörleri kullanarak tasarım ve programlama geliştirmişlerdir. Grup, tasarım projesinde, işitmeyi oluşturmak için Arduino kartı ile ses sensörünü kullanmıştır. Gruptaki bulunan öğretmen adayları, oluşturdukları tasarımda, ses sensörünü sesin oluştuğu iç kulaktaki salyangoz modelinin içerisine yerleştirmeyi uygun bulmuşlardır. Beyinde işitmenin algılanmasını göstermek için de gruptaki öğretmen adayları tarafından köpükten yaptıkları beyin modelinde “temporal lob” kısmına Arduino kartına bağlı led kullanmışlardır.



Şekil 3.5 İşitme duyusunun işleyişinin tasarım projesi – önden görünüşü



Şekil 3.6 İşitme duyusunun işleyişinin tasarım projesi – arkadan görünüşü



Şekil 3.7 İşitme duyusunun işleyişinin tasarım projesi – işitme duyusunun algılanması

Dosya Düzenle Bağlan Kartlar Uzantılar Lisan Yardım

Diziler

Hareket Görünüm Ses Kalem Veri&Blok

Olaylar Kontrol Algılama İşlemler Robotlar

1 saniye bekle

10 defa tekrarla

sürekli tekrarla

eğer ise

eğer ise

değilse

olana kadar bekle

olana kadar tekrarla

Arduino Programı

sürekli tekrarla

seri porta 3 sayısal pini oku yaz

eğer 3 sayısal pini oku = 1 ise

13 sayısal pini DÜŞÜK yap

12 sayısal pini DÜŞÜK yap

11 sayısal pini DÜŞÜK yap

10 sayısal pini DÜŞÜK yap

9 sayısal pini DÜŞÜK yap

değilse

13 sayısal pini YÜKSEK yap

12 sayısal pini YÜKSEK yap

11 sayısal pini YÜKSEK yap

10 sayısal pini YÜKSEK yap

9 sayısal pini YÜKSEK yap

0.1 saniye bekle

geri al Arduinoya Yükle Arduino BGO'yla düzenle

```

1 #include <Arduino.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <SoftwareSerial.h>
4
5 double angle_rad = PI/180.0;
6 double angle_deg = 180.0/PI;
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(115200);
10  pinMode(3, INPUT);
11  pinMode(13, OUTPUT);
12  pinMode(12, OUTPUT);
13  pinMode(11, OUTPUT);
14  pinMode(10, OUTPUT);
15  pinMode(9, OUTPUT);
16 }
17
18 void loop() {
19   Serial.println(digitalRead(3));

```

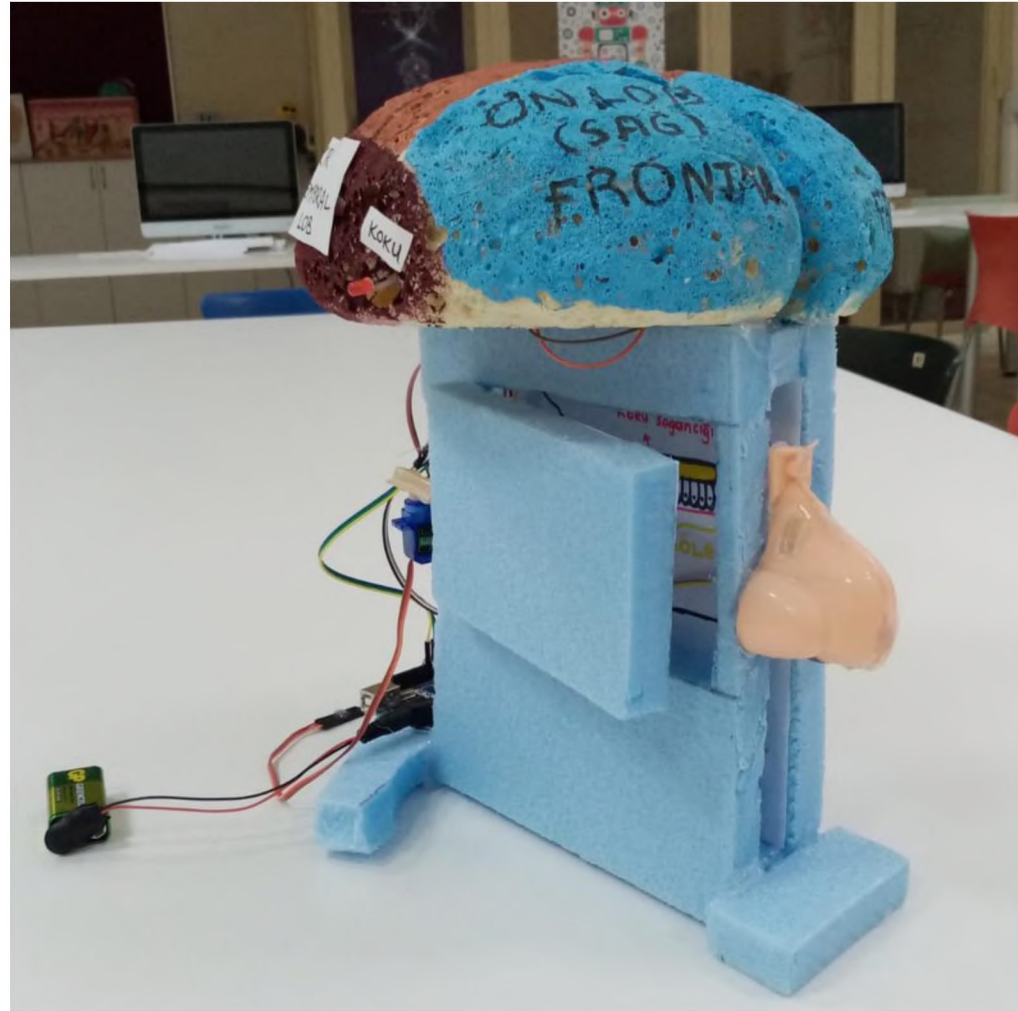
send encode mode binary hali harf hali

recv encode mode binary hali harf hali

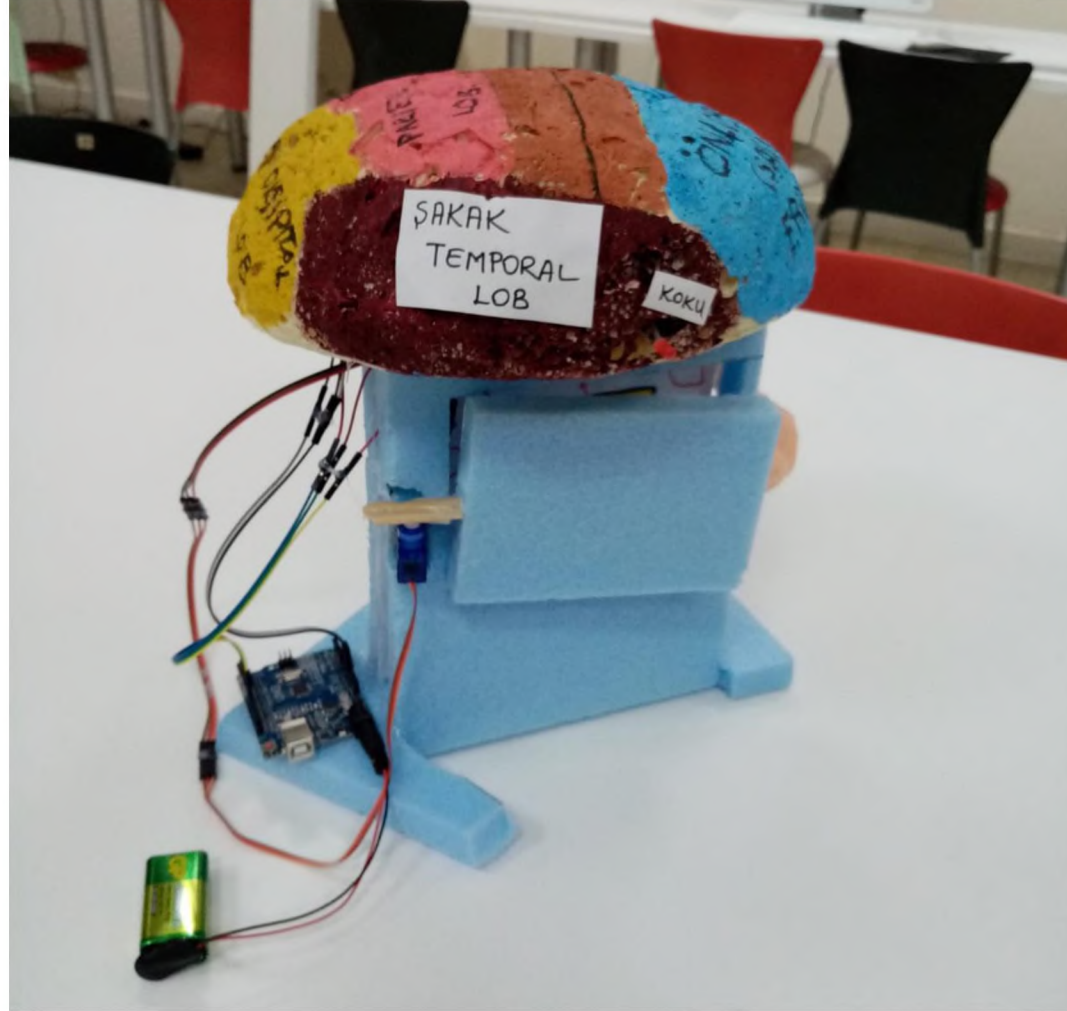
Yolla

Şekil 3.8 İşitme duyusunun işleyişinin tasarım projesinin kodlama akış şeması

- İkinci grup (koku alma duyusu); havada bulunan koku moleküllerini algıladığımız reseptör burun boşluğunun üst kısmında bulunan “sarı bölge”de olduğunu, kokunun burada oluştuğunu ve beyinde ise “temporal lob” kısmına gönderilip algılandığını öğrenen öğretmen adayları, bu yönde Arduino kartı ile sensörleri kullanarak tasarım ve programlama geliştirmişlerdir. Grup tasarım projesinde koku almayı oluşturmak için Arduino kartı ile yanıcı gaz sensörünü kullanmışlardır. Gruptaki öğretmen adayları oluşturdukları tasarımda gaz sensörünü ilk önce modelin içerisine yerleştirmeyi düşünmüşlerdir ancak sensörün gazı algılamada sıkıntı yaşadığı için modeldeki burun deliklerinin girişine yerleştirmeye daha uygun bulmuşlardır. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları tasarımda servo motor kullanarak açılır, kapanır bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu sistemle yanıcı gaz algılandığında modelin yan tarafından kapak açılarak burun boşluğunun içindeki yapıların görünmesi sağlanmıştır. Beyinde koku algılanmasını göstermek içinde gruptaki öğretmen adayları tarafından köpükten yaptıkları beyin modelinde “temporal lob” kısmına Arduino kartına bağlı led kullanmışlardır.



Şekil 3.9 Koku alma duyusunun işleyişinin tasarım projesi - önden görünüşü



Şekil 3.10 Koku alma duyusunun işleyişinin tasarım projesi - yandan görünüşü



Şekil 3.11 Koku alma duyusunun işleyişinin tasarım projesi – sensörün aktif olduğu görünüşü

Dosya Düzenle Bağlan Kartlar Uzantılar Lisan Yardım

Diziler

Hareket Görünüm Ses Kalem Veri&Blok

Olaylar Kontrol Algılama İşlemler Robotlar

Arduino Programı

sürekli tekrarla

eğer 7 sayısal pini oku = 1 ise

10 sayısal pini DÜŞÜK yap

9 sayısal pini DÜŞÜK yap

8 sayısal pini DÜŞÜK yap

6 servo pini açısını 180 yap

0.01 saniye bekle

değilse

10 sayısal pini YÜKSEK yap

9 sayısal pini YÜKSEK yap

8 sayısal pini YÜKSEK yap

6 servo pini açısını 90 yap

0.01 saniye bekle

geri al Arduinoya Yükle Arduino BGO'yla düzenle

```
1 #include <Arduino.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <SoftwareSerial.h>
4
5 #include <Servo.h>
6
7 double angle_rad = PI/180.0;
8 double angle_deg = 180.0/PI;
9 Servo servo_6;
10
11 void setup() {
12   pinMode(7, INPUT);
13   pinMode(10, OUTPUT);
14   pinMode(9, OUTPUT);
15   pinMode(8, OUTPUT);
16   servo_6.attach(6); // init pin
17 }
18
19 void loop() {
```

send encode mode binary hali harf hali

recv encode mode binary hali harf hali

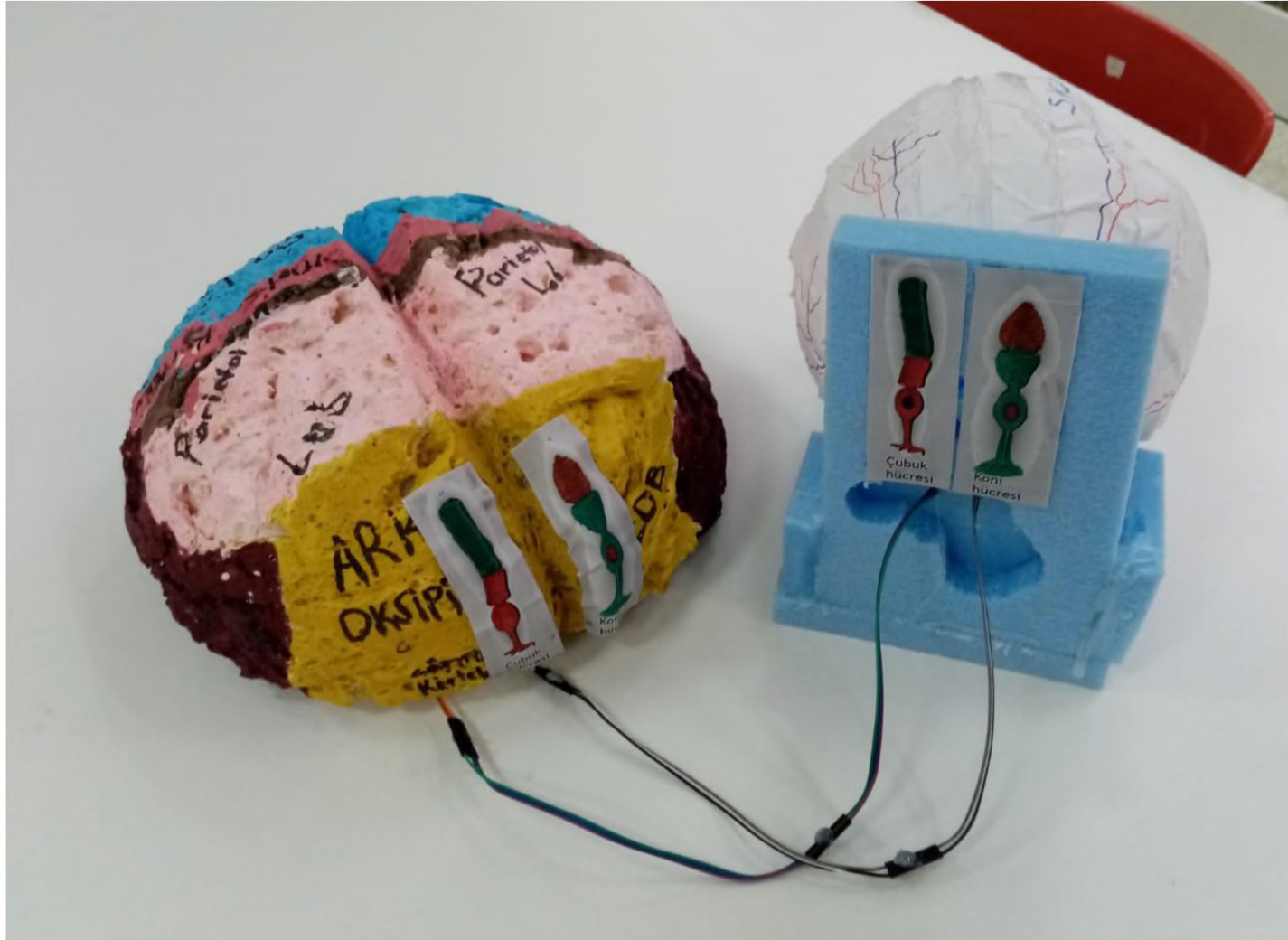
Yolla

Şekil 3.12 Koku alma duyusunun işleyişinin tasarım projesinin kodlama akış şeması

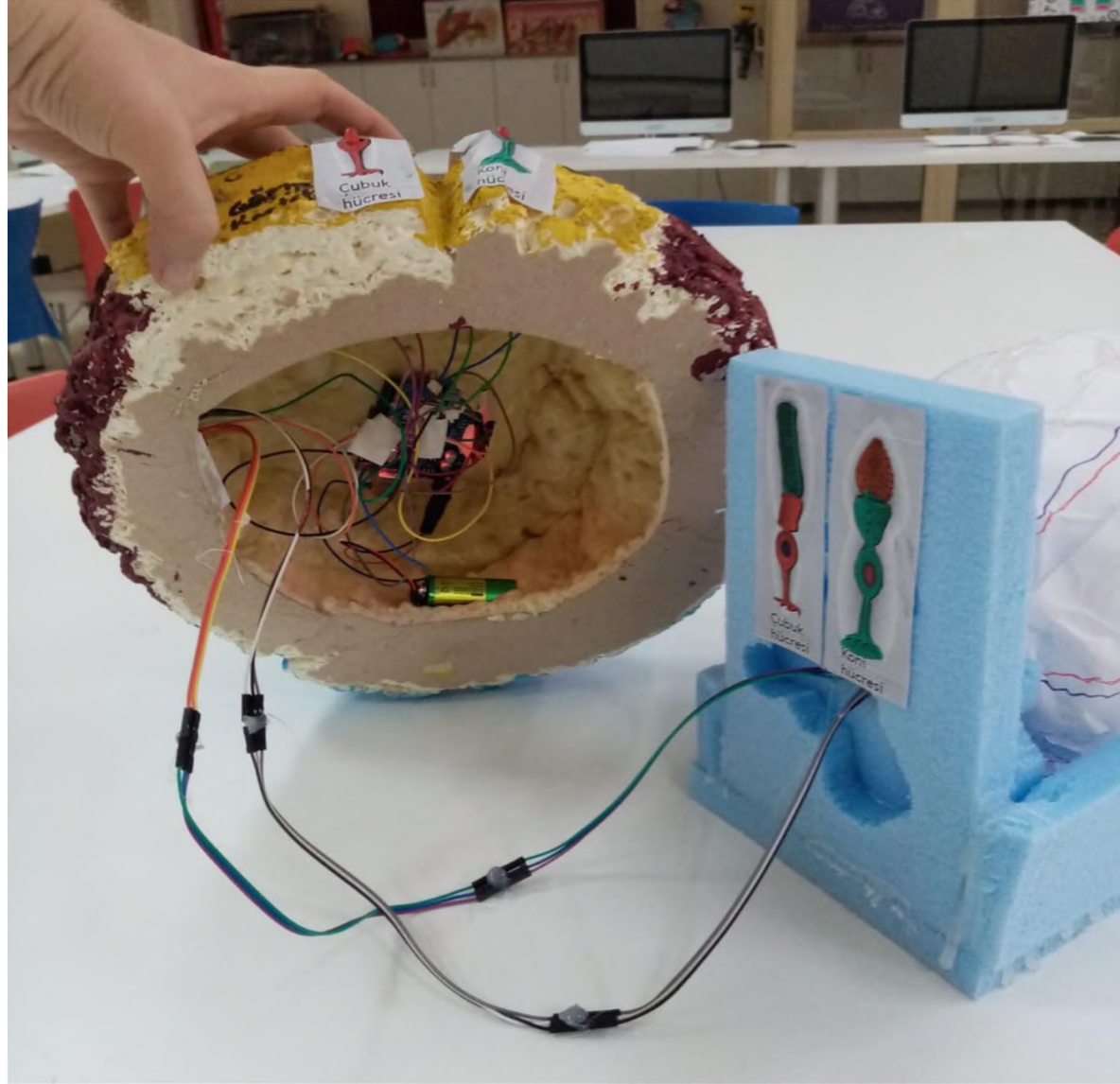
- Üçüncü grup (görme duyusu); görmeyi sağlayan reseptörler göz küresinin en iç kısmında bulunan ağ tabakanın “sarı benek” bölgesinde olduğunu, görüntünün ilk sarı benekte oluştuğunu ve beyinde ise “okspital lob” kısmına gönderilip algılandığını öğrenen öğretmen adayları, bu yönde Arduino kartı ile sensörleri kullanarak tasarım ve programlama geliştirmişlerdir. Grup tasarım projesinde görmeyi sağlamak için Arduino kartı ile ışık şiddetini algılayan sensörü kullanılmıştır. Gruptaki bulunan öğretmen adayları oluşturulan tasarımda ışık şiddetini algılayan sensörü kâğıt ve tutkal ile oluşturulan göz modelinin içerisine yerleştirmeyi uygun bulmuşlardır. Göz modelinin içerisine öğretmen adayları iki tane ışık algılayan sensör yerleştirerek gözde bulunan koni ve çubuk reseptörlerini simüle etmeyi amaçlamışlardır. Beyinde görmenin algılanmasını göstermek içinde gruptaki öğretmen adayları tarafından köpükten yaptıkları beyin modelinde “okspital lob” kısmına Arduino kartına bağlı iki tane led kullanmışlardır. Öğretmen adaylarının kullanmış oldukları bu ledlerden ilki çubuk reseptörlerini simüle eden ışık algılayan sensöre bağlı olarak ışık vermesi sağlanmıştır. Çubuk reseptörlerin alacakaranlıkta çalışma özelliğinden ilham alan öğretmen adayları ilk ledi bu prensibe göre kodlayarak ışık vermesini amaçlamışlardır. Öğretmen adayların kullanmış oldukları ikinci led ise koni reseptörlerini simüle eden ışık algılayan sensöre bağlı olarak ışık vermesi sağlanmıştır. Koni reseptörlerinin kuvvetli ışıkta çalışma özelliğinden ilham alan öğretmen adayları ikinci ledi bu prensibe göre kodlayarak ışık vermesini amaçlamışlardır.



Şekil 3.13 Görme duyusunun işleyişinin tasarım projesi – önden görünüşü



Şekil 3.14 Görme duyusunun işleyişinin tasarım projesi – arkadan görünüşü



Şekil 3.15 Görme duyusunun işleyişinin tasarım projesi – sensörlerin Arduino ile bağlantısı

Dosya Düzenle Bağlan Kartlar Uzantılar Lisan Yardım

Diziler

Hareket Görünüm Ses Kalem Veri&Blok Olaylar Kontrol Algılama İşlemler Robotlar

10 adım git
15 derece dön
15 derece dön
90 yönüne dön
ye doğru dön
x: 6 y: -3 noktasına git
fare oku 'na git
1 sn.de x: 6 y: -3 a süzül
x'i 10 arttır
x, 0 olsun
y 'yi 10 arttır
y, 0 olsun
kenara geldiysen sek

Arduino Programı

sürekli tekrarla

Işık1 , (A) 2 analog pini oku olsun
Işık2 , (A) 3 analog pini oku olsun

eğer Işık1 < 100 ise
8 sayısal pini YÜKSEK yap
değilse
8 sayısal pini DÜŞÜK yap

eğer Işık2 < 250 ise
9 sayısal pini YÜKSEK yap
değilse
9 sayısal pini DÜŞÜK yap

0.5 saniye bekle

geri al Arduinoya Yükle Arduino BGO'yla düzenle

```

1 #include <Arduino.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <SoftwareSerial.h>
4
5 double angle_rad = PI/180.0;
6 double angle_deg = 180.0/PI;
7 double __var_305_351_305_107_49;
8 double __var_305_351_305_107_50;
9
10 void setup() {
11   pinMode(A0+2, INPUT);
12   pinMode(A0+3, INPUT);
13   pinMode(8, OUTPUT);
14   pinMode(9, OUTPUT);
15 }
16
17 void loop() {
18   __var_305_351_305_107_49 = analogRead(A0+2);
19   __var_305_351_305_107_50 = analogRead(A0+3);

```

send encode mode
 binary hali harf hali

rcv encode mode
 binary hali harf hali

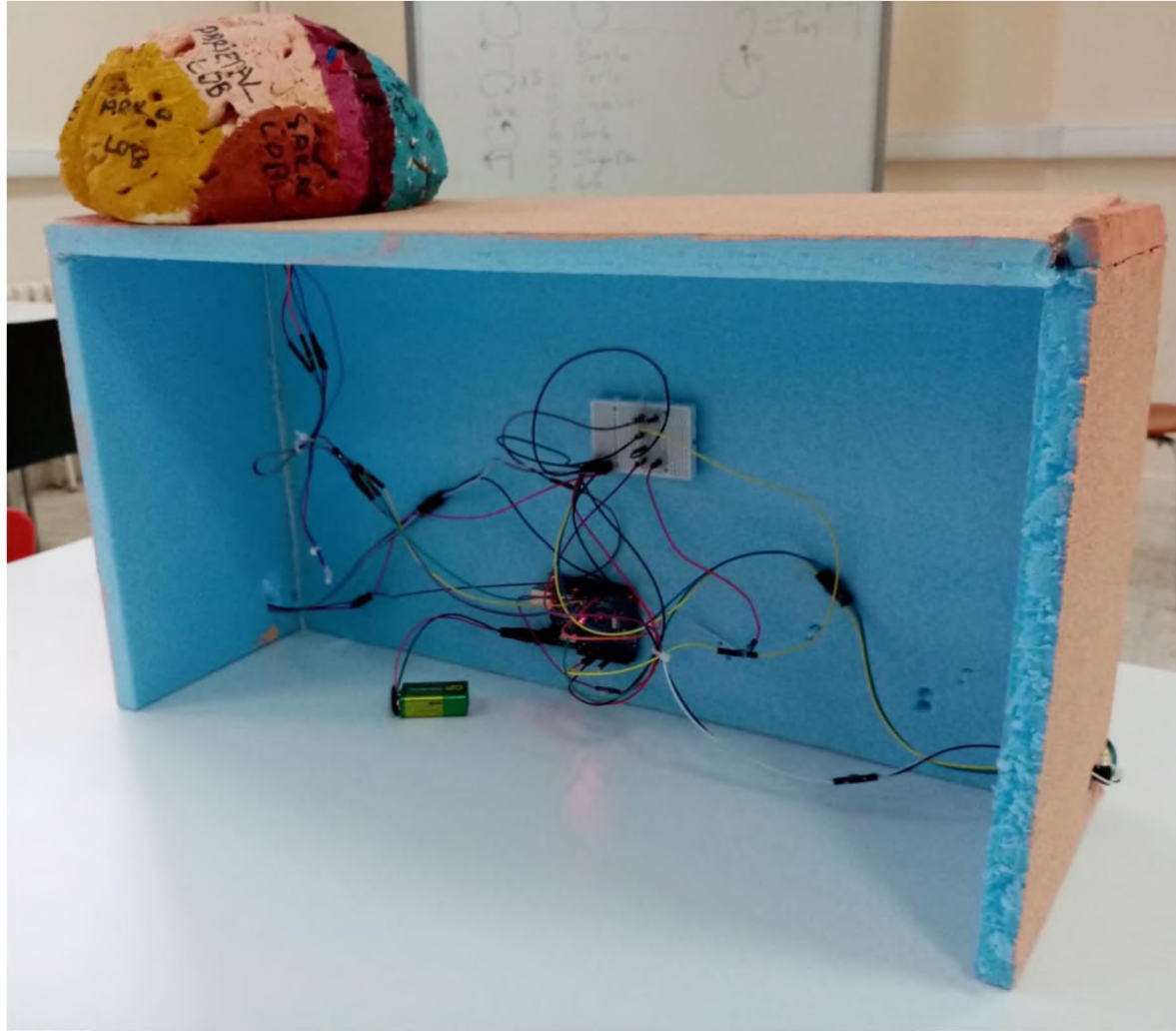
Yolla

Şekil 3.16 Görme duyusunun işleyişinin tasarım projesinin kodlama akış şeması

- Döndüncü grup (deri reseptörleri); deride dokunma, basınç, soğukluk, sıcaklığı algılayan reseptörlerin derinin alt deri (dermis) bölgesinde olduğunu, duyuların burada oluştuğunu ve beyinde ise “parietal lob” kısmına gönderilip algılandığını öğrenen öğretmen adayları, bu yönde Arduino kartı ile sensörleri kullanarak tasarım ve programlama geliştirmişlerdir. Grup tasarım projesinde derideki duyuları almak için Arduino kartı ile dokunma sensörü (dokunma duyusu), kuvvet algılayan sensör (basınç duyusu), sıcaklık sensörü (sıcaklık ve soğukluk duyusu) reseptör olarak kullanmışlardır. Beyinde duyuların algılanmasını göstermek için gruptaki öğretmen adayları tarafından köpükten yaptıkları beyin modelinde “parietal lob” kısmına Arduino kartına bağlı her biri farklı renkte dört led kullanmışlardır. Grupta bulunan öğretmen adayları sıcaklık duyusunu algılandığını göstermek için kırmızı led, soğukluk duyusunu algılandığını göstermek için mavi led, basınç duyusunu algılandığını göstermek için yeşil led ve dokunma duyusunu algılandığını göstermek için sarı led kullanmaya uygun bulmuşlardır.



Şekil 3.17 Deri reseptörlerinin işleyişinin tasarım projesi – önden görünüşü



Şekil 3.18 Deri reseptörlerinin işleyişinin tasarım projesi – arkadan görüntüsü



Şekil 3.19 Deri reseptörlerinin işleyişinin tasarım projesi – basıncı algılayan pacini cisimciği

Dosya Düzenle Bağlan Kartlar Uzantılar Lisan Yardım

Diziler

Hareket Görünüm Ses Kalem Veri&Blok Olaylar Kontrol Algılama İşlemler Robotlar

10 adım git
15 derece dön
15 derece dön
90° yönüne dön
'ye doğru dön
x: -15 y: -17 noktasına git
fare oku 'na git
1 sn.de x: -15 y: -17 a süzül
x'i 10 arttır
x, 0 olsun
y 'yi 10 arttır
y, 0 olsun
kenara geldiyse sek

Arduino Programı
DHT No 1, Pin 6, Version DHT11
DHT No 2, Pin 5, Version DHT11
sürekli olarak
sıcak, DHT No 1, Temperature olsun
soğuk, DHT No 2, Temperature olsun
basinc, (A) 0 analog pini oku olsun
eğer sıcak > 28 ise
10 sayisal pini YÜKSEK yap
değilse
10 sayisal pini DÜŞÜK yap
eğer soğuk < 28 ise
11 sayisal pini YÜKSEK yap
değilse
11 sayisal pini DÜŞÜK yap
eğer basinc > 450 ise
8 sayisal pini YÜKSEK yap
değilse
8 sayisal pini DÜŞÜK yap
eğer 7 sayisal pini oku = 1 ise
9 sayisal pini YÜKSEK yap
değilse
9 sayisal pini DÜŞÜK yap
0,25 saniye bekle

geri al Arduinoya Yükle Arduino BGO'yla düzenle

```

1 #include <Arduino.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <SoftwareSerial.h>
4
5 #include "DHT.h"
6
7 double angle_rad = PI/180.0;
8 double angle_deg = 180.0/PI;
9 double __var__115_305_99_97_107;
10 double soğuk;
11 double __var__98_97_115_305_110_99;
12 DHT dht_1(6,11);
13 DHT dht_2(5,11);
14
15 void setup() {
16   pinMode(A0+0, INPUT);
17   pinMode(10, OUTPUT);
18   pinMode(11, OUTPUT);
19   pinMode(8, OUTPUT);

```

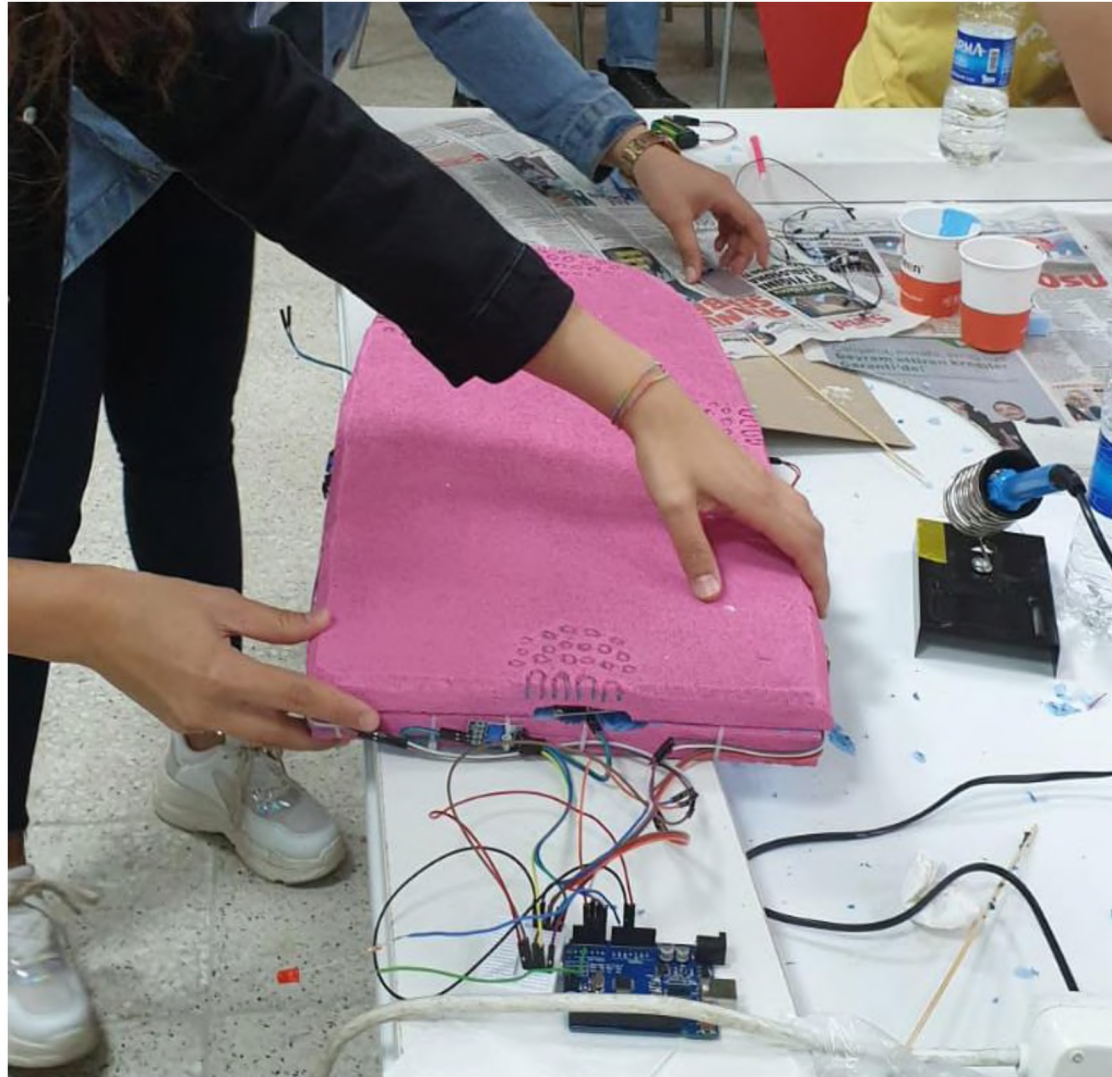
send encode mode
 binary hali harf hali

recv encode mode
 binary hali harf hali

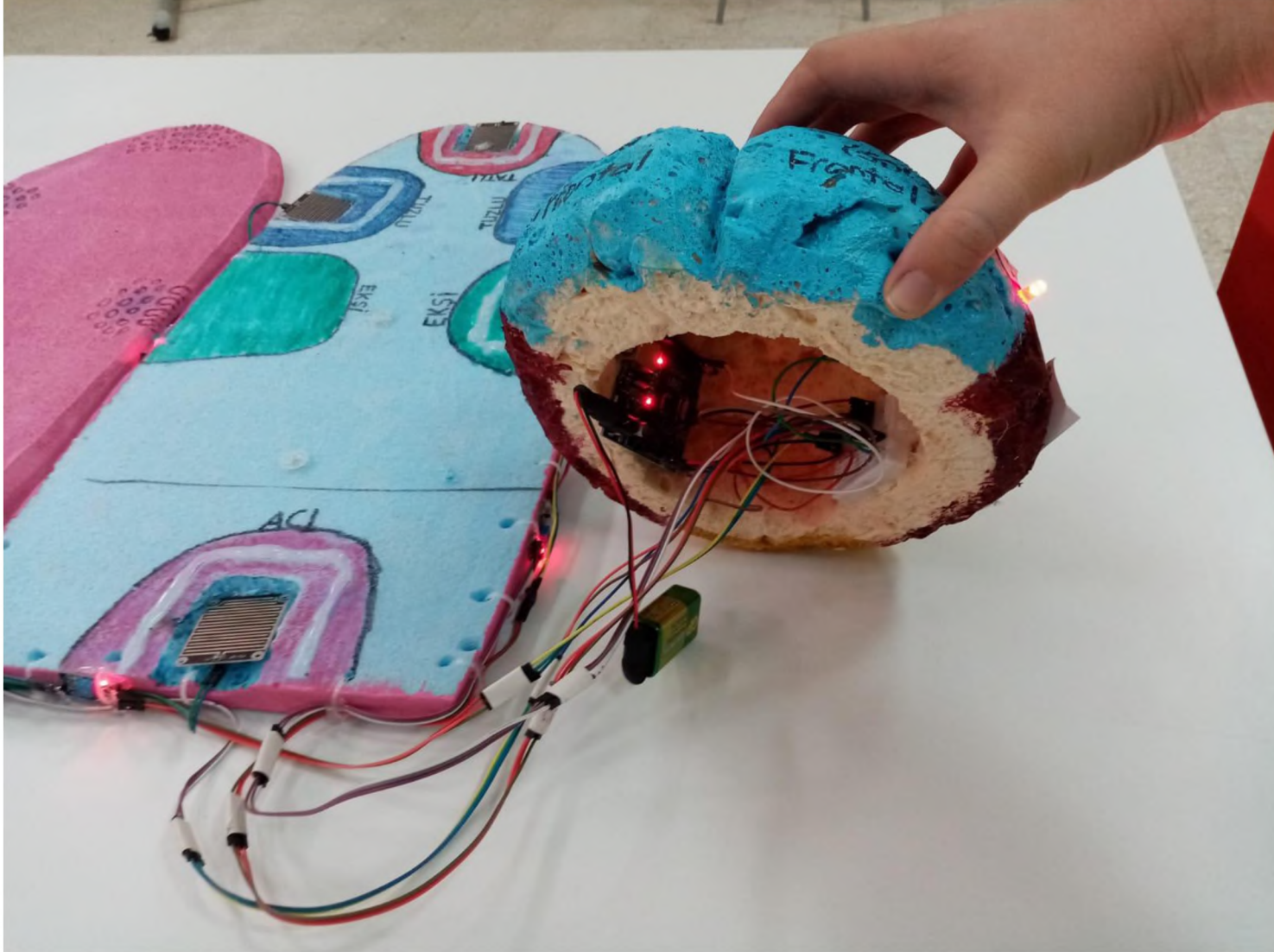
Yolla

Şekil 3.20 Derideki reseptörlerin işleyişinin tasarım projesinin kodlama akış şeması

- Beşinci grup (tat alma duyusu); tat alma duyusunu algılayan reseptörlerin dilin üst yüzeyinde “papilla” adı verilen yapılarda kümelenmiş halde olduğunu, tat almayı sağlayan tomurcuk reseptörlerin tat alma duyusunu burada oluşturduğunu ve beyinde ise “parietal lob” kısmında algılandığını öğrenen öğretmen adayları, bu yönde Arduino kartı ile sensörleri kullanarak tasarım ve programlama geliştirmişlerdir. Grup tasarım projesinde tat almayı sağlamak için Arduino kartı ile yağmur sensörü kullanılmıştır. Dilin ucunun tatlı, gerisi acı, yan tarafı ise ekşi ve tuzlu olarak algılayan reseptörlerin bu kısımda olduğuna bilen gruptaki öğretmen adayları dilin şeklini verdikleri straforda dilin bölgelerini belirledikten sonra straforda delik açarak ve bu deliklerden sıvı döküldüğünde yağmur sensörünün uyarı vermesini, reseptörlerin işleyişini benzediğinden tasarımlarını bu şekilde oluşturmuşlardır. Beyinde tadın algılanmasını göstermek içinde gruptaki öğretmen adayları tarafından köpükten yaptıkları beyin modelinde “parietal lob” kısmına Arduino kartına bağlı led kullanılmıştır.



Şekil 3.21 Tat alma duyusunun işleyişinin tasarım projesi



Şekil 3.22 Tat alma duyusunun işleyişinin tasarım projesi – sensörlerin Arduino ile bağlantısı



Şekil 3.23 Tat alma duyusunun işleyişinin tasarım projesi – dildeki tat alma bölgeleri

Dosya Düzenle Bağlan Kartlar Uzantılar Lisan Yardım

Diziler

Hareket
Görünüm
Ses
Kalem
Veri&Blok

Olaylar
Kontrol
Algılama
İşlemler
Robotlar

10 adım git
15 derece dön
15 derece dön
90° yönüne dön
'ye doğru dön
x: 6 y: -22 noktasına git
fare oku 'na git
1 sn.de x: 6 y: -22 a süzül
x'i 10 arttır
x, 0 olsun
y 'yi 10 arttır
y, 0 olsun
kenara geldiysen sek

Arduino Programı

led 0 olsun
sürekli tekrarla
yağmur (A) 0 analog pini oku olsun
eğer yağmur < 400 ise
6 sayısal pini YÜKSEK yap
değilse
6 sayısal pini DÜŞÜK yap
0,5 saniye bekle
yağmur (A) 1 analog pini oku olsun
eğer yağmur < 400 ise
6 sayısal pini YÜKSEK yap
değilse
6 sayısal pini DÜŞÜK yap
0,5 saniye bekle
yağmur (A) 2 analog pini oku olsun
eğer yağmur < 400 ise
6 sayısal pini YÜKSEK yap
değilse
6 sayısal pini DÜŞÜK yap
0,5 saniye bekle
yağmur (A) 3 analog pini oku olsun
eğer yağmur < 400 ise
6 sayısal pini YÜKSEK yap
değilse
6 sayısal pini DÜŞÜK yap
0,5 saniye bekle

x: 6
y: -22

geri al Arduinoya Yükle Arduino BGO'yla düzenle

```

1 #include <Arduino.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <SoftwareSerial.h>
4
5 double angle_rad = PI/180.0;
6 double angle_deg = 180.0/PI;
7 double led;
8 double __var__121_97_287_109_117_114;
9
10 void setup() {
11     led = 0;
12     pinMode(A0+0, INPUT);
13     pinMode(6, OUTPUT);
14     pinMode(A0+1, INPUT);
15     pinMode(A0+2, INPUT);
16     pinMode(A0+3, INPUT);
17 }
18
19 void loop() {

```

send encode mode
 binary hali harf hali

recv encode mode
 binary hali harf hali

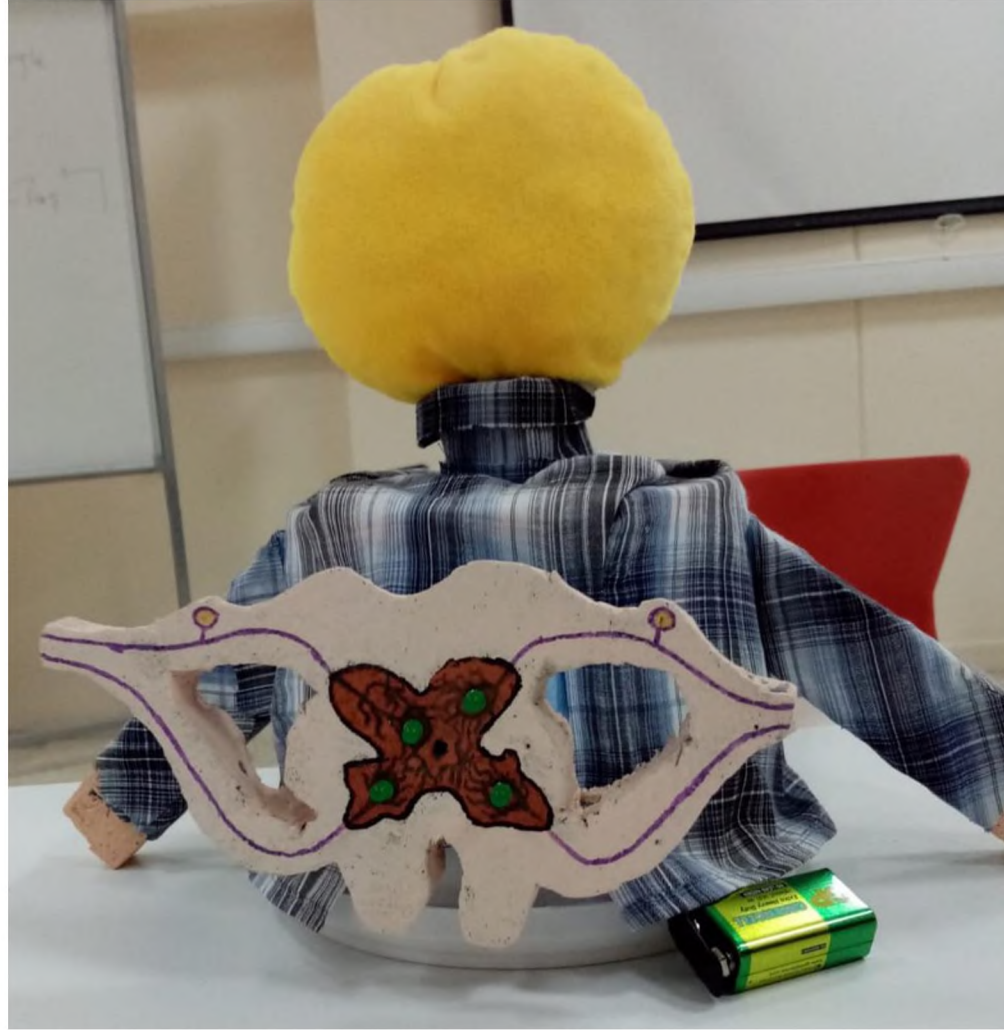
Yolla

Şekil 3.24 Tat alma duyusunun işleyişi tasarım projesinin kodlama akış şeması

- Altıncı grup (refleksin işleyişi); bir uyarıya karşı canlıda meydana gelen fizyolojik tepkinin refleks olduğunu, bir refleks yayında reseptör, duyu nöronu, ara nöron, motor nöron ve efektör organın bulunduğunu ve refleks hareketi, impuls'un beyne ulaşmadan gerçekleştiğini öğrenen öğretmen adayları, bu yönde Arduino kartı ile sensörleri kullanarak tasarım ve programlama geliştirmişlerdir. Gruptaki bulunan öğretmen adayları diz kapağı refleks hareketini gösterecekleri tasarım projelerinde strafor ve plastik kova kullanarak insan modelini oluşturmuşlardır. Gruptaki öğretmen adayları insan modelinde reseptör organ yerine dokunma sensörünü, efektör organ yerine servo motoru ve duyu nöron, ara nöron, motor nöron olarak farklı renkli ledlerin refleks hareketini en iyi şekilde simüle edeceğini düşünerekten tasarımlarında kullanmışlardır. Tasarladıkları modelde arduino kartına bağlı olan dokunma sensörünü diz kapağına yerleştirmişlerdir. Dokunma sensörüne dokundurulduğunda Arduino kartı bunu algılayarak öğretmen adaylarının oluşturmuş olduğu omurilik kesitindeki ledler sırasıyla duyu nöron, ara nöron ve motor nöron olacak şekilde yandıktan sonra diz kapağında bulunan servo motor, arduino kartının komutuyla hareket ederek modelin ayağını yukarı kaldırmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.25 Refleks 'in işleyişinin tasarım projesi – önden görünüşü



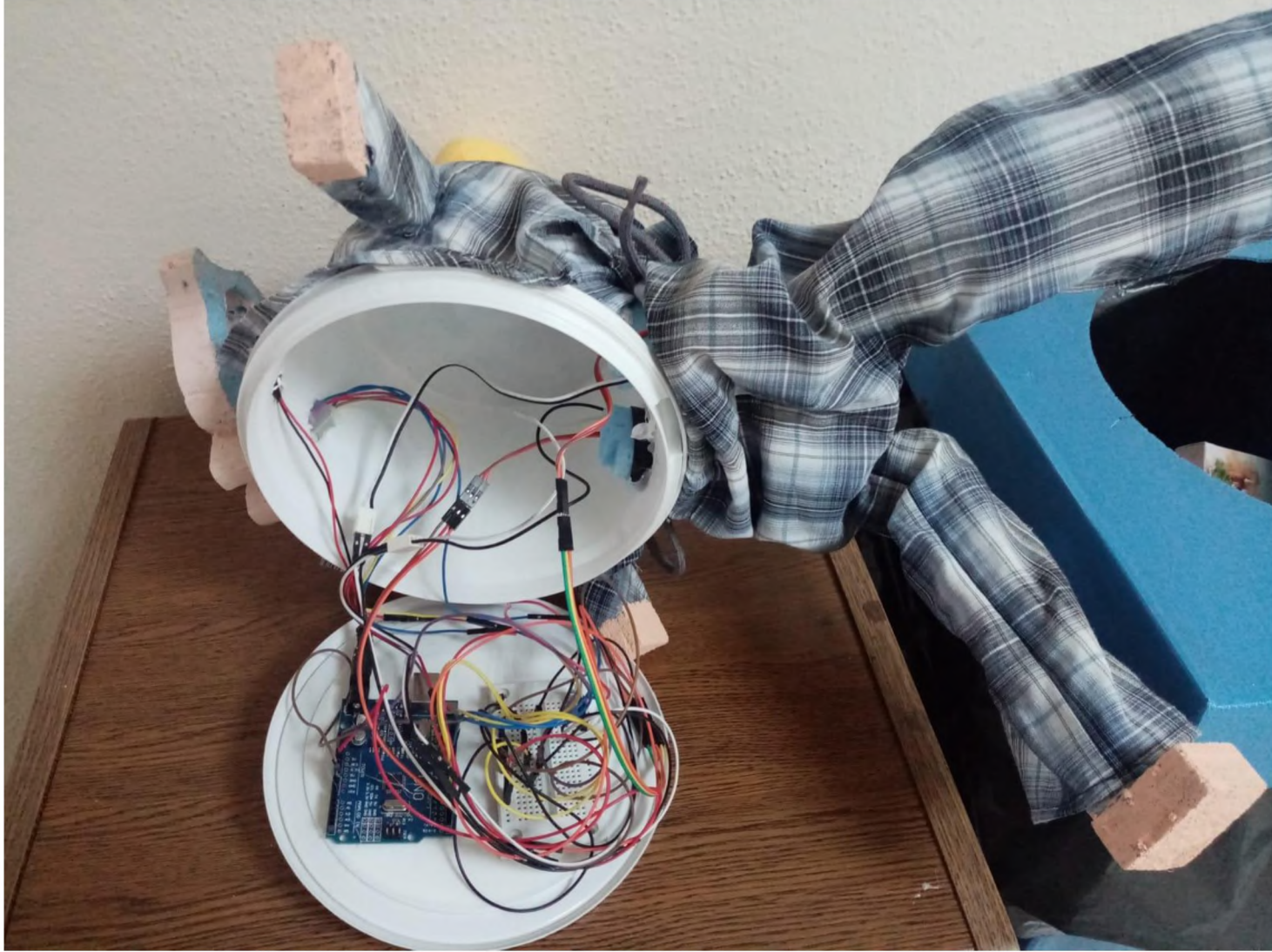
Şekil 3.26 Refleks 'in işleyişinin tasarım projesi – arkadan görünüşü



Şekil 3.27 Refleks 'in işleyişinin tasarım projesi – refleks hareketinin önden görünüşü



Şekil 3.28 Refleks 'in işleyişinin tasarım projesi – refleks hareketinin arkadan görünüşü



Şekil 3.29 Refleks 'in işleyişinin tasarım projesi – sensörlerin Arduino ile bağlantısı

Dosya Düzenle Bağlan Kartlar Uzantılar Lisan Yardım

Diziler

Hareket Görünüm Ses Kalem Veri&Blok

Olaylar Kontrol Algılama İşlemler Robotlar

Arduino Programı

sürekli tekrarla

```

seri porta 5 sayisal pini oku yaz
eğer 5 sayisal pini oku = 1 ise
  10 sayisal pini YÜKSEK yap
  10 sayisal pini YÜKSEK yap
  10 sayisal pini YÜKSEK yap
  10 sayisal pini YÜKSEK yap
  0.1 saniye bekle
  3 servo pini açısını 90 yap
değilse
  3 servo pini açısını 0 yap
  10 sayisal pini DÜŞÜK yap
  10 sayisal pini DÜŞÜK yap
seri porta 9 sayisal pini oku yaz
eğer 9 sayisal pini oku = 1 ise
  2 sayisal pini YÜKSEK yap
  10 sayisal pini YÜKSEK yap
  2 sayisal pini YÜKSEK yap
  10 sayisal pini YÜKSEK yap
  0.1 saniye bekle
  6 servo pini açısını 90 yap
değilse
  6 servo pini açısını 0 yap
  10 sayisal pini DÜŞÜK yap
  2 sayisal pini DÜŞÜK yap

```

geri al Arduinoya Yükle Arduino BGO'yla düzenle

```

1 #include <Arduino.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include <SoftwareSerial.h>
4
5 #include <Servo.h>
6
7 double angle_rad = PI/180.0;
8 double angle_deg = 180.0/PI;
9 Servo servo_3;
10 Servo servo_6;
11
12 void setup() {
13   Serial.begin(115200);
14   pinMode(5, INPUT);
15   pinMode(12, OUTPUT);
16   pinMode(13, OUTPUT);
17   servo_3.attach(3); // init pin
18   pinMode(9, INPUT);
19   pinMode(2, OUTPUT);

```

send encode mode binary hali harf hali

rcv encode mode binary hali harf hali

Yolla

Şekil 3.30 Refleks 'in işleyişi tasarım projesinin kodlama akış şeması

3.5.5. Son Testlerin Uygulanması

Araştırmanın örneklem grubunu oluşturan çalışma (n=23) grubuna ERT ve MTB son-testler uygulanmıştır.

3.6. Veri Çözümleme Teknikleri

Bu araştırmada verilerin çözümlenmesinde kullanılan teknikler ve alt problemler ile ilgili bulgular yorumlanırken yapılan çözümlenmeler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

1. Ölçeklerin ve testlerin geçerlik güvenirliklerinin hesaplanmasında KR-20, İki-Yarı Güvenirliği ve Cronbach's Alpha kullanılmıştır.
2. Alt problemlerin analiz çalışmaları için öncelikle, verilerin normal dağılıma uygunluğunu test etmek amacıyla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır.
3. Grubun kendi içindeki ortalamaların anlamlı farklılık gösterip göstermediğinin test edilmesi amacıyla i) parametrik veri setleri için Aritmetik ortalama, Standart Sapma ve t-testi, ii) parametrik olmayan veri setleri için Wilcoxon İşaretili Sıralar testi kullanılmıştır. İstatiksel olarak anlamlı farklılığın büyüklüğünü bulmak için Cohen's d etki büyüklüğü kullanılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde; araştırmanın alt problem durumlarını sınamak amacıyla yapılan istatistiksel işlemler ile elde edilen bulgular ve bulgulara ilişkin yorumlar alt problemlere uygun bir sıra izlenerek verilmiştir.

4.1. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testine İlişkin Bulguları

Araştırmada elde edilen verilerin normallik dağılımına uygunluğu Shapiro-Wilk testi, Skewness ve Kurtosis değerleri ile tespit edilmiştir. Ak (2008) “n” sayısının 30 ve üzeri olması durumunda “Kolmogrov-Smirnov” testinin kullanılmasını, 30’ nin altında olması durumunda “Shapiro-Wilks” testinin kullanılmasını önermektedir. Dağılımın normal olduğuna karar verebilmek için ise, p değerinin anlamsız olması gerekmektedir. Buna bağlı olarak, araştırmada elde edilen verilerin normallik dağılımına uygunluğu “Shapiro-Wilk” testi ile incelenmiş, p değerinin anlamlı olduğu görülmüştür ($p < .05$). Skewness ve Kurtosis değerlerinin kabul edilebilir aralığının, Skewness ve Kurtosis değerlerinin (+1, -1) arasında olması gerektiğini belirtilmektedir (Hair, Black, Babin ve Anderson, 2013).

Tablo 4.1.

Verilerin Dağılımlarının Normallik Testi Sonuçları

Testler	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			Skewness	Kurtosis	Normallik Durumu
	F	Sd	P	F	Sd	p			
ERT	0.137	23	0.200	0.948	23	0.264	0.963	1.747	Normal*
Ön-test									
ERT	0.206	23	0.012	0.914	23	0.049	-0.802	-0.112	Normal
Son-test									
MTB	0.126	23	0.200	0.946	23	0.241	0.124	-1.191	Normal*
Ön-test									
MTB	0.142	23	0.200	0.940	23	0.176	-0.244	-0.978	Normal
Son-test									

* Öğretmen adaylarının, ERT'nin ön test puanlarının Kurtosis değeri ve MTB'nin ön test puanlarının Kurtosis değeri, belirtilen değeri az bir değerde aşması ve diğer kriterleri sağlamasından dolayı normal dağıldığı kabul edilmiştir.

Gruplardan elde edilen verilerin dağılımlarının, normallik testleri sonuçlarına göre (Tablo 4.1);

ERT; ön-test ve son test verilerinin normallik testi sonucunda normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği ($p_{\text{ön-test}} = 0.264, < \alpha = 0.05, p_{\text{son-test}} = 0.049 > \alpha = 0.05, SD = 23$) için parametrik testlerin,

MTV; ön-test ve son-test verilerinin normallik testi sonucunda normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği ($p_{\text{ön-test}} = 0.241, p_{\text{son-test}} = 0.176 > \alpha = 0.05, SD = 23$) için parametrik testlerin kullanılmasının daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma verilerinden elde edilen, Skewness ve Kurtosis değerlerinin normallik için kabul edilebilir aralıklarda olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara bağlı olarak araştırmada araştırmanın genel amacı çerçevesinde cevapları aranan alt amaçlara yönelik olarak veriler üzerinde gerekli istatistiksel çözümler parametrik ölçümler kullanılarak yapılmış, ilişkili (Bağımlı) örneklem için t testi kullanılmıştır. Bunun yanında parametrik ölçümlerin sonucuyla benzerlik gösteriyor mu diye nonparametrik ölçümlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi de kullanılmıştır. İlişkili örneklem t testi, karşılaştırılan iki ortalama arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını ortaya koyarken bu farkın büyüklüğü hakkında doğru bilgi vermez. Bu sebeple, istatistiksel anlamlığın yanı sıra Cohen's d etki büyüklüğünün de

hesaplanması gerekir. İlişkili örnekler t testinin etki büyüklüğü ölçümlerin ortalamaları arası farkın, fark puanları dizinin standart sapmasına bölünmesiyle bulunur (Green ve Salkind, 2005). Cohen's d Etki büyüklüğünün $d=0$ (sıfır) olması, ortalamaların, karşılaştırıldığı sabit değere eşit olduğu anlamına gelir. Genel olarak bakarsak d'nin değeri açısından, 1'in üzeri çok olarak yorumlanırken, 0.8 büyük, 0.5 orta, 0.2 de küçük (zayıf) etki olarak değerlendirilir (Green ve Salkind, 2005; Morgan, Leech, Gloeckner ve Barret, 2004).

4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Sinir Sistemi'nin öğretiminde FeTeMM tabanlı Arduino Robotik etkinliklerinin akademik başarı üzerine etkileri nelerdir?

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen sinir sistemi öğretiminde Arduino tabanlı Robotik FeTeMM uygulamalarının, öğretmen adaylarının akademik başarılarında bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2.

ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	36.00	11.99	22	-9.61	Fark önemli
Son-Test	23	66.61	14.972			

Tablo 4.2.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 36.00$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 66.61$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t = -9.61$, $tt = 2.07$ $p < 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=2.0$) bu farkın çok yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde Arduino tabanlı Robotik FeTeMM uygulamalarının, öğretmen adaylarının akademik başarılarında anlamlı bir etkisinin olduğunu ve sınıf içi öğrenmeleri desteklediğini göstermektedir.

4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Sinir Sistemi'nin öğretiminde FeTeMM tabanlı Arduino Robotik etkinliklerinin mühendislik tasarım süreç becerileri üzerine etkileri nelerdir?

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sistemi öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerileri üzerinde bir farklılık oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacıyla öğretmen adayların ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Bağımlı örneklem için t-testi ölçekteki bulunan tüm alt boyutlar için yapılarak alt boyutlar açısından bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

4.3.1.Hedefleri Belirleme Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Hedefleri Belirleme Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.3'de sunulmuştur.

Tablo 4.3.

MTB Hedefleri Belirleme Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.58	0.53	22	-3.14	Fark
Son-Test	23	3.97	0.77			önemli

Tablo 4.3.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Hedefleri Belirleme Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.58$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.97$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t = -3.14$, $tt = 2.07$ $p < 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.6$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının

Mühendislik Tasarım Becerilerinden Hedefleri Belirleme Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.2. Plan Yapma Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Plan Yapma Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.4’de sunulmuştur.

Tablo 4.4.

MTB Plan Yapma Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.54	0.53	22	-4.74	Fark önemli
Son-Test	23	4.04	0.77			

Tablo 4.4.’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Plan Yapma Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.54$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 4.04$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t=-4.74$, $tt=2.07$ $p < 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.9$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Plan Yapma Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.3. Bilgi Toplama Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının, Mühendislik Tasarım Becerilerinden Bilgi Toplama Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının

belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.5’de sunulmuştur.

Tablo 4.5.

MTB Bilgi Toplama Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.64	0.56	22	-2.51	Fark önemli
Son-Test	23	3.97	0.77			

Tablo 4.5.’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Bilgi Toplama Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.64$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.97$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t = -2.51$, $tt = 2.07$ $p < 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.5$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Bilgi Toplama Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.4. Alternatif Tasarım Üretim Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Alternatif Tasarım Üretim Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.6’de sunulmuştur.

Tablo 4.6.

MTB Alternatif Tasarım Üretme Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.26	0.84	22	-4.55	Fark önemli
Son-Test	23	3.95	0.69			

Tablo 4.6.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Alternatif Tasarım Üretme Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.26$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.95$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t=-4.55$, $tt=2.07$ $p<0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.9$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Alternatif Tasarım Üretme Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.5. Alternatif Tasarım Seçme Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Alternatif Tasarım Seçme Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7.

MTB Alternatif Tasarım Seçme Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.53	0.68	22	-2.70	Fark önemli
Son-Test	23	3.88	0.65			

Tablo 4.7.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Alternatif Tasarım Seçme Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.53$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.88$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t= -2.70$, $tt= 2.07$ $p< 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.5$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Alternatif Tasarım Seçme Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.6. Modelleme Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Modelleme Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.8'de sunulmuştur.

Tablo 4.8.

MTB Modelleme Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.30	0.68	22	-3.03	Fark önemli
Son-Test	23	3.75	0.70			

Tablo 4.8.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Modelleme Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.30$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.75$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t= -3.03$, $tt= 2.07$ $p< 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.6$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Modelleme Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.7.Tasarım Revizyon Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Tasarım Revizyon Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9.

MTB Tasarım Revizyon Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.38	0.65	22	-3.77	Fark
Son-Test	23	3.89	0.67			önemli

Tablo 4.9.’da görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Tasarım Revizyon Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.38$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.89$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t = -3.77$, $tt = 2.07$ $p < 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.7$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Tasarım Revizyon Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.8.Raporlama Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Raporlama Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.10’da sunulmuştur.

Tablo 4.10.

MTB Raporlama Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.48	0.79	22	-2.18	Fark önemli
Son-Test	23	3.83	0.65			

Tablo 4.10.'da görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Raporlama Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.48$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.83$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t=-2.18$, $tt=2.07$ $p<0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.4$) bu farkın zayıf düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Raporlama Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.9.Sunma Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Sunma Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11.

MTB Sunma Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.53	0.70	22	-2.10	Fark önemli
Son-Test	23	3.80	0.68			

Tablo 4.11.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Sunma Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.53$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.80$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t = -2.10$, $tt = 2.07$ $p < 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.4$) bu farkın zayıf düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Sunma Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.10. Tasarım Sürecinin Genel Değerlendirilmesi

Çalışma kasamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Sürecinin Genel olarak değerlendirilmesinde bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.12'de sunulmuştur.

Tablo 4.12.

MTB Tasarım Süreç Kısımına ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.47	0.59	22	-4.29	Fark önemli
Son-Test	23	3.90	0.63			

Tablo 4.12.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Sürecinin genel olarak değerlendirilmesinden aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.47$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.90$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t = -4.29$, $tt = 2.07$ $p < 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.8$) bu farkın büyük düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Sürecinin genel değerlendirilmesinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.11. Takım Rol ve Sorumluluk Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Rol ve Sorumluluk Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.13’de sunulmuştur.

Tablo 4.13.

MTB Takım Rol ve Sorumluluk Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	4.11	0.81	22	0.05	Fark
Son-Test	23	4.10	0.69			önemsiz

Tablo 4.13.’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Rol ve Sorumluluk Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 4.11$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 4.10$) arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($sd=22$, $t= 0.05$, $tt= 2.07$ $p < 0.05$). Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Rol ve Sorumluluk Boyutu üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı anlaşılmıştır.

4.3.12. Takım İklimi Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İklimi Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.14’de sunulmuştur.

Tablo 4.14.

MTB Takım İklimi Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.97	0.80	22	-0.45	Fark
Son-Test	23	4.06	0.79			önemsiz

Tablo 4.14.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İklimi Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.97$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 4.06$) arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($sd=22$, $t = -0.45$, $tt = 2.07$ $p < 0.05$). Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İklimi Boyutu üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı anlaşılmıştır.

4.3.13. Takım Zamanlama Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Zamanlama Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.15'de sunulmuştur.

Tablo 4.15.

MTB Takım Zamanlama Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.94	0.77	22	-0.49	Fark
Son-Test	23	4.02	0.64			önemsiz

Tablo 4.15.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım

Becerilerinden Takım Zamanlama Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.94$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 4.02$) arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($sd=22$, $t= -0.49$, $tt= 2.07$ $p < 0.05$). Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Zamanlama Boyutu üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı anlaşılmıştır.

4.3.14. Takım İletişim Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İletişim Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.16’da sunulmuştur.

Tablo 4.16.

MTB Takım İletişim Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.95	0.78	22	-0.83	Fark
Son-Test	23	4.09	0.69			önemsiz

Tablo 4.16.’da görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İletişim Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.95$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 4.09$) arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($sd=22$, $t= -0.83$, $tt= 2.07$ $p < 0.05$). Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İletişim Boyutu üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı anlaşılmıştır.

4.3.15. Takım Planlama Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Planlama Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4.17.

MTB Takım Planlama Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.79	0.64	22	-0.72	Fark
Son-Test	23	3.91	0.76			önemsiz

Tablo 4.17.’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Planlama Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.79$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{son-test}} = 3.91$) arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($sd=22$, $t = -0.72$, $tt = 2.07$ $p < 0.05$). Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Planlama Boyutu üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı anlaşılmıştır.

4.3.16. Takım Uyarlama Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Uyarlama Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.18.

MTB Takım Uyarlama Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.66	0.70	22	-1.57	Fark
Son-Test	23	3.92	0.80			önemsiz

Tablo 4.18.'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Uyarlama Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.66$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 3.92$) arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($sd=22$, $t = -1.57$, $tt = 2.07$ $p < 0.05$). Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Uyarlama Boyutu üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı anlaşılmıştır.

4.3.17. Takım İzleme ve Değerlendirme Boyutu

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İzleme ve Değerlendirme Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.19'da sunulmuştur.

Tablo 4.19.

MTB Takım İzleme ve Değerlendirme Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.71	0.70	22	-2.45	Fark
Son-Test	23	4.09	0.62			önemli

Tablo 4.19.'da görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İzleme ve Değerlendirme Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.71$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 4.09$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t= -2.45$, $tt= 2.07$ $p< 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.5$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım İzleme ve Değerlendirme Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.18. Takım Stratejik Çalışma Boyutu

Çalışma kasamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Stratejik Çalışma Boyutunda bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.20'da sunulmuştur.

Tablo 4.20.

MTB Takım Stratejik Çalışma Boyutuna İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.54	0.61	22	-3.85	Fark önemli
Son-Test	23	4.04	0.67			

Tablo 4.20.'da görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Stratejik Çalışma Boyutundan aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.54$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 4.04$) arasında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür ($sd=22$, $t= -3.85$, $tt= 2.07$ $p< 0.001$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.8$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Becerilerinden Takım Stratejik Çalışma Boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.3.19. Takım Becerileri Genel Değerlendirmesi

Çalışma kapsamında, gerçekleştirilen sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Takım Becerileri Genel olarak değerlendirilmesinde bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarının, ön-test ve son-test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar Tablo 4.21’de sunulmuştur.

Tablo 4.21.

MTB Takım Becerileri Genel Değerlendirmeye İlişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	\bar{x}	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	23	3.83	0.60	22	-1.49	Fark
Son-Test	23	4.03	0.65			önemsiz

Tablo 4.21.’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının Mühendislik Takım Becerilerini genel olarak değerlendirilmesinden aldığı ön test ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 3.83$) ile son test ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}} = 4.03$) arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($sd=22$, $t = -1.49$, $t_t = 2.07$ $p < 0.05$). Bu durum, sinir sisteminin öğretiminde, Arduino tabanlı Robotik FeTeMM tasarım proje uygulamalarının, öğretmen adaylarının Mühendislik Takım Becerileri üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı anlaşılmıştır.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmanın verileri doğrultusunda elde edilen sonuçlara, tartışma ve önerilere yer verilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, sinir sisteminin öğretiminde FeTeMM tabanlı Arduino robotik etkinliklerinin üzerinde çalışma grubunda bulunan öğretmen adaylarının akademik başarı düzeyleri yükselmiştir. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Sinir sisteminin öğretiminde FeTeMM tabanlı Arduino robotik etkinliklerinin, akademik başarıyı yüksek bir oranda artırdığı ve sınıf içi öğrenmelerin kalıcılığını desteklediği görülmektedir.

İlgili alanyazını incelendiğinde, araştırmanın bulgularını destekleyen araştırmalar bulunmaktadır; Özdoğru (2013), tarafından yapılan çalışmada eğitsel robotik setlerini kullanarak yapmış olduğu robotik etkinliklerin 6.sınıf fen ve teknoloji dersinde fiziksel olaylar öğrenme alanına ait kazanımlarda akademik başarıya olan etkisini araştırmış ve öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Özel (2018), tarafından yapılan çalışmada 8.sınıf Fen Bilimleri dersinde yer alan “Deprem ve Hava Olayları”, “Basit Makineler”, “Işık ve Ses” ve “Yaşamımızdaki Elektrik” konularında robotik setleri kullanılarak yapmış olduğu robotik FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıya olan etkisini incelemiş ve robotik etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı düzeyde artış gösterdiğini tespit etmiştir. Aynı zamanda çalışmasında fen bilimleri dersine karşı ilgi ve motivasyonu artırdığı, öz

yeterliliği geliştirdiği ve öğrencilerde birlikte çalışma, yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi 21.yüzyıl becerilerini geliştirdiğini gözlemlemiştir. Akçay (2018), tarafından yapılan çalışmada LEGO Mindstorms eğitsel robotik FeTeMM uygulamalarının, fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerine etkisini incelemiş ve öğretmen adaylarının akademik başarılarında anlamlı düzeyde artış gösterdiğini tespit etmiştir.

Fen Bilimleri dersine ek olarak teknoloji kavramları, mühendislik, matematik ve bilgisayar bilimi gibi alanlarda da akademik başarı üzerine olumlu gelişmeler bulunmaktadır (Altay, 2019; Eraytaç, 2019; Kasalak, 2017; Selçuk, 2019; Şimşek, 2018; Yolcu, 2018).

Alanyazını baktığımızda araştırmanın bulgularını desteklemeyen çalışmalar da bulunmaktadır, Yüksel (2019) tarafından yapılan arduino ile programlananın 6.sınıf öğrencilerin fen bilimlerine yönelik başarıları üzerine etkisini araştırdığı çalışmada Arduino ile yapılan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını ancak bu artışın anlamlı bir farklılık göstermediğini belirlemiştir. Lindh ve Holgerson (2007) tarafından yapılan çalışmada, robotların 5.ve 9.sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematik ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisini araştırılmış ve çalışmanın sonucunda, deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Ancak robotik eğitimi alan öğrencilerin bir sonraki yıl derse katılımlarında daha başarılı oldukları gözlemlenmiştir.

Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği, mühendislik tasarım süreçleri ve tasarımda takım becerileri olmak üzere iki farklı kısımdan oluşmaktadır. İki farklı kısım da kendi içinde alt boyutlara sahiptir. I. Kısım Mühendislik Tasarım Süreçlerini, II. Kısım Tasarımda Takım Becerilerini kapsamaktadır. I. Kısım (Mühendislik Tasarım Süreçleri) 9 alt boyut 57 maddeden oluşmakta; II. Kısım (Tasarımda Takım Becerileri) 8 alt boyut 43 maddeden oluşmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Ölçeği'nin "Mühendislik Tasarım Süreçleri" bölümünden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Mühendislik Tasarım Becerileri bölümüne ilişkin süreçte tasarımla ilgili hedefleri belirleme, tasarımla ilgili plan yapma, tasarım için bilgi toplama, alternatif tasarım üretme ve seçme, modelleme, tasarım revizyon altboyutlarında, çalışma grubundaki öğretmen

adaylarının zorlanmadıkları ve tasarım becerilerini geliştirdikleri görülmüştür. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının, rapor yazma ve sunumda zorlanmadığı ancak diğer becerileri kadar gelişmediği anlaşılmıştır. Öğretmen adayları ile mühendislik tasarım becerileri bakımından kendilerini geliştirmeleri için 7 haftalık uygulama süreci yürütülmüştür. Araştırmada izlenen bu uygulama sürecine benzer şekilde Capobianco (2011) öğretmenlerin mühendislik tasarım sürecini anlamaları ve sınıf ortamında uygulama yeterliliği kazanma durumunu incelediği araştırmalarında, öğretmenlere, mühendislik tasarım süreci içeren ders planları hazırlamaları istenmiş ve bu planları incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, öğretmenlerin mühendislik tasarım sürecini anladığı ve uygulamalarda tasarım sürecini kullanma becerilerinin geliştiğini tespit etmiştir. Alan yazınında mühendislik tasarım sürecinde ortaya çıkan problemlerin gerçek yaşam problemi olmasından dolayı öğrenmeyi motive eden bir araç olarak görülmektedir (Marulcu, 2010; Mehalik, Doppelt ve Schunn, 2008). Ayrıca mühendislik tasarım sürecinin, bütünlük eğitim anlayışlarındaki, bilimsel süreç becerilerin geliştirmesi, düşünce becerilerini geliştirmesi, problem çözme becerilerini geliştirmesi, tasarım yapma ve yeni fikir üretme ve bilgilerin kalıcılığı gibi diğer tespitlerin de araştırmanın sonucu ile benzerlik gösterdiği söylenebilir (Aslan Yolcu, 2014). Fen bilgisi, fizik, kimya, biyoloji ve mühendislik alanının da var olduğu tüm eğitim kademelerinin programlarının tamamında bilimsel süreç becerileri kullanılmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre, çalışma grubundaki öğretmen adaylarının, Mühendislik Tasarım Ölçeği'nin "Tasarımda Takım Becerileri" bölümünden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı test edilmiştir (Tablo 4.21). Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının takımla çalışmada çok zorlanmadığı ancak Takım izleme ve değerlendirme ve Takım stratejik çalışma becerileri hariç diğer becerilerini süreç boyunca geliştiremedikleri görülmüştür. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının, Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği'nden aldıkları öntest puanlarının ortalamasının yüksek olmasının sebebini acaba çalışmanın öncesinde eğitim alıp almadıklarını belirlemek amacıyla öğretmen adaylarıyla çalışma sırasında görüşme gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde, Arduino mikrodenetleyici veya robotik kodlama alanıyla ilgili daha önce eğitim almadıklarını ancak, FeTeMM eğitim yaklaşımını daha önceki dönemlerde katıldıkları kurslarla ya da okulda yaptıkları çalışmalarda uyguladıklarını dile getirmişlerdir. Öğretmen adaylarının birçoğunun

mühendislik tasarım süreç yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine benzerlik gösterdiklerini dile getirmişlerdir.

5.2. Öneriler

Arduino tabanlı Robotik FeTeMM sürecinde karşılaşılan zorluklar, zorluklara çözüm bulma yolları ve uygulama sürecinde öğretmen adaylarından alınan geri dönütler göz önünde bulundurularak geliştirilen öneriler aşağıda özetlenmiştir;

- Arduino tabanlı Robotik FeTeMM uygulamaları için masa, zemin, elektriksel donanım, robotik kitlerin ve tasarımların saklanacağı dolaplar vb. altyapısı tamamlanmış FeTeMM dersliklerinin veya laboratuvarlarının kurulması gerekmektedir.
- Bu araştırmanın motivasyon, yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri, öğrenci motivasyonların, öz yeterlilik ve üst bilişsel farkındalıkları gibi farklı değişkenlere etkisi araştırılabilir.
- Araştırma sadece nicel araştırma modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmayı nitel araştırma modellerini kullanılarak karma araştırma yöntemi şeklinde yapılması bulguların daha sağlıklı elde edilmesini sağlayabilir.
- Arduino teknolojisi, Fen Bilimleri dersinin her seviyede birçok konusuna uyarlanabilir. Böylece Arduino'nun eğitime etkisi daha farklı konularda incelenerek literatürdeki benzeri çalışmalar artırılabilir.
- Arduino ve benzeri robotik teknolojileri eğitimde materyal olarak daha çok Bilişim Teknolojileri ve Fen Bilimleri derslerinde kullanılmış olsa da diğer derslerde kullanımı mümkündür. Benzeri çalışmalar başka branşlarda yapılarak Arduino ve benzeri robotik teknolojilerinin derslere etkisi incelenebilir.
- Fen Bilimleri Öğretmenliği (Fen Bilgisi Öğretmenliği, Biyoloji Öğretmenliği, Kimya Öğretmenliği, Fizik Öğretmenliği) öğretmen adaylarına, hizmet öncesinde robotik eğitim kurs programları düzenlenmelidir. FeTeMM yaklaşımına dayanan derslerle öğretmen adaylarına FeTeMM öğretim becerileri ve robotik FeTeMM tasarım becerileri kazandırılmalıdır.
- Eğitim fakültelerindeki tüm alanlardaki öğretim programlarına zorunlu ve seçmeli "Robotik ve Kodlama" dersi konulmalıdır.

- Konuyla ilgili farkındalık yaratmak için her kademedeki öğrenciler için çeşitli kurslar ve seminerler düzenlenmeli, öğrenciler ve öğretmenlerin birlikte çalışmasına imkân sağlayacak araştırma projeleri geliştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Akbıyık, N. (2019). Arduino ile mikrodenetleyici uygulamalarının öğrencilerin programlama eğitimine karşı öz-yeterlikleri ve problem çözme becerisi üzerine etkileri. *International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications*, 4(5), 99-105. doi: 10.36287/setsoci.4.5.020
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M.S., Öner, T., ve Özdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu / “günün modası mı yoksa gereksinim mi? Hacettepe Üniversitesi Bilim, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi ve Uygulamaları Laboratuvarı sitesinden erişilmiştir: <http://www.hstem.hacettepe.edu.tr/tr/menu/yayinlar-5>
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71. Retrieved from <http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/119/85>
- Alpat, A. (2012, Şubat 3). Arduino Mega 2560’a Genel Bakış. 16 Kasım 2018 tarihinde <http://arduinoturkiye.com/arduino-mega-2560-nedir/> adresinden erişildi.
- Altan, E. B., Yamak, H., ve Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi uygulamaları: tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/222656>
- Altay, G. (2019). *Arduino kullanımının lise öğrencilerinin akademik başarılarına ve programlamaya yönelik tutumlarına olan etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İzmir.
- Altıparmak Karakuş, M. (2016, Haziran). Biyolojinin interdisipliner öğretimi: sinir hücresi fiziolojisinin fizik kuram ve teorileriyle yorumlanması. *IIIrd International Eurasian Educational Research Congress*, 141-142. Erişim adresi <https://ejercongress.org/pdf/bildiriozetleri2016ejer.pdf>
- Arbuckle, J. L. (2008). *AMOS 17 user’s guide*. Crawfordville: Amos Development Corporation.
- Arduino. (2019). Arduino nedir?. 10 Ocak 2019 tarihinde <https://www.arduino.cc/> adresinden erişildi.

- Arslan, A. (2006). Bilgisayar Destekli Eğitim Yapmaya İlişkin Tutum Ölçeği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 24-33. Erişim adresi <http://toad.edam.com.tr/sites/default/files/pdf/bilgisayar-destekli-egitim-yapmaya-iliskin-tutum-olcegi-toad.pdf>
- Arslan, O., Bora, N. D., ve Samancı, N. K. (2006). İşbirliğine dayalı öğrenme tekniklerinin 10. sınıf öğrencilerinin sinir sistemi konusunu öğrenmelerine etkisi [The effect of cooperative learning strategies on 10th grade pupils' achievement on nervous system]. *Eğitim Araştırmaları*, 6(23), 1-9. Erişim adresi https://www.researchgate.net/profile/Nihal_Dogan2/publication/331639507_The_Effect_of_Cooperative_Learning_Strategies_on_10_th_Grade_Students'_Achievement_on_Nervous_System/links/5c84e010299bf1268d4c9a31/The-Effect-of-Cooperative-Learning-Strategies-on-10-th-Grade-Students-Achievement-on-Nervous-System.pdf
- Aslan Yolcu, F. (2014). *Ortaokul düzeyinde performans görevi uygulamaları sürecinde disiplinler arası yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisi*. EJER Kongresi'nde sunulmuş bildiri, İstanbul, Türkiye.
- Augustine, N.R. (2007). Is America falling off the flat earth? Washington, DC: National Academies. 12 Şubat 2020 tarihinde http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12021 sayfasından erişilmiştir.
- Aydın, M. (2017). Lego robotik uygulamaları ile STEM eğitimi. Çepni, S. (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi içinde* (375-394), Ankara: Pegem Akademi.
- Bagiati, A., & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: the teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112-128. doi: 10.1080/1350293X.2014.991099
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86. doi: 10.1080/00219266.1999.9655648
- Banzi, M. (2009). *Really getting started with Arduino. Getting started with Arduino*. Sebastopol, CA: MakeBooks.
- Barak, M., & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and

- projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121-144. doi: 10.1007/s10798-016-9385-9
- Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem-and project-based learning. *Journal of the learning sciences*, 7(3-4), 271-311. doi: 10.1080/10508406.1998.9672056
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. doi: 10.1016/j.compedu.2011.10.006
- Beran, T. N., Ramirez-Serrano, A., Kuzyk, R., Fior, M., & Nugent, S. (2011). Understanding how children understand robots: Perceived animism in child–robot interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*, 69(7-8), 539-550. doi: 10.1016/j.ijhcs.2011.04.003
- Berland, M. & Wilensky, U. (2015). Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 628–647. doi: 10.1007/s10956-015-9552-x
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research and Practice*, 12(2), 1–20. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ910910.pdf>
- Bora, N. D., Çakıroğlu, J., ve Tekkaya, C. (2006). Sinir sistemi konusunun kavram çarkı ile öğretimi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 31(141), 32-39. Erişim adresi <http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/download/5184/1319>
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Brown, P., & Borrego, M. (2013). Engineering efforts and opportunities in the national science foundation's math and science partnerships (MSP) program. *Journal of Technology Education*, 24(2), 41-54. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1005687.pdf>

- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5–9. Retrieved from <http://www.stemteacherlearning.com/uploads/topics/stem-curricula/Understanding%20STEM.pdf>
- Bruciati, A. P. (2004). Robotics technologies for K-8 educators: A semiotic approach for instructional design. *Education Faculty Publications*, 2(1), 61-65. Retrieved from http://digitalcommons.sacredheart.edu/ced_fac/56
- Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö. (2016). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 61-76. Erişim adresi <http://toad.edam.com.tr/sites/default/files/pdf/FeTeMM-farkindalik-olcegi-toad.pdf>
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.B., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö., ve Köklü, N. (2011). *Sosyal bilimlerde istatistik*. Ankara: Pegem Akademi
- Bybee, R. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. Colorado Springs, CO: BSCS. Retrieved from http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf
- Bybee, R.W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329, 996. doi: 10.1126/science.1194998
- Cameron, R. G. (2005). *Mindstorms robotlab: Developing science concepts during a problem based learning club* (Unpublished master's thesis). The University of Toronto, Canada.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309. doi: 10.1002/j.2168-9830.2006.tb00905.x
- Capobianco, B. M. (2011). Exploring a science teacher's uncertainty with integrating engineering design: an action research study. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 645-660. doi: 10.1007/s10972-010-9203-2

- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning: an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) Approach (2nd Edition)*. Rotterdam, The Netherlands: Sense.
- Catlin, D. & Blamires, M. (2010, August) The principles of Educational Robotic Applications (ERA): a framework for understanding and developing educational robots and their activities. *The 12th EuroLogo conference*. Retrieved from <http://cre+ate.canterbury.ac.uk/10970/2/ERA%2520Paper%2520for%2520Constructionsim%25202010.pdf>
- Chella, M. T. (2010). Robotic tool with scratch language. *Robocontrol 2010 4th Workshop in Applied Robotics and Automation*, 1–6. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/a7c6/5d01ac9ce69102550993b0b8be70d88ddd61.pdf>
- Chen, N. S., Quadir, B & Teng, D. C. (2011). Integrating book, digital content and robot for enhancing elementary school students' learning of English. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(3), 546-561. doi: 10.14742/ajet.960
- Chute, E. (2009, February). STEM education is branching out: Focus shifts from making science, math accessible to more than just brightest. *Pittsburg Post-Gazette*. Retrieved from <http://www.post-gazette.com/news/education/2009/02/10/STEMEducation-is-branching-out/stories/200902100165>
- Cohen, L. & Manion, L. (1997). *Research methods in education (4th Edition)*. Routledge: London and New York.
- Costa, M. F. & Fernandes, J. (2004). *Growing up with Robots*, Proceedings of Hsci2004. Retrieved from <http://www.hsci.info/hsci2004/PROCEEDINGS/FinalPapers/E00461377837.pdf>
- Creswell J. W., & Plano Clark V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*, 2nd ed. Los Angeles: Sage Publications.
- Culver, D. E. (2012). *A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K-12 engineering education*, (Unpublished Master's Thesis). Iowa State University: Iowa.

- Cunningham, C. M., & Hester, K. (2007). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. *In Proceedings of the 2007 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. Honolulu, Hawaii: American Society for Engineering Education.
- Çepni, S. ve Ormancı, Ü. (2017). Geleceğin dünyası. Çepni, S. (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi içinde* (1-32), Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Çepni, S., Taş, E., & Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education*, 46(2), 192-205. doi: 10.1016/j.compedu.2004.07.008
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306. doi: 10.14527/pegegog.2018.012
- Çobanoğlu, B. (2017). *Çocuklar için uygulamalarla Arduino*. İstanbul: Abaküs.
- Çobanoğlu, B. (2017). *Derinlemesine Arduino*. İstanbul: Abaküs.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları (2. baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Delebe, E. (2018). *Kod blokları ile Arduino*. İstanbul: Kodlab.
- Delebe, E. (2018). *Projeler ile Arduino*. İstanbul: Kodlab.
- Dökmetaş G. (2016). *Arduino eğitim kitabı*. İstanbul: Dikeyksen Yayıncılık.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). *The power of problem-based learning*. Sterling, VA: Stylus.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching With Robotics & 5th International Conference Robotics In Education, Padova (Italy)*, 24-37. Retrieved from http://www.terecop.eu/TRTWR-RIE2014/files/00_WFr1/00_WFr1_04.pdf

- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14), 1-18. doi:10.1186/s40594-015-0027-7
- Eraytaç, Ö. F. (2019). *Robotik kodlama eğitiminde blok tabanlı kodlama yönteminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarısına etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: Adana.
- Ercan, S (2013). *Mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonu: Mü(fen)dislik*. Uluslararası Eğitimde Değişim ve Yeni Yönelimler Sempozyumu, Konya.
- Erdoğan, Y., ve Dede, D. (2015). Bilgisayar destekli proje tabanlı öğretim: fen başarılarına, bilgisayar başarısına ve portfolyo değerlendirilmesine etkileri. *Uluslararası Eğitim Dergisi*, 8(2), 177-188. Erişim adresi <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1085309.pdf>
- Eroğlu, S., ve Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/enad/issue/32043/356762>
- Ersoy, H., Madran, R., ve Gülbahar, Y. (2011). Programlama dilleri öğretimine bir model önerisi: robot programlama. *Akademik Bilişim 2011 Konferansı*, Malatya: İnönü Üniversitesi. Erişim adresi https://ab.org.tr/ab11/kitap/ersoy_madran_AB11.pdf
- Felix, A. L. (2010). Design-based science for STEM student recruitment and teacher professional development. *Mid-Atlantic ASEE Conference*, Pensilvanya: Villanova University.
- Fidan, U., ve Yalçın, Y. (2012). Robot eğitim seti lego nxt. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 1-8. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/18395>
- Fraden, J. (2013). *Handbook of modern sensors*. Springer: Cham.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1996). How to design and evaluate research in education. New York, ABD: Mc Graw Hill Higher Education.
- Galadima, A. A. (2014, September). *Arduino as a learning tool*. In *Electronics*, 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO), Abuja, Nigeria. doi: 10.1109/ICECCO.2014.6997577

- Gallagher, S. A., Sher, B. T., Stepien, W. J., & Workman, D. (1995). Implementing problem based learning in science classrooms. *School Science and mathematics*, 95(3), 136-146. doi: 10.1111/j.1949-8594.1995.tb15748.x
- Gay, L. R. (1996). *Educational research competencies for analysis and application* (5th Edition). OHIO: Merrill an imprint of Prentice Hall.
- Gay, L. R., & Airasian, P. (2000). *Educational research competencies for analysis and application* (6th Edition). Ohio: Merrill an imprint of Prentice Hall.
- Grasel, J., Vonnegut, W., & Dodds, Z. (2010, March). *Bitwise biology: crossdisciplinary physical computing atop the Arduino*. In 2010 AAAI spring symposium series, California. Retrieved from: <https://www.aaai.org/ocs/index.php/SSS/SSS10/paper/download/1042/1391>
- Gülbahar, Y., ve Karal, H. (2018). *Kuramdan uygulamaya programlama öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447
- Hacıömeroğlu, G., ve Bulut, A. (2016). Entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/eku/issue/26697/280859>
- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Constructionism: Research reports and essays*. Westport, Norwood, N.J.: Ablex Pub. Corp. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/record/1991-99006-000>
- Herger, L. M., & Bodarky, M. (2015, March). *Engaging students with open source technologies and Arduino*, IEEE Integrated STEM Education Conference, Indian. doi: 10.1109/ISECon.2015.7119938
- Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 22-27. Retrieved from <https://www.researchonline.mq.edu.au/vital/access/services/Download/mq:12742/DS01>

- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: what and how do students learn. *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. doi: 10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3.
- Holbrook, J., & Kolodner, J.L. (2000). Scaffolding the development of an inquiry-based (science) classroom. In B. Fishman & S. O'Conner-Divelbiss (Edt.), Proceedings, International Conference of the Learning Sciences 2000 (ICLS). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in k-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/bac5/69ca108d7ac7c96574826419074316150060.pdf>
- Hynes, M. M. (2007). *Developing middle school engineering teachers: toward expertise in engineering subject matter and pedagogical content knowledge*. Qualifying Paper, Tuft University. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Ljubomir_Jacic2/post/What_should_be_the_pedagogy_used_by_the_modern_teacher_in_an_engineering_curriculum/attachment/59d61dcc79197b8077979de6/AS%3A273522029465601%401442224141308/download/DEVELOPING+MIDDLE+SCHOOL+ENGINEERING+TEACHERS-TOWARD+...pdf
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Careberry, A. (2011). *Insfusing engineering design into high school Stem courses*. Retrieved from https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165
- Johnson, J. (2003). *Children, robotics and education*. In Proceedings of 7th international symposium on artificial life and robotics, Oita, Japan. doi: 10.1007/BF02480880
- Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L., & Guerra, F. A. (2013). A low-cost and simple arduino-based educational robotics kit. *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC)*, 3(12), 1-7. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Martins29/publication/276849083_A_Low-Cost_and_Simple_Arduino-

[Based_Educational_Robotics_Kit/links/57b750a808ae14f440ba2c91/A-Low-Cost-and-Simple-Arduino-Based-Educational-Robotics-Kit.pdf](https://www.researchgate.net/publication/315144401/links/57b750a808ae14f440ba2c91/A-Low-Cost-and-Simple-Arduino-Based-Educational-Robotics-Kit.pdf)

- Kahn Jr, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., ... & Shen, S. (2012). "Robovie, you'll have to go into the closet now": Children's social and moral relationships with a humanoid robot. *Developmental Psychology*, 48(2), 303. doi: 10.1037/a0027033
- Kalelioğlu, F., ve Keskinılıç, F. (2017). Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya. Gülbahar, Y. (ed.), *Bilgisayar bilimi eğitimi için öğretim yöntemleri* (ss. 155-178). Ankara: Pegem Akademi.
- Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015, July). *A review: Can robots reshape K-12 STEM education?* IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO), France. doi: 10.1109 / ARSO.2015.7428217
- Kasalak, İ. (2017). *Robotik kodlama etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin kodlamaya ilişkin öz-yeterlik algılarına etkisi ve etkinliklere ilişkin öğrenci yaşantıları*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Kayalar, A. (2018). *Mobil teknolojiye dayalı Fetemm uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerilerine, sistem düşünme zekâsına ve öğretmenlik özyeterliklerine etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İzmir.
- Kennedy, T. J. & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1044508.pdf>
- Kızılay, E. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47(1), 403-417. doi: 10.9761/JASSS3464
- Koç, A., ve Büyük, U. (2013). Fen ve teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: Robotik uygulamaları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 139-155. Erişim Adresi <https://search.proquest.com/openview/ec2c2ff7b1de2bd38d2684b98f6b2ba3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032192>

- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., ... & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design (tm) into practice. *The Journal of The Learning Sciences*, 12(4), 495-547. doi:10.1207/S15327809JLS1204_2.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J. & Puntambekar, S. (1998). Learning by design from theory to practice. 12 Kasım 2019 tarihinde <http://www.cc.gatech.edu/projects/lbd/htmlpubs/lbdtheorytoprac.html> sayfasından erişilmiştir.
- Kozima, H., & Nakagawa, C. (2007). A robot in a playroom with preschool children: longitudinal field practice. *16th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication*, 1058–1059. doi: 10.1109 / ROMAN.2007.4415238
- Köse, E., & Tosun, F. (2011). Effect of context based learning in students achievement about nervous system. *Journal of Turkish Science Education*, 8(2), 91-106. Erişim adresi <http://www.tused.org/internet/tused/archive/v8/i2/text/tusedv8i2a8.pdf>
- Kuzu, A., ve Türk, M. (2018). Fiziksel programlama. In Y. Gülbahar ve H. Karal (Eds.), *Kuramdan uygulamaya programlama öğretimi* (ss. 339-388). Ankara: Pegem Akademi.
- Küçük, S., & Şişman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education*, 111, 31-43. doi: 10.1016/j.compedu.2017.04.002
- Lake, K. (2000). *'Integrated curriculum' school improvement research series (SIRS): Research you can use*. Portland: Northwest Regional Educational Laboratory. Retrieved from <https://www.curriculumassociates.com/professional-development/topics/Integrated-Curriculum/extras/lesson1/Reading-Lesson1.pdf>
- Lee, C. I., & Tsai, F. Y. (2004). Internet project based learning environment: the effects of thinking styles on learning transfer. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(1), 31-39. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/6e7b/8b22f08cb51ec044b80ce27e0d5c79dd64e7.pdf>
- Lindh. J. & Holgersson T. (2007). Does Lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems. *Computers & Education*, 49(4), 1097-1111. doi:

10.1016/j.compedu.2005.12.008

- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-010-9114-8>
- Martin-Ramos, P., Da-Silva, M., Lopes, M. J., & Silva, M. R. (2016, November). *Student2student: Arduino project-based learning*. In Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain. doi: 10.1145/3012430.3012500
- Marulcu, İ. (2010). *Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines*, (Unpublished doctoral dissertation). Boston College, Lynch School of Education: Boston.
- Marulcu, İ., & Höbek, K. M. (2014). Teaching Alternate Energy Sources to 8th Grades Students by Engineering Design Method. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research MAJER Issue: 9*.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle school science through design based learning versus scripted inquiry: better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 1-15. doi: 10.1002/j.2168-9830.2008.tb00955.x
- mBlock. (2019, Ocak 1). MBlock nedir. 15 Ocak 2019 tarihinde <https://www.mblock.cc/introduction-to-product/?footer> adresinden erişilmiştir.
- Moazzen, I., Miller, M., Wild, P., Jackson, L., & Hadwin, A. F. (2014, June). *Engineer design survey*. Proceedings of the 2014 Canadian Engineering Education Association (CEEA14) Conference, Canmore, AB. Retrieved from <http://ojs.library.queensu.ca/index.php/PCEEA/article/view/5892>
- Moore, T. J., Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Guzey, S. S. (2015). The need for a STEM Roadmap. In Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Moore, T. J. (Eds.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* (pp.3-12). London: Routledge.

- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.-H., Tank, K.M., & Roehrig, G.H. (2014-in press). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Edt.), *Engineering in precollege settings: Research into practice*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(13), 1-7. Retrieved from <http://roila.org/wp-content/uploads/2013/07/209-0015.pdf>
- National Academy of Engineering (NAE), & National Research Council (NRC). (2009). *Engineering in k-12 education: understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Academy of Engineering (NAE), & National Research Council (NRC). (2014). *STEM integration in k-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from http://www.fullerton.edu/doresearch/csun_hsi_conference/1.%20STEM%20integration%20in%20K-12%20edu.pdf
- National Academy of Engineering (NAE). (2016). *Grand challenges for engineering: imperatives, prospects and priorities: summary of a forum*. Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from http://thescienceexperience.org/Books/Grand_Challenges_for_Engineering.pdf
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council (NRC). (2010). *A Framework for Science Education Preliminary Public Draft, Committee on Conceptual Framework for New Science Education Standards, Board on Science Education*. Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from http://www7.nationalacademies.org/bose/Standards_Framework_Preliminary_Public_Draft.pdf
- National Research Council (NRC). (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies Press.

- Numanoğlu, M., ve Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı-mbot örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497-515. doi: 10.14686/buefad.306198
- Ocak, M. A. (2017). Where does Arduino's power come from?: An extended literature review. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age (JOLTIDA)*, 3(1), 21-34. Retrieved from <http://joltida.org/index.php/joltida/article/viewFile/44/108>
- Ospennikova, E., Ershov, M., & Iljin, I. (2015). Educational Robotics as an Inovative Educational Technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214(1),18-26. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.588
- Özçep, F. (2007). *Bilim ve mühendislik: tarihsel gelişim ve felsefesi*. 3 Kasım 2019 tarihinde <http://www.istanbul.edu.tr/eng/jfm/ozcep/BilimMuhendislik.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Özdoğru, E. (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*, (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İzmir.
- Özel, M. (2018). *Robotik biliminin ortaokul 8.sınıf fen bilimleri dersine entegrasyonu*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.
- Öztaş, H., ve Özay, E. (2004). Biyoloji öğretmenlerinin biyoloji öğretiminde karşılaştıkları sorunlar (Erzurum örneği). *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 69–76. Erişim Adresi https://app.trdizin.gov.tr/documentViewer/viewer.xhtml?ext=pdf&path=iszyc6hXyiCkvthyLGCvfr8TTuSNBoliD_S_od2Pt9UKobCpSZBqIaG0AoFi0tzKTrNtBCIBwQmsrom0c9ipVGsZLiUeHRfw2ccDVybAk4=
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas (2nd ed.)*. New York, NY: Basic Books.
- Petroski, H. (1996). *Invention by design: How engineers get from thought to thing*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Petto, A., Fredin, Z., & Burdo, J. (2017). The use of modular, electronic neuron simulators for neural circuit construction produces learning gains in an undergraduate anatomy and physiology course. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 15(2),

151-156. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5480844/pdf/june-15-151.pdf>

Ramsay, J., & Sorrell, E. (2006). Problem-based learning: a novel approach to teaching safety, health and environmental courses. *The Journal of SH&E Research*, 3(2), 1-8. Retrieved from <http://mtpinnacle.com/pdfs/ramsay.pdf>

Rubio, M. A., Hierro, C. M., & Pablo, A. P. D. Y. (2013, July). Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. *In Proceedings of EDULEARN13 Conference*, (5127-5133). Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/c722/2f0f4b60735ac62bafd9fe17312657983526.pdf>

Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *The interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1), 9-20. doi: 10.7771/1541-5015.1002

Sefer, F. (2017). *Mikroişlemci arayüzlerle tasarlanan kimya deneylerinin öğretmen adaylarının teknoloji ve kimya öz yeterliklerine etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İzmir.

Selçuk, N. A. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.

Simge, A. (2018). *Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve motivasyonları üzerine etkileri*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Muğla.

Schleisman, K. B., Guzey, S. S., Lie, R., Michlin, M., Desjardins, C., Shackleton, H. S., ... & Dubinsky, J. M. (2018). Learning neuroscience with technology: a scaffolded, active learning approach. *Journal of Science Education and Technology*, 27(6), 566-580. doi: 10.1007/s10956-018-9748-y

Schnittka, C. & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887. doi: 10.1080/09500693.2010.529177

- Scolnic, J. (2015). *Design, development and analysis of the EVDuino robotics prototyping platform*, (Published Master's thesis). Tufts University, Department of Mechanical Engineering: Medford. Retrieved from: <https://search.proquest.com/docview/1705857868?accountid=11054>
- Shimada, M., Kanda, T., & Koizumi, S. (2012, October). How can a Social Robot facilitate children's collaboration?. *In International Conference on Social Robotics*, (98-107). Springer, Berlin, Heidelberg. Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Takayuki_Kanda/publication/262313535_How_Can_a_Social_Robot_Facilitate_Children%27s_Collaboration/links/565c088808ae4988a7bb5c96.pdf
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20. doi: 10.1007/s10798-015-9304-5
- Sullivan, A. ve Bers, M. U. (2018) Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers, *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325–346. doi: 10.1007/s10798-017-9397-0
- Sümen, Ö. Ö., & Çalisici, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on stem education implemented in an environmental literacy course. *Educational sciences: Theory and Practice*, 16(2), 459-476. doi: 10.12738/estp.2016.2.0166
- Sümen, Ö. Ö., & Çalisici, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on stem education implemented in an environmental literacy course. *Educational sciences: Theory and Practice*, 16(2), 459-476. doi: 10.12738/estp.2016.2.0166
- Şimşek, E. (2018). *Programlama öğretiminde robotik ve scratch uygulamalarının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri ve akademik başarılarına etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Samsun.
- Şişman, B. (2016). Eğitimde Robot Kullanımı. In: İşman, A., Odabaşı, H. F. ve Akkoyunlu, B. (Eds.), *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016*. Ankara: Salmat Basım Yayıncılık.
- Taşdemir, C. (2017). *Arduino*. İstanbul: Dikeyksen

- TDK. (2018). TDK, Güncel Türkçe Sözlük. 23 Kasım 2019 tarihinde <http://www.tdk.gov.tr>, adresinden erişildi.
- Tekkaya, C., Özkan, Ö., ve Sungur, S. (2001). Lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(21), 145-150. Erişim adresi <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.843.5501&rep=rep1&type=pdf>
- Thomas, T. A., (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*, (Unpublished Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3625770).
- Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering, and math education agenda—An update of state actions*. Washington, DC: National Governors Association. Retrieved from: <http://www.eric.ed.gov/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED532528>
- Tsai, H. W. (2007). *A study of STEM instructional model applied to science and technology in junior high school*, (Unpublished doctoral dissertation). National Pingtung University of Science and Technology: Pingtung, Taiwan.
- Tübitak. (2018). 12. Ortaokul öğrencileri araştırma projeleri yarışması proje rehberi. 21 Ocak 2019 tarihinde http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/2750/ortaokul_rehber_2018_son.pdf adresinden erişildi.
- Tüsiad. (2014). *STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. İstanbul: TÜSİAD.
- Üçgül, M. (2013). History and educational potential of LEGO Mindstorms NXT. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 127-137. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/mersinefd/issue/17383/181581>
- Üçgül, M. (2017). Eğitsel robotlar ve bilgi işlemsel düşünme. Y. Gülbahar. (Eds.), *Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya* (ss. 295-318). Ankara: Pegem Akademi.
- Vollstedt, A. M., (2005). *Using robotics to increase student knowledge and interest in science, technology, engineering, and math*, (Unpublished master's thesis). University of Nevada: Reno.

- Wang, Y., Li, H., Feng, Y., Jiang, Y., & Liu, Y. (2012). Assessment of programming language learning based on peer code review model: Implementation and experience report. *Computers and Education*, 59(2), 412–422. doi: 10.1016/j.compedu.2012.01.007
- Wei, C.W., Hung, I., Lee, L., & Chen, N. S. (2011). A joyful classroom learning system with robot learning companion for children to learn mathematics multiplication. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 11–23. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ932221.pdf>
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY. Retrieved from <https://peer.asee.org/poster-incorporating-engineering-design-into-elementary-school-science-curricula.pdf>
- Wulf, W. (1998). *The image of engineering. Issues in Science and Technology*. 7 Şubat 2020 tarihinde http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.issues.org/15_2/wulf.htm&strip=1 sayfasından erişilmiştir.
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental Science Education*, 7(4), 501-522. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ997137.pdf>
- Yamak, H., Bulut N., ve DüNDAR, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265. doi: 10.17152 / gefd.15192
- Yıldırım, B., ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210. Erişim adresi <http://acikerisim.lib.comu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/COMU/1737/bekir%20y%C4%B1ld%C4%B1r%C4%B1m%20makale.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yıldız, E. (2009). *Engelli bir alan içinde otomatik olarak hedefini bulabilen bir mobil robotun tasarımı, imalatı ve hareket algoritmalarının geliştirilmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsü: Denizli.

Yiğit, M. F. (2016). *Görsel programlama ortamı ile öğretimin öğrencilerin bilgisayar programlamayı öğrenmesine ve programlamaya karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Samsun.

Yolcu, V. (2018). *Programlama eğitiminde robotik kullanımının akademik başarı, bilgi işlemsel düşünme becerisi ve öğrenme transferine etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Isparta.

Yolcu, V., ve Demirer, V. (2017). Eğitimde Robotik Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalara Sistemik Bir Bakış, *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139. Erişim adresi <https://www.researchgate.net/publication/324970825>

Yüksel, B. (2019). *Arduino ile programlamanın 6.sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik tutum, başarı ve öz yeterliliklerine etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Zonguldak.

EKLER

EK 1. Eriş Testi

Adı ve Soyadı:

Sınıf:

1. Sinir hücreleri (nöronlar) aşağıdakilerden hangisini **gerçekleştirmezler?**
- A) Uyarılma
B) Mitoz bölünme
C) İmpuls iletme
D) Rejenerasyon (yenilenme)
E) Salgı yapma
2. Eşik değerinde bir uyarı ile oluşan impulsun bir sinir hücresine ait,
I. Akson,
II. Dendrit,
III. Hücre gövdesi
kısmılarından geçiş sırası aşağıdakilerden hangisinde **doğru verilmiştir?**
- A) I – II – III B) I – III – II C) II – I – III
D) II – III – I E) III – II – I
3. Nöronlar (sinir hücreleri);
I. Yaptıkları görevler
II. Miyelin kılıfın olup olmaması
III. Hücre gövdesinden çıkan uzantı sayısı
şeklindeki özelliklerden **hangilerine göre gruplandırılırlar?**
- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III
4. I. Duyu organlarındaki reseptörlerden uyarıları alarak bunları değerlendirme merkezine götüren nörondur.
II. Duyu organlarından gelen uyarıların değerlendirildiği ve gerekli olan cevabın oluştuğu nöronlardır.
III. Beyin ve omurilikten aldığı uyarıları tepki organlarına götüren nöronlardır.
- Şeklinde görevleri verilen çeşitleri, aşağıdakilerden hangisinde **doğru olarak gösterilmiştir?**
- | | I | II | III |
|----------------|-------------|-------------|-------------|
| A) Duyu nöronu | Ara nöron | Motor nöron | Motor nöron |
| B) Motor nöron | Ara nöron | Duyu nöronu | Duyu nöronu |
| C) Ara nöron | Duyu nöronu | Motor nöron | Motor nöron |
| D) Motor nöron | Duyu nöronu | Ara nöron | Ara nöron |
| E) Duyu nöronu | Motor nöron | Ara nöron | Ara nöron |
5. İmpuls iletimi sırasında görev yapan sodyum – potasyum pompası ile ilgili,
I. Nöronun hücre dışındaki ve hücre içindeki sodyum ve potasyum iyonları arasındaki derişim farklılığını korur.
II. Sodyum iyonlarını hücre dışına, potasyum iyonlarını hücre içine pompalar.
III. Çalışması sırasında gerekli enerjiyi yargılarından hangileri **doğrudur?**
- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III
6. Nöronlarda oluşan impuls, bir sinir hücresinden diğerine aktarılırken, aşağıda verilenlerden hangisi **gözlenmez?**
- A) Kimyasal değişmelerin olması
B) İmpuls hızının artması
C) Elektriksel değişmelerin olması
D) İmpulsun seçilmesi ve engellenmesi
E) O₂'nin harcanması ve CO₂'nin oluşması
7. Sinir hücrelerinde (nöronlarda), impulsun oluşum ve iletimiyle ilgili olarak;
I. İmpulsun dentrit ve aksonlarda elektriksel ve kimyasal değişiklikler halinde ilerler.
II. İmpulsu algılayacak olan nöronun dış kısmı negatif, iç kısmı pozitif elektrikle yüklüdür.
III. Vücuda dışarıdan gelen etkiler impuls oluşturduğu halde, vücut içinden gelen etkiler impuls oluşturmaz.
IV. İmpulsun oluşması için gerekli enerji, uyarıdan değil, nöron tarafından salgılanır.

şeklindeki açıklamalardan hangileri **doğrudur?**

- A) I ve II B) II ve III C) I ve IV
D) I, II ve III E) II, III ve IV

8. Sinir hücrelerinde;

- I. Na^+ un hücre içine geçmesi
II. Na^+ un hücre dışına geçmesi
III. K^+ un hücre dışına geçmesi
IV. K^+ un hücre içine geçmesi

olaylardan hangileri impulsun oluşması sırasında **gerçekleşir?**

- A) Yalnız I B) Yalnız IV C) I ve III
D) II ve IV E) II ve III

9. Bir nöronda impuls iletimi ile ilgili,

- I. Akson çapındaki artış impuls iletimini hızlandırır.
II. Ranvier boğum sayısının azalması impuls iletimini yavaşlatır.
III. Akson çevresinde miyelin kılıfın bulunması impuls iletimini hızlandırır.

yargılarından hangileri **doğrudur?**

- A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

10. Aşağıdaki sinirsel iletimlerden hangisinde, impulslar **en hızlı** şekilde hedefe taşınır?

- A) Uyarı → Miyelinsiz nöron → Bez → Kan → Tepki organı
B) Uyarı → Miyelinsiz nöron → Tepki organı
C) Uyarı → Miyelinli nöron → Bez → Kan → Tepki Organı
D) Uyarı → Miyelinli nöron → Tepki organı
E) Uyarı → Miyelinsiz nöron → Miyelinli nöron → Tepki organı

11. Aşağıdaki tabloda çeşitli hayvan gruplarına ait K, L, M, N ve P olarak adlandırılan nöronların bazı özellikleri verilmiştir.

Nöron	Miyelin kılıf	Akson (µm)	Çapı
K	Yok	1	
L	Yok	500	
M	Var	5	
N	Var	10	
P	Var	20	

Tablodaki bilgilere göre K, L, M, N ve P nöronlarının hangisinde impuls iletiminin **en hızlı olması** beklenir?

- A) K B) L C) M D) N E) P

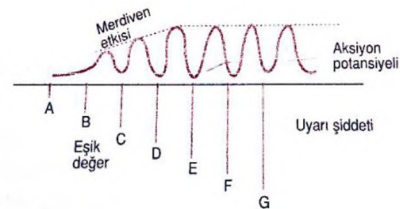
12. Aşağıda belli bir sinir yolundaki impuls iletimi sırasında meydana gelen olaylar verilmiştir;

- I. İmpuls iki ranvier boğum arasında bir boğumdan diğerine atlayarak iletir.
II. Potasyum(K^+) iyonları derişimlerinin fazla olduğu hücre içi taraftan derişimlerinin daha az olduğu hücre dışı tarafa doğru hücum eder.
III. Sinaptik yumruldaki nörotransmitter maddeler sinaptik aralığa (sinaps boşluğuna) dökülür.
IV. Sodyum-Potasyum pompası hücre içine giren (Na^+) iyonlarını hücre dışına pompalar.

bu olayların sinir yolunun **miyelinli** ve **miyelinsiz** nöronlarında ortak olarak görülenleri aşağıdakilerden hangisinde birlikte verilmiştir?

- A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

13. Aşağıda birçok aksonun bir araya gelmesi ile oluşan sinir kordonunda aksiyon potansiyelinin oluşumu gösterilmiştir.



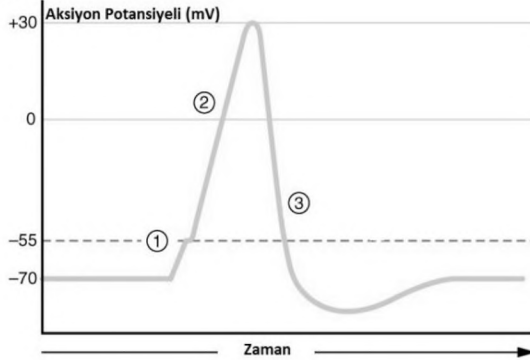
Buna göre;

- I. Ya hep – ya hiç kuralı gözlenmez.
II. Sinir hücreleri eşik değerde ve daha üzerindeki uyarılara cevap verir.
III. Her sinir telinin uyarılma eşığının aynı olmaması merdiven etkisine neden olur.
IV. C uyarısı verildiğinde oluşan impuls sayısı, G uyarısı verildiğinde oluşan impuls sayısından daha fazladır.

ifadelerinden hangileri **doğrudur?**

- A) Yalnız I B) I ve IV C) II ve IV
D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

14.



Bir sinir hücresindeki gerilim farkının zamana göre değişimini gösteren yukarıdaki grafikte numaralı kısımlar aşağıdakilerden hangisine karşılık gelir?

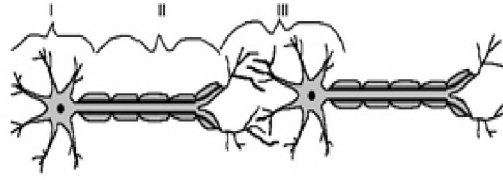
- | | | | |
|-------------------|----------------|----------------|----------|
| | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> |
| A) Dinlenme hali | Eşik Değer | Polarizasyon | |
| B) Eşik Altı | Eşik Değer | Depolarizasyon | |
| C) Polarizasyon | Depolarizasyon | Repolarizasyon | |
| D) Eşik Değer | Polarizasyon | Depolarizasyon | |
| E) Depolarizasyon | Polarizasyon | Polarizasyon | |

15. İmpulsun bir nöronun diğerine geçişi sırasında;

- I. Sinaptik keseciklerden nörotransmitter maddelerin salgılanması
 - II. İkinci nöronun dendrit zarındaki reseptörlerin uyarılması
 - III. İmpulsun akson ucuna gelmesi
 - IV. Nörotransmitter maddelerin sinaps boşluğuna yayılması
- olayların meydana gelmesi **sırası** aşağıdakilerden hangisidir?

- A) I – II – III – IV
B) III – I – IV – I
C) I – IV – III – II
D) II – III – I – IV
E) IV – III – II – I

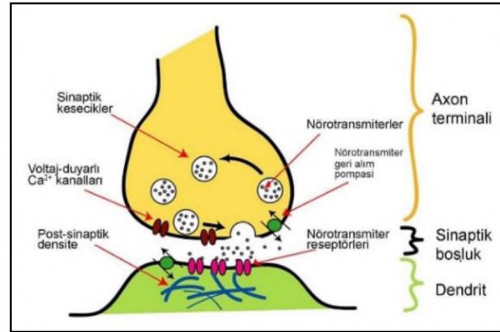
16.



Yukarıda bir sinir hücresine ait numaralı kısımlarla ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi **yanlıştır?**

- A) I numaralı bölge reseptör veya diğer bir sinir hücresinin akson uçlarıyla sinaps yapar.
B) İmpuls iletim hızı yavaştan hızlıya doğru I-III-II şeklindedir.
C) III numaralı bölge, uyarıların ilk değerlendirme ve kontrol merkezidir.
D) II numaralı bölgede impuls hızının yüksek olmasında miyelin kılıf etkili olmuştur.
E) Uyarıların III numaralı boşluğundan geçişi nörotransmitter maddelerle olur.

17.



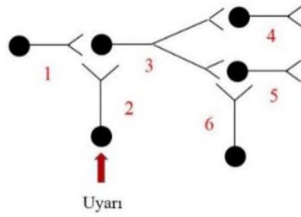
Sinapslardaki kimyasal iletimi özetleyen yukarıdaki şemada,

- I. İmpulsun akson ucuna gelmesi, hücre içine kalsiyum girişini tetikler.
- II. Nörotransmitter moleküller 2. Nöronun zarındaki reseptörlere bağlanır.
- III. Uyarıların 2. Nöronun zarındaki Na⁺ kanalları açılır ve depolarizasyon gerçekleşir.
- IV. Artan kalsiyum derişimi 1. Nörondaki nörotransmitter maddelerin ekzositozla sinaptik aralığa bırakılmasını sağlar.

olayları hangi **sıra ile gerçekleşir?** (1. Nöronun akson kısmı, 2. Nöronun dendrit kısmı görülmektedir.)

- A) I – II – III – IV B) I – IV – II – III
C) I – II – IV – III D) IV – I – II – III
E) IV – II – III – I

18. Aşağıdaki şekilde altı tane sinir hücresinin birbirleriyle bağlantı şekilleri gösterilmiştir.



Buna göre, uyarının verildiği noktaya bağlı olarak uyarı numaralandırılmış nöronların hangilerinden **geçemez?**

- A) Yalnız 3 B) 3 ve 4 C) 1 ve 6
D) 2, 3 ve 5 E) 2, 4 ve 5

19. Uyarıların bir sinir hücresinden diğerine geçmesini sağlayan nörotransmitter maddelerle ilgili olarak;

- a. Ekzositozla salınırlar.
b. Akson ucundan salınırlar.
c. Nöronların dentritlerini uyarırlar.

açıklamalarından hangileri **doğrudur?**

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

20. Çevresel bir uyarının algılanarak merkezi sinir sistemine iletilmesinde, aşağıdakilerden hangisi impuls sayısını **artırmaz?**

- A) Uyarıyı alan reseptör sayısının artması
B) Çok sayıda dentritin uyarılması
C) Nöronların uzun olması
D) Uyarının şiddetli olması
E) Uyarının uzun süreli olması

21. Aşağıdakilerden hangisi bir insanın eline iğne battığında, bu uyarıyı tüm vücudunda değil de yalnız elinde hissetmesinin sebebi **değildir?**

- A) Ya hep ya hiç kuralı
B) Seçici direnç
C) Durdurucu impuls
D) Kolaylaştırıcı impuls
E) Sinaptik engelleme

22. Bukalemunun yeni ortama hızlı bir şekilde uyumu sinir sistemiyle sağlanır. Renk pigmentlerinin dağılımını sağlayan sinirler laboratuvar ortamında tahrip edilirse renk değişikliği beyinde bulunan bezler yardımıyla daha uzun sürede gerçekleşir. Eğer, bukalemunun beyinde bulunan bezler tahrip edilirse; renk değişimi yine hızlı gerçekleşir, fakat ortama göre alınan renk uzun süreli korunamaz.

Bu bilgilere göre;

- I. Bukalemunun bulunduğu ortama göre renk değiştirmesi sinir ve endokrin sistemleri tarafından sağlanır.
II. Sinirler ve beyindeki bezleri çıkarılan bir bukalemunda renk değiştirme adaptasyonu ortadan kalkar.
III. Bukalemunlarda hızlı bir şekilde renk değiştirme sinir sistemi, uzun süre korunması endokrin sistemi tarafından sağlanır.

vorumlarından hangileri yapılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

23. Ses ve ışık uyarılarını alan duyu hücreleri, merkezi sinir sistemine birbirinin aynı özellikte uyarılar gönderdikleri halde, bu uyarılar ses ve ışık olarak farklı niteliklerde algılanırlar.

Bu durumu aşağıdakilerden hangisi **açıklar?**

- A) Uyarılan merkezi sinir sisteminde yorumlanma sürelerinin farklı olması
B) Uyarıların merkezi sinir sisteminde farklı bölgelere ulaşması
C) Uyarıları merkezi sinir sistemine götüren sinir hücresi sayısının farklı olması
D) Merkezi sinir sistemine ulaşan sinirlerin farklı kimyasal maddeler salgılaması
E) Merkezi sinir sistemine ulaşan sinirlerin farklı uzunluklarda ve kalınlıkta olması

24. Normal bir insanda duyu organıyla (koku hariç) başlayan impulslar, tepki organına (efektöre) ulaşmaya kadar;

- I. Reseptör
II. Beyin kabuğu
III. Talamus

şeklindeki yapılardan hangi **sırava göre geçer?**

- A) I, III, II B) II, I, III C) II, III, I
D) III, I, II E) III, II, I
25. Uyarıların alınması, merkezi sinir sistemine iletilmesi ve yorumlanması sürecinde, aşağıdakilerden hangisi insanlardaki duyu sistemlerinin **tümü için aynıdır?**
- A) Duyu hücrelerinin uyarılma biçimi
B) Duyu sinirinden geçen uyarı sayısı
C) Duyu hücrelerinin uyarılmasını sağlayan enerji miktarı
D) Uyarıların beyinde yorumlandığı yer
E) Uyarı iletilirken sinir hücrelerinde oluşan değişiklikler
26. Sağlıklı bir insanda aşağıdakilerden hangisi duyu organlarının **ortak özelliklerindedir?**
- A) Reseptörlerin kimyasal yollarla uyarılması
B) Duyu nöronlarının uyarılması eşiklerinin aynı olması
C) Uyarıların değerlendirilmesinin beyin kabuğunda yapılması
D) Uyarıların beyindeki değerlendirme merkezine talamus aracılığıyla aktarılması
E) Reseptör hücrelerin epitel dokudan farklılaşması
27. İnsan vücudunun deri ve kulak bölümlerinde bulunan reseptörlerin algıladıkları **uyarı çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?**
- A) Fotoresptör
B) Kemoresptör
C) Termoresptör
D) Mekanoresptör
E) Osmoresptör
28. Aşağıdakilerden hangisi reseptörler hakkında **yanlış** bir özelliktir?
- A) Dışarıdan gelen uyarıları alan özel hücrelerdir.
B) Sinir sistemine bağlıdır.
C) Epitel hücrelerin bölünmesiyle oluşur.
D) Yenilenme özelliği yoktur.
E) Salgı bezleri ve kaslar reseptör organlardır.
29. Duyarlı bölgelerdeki özelleşmiş sinir sistemi yapılarına reseptör adı verilir. Aşağıda beş duyu organımızın yapısında bulunan reseptörlerin yer aldığı özel bölgeler gösterilmiştir. verilenlerden hangisi **yanlıştır?**
- A) Burun → Sarı bölge
B) Göz → Sarı benek
C) Dil → Papilla
D) Deri → Korun tabakası
E) Kulak → Korti organı
30. Aşağıdaki reseptörlerden hangisi dudak ve parmak ucu gibi hislerin **daha fazla algılandığı** bölgelerde bulunur?
- A) Kıl kökü reseptörü
B) Serbest sinir uçları
C) Meissner cisimciği
D) Ruffini cisimciği
E) Pacini cisimciği
- 31.
- Sıcak duyusunu algılar.
 - Çabuk yorulur.
 - Derinin her yeri aynı oranda ısı değerini algılayamaz.
 - Derinin her yerine eşit dağılmamıştır.
- Yukarıda özellikleri verilen deri reseptörü hangisidir?**
- A) Merkel diskleri
B) Pacini cisimciği
C) Ruffini cisimciği
D) Meissner cisimciği
E) Krause cisimciği
32. Göze ait olan,
- I. Optik sinirlerin gözden çıktığı retina bölgesi,
 - II. Göze rengini veren ve göze giren ışık miktarını ayarlayan kısım,
 - III. Cisimden gelen ışınların ilk kırıldığı bölge
- Yapıların adlandırılması aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- | | I | II | III |
|----|------------|------------|-------------|
| A) | Sarı benek | İris | Mercek |
| B) | Kör nokta | İris | Kornea |
| C) | Kör nokta | Göz bebeği | Mercek |
| D) | Sarı benek | Göz bebeği | Kornea |
| E) | Talamus | Mercek | Camsı cisim |
33. İnsanda **acı lezzet**, dilin en iyi hangi bölgesinden **alınır?**
- A) Uç kısmından
B) Uç ve yan kısmından
C) Arka kısmından
D) Orta kısmından
E) Yan tarafların tamamından

34. Bir insanda ses dalgalarının işitme sinirlerinde impuls oluşturmaları sırasında,

- I. Ses dalgalarının kulağa ait yapılar tarafından toplanıp kulak zarına iletilmesi,
 - II. Çekiç, örs, üzengi kemiklerinin ses dalgalarını kulak zarında oval pencereye iletilmesi,
 - III. Ses dalgalarının vestibular kanal ve timpanik kanaldaki perilemf sıvısı içinde basınç dalgası oluşturmaları
- olaylarından hangileri iç kulakta gerçekleşir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

35. İnsanda koklama duyusu organı ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi **doğru değildir**?

- A) Koku reseptörleri aynı zamanda sinir hücreleridir.
- B) Burun boşluğunun üst kısmındaki sarı benek koku alma alanıdır.
- C) Koku reseptörlerinin aksonları koku soğancığına girer.
- D) Koku reseptörleri çabuk yorulur.
- E) Kokunun alınabilmesi için koku moleküllerinin mukusta çözünmesi gerekir.

36. İnsanda koku duyusunun algılanması sırasında,

- I. Uyarının oluşturduğu impulsların duyu nöronlarında elektriksel ve kimyasal yolla iletimi,
 - II. Duyusal impulsların talamus aracılığı ile beyin kabuğundaki ilgili merkeze iletilmesi,
 - III. Solunan havadaki koku partiküllerinin mukus salgısı içerisinde çözüldükten sonra reseptör hücreler tarafından algılanması
- olaylardan hangileri gerçekleşir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

37. Dil ve tat alma duyusu ile ilgili olarak aşağıdaki bilgilerden hangileri **yanlıştır**?

- A) Tat duyusunun reseptör hücreleri tat tomurcukları olarak işlev yapan değişime uğramış epitel hücreleridir.
- B) Tat tomurcukları dilin değişik bölgelerine dağılmış olarak bulunur.
- C) Tat tomurcukları dilin yüzeyinde ya da papilla adı verilen çıkıntılarda yer alır.
- D) Tat reseptörleri dört temel tat duyusu olan tatlı, ekşi, acı ve tuzlu tatlarını algılar.

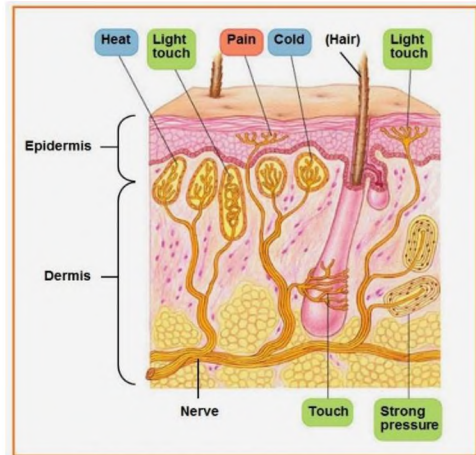
E) Tatla ilgili uyarıların duyu nöronlarına doğrudan teması ile oluşan impulslar talamusa geçerek beyin kabuğuna ulaşır.

38. Bir insanda havadaki ses titreşimlerinin, bir sıvıdaki basınç dalgalarına dönüştüğü yer aşağıdakilerden **hangisidir**?

- A) Çekiç-örs-üzengi
B) Vestibular kanal
C) Oval pencere
D) Östaki borusu
E) Kulak zarı

39. Aşağıdakilerden hangisinde verilen deri reseptörü karşısındaki uyarana **tepki vermez**?

- A) Meissner cisimciği – Dokunma
B) Pacini cisimciği – Basınç
C) Krause cisimciği – Soğuk
D) Serbest sinir uçları – Acı
E) Merkel diskleri – Işık



İnsan derisine ait olan yukarıdaki şemayla ilgili,

- I. Derinin epidermis tabakasında reseptör bulunmaz.
- II. Hafif dokunuşu (light touch) algılayan reseptörler derinin üst ve alt; güçlü basınçla (strong pressure) ilgili reseptör ise derinin alt tabakasında bulunur.
- III. Deride bulunan mekanoreseptörler duyu sinirlerinin değişime uğramış dendritlerinden oluşur.
- IV. Sıcak (heat) ve soğuk (cold) dermis tabakasında bulunan farklı reseptörlerce algılanır.

ifadelerinden hangileri **doğrudur**?

- A) Yalnız II B) I ve III C) II ve IV
D) III ve IV E) II, III ve IV

EK 2. Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği

Tasarım Süreci

Adı Soyadı:

No:

Sevgili öğretmen adayları,

Bu anket ders içindeki etkinlik ve projelere yönelik ilginizi araştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Anket maddelerine vereceğiniz yanıtlar, araştırma amacıyla kullanılacak olup; gizli tutulacaktır. Lütfen, anket maddelerinin her cümlesini dikkatle okuduktan sonra sizin için en uygun seçeneği işaretleyiniz.

Sizden geliştirmeniz istenen tasarımı oluşturma sürecindeki işlerin gidişatını düşününüz. Sizin için kolay ve zor olan şeyler nelerdir? Aşağıdaki ifadeleri zorluk seviyelerine göre işaretleyiniz.

Katılımınız için çok teşekkür ederiz.

Aşağıdaki ifadeleri zorluk seviyelerine göre işaretleyiniz.	Çok Kolay	Kolay	Orta Zorlukta	Zor	Çok Zor
1. Firmanın sizden talep ettiği tasarımın özelliklerini tam olarak belirleme (Tasarımı isteyen kim olduğunu bildiğinizi ve tasarımı isteyen tam olarak ne istediğini)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
2. Tasarım için uygun bir hedef plan oluşturma (tasarımın özelliklerine uygun, kısa, genel ve kusursuz bir açıklama yapma)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
3. Firmanın tasarımla ilgili beklentilerini karşılayabilecek ölçülebilir somut hedefler belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
4. Tasarımın hangi koşullar altında başarılı performans göstereceğini belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
5. Tasarımın hedeflerinin, projenin gereksinimleri ile uygun olduğundan emin olma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
6. Tasarım geliştirme sürecindeki sınırlılıkları ve zorlukları belirleme (zorlaştırıcı - kolaylaştırıcı faktörler)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
7. Tasarım sürecinde karşılaşılabilecek problemleri çözmek için yeterli zaman ayırma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
8. Tasarımın tamamlanabilmesi için yapılacak işlerin listesini hazırlama	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
9. Tasarımın her aşamasında yapılacak işler için gerekli zamanı belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Aşağıdaki ifadeleri zorluk seviyelerine göre işaretleyiniz.	Çok Kolay	Kolay	Orta Zorlukta	Zor	Çok Zor
10.Yapılacak işleri birbirleriyle olan mantıksal ilişkilerine göre sıralayarak düzenleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
11.Her bir aşama için gerekli maliyeti hesaplama	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
12.Her bir aşama için uygun personel belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
13.Tasarım sürecinin başarılı yürütülebilmesi için gerekli bilgileri belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
14.Gerekli olan bilgilere ulaşabilmek için uygun kaynaklar belirleme (endüstriyel standartlar, kitaplar, ders kitapları, kullanma kılavuzu, bilimsel dergiler, konferans makaleleri, gazeteler, şirket katalogları ve broşürleri)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
15.Toplanan bilginin tasarımın geliştirilmesinde karşılaşılan problemleri ne kadar çözebildiğini belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
16.Tasarım sürecinde yaratıcılığı açığa çıkaracak yöntemler belirleme (örn. benzer tasarımlar için daha önceden alınmış patentleri inceleme)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
17.Etkili tasarımın geliştirilebilmesi için alternatif çözümler üretme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
18.Kalıpların dışına çıkma (bilinen tasarımların ötesinde sıra dışı ve/veya yaratıcı düşünme)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
19.Bir tasarım ortamı konsepti oluşturmak için uygun bir çalışma alanı belirleme (Örn., rahat ve güvenli çalışma alanı, uygun aydınlatma, vb.)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
20.Yaratıcı fikirler üretmek için etkili teknikler kullanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
21.Bireysel olarak alternatif tasarımlar üretebilme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
22.Grup olarak alternatif tasarımlar üretebilme (örn., beyin fırtınası yaparak)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
23.Alternatif çözümleri değerlendirebilmek için uygun kriterler belirleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
24.Her bir alternatif çözümün performansını teknik açıdan değerlendirme (örn., temel teorileri analiz etmek, bilgisayar simülasyonları kullanmak, pratik deneyler yapmak vb.)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
25.Her bir alternatif çözümün başlangıçtaki maliyeti ile kullanım sürecindeki maliyetini belirleme (örn., tasarımın bakım maliyeti)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Aşağıdaki ifadeleri zorluk seviyelerine göre işaretleyiniz.	Çok Kolay	Kolay	Orta Zorlukta	Zor	Çok Zor
26. Her bir çözümün sosyal etkilerini tam anlamıyla ortaya koyma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
27. Her bir çözümün çevresel etkilerini tam anlamıyla ortaya koyma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
28. En çok tavsiye edilen tasarımın seçilebilmesi için uygun teknikler kullanma (örn., ağırlıklı hedef çizelgesi)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
29. Karar verirken uygun kanıtları / konuları tam anlamıyla göz önünde bulundurma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
30. Tasarımı talep eden firmaya, tasarımla ilgili bilgileri mantıksal bir yaklaşımla anlatma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
31. Seçilen tasarımı en ince ayrıntılarına kadar detaylı bir şekilde inceleme (örn., tasarımın boyutlarına kesinleştirme, gerekli malzemeler, fabrikasyon gereksinimleri, maliyet vb.)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
32. Tasarımın her bir bileşeni için ayrıntılı mühendislik çizimleri oluşturma (yazılı çıktı veya bilgisayar dosyaları)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
33. Tasarımın farklı bileşenleri arasındaki ilişkileri önceden tespit etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
34. Tasarımın bileşenlerinin nasıl bir araya geldiğini gösteren taslak bir çizim yapma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
35. Tasarımın ölçekli bir modelini veya gerçek ölçeklerdeki bir prototipini yapma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
36. Tasarım modellemesi için bilgisayar tabanlı gelişmiş bir çizim yazılımı kullanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
37. Firmanın ısmarladığı ürünü tamamlayabilmek için tasarımı işleme koyma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
38. Uygun testler ve planlar kullanarak ürün performansını analiz etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
39. Firmanın beklentilerini karşılayabilecek bir tasarımı ürüne dönüştürme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
40. Gerektiğinde problem tanımını revize etme veya değiştirme (ihtiyaçlar değiştiğinde veya ihtiyacı yeniden değerlendirmeniz gerektiğinde)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Aşağıdaki ifadeleri zorluk seviyelerine göre işaretleyiniz.	Çok Kolay	Kolay	Orta Zorlukta	Zor	Çok Zor
41.Gerektiğinde tasarımın amaçlarını revize etme veya değiştirme (Tasarım projesinin kapsamını genişletmek veya daraltmak)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
42.Gerektiğinde tasarımın hedeflerini ve sınırlarını revize etme veya değiştirme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
43.Tasarım sürecinde gerektiğçe bilgi toplamaya devam etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
44.Gerektiğinde yeni kavram ve fikirler üretme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
45.Gerektiğinde tasarımla ilgili kararları revize etme veya değiştirme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
46.Gerektiğinde test sonuçlarına dayalı olarak tasarım uygulamalarını revize etme veya değiştirme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
47.Tasarım sürecinde değişime açık döngüsel bir yaklaşım benimseme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
48.Tasarım raporunu açık ve anlaşılır bir şekilde yazma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
49.Teknik raporlarda tüm kilit başlıklara yer verme (örn., başlık sayfası, özet, içindekiler tablosu, giriş, sonuçlar ve tartışma, sonuçlar, öneriler, referanslar ve ekler)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
50.Raporda; diyagram, tablo, grafik ve örnekleri olması gereken yerlerde kullanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
51.Sonuç raporunu firmaya teslim etmeden önce dikkatli bir şekilde okuma ve düzeltme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
52.Tasarımı etkili bir şekilde, sözlü olarak sunma (örn., anlaşılır, duyulabilir, uygun bir hızla, doğal bir ses tonuyla)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
53.Teknik sunumda bulunması gereken verileri/cümleleri uygun bir şekilde kullanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
54.Teknik raporu veya sözlü sunumu belirtilen süre içinde teslim etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
55.Sunumu mantıksal ve planlı bir yaklaşım içerisinde gerçekleştirme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
56.Teknik raporu/sunumu hedef kitleye uygun hale getirme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
57.Teknik sunumda gerektiğinde grafik veya taslak çizimler kullanma (örn., tasarım problemini formüle etme, tasarım fikirlerini netleştirme, tasarımı dinleyenlere anlatma vb.)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Grup çalışması

Adı Soyadı:

No:

Tasarım sürecinde grubunuzla beraber yaptığınız çalışmalarını düşününüz. Sizin için kolay ve zor olan şeyler nelerdi?

Aşağıdaki ifadeleri zorluk seviyelerine göre işaretleyiniz.	Çok Kolay	Kolay	Orta Zorlukta	Zor	Çok Zor
58. Gruptaki görev ve sorumluluklarını bilme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
59. Gruptaki görev ve sorumlulukları yerine getirme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
60. Gruptaki tasarım çalışmalarına eşit derecede katılma / katkıda bulunma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
61. Gerektiğinde grup üyelerine yardım etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
62. Grup üyelerinin kişisel farklılıklarını kabul etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
63. Grup üyelerinin farklı çalışma tarzlarını benimseme ve uyum gösterme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
64. Gruptaki diğer üyelere saygı gösterme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
65. Grup üyelerine güvenme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
66. Grupta karşılıklı saygı geliştirilmesine yardımcı olma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
67. Pozitif ekip ruhunun oluşması için katkıda bulunma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
68. Grup çalışmalarında zamanı etkili kullanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
69. Grup hedeflerine belirlenen zamanda ulaşma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
70. Grupta üretken bir şekilde çalışma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
71. Diğer grup üyeleri konuşurken dinleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
72. Grup üyelerinin konuşmalarını müdahale etmeden dinleme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
73. Etkili sözsüz iletişim yolları geliştirme (göz teması, beden dili)	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
74. Grup üyeleri ile fikirlerini paylaşma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
75. Grup üyelerini, fikirlerini paylaşmaları için cesaretlendirme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
76. Grup üyelerinin her türlü fikirlerine açık olma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
77. Grup üyelerinin tam olarak neyi anlatmak istediğini anlama	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
78. Diğer grup üyelerinin ne dediğini açıklığa kavuşturma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
79. Grupta yapıcı geri dönüt verme veya alma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
80. Proje tasarım sürecinde grup üyeleri arasında sürekli iletişim döngüsü oluşturma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Aşağıdaki ifadeleri zorluk seviyelerine göre işaretleyiniz.	Çok Kolay	Kolay	Orta Zorlukta	Zor	Çok Zor
81. Proje tasarım sürecinde görevimizin ne olduğunu gruptaki herkesin aynı şekilde anladığından emin olma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
82. Gruptaki herkesin aynı hedeflere yönelik çalıştığından emin olma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
83. Grup içinde ortak hedefler oluşturma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
84. Tüm grup üyeleri arasında ortak çalışma standartları üzerinde anlaşmaya varma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
85. Grup içinde istenilen düzeyde bağlılık / katkıda bulunmayı tesis etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
86. Grup olarak ortak bir eylem (çalışma) planı üzerinde uzlaşmaya varma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
87. Grup üyeleri ile birlikte tasarım çalışmalarımız için net bir hedef oluşturma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
88. Her bir grup üyesinin hangi sorumlulukları üstleneceğine karar verme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
89. Grup üyelerine görev ve sorumluluklar verme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
90. Grup olarak projenin yolunda gidip gitmediğini kontrol etme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
91. Grup projesinin iyi gidip gitmediğine karar verme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
92. Grup olarak proje tasarım sürecinin ilerleyişini nasıl kontrol edeceğimize karar verme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
93. Grup olarak proje tasarım sürecinin ilerleyişini ne zaman kontrol edeceğimize karar verme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
94. Birlikte iyi çalışmadığımızda değişiklik yapma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
95. Proje tasarım sürecinde işler iyi gitmediğinde değişiklikler yapma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
96. Grup içinde anlaşmazlık çıktığında bir şeyler yapmaya çalışma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
97. Her bir grup üyesinin hangi konularda iyi olduğuna karar verme	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
98. Grubun ortak amaçlarına ulaşabilmesi için farklı grup üyelerinin bilgi ve becerilerinden faydalanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
99. Grubun ortak amaçlarına ulaşabilmesi için farklı grup üyelerinin bireysel çabalarından faydalanma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ
100. Projede başarılı olabilmek için stratejik bir çalışma planı yapma	ÇK	K	OZ	Z	ÇZ

Ek 3. Mühendislik Tasarım Becerileri Ölçeği Kullanım İzni

Permission for 'Engineering Desing Survey' >

Gelen Kutusu x



Mustafa Turan Yildirim

25 Tem 2019 Per 02:48



Hello, I am Mustafa Turan YILDIRIM. I am studying at Muğla Sıtkı Koçman University in Science Teacher Educa...



Iman Moazzen <imanmoaz@uvic.ca>

25 Tem 2019 Per 03:28



Alıcı: ben ▾

Hi Mostafa,

Sure, please go ahead and use it. You can cite to our work in your thesis.

Best,

Iman

Ek 4. BAP Projesi Kapsamında Gerçekleştirilen 40 Saatlik Arduino Robotik Kodlama Eğitimi Kapsamında Öğretmen Adaylarına Verilen Örnek Katılım Sertifikası



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyad, Ad: YILDIRIM, Mustafa Turan

Doğum Yeri ve Tarihi: Milas, 12.02.1993

Eposta: wustafaturan@gmail.com

Telefon:0542 568 4834

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Kurum	Yıl
71,45	MİLAS CUMHURİYET ANADOLU LİSESİ	2007-2011
3,36	MANİSA CELÂL BAYAR ÜNİVERSİTESİ Eğitim Fakültesi / İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı	2011-2015
3,71	MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü / İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı	2017-20...

İŞ TECRÜBESİ

Görev	Kurum	Yıl
	Fen Bilimleri Öğretmeni – Savcı Hakan Kılıç Ortaokulu-	2019

YAYINLAR

Yıldırım, M. T., Alpaslan, M. M., ve Altıparmak Karakuş, M., (2018). *Öğretmen*

Adaylarının Fizik Dersindeki Üst Biliş Motivasyon ve Akademik Başarıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. II. Uluslararası Sınırsız Eğitim ve Araştırma Sempozyumu, Muğla.