

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

**ROBOTİK FeTeMM UYGULAMALARININ FEN BİLGİSİ
ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARI, BİLİMSEL
SÜREÇ BECERİLERİ ve MOTİVASYONLARI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

SİMGE AKÇAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KASIM, 2018

MUĞLA

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

ROBOTİK FeTeMM UYGULAMALARININ FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARI, BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ VE
MOTİVASYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

SİMGE AKÇAY

Eğitim Bilimleri Enstitüsünce

“Yüksek Lisans”

Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 16.11.2018

Tez Danışmanı: Dr. Öğrt. Üyesi MELEK ALTIPARMAK KARAKUŞ

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ

Jüri Üyesi: Dr. Öğrt. Üyesi Gamze ABUR

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Ayşe Rezan ÇEÇEN EROĞUL

KASIM, 2018

TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün 18/10/2018 tarih ve 262/5 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin (24/6 veya 38/7) maddesine göre, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Simge AKÇAY'ın "Robotik FeTeMM Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Motivasyonları Üzerine Etkileri" başlıklı tezini incelemiş ve aday 16/11/2018 tarihinde saat 15:30'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. Öğrt. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ
Tez Danışmanı

Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ
Üye

Dr. Öğrt. Üyesi Gamze ABUR
Üye

ETİK BEYANI

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanan “Robotik FeTeMM Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Motivasyonları 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. 16/10/2018

Simge AKÇAY



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

ROBOTİK FeTeMM UYGULAMALARININ FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARI, BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ VE MOTİVASYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

SİMGE AKÇAY

Yüksek Lisans Tezi, İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğrt. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ

Kasım 2018, 162 sayfa

Bu araştırmada; Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. Sınıf öğretmen adayları ile (n=42) LEGO Mindstorms EV3 eğitsel robotik setlerini kullanılarak, böcek yaşamını taklit eden robotlar tasarlamak ve programlamak amacıyla deneysel bir araştırma tasarlanmıştır. Deneysel araştırma; LEGO Mindstorms EV3 eğitsel robotik seti hakkında teknik bilgilerin verilmesi, programlama ve kodlama ile ilgili eğitimin verilmesi, böceklerin sahip olduğu spesifik yaşamsal özellikleri içeren modüller üzerinde çalışmalar yapılması, öğretmen adaylarının gruplar halinde çalışarak robot tasarımlarını gerçekleştirmeleri, programlama ve robotların çalıştırılması süreçlerini içermektedir. Deneysel araştırmada; “Robotik FeTeMM” uygulamalarının, öğretmen adaylarının; “akademik başarıları”, “bilimsel süreç becerileri” ve “dersle yönelik motivasyonları” üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucu olarak; “Robotik FeTeMM” uygulamaları ile öğretmen adaylarının; bilimsel bilgilerinin artarak geliştiği, kodlama ve programlama becerilerini kazandıkları, bilimsel süreçleri uygulama ile ilgili bilgi ve becerilerinin arttığı, dersle yönelik motivasyonlarının artarak geliştiği tespit edilmiştir. Robotik FeTeMM tasarım sürecinde öğretmen adaylarının aktifleştikleri, eğlenerek öğrendikleri ve böylece dersle yönelik motivasyonlarının olumlu etkilendiği, işbirliği içinde çalışma ve iletişim becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Fen bilgisi öğretmen adayları, Robotik FeTeMM, LEGO mindstorms EV3 eğitsel robotik seti, böcek yaşamı, akademik başarı, bilimsel süreç becerileri, motivasyon

ABSTRACT

THE EFFECTS OF ROBOTIC STEM APPLICATIONS ON SCIENCE TEACHERS' ACADEMIC SUCCESS, SCIENTIFIC PROCESS SKILLS and MOTIVATIONS

SİMGE AKÇAY

Master, Department of Elementary Education

Supervisor: Assistant Professor Dr. Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ

November 2018, 162 pages

In this study; An experimental research was designed to design and program robots that mimic the insect life by using LEGO Mindstorms EV3 educational robotics set with 4th grade science teacher candidates (n=42). Experimental research processes; Giving technical information about the LEGO Mindstorms EV3 educational robotics set, giving course about programming and coding, working on the modules containing the specific vital features of the insects, making robot designs in work groups and programming & activating the robots.

In experimental research; the effects of “Robotics STEM” applications on science teacher candidates’; “academic achievement”, “scientific process skills” and “motivations for the course” were tried to be determined. As a result of the research; In “Robotics STEM ”applications with science teacher candidates’; It has been determined that the scientific knowledge has increased gradually, coding and programming skills were gained, knowledge and skills related to the application of scientific processes were increased and the motivations towards the course were developed. It has been observed that science teacher candidates have been activated, had fun in learning and developed favorable motivation towards the course, and also working together and communication skills.

Keywords: Science teacher candidates, Robotics STEM, LEGO mindstorms EV3 educational robotic sets, insect life, academic achievement, scientific process skills, motivation

ÖNSÖZ

Bu çalışmada; Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Robotik FeTeMM” kapsamında LEGO Mindstorms EV3 eğitim seti kullanarak, böcek yaşamını taklit eden robot tasarımları yapmalarının, akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik motivasyonları üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yapılan bu çalışmanın konusunun belirlenmesinde, tez projesinin hazırlanmasında, robotik ve eklenti setlerinin 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 çalışmama yön veren, sonsuz sabırla beni her zaman çalışmaya teşvik eden, karşılaştığım tüm sorunlarda beni içten anlayarak destek veren, çalışma düzeni, disiplini ve akademik duruşu ile örnek aldığım değerli hocam ve sayın danışmanım Dr. Öğrt. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ’a,

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,

Bana verdikleri özverili emeklerle beni bugünlere getiren, yaşadığım sağlık sorunlarımda her zaman bana moral veren, tez çalışmam sırasında karşılaştığım sorunlarda yardımcı olan, maddi ve manevi desteklerini hiç bir zaman esirgmeden gösterdikleri fedakarlıklarla hayatımdaki en özel ve en değerli varlıklarım; canım aileme teşekkür ederim.

Ayrıca bu yüksek lisans tez çalışması, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) (17/248 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..... | xi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xiii |
| KISALTMALAR DİZİNİ | xv |
| EKLER DİZİNİ | xvi |

BÖLÜM I

GİRİŞ

| | |
|---|---|
| 1.1. Araştırmanın Problem Durumu | 1 |
| 1.2. Araştırmanın Problem Cümlesi | 5 |
| 1.2.1. Araştırmanın Alt Problemleri | 5 |
| 1.3. Amaç..... | 6 |
| 1.4. Önem..... | 7 |
| 1.5. Varsayımlar..... | 8 |
| 1.6. Sınırlılıklar | 8 |
| 1.7. Tanımlar..... | 9 |

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

| | |
|---|----|
| 2.1. FeTeMM Anlayışının Tarihçesi ve Eğitimde Kullanımı..... | 10 |
| 2.1.1. Probleme Dayalı FeTeMM. | 13 |
| 2.1.2. Proje Tabanlı FeTeMM. | 15 |
| 2.1.3. Tasarım Temelli FeTeMM..... | 16 |
| 2.1.4. Robotik FeTeMM. | 18 |
| 2.2. Robotik Kavramının Tanımı | 19 |
| 2.2.1. Eğitsel Robotik Kavramı ve Eğitimde Robotiğin Kullanımı..... | 20 |
| 2.2.2. LOGO Nedir? | 22 |
| 2.2.3. LEGO Nedir?..... | 23 |
| 2.2.4. LEGOnun Tarihteki Gelişim Adımları | 23 |

| | |
|---|----|
| 2.2.5. LEGO Mindstorms EV3 Robotik Eğitim Seti ve Özellikleri | 27 |
| 2.2.5.1. LEGO Mindstorms EV3 Brick Merkezi Modül (Tuğla)..... | 27 |
| 2.2.5.2. LEGO Mindstorms EV3 Brick Motorları..... | 29 |
| 2.2.5.3. LEGO Mindstorms EV3 Sensör Sistemi..... | 30 |
| 2.2.5.4. LEGO Mindstorms EV3 LEGO Parçaları | 34 |
| 2.2.5.5. LEGO Mindstorms EV3 Yazılımı | 35 |
| 2.3. İlgili Araştırmalar | 40 |
| 2.3.1. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar..... | 40 |
| 2.3.2. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar | 48 |

BÖLÜM III

YÖNTEM

| | |
|--|----|
| 3.1. Araştırma Modeli | 55 |
| 3.2. Evren ve Örneklem | 55 |
| 3.3. Araştırma Deseni | 56 |
| 3.4. Veri Toplama Araçları | 56 |
| 3.4.1. Erişi Testi | 57 |
| 3.4.2. Bilimsel Süreç Bcerileri Testi..... | 58 |
| 3.4.3. Motivasyon Ölçeği..... | 60 |
| 3.5. İşlem Yolu..... | 65 |
| 3.5.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması | 65 |
| 3.5.2. Deney ve Kontrol Gruplarına Ön Testlerin Uygulanması | 66 |
| 3.5.3. Deney ve Kontrol Gruplarında Dersin İşlenişi | 66 |
| 3.5.4. Deney Grubunda Deneysel Çalışmanın Uygulanması..... | 72 |
| 3.5.4.1. Grupların Oluşturulması | 72 |
| 3.5.4.2. Gruplarda Görev Dağılımı | 72 |
| 3.5.4.3. Öğretmen Adaylarının LEGO Mindstorms EV3 Kiti ile Buluşması | 74 |
| 3.5.5. Son Testlerin Uygulanması..... | 96 |
| 3.6. Veri Çözümleme Teknikleri | 96 |

BÖLÜM IV

BULGULAR

| | |
|---|-----|
| 4.1. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testine İlişkin Bulguları | 97 |
| 4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular | 98 |
| 4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular | 99 |
| 4.4. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular | 101 |
| 4.5. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular | 102 |
| 4.6. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular | 103 |
| 4.7. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular | 104 |

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

| | |
|------------------------------|-----|
| 5.1. Tartışma ve Sonuç | 106 |
| 5.2. Öneriler | 109 |
| KAYNAKÇA | 111 |
| EKLER | 125 |
| ÖZGEÇMİŞ | 150 |

TABLULAR DİZİNİ

| | |
|---|-----|
| Tablo 2.1. LEGO Mindstorms Eğitim Setlerinin Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması | 26 |
| Tablo 2.2. LEGO Mindstorms EV3 LEGO Parçalarının Resimleri, İsimleri ve Tanımları..... | 34 |
| Tablo 3.1. Deneklerin Dağılımı | 56 |
| Tablo 3.2. Deney Deseni | 56 |
| Tablo 3.3. Erişim Testine İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması Sonuçları | 58 |
| Tablo 3.4. Bilimsel Süreç Becerileri Testi'ne İlişkin Belirtke Tablosu..... | 58 |
| Tablo 3.5. Bilimsel Süreç Becerileri Testine İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması Sonuçları | 60 |
| Tablo 3.6. Derse yönelik motivasyon ölçeği'nin faktörlerinin yapısı..... | 62 |
| Tablo 3.7. Derse Yönelik Motivasyon ölçeği'nin faktör yükleri, Cronbach's alpha değeri, madde toplam korelasyonları ve faktörlerde yer alan maddeler..... | 63 |
| Tablo 3.8. Deney Grubu'nda İşlenen Konular ve Uygulanan Yöntemler..... | 67 |
| Tablo 3.9. Kontrol Grubu'nda İşlenen Konular ve Uygulanan Yöntemler..... | 68 |
| Tablo 3.10. Gruplarda Görev Dağılımı Sonucu Alınan Rol ve Sorumluluklar | 73 |
| Tablo 3.11. Böceklerin Genel Özelliklerini İçeren Modül | 77 |
| Tablo 3.12. Hamamböceği Modülü | 84 |
| Tablo 3.13. Danaburnu Modülü | 87 |
| Tablo 3.14. Peygamberdevesi Modülü..... | 90 |
| Tablo 3.15. Balarısı Modülü | 93 |
| Tablo 4.1. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testi Sonuçları..... | 97 |
| Tablo 4.2. Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları..... | 98 |
| Tablo 4.3. Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları..... | 99 |
| Tablo 4.4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının ERT Ön-Test Puanlarına göre elde edilen Mann Whitney U- Testi Sonuçları | 99 |
| Tablo 4.5. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının ERT Son-Test Puanlarına göre elde edilen Mann Whitney U- Testi Sonuçları | 100 |
| Tablo 4.6. ERT Son Test Puanlarına göre Yapılan ANCOVA Sonuçları | 101 |
| Tablo 4.7. Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının BSB Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları | 101 |
| Tablo 4.8. Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının BSB Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları | 102 |

| | |
|--|-----|
| Tablo 4.9. Grupların BSB Ön-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları | 102 |
| Tablo 4.10. Grupların BSB Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları | 103 |
| Tablo 4.11. Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının MTV Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları | 103 |
| Tablo 4.12. Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının MTV Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları | 104 |
| Tablo 4.13. Gruplardaki Öğretmen Adaylarının MTV Ön-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları | 104 |
| Tablo 4.14. Grupların MTV Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları | 105 |



ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Süreci | 17 |
| Şekil 2.2. LEGO Mindstorms RCX Robotik Eğitim Seti..... | 23 |
| Şekil 2.3. LEGO mindstorms NXT Robotik Eğitim Seti | 24 |
| Şekil 2.4. EV3 Brick Arayüz Görünümü..... | 26 |
| Şekil 2.5. EV3 Sensör, Usb Ve Motor Bağlantı Noktaları | 27 |
| Şekil 2.6. EV3 Arayüz Hoparlör Çıkışı, Usb ve Sd Kartı Girişi | 28 |
| Şekil 2.7. LEGO Mindstorms EV3 Setindeki Büyük Motor | 28 |
| Şekil 2.8. LEGO Mindstorms EV3 Setindeki Orta Motor | 29 |
| Şekil 2.9. LEGO Mindstorms EV3 Dokunmatik Sensörü..... | 29 |
| Şekil 2.10. LEGO Mindstorms EV3'teki Renk Sensörünün Renk Modu | 30 |
| Şekil 2.11. LEGO Mindstorms EV3'teki Renk Sensörünün Yansıyan Işık Yoğunluğu Modu..... | 30 |
| Şekil 2.12. LEGO Mindstorms EV3'teki Renk Sensörünün Ortam Işığı Yoğunluğu Modu..... | 31 |
| Şekil 2.13. LEGO Mindstorms EV3'teki Renk Sensörünün Yakınlık Modu | 31 |
| Şekil 2.14. LEGO Mindstorms EV3'teki Renk Sensörünün İşaret Edici Modu | 32 |
| Şekil 2.15. LEGO Mindstorms EV3'teki Renk Sensörünün Uzaktan Kumanda Modu..... | 33 |
| Şekil 2.16. LEGO Mindstorms EV3 Gyro Sensörü..... | 33 |
| Şekil 2.17. LEGO Mindstorms EV3 Yazılımında Lobi Genel Görünümü | 35 |
| Şekil 2.18. LEGO Mindstorms EV3 Yazılımındaki Project Sekmesi | 36 |
| Şekil 2.19. LEGO Mindstorms EV3 Yazılımında Proje Özellikleri Sayfası..... | 37 |
| Şekil 2.20. LEGO Mindstorms EV3 Programlama Arayüzü | 37 |
| Şekil 2.21. LEGO Mindstorms EV3 Programındaki Hareket Blokları | 38 |
| Şekil 2.22. LEGO Mindstorms EV3 Programındaki Akış Blokları | 38 |
| Şekil 2.23. LEGO Mindstorms EV3 Programındaki Sensör Blokları | 39 |
| Şekil 2.24. LEGO Mindstorms EV3 Programındaki Data Blokları | 39 |
| Şekil 2.25. LEGO Mindstorms EV3 Programındaki Gelişmiş Bloklar..... | 39 |
| Şekil 2.26. LEGO Mindstorms EV3 Programındaki Bloklarım..... | 40 |
| Şekil 3.1. Faktör Öz Değerlerine Ait Çizgi Grafiği..... | 61 |
| Şekil 3.2. Elephant (Fil) Tasarımı Yapan Öğretmen Adayları | 74 |
| Şekil 3.3. Elephant (Fil) ve Puppy (Köpek) | 75 |
| Şekil 3.4. Merdiven Tırmanan Robot ve Tankbot | 75 |
| Şekil 3.5. Hamamböceği Robot Tasarımı – Koşucu/Yürüyücü Bacak | 85 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3.6. Hamamböceği Akış Şeması – Koşucu/Yürüyücü Bacak | 86 |
| Şekil 3.7. Danaburnu Robot Tasarımı – Kazıcı Ayak | 88 |
| Şekil 3.8. Danaburnu Akış Şeması – Kazıcı Bacak..... | 89 |
| Şekil 3.9. Peygamberdevesi Tasarımı- Yakalayıcı Bacak | 91 |
| Şekil 3.10. Peygamberdevesi Akış Şeması –Yakalayıcı Bacak | 92 |
| Şekil 3.11. Arı Tasarımı – Toplayıcı Bacak | 94 |
| Şekil 3.12. Arı Akış Şeması –Yakalayıcı Bacak | 95 |
| Şekil 3.13. Deney Grubunda Böcek Robot Tasarımı Yapan Öğrenciler | 96 |

KISALTMALAR DİZİNİ

ERT: Erişî Testi

BSB: Bilimsel Süreç Becerileri

MTV: Motivasyon Ölçeği

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

PDÖ: Probleme Dayalı Öğrenme

PTÖ: Proje Tabanlı Öğrenme

MIT: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü

RIS: Robotics Invention System

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

U: U değeri (Mann Whitney-U Testi İçin)

t: t test için t anlamlılık düzeyi

tt: t testi için tablo t değeri

z: z değeri (Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi İçin)

α : Cronbach Alpha Güvenilirlik Katsayısı

f: Frekans Sayısı

p: Anlamlılık Düzeyi

n: Denek Sayısı

EKLER DİZİNİ

| | |
|---|-----|
| Ek 1. Erişî Testi | 129 |
| Ek 2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi | 129 |
| Ek 3. Derse Yönelik Motivasyon Ölçeği..... | 135 |
| Ek 4. Böceklerin Genel Özelliklerini İçeren Modül..... | 138 |
| Ek 5. Hamamböceği Modülü..... | 144 |
| Ek 6. Danaburnu Modülü | 145 |
| Ek 7. Peygamberdevesi Modülü..... | 146 |
| Ek 8. Balarısı Modülü | 147 |
| Ek 9. Dev Su Böceği Modülü..... | 148 |
| Ek 10. Çekirge Modülü | 149 |

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. Yüzyılımızda, çok hızlı bir şekilde artan bilgi ve teknolojilere, aynı hızla uyum sağlayabilecek, gözlem yeteneği yüksek, dinleyen ve düşünen, aynı zamanda sorgulayabilen bireylerin yetiştirilmesi eğitim sistemlerinin temel hedefi haline gelmiştir. 21. yüzyılda bireylerde aranan beceriler; araştırma, inceleme, girişimcilik, iraksak düşünme, problem çözme vb. olarak ifade edilmektedir. Sayılan becerilerin öğretiminde ise sayısal disiplinlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin önemli bir konu olarak ele alınması gerektiği belirtilmektedir. FeTeMM, geleceğin işgücünü oluşturacak bireylere 21. yüzyıl becerileri olarak ifade edilen; girişimcilik, iraksak düşünme, problem çözme, işlevsel bilgiye ulaşma ve kullanma, tasarım yapma ve geliştirilen tasarımları farklı durumlar için dönüştürebilme gibi becerilerin kazandırılmasını sağlamaktadır. Verilen bu becerileri kapsayan 21. yüzyıl becerileri, hızla gelişen ve değişen dünyanın yeni ortaya çıkacak mesleklerine aynı hızla uyum

sağlayabilecek bireylerin yetiştirilmesi için büyük bir önem arz etmektedir (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014).

“FeTeMM” (STEM): Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin biraraya gelerek anlamlı bir bütün oluşturması sonucu ortaya çıkan kelimenin kısaltılmış halidir (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015). FeTeMM dört disiplinin baş harflerinden oluşan basit bir gruptan ziyade, bir birleştirici fikir olarak tanımlanmaktadır. Teknoloji-mühendislik ile fen-matematik disiplinleri arasında bağlantı kurularak, bu disiplinlerin seçilen konu alanı ile bütünleşmesi sağlanmaktadır (Yamak ve diğerleri, 2014).

Sonuç olarak öğrenenlerin, iş birliği içerisinde düzenli ve uyumlu bir şekilde çalışarak, ortaya yeni bir ürün koyması beklenmektedir. Yeni bir ürün ortaya koymak ise, tüm derslerde öğrenilen bilgilerin aktif bir şekilde kullanılmasını gerektirdiğinden, FeTeMM ile birçok hedef kazanımın kısa sürede verilmesi amaçlanmaktadır.

Günümüzde eğitimciler tarafından farklı özelliklerde birçok eğitim/öğretim teknolojisi kullanılmaktadır. Bunların bazıları; internet araçları, multimedya, mobil öğrenme, ters yüz edilmiş sınıf modeli (flipped classroom), artırılmış gerçeklik, giyilebilir teknolojiler, vb. olup, birçoğu eğitimde yaygın olarak kullanılmaktadır (Becker, Freeman, Hall, Cummins ve Yuhnke, 2016; Johnson, Becker, Cummins, Estrada ve Freeman, 2016). Yapılan araştırmalar; eğitimcilerin öğretimde teknoloji kullanılması ile ilgili düşüncelerinin olumlu olmasına rağmen (Akkoyunlu, 2002; Aral, 2007; Seferoğlu, Akbıyık ve Bulut, 2008) diğer ülkeler ile kıyaslanıldığında, derslerde teknoloji kullanımının istenilen düzeye ulaşmadığını göstermektedir (Cüre ve Özden, 2008; Göktaş, Yıldırım ve Yıldırım, 2008; Umay, 2004). Günümüzde teknolojilerle desteklenmemiş bir eğitim-öğretim süreci neredeyse imkânsız görünmektedir. Bununla birlikte, teknoloji, eğitimde bilginin disiplinli olarak kullanılmasını ve organize edilmesini gerektirdiğinden yeni öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılmasını ve ders öncesi hazırlık yapılmasını gerektirmektedir (Spector, 2016).

Dünya çapındaki Fen bilimleri eğitimine bakıldığında, karşımıza uygulamalı ve öğrencilerin aktif olarak katılabileceği yeni bir teknolojik alan ortaya çıkmaktadır. Robotik. Eğitsel robotik uygulamaları sözcüğündeki robotik kelimesi, robotların çalışma prensibini ifade eden bir terimdir. Robotiğin genel anlamdaki işlevi, insanların yerini alabilecek makinalara, problem çözmeye yönelik farklı programların yüklenmesi ile

birçok işlemin kısa sürede yaptırılmasıdır. Yani işlevsel olarak insanların yerini alabilecek sistemlerin çalışması için geliştirilen tekniklerin tamamı robotiğin tanımı içerisine girmektedir (Koç ve Büyük, 2013).

“Eğitsel Robotik Uygulamaları” için tasarlanan çalışma materyalleri ise öğrencilerin öğrenmeye hazırbulunuşluk ve motivasyonlarını arttıracak ve FeTeMM uygulamalarına destek olacak şekilde hazırlanmaktadır (Benitti, 2012; Johnson, Becker, Cummins, Estrada, Freeman ve Hall, 2016; Martinez-Ortiz, 2015; Ospennikova, Ershov ve Iljin, 2015). Eğitsel robotiğin en güçlü özelliklerden biriside, FeTeMM ile hedeflenen 21. Yüzyıl becerilerini geliştirerek, günümüz dünyasının değişen ihtiyaçlarına uyum sürecini hızlandırmasıdır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin de gelişmesi ile eğitimde teknoloji kullanımı; programlanabilen ve uygulama imkânı kolay olan robotik kitlerin ders konularına entegrasyonuna kadar ilerlemiş durumdadır (Benitti, 2012; Johnson ve diğerleri, 2016; Korkmaz, Altun, Usta ve Özkaya, 2014). Bununla birlikte, robotik FeTeMM’de öğretmenlerin ve öğrencilerin bilgisayar, matematik ve özellikle kodlama ve programlama alanlarında beceri sahibi olması gerekmektedir. Bu nedenle Robotik FeTeMM alanında yapılan araştırma sayısında hızlı bir artış gözlemlenmektedir (Sullivan ve Bers, 2016). Bu araştırmalar özellikle hazır eğitimsel robotik kitlerin derslerde kullanılması üzerinde yoğunlaşmaktadır (Marulcu ve Sungur, 2013). Öğrencilerin robotik setlerindeki kullandıkları LEGO tarzı robot parçaları, eğlenceli bir oyun ortamında derse olan ilgilerini ve motivasyonlarını arttırırken, problem çözme becerilerini de geliştirmektedir. Danimarka’da marangozluk işiyle uğraşan Ole Kirk Christiansen’in 1932 yılında çocukları eğlendirecek tahta oyuncak ördekleri üretmesi ve bu oyuncaklara “leg godt” (iyi oyna) ‘LEGO’ adını vermesiyle bu sözcük kullanılmaya başlanmıştır (Özdoğru, 2013). Massachusetts Institute of Technology’deki bilim adamları 1998 yılında LEGO’yu bir programlama dili olan LOGO ile birleştirerek “LEGO Mindstorms” isimli bir robotik eğitim seti piyasaya sürmüşlerdir (Çukurbaşı, Konokman, Güler, Kartal, 2018; Güntürkün, 2009). “LEGO Mindstorms” adı altında uygulanan robotik setler, günümüzde öğrenme öğretme sürecinde yaygın olarak kullanılmakta ve eğitsel robotik uygulamaları arasında popüler bir şekilde yer almaktadır. İçeriğindeki birçok parça, renkli ve farklı şekillerde olup, bu parçalardaki girintiler/çıkıntılar iki parçanın birbirine bağlanmasını sağlayarak ortaya yeni bir yapı meydana getirmektedir. “LEGO Mindstorms” setlerinin içinde kullanılan ışık, ultrasonik, ses, dokunma sensörlerinin, servo motorların ve programlanabilir bir

tuğlanın (EV3 Brick gibi beyin olarak isimlendirilen) LEGO taşları (delikli taş, çark veya dingil) ile birleştirilip daha fonksiyonel tasarımların oluşturulması sağlanabilmektedir (Güntürkün, 2009).

“LEGO Mindstorms” robotik uygulamaları ile ilgili alanyazın incelendiğinde; Amerika, Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda ve ayrıca Portekiz gibi ülkelerde öğretimde birçok alanda sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Hacker, 2003; McWhorter, 2008; Tse, 2009).

Ülkemizde, “LEGO Mindstorms” robotik uygulamalarının öğretime entegre edilmesine yönelik alanyazın incelendiğinde; yapılan çalışmaların LEGO Mindstorms ürünlerinin eski versiyonları (RCX ve NXT) kullanılarak yapıldığı, LEGO Mindstorms EV3 ürünlerinin bazı okul ve kurs programlarında kullanıldığı ancak yapılan uygulamaların belirlenmiş bir konuya özgü tasarımlar olarak değil de hazır tasarımların tekrarı şeklinde uygulandığı görülmektedir (Koç ve Büyük, 2013; Özdoğru, 2013; Somyürek, 2015). Somyürek (2015), 8 ile 14 yaşları arasındaki 62 öğrenci ile LEGO Mindstorms NXT robotik seti kullanarak yaptığı bir araştırmada, öğrencilerin yapılandırmacı öğrenme deneyimlerini 4 ana temaya toplamıştır. Bunlar; aktif öğrenme, gerçek öğrenme, çoklu öğrenme ve işbirlikçi öğrenme olarak ifade edilmiştir. Araştırma sonucunda LEGO Mindstorms NXT ile öğrencilerin derinlemesine keşfederek eğlenceli bir şekilde öğrenme sağladığını ifade etmiştir. Özdoğru (2013), LEGO Mindstorms NXT kullanarak 6. sınıf öğrencileri (n=52) ile yaptığı bir araştırmada öğrencilerin Fen ve Teknoloji dersine yönelik olumlu tutum geliştirdikleri ve akademik başarılarının arttığı tespit edilmiştir. Koç ve Büyük (2013), 7. sınıf öğrencilerinin LEGO Mindstorms NXT robotik çalışmalarının, Fen ve Teknoloji dersine yönelik motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin robotikle ilgili oldukça olumlu görüşlere sahip olduğu, robotik destekli fen deneylerinin bilimsel süreç becerileri ile Fen ve Teknoloji dersine yönelik motivasyonları üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı (2018) Ortaokul öğretim programlarında;

- “programlama konusunda teknik birikim oluşturmaları”,
- “programlama dillerinden en az birini iyi düzeyde kullanmaları” ve
- “robotların programlanması konusunda temel bilgilerle donanmaları” genel amaçlar arasında yer almaktadır.

Öğretim programındaki ders içeriklerinde; robotların öğretimde kullanılması, kodlama ve programlama ile web üzerinden programlamaya yönelik ünitelerin yer aldığı görülmektedir. Fen ve Teknoloji’de robotik uygulamaların işlevsel olarak kullanabilmeleri gerektiğine inanılmaktadır.

Bu araştırmada incelenen alanyazını ışığında Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile Robotik FeTeMM süreçlerini içeren deneysel bir araştırma yapılması planlanmıştır. LEGO Mindstorms EV3 Eğitsel setler kullanılarak yapılan FeTeMM uygulamalarının içeriğini böcek yaşamının taklit edilmesi oluşturmuştur. Robotik FeTeMM’in öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik motivasyonları üzerine etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1.2. Araştırmanın Problem Cümlesi

Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve motivasyonları üzerindeki etkileri nelerdir?

1.2.1. Araştırmanın Alt Problemleri

1. Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “akademik başarıları” üzerine etkileri nelerdir?
2. Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “akademik başarıları” üzerine etkileri anlamlı farklılık göstermekte midir?
3. Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “bilimsel süreç becerileri” üzerine etkileri nelerdir?
4. Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “bilimsel süreç becerileri” üzerine etkileri anlamlı farklılık göstermekte midir?
5. Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “motivasyonları” üzerine etkileri nelerdir?
6. Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “motivasyonları” üzerine etkileri anlamlı farklılık göstermekte midir?

1.3. Amaç

Bu araştırmada; öncelikle, LEGO Mindstorms EV3 eğitsel robotik setlerin içeriğindeki hazır tasarımların yapılarak robotiğe ait temel kavram, olgu ve kodlama becerilerinin geliştirilmesi ve sonrasında öğretmen adaylarının böcek yaşamı ile ilgili robotik projeler tasarlamaları hedeflenmiştir. Öğretmen adaylarının; doğada her gün karşılaştıkları böceklerin, bazı yaşamsal özelliklerinin, LEGO Mindstorms EV3 içerisinde birleştirilebilen pratik robotik parçaları ile taklit ederek tasarlamaları, basit robotik mekanizmalarını çalıştırmaları, tasarladıkları mekanizmaları sensörler ve motorlar kullanarak nasıl bir robot haline getirebileceklerini keşfetmeleri hedeflenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adayları robotik FeTeMM uygulamalarında, seçmiş oldukları böcek türünün yürüme, yüzmeye, kazma, toplama, sıçrama vb. böcek bacak yapısını tasarlamaya çalışmışlar ve böceğin yürüme davranışını taklit etmeye çalışmışlardır. Bütün bu proje çalışmaları ile öğretmen adaylarının; kullanımı basit ve pratik olan LEGO parçaları ile kodlama becerilerinin, akademik bilgilerinin ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi ve dersteki motivasyonları ile ilgili etkileşim durumlarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

1.4. Araştırmanın Önemi

Fen Bilimleri eğitiminde, yakın geçmişten bugüne kadar yaygın olarak bilgisayar ve web tabanlı teknolojiler kullanılıyorken; günümüzde robotik teknolojilerin gelişmesi ile birlikte robotlar da öğretim programlarına entegre edilmeye başlanmıştır. Geliştirilen yeni nesil robotik teknolojiler, pratik ve amaca yönelik işlevsel faaliyetleri ile eğitim alanında da geniş öğretimsel olanaklar sunmaktadırlar. Bu geniş kullanım olanakları ile robotik teknolojiler, öğrenmeyi kolaylaştırarak hızlandırmakta ve öğrenim sürecini verimli hale getirerek eğitimin kalitesini artırmaktadır. Fen Bilimleri öğretiminde yapılan robotik tasarımlar, yarışmalar ve projeler ile öğrencilerin birçok beceriyi kısa zamanda kazandıkları tespit edilmiştir. Kazanılan bu beceriler; problem çözme, problemlere pratik çözümler bulma, eleştirel düşünme, kendi yeteneklerinin farkına varma, yaparak yaşayarak ilk elden deneyimler kazanma, teknolojiyi kullanma düzeylerinde artma ve teknoloji kullanmaya daha fazla isteklilik vb. şeklinde özetlenmektedir (Costa ve Fernandes, 2004; Dugger, 2010; Marulcu ve Sungur, 2012).

Robotik FeTeMM; mekanik, elektrik, elektronik, kontrol mühendisliği, bilgisayar bilimleri, teknoloji, matematik ve fen bilimleri gibi konuları biraraya getirerek bütünleştirmektedir. Devrim niteliğindeki robotik teknolojiler, öğrencilerin teknolojik üretkenliklerini keşfetmeye yönelik birçok eğitimsel imkân sunmaktadır. Bu imkânlar;

- Alan derslerini eğlenceli, ilgi çekici ve ilham verici hale getirme,
- Lise ve üniversiteye hazırlıkta akademik destek sağlama,
- Eleştirel düşünme,
- Problem çözme stratejileri geliştirme,
- Yaratıcılığı ortaya çıkarma,
- Takım ruhuyla, iş birliği içinde çalışabilme,
- Matematik ve fen bilimlerindeki kavramları görsel ve uzamsal bir şekilde anlama,
- FeTeMM alanında meslek seçimi ile ilgili yol gösterici olma,
- Teknolojiyi takdir etme,
- Hızlı tempodaki rekabet dünyasına hazırlamak için günlük ve okul yaşantısına katkıda bulunma vb.

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 araştırmada; robotik FeTeMM uygulamalarına yönelik alternatif bir öğretim ortamı oluşturulmaya çalışılmış ve öğretmen adaylarının hem teknolojiyi kullanmaları hem de daha kolay ve kalıcı öğrenmelerini sağlamak amacıyla, araştırmadaki proje konuları günlük hayattan seçilerek somutlaştırılmıştır.

Ülkemizde Robotik FeTeMM’de, özellikle biyoloji konularında öğretmen adayları ile yapılan tasarım projelerine yönelik çok az çalışma bulunmaktadır. Araştırmanın konusu olarak seçilen, böcek yaşamı ile ilgili robotik tasarımlar, alanyazınında ilk olması açısından özgündür ve özellikle biyoloji öğretiminde yapılacak diğer çalışmaları destekleyeceği düşünülmektedir.

1.5. Varsayımlar

1. Deney ve kontrol grubunda kontrol edilemeyen değişkenlerin her iki grubu benzer şekilde etkilediği,
2. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının, ölçme araçlarına içtenlikle, gerçek düşüncelerini yansıtarak cevap verdikleri,
3. Deney ile kontrol grubu öğrencileri arasında deneysel uygulama süreçleri ve materyalleri ile ilgili herhangi bir paylaşımın olmadığı kabul edilmiştir.

1.6. Sınırlılıklar

Bu araştırmanın sınırlılıkları şu şekildedir:

1. Araştırma, 2017-2018 eğitim-öğretim yılı, Bahar yarıyılı ile sınırlıdır.
2. Araştırma, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünde öğrenim gören 4. sınıf öğretmen adayları ile sınırlıdır.
3. Deneysel uygulamalar “Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı” dersi ile sınırlıdır.
4. Araştırma; akademik başarı testi, bilimsel süreç becerileri testi ve motivasyon ile sınırlıdır.
5. LEGO Mindstorms EV3 eğitim setinden 2 adet ana set ve 2 adet eklenti seti kullanılarak uygulanan deneysel etkinlikler ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Teknoloji: Pozitif bilimlerdeki bilgilerin ürüne dönüştürülmesi, kısaca bilimin somutlaştırılmış biçimidir (Uluğ, 2000).

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).

Robotik: Robotik, makine mühendisliği beraberinde uçak mühendisliği ve uzay mühendisliği, elektronik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, mekatronik mühendisliği ve kontrol mühendisliği dallarının ortak çalışma alanıdır.

Motivasyon: Öğrencinin ilgisini çekerek öğrenme ve öğretme süreçleri içerisinde yer almasını sağlamaktır (Başdaş, 2007).

Bilimsel Süreç Becerileri: Fen bilimlerinde; öğrencilerin aktif olmasını sağlayarak sorumluluk alma duygusunu geliştiren, öğrenmeyi kolaylaştıran araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran temel becerilerdir (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1997).



BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde FeTeMM, FeTeMM’de robotiğin yeri ve önemi, LEGO’nun tarihsel gelişimi, Eğitsel robotik ve LEGO Mindstorms eğitim setleri, Bilimsel süreç becerileri, Fen ve Teknoloji dersine yönelik motivasyon ve araştırma konu ile ilgili yapılmış alanyazını çalışmaları ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

2.1. FeTeMM Yaklaşımının Tarihçesi ve Eğitimde Kullanımı

FeTeMM yaklaşımında, öğretmen adaylarına fen, mühendislik, teknoloji ve matematik derslerinin disiplinlerarası bir biçimde verilmesi amaçlanmaktadır (Meng, Idris ve Eu, 2014). Bu yaklaşımda yer alan derslerin (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) birbirlerine paralel olarak yürütülmesi önem taşımaktadır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Liu (2003) teknolojinin gelişmesiyle birlikte, tasarım sürecinin de iyileştiğini, bu iyileşmenin de FeTeMM eğitiminde gerekli olan öğrenme ortamının oluşulmasında önemli olduğunu savunmaktadır.

FeTeMM yaklaşımındaki hedefler (Thomas, 2014);

1. Kaliteli iş gücüne sahip olmak amacıyla FeTeMM okuryazarı kişiler olmak,
2. FeTeMM alanındaki işleri verimli bir şekilde yerine getirmek,
3. Ülke ekonomisi için yeni teknolojik yöntem ve tasarımlar geliştirmek,
4. Gelecekte ortaya çıkacak yeni meslek alanlarında yer alabilmek şeklinde ifade edilmektedir.

Thomasian (2011) ise, FeTeMM yaklaşımını; bireylerin FeTeMM alanlarına ilgilerini ve motivasyonlarını arttırarak, günlük hayatlarında karşı karşıya geldikleri problemleri

fen, matematik, mühendislik ve teknoloji gibi disiplinlerden yardım alarak çözmeleri şeklinde tanımlamıştır.

21. yüzyılda, hızla değişen yeni ortamlara uyum sağlayabilecek bilgi ve teknolojiler üretmek, ülkelerin ekonomik avantajlar kazanmasını sağlamak ve yüzyılın standartlarının altında kalmamak için FeTeMM okuryazarı insan gücünü yetiştirmek önem kazanmaktadır. Bireylerde aranan beceriler; inceleme, girişimcilik, ırsaksak düşünme, problem çözme vb. olarak ifade edilmektedir (Yamak ve diğerleri; 2014).

FeTeMM eğitimindeki asıl amaç; gerçek hayatta da karşılaşılabilecek problemlerle bireyleri karşı karşıya bırakmak ve bu sayede bu eğitim anlayışına karşı olan tutumları geliştirmek, FeTeMM meslek gruplarını seçmek isteyen öğrenci sayısını arttırmak olarak ifade edilmektedir (Gülhan ve Şahin, 2016; Honey Pearson ve Schweingruber, 2014). Yani bu problem çözme yaşantılarının, bireylerin kariyer planlarına etki ederek, FeTeMM odaklı meslekler seçmeleri doğrultusunda onlara küçük yaşlardan itibaren bilinç kazandırması hedeflenmektedir (Gülhan ve Şahin, 2016; Wyss, Heulskamp ve Siebert, 2012).

FeTeMM eğitimine daha erken yaşlarda başlamak, öğrencilerin ilgilerini farklı alanlara ve birçok entegre disiplinlere çekme anlamında önem kazanmaktadır. Öğretim programında yer alacak olan FeTeMM entegrasyonunun karmaşık olduğu çünkü yalnızca farklı konu alanlarını bir araya getirmekten ibaret olmadığı vurgulanmaktadır. FeTeMM, günlük hayatta ortaya çıkan problemleri; ayrı disiplinler içerisinde değil bir bütün olarak ele alıp farklı disiplinlerin birarada kullanıldığı bir bütün olarak değerlendirmenin gerekliliğini savunmaktadır (Beane, 1995; Czerniak, Weber, Sandmann ve Ahern, 1999). FeTeMM deki entegrasyonu tanımlamak için literatürde sıkça kullanılan iki kelime yer almaktadır. Bunlar; “multidisipliner (çok disiplinli)” ve “interdisipliner (disiplinlerarası)” dır. Çoğu araştırma, bu iki yaklaşımı farklı yollara ayırmaya çalışmaktadır. Lederman ve Niess (1997), tavuk erişttesi çorbası ile domates çorbasını karşılaştırmış ve multidisipliner ile interdisipliner entegrasyon yaklaşımları arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri açıklamaya çalışmışlardır. Multidisipliner yaklaşımda; öğrencinin her konuyu kolaylıkla anlayarak tanımlayabileceğini öne sürmüşlerdir. Öğrencilerin, farklı sınıf ortamlarında öğretilen farklı konulardaki içerik ve becerileri birleştirerek analiz yapmaları beklenmektedir.

İnterdisipliner bir problem, interdisipliner bir içerik ve beceriyi merkeze alan bir sorunla

başlamaktadır (Beane, 2016). İnterdisipliner FeTeMM yaklaşımının, günlük hayatta yaşanan problemler ile ortaya çıktığı bilinmektedir. İnterdisipliner biröğretim programında dikkate alınması gereken temel unsurlar ise; eleştirel düşünme, problem çözme becerileri ve kişisel anlamlara ilişkin öğrenme deneyimleriyle bağlantı kurma gibi bilgi ve becerileri içermektedir (Miller, 1995).

Birçok dersin interdisipliner bir yaklaşımla ele alınması ve bunu içeren öğretim programlarıyla derslerin yürütülmesi, öğrenenlerin birden fazla disiplinle yüzyüze gelmesini sağlayarak problem çözme, ıraksak düşünme ve işbirlikli öğrenme vb. birçok becerisinde gelişmesine izin vermektedir (Drake, 1991). Asıl amaç ise; FeTeMM ile sadece belirlenen disiplinlerde hedefe ulaşp ulaşmamak değil, uluslararası platformlarda ön safhalara yerleşebilmek ve böylece küresel rekabete katılabilmektir.

Son zamanlarda FeTeMM yaklaşımının “3P” olarak kısaltıldığı ve farklı boyutlarda ele alındığı görülmektedir. Bunlar “Popüler, Politik ve Pedagojik FeTeMM” şeklinde biraraya getirilmektedir. FeTeMM’in önce politik olarak reklamının yapıldığı, sonra okul dışı eğitimlerle popüler hale getirildiği ve son olarak pedagojik kazanımlara ulaşıldığı ifade edilmektedir (Blackley ve Howell, 2015; Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012). Birçok ülke günümüzde öğrencilerin; bilgisayar, programlama, kodlama ve FeTeMM alanındaki 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye yönelik “Bilişim Teknolojileri”nin öğretim programlarında yer almasına odaklanmaktadır. Ülkeler; ulusal, bölgesel veya yerel ölçekte FeTeMM’in öğretim programlarına katılması için çalışmalar yürütmektedir. Matematik ve fen bilimleri derslerinde FeTeMM’in asıl hedefi ise öğretim programında yer alan bilgilerin somutlaştırılması konusunda artış elde etmek şeklinde özetlenmektedir. Özellikle öğrencilerin, sayısal derslerde mühendislik gibi diğer disiplinlere ait bazı problemleri çözmeleri, başarılarının artmasını sağlamaktadır. FeTeMM’in teknolojiyle beraber daha da geliştirilip dikkat çekici hale getirilmesi ise üzerinde önemle durulan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Schaefer, Sullivan ve Yowell, 2003). Kelly (2009), teknolojik alanda lider toplumların ancak teknolojik okuryazarlığın geliştirilmesi ve buna bağlı olarak öğrencilere mühendislik becerilerinin kazandırılması ile oluşturulabileceğini ifade etmiştir.

FeTeMM yaklaşımının yaygınlaştırılabilmesi için FeTeMM eğitimi almış öğretmenlerin önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir (Wang, Li, Feng, Jiang ve Liu, 2012). Hizmet öncesi ve hizmet içi FeTeMM öğretmenlerinin bu konuda çok iyi eğitilmeleri gerektiği

vurgulanmaktadır (Zarske, Yowell, Sullivan ve Carlson, 2004). Günümüzde birçok ülke, FeTeMM yaklaşımı üzerine yoğunlaşmakta ve FeTeMM'in ülke içinde yaygınlaştırılabilmesi için gerekli olan tüm hazırlıkları tamamlamakla uğraşmaktadır (Thomas, 2014).

Bir dizi araştırmacı, FETEMM kariyerinin geliştirilebilmesi için aşağıdakilerin yapılmasını önermiştir;

- bilimin yararlılığını gösterin (Gattie ve Wicklein, 2007).
- öğrenme deneyimlerinin kalitesini arttırın (Rogers, 2005).
- teknoloji eğitimini daha yüksek bir akademik bir seviyeye taşıyın (Wicklein, 2006).

FeTeMM'in içselleştirilmesi ve etkili bir şekilde benimsenebilmesi için, öncelikle öğretmen eğitim programlarına entegre edilmesinin zorunlu hale geldiği vurgulanmaktadır. FeTeMM eğitiminde geliştirilmesi düşünülen öğretim programlarında karşılaşılabilecek soruları ise FeTeMM'i uygulama sürecinde öğretmenlerin cevaplayacağı belirtilmektedir (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016; Buyruk ve Korkmaz, 2016; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016; Kızılay, 2016; Sümen ve Çalışıcı, 2016).

FeTeMM eğitiminde bütünlük öğretimdeki anlayışa uygun olarak vurgu yapılan yöntemler şunlardır;

1. Probleme Dayalı FeTeMM eğitimi
2. Proje Tabanlı FeTeMM eğitimi,
3. Tasarım Temelli FeTeMM eğitimi,
4. Robotik FeTeMM eğitimi'dir.

2.1.1. Probleme Dayalı FeTeMM

Probleme dayalı öğrenme (PDÖ), tıp eğitiminde; hasta hikâyelerinin belirlenmesi ve tedavisi için yol çizilmesi şeklinde başlamıştır. Bu öğretim yaklaşımı; öğrencilerin uzmanlık ve deneyimlerini kullanarak grupça sorunu tartışmaları, deneyler yaparak çözüm yolları bulmaya çalışmaları gibi faaliyetlerin genel adı olarak tanımlanmaktadır (Albanese ve Mitchell, 1993).

PDÖ ile ders gören öğrenciler;

- Kademeli olarak kendi eğitimleri konusunda daha duyarlı davranmakta,
- Eğitimi aldıkları kişilerden ve öğrenme ortamından daha bağımsız hareket edebilmektedirler (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

PDÖ'nin, öğrencilerin; kendileri hakkında durup düşünebilmeleri, metabilşsel öğrenme sağlayabilmeleri, konuları yapılandırıp grupla beraber bir bütün içinde çalışabilmelerini sağlayan bir yöntem olduğu ifade edilmektedir (Cantürk-Günhan, 2006). PDÖ, öğrencilerin eleştirel düşünme, aktif öğrenme ve proje temelli etkinlikler yoluyla öncelikle kendi problemlerini çözme becerilerini geliştirmeye çalışır. Ayrıca, öğrencilerin grup tartışmaları yapmak zorunda kalmaları nedeniyle iletişim becerileri de geliştirmektedir (Gallagher, Sher, Stepien ve Workman, 1995)

PDÖ, öğrencilerin, içerik bilgisi ve problem çözme becerilerini, tek bir doğru cevabı olmayan, özgün ve kötü yapılandırılmış problemlerle ilişkilendirme yoluyla geliştirmeyi amaçlayan öğrenci merkezli bir öğretim yaklaşımıdır (Hmelo-Silver, 2004; Kolodner Camp, Crismond, Fasse, Gray ve Holbrook, 2003).

PDÖ'nin esas alındığı bir öğrenme sürecinde, sınıf içi uygulamaların nasıl yürütülmesi gerektiği birçok araştırmacı tarafından tanımlanmıştır (Belland, Glazewski, Richardson ve 2011; Hmela- Silver, 2004);

1. Problem Durumu: Öğrencilere günlük yaşamla ilgili bir problem durumu sunulur. Bu problem resim, senaryo ve bir gazete haberi olabilmektedir.
2. Sorular: Öğretmen, öğrencilere problemi daha iyi tanımlamaları için rehberlik etmektedir.
3. Eylem Planı: 3-5 kişilik gruplar halinde çalışan öğrenciler, ihtiyaçları olan bilgilere nasıl ulaşacaklarını tartışırlar ve bu süreç için planlama yaparlar.
4. Araştırma: Öğretmen eylem planı çerçevesinde araştırma yapan öğrencilere rehberlik etmektedir.
5. Probleme Yönelik Değerlendirme: Grup üyeleri edindikleri bilgileri birbiriyle paylaşırlar. Edindikleri bilgiler üzerinden problem durumunu tartışırlar.
6. Ürün/Çözüm ya da Performans: Bu aşamada öğrenciler, ortaya koydukları ürünlerin veya çözümlerin olumlu ve olumsuz yönlerini derinlemesine düşünerek sonuc

varmaya çalışırlar.

7. Değerlendirme ve Geri Bildirim: Öğrenciler, çözümlerini birbirleriyle paylaşırlar. Bu çözüm yolunu neden seçtiklerini, hani konular üzerinde odaklandıklarını söylerler. Hem kendilerinin hem de diğer grupların çözüm süreçlerini değerlendirirler.

Son yıllarda FeTeMM eğitiminin gündeme olmasıyla birlikte probleme dayalı FeTeMM etkinlikleri de artış göstermeye başlamıştır. Bununla birlikte PDÖ ve FeTeMM eğitimi üzerine birçok yeni araştırma yapılmaya başlanmıştır (Lou, Shih, Diez ve Tseng, 2011).

2.1.2. Proje Tabanlı FeTeMM

FeTeMM yaklaşımında, yaparak-yaşayarak öğrenme çerçevesinden bakılınca en iyi stratejinin Proje Tabanlı Öğrenme (PTÖ) olduğunu söylenmektedir. PTÖ, FeTeMM kavramlarının anlamlı öğrenilmesi ile birlikte öğrencilerin gerçek dünya problemlerine daha kolay çözüm üretmelerini sağlamaktadır (Capraro ve diğerleri, 2013). Ayrıca PTÖ yaklaşımı 21. Yüzyıl yaşam becerilerinin ve ideal FeTeMM mesleklerinin gerektirdiği yeteneklerin aynı anda kazandırılmasına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda PTÖ yaklaşımı; FETEMM eğitiminin amaçlarıyla benzerlik göstermektedir (Yıldırım ve Selvi, 2017). Bu yöntem, öğrencilerin problemleri keşfedip akranlarıyla beraber çözmelerine olanak sağlayan, günlük yaşamla ilgili konulara vurgu yapan ve öğretmenin rehber konumunda olduğu bir özelliğe sahiptir. PTÖ’de son aşama ürün olmasına rağmen, anlamlı öğrenmede önemli olan aşamalar ise; içeriğin, bilginin ve becerilerin süreç içinde nasıl oluşturulduğudur (Barron, Schwartz, Vye, Moore, Petrosino, Zech, Bransford, 1998; Lee ve Tsai, 2004).

Günümüz eğitim sisteminde öğretmenlerden beklenen; öğrencilere bilgileri olduğu gibi ezberletmek değil, onlara bu bilgilere nasıl ulaşacağına ve nerede kullanılacağına ilişkin beceriler kazandırmaktır (Yıldırım ve Selvi, 2017).

PTÖ’ nin uygulanması sırasında yaşanacak problemlerin bilinmesi öğretmenlere avantaj sağlamaktadır (Yıldırım ve Selvi, 2017).

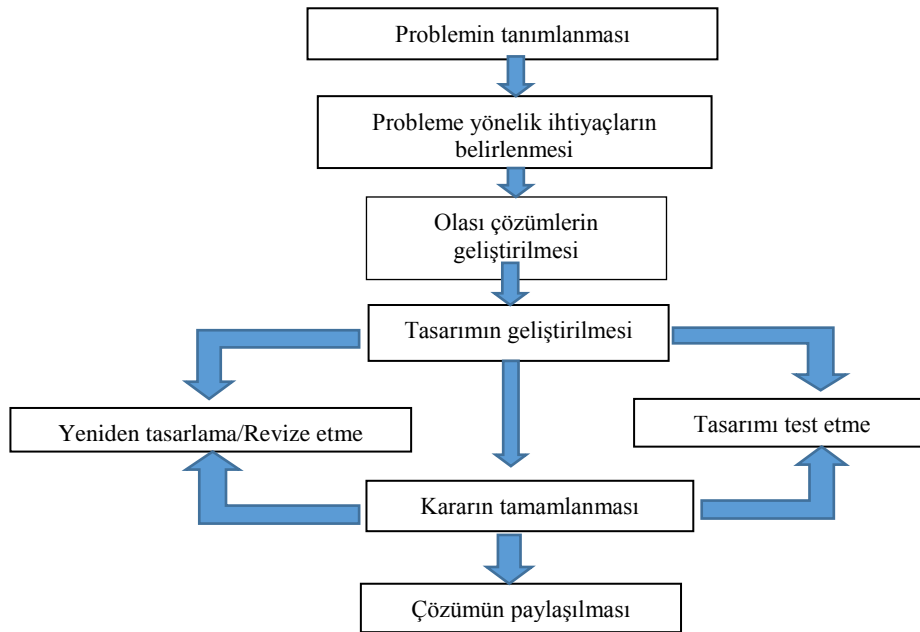
- Proje tabanlı FeTeMM iyi bir şekilde planlanmadığında projeler tamamlanamaz.
- Öğretmenlerin süreç içerisinde projeleri iyi takip etmesi gerekir.
- FeTeMM multidisiplinler bir eğitim yaklaşımıdır. Bu özelliğin gözardı edilmemesi

gereklidir.

- Mühendislik tasarımı sürecinde prototipin oluşması için gerekli kaynak, ortam ve aracın sağlanması gerekmektedir.
- FeTeMM'in geniş kapsamlı olduğu göz önüne alınarak projenin sınırlılıkları belirtilmelidir.
- Proje tabanlı FeTeMM'de matematik ve fen bilgisinin yeterli düzeyde olmaması mühendislik sürecinin başarısız olmasına neden olabilir.

2.1.3. Tasarım Temelli FeTeMM

Mühendislik tasarım sürecinde; edinilen matematik ve fen bilgisinin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde kullanılmasının gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Diğer FeTeMM alanlarını birleştirici niteliğinin daha iyi anlaşılabilmesi için mühendislik tasarım sürecinin aşamalarından bahsedilmesi önem kazanmaktadır. Hynes, Portsmore, Dare, Milto, Rogers, Hammer ve Carberry (2011, s. 9) tarafından açıklanan mühendislik tasarım sürecine yönelik döngü Şekil 2.1'de verilmektedir.



Şekil 2.1. Mühendislik tasarım süreci (Hynes ve diğerleri, 2011, s.9)

Hynes ve diğerleri (2011, s.9) tarafından gösterilen bu şema; problem tanımlama basamağı ile başlayarak, çözümün paylaşılması basamağıyla sona ermektedir. Şemada

var olan oklar ise hangi basamakta kaç adım geriye gidilebileceğini anlatmaktadır. Çünkü Mühendislikte çözüm oluşturma süreci, çift taraflı ilerleyen bir kavrama işaret etmektedir. Örnek olarak; kararın tamamlanması basamağından tasarımı test etme basamağına geri dönüş yaşanabilir.

Mühendislik derslerinin içeriği;

- Öğrencilerin motivasyonunu arttırmakta,
- Iraksak düşünme becerilerini arttırmakta,
- Problem çözebilme becerilerini geliştirmekte,
- Matematik ve fen öğrenmeyi de destekleyerek mühendislik alanıyla bu iki alanı birbirine bağlamaktadır (Brown ve Borrego, 2013).

Tasarım temelli FeTeMM, mühendislik olgusunu öğrencilere tanıtmak ve mühendislik kavramı içerisinde yaratıcılık becerilerini ortaya çıkarabilmek için birleşik öğrenme/öğretme'yi hedefleyen FeTeMM'i öğrencilerle karşılaştırmaya imkân sağlamaktadır. Öte yandan FeTeMM, öğrencilerin materyal kullanım oranlarının artmasıyla harekete geçirilen pek çok duyu organının ortama katılımını sağlayan bir öğretim sürecini ifade etmektedir (Bagiati ve Evangelou, 2015).

Mühendislik tasarım sürecinde birçok model geliştirilmesine rağmen hepsinin çok benzer adımları olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin; Bilim-Boston Müzesi tarafından geliştirilen ilköğretim öğretim programında dersler, mühendislik tasarım döngüsünün beş adımını içermektedir. Bunlar; i) isteyin, ii) hayal edin, iii) planlayın, iv) yaratın ve v) geliştirin'dir. Ortaöğretime bir örnek ise Illinois Üniversitesi tarafından geliştirilen bir mühendislik tasarım döngüsüdür;

1. Hayatımdaki zorluklar nelerdir?
2. Diğer kişiler hayatlarındaki zorlukları nasıl çözmektedir?
3. Beyin fırtınası ve olası çözümler; tasarım kriterlerim ve kısıtlamalarım nelerdir?
4. Hangi olası tasarımlar bana daha uygundur?
5. Bu zorlukları çözmek için örnek tasarımlar hazırlamalıyım.
6. Bu tasarımlar çözüme götürüyor mu? Deneyip tekrar test etmeliyim.
7. Başkalarının tasarımlarından neler öğrenebilirim?
8. Tasarımlarımı geliştirmek için yeni fikirleri nasıl kullanmalıyım?

Mühendislik tasarım modelinde çok çeşitli yöntemler kullanılmasına rağmen, bunların

hepsi problemin tanımlanması, yaratıcı düşünce, analiz ve karar verme süreçleri arasında döngü yapan çok temel ve benzer süreçlere sahiptirler.

FeTeMM’de yakın tarihe kadar bilgisayar tabanlı teknolojiler ve web tabanlı teknolojiler kullanılmakta iken; robotik biliminin gelişmesi ile üretilen robotlar da FeTeMM öğretimine entegre edilmiştir. Yeni nesil robotlar kullanışlı ve fonksiyonel faaliyetler içerdiği için eğitim alanında da geniş bir kullanım alanı oluşturmaktadır. İnterdisipliner kodlama ve robotlar üzerinde çalışmak hem fen bilimlerinin öğretiminde hem de mühendislik tasarım süreçlerinde sıkça karşımıza çıkmaktadır. Robotiğin eğitiminde her kademesinde kullanılmasının yararlı olduğu düşünülmektedir (Johnson, 2003).

2.1.4. Robotik FeTeMM

Günümüzde ülkeler arasında ekonomik, bilimsel ve teknolojik alanlarda rekabet günden güne artmakta ancak ülkelerin kaderini, geliştirdikleri teknolojiler belirlemektedir. Bu teknolojik rekabet; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alan bilgilerine hâkim meslekler üzerine yoğunlaşmaktadır. Dünyamızın değişmesiyle birlikte meslek grupları için aranan değerler de değişmekte, yetişmiş nitelikli insangücüne olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Akademik bilgi yanında; etkili iletişim kurma, işbirliği yapma, ürün odaklı düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler iş bulma konusunda daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Bu iş yaşamındaki değişim ise meslek gruplarının yetiştiği okulları ve eğitim sistemlerini de etkilemeye ve değiştirmeye başlamıştır (Aydın, 2017).

FeTeMM eğitiminin sınıf ortamına girmesiyle beraber insanoğlunun günlük ihtiyaçlarına çözüm üretmek için robotlar tasarlanmaya başlanmış ve robotik FeTeMM’in öğretim programlarına alınması gündeme gelmiştir. Yenilik olarak sunulan ve farklı derslerle de paralellik sağlayabilen “Robotik” uygulamaları FeTeMM anlayışıyla oluşturulan matematik ve fen bilimleri öğretim sürecinin önemli bir unsuru haline gelmiştir (Cameron, 2005). Öğrencilerin robotlarla çalışması 21. yüzyıl becerilerinin aktif olarak geliştirilmesini sağlamaktadır (Aydın, 2017). Robotik FeTeMM’de birçok konunun öğretiminde, farklı, dikkat çekici ve eğlenceli materyaller kullanıldığı için öğrencilerin beğendiği ve desteklediği bir öğrenme ortamı oluşmaktadır (Barak ve Asal, 2017). Ayrıca robotik FeTeMM etkinlik temelli olduğu için kavram

öğretimini de kolaylaştırıcı bir etkide bulunmaktadır (Üçgöl, 2013). Tüm bu nedenlerle robotik FeTeMM eğitimi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.

21. yüzyılda ön plana çıkan yapılandırmacı eğitimin öğrencilere; bilgiyi kendilerinin yapılandığı ortamlarda problem çözme, analiz ve sentez gibi üst düzey zihinsel becerileri daha etkin kazandırdığı bilinmektedir (Harel ve Papert, 1991). Fakat bu anlayışın etkili olabilmesi için, teknoloji tabanlı FeTeMM etkinliklerinin, hedeflenen kazanımlara uygun bir şekilde planlanması gerekmektedir. Bu bağlamda, popüler olarak, öğrenciler tarafından geliştirilip programlanabilen ve kolay uygulama imkânı sağlayan robotik kitler eğitimde sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bilim insanları da, eğitimde kullanımı hızla artan robotik kitlerin FeTeMM (STEM- Science, Technology, Engineering, Mathematics) dersleri üzerindeki etkililiğini araştırmaktadır (Küçük ve Şişman, 2017; Sullivan ve Bers, 2016; Üçgöl, 2013).

2.2. Robotik Kavramının Tanımı

Günümüzde, insanların zihninde oluşan şekliyle “Robot” kavramı ilk olarak 1921’de Çek oyun yazarı Karel Čapek tarafından yazılan Rossum’un Evrensel Robotları (RUR, Rossum’s Universal Robots) adındaki bilim kurgu hikâyesinde kullanılmıştır. 1939 yılında Westinghouse şirketi, mekanik insan ve köpek tasarlamıştır. 1940’lı yıllarda, ünlü bilim kurgu yazarı Isaac Asimov, robotu insan görünüşünün bir otomasyonu olarak düşünmüştür. Gerçekleştirmek için programlanmış olduğu görevlerin dışında, robotun davranışı belli etik kuralları takip eden bir insan tarafından programlanmış "positronic" bir beyin tarafından yönlendirilmiştir. Robotik terimi, robotiğin üç temel yasasına dayanan robotların çalışmasına ayrılmış bir bilim olarak, 1942 yılında Isaac Asimov tarafından kullanılmıştır; i) bir robot, bir insana zarar veremez veya kayıtsız kalarak bir insanın zarar görmesine neden olamaz. ii) birinci yasa ile çatışmamak şartı ile bir robot, insanlar tarafından verilen emirlere uymak zorundadır. iii) Birinci ve ikinci yasa ile çatışmamak şartı ile bir robot kendi varlığını korumalıdır.

Robotun, Amerikan Robot Enstitüsü tarafından yaygın bir şekilde kabul edilen tanımı ise, “malzemelerin, parçaların ve araçların hareket ettirilebilmesi için tasarlanmış olan çok fonksiyonlu ve programlanabilir manipülatör veya farklı görevleri yerine getirebilmek için değişken programlı hareketleri gerçekleştirebilen özel araç” şeklindedir.

Endüstride kullanılan bir robot için verilen ilk patenti George Devol almıştır ve bu ürününe de “Unimation” adını vermiştir. 1959 yılında General Motors’un Turnstead’daki tesisinde, endüstrideki ilk robot uygulaması yapılmıştır. İlk robotlar mekanik (hidrolik sistemler tarafından hareketlendirilen) olup, çok büyüktür. Onları bu şekliyle programlamak, kontrol etmek ve bakımlarını yapmak oldukça zordur. 1970’lerde robot endüstrisi mikroişlemcilerdeki gelişmelerden büyük ölçüde yararlanmış ve programlama kolaylaşmıştır. Tekrar tekrar programlanabilen yeni robot modelleri üreilmeye başlanmıştır. 1990'lara kadar robotlar, endüstride birçok kullanım alanına sahip olan kesin ve kanıtlanmış bir teknoloji olma özelliğini korumuştur. Daha fazla teknik bilgi ve hesaplama gerektiren hızlı kontrol mekanizmaları daha sonra geliştirilmiştir. Böylece yeni robotlar daha büyük bir uygulama çeşitliliğine sahip olmuştur. Robotlarda kullanılan hidrolik sistemlerin yerini önce doğru akım (DC) motorlar ve daha sonra da alternatif akım (AC) servo motorlar almıştır. Günümüzde, tehlikeli ve hijyenik olmayan ortamlarda kullanılan robotlar, yüksek bir verimle ve sürekli tekrarlayan kaliteli görevler gerçekleştirmektedir. Robotik ise fiziksel aktivite ve karar verme gibi uygulamalarla kendisine tanımlanan (kodlanan) bir görevi yerine getirebilecek ve daha fazlası insanların yerini alabilecek siberetik makinalarla ilgili çalışmaları kapsamaktadır. Robotik, akademik ve endüstriyel anlamda robot geliştirme ve üretimi ile ilgilenen disiplinlerarası bir alandır. Robotik konusunda çalışan bilim adamlarının meslekleri göz önüne alındığında robotiğin; mekanikten elektroniğe, fizyolojiden metalurjiye birçok disiplinin kesişim noktası olduğu görülmektedir (Yıldız, 2007).

2.2.1. Eğitsel robotik kavramı ve eğitimde robotiğin kullanımı

Günümüzde eğitimciler, gelişen ve yenilenen eğitim anlayışı doğrultusunda; bilgisayar, tablet, cep telefonları ve mobil uygulamaları çok iyi kullanan bir öğrenci potansiyeli ile karşı karşıyadırlar (Beran, Ramirez-Serrano, Kuzyk, Fior ve Nugent, 2011). Öğrencilerin, günlük hayatlarında teknolojik aletlerle çok fazla vakit geçirdikleri bilinmektedir. Eğitimcilerin, teknoloji kullanmaya yönelik hazırbulunuşluğu oldukça yüksek olan öğrencilerin gereksinimlerini karşılayabilmeleri için, teknolojiyi kullanma potansiyellerini arttırmaları gerekmektedir. Eğitimcilerin, mevcut teknolojileri kullanma potansiyellerini geliştirmedikleri sürece bu öğrencilere hitap edebilme konusunda her

geçen gün daha da zorlanmaları kaçınılmaz görünmektedir. Yapılan araştırmalar, öğretmenlerin çoğunun, derslerde teknoloji entegrasyonu ile ilgili yeterli bilgi ve donanım düzeyine sahip olmadıkları için, teknolojiyi sınıf ortamında kullanmaktan kaçındıkları ve teknolojiyi zaman alıcı bir süreç olarak gördüklerini ortaya koymaktadır (Arslan, 2006).

Günümüzde robotiğin eğitim alanında kullanımı ile “Eğitsel Robotik” ortaya çıkmıştır. Eğitsel robotik, özellikle bilim ve mühendislik eğitim sürecinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Ancak bugüne kadar eğitsel robotik alanında yapılan çalışmaların hepsi yeni ve yetersiz görülmekte, eğitsel robotiğin ortak projeler ve teknoloji transferleriyle farklı eğitim kademelerinde uygulanabilir programlar haline getirilebileceği düşünülmektedir (Matari’c, 2004). Yapılan birçok araştırmada, eğitimde robotiğin kullanılmasının, öğrencilerin; bilişsel, dil, sosyal ve ahlaki gelişimlerine olumlu etkiler sağladığı görülmüştür (Kozima ve Nakagawa, 2007).

Eğitimde robotik kullanımı, dünya genelinde öğrenciler tarafından popüleritesini yitiren bilim ve teknoloji alanına yeni bir soluk getirmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde eğitimde robotik kullanımının öğrencilerin işbirlikli öğrenmeye ve öğrenme aktivitelerine olan isteklerini artırmada etkili olduğu görülmüştür (Chen, Quadir ve Teng, 2011; Highfield, 2010).

Eğitsel robotik alanında yapılan projelerde ise amaç; eğitimcilere bilim ve teknoloji ile bütünleştirilmiş bir robotik öğretim programı sunmak ve robotik ile gelişmiş teknoloji uygulamalarını eğitimde gerçekleştirerek öğrenmenin daha anlamlı ve kalıcı olmasını sağlamaktır (Erdoğan ve Dede, 2015). Özellikle disiplinlerarası yaklaşımı eğitim politikası haline getirerek öğrencilerine kazandırmak isteyen gelişmiş ülkeler, STEM (Science, Technology, Engineering, Matematics), STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Matematics) eğitimlerinde eğitsel robotik kitleri kullanmaktadır.

Tüm bu robotik teknolojilerin hızla eğitime entegrasyonu yanında, öğretmenlerin kullanmayı bilmedikleri ya da kullanamadıkları materyalleri sınıfta uygulamalarını isteyip, bundan verim beklemek çok gerçekçi görünmemektedir (Oral, 2008). Yapılandırmacı bir kuramsal çerçeveye sahip olan robotik eğitiminde öğretmenler;

- öğrenme ortamını düzenleyen,
- öğrenciler tarafından çözülecek soru / problemi gündeme getiren,
- çalışmalarını için gerekli donanım ve yazılımı sunan,

- nerede ve ne zaman gerekli olursa olsun, yaratıcılık, hayal gücü ve bağımsızlık ile çalışmaya olanak tanıyan,
- değerlendirmeyi organize eden bir rehber olmalıdır (Alimisis, 2013).

2.2.2. LOGO nedir?

LOGO; yapılandırmacı öğrenme kuramına göre hazırlanmış olan, pratik komutlara sahip ve öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmesine yardımcı olan bir program dilidir (Baki, 2006).

LOGO'nun fonksiyonel amacı (Karakırık ve Durmuş, 2005);

- Öğrencilerin geometrik bilgilerini geliştirmeye yardımcı olmak,
- Çeşitli disiplinlerdeki (geometri, matematik, fizik vs.) şekillerin görsel olarak çıktıları oluşturulmaktadır.

LOGO'nun yeni piyasaya sürüldüğü zamanlarda, programa girilen komutlara bağlı olarak çeşitli şekiller çizen kaplumbağaya benzer bir robotu kumanda etmek için kullanılmıştır. Bu kaplumbağanın kuyruğu hareket ettikçe çizim yapmaktadır. Küçük yaşlardaki çocuklarda örneğin; geometride yönleri ve açıları görsel bir şekilde somutlaştırarak öğrenme şansına sahip olmuşlardır (Papert, 1996). Çocukların bu şekilde işlemsel düşünerek karşılaştıkları problemleri çözmeleri ve matematiksel kavramları öğrenmeleri sağlanmıştır.

Bugüne kadar birçok araştırmada başta LOGO olmak üzere; birçok programlama dili, bunların öğrenmeye etkileri ve çocuklara kazandırılmaya çalışılan matematiksel bilgi ve becerileri araştırılmıştır (Shamai, 1993; Leah, 1996). LOGO programlama dilinin kullanıcıları, belirli bir probleme farklı çözüm yolları bulma olanağı sağlamaktadır. Temel birkaç komutun düzenle tekrar etmesi sonucunda çok karmaşık geometrik şekillerin bile oluşturulmasına imkân sağlanmaktadır (Karakırık, 2016).

Papert (1980) ise, Mindstorms'un yayınlanması ile LOGO programlama dilinin oldukça geniş bir kullanım alanına yayıldığını söylemiştir. Başta ilkokullar ve okul öncesi kurumlarında çeşitli pilot projeler yürütülmeye başlanmıştır. LOGO'nun eğitimde kullanılmasının asıl amacı; ileri düzeyde programlama dillerinin öğrenilmesi değil, sınırlı programlama etkinlikleri yardımıyla matematiksel ilişkilerin, inşaların ve algoritmaların öğrenilmesidir (Baki, 2002).

Fen eğitimi alanında LEGO/LOGO, yeni bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmış ve öğretim programında eğitim sürecinin merkezine konmuştur. Çocuklar bu yaklaşımda analitik düşünme ve yaratıcı düşünme süreçlerinin sonucunda mühendislik ve tasarım becerilerini de edinmektedirler. Öğrenciler bu sistemi kullanarak LEGO parçaları ile (tekerlek, motor ve sensör içeren), makineleri bir bilgisayar ile bağlantısını kurarak robot denilen yapıları kontrol edecek programları yazmaktadırlar. (Sargent, Resnick, Martin ve Silverman, 1996).

2.2.3. LEGO nedir?

LEGO; plastikten yada tahtadan yapılmış birçok parçadan oluşan ve bu parçaların yan yana, üst üste konulmasıyla çeşitli biçimler alan basit parçalar toplamıdır. LEGO sistemi içerisinde 2000'e yakın farklı yapı parçaları vardır ve bu parçalar farklı kombinasyonlarla farklı biçimlerde kullanılabilir (Güntürkün, 2009). Aslında zihinde tuğla benzeri bir örüntü oluşturan LEGOLar, birbirlerine kenetlenir ve tuğla gibi dizilebilirler. Bu parçalar ve parçaların özellikleri çocukların dış dünyayla bağını güçlendirmektedir. (Çayır, 2010).

LEGO fikri 1980'lerde Amerika'da bulunan Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT)'ndeki bir grup bilim adamının, oluşturmacı öğrenimin babası sayılan Seymour Papert'in öncülüğünde, çocuklara basit komut alabilen, hareketli LEGO yapma isteğiyle 1998'de LEGO çatısı altında LEGO Mindstorms Robotics Invention System (RIS) seti ortaya çıkmıştır (Küçükceylan, Yüksel ve Sezgin, 2007).

2.2.4. Legonun tarihteki gelişim adımları

LEGO tarihi, 1932 yılında Danimarkalı marangoz Ole Kirk Christiansen'in iflasın eşiğinde olan marangozluk atölyesinde başlamıştır. İşleri kötü giden Ole'nin ürettiği "eğlendiren ördekler" tahta oyuncaklar bütün Danimarka'ya yayılmaya başlamış ve 1933'te Ole için büyük bir gelir kaynağı olmuştur. O zamanlar ambalaj gereksiz bir lüks olduğundan atölyeden çıkan her parçanın üzerinde 'Billund'un Christiansen marangozhanesinden çıkan oyuncak' ismi yer almıştır. Daha sonra kolay akılda kalan bir şirket ismine ihtiyaç duyulmuş ve 'LEGO' sözcüğü günümüze kadar gelmiştir. 'Leg godt' hecelerinin birleşiminden oluşan bu ismin anlamı da 'İyi oyna' demektir. Latince

kelimenin anlamının “birleştiriyorum” olduğu yıllar sonra anlaşılmıştır. LEGO’nun kaderi 1955 yılında Nürnberg Oyuncak Fuarında, System of Play’i (Oyun’un Sistemi) tanıtmasıyla değişmiştir (Dönmez, 2007). Lego’nun temeli olan küçük tuğla parçacıklarının patenti 1961 yılında alınmıştır.

1961 yılından itibaren öğretmenler, LEGO’yu derslerde kullanarak öğrencilerin bazı kavramları daha kolay anlamalarını sağlamışlardır. 1980’li yıllarda LEGO Şirketi, “Eğitici Ürünler Departmanı” adı altında yeni bir bölüm oluşturmuş ve 1989 yılında adı LEGO DACTA olarak değiştirilen bu bölüm, çocukların LEGO ile hareket, güç, enerji ve elektrik gibi kavramları öğrenebilmelerine yardımcı olmuştur. LEGO günümüzde de bazı eğitimciler tarafından çocukların yaratıcılık ve problem çözme yeteneklerini geliştirmesini sağlayan bir oyuncak olarak kullanılmaktadır.

“Lego Mindstorms RCX Eğitim Seti” ilk geliştirilen robotik eğitim setidir. Lego “Mindstorms RCX Eğitim Seti” 1998 yılında ortaya çıkan robot eğitiminde bir devrimdir. RCX’lerde üç giriş ve üç çıkış olmak üzere altı bağlantı noktası vardır. Ayrıca RCX setinin içinde iki dokunmatik sensör, bir ışık sensörü, iki de motor bulunmaktadır (Patterson ve Binkerd, 2001).



Şekil 2.2. Lego Mindstorms RCX robotik eğitim seti

Legolar günümüzde, LOGO ile birlikte kullanılmaktadır. LOGO ise 1960’lı yıllarda Papert ve arkadaşları tarafından Massachutes Teknoloji Enstitüsü Laboratuarlarında geliştirilmiştir (Resnick, 1993). Yazılımların gelişmesiyle legolarda kullanılan parçalar arasına motorlar, sensörler, tekerlekler vb. parçalar da eklenmiştir. Lego Mindstorms RCX Eğitim Seti’nin ardından ise Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) araştırmacıları tarafından 2006 yılında robotların bir sonraki nesli olan Lego Mindstorms NXT Eğitim Seti geliştirilmiştir. 1998 yılında oluşturulan ve 2006 yılında

geliştirilen Lego Mindstorms NXT serisi pek çok yeniliği de beraberinde getirmiştir. Esnekliği, çeşitli parçaları ile daha zengin seçenekler sunması ve kullanılabilirliği bu setin tercih edilmesindeki en önemli faktörlerdir (Çayır, 2010). NXT, RCX'e göre kullanıcıya daha fazla sensör kullanma ve programlar için daha geniş bir hafıza sunmaktadır. NXT'nin bluetooth desteği ise RCX'te bulunmamaktadır (Talaga ve Oh, 2009).



Şekil 2.3. LEGO mindstorms NXT robotik eğitim seti

Mindstorms NXT'nin önceki setlerden en büyük farkı üç motor, bir hareket algılayıcı, renk ayrımı da yapabilen bir ışık algılayıcı ve ses algılayıcısından oluşan merkezi sisteme sahiptir. 32 bitlik ARM7 işlemcisi, 512 bayt RAM bellek ve 60x100 piksellik LCD ekrana sahiptir. İşletim sisteminin açık kaynaklı olması, ilgili kullanıcıların katkıları sayesinde sistemin her geçen gün daha da kusursuz ve yetenekli hale gelebilmesine olanak sağlamaktadır. Windows ve Apple işletim sistemleri altında çalışabilen programlama dili, konu hakkında hiçbir bilgi sahibi olmayan kullanıcıların sıkıntı çekmeden ürünü aktif hale getirebilmektedir. NXT'yi bilgisayara bağlamak için USB 2,0 arayüzünü ya da kablosuz olarak bluetooth bağlantısını kullanılabilir. Bu set ile beraber verilen 519 adet TECHNIC taş, kullanıcının mevcut taşları ile birleştirilerek, daha büyük modellerin oluşturulmasına izin vermektedir. LEGO şirketi tarafından üretilen bu teknoloji, bir ilköğretim öğrencisinin kendi başına robot geliştirebilmesine imkân veren yeni bir teknolojidir.

Tablo 2.1.

LEGO Mindstorms Eğitim Setlerinin Teknik Özelliklerinin Karşılaştırılması

| LEGO Mindstorms Serisi | RCX | NXT | EV3 |
|-------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| Piyasaya sürülme tarihi | 1998 | Temmuz 2006 | Eylül 2013 |
| Ekran kalitesi | Bölmeli ekran | 100 × 64 piksel | 178 × 128 piksel |
| İşletim sistemi | <u>Hitachi H8 / 300</u> @ 16 MHz | <u>Atmel AT91SAM7S256</u> (<u>ARM7TDMI</u> çekirdek) @ 48 MHz | <u>TI Sitara AM1808</u> (<u>ARM926EJ-S</u> çekirdek) 300 MHz |
| Ana hafızası | 32 KB RAM 16 KB ROM | 64 KB RAM 256 KB Flash | 64 MB RAM 16 MB Flash <u>microSDHC</u> Yuvası |
| USB Girişi | Yok | Var | Var |
| Bluetooth | Yok | Var | Var |
| Wifi | Yok | Yok | Var |
| Apple cihazlarıyla bağlantısı | Yok | Yok | Var |

LEGO Mindstorms EV3, LEGO'nun Mindstorms kuşağındaki üçüncü seri olan bir robot kitidir. NXT serisinin ardından LEGO Mindstorms EV3 robotik setleri Eylül 2013 tarihinde piyasaya sürülmüştür. LEGO Mindstorms EV3 serisi NXT'ye göre birçok yeni özellik ile karşımıza çıkmıştır. LEGO Mindstorms NXT ve NXT 2.0'dan sonra ortaya çıkan EV3'te yapılan en büyük değişiklik, programlanabilir tuğladaki teknolojik gelişmelerdir. NXT'nin ana işlemcisi bir ARM7 mikroişlemcisi olarak tanıtılmıştır. EV3 ise Linux çalıştıran daha güçlü bir ARM9 işlemcisi olarak ortaya çıkmıştır. LEGO Mindstorms EV3 serisindeki yeni özellikler;

- Micro SD yuvası (32GB'a kadar),
- Kablosuz internet (wifi) ağına bağlanması,
- Apple cihazları ile uyumlu çalışması,
- Yazılımın İnternet üzerinden dosya halinde indirilmesi,
- Servo-motorlar için 4 giriş portunun olmasıdır.

Tüm NXT sensörleri, motorları ve yapı elemanları EV3 ile çalışır ve takıldığında NXT sensörleri / motorları olarak tanınır. EV3 sensörleri NXT ile çalışmaz, ancak EV3 motorları çalışır. NXT tuğlası EV3 yazılımı ile programlanabilir, ancak bazı yazılım

özelliklerinden yoksundur.

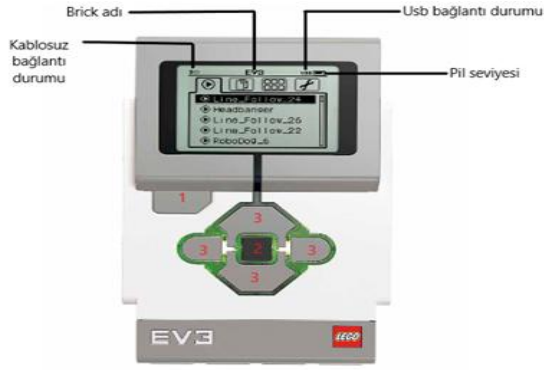
2.2.5. LEGO mindstorms EV3 robotik eğitim seti ve özellikleri

LEGO Mindstorms EV3 eğitim kiti, ikinci nesil LEGO Mindstorms NXT 2.0 serisinden bir süre sonra piyasaya sürülmüştür. Eğitim kiti, 4 Ocak 2013'te resmi olarak ilan edildi ve 1 Eylül 2013'te mağazalarda piyasaya çıktı. Eğitim için yapılan baskısı 1 Ağustos 2013'te yayınlandı. "Ev" işareti, Mindstorms ürün serisinin "evrimine" işaret etmektedir. "3" ise, bilgisayar modüllerinin üçüncü serisi olduğunu ifade etmektedir.

LEGO Mindstorms EV3 iki farklı amaç için üretilmiştir. Birincisi çocuklar ve meraklılar için ev kullanımı (LEGO Mindstorms Home Edition) seti, ikincisi ise öğrenciler ve öğretmenlerin eğitimi için üretilen (LEGO Mindstorms EV3 Education) setidir. Bunlardan birincisi olan LEGO Mindstorms EV3 Home Edition seti hem okul içerisinde hem de okul dışarısında kullanılabilir. Bu setler çeşitli sensörler, motorlar ve diğer parçalar ile tasarım ve buluş yapmaya oldukça uygundur. LEGO Mindstorms EV3 Home Edition seti, LEGO'nun en son ve en gelişmiş ürünüdür. Dokunmatik sensör, renk sensörü, kızılötesi sensörü ve 597 teknik LEGO parçasından oluşmaktadır. Diğer LEGO serilerine göre daha kapsamlı donanım ve teknolojiye sahiptir. LabVIEW tarafından desteklenen LEGO Mindstorms EV3 Home Edition adlı bir program kullanarak satırlar yerine blokları kullanarak kod yazabilir. Ancak, gerçek robot üzerinde programlanabilir ve kaydedilebilir. LEGO Mindstorms EV3 Eğitim Seti'nde bulunan merkezi modül, sensör sistemi, servomotor sistemi, diğer parçalar ve yazılım programı olarak beş bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; LEGO tuğlası, motorlar, sensörler, LEGO parçaları ve yazılım'dır.

2.2.5.1. LEGO Mindstorms EV3 brick merkezi modül (tuğla)

LEGO Mindstorms NXT beyin olarak tanımlanan merkezi bir modül içerir. Bu modül bir bilgisayar programı ile ya da doğrudan komutlar ile programlanabilir. Robotun performansı bu modül üzerinden gerçekleştirilen programlama ile ortaya çıkacaktır. Mikroişlemci olarak görev yapan, aracı yöneten, güç sağlayan ve bilgisayar ile bağlantısını kuran temel birimdir.



Şekil 2.4. EV3 brick arayüz görünümü

LEGO Mindstorms NXT merkezi modül içinde altı farklı menü karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; “My Files”, “NXT Program”, “Try Me”, “View”, “Settings” ve “Bluetooth” menüleridir. EV3’ün içinde bulunan My Files bölümünde bilgisayardan EV3’e yüklenen programlar bulunmaktadır. NXT Program bölümü ise bilgisayardaki programı kullanmadan daha basit programların oluşturulması için kullanılır. Try Me bölümünde sensörler ve motorlar test edilebilir. View bölümünde sensör ve motorlardan eş zamanlı bilgi alınması sağlanır. Bu bilgiler programda kullanılır. Settings bölümünde ses ayarı, uyku modu ve programların silinmesi gibi ayarlar yapılır. Bluetooth bölümü ise NXT ile kablosuz aygıtlar arasında kablosuz bağlantı ayarlarının yapıldığı bölümdür.

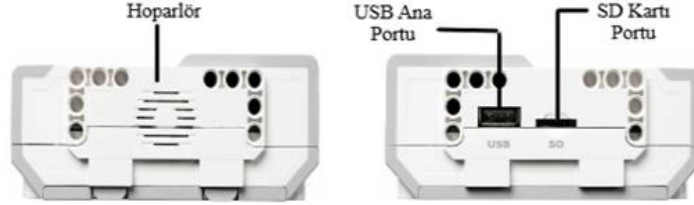
Brick düğmelerinde bir olarak gösterilen geri düğmesidir. Bu düğme işlemleri geri almak, çalışan bir programı iptal etmek ve EV3 Brick’i kapatmak için kullanılmaktadır. İkinci düğmeye (orta düğme) basmak, bir dosyayı kapatma, istenen ayarları seçme veya brick program uygulamasında seçilen bloklar gibi çeşitli sorulara “TAMAM” demenizi sağlamaktadır. Örneğin; bir onay kutusunu seçmek için bu düğmeye basılmalıdır. Üçüncü düğmeler EV3 Brick içeriğinde Sol, Sağ, Yukarı, Aşağı gezinmek için kullanılmaktadır.



Şekil 2.5. EV3 sensör, usb ve motor bağlantı noktaları

Üzerinde 4’er adet sensör giriş portu (1, 2, 3 ve 4) ve motor giriş portu (A, B, C ve D),

hoparlör, USB ana portu ve SD kartı portu bulunur. Öte yandan programlama yaparken sensörlerin ve motorların takıldıkları yerlere dikkat edilmelidir. Kullanılan sensör ve servo motorlar hangi bağlantı noktasına takıldıysa programlama bölümünde o bağlantı noktası seçilip belirtilmelidir. Aksi halde bağlanan servo motor veya sensör işlevini yerine getiremez ve istenen veriler kaydedilemez.



Şekil 2.6. EV3 arayüz hoparlör çıkışı, USB ve SD kartı girişi

Robotların programlanmasında kullanılan ses efektleri de dahil olmak üzere EV3 Brick'ten gelen tüm sesler bu hoparlörden çıkmaktadır. Ses kalitesi önemli olduğunda, robotu tasarlarken hoparlörün önünün açık olması gerekmektedir. EV3 Software (EV3 Yazılımı) ile programlanabilecek muhteşem ses dosyaları bulunmaktadır. USB Ana Portu, bir kablosuz ağa bağlanmak veya en fazla dört EV3 Brick'i birbirine bağlamak (papatya zinciri) için bir USB Wi-Fi dongle eklemek amacıyla kullanılmaktadır. SD Kartı Portu, bir SD kartı ile EV3 Brick'in belleğini yükseltmektedir (maksimum 32 GB ürüne dahil değildir).

2.2.5.2. LEGO Mindstorms EV3 brick motorları

LEGO Mindstorms EV3 Eğitim Setinin içinden üç adet servo motor çıkmaktadır. Sette ikisi büyük motor, biri orta motor olmak üzere üç tane motor bulunmaktadır. Bu motorların birincil işlevi robota hareketlilik vermektir. İkinci işlevleri ise rotasyon sensörleri gibi çalışarak robotun yaptığı hareketleri kaydetmektir.

1. LEGO Mindstorms EV3 içerisindeki büyük motorlar



Şekil 2.7. LEGO Mindstorms EV3 setindeki büyük motor

Büyük motorlar güçlü bir “akıllı” motordur. Net kontrol için 1 derece çözünürlüğe sahip bir dahili Rotation Sensor (Dönüş Sensörü)'ne sahiptir. Büyük motorlar, robotlar için sürüş merkezi olacak şekilde ayarlanmıştır. Büyük Motor 160–170 dev./dak. hızla çalışır, 20 Ncm çalışma torkuna ve 40 Ncm stall (durma) torkuna sahiptir (daha yavaş ama daha güçlüdür). EV3 Software (EV3 Yazılımı)'nda Move Steering (Direksiyon Hareketi) veya Move Tank (Palet Hareketi) programlama bloğunu kullanarak, büyük motorlar hareketi eş zamanlı olarak koordine eder.

2. LEGO mindstorms EV3 İçerisindeki Orta Motor

Orta Motorda da (1 derece çözünürlüğe sahip) dahili bir Rotation Sensor (Dönüş Sensörü) bulunmaktadır ancak büyük motor'dan daha küçük ve daha hafiftir. Yani büyük motor'dan daha hızlı yanıt verebilir.



Şekil 2.8. LEGO Mindstorms EV3 Setindeki orta motor

Orta motor açılıp kapanacak, güç seviyesini kontrol edecek veya belirli bir süre veya tur dönecek şekilde programlanabilir. Orta motor, 240–250 dev./dak. hızla çalışır, 8 Ncm çalışma torkuna ve 12 Ncm stall (durma) torkuna sahiptir (daha hızlıdır ama gücü daha azdır).

2.2.5.3. LEGO Mindstorms EV3 sensör sistemi

LEGO Mindstorms EV3 setinde dört adet sensör bulunmaktadır. Bunlar; dokunmatik sensör, gyro sensörü, renk sensörü ve ultrasonik sensördür. Aşağıda bu sensörlerin özellikleri tanıtılmaktadır:

Dokunmatik Sensör: Robotların bir cismi alma hareketlerini gerçekleştirme veya butona basıldığı anda çeşitli hareketlerde bulunması için kullanılmaktadır.



Şekil 2.9. LEGO Mindstorms EV3 dokunmatik sensörü

Orta motor açılıp kapanacak, güç seviyesini kontrol edecek veya belirli bir süre veya tur dönecek şekilde programlanabilir. Orta motor, 240–250 dev./dak. hızla çalışır, 8 Ncm çalışma torkuna ve 12 Ncm stall (durma) torkuna sahiptir (daha hızlıdır ama gücü daha azdır).

Renk Sensörü: Yüzeyindeki küçük pencereden giren ışık yoğunluğunu veya rengi tespit edebilen bir dijital sensördür. Bu sensör üç farklı mod ile kullanılabilir. Bunlar: Renk Modu, Yansıyan Işık Yoğunluğu Modu ve Ortam Işığı Yoğunluğu Modu'dur. Renk modu'nda, renk sensörü yedi renk (siyah, mavi, yeşil, sarı, kırmızı, beyaz, kahverengi) ve Renk Yok'u algılar. Renkleri ayırt edebilme kabiliyeti, robotunuzun renkli toplar veya blokları ayıracak, tespit edilen renklerin adını söyleyecek veya kırmızıyı gördüğünde işlemi durduracak şekilde programlanabileceği anlamına gelir.



Şekil 2.10. Renk modu

Yansıyan ışık yoğunluğu modu'nda, renk sensörü bir kırmızı ışık yayan lambadan geri yansıyan ışık yoğunluğunu ölçer. Sensör, 0 (çok karanlık) ile 100 (çok aydınlık) arası bir ölçek kullanır. Yani robotunuz siyah bir çizgi tespit edene kadar beyaz bir yüzey çevresinde hareket edecek veya renk kodlu bir kimlik kartını yorumlayacak şekilde programlanabilmektedir.



Şekil 2.11. Yansıyan ışık yoğunluğu modu

Ortam ışığı yoğunluğu modu'nda, renk sensörü pencereye ortamdaki güneş ışığı veya fener ışığı gibi ışık gücünü ölçer. Sensör, 0 (çok karanlık) ile 100 (çok aydınlık) arası bir ölçek kullanır. Yani robotunuz sabah güneş doğduğunda bir alarmı kapatacak veya ışıklar söndüğünde işlemi durduracak şekilde programlanabilir.

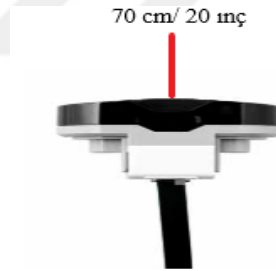


Şekil 2.12. Ortam ışığı yoğunluğu modu

Renk Modu veya Yansıyan Işık Yoğunluğu Modu'ndayken en yüksek doğruluk için, sensör incelediği yüzeye yakın ancak temas etmeden dik açıyla tutulmalıdır.

Kızılötesi Sensör: Kızılötesi Sensörü katı nesnelere yansıyan kızılötesi ışığı tespit edebilen dijital bir sensördür. Kızılötesi Sensörü üç farklı modda kullanılabilir: Yakınlık Modu, İşaret Verici Modu ve Remote Mode Uzaktan Kumanda Modu' dur.

Yakınlık Modu'nda Kızılötesi sensör, sensör ile nesne arasındaki mesafeyi tahmin etmek için bir nesneden yansıyan ışık dalgalarını kullanır. Mesafeyi, santimetre veya inç olarak değil, 0 (çok yakın) ile 100 (çok uzak) arasında değerler kullanarak bildirir. Sensör, nesnenin boyutuna ve şekline bağlı olarak 70 cm'ye kadar uzaklıktaki nesnelere tespit edebilir.



Şekil 2.13. Yakınlık modu

İşaret Verici Modu'nda kırmızı kanal seçiciden kızılötesi uzaktan kumanda'nın dört kanalından birini seçerek başlanmalıdır. Kızılötesi sensörü, baktığı yönde yaklaşık 200 cm'ye kadar bir mesafede programınızda belirttiğiniz kanalla eşleşen bir işaret verici sinyali tespit eder. Tespit ettikten sonra sensör, işaret vericinin genel yönü (yön) ve mesafesini (yakınlık) tahmin edebilir. Bu bilgiyle, arama hedefi olarak kızılötesi uzaktan kumanda'yı kullanarak robotu saklambaç oynayacak şekilde programlayabilirsiniz. Yakınlık, 0 ile 100 arasındaki değerler olacaktır.



Şekil 2.14. İşaret edici modu

Kızılötesi Uzaktan Kumanda Modu, avuç içinde kullanılabilen veya başka bir LEGO modeline eklenebilen ayrı bir cihazdır. İki adet AAA alkalin pile ihtiyaç duyar. Kızılötesi uzaktan kumanda'yı açmak için, cihazın önündeki büyük işaret verici modu düğmesine basın. Yeşil bir LED göstergesi yanar ve cihazın aktif olduğunu ve sürekli iletim yaptığını belirtir. İşaret verici modu düğmesine bir kez daha bastığınızda, kapanır (bir saat süreyle pasif kaldıktan sonra işaret verici otomatik olarak kendini kapatır).



Şekil 2.15. Uzaktan kumanda modu

Gyro Sensör: Gyro Sensörü, dijital bir sensördür ve tek bir eksenle dönme hareketini algılamaktadır. Sensördeki okların belirttiği yönünde Gyro sensörünü döndürmek, sensörün saniyedeki derece cinsinden dönüş oranını tespit etmek demektir. Sensör saniyede 440 derecelik maksimum devir sayısını ölçebilmektedir. Robotun bir kısmı dönerken veya robotun devrilmesi durumunda, gyro sensör toplam rotasyon açısını derece cinsinden takip edebilmektedir. Bu özellik, dönüşleri (Gyro Sensörünün ölçtüğü eksenle) 90 derecelik dönüş için +/- 3 derecelik bir doğrulukla programlayabileceğiniz anlamına gelmektedir. Sensörü kendi eksenini etrafında döndürmeyi deneyerek açılışının değiştiği gözlemlenebilmektedir. Gyro Sensor sadece bir eksenle değişim açısını ölçmektedir.



Şekil 2.16. LEGO Mindstorms EV3 Gyro sensörü



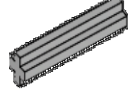
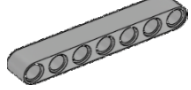
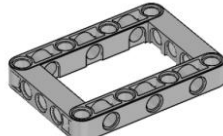


Sensör EV3 Brick'e takılıyken tamamen hareketsiz olmalıdır. Hareket etmeden birkaç saniye süreyle sensör gözlemlenmelidir. Gyro Sensor ile takılı olan portlar doğru görüntülenmelidir. Eğer Gyro Sensor okumaları bağlantı sırasında sürekli göstermiyorsa, sensörü fişten çekmeli ve prosedür tekrarlanmalıdır.

2.2.5.4. LEGO Mindstorms EV3 LEGO parçaları

LEGO Mindstorms EV3'ü bir robot haline getirmek için her LEGO ürününde olduğu gibi küçük veya büyük birçok parçayı birleştirmek gerekir. Bu parçalar içinde dişliler, eklem olarak kullanılabilen çeşitli parçalar, çeşitli uzunluktaki çubuklar ve daha birçok parça olmak üzere toplam 541 adet parça bulunmaktadır (Tablo 2.2).

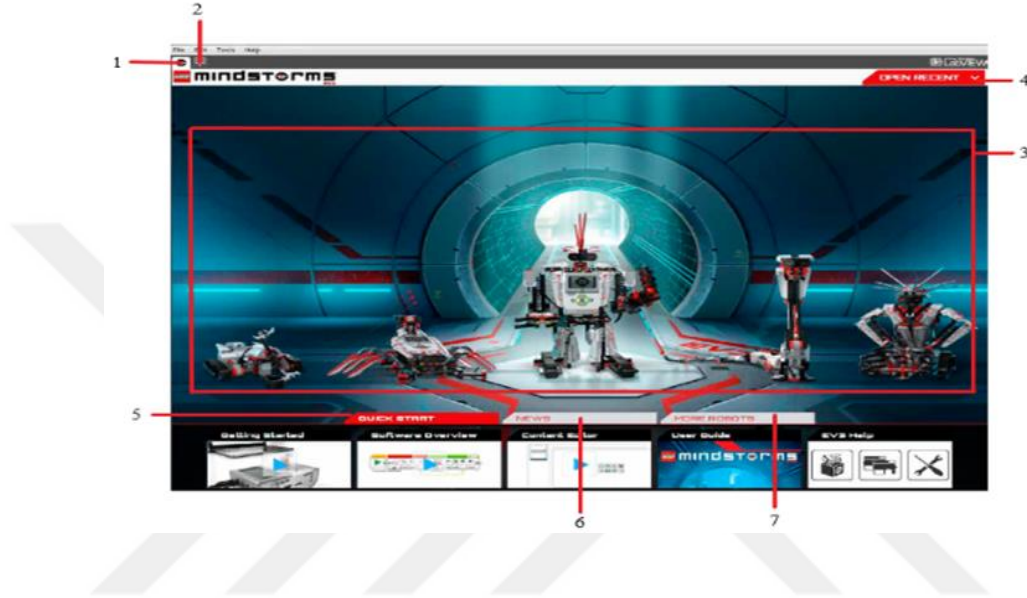
Tablo 2.2.

LEGO Mindstorms EV3 LEGO Parçalarının Resimleri, İsimleri ve Tanımları

| Parçaların Resimleri | Parçaların İsimleri | Parçaların Tanımı |
|---|---------------------|--|
|  | Burçlar | Kiriş ve tekerlekleri yerine tutturmak için kullanılır. |
|  | Dişliler | Hızı artırmak veya azaltmak için kullanılır. |
|  | Aks | Parçaları birbirine sabitler. |
|  | Kiriş | Motoru destekler, robotun yapısını oluşturur. |
|  | Çerçeve | Tuğlanın altına veya üstüne konularak farklı yapılar oluşturmayı sağlar. |
|  | Sonsuz Dişli | Akslarla motorları veya sensörleri sabitler. |
|  | Jantlar | Tekerleklerin merkezi parçasıdır. |

2.2.5.5. LEGO mindstorms EV3 yazılımı

EV3 Software (EV3 Yazılımı)'nı başlattığınız her seferde, otomatik olarak Lobby (Lobi) alanı açılacaktır. Lobby (Lobi) yazılımdan aradıklarınızı bulmanızı ve çalışmanızı kolaylaştırır ve ihtiyacınız olan her şeye erişim sağlamaktadır. Lobby (Lobi) bölümünde aşağıdaki seçenek ve kaynakları bulacaksınız:



Şekil 2.17. LEGO Mindstorms EV3 yazılımında lobi genel görünümü

1. Lobby Tab (Lobi Sekmesi)—Bu düğmeye bastığınızda her zaman Lobby (Lobi) bölümüne dönersiniz.
2. Add Project (Proje Ekle)—Burada kendi robotunuzu programlamaya başlamak için yeni bir proje ekleyebilirsiniz.
3. Robot Missions (Robot Görevleri)—Buradan beş ana modeli yapmaya ve programlamaya başlayabilirsiniz.
4. Open Recent (Son Kullanılanları Aç)—Çalıştığınız son projelere kolayca erişim sağlarsınız.
5. Quick Start (Hızlı Başlangıç)—Kısa tanıtım videoları, EV3 User Guide (EV3 Kullanım Kılavuzu) ve Software Help (Yazılım Yardımı) gibi destek kaynakları bulunur.
6. News (Haberler)—LEGO.com/mindstorms'tan kısa hikayeler ve haber başlıkları

(internet bağlantısı gerekir).

7. More Robots (Daha Fazla Robot)—Daha fazla model yapma ve programlama kaynaklarına erişim sağlar (internet bağlantısı gerekir).

Yeni bir program açtığınızda, otomatik olarak bir project (proje) klasör dosyası oluşturur. Project (proje) içinde kullanılan tüm programs (programlar), images (resimler), sounds (sesler), videos (videolar), talimatlar ve diğer varlıklar bu proje klasörüne kaydedilir. Böylece project (proje) daha kolay saklanır ve başkalarıyla paylaşılabilir. Her bir project (proje) ekranın en üstünde bir sekme şeklinde görüntülenir. Altında, seçilen project (proje)'ye ait program sekmelerini göreceksiniz. Diğer sekmelerin sağındaki + düğmesine tıklayarak yeni bir project (proje) veya program ekleyebilirsiniz. X simgesine tıkladığınızda sekme kapanır.



Şekil 2.18. LEGO Mindstorms EV3 yazılımındaki project sekmesi

Program sekmesinin en solundaki İngiliz anahtarı simgesinin olduğu sekmeye tıklarsanız, Project Properties (Proje Özellikleri) sayfası açılır. Bu sayfa, tüm programs (programlar), images (resimler), sound (ses) ve diğer varlık dahil olmak üzere seçili olan projeyi düzgün bir şekilde görmenizi sağlar. Buradan projenin Lobby (Lobi)'de nasıl görüneceğini belirleyen metin, resimler ve video ile projenizi açıklayabilirsiniz.

Görüntülenen Proje Özellikleri aşağıdakileri kapsar:

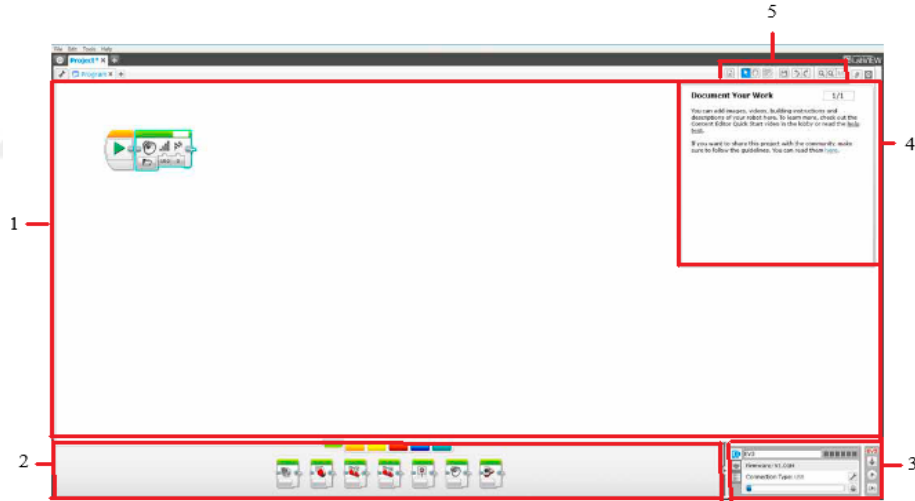
1. Project Description (Proje Açıklaması): Projene bir ad verin, açıklayın ve projenin ön izlemesini görüntülerken Lobby (Lobi) alanında görülmesini istediğiniz resim ve videoları ekleyin.
2. Project Content Overview (Proje İçeriği Genel Görünümü): Buradan proje içinde yer alan, programs (programlar), images (resimler), sounds (sesler) ve My Blocks (Bloklarım) gibi tüm varlıkları bulacaksınız.
3. Daisy Chain Mode (Papatya Zinciri Mod): Bu onay kutusu, dört adet birbirine bağlı EV3 Birck programlayabilmeniz için Daisy Chain Mode (Papatya Zinciri Modu)'nu etkinleştirir.

4. Share (Paylaşın): Buradan projenizi LEGO.com/mindstorms'ta kolayca paylaşabilirsiniz (internet bağlantısı gerekir).



Şekil 2.19. LEGO Mindstorms EV3 yazılımında proje özellikleri sayfası

Anlaşılır, simge tabanlı programlama arayüzünü kullanarak robotunuz programlanabilmektedir. İstediğiniz hareketleri programlama penceresine sürükleyip bırakın ve robotun davranışlarına uyacak şekilde ayarlama yapılmalıdır.



Şekil 2.20. LEGO Mindstorms EV3 programlama arayüzü

EV3 Programlama arayüzü aşağıdaki ana alanlardan oluşur:

1. Programming Canvas (Programlama Tuvali): Programınızı burada oluşturun.
2. Programming Palettes (Programlama Paletleri): Programınızın yapı blokları burada bulunur.
3. Hardware Page (Donanım Sayfası): EV3 Brick ile buradan iletişim kurun ve iletişimi yönetin. Hangi motor ve sensörlerin nereye bağlı olduğunu görün. Ayrıca EV3 Brick'e programları buradan yüklersiniz.

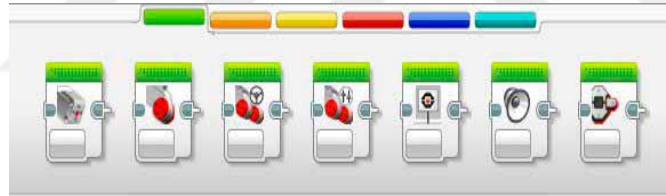
4. Content Editor (İçerik Düzenleyici): Yazılıma entegre bir dijital çalışma kitabıdır. Metin, resimler ve videoları kullanarak projenizi dokümanete edin veya talimatlar alın.
5. Programming Toolbar (Programlama Araç Çubuğu): Programınızla çalışmak için temel araçlar burada bulunur.

Robotunuzu kontrol etmek için kullanılan tüm programming blocks (programlama blokları), Programming Canvas (Programlama Tuvali) altındaki Programming interface (Programlama arayüzü)'nün en altında Programming Palettes (Programlama Paletleri) içinde yer alır. Programming blocks (programlama blokları) tip ve yapıya göre 6 kategoriye ayrılmıştır ve ihtiyaç duyduğunuz bloğu kolayca bulmanızı sağlar. Bunlar;

1. Action Blocks (Hareket Blokları)

(Soldan sağa sırayla)

Medium Motor (Orta Motor), Large Motor (Büyük Motor), Move Steering (Direksiyon Hareketi), Move Tank (Palet Hareketi), Display (Görüntüle), Sound (Ses), Brick Status Light (Brick Durum Işığı)

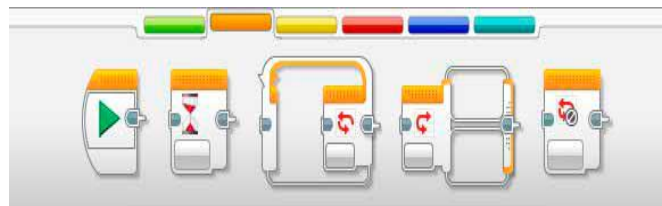


Şekil 2.21. LEGO Mindstorms EV3 programındaki hareket blokları

2. Flow Blocks (Akış Blokları)

(Soldan sağa sırayla)

Start (Başlat), Wait (Bekle), Loop (Döngü), Switch (Değiştir), Loop Interrupt (Döngüyü Kes)

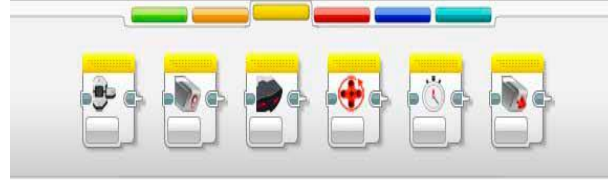


Şekil 2.22. LEGO Mindstorms EV3 programındaki akış blokları

3. Sensor Blocks (Sensör Blokları)

(Soldan sağa sırayla)

Brick Buttons (Brick Düğmeleri), Color Sensor (Renk Sensörü), Infrared Sensor (Kızılötesi Sensörü), Motor Rotation (Motor Dönüşü), Timer (Zamanlayıcı), Touch Sensor (Dokunma Sensörü)

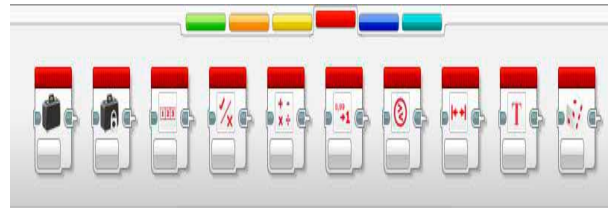


Şekil 2.23. LEGO Mindstorms EV3 programındaki sensör blokları

4. Data Blocks (Veri Blokları)

(Soldan sağa sırayla)

Variable (Değişken), Constant (Sabit), Array Operations (Dizi İşlemleri), Logic Operations (Mantık İşlemleri), Math (Matematik), Round (Yuvarla), Compare (Karşılaştır), Range (Aralık), Text (Metin), Random (Rastgele)



Şekil 2.24. LEGO Mindstorms EV3 programındaki data blokları

5. Advanced Blocks (Gelişmiş Bloklar)

(Soldan sağa sırayla)

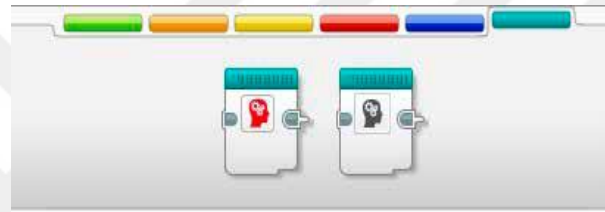
File Access (Dosya Erişimi), Messaging (Mesajlaşma), Bluetooth Connection (Bluetooth Bağlantısı), Keep Awake (Uyanık Tut), Raw Sensor Value (Ham Sensör Değeri), Unregulated Motor (Ayarlanmamış Motor), Invert Motor (Motoru Ters Çevir), Stop Program (Programı Durdur)



Şekil 2.25. LEGO Mindstorms EV3 programındaki gelişmiş bloklar

6. My Blocks (Bloklarım)

Çok sayıda programda bir programın aynı segmentini tekrar tekrar kullandığınızda, bir My Block (Bloğum) oluşturmak için iyi bir zamandır. My Block (Bloğum) oluşturulduktan sonra, tek bloğu aynı project (projede) içindeki gelecek programların içine ekleyebilirsiniz.



Şekil 2.26. LEGO Mindstorms EV3 programındaki bloklarım

2.3. İlgili Araştırmalar

Bu başlık altında “Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı” dersinde uygulanan LEGO Mindstorms EV3 robotik eğitim setinin kullanılmasına ilişkin yurt içi ve yurt dışı araştırmalarına yer verilmiştir.

2.3.1. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

FeTeMM ile ilgili öğretmenlerle yapılan etkinlikler çok azdır (Siew, Amir ve Chong, 2015; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Buna göre yurtdışında yapılan çalışmalar:

Mativo ve Park (2012), yaptıkları çalışmada, Georgia Üniversitesi'nde öğretmen adayları için “Öğretmenler için Yaratıcı Etkinlikler” adlı bir seminer verilmiştir. On iki öğretmen adayının katıldığı bu çalışmada; aktivitelerin problem çözmeyi sağlamak, tasarım yapmak, inşa etmek ve bunun test edilmesini içeren gösteri ve uygulamalı seminerler almışlardır. Elde edilen bulgular sonucunda genellikle on iki öğretmenin mühendislik tasarım sürecinde PDÖ ile problemlerini çözmeye çalıştıkları görülmüştür.

Öğretmeneler yaptıkları uygulama ve etkinlikleri yaratıcı bulmuşlar ve kendi sınıflarında da kullanmak istediklerini söylemişlerdir.

Nadelson, Seifert, Moll ve Coats (2012) tarafından yapılan araştırmada, 4 ile 9 öğretmen arasındaki katılımcı ile FeTeMM'in tanımını, tarihsel gelişimini ve kullanım alanlarını öğretebilmek amacı ile dört günlük bir yaz kampı kurmuşlardır. Bulguların sonucunda, öğretmenler arasında FeTeMM öğretim etkinliği, sorgulama, uygulama ve etkinliklerin yapılması arasında olumlu gelişmeler bulunmuştur.

Pinnell, Rowley, Preiss, Blust, Beach ve Franco (2013) yaptıkları çalışmada, öğretmenlere mühendislik ve tasarım konusunda altı haftalık bir öğretim programı geliştirmişlerdir. Öğretim programının geliştirilmesinde, araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme ve FeTeMM faaliyet ve uygulamalarını gerçekleştirmek için 5 öğretmen adayı katılmıştır. Katılarak araştırmaya katkı sağlayan öğretmenler bu çalışmada; mühendislik fakültesi ve endüstri danışmanı ile bir mühendislik öğrencisinin de katılımlarıyla öğretim programını tamamlamışlardır. Sonuç olarak, programın hedeflerinin gerçekleştirilmesi ve okullarda liderlik konusunda literatüre önemli katkılarda bulunulmuştur.

Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok-Naaman, (2004) araştırmalarında öğrencilere, FeTeMM eğitiminin öğrenme düzeylerine etkisini incelemişlerdir. 10. ve 11. sınıftaki öğrencilerin katılımı ile ön test-son test tek grup desenli olarak yapılan çalışmada, öğrencilerin öğrenme düzeylerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmada, tasarımların öğrencilerin öğrenme becerilerini arttırdığı ve tasarımların fen bilgisi dersini öğrenmek için köprü oluşturduğu gözlemlenmiştir. Sonuçların okullardaki fen öğretim programlarının araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim programı kapsamında, tasarım temelli öğrenmenin yeniden düzenlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Mehalik, Doppelt ve Schuun (2008) ise durum çalışması yaptığı araştırmada, sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarısı düşük ve yüksek olarak gruplandırıldığı FeTeMM eğitiminin öğrenme düzeylerine etkisini incelemişlerdir. Elektrikli alarm sistemi tasarlamak için yapılan çalışmada, öğrencilerin bilgi düzeylerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır.

Moore ve arkadaşlarının (2014) yaptığı kuramsal çalışmada mühendisliğin FeTeMM eğitimindeki rolü ve mühendisliğin FeTeMM alanlarını birleştirici özelliği üzerine

odaklanmışlardır. Mühendisliğin fen sınıflarında kullanımı ile ilgili uygulamalı etkinliklerin örneklerini sunmuşlardır. Araştırmacıların elde ettiği bulgu ve sonuçlara göre FeTeMM eğitimi fen bilgisi dersleri için öğrencilerin ilgisini çekmektedir

Yapılan diğer bir çalışmada, Bracey ve Brooks (2013), öğretmen adaylarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ilişkin kavramları öğretmedeki yeterliklerini artırmak amacıyla işbirlikli bir program geliştirmişlerdir. Geliştirilen programı, FeTeMM alanları uzmanlarının rehberliğinde, sorgulama temelli FeTeMM derslerine uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, öğretmen adaylarının, fen bilgisi derslerine yönelik ilgi ve tutumlarında gelişme olduğunu belirtmişlerdir.

Nadelson ve arkadaşları (2012), 4 ile 9. sınıflar arasında çalışmakta olan toplam 230 öğretmenin katıldığı programda öğretmenlerin, FeTeMM öğretim yeterliliklerine ilişkin algılarının, sorgulama temelli uygulamaların ve FeTeMM öğretiminde kendilerini rahat hissetmeleri arasındaki olumlu ilişkiler bulunduğunu söylemişlerdir.

Rockland, Bloom, Carpinelli, Burr-Alexander, Hirsch ve Kimmel (2010), mühendisliği K-12 sınıflarına getirmenin FeTeMM öğretmenleri için öğretmen eğitim programlarında değişiklik yapılmasını gerektirdiğini ileri sürmektedir. Bu modifikasyon, öğretmen adaylarının bu kavramları sınıflara nasıl entegre edebilecekleri konusunda modelleyerek mühendislik kavramları üzerine eğitime maruz bırakılmasını içermektedir. Bunu yaparken mühendislik tasarım sürecini ve bilimsel sorgulama sürecini karşılaştırmaktadırlar.

Öğretmenlerin hizmet içinde aldıkları eğitimler (Apedoe, Reynold, Ellefson ve Schunn 2008; Capobianco, 2011; Felix, 2010) ile gerçekleştirilen araştırmalarda yöntem olarak tasarım temelli fen eğitime yönelik olumlu görüşlere sahip oldukları gözlenmiştir. Öğretmenler ile gerçekleştirilen çalışmalar, öğretmenlerin tasarım temelli fen bilgisi derslerindeki üniteleri deneyimleyip hizmet içi eğitim sonrası yaptıkları değerlendirmeler sonucunda olmuştur. Öğretmenlerin bu süreçleri değerlendirmiş olmaları tasarım temelli fen eğitimini fen derslerine yansıtmak konusunda aydınlatıcı nitelik taşımaktadır.

Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının FeTeMM eğitime ilişkin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan diğer bir çalışma, Pinnell ve arkadaşları (2013) tarafından gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin mühendislik ve tasarım bilgilerini arttırmaya yönelik geliştirilen 6-haftalık programa, 10 öğretmen ve 5 öğretmen adayı katılmıştır.

Katılımcılar, öğretim programı geliştirme, sorgulama temelli öğrenme ve FeTeMM eğitiminin kavramsal çerçevesi ile ilgili atölye çalışmaları ve etkinliklerde yer almışlardır. Ardından, mühendislik fakültesinde okuyan bir mühendis adayı, mühendislik fakültesinden bir öğretim elemanı ve sektörde çalışan bir mühendis ile birlikte çalışmışlardır. Program çıktılarını değerlendiren araştırmacılar, katılımcı öğretmenlerin FeTeMM becerilerini geliştirdiklerini ve okullarında FeTeMM eğitiminin uygulanmasına liderlik ederek becerilerini geliştirmeye devam ettiklerini belirtmişlerdir.

Riskowski, Todd, Wee, Dark ve Harbor (2009) yapmış oldukları araştırmada, mühendislik proje deneyimine sahip olmayan öğrencilerin su kaynakları ile ilgili bir mühendislik projesine katılmalarının öğrencilerin düşünme seviyelerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma 60 kontrol ve 66 deney grubu olmak üzere toplam 126 sekizinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri temiz içme suyu elde etmeye yönelik olarak oluşturulan beş açık uçlu, beş doğru yanlış ve bir tasarım sorularını içeren anket aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin düşünme seviyelerinde ve içerik bilgilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu, fen eğitimi konusunda bütünleştirici yaklaşım temelinde oluşturulan proje yönteminin fen bilgisi öğrenimini olumlu etkilediği ve öğrencilerin anlamlı öğrenmesini sağlamak için mühendislik uygulamalarının fen müfredatına dâhil edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Douglas, Iversen ve Kalyandurg (2004), özellikle öğretmenlerin öğrencileri için bir akademik ve kariyer yolu olarak mühendislik düşüncelerini anlamalarını amaçlayan bir çalışma yürütmüştür. Öğretmenler K – 12 öğretmenlerinin toplam 522 yanıtında, öğretmenlerin öğretmenlik mühendisliğinin öğrencilere iş ve tarih hakkında öğretme konusunda yardımcı olabileceğine inandığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, çalışmada, mühendislik mühendisliğinin, iş ve tarih dışındaki konuları öğretmeye yardımcı olabileceğini destekleyen herhangi bir kanıt yoktu. Fen ve matematik öğretmenleri fen, matematik ve mühendisliğin çok doğal bir şekilde ilgilendiğine ve mühendislik eğitiminin öğrencilere pek çok fayda sağlayabileceğine inanmakla birlikte, mühendislerin çok sayıda öğrenciye, özellikle de kız çocuklarına erişemediğine inanmaktadır.

Robotik uygulamalara yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, Cuperman ve Verner (2013) yaptıkları çalışmada, biyolojik sistemlerin robotik modeller ile öğretilmesini ele almışlardır. PicoCricket mikro denetleyicisi ve LEGO parçaları kullanarak öğrencilere

biyolojik sistemlerimizin modellenmesi yapılmıştır. Ayrıca sinekkapan bitkisinin davranışları, davranış mekanizmaları ve nedenleri belirlenerek tüm bunları PicoCricket ile modellenmesini gerçekleştirmişlerdir. Biyolojik sistemlerin anlaşılması zor ve karışık bir sistem olmasına rağmen öğrenciler, konuyu çok iyi anladıklarını ve eğlendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, bütünleştirici bir eğitim olarak robotik modelleme ve modellerin fen derslerinde etkili kullanılmasına vurgu yapılmıştır.

Lopez, Myller ve Sutinen (2004), bilgisayar kulübündeki 13-15 yaşındaki öğrenciler ile yapmış oldukları araştırmada öğrencilerin kendi öğrenme sürecini geliştirmek ve robotik eğitim ile öğrenme ortamını geliştirmeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin algoritmaları anlamalarını ve robotlar ile somutlaştırılması üzerinden programlama becerileri kazanmaları için yardımcı olan yeni bir öğrenme ortamı oluşturmuşlardır. Görselleştirilen ve öğrenciler tarafından yapılan malzemelerin diğer öğretim materyallerine göre öğrenmeye daha fazla teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar gelecekte yapılması planlanan çalışmaların devamı için yol gösterici olmuştur.

Turner ve Hill (2006) tarafından LEGO Mindstorms robot kitlerini kullanarak birinci sınıf öğrencilerinin programlama öğretiminin bir parçası olarak problem çözme becerilerini araştırmak amacıyla altı aylık bir çalışma yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre problem çözme becerisi geçen yıl yapılan araştırma sonuçlarına göre hafif bir düzelme göstermektedir. Bu çalışma, gelecekteki gelişmeler için öneriler ile birlikte sunulmuştur.

Alimisis, Moro, Arlegui, Pina, Frangou ve Papanikolaou (2007) yapmış oldukları çalışmada, "Robotik-Geliştirilmiş Yapılandırmacı Pedagojik Yöntemleri Öğretmen Eğitimi" isimli bir Avrupa projesi sunmuşlardır. TERECoP Projesinin amacı, yeni teknolojilerle yapılandırmacı modele uygun öğretmen yetiştirme için katkıda bulunmaktır. Araştırmada cevaplandırılmaya çalışılan ana sorular şunlardır: "Robotik nedir?", "Öğretmen eğitiminde hangi Robotik uygulamaları kullanmalıyız?" ve "Öğretmen eğitimi ve müfredata uygun olarak nasıl bir eğitim faaliyeti tasarlayabilirsiniz?". Pilot kurslar sonucunda elde edilen değerlendirme raporları projeyi yürüten tüm ortaklara sunulmuş ve bir geribildirim olarak kullanılmıştır. Bu değerlendirme sonuçlarına dayanarak ders müfredatı geliştirilecektir. Daha sonraki çalışmalarda, düzenlenen son üç öğretmen eğitimi kursu gözden geçirilmiş ve sonucunda müfredat ve öğrenme materyalleri kullanarak bir e-sınıf topluluğu ile yüzleşmek için tekrar kurs organize edilmesi planlanmıştır.

Atmatzidou, Markelis ve Demetriadi (2008) tarafından, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerine eğitimde LEGO Mindstorms EV3 kullanımı için programlama konuları üzerine bir çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmada öğrenciler arasında iş birliği ve rekabet unsuru vurgulanmıştır ve iki problem durumu verilip programlama ortamı üzerinde robot sensörlerini kullanma yollarını bulmaları istenmiştir. Robotik çalışmalar öğrencilerin problem çözme becerilerini ve programlama yeteneklerini geliştirmiştir. Buna ek olarak, gruplar arasında rekabet duygusunu artırmış ve öğrencilerin motivasyon ve isteklerini kaybetmelerini önlemiştir.

Sullivan ve Moriarty (2009), robotik öğrenme ve öğretme üzerinde öğretmen yansımalarını incelemişlerdir. Çalışma bir robot fuarında 20 ortaokul ve lise öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda öğretmen algılarının ve keşfederek öğrenme eğitim teknolojilerinin öğrencilerin öğrenme durumlarını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmaya katılan öğretmenler öğrenciler ile birlikte iki tasarım geliştirmiş ve tasarımları uygulama ve kullanılabilirlik açısından değerlendirmişlerdir.

Kabatova ve Pekarova (2010) yaptıkları araştırmada, LEGO Mindstorms NXT ve LEGO Wedo kullanarak, 10 ile 23 öğrenci arasında katılım gösteren ve her dönem 11 ders boyunca yürütülen bir çalışma yapmışlardır. Problem çözme becerileri, modelin tasarlanması, programlaması için çalışmışlardır. Yapılan araştırmada robotik etkinlikler öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini ölçmekte ve olumlu yönde bir gelişim gösterdiği gözlemlenmektedir.

Gandy, Bradley, Brookes ve Allen (2010) çalışmalarında, Sunderland Üniversitesinde Bilgisayar, Mühendislik ve Teknoloji bölümlerinde lisans öğrencilerinin LEGO Mindstorms NXT kullanımı ile ilgili programlama becerilerini ölçebilmek amacı ile yapılan projedir. Proje sonunda üniversite öğrencilerinin programlama becerilerinin artarak geliştiği gözlenmiştir.

Behrens, Atorf, Schwann, Neumann, Schnitzler, Balle, ... ve Aach, (2010) yaptığı araştırmada, Elektrik Mühendisliği bölümündeki öğrenciler ile 150 kişilik bir çalışma grubu oluşturmuştur. Yapılan çalışmanın amaçları; robotik ve programlama ile ilgili eğitim vererek, mühendislik problemlerinin anlaşılmasını sağlamaktır. Çalışmaya katılan öğrenciler, LEGO Mindstorms eğitsel robotik kitlerini sekiz günlük bir proje kapsamında gerçekleştirmişlerdir. Yapılan araştırmanın sonucunda ise öğrencilerin programlama becerilerinde ve motivasyonlarında artış olduğu gözlemlenmiştir.

Costa, Moreira, Gonçalves ve Lima (2011) yaptıkları araştırmada, Portekiz’de dzenlenen robotik eğitsel robotik kitlerin tarafından tasarım yapılması yarışmasını ele almıştır. Tasarımları yapılan araçlarla verilen görevleri gerçekleştirmek için araç içi takip sistemi ve zamanlama ile birlikte çalışan öğrencilerin bu süreçteki motivasyonları incelenmiştir. Multidisipliner özelliği sahip olan LEGO Mindstorms eğitsel robotik kitinin eğitimde önemli bir rol oynadığı anlaşılmaktadır. Araştırma sonuçlarından yola çıkararak robotların diğer eğitsel konularda da çalışılabileceği öngörülmüştür.

Dimitriou (2012), ğrencilere robotikve kodlamayı en iyi bir şekilde öğretmek için farklı yollar araştırmıştır. Öğrencilere probleme dayalı öğrenme etkinlikleri sunularak problemin zm için bir robot tasarımının yapılması istenmiştir. Öğrenciler aşamasında belirli görevleri yapmakla yükümlü olmuşlar ve robotları endüstriyel ve bilimsel yöntemler ile tasarlamaya çalışmışlardır. Çok kısa bir zaman sonra büyük yapılar, araba gibi tasarımlar inşa edilmiştir. Çalışmanın sonuna gelindiğinde ise elde edilecek olan tasarımın başta bir plan yapılmadan inşa etmenin zor olduğu belirtilmiştir. Öğrenciler en önemli aşamanın prblemin tanımlanması kısmında olduğunu söylemişlerdir. Robotik eğitsel kitin içerisinde bulunan tuğlanın giriş ile çıkış portlarının ve sensörlerin anlaşılmasının kolay olduğundan fakat hiç bilgisayar eğitimi almayan öğrencilerin uygulamada daha düşük performans gösterdikleri gözlemlenmiştir.

Mayerova (2012) araştırmasında, LEGO WeDo robotik ve kodlama eğitimi üzerine çalışmıştır. 3. sınıf öğrencileri araştırmacı tarafından iki gruba ayrılmıştır. Gruplardan biri uygulama yapmadan önce sanal bir robot ve yazılım ile çalışmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; LEGO WeDo eğitsel robotik kitin programlanmasına yönelik başarının geliştiğini söylemişlerdir. Öğrencilerin robotlar sayesinde gerçek dünya ile soyut çalışmalar arasındaki ilişkiyi kurabildikleri ifade edilmiştir. Robotların kullanımının öğrencilerin motivasyonunu ve ilgilerini artırdığını gözlemlemişlerdir.

İlgili alanyazını incelendiğinde; robotik ve kodlama eğitiminin daha verimli ve eğlenceli bir uygulama olduğuna yönelik alışmalar (Kurebayashi, Kamada ve Kanemune, 2006; Liu, Newsom, Schunn ve Shoop, 2013; Major, Kyriacou ve Brereton, 2012) görülmektedir. Robotik ve kodlama eğitiminin, robotların inşa edilmesinden dolayı öğrencilerin gözünü korkutabileceği belirtilmektedir (Liang, Fleming, Man ve Tillo, 2013; Lykke, Coto, Mora, Vandel ve Jantzen, 2014).

Lise düzeyindeki öğrencilerin programlamayı öğrenmeleri ile bilimsel süreç becerilerini

geliştirerek üniversite zamanında, önceden elde edilen bilginin üzerine bir çok konunun inşa edilmesi sağlanmaktadır (Wong ve diğerleri, 2016). Benzer şekilde yine robotik ve kodlama eğitimlerinin de öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişiminde çok önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Alimisis, 2013; Barr ve Stephenson, 2011; Eguchi, 2015; Grover ve Pea, 2013; Witherspoon, Schunn, Higashi ve Baehr, 2016).

Sherrard ve Rhodes (2014) yaptığı araştırmada, Eylül 2013'te meydana çıkan LEGO Mindstorms EV3 setlerini incelemiştir. Araştırma; robotik ve kodlama alanında çalışmaların ilerleyebilmesi için LEGO Mindstorms NXT ve EV3'teki farklılıkları ortaya çıkararak, iki robot türünün sensörler, tuğla, motorlar ve parçaları ile ilgili farklılıkları ortaya koymuştur. İki robotik setin birbirleriyle karşılaştırılması sonucunda, donanımsal ve yazılımsal olarak program ve malzemelerin özellikleri ortaya konmuştur.

İspanya Bask Üniversitesi'nde Bilgisayar Mühendisliği bölümünde, Temel Programlama dersi içeriğinde LEGO Mindstorms eğitsel robotik setlerinin programlama eğitimindeki etkilerine bakılmıştır. İki yıl süren deneysel çalışmada, öğrencilerin motivasyonlarının ve bireysel öğrenmelerine yönelik algılarının anlamlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiş ve dersten kalma oranının düştüğü ifade edilmiştir. Fakat elde edilen bulgulara göre akademik başarı anlamında deney grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Álvarez ve Larrañaga, 2016).

İngiltere'deki okullarda 2013 yılı Kasım ayından itibaren öğretim programlarında robotik ve kodlama eğitimine yer verilmiştir. 5 yaşından itibaren öğrenciler basit bir programın nasıl yapılacağını, akış şemalarının nasıl olacağını, sürükle bırak mantığını, 11 yaşında ise programlama dillerinin serisini kullanmayı öğrenebilmektedirler. Robotik ve kodlama eğitimi alan çocuklar kolay programları oluşturabilecek, tasarım yapabilecek ve teknolojiyi güvenli ve verimli bir şekilde kullanabilecek konumda olabileceklerdir (Salter, 2013).

Ülkelerin ileri teknolojik faaliyetlerinin artacağı bilincinde olan Avrupa Birliği (AB), Kasım 2013'te yazılım haftası (Avrupa Kod Haftası-Europe Code Week) kutlamalarında kodlama ve programlama eğitiminin erken yaşlarda verilmesi gerektiğini vurgulayarak buna yönelik etkinlikler yapmıştır. İngiltere hükümeti 2014 yılını "kodlama yılı" ilan etmiştir. Avrupa Birliği de "çocuklara kod öğretme" farkındalığının artmasına yönelik bir program hazırlamıştır (Öymen, 2014).

Estonyada, 7 yaşından itibaren çocuk ve gençlere kodlama ve robotik dersleri verilmeye başlanmıştır. Güney Korede ise Bilim ve Gelecek Planlama Bakanlığının ortaöğretimden başlayarak yazılım ve programlama derslerinin mecburi olacağını, 2017 yılında ilkokulların, 2018 de ise liselerin kademeli olarak robotik ve kodlama eğitimi alacağını duyurmuştur (Özçakmak, 2014).

Amerika'da bazı eyaletlerdeki okullarda robotik ve kodlama eğitimine önem verilmiştir. Örneğin; California'daki Los Altos eyaleğinde haftanın her günü çeşitli programlama ve kodlama dersleri verilmiştir. 2013 yılında ise Lasd bölgesinde ilköğretim okullarında görev yapan öğretmenlere bilgisayar programlama ve kodlama ile ilgili seminerler verilmeye başlanmıştır. Bununla ilgili yapılan çalışmada, öğretmenlerin ilk aşamada başarılı olduklarını fakat ilerleyen zamanlarda problemleri çözmekte zorlandıkları ve yardım aldıkları gözlemlenmiştir (Vaidyanathan, 2013).

2.3.2. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Alandaki çalışmaları incelediğimizde, fen öğretim programları hakkında öğretmenlerin fikirlerini alan çok sayıda çalışmanın olduğu gözümüze çarpmasına rağmen (Birinci, Konur, Sezen ve Tekbıyık, 2010; Kırıkkaya, 2009; Tekbıyık ve Akdeniz, 2008; Tüysüz ve Aydın, 2009; Yangın ve Dindar, 2007) öğretmenlerin STEM tabanlı etkinlikler hakkında görüşlerini alan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015; Karahan, Canbazoglu-Bilici ve Ünal, 2015; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Yamak ve diğerleri, 2014).

Günümüzde ülkeler içerisinde bulunduğumuz dijital Çağ'da gelişmeyi sürdürme ve değişimi ayak uydurmak için gelişmiş ülkelerde FeTeMM alanlarına öncelik verilmeye başlandı. Dünyada FeTeMM alanlarına verilen öncelik çalışmalarının yanında, Türkiye'de de FeTeMM alanlarına olan ilgi giderek artmıştır.

Türkiye'de de benzer şekilde, son yıllarda hükümet tarafından desteklenen projeler ya da Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile FeTeMM eğitim faaliyetleri giderek hızlanmıştır. Sonucunda ülkemizde FeTeMM eğitimini yaygınlaştırmak için üniversiteler kendi bünyelerinde FeTeMM ve Maker Laboratuvarları gibi girişimler de bulundular ya da üniversitelerin işbirliği içinde çalışmalar gerçekleştirmektedirler (Akaygün, Aslan-Tutak, Bayazıt, Demir ve Kesner, 2015).

Akaygün ve diğeri (2015) çalışmasında, öğretmenlere hizmet içi FeTeMM eğitimi amacıyla üç üniversite tarafından yürütülen bir proje düzenlemiştir. Bu çalışmada fen ve matematik alanlarındaki öğretmenleri iki gün süren bir FeTeMM çalıştayına katılmaları sağlanmıştır. İki günlük çalıştayın sonunda öğretmenler çalıştay hakkındaki değerlendirmelerde bulunarak FeTeMM farkındalıkları ile ilgili bir artışlarının olduğunu belirtmişlerdir.

Sungur-Gül ve Marulcu (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarında hem öğretmenlerden hem de öğretmen adaylarından oluşan iki grubada seminer düzenlenmiştir. Seminerin öncesinde ve sonunda her iki gruba da mühendislik tasarımı ile LEGO'larla ilgili anket uygulanmıştır. Araştırma sonucunda hem öğretmenlerin hem de öğretmen adaylarının mühendis tanımı ile mühendislik hakkında az çok bilgi sahibi olduklarının ancak fen öğretiminde yöntem olarak mühendislik tasarımı ve ders materyali olarak LEGO'ları kullanabilecek düzeyde bilgi birikimine sahip olmadıkları tespit edilmiştir.

Marulcu ve Sungur'a (2012) göre, fen dersi öğretim programının mühendislik ile ilgili becerilerin öğretimini de içerecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerektiğinin yanında eğitim fakültelerinin de fen bilgisi öğretmeni yetiştiren programlarında da mühendislik becerilerinin kazandırılmasının gerektiğinin önemini vurgulamaktadır.

Yıldırım ve Altun (2015), çalışmasında fen bilgisi öğretmenlerinden derslerinde FeTeMM temelli laboratuvar etkinliklerini kullananların öğrencilerinde daha yüksek akademik başarı elde ettiklerini belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada ise fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarında FeTeMM eğitime maruz kalmalarında karar verme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdikleri görülmüştür (Bozkurt, 2014). Ayrıca Bozkurt (2014), öğretmen adaylarının öğretmenliğe başladıklarında derslerinde mühendislik tabanlı FeTeMM eğitimi almayı istediklerini açıklamışlardır.

Çınar, Pırasa, Uzun ve Erenler (2016), katılımcıları fen bilgisi öğretmen adayları ile yürüttükleri çalışmada öğretmen adaylarının FeTeMM eğitime katılmadan önce Fen alanlarını sadece matematik ile ilişkilendirdiklerini, eğitimin sonunda ise fen öğretiminde matematiğin yanında teknoloji ve mühendisliği kullanmayı düşündüklerini belirtmişlerdir.

Altan, Yamak ve Kırıkkaya (2016) çalışmasında, FeTeMM eğitime göre hazırlanan

eğitim süreci fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmış ve fen bilgisi öğretmen adaylarının süreç hakkındaki görüşleri alınarak incelenmiştir. Öğretmen adayları eğitim sürecinin motive edici ile sorgulamaya dayalı öğretimi güçlendirici olduğunu belirttiklerini vurgulamışlardır. Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerinin sonucunda bu eğitim sürecinin en faydalı yönlerinden yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması, tasarım sürecinin motive edici olması, anlamlı öğrenmeyi sağlaması ve sorgulamaya dayalı olması gibi özelliklere dikkat çektikleri belirtilmiştir.

Eroğlu ve Bektaş (2016) araştırmasında, fen bilgisi öğretmenlerinin FeTeMM temelli ders etkinlikleri hakkında görüşlerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda FeTeMM temelli etkinliklerin fen eğitimi alanlarından en çok fizik disiplini ile ilişkilendirdiklerini ve fizik disiplinindeki konulara uygun olduğunu, bunun yanında fen dersi ile teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasında bir ilişki olduğunu düşündükleri belirlenmiştir.

Sümen ve Çalışıcı (2016) yaptıkları araştırmada, lisans düzeyinde eğitim gören öğretmen adaylarına çevre eğitimi dersinde FeTeMM eğitimini uygulamıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının eğitim sürecinden memnun kaldıkları ve FeTeMM alanları ile ilgili çok kapsamlı ve ayrıntılı bir zihinsel görüş geliştirdikleri belirlenmiştir.

Alanda yürütölen araştırmalardan bir kısmında fen bilgisi öğretmenleri ile öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi hakkındaki görüşlerinin olumlu olduğu (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Kızılay, 2016) bununla FeTeMM temelli eğitim süreçlerin öğretmen adaylarına olumlu katkılar sağladığına dikkat çekildiği belirlenmiştir (Altan ve diğerleri, 2016; Sümen ve Çalışıcı, 2016). Bu bağlamda fen eğitiminde katılımcıların FeTeMM eğitimine oldukça olumlu yaklaştıklarını görölmüştür.

Koç ve Büyük'ün (2013), çalışmasında 7.sınıf öğrencileri ile yaptığı robotik destekli fen laboratuvar uygulamasında, LEGO eğitim setleri kullanılarak yapılan uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile fen dersine karşı motivasyonlarına olumlu yönde etkilediği bulunmuştur.

Caro (2011), yapmış olduğu çalışmada robotik platformların farklı bir örneği olan VEX FeTeMM eğitim setleri üzerine odaklanmıştır. VEX FeTeMM eğitim setleri ile FeTeMM'i oluşturan tüm disiplinleri bir bütün olarak ele alınarak uygulanılacağı düşünölmektedir. Aslında VEX FeTeMM robotk platformu öncelikle çıkış alanı sınıf dışı etkinlikler için ifade edilirken, FeTeMM uygulamaları ile ders içi uygulamaların bir

parçası olarak için önemli bir potansiyeli olduğu söylenebilir. Robotik uygulamalar hakkında ilk bakışta öğretmenlerin fikirlerini bakarsak gereksiz, zaman alıcı ve önemsiz gibi bir süreç olduğu şeklinde bir ön yargı ile karşılaşılabilir.

Marulcu ve Sungur (2012) çalışmalarında, fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik algıları ile mühendislik tasarım bakış açılarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmayı son sınıfta bulunan 44 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak mühendislik algılarına ilişkin açık uçlu sorular ile mühendislik tasarımına ilişkin serbest çizim anketleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, mühendislerin fen ve matematik disiplinlerinde başarılı olduklarını düşündükleri, öğretim programlarında mühendislik tabanlı derslerin göz ardı edildiği belirtilmiştir. Araştırmaya göre fen bilimleri öğretim programının mühendislik becerilerinin öğretimine yönelik olarak güncellenmesinin gerekli olduğu vurgulanmıştır.

Cüre ve Özdener (2008), çalışmasında bilgi ile iletişim teknolojilerini uygulamaları üzerine 163 öğretmen ile gerçekleştirildi. Çalışmada öğretmenlerin “%95’inin tarayıcı, %55’inin dijital fotoğraf makinesi %80’inin ise projeksiyon gibi çevre birimlerini bilgisayar ile birlikte kullanmadığını” tespit etmişlerdir. Bu sorunun ortadan kaldırılabilmesi için öğretmenler öncelikle teknoloji entegrasyonu hakkında bilgilendirilmeli ve eğitim almalıdırlar.

Çayır (2010), yürüttüğü çalışmasında ise LEGO-LOGO ile desteklenmiş öğrenme ortamının 8. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerisi, benlik algısı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma Öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen üzerine modellenmiştir. Araştırmaya sekizinci sınıf 40 öğrenci ile yürütülmektedir. Araştırmada deney grubunda bulunan öğrencilere (n=20) 16 hafta boyunca LEGO-LOGO ile geliştirecekleri robotik projeleri için LEGO-LOGO dersleri verilmiştir. Kontrol grubunda ise (n=20) normal sürecin devamı sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan veriler Bilimsel Süreç Becerisi Testi ve Piers-Harris Öz Kavramı Ölçeği ile elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, LEGO-LOGO ile desteklenmiş öğrenme ortamının öğrencilerin bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir.

Fidan ve Yalçın (2012), yürüttüğü çalışmada robot eğitim seti olan LEGO NXT üzerine yaptıkları çalışmalarda LEGO eğitim setleri ile etkinlik yapmanın sanılanın aksine çok kolay olduğunu vurgulamışlardır. LEGO eğitim setlerinin yapboz mantığı olarak

düşünülmesi gerektiği ve bu şekilde parçalar ile oluşturulacak sistemlerin daha kolay yapılabileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanında Horn, Solovey, Crouser ve Jacob, (2009) öğrencinin programlandırma konusunda başarılı olması için somutlaştırmanın önemli olduğunu söylemektedir.

Özdoğru (2013) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında, LEGO eğitim setlerinin öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve fen bilgisi dersine yönelik tutumları incelenmiştir. Uygulama sonrasında, fen derslerinin LEGO NXT eğitim setleri ile işlendiği gruptaki öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve fen Bilimlerine karşı tutumlarının kontrol grubunda eğitim alan öğrencilere göre çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Somyürek (2015) tarafından yapılan çalışmada, LEGO Mindstorms inşaat kitlerinin kullanıldığı bir deneysel vaka çalışması olduğu için sonuçların hem öğrenciler hem de öğretmenlerin açısından paylaşmayı amaçlamaktadır. Çalışmaya 8 ve 14 yaşları arasında bulunan altmış iki öğrenci katılmıştır. Verilen toplanması sonucunda elde edilen bulguları bakacak olursak öğrencilerin bu eğitim programında sahip oldukları yapılandırma öğrenme deneyimleri, dört ana temaya dayandırdılar. LEGO inşaat kiti ile yapılan öğrenimin, öğrencilerin araştırma kavramlarını, uygulamaları araştırma ile tasarımı kalıcı öğrenmenin derinleştirilmesini sağlamıştır. Öğrencilerde LEGO inşaat setinin bir avantajı ise aktif katılımı sağlayarak iş birliği içerisinde çalışmalarını teşvik etmiştir.

Sohn (2014) yaptığı çalışmada, Arduino eğitim platformu kullanılmıştır. Katılımcıları olan 26 öğrenci ile 5 hafta boyunca Arduino uygulamaları gerçekleştirdiler. Deney ve kontrol grubunun bulunduğu deneysel desen ile yürütüldüğü çalışmada öğrencilerde tutum ve problem çözme becerislerinde anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

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.

Korkmaz (2016), tarafından yapılan çalışmada LEGO MindStorms EV3 robotları

bilgisayar mühendisliği bölümünde ‘‘C++’’ programlama dersinde öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen olarak çalışmada kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulguları dayalı olarak deney grubunun akademik başarısı kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde daha iyi olduğu bulunmuştur. Ayrıca robotların kullanımı ile öğrencilerin programlamaya yönelik tutumlarında olumlu bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Ünver (2017) yaptığı tez çalışmasında, eğitim alanında sıkça kullanılan robot platformlarından olan LEGO Mindstorms NXT robot kiti için GPS sensörü geliştirmek ve geliştirilen sensör ile mobil robotun navigasyon görevini yerine getirmesini sağlamaktır. GPS sensöründen gelen GPS verilerini Arduino UNO R3 kullanılarak alınmış elde edilen enlem ve boylam bilgileri Arduino Uno prototipleme kalkanı üzerinde geliştirilen elektronik devre ile LEGO Mindstorms NXT robot kitine gönderilmektedir.

Çankaya, Durak ve Yünkül (2017) yaptığı çalışmada, 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.

Kunduracıoğlu (2018) yaptığı çalışmada, LEGO Mindstorms eğitim robot platformunun en son sürümünü incelemiştir. Programlama eğitiminde sıklıkla kullanılan LEGO Mindstorms EV3 robotunu tanıtmak, yazılım arayüzünü incelemek ve nasıl kullanılacağı hakkında bilgi vermektedir. Programlama eğitiminin yaygınlaşmasıyla blok programlama geliştirilmiş, robotların bloklarla programlanması için birçok dil ve materyal geliştirilmiştir.

Ayrıca, MEB artık eğitimde bazı derslerin de robot öğretim uygulamaları içeren öğretim programları hazırlamıştır. Bazı derslerin öğretim programında genel hedefleri arasında öğrencilerin ‘‘robot programlama hakkında temel bilgiler’’ ile donatılmaları, ‘‘programlama hakkında teknik deneyim kazanmaları’’ ve ‘‘algoritma tasarımı anlayışının geliştirilmesi ve sözlü ve görsel olarak ifade edilmesi’’ bulunmaktadır (MEB, 2016). Bu çerçevede, eğitici robot uygulamaları arasında yer alan LEGO uygulamalarının, öğretmen adaylarına geleceğin öğretmenleri olarak eğitim verilmesinin önemli olduğuna inanılmaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ‘Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı’ dersindeki Robotik FeTeMM proje tasarımlarının, öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ile derse yönelik motivasyonlarına etkisinin araştırıldığı çalışmanın bu bölümünde, araştırmanın modeli, çalışma grubu, verilerin toplanması ve verilerin analizi anabашlıkları bulunmaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırmada; deneysel koşullarda, deney ve kontrol gruplarının oluşturulduğu ve bu grupların karşılaştırıldığı öntest – sontest kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2006).

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın örneklem alanını 2017-2018 Eğitim-Öğretim yılı güz yarısında Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı 4. sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları oluşturmaktadır (n=42). Deneysel uygulamalar, ön-test ve son-testlerin uygulanması dâhil 10 haftada tamamlanmıştır. Deneysel desene göre yürütülen araştırmada bir deney grubu (n=25) ve bir de kontrol grubu bulunmaktadır (n=17) (Tablo 3.1). Gruplar; 2 ayrı seçmeli dersini seçen ve farklı öğrencilerinden oluşan iki

ayrı sınıf şeklinde (seçkisiz atama) belirlenmiştir. Bu nedenle belirlenen gruplar arasında sınıf mevcudu ve cinsiyet açısından tam eşitlik sağlanamamıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1.

Grupların Dağılımı

| Anabilim Dalı | Fen Bilgisi Öğretmenliği | | | |
|---------------|--|---------|--------------------------------|---------|
| Sınıf | 4. Sınıf | | | |
| Ders | Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı | | Bitki ve Hayvan Koleksiyonları | |
| Grup adı | Deney | | Kontrol | |
| | 25 | | 17 | |
| Dağılım | 19 kız | 6 erkek | 16 kız | 1 erkek |
| Toplam | 42 | | | |

3.3. Araştırma Deseni

Araştırma deseninde Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. Sınıf Öğretmen adaylarından oluşan bir deney (n=25) bir de kontrol grubu (n=17) bulunmaktadır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2.

Deney Deseni

| Gruplar | Ön-test | Uygulanan yöntem ve etkinlikler | Son-test |
|---------|--|---------------------------------|--|
| Deney | T ₁ -T ₂ -T ₃ | Robotik FeTeMM | T ₁ -T ₂ -T ₃ -T ₄ |
| Kontrol | T ₁ -T ₂ -T ₃ | Ders Etkinlikleri | T ₁ -T ₂ -T ₃ |

3.4. Veri Toplama Araçları

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

Ön-Testler

1. T₁: Erişi Testi (ERT) (Ek 1)
2. T₂: Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSB) (Ek 2)

3. T₃: Derse Yönelik Motivasyon Ölçeği (MTV) (Ek 3)

Son-Testler

1. T₁: Erişi Testi (ERT) (Ek 1)

2. T₂: Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSB) (Ek 2)

3. T₃: Derse Yönelik Motivasyon Ölçeği (MTV) (Ek 3)

Deney ve kontrol gruplarında yukarıda belirtilen ERT, BSB ve MTV; ön-test ve son-test olarak araştırmanın başlangıcında ve sonunda her iki gruba eş zamanlı olarak uygulanmıştır.

3.4.1. Erişi Testi

Toplam 30 sorudan oluşan ERT, öğretmen adaylarının;

1. Böceklerin yaşamı ve genel özellikleri
2. Genel böcek taksonomisi,
3. Böcek vücudunun bölümleri,
4. Böceklerin bacak tipleri ve kısımları,
5. Böceklerin ağız yapısı ve ağız parçaları,
6. Böceklerde duyu, göz yapısı ve göz tipleri,
7. Böceklerde anten yapısı ve görevleri
8. Böceklerin beslenmesi ve savunma mekanizmaları
9. Böceklerin davranışı ve çevre ile olan ilişkileri
10. Böceklerde hayat döngüsü ve metamorfoz
11. Böceklerin toplanması ve preparasyonu

konularındaki bilgi düzeylerini ölçmek amacıyla hazırlanmıştır.

Bu testin hazırlanması için alanyazını taranmış ve uzman görüşleri doğrultusunda her bir kazanım için en az 1 soru bulunmasına özen gösterilerek 30 soruluk çoktan seçmeli bir test olarak hazırlanmıştır. Testin her bir maddesi 5 seçenektir. Hazırlanan sorular; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören 2. ve 3. sınıf öğretmen adayları üzerinde uygulanmıştır (n=60). Geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılan testin; deneysel işlem öncesi KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,54 olarak belirlenmiştir. Deneysel işlem sonrası testin KR-20 güvenilirlik katsayısı ise 0,89 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.3). Bir öğretmen adayı bu testteki sorulardan en düşük 0, en yüksek 30 puan alabilmektedir. Testteki her bir soru 1

puan üzerinden, testin tamamı ise toplam 30 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 3.3.

Erişî Testine İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması Sonuçları

| Uygulamalar | Testin adı | Madde sayısı | n | KR-20 | İki-yarı güvenirlilik |
|------------------------|------------|--------------|----|-------|-----------------------|
| Deneysel işlem öncesi | ERT | 30 | 60 | 0.57 | 0.62 |
| Deneysel işlem sonrası | ERT | 30 | 42 | 0.89 | 0.85 |

3.4.2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi

BSB testi; bilimsel bir problemdeki değişkenleri tanımlayabilme, hipotez kurma ve tanımlama, işlemsel açıklamalar getirebilme, problemin çözümü için gerekli bilgilerin organize edilmesi gibi bilimsel becerileri ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Temel bilimsel süreçler, gözlem yapma, sınıflama, iletişim kurma, ölçme, veri toplama, tahmin etme, çıkarım yapabilmektir. Bu beceriler daha karmaşık beceriler olan üst düzey becerilerinde (problemi belirleme, hipotez kurma, değişkenleri değiştirmek ve kontrol etmek, verileri yorumlama, deney yapma ve model oluşturma) öğrenmeye katkı sağlamaktadır (Ergin, Şahin ve Öngel, 2005).

BSB (Ek 2), 25 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test şeklinde hazırlanmıştır. Testin her bir maddesi araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ve her bir kazanım için en az 1 soru bulunmasına özen gösterilerek hazırlanmıştır (Tablo 3.4).

Tablo 3.4.

“Bilimsel Süreç Becerileri Testi”ne İlişkin Belirtke Tablosu

| Bilimsel Süreç Becerileri | Temel Bilimsel Süreç Becerileri | | | | | | | Üst Düzey Beceriler | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|-----------|----------------|--------------|---------------------------|-------------|---------------|---------------------|---------------|--|--------------------|-------------|-----------------|
| | Gözlem | Sınıflama | İletişim Kurma | Veri toplama | İşlemsel Açıklama Getirme | Tahmin etme | Çıkarım yapma | Problemi belirleme | Hipotez kurma | Değişkenleri belirleme ve kontrol etme | Verileri yorumlama | Deney yapma | Model Oluşturma |
| Test Maddeleri | | | | | | | | | | | | | |
| Madde 1 | X | | | X | X | | X | | X | X | | X | |
| Madde 2 | | | | | | X | X | | | | X | | X |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Madde 3 | X | | | X | | X | X | X | X | X | X | X | |
| Madde 4 | X | X | X | X | | | X | X | | | X | | |
| Madde 5 | X | | | X | | X | X | X | | | X | X | X |
| Madde 6 | X | X | | X | | X | X | X | X | | X | | |
| Madde 7 | X | | | X | X | X | X | | | | X | | |
| Madde 8 | X | | | X | | | X | X | | | X | | |
| Madde 9 | X | | | X | X | X | X | X | X | | X | X | |
| Madde 10 | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Madde 11 | X | X | | X | X | X | X | | | | X | | |
| Madde 12 | X | | | X | | X | X | X | X | | X | | |
| Madde 13 | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Madde 14 | X | X | | X | | | X | X | X | | X | | |
| Madde 15 | | X | | X | | | X | X | X | X | X | X | |
| Madde 16 | X | | | X | X | | X | X | X | | X | | |
| Madde 17 | X | X | X | X | X | | | X | X | | X | X | |
| Madde 18 | X | | X | X | | X | X | | | | X | | |
| Madde 19 | X | | X | X | | X | X | X | X | | X | X | |
| Madde 20 | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X | | |
| Madde 21 | | | | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Madde 22 | | X | | X | | X | X | X | X | | X | | |
| Madde 23 | | X | X | X | | X | X | | | | | | |
| Madde 24 | X | | | X | X | | X | X | X | | X | | |
| Madde 25 | X | X | | X | | X | X | X | X | | X | X | |

Testin her bir maddesi 5 seçeneklidir. Hazırlanan sorular; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören 2. ve 3. sınıf öğretmen adayları (n=67) üzerinde uygulanmıştır. Geçerlik- güvenilirlik çalışması yapılan testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,35 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.5). Deneysel işlem sonrası KR-20 güvenilirlik katsayısı ise 0,71 olarak belirlenmiştir. BSB, Robotik FeTeMM alanında temel bilimsel süreç becerileri ile üst düzey bilimsel becerileri ölçen zor bir testtir. Bu nedenle deneysel işlem öncesi ve deneysel işlem sonrası güvenilirlik katsayıları arasında büyük bir fark olduğu görülmektedir. Bu testten bir öğretmen adayı en düşük 0, en yüksek 25 puan alabilmektedir. Testteki her bir soru 1 puan üzerinden, testin tamamı ise toplam 25 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 3.5.

Bilimsel Süreç Becerileri Testine İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması Sonuçları

| Uygulamalar | Testin adı | Madde sayısı | n | KR-20 | İki-yarı güvenilirlik |
|------------------------|------------|--------------|----|-------|-----------------------|
| Deneysel işlem öncesi | BSB | 25 | 67 | 0.35 | 0.47 |
| Deneysel işlem sonrası | BSB | 25 | 42 | 0.71 | 0.60 |

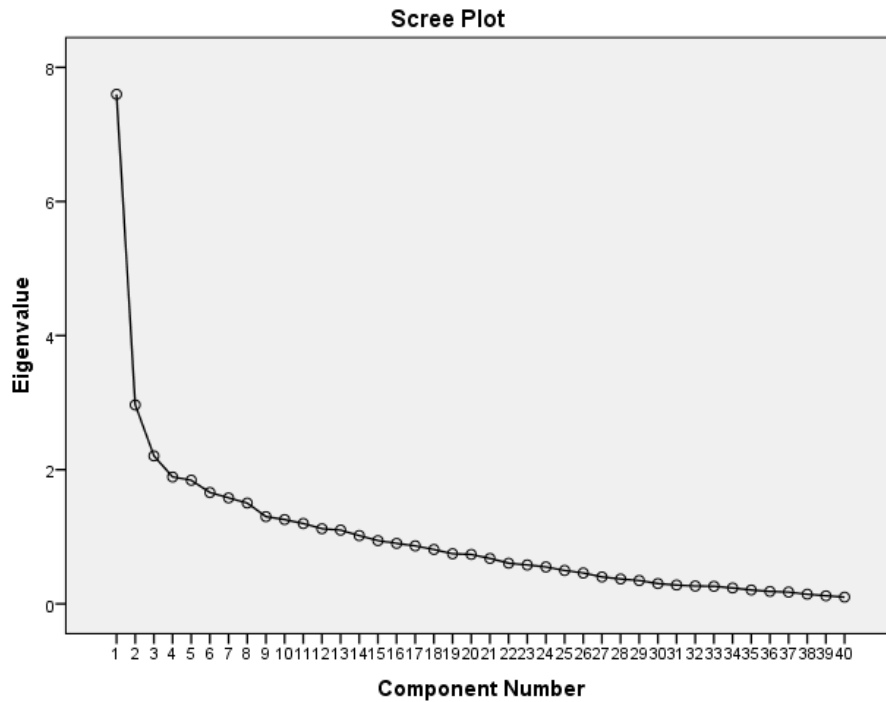
3.4.3. Derse Yönelik Motivasyon Ölçeği (MTV)

Araştırmanın alt problemleri doğrultusunda oluşturulan ölçekte ilk etapta 40 madde yer almaktadır. Ölçek 18'i olumsuz, 22'i olumlu madde içermektedir. Ölçek maddeleri 5'li likert tipindedir. Likert ölçek tipi aralıkları ve puanları; "Hiç Katılmıyorum=1, Katılmıyorum=2, Kararsızım=3, Katılıyorum=4, Tamamen Katılıyorum=5" olarak belirlenmiş ancak olumsuz maddeler bu puanlamanın tersi şeklinde puanlanmıştır. Ölçekte toplam 5 alt faktör bulunmaktadır. Bunlar;

1. Problem çözme - 8 madde
2. İşbirlikli çalışma – 7 madde
3. Öğrenme - 8 madde
4. Derse katılma - 8 madde
5. Ders içi performans – 9 madde

Hazırlanan ölçek, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. ve 3. sınıftaki öğretmen adaylarından oluşan toplam 98 öğretmen adayı üzerinde uygulanmıştır. Ölçeğin güvenirlik katsayılarını hesaplamak için Cronbach's alpha değerlerine bakılmıştır. Ölçeğin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Her bir maddenin toplam korelasyonları verilmiş, ölçeğin her bir faktörü ve ölçeğin geneli için iç tutarlılık Cronbach's Alpha katsayısı hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel işlemlerde SPSS 22.0 programı kullanılmıştır.

“Derse yönelik motivasyon” ölçeğinin yapı geçerliğini sağlamak ve ölçekte yer alan maddelerin faktör yüklerinin belirlenerek işlevsel bir boyutlandırmanın elde edilmesi amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi yapılmadan önce, verilerin faktör analizine uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi ile belirlenmiştir (Fayers ve Machin, 1998). 40 maddeden oluşan ölçeğin, geçerlik çalışmalarında, ölçeğin uygulanması sonucunda elde edilen verilerin örneklem grubuna uygunluğu, 0.001 anlamlılık düzeyinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)= 0.71, Bartlett Testi sonucu $\chi^2 = 1196.868$ olarak bulunmuştur. Verilere faktör analizi yapılabilmesi için KMO değerinin en az 0.60 olması önerilmektedir (Pallant, 2001). Bu durumda gözlemlenen 0.71' lik KMO değeri önerilen KMO değerinden yüksektir ve verilerin faktör analizi için uygun olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 3.1. Faktör Öz Değerlerine Ait Çizgi Grafiği

Şekil 3.1’ de görülen faktör öz değerlerine ait çizgi grafiğinde, grafik eğrisinin hızlı bir düşüş gösterdiği nokta beş faktörün olduğu noktadır. Bu nedenle ölçekteki faktör sayısının beş olduğu kabul edilmiştir. Bulunan beş faktöre ilişkin özdeğerler, varyans yüzdeleri ve toplam varyans yüzdeleri Tablo 3.6 da verilmiştir.

Tablo 3.6.

“Derse yönelik motivasyon ölçeği”nin faktörlerinin yapısı

| Faktör | Özdeğer | Varyans Yüzdesi | Toplam Varyans Yüzdesi |
|---------------------|---------|-----------------|------------------------|
| Problem çözme | 6.96 | 21.08 | 21.08 |
| İşbirlikli çalışma | 2.73 | 8.26 | 29.34 |
| Öğrenme | 2.24 | 6.80 | 36.14 |
| Derse katılma | 1.83 | 5.54 | 41.70 |
| Ders içi performans | 1.80 | 5.44 | 47.13 |

Tablo 3.6’ da görüldüğü üzere ölçekte yer alan beş faktörün özdeğerlerinin tümü 1’in üzerinde bulunmaktadır.

Ölçekte toplam 40 maddenin, beş faktöre dağılımını görmek ve maddelerden hangilerinin ölçekte kalacak nitelikte olduğunu belirlemek amacıyla temel bileşenler ve Varimax tekniği ile döndürme işlemi yapılmıştır. Ölçekte faktör yükü 0.30 ve üzeri değerde olan maddeler değerlendirmeye alınmıştır. Ölçeğin 7 (15, 17, 18, 27, 33, 34, 38) maddesi 0.30’nin altında olduğu için çıkarılmıştır. Oluşan son ölçekte toplam 33 madde bulunmaktadır. Ölçekte geride kalan 33 madde yeniden sıralandırılmıştır. Bu durumda bir öğretmen adayı ölçekten en az 33, en yüksek 165 puan alabilmektedir.

Tablo 3.7’de varimax tekniğiyle döndürme işlemi sonucunda; faktör yükü 0,30’dan büyük olan ve beş faktörde toplanan maddeler, faktör adları, madde toplam korelasyonları, faktör yükleri, Cronbach’s alpha güvenirlik katsayısı değerleri, Kaise-Meyer-Olkin (KMO) değeri ve Barlett Testi sonucu verilmiştir.

Tablo 3.7.

“Derse Yönelik Motivasyon ölçeği”nin faktör yükleri, Cronbach’s alpha değeri, madde toplam korelasyonları ve faktörlerde yer alan maddeler

| Madde No | Madde Toplam Korelasyonu | Faktör Yüğü | Maddeler |
|--|--------------------------|-------------|---|
| I. Faktör (Problem çözme boyutu) Cronbach’s alpha=0.18 | | | |
| 5 | .48 | .49 | Dersteki etkinlik ve projelerle ilgili bazı zor kavramları tam olarak anlayabileceğimden emin değilim. |
| 18 | .47 | .41 | Derslerde yeni bir şeyler öğrenirken daha önce öğrendiklerimle bağlantı kurmaya çalışırım. |
| 21 | .42 | .36 | Üzerinde çalıştığımız bir projeye ilgili bir hata yaptığımda, onu neden yaptığımı bulmaya çalışırım. |
| 22 | .44 | .42 | Ders konularının veya proje ödevlerinin içeriğini zor bulduğum zaman öğrenmek ve araştırmak için çaba harcamam. |
| 23 | .39 | .35 | Yeni öğrendiğim bilgiler daha önceki öğrendiklerimle çelişiyorsa (yani uymuyorsa) araştırarak nedenini bulmaya çalışırım. |
| 26 | .44 | .41 | Derste fen ve teknoloji konuları ile ilgili yapılan etkinlik ve projeleri çok bilimsel bulmuyorum. |
| II. Faktör (İşbirlikli çalışma boyutu) Cronbach’s alpha=0.50 | | | |
| 11 | .56 | .56 | Derste anlamakta zorlandığım konularda bana yardımcı olabilecek kişi ve kaynaklara en kısa zamanda ulaşmaya çalışırım. |
| 13 | .37 | .38 | Diğer arkadaşlarımdan daha başarılı olabilmek için dersteki etkinliklere daha çok katılmaya gayret ederim. |
| 15 | .47 | .41 | Dersteki etkinlik ve proje ödevleri ile ilgili karşılaştığım problemleri öğretmenime ya da arkadaşlarıma sorarak tartışırım. |
| 20 | .60 | .45 | Ders içi etkinlikler ve projeler esnasında sorulan soruların cevabını kendim düşünerek bulmak yerine başkalarına sormayı tercih ederim. |
| 31 | .55 | .51 | Görev aldığım etkinlik ve projelerde ne kadar doğru yol aldığımı öğrenmek için öğretmenimle ve arkadaşlarımla tartışırım. |
| 33 | .54 | .45 | Diğer arkadaşlarımla dersteki aktivite ve projelerde daha başarılı olabileceğimi düşünmek beni endişelendirir. |
| III. Faktör (Öğrenme boyutu) Cronbach’s alpha=0.49 | | | |
| 1 | .35 | .33 | Ders içi etkinlik veya proje konuları kolay da olsa zor da olsa anlayabileceğime eminim. |
| 8 | .38 | .31 | Benim düşüncelerimi geliştirdiği ve ufkumu açtığı için seçmeli derslerin önemli olduğunu düşünüyorum. |

| | | | |
|----|-----|-----|--|
| 12 | .42 | .40 | Proje ödevlerinde başarılı olabilmek için güncel bilimsel bilgi ve teknolojileri öğrenmek önemlidir. |
| 19 | .57 | .56 | Merak ettiğimiz konularda etkinlik ve proje yapabilmemiz için fırsat verilmesi daha iyi öğrenmek için önemlidir. |
| 30 | .40 | .47 | Ders içi aktivite ve projelerle hedeflenen bilgi ve becerileri tam anlamıyla kazanabileceğime inanmıyorum. |
| 32 | .42 | .36 | Görev aldığım etkinlik ve projelerde ne kadar özgün ve orijinal bir ürün ortaya koyacağımı çok önemsemem. |

IV. Faktör (Derse katılma boyutu) Cronbach's alpha=0.59

| | | | |
|----|-----|-----|--|
| 4 | .38 | .40 | Dersteki konu ve etkinlikler ilginç olduğu ve sürekli değiştiği zamanlarda derslere katılmaya daha istekli oluyorum. |
| 10 | .58 | .55 | Dersler farklı etkinlik veya yöntemlerle işlendiği zaman derse katılmaya daha istekli oluyorum. |
| 16 | .40 | .46 | Derslere devam etmeye gayret gösteriyorum çünkü dersteki etkinlik ve projelerde birçok fen ve teknoloji konuları tartışılıyor. |
| 24 | .59 | .56 | Benim için aldığım not fen ve teknoloji öğrenmekten daha önemlidir. |
| 25 | .50 | .49 | Dersteki bir etkinlik veya projeye ilgili bir görev verildiği zaman kendimi huzursuz hissederim. |
| 27 | .43 | .49 | Derste öğrenmenin kariyerime birçok katkısı olacağını düşünerek etkinlik ve projelere katılırım. |

V. Faktör (Ders içi performans boyutu) Cronbach's alpha=0.74

| | | | |
|----|-----|-----|--|
| 2 | .67 | .66 | Derste yeni bir etkinlik veya projeye geçildiğinde en üst düzeyde öğrenebilmek için çaba gösteririm. |
| 3 | .47 | .42 | Ders içi etkinlik ve projelerde verdiğim emeğin karşılığını iyi bir not olarak görmek beni çok mutlu eder. |
| 6 | .53 | .51 | Ders içi aktivite veya görev aldığım projelerden günlük hayatta kullanabileceğim hiçbir bilgi ve beceri edinmiyorum. |
| 7 | .60 | .53 | Dersteki etkinlik ve projelerde gösterdiğimin çabanın karşılığını hiçbir zaman alamadığımı düşünüyorum. |
| 9 | .50 | .52 | Derste yeni bir konuyla ilgili etkinlik veya projeye başladığımızda endişelenir başarısız olmaktan korkarım. |
| 14 | .47 | .50 | Dersteki etkinliklerde veya görev aldığım projelerde gerekli gayreti göstermek bana zor gelir. |
| 17 | .59 | .47 | Derslerle ilgili yapılması gereken projeler zor olduğu zaman ya çabucak sıkılıp pes ediyorum ya da kolay olan kısımlarını yapıyorum. |
| 28 | .51 | .40 | Derslerle ilgili etkinlik ve projelerle günlük hayatta kullanabileceğim birçok pratik bilimsel bilgi ve beceri kazanırım. |

| | | | |
|---|-----|-----|--|
| 29 | .46 | .47 | Dersteki etkinlik ve projelerde başarılı olacağım konusunda kendime güvenirim. |
| Ölçeğin geneli için Cronbach's Alfa = 0,86 | | | |
| Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) = 0,71, Barlett Testi sonucu = 1196.868 (p<0.001) | | | |

Tablo 3.7' de görüldüğü gibi Birinci faktör olan 'problem çözme' boyutunda; toplam 6 madde yer alırken (5, 18, 21, 22, 23 ve 26), ikinci faktör olan 'işbirlikli çalışma' boyutunda; toplam 6 madde (11, 13, 15, 20, 31 ve 33), üçüncü faktör olan 'öğrenme' boyutunda; toplam 6 madde (1, 8, 12, 19, 30 ve 32), dördüncü faktör olan 'derse katılma' boyutunda; toplam 6 madde (4, 10, 16, 24, 25 ve 27), beşinci faktör olan 'ders içi performans' boyutunda; toplam 9 madde (2, 3, 6, 7, 9, 14, 17, 28, 29) yer almaktadır. Ayrıca faktörlerin Cronbach's Alpha değerleri ölçeğin geneli için 0.86 olarak belirlenmiştir.

3.5. İşlem Yolu

Bu araştırma ile ilgili işlemler 2017-2018 Eğitim-Öğretim yılı Bahar yarıyılında, testlerin ve ölçeklerin uygulanması dâhil olmak üzere 10 haftalık bir sürede tamamlanmıştır. Deneysel desene göre yürütülen araştırmada gerçekleştirilen işlemler aşağıda sırasıyla verilmiştir.

3.5.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması

Deney ve kontrol grupları; 2017-2018 Eğitim-Öğretim yılı bahar yarıyılı başlangıcında Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. Sınıf öğretmen adaylarından oluşturulmuştur (n=42). Gruplar; iki ayrı seçmeli dersi seçen ve farklı öğrencilerden oluşan 2 ayrı sınıf şeklinde (seçkisiz atama ile) belirlenmiştir. Bu nedenle, belirlenen gruplar arasında sınıf mevcudu ve cinsiyet açısından tam denklik sağlanamamıştır. Deneysel araştırmada bir deney grubu (n=25) ve bir de kontrol grubu bulunmaktadır (n=17). "Fen Öğretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı" dersini seçen öğretmen adayları deney grubu, "Bitki ve Hayvan Koleksiyonları" dersini seçen öğretmen adayları ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

3.5.2. Deney ve Kontrol Gruplarına Ön Testlerin Uygulanması

Araştırmanın örneklem grubunu oluşturan deney (n=25) ve kontrol gruplarına (n=17); BSB, MTV ve ERT ön-testler olarak, eş zamanlı olacak şekilde uygulanmıştır.

3.5.3. Deney ve Kontrol Gruplarında Dersin İşlenişi

Deney ve kontrol gruplarında yapılan etkinlikler ve uygulanan yöntemler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3.8 ve Tablo 3.9).



Tablo 3.8.

Deney Grubu'nda İşlenen Konular ve Uygulanan Yöntemler

| Grup | Konular | Uygulanan İşlemler ve Yöntemler | Süre |
|-------|--|---|---|
| Deney | <ol style="list-style-type: none"> 1. Böcekleri yaşamı ve genel özellikleri 2. Genel böcek taksonomisi, 3. Böcek vücudunun bölümleri, 4. Böceklerin bacak tipleri ve kısımları, 5. Böceklerin ağız yapısı ve ağız parçaları, 6. Böceklerde duyu, göz yapısı ve göz tipleri, 7. Böceklerde anten yapısı ve görevleri 8. Böceklerin beslenmesi ve savunma mekanizmaları 9. Böceklerin davranışı ve çevre ile olan ilişkileri 10. Böceklerde hayat döngüsü ve metamorfoz 11. Böceklerin toplanması ve preparasyonu | <ol style="list-style-type: none"> 1. Grupların oluşturulması 2. Sunum ve Soru-Cevap <ul style="list-style-type: none"> • Programlama ve Yazılım hakkında sunum • Robot nedir? Robotların Kullanım alanları, robotlarda hareket sağlayan Ses ve ışık üreten aktüatörler • Algılayıcı (sensör) nedir? Algılayıcılar nasıl çalışır? Robot uygulamaları (LEGO, M-Bot, O-bot, Vex robotics, NXT robotics vb.) • Kodlama programları- Genel (Scratch, Code.org, Arduinio, vb.) 3. LEGO robotik kodlama-sunum ve uygulama <ul style="list-style-type: none"> • LEGO Mindstorms EV3 seti tuğla, motor, sensor ve LEGO parçalarının tanıtılması • LEGO kodlama - (algoritma mantığı), blokların –akış şemalarının gösterilmesi, kodlama yapıldıktan sonar vrilerin tuğlaya gönderilerek robotun çalıştırılması • LEGO LEGO Mindstorms EV3 ana ve eklenti setlerinin kullanılarak hazır robot tasarımlarının yapılması ve robotların çalıştırılması 4. Böcek modüllerinin dağıtılması ve proje ödevlerinin verilmesi <ul style="list-style-type: none"> • Böceklerin toplanması ve preparasyonu hakkında teorik bilgi verilmesi 5. Tasarımların yapılması ve böcek robotların çalıştırılması | <p>10 hafta (20 ders saati)</p> |

Tablo 3.9.

Kontrol Grubu'nda İşlenen Konular ve Uygulanan Yöntemler

| Grup | Konular | Uygulanan İşlemler ve Yöntemler | Süre |
|----------------|---|---|-------------------------------------|
| <i>Kontrol</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Böceklerin yaşamı ve genel özellikleri 2. Genel böcek taksonomisi, 3. Böcek vücudunun bölümleri, 4. Böceklerin bacak tipleri ve kısımları, 5. Böceklerin ağız yapısı ve ağız parçaları, 6. Böceklerde duyu, göz yapısı ve göz tipleri, 7. Böceklerde anten yapısı ve görevleri 8. Böceklerin beslenmesi ve savunma mekanizmaları 9. Böceklerin davranışı ve çevre ile olan ilişkileri 10. Böceklerde hayat döngüsü ve metamorfoz 11. Böceklerin toplanması ve preparasyonu | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sunum ve soru-Cevap 2. Performans Ödevi (Öğretmen adayları tarafından hazırlanan powerpoint sunumları ve videolar) 3. Okuldışı öğretim etkinlikleri <ul style="list-style-type: none"> • Alan gezisi ve material toplama • Doğa gezisi • Müze gezisi 4. Bireysel proje - Bitki ve hayvan koleksiyonlarının öğretmen adayları tarafından yapılarak teslim edilmesi | <p>10 hafta (20 ders saati)</p> |

3.5.4. Deney grubunda Deneysel Çalışmanın Uygulanması

3.5.4.1. Grupların oluşturulması

Öğretmen adayları 5-6 kişilik 4 gruba ayrılmışlardır. Gruplar, öğretim elemanları tarafından oluşturulmuştur. Gruplar 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

Öğretmen adayları, tüm yarıyıl boyunca aynı grup üyeleri ile birlikte çalışmışlardır. Robotik FeTeMM uygulamaları her hafta 2 ders saati içerisinde yürütülmüştür. Her bir öğretmen adayı, takip eden hafta farklı bir görevi üstlenmiş ve böylece dönüşümlü olarak grup üyeleri araştırmacı tarafından belirlenen farklı rolleri üstlenerek yarıyıl boyunca iş birliği içerisinde çalışmışlardır (Tablo 3.10).

Tablo 3.10.

Gruplarda Görev Dağılımı Sonucu Alınan Rol ve Sorumluluklar

| Rol | Sorumluluk |
|-------------------------------|---|
| 1. Materyal Temincisi | Robotik Uygulamaları dersi için gerekli malzemeleri önceden temin etmek ve hazırlamak (kitleri sınıfa taşımak) ve bu konuda diğer grup arkadaşlarını organize etmek. |
| 2. Materyal Yöneticisi | Robotik Uygulamaları dersi sırasında LEGO kit parçalarını dağıtmak, zarar görmesini engellemek, parçalarının bütünlüğünü denetlemek, materyal ve malzemeyi temiz bir şekilde geri iade etmek. |
| 3. 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. |
| 4. Programlamacı | Yapılan tasarımların hareket işlevlerini yerine getirebilmesi için algoritmanın programlama dilinde yazılmasına rehberlik etmek. Robottaki sensörlerin, motorların ve diğer tüm elektronik devre elemanlarının fiziken verdikleri tepkilere göre doğruluğunu kontrol etmek. |
| 5. Araştırmacı | Tasarıma geçmeden önce ön bilgi (Tuğla, motorlar, sensörler, LEGO parçaları ve programlama), tasarımın yapılışı vb. yönergeleri anlatmak ve açıklamak. |
| 6. Araştırmacı | Tasarıma geçmeden önce ön bilgi (Tuğla, motorlar, sensörler, LEGO parçaları ve programlama), tasarımın yapılışı vb. yönergeleri anlatmak ve açıklamak. |

3.5.4.3. Öğretmen adaylarının LEGO Mindstorms EV3 kiti ile buluşması

1. Öğretmen adaylarına anlatılan konu başlıkları

Öğretmen adaylarına LEGO Mindstorms EV3 kiti ile ilgili sunum yapılarak;

- Programlama ve yazılım nedir?
- Robot nedir? Robotların kullanım alanları nelerdir?
- Robotlarda hareket sağlayan ses ve ışık üreten aktüatörler, algılayıcı (sensör) nedir? Algılayıcılar nasıl çalışır?
- Robotik uygulamalar (LEGO, M-Bot, O-bot, Vex robotics, NXT robotics vb.) hakkında bilgi verilmiştir.
- Kodlama programları (Scratch, Code.org, Arduinio, vb.) kısaca tanıtılmıştır.

2. Öğretmen adaylarına yapılan sunumlar ile LEGO Mindstorms EV3 kitinin nasıl geliştirildiği ve kullanım alanlarının tanıtılması

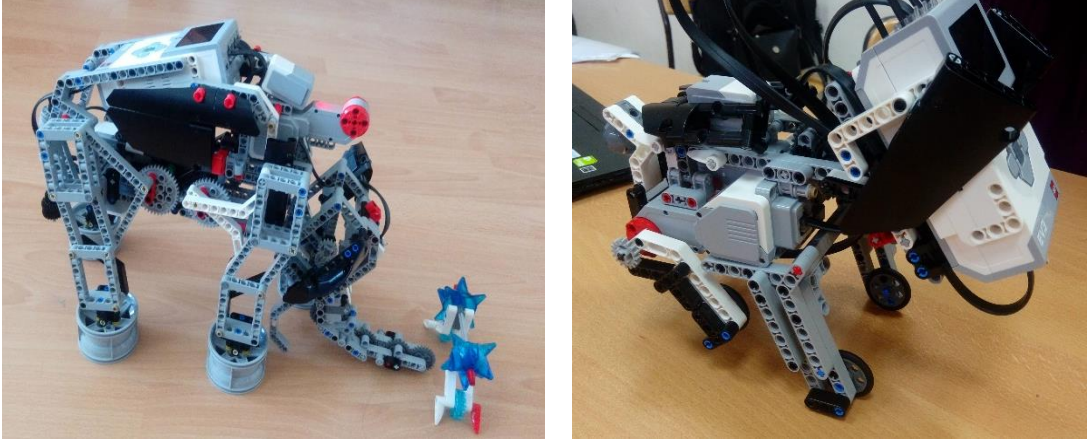
- Sunumlarda LEGO kiti içerisinde yer alan kavramlar, LEGO parçalarının isimleri, LEGO parçalarının renklerine göre takılıp çıkarılması,
- LEGO Mindstorms EV3 seti tuğla, motor, sensör ve LEGO parçalarının tanıtılması
- LEGO kodlama - (algoritma mantığı), blokların – akış şemalarının gösterilmesi, kodlama yapıldıktan sonra verilerin tuğlaya gönderilerek robotun çalıştırılması ile ilgili sunum ve uygulama yapılmıştır.

3. LEGO Mindstorms EV3 ana ve eklenti setleri kullanılarak hazır robot tasarımlarının yapılması ve robotların çalıştırılması

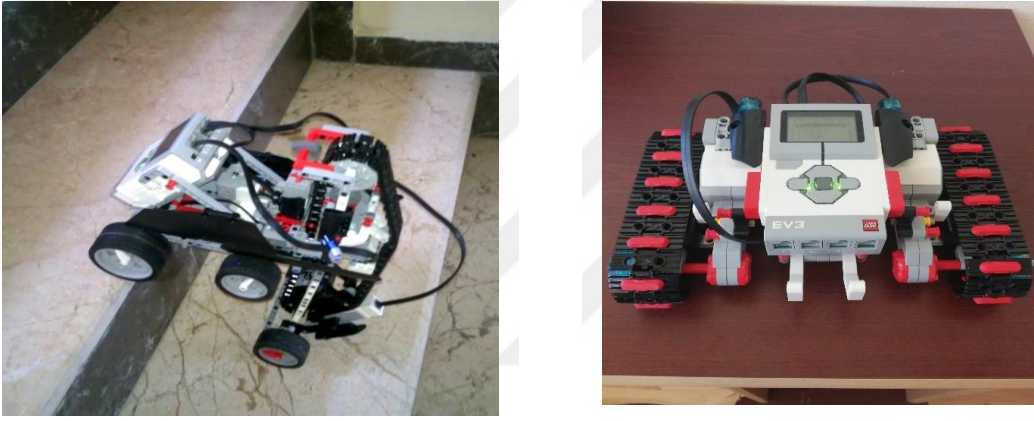
- Hazır tasarımlarından puppy (köpek), elephant (fil), merdiven tırmanan robot ve tankbot tasarlanmıştır.



Şekil 3.2. Elephant (fil) tasarımı yapan öğretmen adayları



Şekil 3.3. Elephant (fil)-(soldaki resim) ve Puppy (köpek)-(sağdaki resim)



Şekil 3.4. Merdiven tırmanan robot (soldaki resim) ve Tankbot (sağdaki resim)

4. LEGO Mindstorms EV3 Ana ve Eklenti Setleri Kullanılarak Böcek Robot Tasarımlarının Yapılması ve Robotların Çalıştırılması

- Öğretmen adayları kendi grup üyeleri ile biraraya gelerek LEGO kitlerini ve malzemelerini araştırmacıdan temin ederek sınıfa getirmişlerdir.
- Öğretmen adaylarına;
 1. Böceklerin yaşamı ve genel özellikleri
 2. Genel böcek taksonomisi,
 3. Böcek vücudunun bölümleri,
 4. Böceklerin bacak tipleri ve kısımları,
 5. Böceklerin ağız yapısı ve ağız parçaları,



6. Böceklerde duyu, göz yapısı ve göz tipleri,
7. Böceklerde anten yapısı ve görevleri
8. Böceklerin beslenmesi ve savunma mekanizmaları
9. Böceklerin davranışı ve çevre ile olan ilişkileri
10. Böceklerde hayat döngüsü ve metamorfoz

Konularını içeren bir modül hazırlanmış ve her öğretmen adayına verilmiştir.

Konular hakkında bilgi verilirken, konuları bu modüller üzerinden takip etmeleri sağlanmıştır (Tablo 3.11).

Tablo 3.11.

Böceklerin genel özelliklerini içeren modül

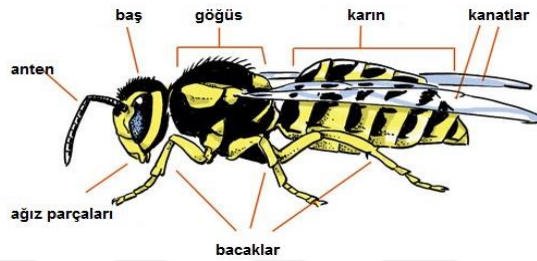
| | | |
|--|--|---|
|  | <p>MUĞLA SİTKİ KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ BÖCEKLER</p> |  |
| <p>BÖCEKLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ</p> <p>Böcekler; hayvanlar âleminin omurgasızlar şubesinin eklembacaklılar sınıfına dahil olan Böcekler takımına girerler. Eklembacaklılar 4 takımdır;</p> <p>Âlem: Hayvanlar</p> <p>Şube: Omurgasızlar</p> <p>Sınıf: Eklembacaklılar</p> <p>Takım 1. Böcekler</p> <p>Takım 2. Kabuklular (yengeç, istakoz, karides, su piresi, kerevit vb.)</p> <p>Takım 3. Araknidler (Akrepler, örümcekler, kebelere, akarlar)</p> <p>Takım 4. Çok ayaklılar (Kırkayak ve çıyanlar)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Böceklerin büyüklükleri değişiklik gösterir. ▪ 0,25 mm boyda olanların yanı sıra 40 cm büyüklükte olanları da vardır. ▪ Böcekler hayvanlar arasında en fazla tür ile temsil edilen bir gruptur. ▪ Tanımlanmış türlerin yaklaşık 4/5'i içerir. ▪ Günümüzde bilinen böcek türleri sayısı bir milyonu aşmıştır. ▪ Bu sayıya her yıl birkaç bin yeni tür ilave edilmektedir. ▪ Böcekler yalnız tür sayısı bakımından değil, aynı zamanda fert sayısı bakımından da çok zengindir. <p>Örneğin;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bir domates bitkisi üzerinde 25.000 kadar yaprakbiti, ▪ Bir arı kovanında 60.000 kadar arı, ▪ Bir beyaz karınca (<i>Isoptera</i>) yuvasında bir milyon birey, ▪ Bir çekirge (<i>Orthoptera</i>) sürüsü 2 milyon bireyden oluşabilir ve ortalama ağırlığı 50.000 ton olabilir. ▪ Böcekler karasal hayvanlar olup okyanus derinlikleri dışında yeryüzünde kutuptan ekvatora, yüksek dağlardan denizlere kadar her alana yayılmışlardır. ▪ Her türlü iklim koşuluna adapte olmuşlardır. ▪ Geniş alanlara yayılabildikleri gibi bir böcek buğday tanesi içinde bile hayat devrelerini tamamlayabilir. ▪ Böceklerde vücut boşluklarında dolaşan sıvının temel görevi sindirilmiş besin, hormon ve artık maddeleri taşımaktır. ▪ Böcekleri bu derece başarılı kılan özellikleri şöyle özetleyebiliriz: ▪ Dış iskelet ▪ Uçma yetenekleri ▪ Küçük vücutlu olmaları | | |

- Organların uyumu
- Farklı gelişim evrelerine sahip olmaları
- Yüksek üreme yetenekleri ile
- Canlı kalma yeteneklerinin yüksek olması böceklerin başarısında önemli bir etkidir.
- Böceklerde sinirlerdeki impuls iletim hızı saniyede yaklaşık 5 metredir.

VÜCUT

Böceklerin vücudu üç kısımdan oluşur. Bunlar;

1. **Baş** (Cephalon, caput),
2. **Göğüs** (Thorax) ve
3. **Karın** (Abdomen)



DIŞ İSKELET(KİTİN)

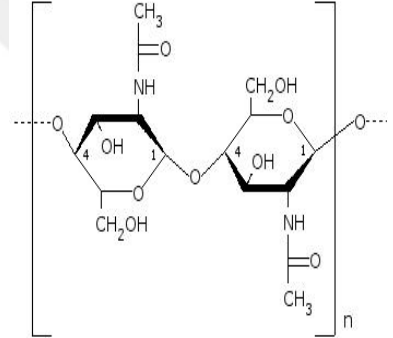
Kitin dış iskelet epidermis tarafından salgılanır ve birçok organik ve inorganik bileşiğin katılmasıyla oldukça sert bir yapı kazanmıştır.

Vücudu kaplayan kitin dış iskelet azot içeren bir polisakarittir.

Bu nedenle kütikula birçok mekanik ve kimyasal etkene karşı olağanüstü dayanıklıdır.

Suyu hemen hemen hiç geçirmediğinden, bu hayvanların kara hayatına mükemmel uyum yapmasını sağlamıştır.

Gaz alışverişi de bazı eklem yerleri dışında hemen hemen yok gibidir.



AĞIZ PARÇALARI

Bu organlar böcek gruplarına ve bunların beslenme biçimine göre değişik tiplerde ortaya çıkar.

- Kesici-çiğneyici,
- Yalayıcı-emici,
- Delici-emici ve
- Emici gibi ana tipleri vardır.

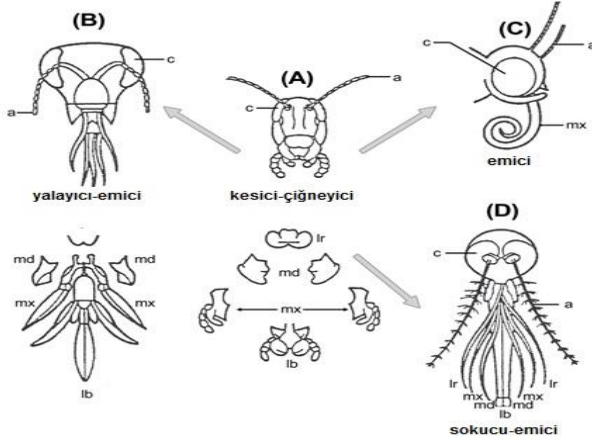
Ağız parçaları bazen aynı takım içerisinde farklı olabileceği gibi, bazı böceklerde ergin ve larva safhalarında da ağız parçaları farklı tiplerde görülür.

Nitekim kelebeklerin ağız emici tipte iken, bunların tırtılları kesici-çiğneyici ağıza sahiptir.

Kelebeklerin çoğu ergin evrede emici tipte ağıza sahipken, ilkel kelebeklerden, polen ile beslenen familya üyeleri ise kesici-çiğneyici ağız taşırlar.

Geyik böceğine ismini veren geyik boynuzunu andıran ağız tipi kesici- çiğneyici ağız tipidir. Görevi çam kozalağı ve dalları yemek üzere daha küçük parçalara ayırmaktır.

Karıncaların ağızları ile kendi vücut ağırlıklarının 20 katı yük taşıyabilmelerinin nedeni; boyun eklemlerinin ağızda taşınan yükten gelen basıncı vücuda ve ayaklara dağıtmasıdır.



Kesici-çiğneyici ağız tipi

Hamamböceği, çekirge, mayıs böceği

Yalayıcı-emici

Arı

Delici-emici

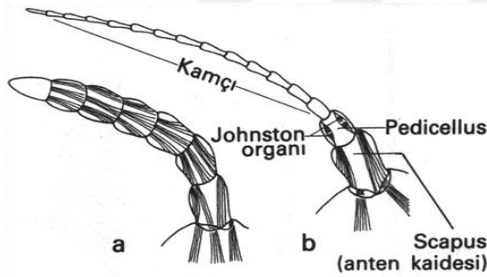
Sivrisinek, pire, tahtakurusu

Emici

Kelebekler (bitki özütünü emer.)

ANTENLER

- Gözler arasına yerleşmiş ve bir çifttir.
- Genellikle birçok duyu almaçlarını ve duyu organlarını içerir.
- Koku, dokunma ve tat alma, yönünü bulma ve eşini bulma görevlerini yapar.
- Görünüşleri ipliksi yapıda olup segmentli bir yapı gösterir.



3 kısım vardır.

Bazal segment (kaide, space),

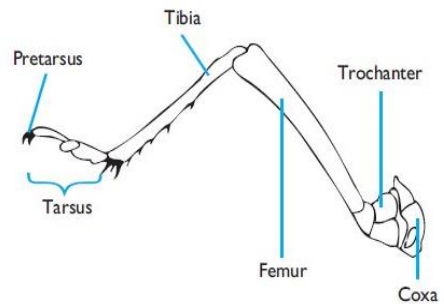
Sap (pedicel),

Kamçı (flagellum, clavola)

Clavola segmentlerinin şekilleri birbirine benzer veya çok farklılaşmış olabilir.

BACAKLAR

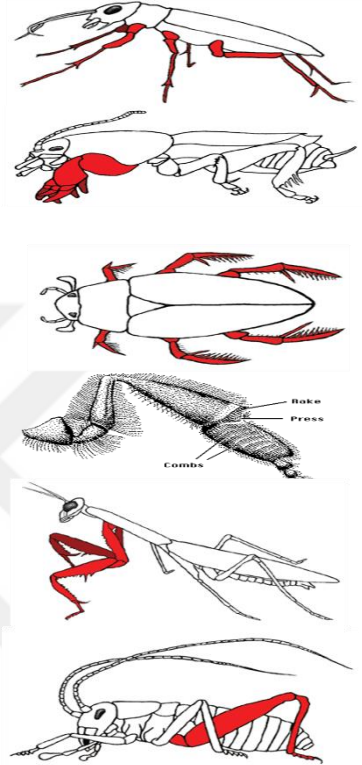
- Bacaklar erginlerde üç çift iken (toplam 6 bacak) larva ve koza içindeki pupada bu sayı değişebilir.
- Vücuda bağlı oldukları kısımdan itibaren segmentler; coxa, trochanter, femur, tibia ve tarsus olup tarsus da ayrıca 5 segmentlidir.
- Tarsusun kaideye büyük parçası basitarsus veya metatarsus olarak da adlandırılır.
- Böceklerin yaşayış şekillerine göre ortaya çıkan bacak tipleri ve ait oldukları böcek grupları şöyledir.
- Dinlenme durumunda tüm bacakların karşılıklı olarak birbirine simetrik bir konumda bulunur. Ön bacak çifti öne doğru, orta ve arka bacak çiftleri ise arkaya doğru uzatılır.
- Bacak segmentlerinin içleri boştur. Segmentler silindirik yapıdadır. Coxa segmenti enine çizgili kaslardan meydana gelir.
- Böceklerde farklı görevleri yerine getirmek için bacaklarda farklılaşmalar meydana gelmiştir. En çok farklılaşmaya uğrayan bacak çiftleri 1. ve 3. bacak çiftleridir.



- Kelebeklerde bacaklar koku duyusunu almak üzere özelleşmiştir. Arılar ve kelebekler ön bacak çifti ile çiçeklerden vücutlarına bulaşan polen ve tozları temizlerler.
- Böceklerin hızlı hareket etmesini, uçuşmasını, kaçmasını, avını yakalamasını sağlayan adaptasyon vücutlarında bulunan çizgili kaslardır.
- Milyonlarca böcek türü arasından 1200 böceğin su üzerinde batmadan yürüyebilmesinin nedeni; su moleküllerinin böceklerin bacaklarındaki kıllara tutularak adhezyonla itici bir kuvvet oluşturmasıdır.

BÖCEKLERDE BACAK TIPLERİ

- **Koşma ve yürüme** için kullanılan bacak tipine Blattodea (hamam böcekleri), Cicindelidae, Carabidae, Cerambicidae (Coleoptera) rastlanır.
- Ön bacakları **kazıcı tipte** gelişmiş olan böceklere ise en iyi örnek *Grylotalpa grylotalpa* (Danaburnu) (Orthoptera)'dır. Mayıs böceklerinin ön bacakları kazıcı tipte olup, arka bacaklarını gübre topunu yuvarlarken adımlarını: sağ-sol-sağ-sol şeklinde hareket ettirirler.
- **Yüzücü bacaklar** ise Hemiptera, bazı Coleoptera, Dytiscidae) görülür. Arka bacak çiftinde fırça adını alan diziler halinde kıllar bulunur. Dev su böceği en iyi örneklerden biridir.
- **Toplayıcı bacak tipi** ise balarılarında (Hymenoptera) bulunur. Bu son tipte tibia ve 1.tarsus segmenti yassılaştırmış ve etrafı özel kıllarla çevrilmiştir. Bu kıllar adeta bir sepet oluştururlar. Arı çiçek tablasında beslenirken, çiçek tozlarını da bu sepetçiğe toplar.
- Ön bacakları **yakalayıcı tipte** gelişmiş böceklere Mantidea, Dictyoptera, Mantispidae (Neuroptera) peygamberdevesi, Nepidae (su akrebi) (Hemiptera) familyalarında rastlanır.
- **Sıçrayıcı (zıplayıcı) bacak** tipine çekirgelerde (Orthoptera) ve bazı Coleoptera'da rastlanır. Pire en iyi örneklerden biridir. Femur çok iyi gelişmiştir.



DUYU ORGANLARI

Böcek duyu organları başlıca vücut duvarında bulunmaktadır ve çoğu mikroskobik büyüklüktedir. Herbir duyu organı genellikle tek bir uyarım tarafından harekete geçirilirler. Böcekler;

- mekaniksel,
- kimyasal,
- işitme,
- görme ve
- diğer bazı tiplerde duyu organlarına sahiptirler.

Mekaniksel Duyu Organları: Bu organlar dokunma, basınç, titreme vb. gibi mekaniksel uyarımları algırlarlar.

Kimyasal duygular tat ve koku almadır. Bu ikisi arasındaki başlıca fark tat alma temas gerektirirken, koku belirli bir mesafeden algılanabilir. Tat alma organları başlıca ağız parçaları üzerinde yer almıştır, fakat bazı böcekler (Örneğin karıncalar, bal arıları ve diğer bazı arılar) anten üzerinde, bazıları (kelebekler, sinekler) ise tarsi üzerinde tat alma organına sahiptirler.

İşitme: Böcekler vücutlarının değişik yerlerindeki işitme organları vasıtasıyla sesleri algırlar. Temelde birbirlerine benzemekle birlikte 4 tip işitme organı vardır. Bunlar; tympanal organ, işitme kılları, Johnston organı ve bazı böceklerin ağız kısmında bulunan özel bir işitme organıdır. Tympanal organ bir çift olarak vücudun değişik yerlerinde bulunur ve ince bir membranla temas halindeki birden

birkaç yüze kadar değişen duyu hücrelerinden ibarettir. Bu tip organlar çekirgelerde, ağustos böceklerinde ve bazı kelebeklerde mevcuttur. İşitme kılları ise birçok kelebek larvasında ve bazı çekirgelerde vardır. Sivrisineklerin antenleri üzerinde yer alan kıllar ses dalgalarıyla titreşir ve antenin ikinci segmentindeki Johnston organının sesi algılamasını sağlarlar.

Görme Duyuları

Böceklerin ışık dalgalarına karşı duyarlılığı, çeşitli duyu organlarının yardımıyla olur. Bunlar;

- Deri Işık Alıcıları
- Noktagöz (Ocellus)
- Tepe nokta göz (Dorsal ocelli)
- Yan Nokta Gözleri (Lateral ocelli)
- Petek veya Bileşikler Gözler (Ommatidia)

1. Deri Işık Alıcıları:

Vücut yüzeyinin, genel olarak, ışığa duyarlı olduğu tespit edilmiş ise de, alıcıların vücudunun nerelerinde bulunduğu bilinmemektedir. Örneğin; **Amerikan hamam böceği**

2. Noktagöz (Basitgöz = Ocellus)

Nokta gözler (Basit göz) küçük ve yuvarlak olup, sadece ışığı ayırt ederler.

a) Tepe Nokta Gözleri (Dorsal Ocelli)

- Başın tepe kısmında bulunan gözlerdir. Tipik olarak, geliştiklerinde bir üçgenin köşeleri durumunda, üç adettir. Görevleri;
- Uçuş sırasında vücudun durumunu düzenlemek,
- Uzak mesafelerdeki cisimleri görmek,
- Gece görmek,
- Işığın yönünü algılamakta yardımcı olmak

b) Yan Nokta Gözler (Lateral Ocelli)

Böcek larvalarında bulunur. Başın iki yanında yer almıştır.

Sayıları değişir; bir türde dahi her zaman aynı olmayabilir. Bu gözlerin, ışık farkını, yönü, hareketi ve kural olarak uzaklığı saptadığı kabul edilir.

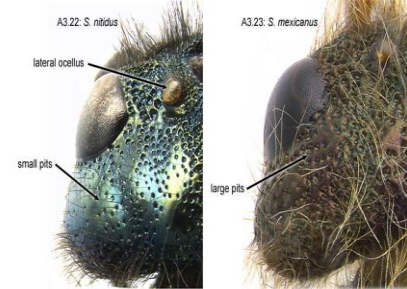
3. Petek Gözler (Bileşik Gözler)

Böceklerde yüzlerce bal peteğinin birleşimi şeklinde görünen birleşik gözler, basit gözlere oranla daha karmaşık ve büyüktür. Böceklerde birleşik gözler her biri ayrı bir reseptör olarak çalışan ommatidia (bir çeşit nokta gözden) dediğimiz yüzlerce lensle kaplı optik birimlerden oluşur. Her ommatidium kendi özel optik sistemine sahiptir. Ommatidium sayısı türlere göre değişmektedir. Birleşik gözde oluşan görüntü, ard arda duran noktaların algılanması şeklinde olup, her nokta bir ommatid tarafından mozaik gibi algılanır. Ommatid sayısı arttıkça görüş keskinliği de artar. Farklı yöne bakan gözlerin her biri görüntünün farklı bir bölümünü üstlenir. Böceklerde ışığa duyarlılık yanında, hareket ve uzaktaki cisimlerin görülmesinde görev alır.

METAMORFOZ

Kelebekler, metamorfoz adı verilen ve dört safhadan oluşan başkalaşım süreci içinde gelişir ve çoğalırlar. Bu başkalaşım sürecindeki safhalar;

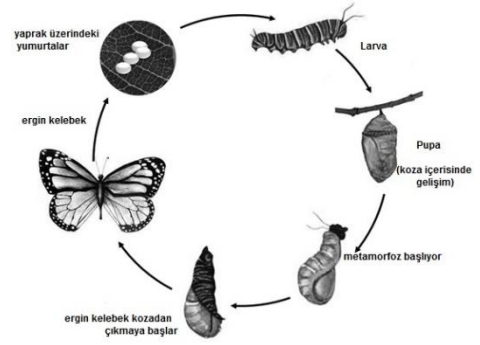
- Yumurta,
- Larva,



- Pupa,

- **Ergin kelebek evreleridir.**

Bu safhalar türe göre 2 ay ile 4 sene arasında değişir. Oysa biz uçan kelekleri tanırız fakat bu gördüğümüz keleklerin en son safhasıdır. Bu yüzden keleklerin kısa ömür süreleri bu ergin safha için geçerlidir.



1. Yumurta Evresi

- Dişi kelebek, yumurtalarını bitkilerin gövde veya yaprakları üzerine bırakır. Boyları 1–2 mm. olan yumurtaların renk ve biçimleri, her kelebek türüne göre değişir.
- Bırakılan yumurta sayısı ise ortalama 40–200 arasındadır. Bu yumurtaları birer birer ve bir bölge içinde aynı türden birçok bitki üzerine bırakır.
- Bir yumurtanın normal koşullarda olgunlaşım çatlama süresi 6–14 gündür.

2. Larva Evresi

- Yumurtalar çatlayınca içlerinden 2-3 mm boyunda tırtıllar çıkar ve böylece kelebeğin larva dönemi başlar.
- Üzerinde buldukları bitkilerin yapraklarını yiyerek beslenir.
- Her kelebek türünün larvası birbirinden farklı biçim ve göz alıcı renklerde dir.
- Keleklerin larva süreleri 3-6 haftadır.

3. Pupa Evresi

- Larva evresini tamamlamış olan tırtıl, bitkiyi terk eder; ağaç gövdeleri, taş aralıkları veya evlerin içlerine girerek emin bir yerde pupa evresine geçer.
- Bazı türleri baş aşağı, bazılarıysa gövdelerinden ince bir ağ iplikle kendilerini bağlayıp dikine olarak tutunurlar. Böylelikle mükemmel bir gizleme sağlanmış olur.
- Pupa süresi 10-15 gündür. Pupa evresinin son 2-3 gününde kabuk şeffaflaşır, kelebeğin renk ve desenleri görülür hale gelir.

4. Kelebek Dönemi

- Yaşam döngüsünün son aşamasında artık yetişkin bir kelebek olmuştur. Kelebek kozadan çıktığında nemli ve buruşuktur. Kozasından aşağı sarkık vaziyette durarak kanatlarına kan pompalar. Kuruyup uçabilmesi için iki saate ihtiyacı vardır.



- Her grup için öğretmen adaylarından tasarlayacakları böcek türünü proje olarak seçmeleri istenmiştir.
- Öğretmen adayları için hazırlanan proje modülleri;

1. Hamamböceği – Yürüyücü koşucu bacak (Tablo 3.12)
2. Danaburnu – Kazıcı bacak (Tablo 3.13)
3. Peygamber Devesi – Yakalayıcı bacak (Tablo 3.14)
4. Balarısı – Toplayıcı bacak (Tablo 3.15)
5. Dev Su Böceği – Yüzücü bacak (Ek 10)
6. Çekirge – Zıplayıcı bacak (Ek 11)



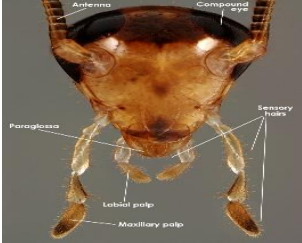

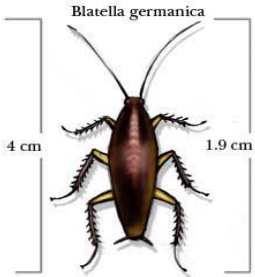
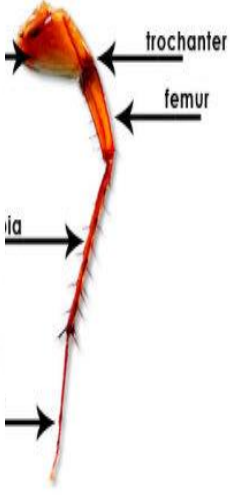


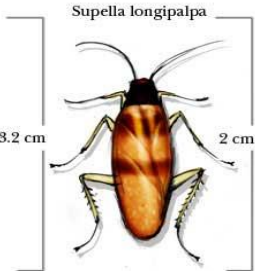
- Öğretmen adayları için hazırlanan proje modülleri seçtikleri projeler ;

1. Hamamböceği – Koşucu yürüyücü bacak (Tablo 3.12)
2. Danaburnu – Kazıcı bacak (Tablo 3.13)
3. Peygamber Devesi – Yakalayıcı bacak (Tablo 3.14)
4. Balarısı – Toplayıcı bacak (Tablo 3.15)

- Projelerde yer alan böceklerin özellikleri ile ilgili bilgiler araştırmacılar tarafından öğretmen adaylarına anlatılmıştır. Proje tasarımlarını gerçekleştirirken; böcek yaşamı ve böceklerin spesifik yapı ve davranışları ile ilgili hangi konulara dikkat etmeleri gerektiği üzerinde durularak, bu konular her tasarım dersinde tekrar hatırlatılmıştır.
- İlk grup; hamam böceğinin altı bacak yapısının da dikenimsi çıkıntılardan oluştuğunu ve bu nedenle hızlı yürüdüğünü öğrenerek, bu yönde bir tasarım ve programlama geliştirmişlerdir.
- İkinci grup; danaburnu böceğinin ön bacaklarının orta ve arka bacaklara göre daha kısa, kalın ve toprağı kazıcı olduğunu öğrendikten sonra, tasarım yaptıkları robotu ve programlanmasını bu özelliklere uygun olarak geliştirmişlerdir.
- Üçüncü grup; peygamberdevesi böceğinin avını yakalamak için ön bacaklarının iç kısımlarının orta ve arka bacaklarına göre dikenimsi çıkıntılardan oluştuğunu öğrendikten sonra, buna göre bir robot tasarımı ve programlama yapmışlardır.
- Dördüncü grup öğretmen adayları ise, araştırmacı tarafından modüller aracılığı ile arının arka bacaklarının ön ve orta bacaklarına göre farklılık göstererek polen ve tozları toplayan keseciğin var olduğunu incelemişlerdir. Buna uygun olarak bir robot tasarımı ve programlama yapmışlardır.

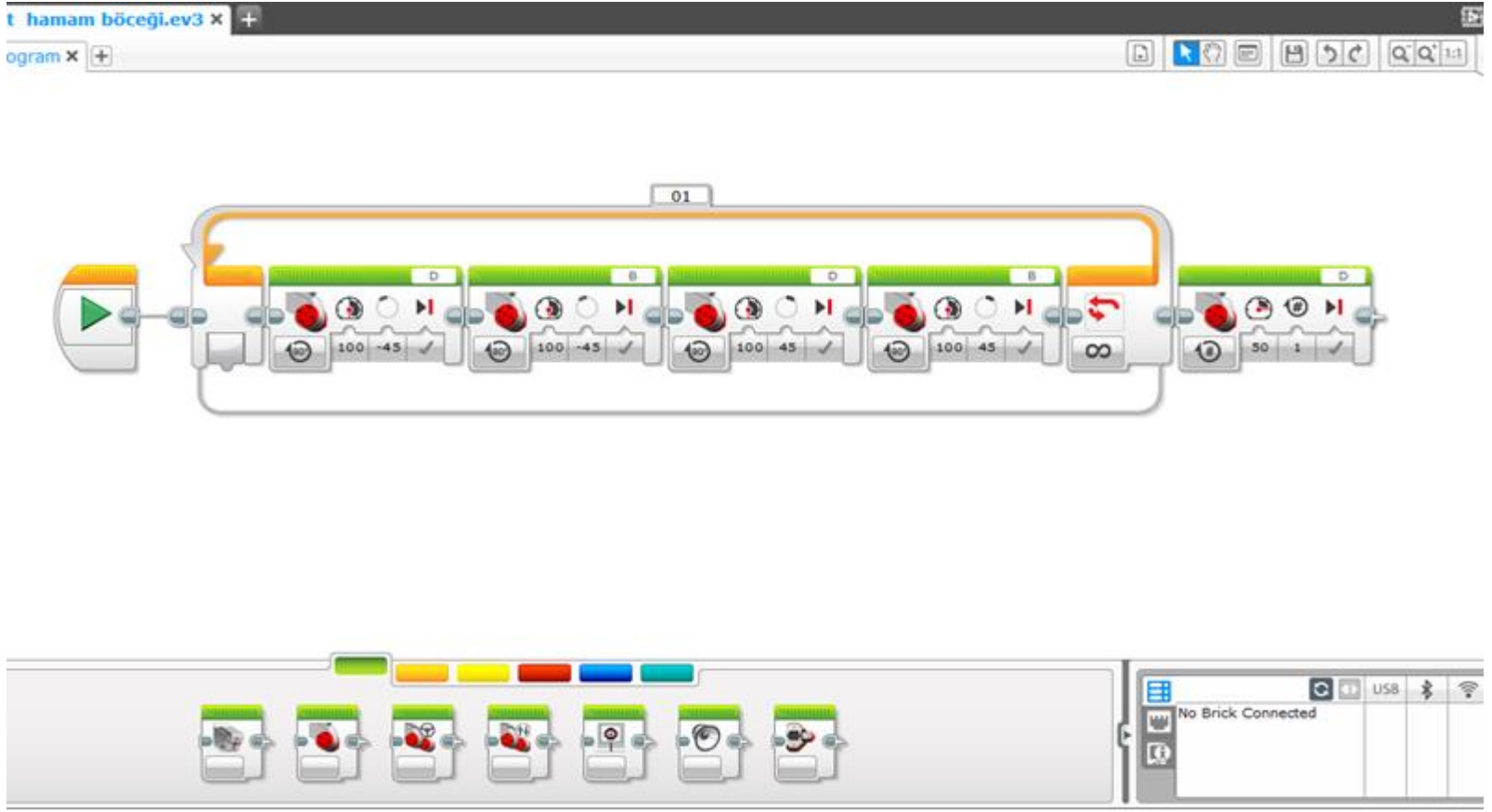
Tablo 3.12.

Hamamböceği Modülü

| | | | |
|--|--|--|---|
|  | <p style="text-align: center;">MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ BÖCEKLER – HAMAMBÖCEĞİ KOŞUCU/YÜRÜYÜCÜ BACAK</p> |  | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Hamamböceklerinin vücut uzunluğu 1.5 cm ile 5 cm arasında değişmektedir. • Genelde toplu koloniler halinde yaşarlar, 15 ay kadar ömrü vardır. • Besin olarak kendilerinden küçük böceklerle beslenebildikleri gibi sebze ve meyvelerle de beslenebilirler. • Genellikle geceleri aktif olan bu böcekler ışığa karşı hassastırlar. • Hamamböcekleri saniyede 80 cm yol katederek bir gecede yaklaşık 4,5 km yol koşabilirler. Bunun nedeni Tibiadaki dikensi çıkıntılarla zemine sıkıca tutunmalarıdır. • Bazı türler, tımaıkları arasında bulunan ve "arolium" adı verilen yastık yapıları sayesinde düz yerlere rahatlıkla tırmanabilirler. | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Koşucu- Yürüyücü Bacak Tipi • Temel bacak tipidir. Bacaktaki bütün bölümler tamdır. Diğer bacak tiplerinde şekil değişiklikleri görülür. • Bütün bacaklarda değişik şekillerde dikenler bulunabilir. • Antenleri çok küçük miktarlardaki nem ve yiyeceği tespit edebilir. • Isırıcı-çığneyici tipteki ağızlarının etrafı, tatma ve koklama almaçlarıyla donatılmıştır. • Nemli, sıcak ve pis yerleri severler kanalizasyon, kazan dairesi, depo, bodrum, toprak altı galerileri ambalaj içleri gibi yerleri istila ederler. • Karınlarının arka tarafına uzanan duyarğaları çok hafif hava akımlarına bile duyarlıdır; öyle ki, potansiyel bir tehlikeden saniyenin binde 54'ü gibi bir zamanda kaçmaya başlayabilirler. • Bazı türleri kanatlıdır, fakat uçmaktan ziyade yürümeyi tercih ederler. | | | |
|  | <p style="text-align: center;">Periplaneta americana</p>  | <p style="text-align: center;">Blatella germanica</p>  |  |
|  | <p style="text-align: center;">Blatta orientalis</p>  | <p style="text-align: center;">Supella longipalpa</p>  | |



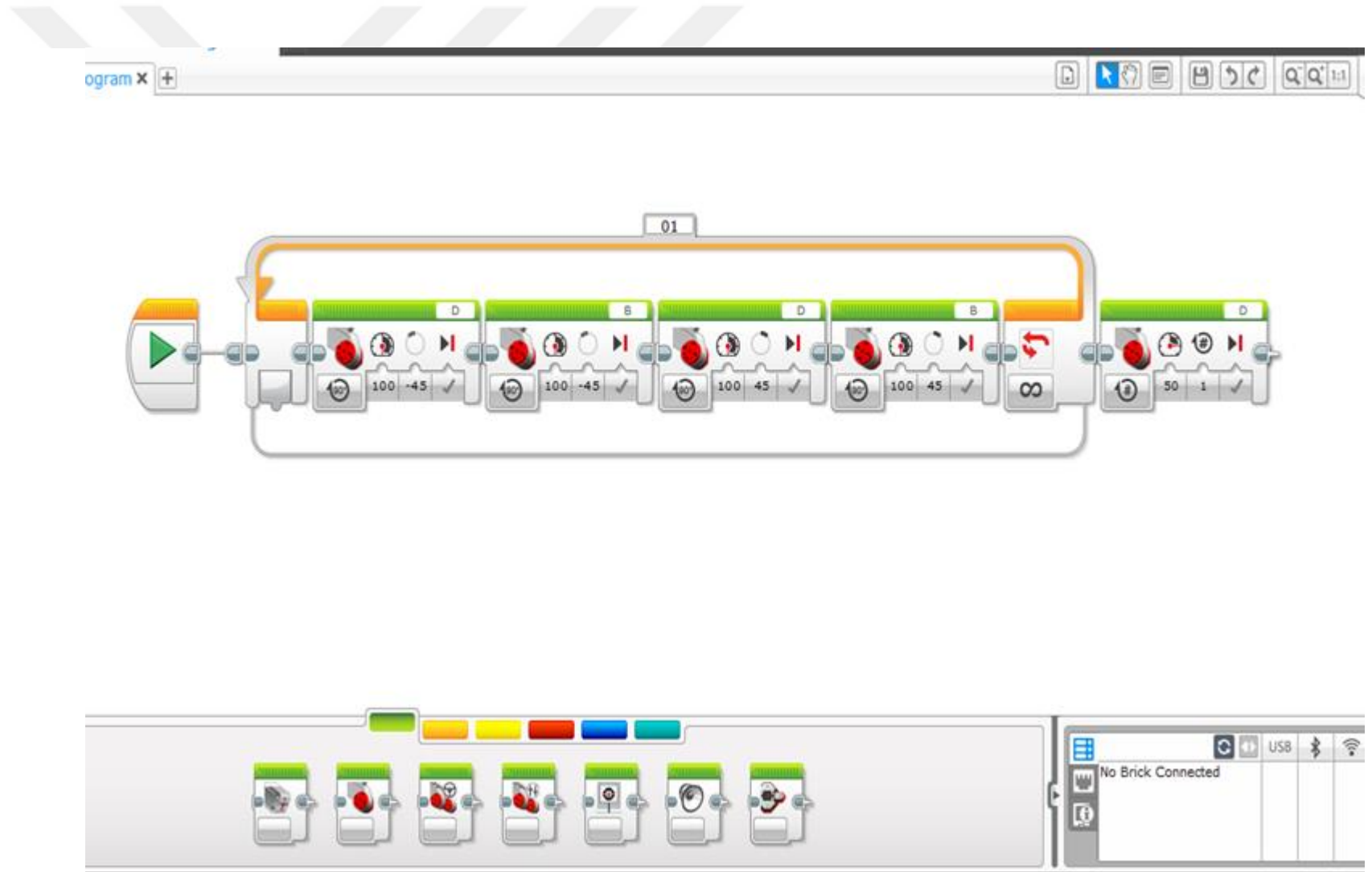
Şekil 3.5. Hamamböceği robot tasarımı – koşucu/yürüyücü bacak



Şekil 3.6. Hamamböceği akış şeması – koşucu yürüyücü bacak



Şekil 3.7. Danaburnu robot tasarımı – kazıcı ayak

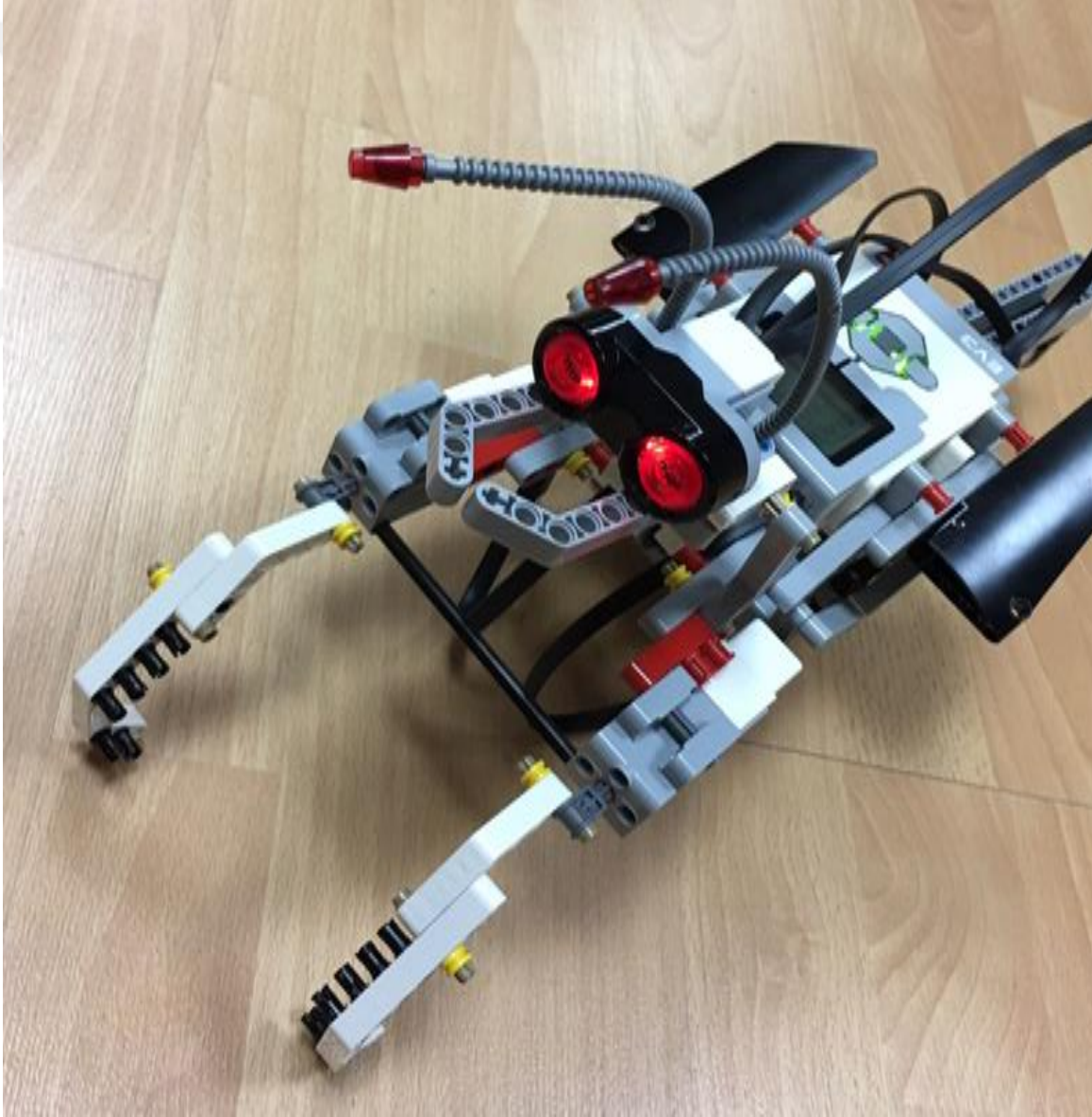


Resim 3.8. Danaburnu akış şeması – kazıcı bacak

Tablo 3.14.

Peygamberdevesi modülü

| | | |
|---|---|--|
|  | <p>MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ BÖCEKLER-PEYGAMBERDEVESİ YAKALAYICI BACAK</p> |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Peygamber Böceği, diğer bilinen adı peygamberdevesi, genellikle sarımtırak ya da yeşil renkli, uzun bir gövdeye sahip, başı her tarafa rahatlıkla oynayarak hareket edebilen, oldukça iri gözlere sahip bir böcek türüdür. • Genellikle yaprakların arasında kendini tam bir profesyonel olarak saklar ve avını bu şekilde bekler kendisini hiç bir şekilde göstermez. • En önemli özelliği ön göğüs bölümünün çok uzun olmasıdır. • Üçgen bir kafa yapıları vardır. Kafasının iki yanınında iki adet petek göz, üstünde ise 2 adet basit göz bulunmaktadır. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ağız yapıları çok kuvvetli olup kesici- çiğneyici ağız tipine sahiptirler. • Bu böceğin özelliği durduğu yerden hiç hareket etmesine gerek kalmadan alt ve üst bacakları ile sinekleri yakalar ve olduğu yerde yavaş bir biçimde avını tüketir. • Peygamber böceği çoğunlukla güneşli ve yarı aydınlık olan yerleri tercih etmektedir. • Peygamberdevesi, genellikle kendinden küçük olan karınca, sinek, hamam böceği gibi böceklerle beslenebilmektedir. | <p>Yakalayıcı Bacak (Birinci çift bacakların değişmesi sonucu oluşan bacak tipi)</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Peygamber develerinde (Mantidae) görülen bacak tipidir. • Peygamber develerinde toplam 3 ayak çifti bulunmaktadır. Bu bacakların ilk çifti yani ön bacakları avlanma için olup diğer iki çifti ise yürümek için kullanılmaktadır. • Ön bacaklarının iç kısımları biri dikenli iki uzun parçası kıvrıldığında avlarını yakalayıp parçalayan bir kıskaç döndürür. |  |  |
|  |  | |





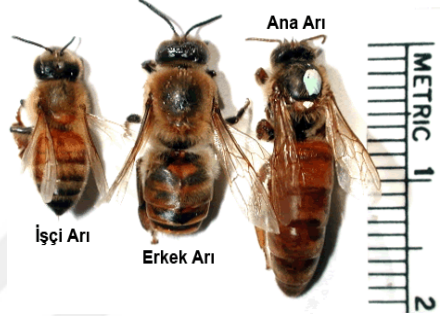
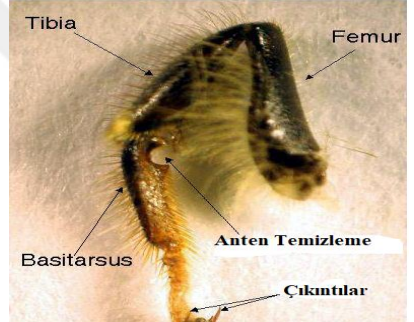


Şekil 3.9. Peygamberdevesi tasarımı - yakalayıcı bacak



Şekil 3.10. Peygamberdevesi akış şeması – yakalayıcı bacak

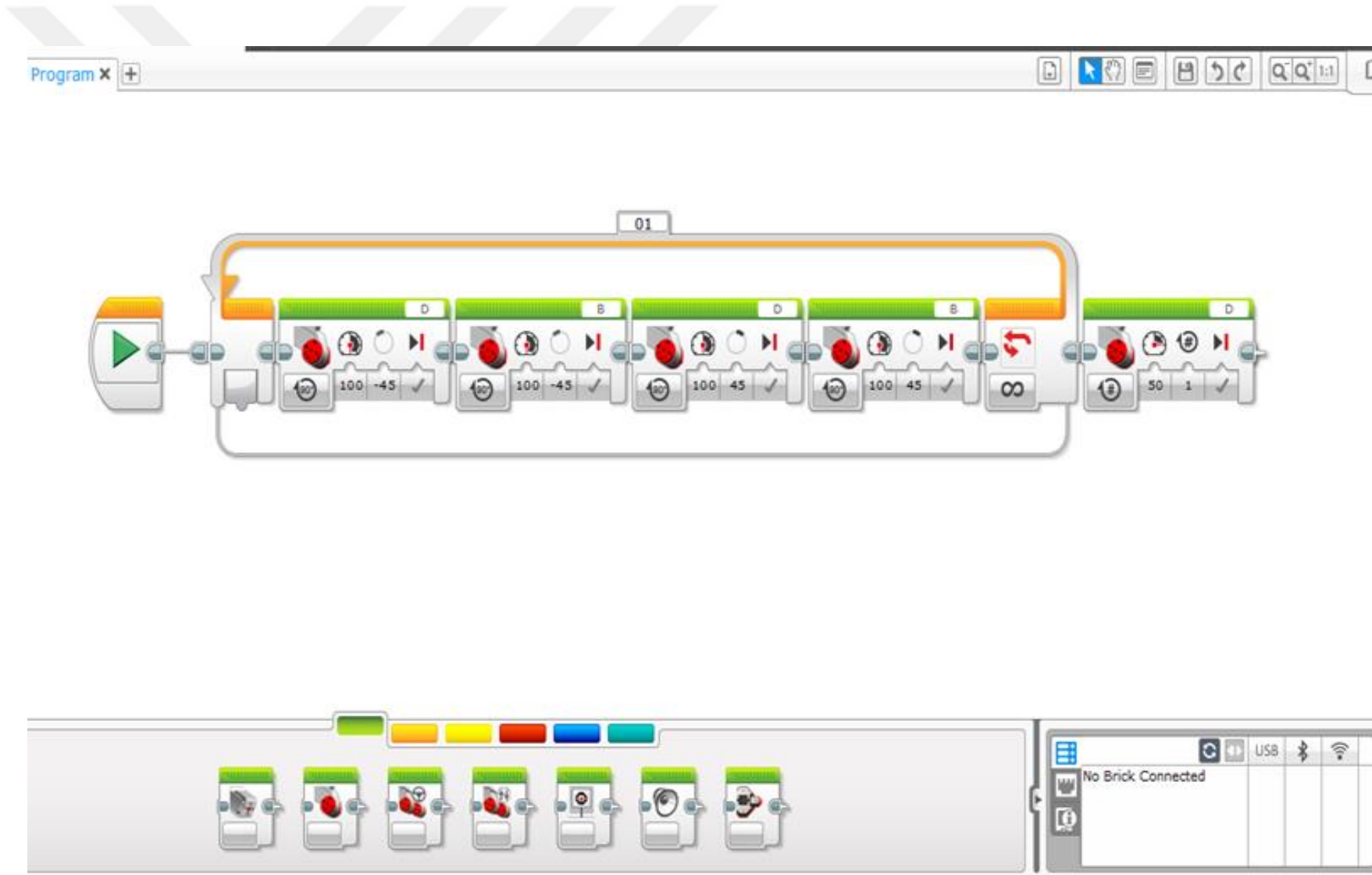
Tablo 3.15.

Arı modülü

| | | |
|--|--|---|
|  | <p>MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ BÖCEKLER-BALARISI TOPLAYICI BACAK</p> |  |
| <ul style="list-style-type: none"> • Arının başının iki yanında duyargaları vardır. Bunlar koku almaya, dokunmaya yararlar. • Başın iki yanında ayrıca iki petek göz vardır. Bunların her biri 7000 kadar küçük gözden meydana gelmiştir. Bunlardan başka, arının ayrıca, alnının ortasında da üç gözü daha vardır. Bunlar ise tepe nokta gözdür. • Arının ağız yapısı yalayıcı- emici tiptedir. • Arının göğsü üç halkadan meydana gelmiştir. Her halkada bir çift ayak bulunur. İkinci, üçüncü halkalarda birer çift de kanat vardır. • Vücutları kitinle kaplıdır. |  <p>İşçi Arı Erkek Arı Ana Arı</p> | |
| <p>TOPLAYICI AYAK (Üçüncü Çift Bacakların Değişmesi Sonucu Oluşan Bacak Tipleri)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Polen toplayan arılarda görülür. • Bacak boyunca fırça benzeri tüyler bulunur. Polenler, bu tüyler yardımıyla toplanır, alt bacağın üst kısmında bulunan bir polen sepetine aktarılır. • Balarılarının (Hymenoptera) işçilerinde görülen bacak tipidir. • Balarılarları çiçeklerden vücutlarına bulaşan polen ve tozları ön bacak çifti ile temizlerler. • Tibia' nın dış kısmı uzun kıllarla çevrilerek, bacakta bir polen sepetçiği meydana gelmiştir. |  |
|  |  | |



Şekil 3.11. Arı tasarımı – toplayıcı bacak



Şekil 3.12. Arı akış şeması – yakalayıcı bacak



Şekil 3.13. Deney grubunda böcek robot tasarımı yapan öğrenciler

3.5.5. Son Testlerin Uygulanması

Deney ve Kontrol gruplarına eş zamanlı olarak ERT, BSB ve MTV son testler olarak uygulanmıştır.

3.6. Veri Çözümleme Teknikleri

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

1. Ölçeklerin ve testlerin geçerlik güvenilirliklerinin hesaplanmasında KR-20, İki-Yarı Güvenirlik 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. Grup ortalamalarının 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 Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.
4. Grupların 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.

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

Verilerin elde edildiği grubun 30'den az olduğu veri setleri için Shapiro-Wilk testi, 30'den büyük olduğu veri setleri için ise Kolmogorov-Smirnov testi ile öncelikle verilerin normal dağılımına uygunluğu test edilmiş ve alınan sonuçlara göre uygun testlerle alt problemler analiz edilmiştir (Ak, 2008).

Tablo 4.1.

Verilerin Dağılımlarının Normallik Testi Sonuçları

| Normallik testi | Kolmogorov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------|--------------------|----|-------------|--------------|----|-------------|
| | İstatistik | Sd | p | İstatistik | Sd | p |
| ERT-Ön-test | .174 | 42 | .003 | .917 | 42 | .005 |
| ERT-Son-test | .168 | 42 | .004 | .914 | 42 | .004 |
| BSB-Ön-test | .148 | 42 | .021 | .947 | 42 | <u>.052</u> |
| BSB-Son-test | .132 | 42 | <u>.065</u> | .969 | 42 | <u>.294</u> |
| MTV-Ön-test | .135 | 42 | .200 | .959 | 42 | .140 |
| MTV-Son-test | .110 | 42 | <u>.200</u> | .967 | 42 | <u>.253</u> |

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

ERT; ön-test ve son-test verilerinin normallik testi sonucunda normal dağılımdan sapma gösterdiği ($p_{\text{ön-test}}= 0.005$, $p_{\text{son-test}}= 0.004 < \alpha=0.05$, $SD=42$) için non-parametrik testlerin,

BSB; ön-test ve son test verilerinin normallik testi sonucunda normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği ($p_{\text{ön-test}}= 0.052$, $< \alpha=0.05$, $p_{\text{son-test}}= 0.294 > \alpha=0.05$, $SD=42$) için parametrik testlerin,

MTV; ön-test ve son-test verilerinin normallik testi sonucunda normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği ($p_{\text{ön-test}}= 0.053$, $p_{\text{son-test}}= 0.240 > \alpha=0.05$, $SD=42$) için parametrik testlerin kullanılmasının daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “akademik başarıları” üzerine etkileri nelerdir?

Tablo 4.2.

Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuçları

| Deney | N | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | Z | P | Önem denetimi |
|------------------|----|-----------------|--------------|--------|------|---------------|
| Ön test-Son test | | | | | | |
| Negatif sıralar | 1 | 1.00 | 1.00 | -4.349 | .000 | Fark önemli |
| Pozitif sıralar | 24 | 13.50 | 324.00 | | | |
| Eşit | - | - | - | | | |

Tablo 4.2.’den de görüldüğü üzere, deney grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($z=-4.349$, $p<0.001$). Robotik FeTeMM uygulamalarının, akademik başarıyı $p<0.001$ seviyesinde çok yüksek bir oranda arttırdığı ve sınıf içi öğrenmeleri desteklediği görülmektedir.

Tablo 4.3.

Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

| Kontrol Ön test-Son test | N | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | Z | p | Önem denetimi |
|--------------------------------|----|-----------------|-----------------|--------|------|------------------|
| Negatif sıralar | 12 | 8.79 | 105.50 | -1.945 | .050 | Fark önemli |
| Pozitif sıralar | 4 | 7.63 | 30.50 | | | |
| Eşit | 1 | - | - | | | |

Tablo 4.3.'den de görüldüğü üzere, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($z=-4.349$, $p<0.05$). Kontrol grubunda gerçekleştirilen etkinliklerin akademik başarıyı arttırdığı ancak bu artışın deney grubundaki artıştan daha düşük olduğu görülmektedir.

4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “akademik başarıları” üzerine etkileri anlamlı farklılık göstermekte midir?

Tablo 4.4.

Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının ERT Ön-Test Puanlarına göre elde edilen Mann Whitney U- Testi Sonuçları

| Grup | N | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U | p | Önem denetimi |
|---------|----|--------------------|--------------|--------|------|------------------|
| Deney | 25 | 22.90 | 572.50 | 177.50 | .367 | fark önemsiz |
| Kontrol | 17 | 19.44 | 330.50 | | | |

Tablo 4.4.'den de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı ön test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($U=177.5$, $p<0.05$). Seçkisiz örneklem olarak atanan deney ve kontrol gruplarının, deneysel uygulama öncesi ön bilgi düzeylerinin aynı yakın seviyede olduğu

görülmektedir.

Tablo 4.5.

Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının ERT Son-Test Puanlarına göre elde edilen Mann Whitney U- Testi Sonuçları

| Grup | N | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U | p | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|--------|------|---------------|
| Deney | 25 | 29.46 | 729.00 | 21.000 | .000 | Fark önemli |
| Kontrol | 17 | 10.24 | 174.00 | | | |

Tablo 4.5.'den de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir ($U=177.5$, $p<0.05$). Bu bulgulara göre robotik FeTeMM uygulamalarının yapıldığı deney grubunun kontrol grubundan daha başarılı olduğu görülmektedir. Robotik FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının başarılarını arttırdığı ve öğrenmede olumlu etkilerinin olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma başlangıcında deney ve kontrol grupları arasında bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan Mann Whitney U testi sonuçları grupların bilgi düzeyi bakımından denk olduğunu göstermişti. Her iki grupta yürütülen uygulamaların öğrencilerin akademik başarıları üzerinde bir ilerleme sağladığı yapılan Mann Whitney U testi sonuçlarında ortaya çıkmıştır. Grupların son test puanları arasında bir fark olup olmadığı ve varsa bu farkın; ön testler arasındaki farktan değil de gerçekten deneysel koşullardan kaynaklanıp kaynaklanmadığını söyleyebilmek için öğrencilerin son test puanlarına, ön test puanları “ortak değişken” alınarak ANCOVA (tek faktörlü kovaryans analizi) analizi yapılmıştır. Yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6.

ERT Son Test Puanlarına göre Yapılan ANCOVA Sonuçları

| Değişken ve kaynak | Kareler toplamı | Sd | Kareler ortalaması | F ₍₁₋₃₈₎ | Anlamlılık düzeyi | η^2 |
|--------------------|-----------------|----|--------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Kovaryans | 135.65 | 1 | 135.65 | 6.75 | 0.013 | 0.15 |
| ERT ön-test | 178.24 | 1 | 178.24 | 8.87 | 0.005 | 0.18 |
| Gruplar | 192.22 | 1 | 192.22 | 9.56 | 0.004 | 0.20 |
| Ön-test*gruplar | 19.36 | 1 | 19.36 | 0.96 | 0.332 | 0.025 |
| Hata | 763.41 | 38 | 20.09 | | | |
| Toplam | 14614.00 | 42 | | | | |

Tablo 4.6’da görülen ANCOVA sonuçlarına göre; robotik FeTeMM uygulamalarının yapıldığı deney grubu ile kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön test puanları kovaryans olarak alındığında son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(1-38)} = 6.75$ $p < 0.05$). Başka bir anlatımla, son testlerdeki farklılaşmanın ön-test puanlarından bağımsız olarak, uygulanan yöntemlerden kaynaklandığı söylenebilir. Grupların ön test puanlarından elde edilen U testi sonuçları arasındaki farkın anlamlı olduğunu ortaya koymuştu ($\bar{x}_{deney} = 22.90 > \bar{x}_{kontrol} = 19.44$). Ancak kovaryans analizi ile son testlerdeki anlamlı farkın ön testler arasındaki 3.46 puanlık farktan etkilenmediği daha belirgin bir şekilde ortaya konulmuştur.

4.4. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “bilimsel süreç becerileri” üzerine etkileri nelerdir?

Tablo 4.7.

Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının BSB Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

| Grup | N | \bar{x} | Ss | Sd | t değeri | Önem denetimi |
|-------|----|-----------|------|----|----------|---------------|
| Deney | 25 | 7.20 | 2.61 | 24 | -3.80 | Fark önemli |
| Deney | 25 | 9.80 | 3.04 | | | |

Tablo 4.7.'den de görüldüğü üzere, deney grubundaki öğretmen adaylarının BSB testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($sd=24$, $t=-3.80$, $tt=2.80$ $p<0.001$). Robotik FeTeMM uygulamalarının, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin; hipotez kurma, veri toplama, model oluşturma, deney yapma (tasarım yapma), değişkenleri değiştirme ve kontrol etme ile çıkarımda bulunma becerilerinin $p<0.001$ seviyesinde çok yüksek bir oranda arttırdığı ve sınıf içi öğrenmeleri desteklediği görülmektedir.

Tablo 4.8.

Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının BSB Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

| Grup | N | \bar{x} | Ss | sd | t değeri | Önem denetimi |
|---------|----|-----------|------|----|----------|---------------|
| Kontrol | 17 | 6.94 | 2.72 | 16 | 0.22 | Fark önemsiz |
| Kontrol | 17 | 6.70 | 3.80 | | | |

Tablo 4.8.'den de görüldüğü üzere, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının BSB testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($sd=16$, $t=0.22$, $tt=2.92$ $p<0.05$). Kontrol grubunda uygulanan yöntemlerin, öğretmen adaylarının ölçülen bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olamadığı anlaşılmaktadır.

4.5. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “bilimsel süreç becerileri” üzerine etkileri anlamlı farklılık göstermekte midir?

Tablo 4.9.

Grupların BSB Ön-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

| Grup | N | \bar{x} | Ss | Sd | t değeri | Önem denetimi |
|---------|----|-----------|------|----|----------|---------------|
| Deney | 25 | 7,20 | 2.61 | 40 | 0.31 | Fark önemsiz |
| Kontrol | 17 | 6,94 | 2.72 | | | |

Tablo 4.9.'dan da görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının BSB testinden aldığı ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (sd=40, $t = 0.31$, $t_t = 2.70$ $p < 0.05$). Deneysel uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarının BSB ile ölçülen bilimsel süreç becerilerinin denk olduğu söylenebilir.

Tablo 4.10.

Grupların BSB Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

| Grup | n | \bar{x} | Ss | Sd | t değeri | Önem denetimi |
|---------|----|-----------|------|----|----------|---------------|
| Deney | 25 | 9.80 | 3.04 | 40 | 2.92 | Fark önemli |
| Kontrol | 17 | 6.70 | 3.80 | | | |

Tablo 4.10.'dan da görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının BSB testinden aldığı son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (sd=40, $t = 2.92$, $t_t = 2.70$ $p < 0.05$). Deneysel uygulama sonrası deney ve kontrol gruplarının BSB ile ölçülen bilimsel süreç becerilerinin aynı oranda gelişmediği, robotik FeTeMM uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini daha olumlu etkilediği anlaşılmaktadır.

4.6. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “dersle yönelik motivasyonları” üzerine etkileri nelerdir?

Tablo 4.11.

Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının MTV Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

| Grup | N | \bar{x} | Ss | Sd | t değeri | Önem denetimi |
|----------------|----|-----------|-------|----|----------|---------------|
| Deney-Ön Test | 25 | 130.60 | 13.71 | 24 | -2.91 | Fark önemli |
| Deney-Son Test | 25 | 137.04 | 13.26 | | | |

Tablo 4.11.'den de görüldüğü üzere, deney grubundaki öğretmen adaylarının MTV

testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (sd=24, t= -2.91, tt= 2.79 p<0.05). Robotik FeTeMM uygulamalarının, öğretmen adaylarının derse yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

Tablo 4.12.

Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının MTV Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

| Grup | N | \bar{x} | Ss | Sd | t değeri | Önem denetimi |
|-----------------|----|-----------|-------|----|----------|---------------|
| Kontrol-ön test | 17 | 122.18 | 13.99 | 16 | 0.12 | Fark |
| Kontrol-son tst | 17 | 121.82 | 16.43 | | | önemsiz |

Tablo 4.12.'den de görüldüğü üzere, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının MTV testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (sd=16, t= 0.12, tt= 2.92 p<0.05). Kontrol grubunda uygulanan yöntemlerin, öğretmen adaylarının derse yönelik motivasyonlarına herhangi bir etkide bulunmadığı anlaşılmaktadır.

4.7. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Derse Yönelik Motivasyonları” üzerine etkileri anlamlı farklılık göstermekte midir?

Tablo 4.13.

Gruplardaki Öğretmen Adaylarının MTV Ön-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

| Grup | n | \bar{x} | Ss | Sd | t değeri | Önem denetimi |
|-------------------|----|-----------|-------|----|----------|---------------|
| Deney- Ön Test | 25 | 130.60 | 13.71 | 40 | 1.93 | Fark |
| Kontrol – Ön Test | 17 | 122.18 | 13.98 | | | önemsiz |

Tablo 4.13.'den de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının MTV testinden aldığı ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (sd=40, t= 1.93, tt= 2.70 p<0.05). Deneysel uygulama öncesi deney ve kontrol

gruplarının MTV ile ölçülen derse yönelik motivasyonlarının denk olduğu söylenebilir.

Tablo 4.14.

Grupların MTV Son-Test Puanlarına göre elde edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

| Grup | n | \bar{x} | Ss | Sd | t değeri | Önem denetimi |
|--------------------|----|-----------|-------|----|----------|---------------|
| Deney- Son Test | 25 | 137.04 | 13.26 | 40 | 3.31 | Fark önemsiz |
| Kontrol - Son Test | 17 | 121.82 | 16.42 | | | |

Tablo 4.14.'den de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının MTV testinden aldığı son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (sd=40, t= 3.31, tt= 3.55 p<0.001). Ancak, deneysel uygulama sonrası deney ve kontrol gruplarının MTV ile ölçülen derse yönelik motivasyonlarının aynı oranda gelişmediği, robotik FeTeMM uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğretmen adaylarının MTV'ye daha fazla katkı sağladığı anlaşılmaktadır.

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, LEGO Mindstorms EV3 eğitsel setleri ile çalışan deney grubu öğrencilerinin akademik başarı düzeyleri yükselmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Robotik FeTeMM uygulamalarının, akademik başarıyı yüksek bir oranda arttırdığı ve sınıf içi öğrenmeleri desteklediği görülmektedir.

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Kontrol grubunda gerçekleştirilen etkinliklerin akademik başarıyı arttırdığı ancak bu artışın deney grubundaki artıştan daha yüksek olmadığı görülmektedir.

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı ön test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Seçkisiz örneklem olarak atanan deney ve kontrol gruplarının, deneysel uygulama öncesi ön bilgi düzeylerinin yakın seviyede olduğu görülmektedir.

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ERT testinden aldığı son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.5). Bu bulgulara göre robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilimleri öğretiminde daha başarılı olduğu görülmektedir. Robotik FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının başarılarını arttırdığı ve öğrenmede olumlu etkilerinin olduğu anlaşılmaktadır.

İlgili alanyazını incelendiğinde araştırmancın bulgularını destekleyen araştırmalar bulunmaktadır;

Barak ve Zadok (2009) fen öğretiminde kullanmış oldukları robot kitlerinin teknolojide yer alan en önemli kavramların öğretilmesinde faydalı olduğunu açıklamışlardır. Sartori, Burlin, Casonato, Costantini, Cozzarolo, Marcato, Matteazzi, Scardanzan, Vecchia, Vettor ve Zamperini (2012), Ingenium projesi bağlamında, lise ve üniversite çağındaki öğrenciler ile laboratuvarında robotik FeTeMM'in öğrenme süreçlerine etkilerini araştırmışlardır. Robotik FeTeMM'in laboratuvar öğretim süreçlerine olumlu katkıda bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Kirchner ve Geihs (2012) INFOESCUELA adı verilen Peru Milli Eğitim Bakanlığının desteklediği bir çalışma kapsamında robotik FeTeMM laboratuvarı kurmuşlar ve öğrencilerin eğitsel kitler ile yaptıkları tasarımları incelemişlerdir. İnceleme süreci 3 yıl sürmüş ve robotiğin öğretimde daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Lindh ve Holgersson (2007), robotik FeTeMM'de problem çözme becerileri yüksek olan öğrencilerin eğitsel robotik kitlerle ilgili bir eğitim almaları durumunda ileriki yıllarda akademik başarılarının arttığını söylemişlerdir.

Deney grubundaki öğretmen adaylarının BSB testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7). Robotik FeTeMM uygulamalarının, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini desteklediği anlaşılmaktadır.

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının BSB testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.8). Kontrol grubunda öğretim programı kapsamında gerçekleştirilen etkinliklerin, BSB ile ölçülen bilimsel süreç becerileri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının BSB testinden aldığı ön test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Deneysel uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarının BSB ile ölçülen bilimsel süreç becerilerinin denk olduğu sonucuna varılmıştır.

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının BSB testinden aldığı son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10). Deneysel uygulama sonrası deney ve kontrol gruplarının BSB ile ölçülen bilimsel süreç becerilerinin aynı oranda gelişmediği, robotik FeTeMM uygulamalarının yapıldığı

deney grubu öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin daha olumlu etkilendiği anlaşılmaktadır. Buna göre; öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde robotik çalışmalarının daha etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Alanyazınına bakıldığında da benzer sonuçlara rastlanılmaktadır; Cameron (2005) fen dersindeki laboratuvar etkinliklerini LEGO Mindstorms eğitsel robotik setlerini kullanarak tamamlamıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin motivasyonlarının ve “fen ve teknoloji kulübü”ne katılma isteklerinin arttığı belirlenmiştir. LEGO’larla yapılan bir diğer çalışmada, Çayır (2010) tarafından 8. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin benlik algılarına etkilerinin araştırıldığı bir çalışmadır. Bu çalışmada, LEGO’larla çalışan öğrencilerin motivasyonlarının artarak, benlik algılarının geliştiği belirlenmiştir. Costa ve Fernandes (2005) “*Robots at School: The Eurobotice Project*” adlı projede; 12 ile 14 yaşları arasındaki 300 öğrenci ile temel robotik uygulamalarını kullanarak uzay bilimi ve uzay keşfi konularını çalışmışlardır. Uzay robotu tasarlama yarışması ile öğrencilerin bir uzay keşfi sırasında karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelmeleri beklenmiştir. Araştırma, robotik uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini ortaya çıkarmıştır. Ma, Lai, Prejean, Ford ve Williams (2007) robotik aktivitelerin, ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu söylemişlerdir. Turner ve Hill (2006) robotik kitlerin problem çözme becerilerini daha fazla geliştirdiğini gözlemlemişlerdir.

Deney grubundaki öğretmen adaylarının MTV testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.11). Robotik FeTeMM uygulamalarının, öğretmen adaylarının derse yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği görülmektedir.

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının MTV testinden aldığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Kontrol grubunda uygulanan yöntemlerin, öğretmen adaylarının derse yönelik MTV ile ölçülen motivasyonları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının MTV testinden aldığı ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.13). Deneysel uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarının MTV ile ölçülen derse yönelik motivasyonlarının denk olduğu görülmektedir.

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının MTV testinden aldığı son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.14). Ancak, deneysel uygulama sonrası deney ve kontrol gruplarının MTV ile ölçülen derse yönelik motivasyonlarının aynı oranda gelişmediği, robotik FeTeMM uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğretmen adaylarının motivasyonlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bonaccorso D'Arrigo, Muscato, Napoli ve Vassallo (2012), robotik ve kodlama kurslarına katılan öğrencilerin liseyi bitirdikten hemen sonra üniversitenin robotik ve kodlama programlarını içeren bölümleri seçtikleri, üniversite bittikten sonra ise robotik ve kodlama alanında çalışmalar yapan şirketlerde görev aldıklarını söylemişlerdir. Bu sonuçlar dikkate alındığında; öğrencilerin robotik FeTeMM alanında çalışmaya hevesli olmaları ve meslek seçimlerinde robotik FeTeMM'in etkili olduğu görülmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre, LEGO Mindstorms EV3'e dayalı FeTeMM ortamında çalışan deney grubu öğretmen adayları, kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre öğrenme süreçleri, derse ilgi ve motivasyon ile problem çözme becerilerinin gelişmesi anlamında daha olumlu etkilenmişlerdir. Öğretmen adayları ilk kez karşılaştıkları kitler sayesinde daha verimli bir öğrenme ortamında zevkle çalışma fırsatı bulmuşlardır. Günümüzün popüler eğitim teknolojilerinden biri olan robotik ve programlama konularına yüksek bir ilgi göstermişler ve oldukça istekli çalışmışlardır.

5.2. Öneriler

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

- Robotik FeTeMM uygulamalarında; tablet ve/veya dizüstü bilgisayarların etkili kullanılabilmesi ve geliştirilen robotların yürütülebilmesi için geniş yüzeyli masaların bulunduğu ve/veya geniş alanların bulunduğu derslikler veya salonlar kullanılmalıdır.
- Robotik FeTeMM uygulamaları için masa, zemin, elektriksel donanım, robotik kitlerin ve tasarımların saklanacağı dolaplar vb. altyapısı tamamlanmış FeTeMM dersliklerinin veya laboratuvarlarının kurulması gerekmektedir.

- Her eğitim fakültesinde bir robotik laboratuvarı bulunmalı ve robotik FeTeMM yaklaşımına dayalı dersler, buradaki zengin materyallerle desteklenmiş etkinlikler dahilinde yürütülmelidir.
- 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.
- Robotik uygulamalar, ekonomik değeri yüksek kitler, donanımlar, robotlar ve robotik kitler ile çalışmayı gerektirmektedir. Bu nedenle, robotik tabanlı eğitim araştırmaları ekonomik anlamda daha çok desteklenmeli ve bu doğrultuda yeni proje destek programları oluşturulmalıdır.
- Robotik FeTeMM’in problem çözme becerisi, sistemleri anlama becerisi, programlama becerisi, grupta etkileşim ve bireysel öğrenme, teknolojiyi kullanma ve motivasyon gibi öğrenme ürünleri üzerine etkisi de araştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Ak, B. (2008). Verilerin Düzenlenmesi ve Gösterimi. Kalaycı, Şeref (Yayına Hazırlayan) SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri içinde (ss. 3-47). Ankara: Asil Yayın Dağıtım
- Akaygün, S., Aslan-Tutak, F., Bayazıt, N., Demir, K., & Kesner, J. E. (2015). Kısaca FeTeMM eğitimi: Öğretmenler ve öğrencileri için iki günlük çalıştay. 2. *In International Conference on New Trends in Education*, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- 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>
- Akkoyunlu, B. (2002). Educational technology in Turkey: past, present and future. *Educational Media International*, 39(2), 165-174. doi: 10.1080/09523980210155352.
- Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine-Philadelphia*, 68, 52-52. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Mark_Albanese/publication/14751207_Problem-based-learning._A_review_of_literature_on_its_outcomes_and_implementation_issues/links/560003a408aeba1d9f844a82/Problem-based-learning-A-review-of-literature-on-its-outcomes-and-implementation-issues.pdf
- Alimisis, D., Moro, M., Arlegui, J., Pina, A., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2007). Robotics & constructivism in education: The TERECoP project. *In EuroLogo*, 40, 19-24.
- 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>
- Altan, E. B., Yamak, H., ve Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi Uygulamaları: tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2). Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/222656>
- Álvarez, A., & Larrañaga, M. (2016). Experiences incorporating LEGO mindstorms robots in the basic programming syllabus: lessons learned. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 81(1), 117-129. doi: 10.1007/s10846-015-0202-6
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of science education and technology*, 17(5), 454-465. doi: 10.1007/s10956-008-9114-6
- Aral, N. (2007). Anaokulu ve anasınıfı öğretmenlerinin bilgisayara yönelik tutumlarının incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(19). Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/esosder/article/viewFile/5000068047/5000063111>
- Arslan, A. (2006). Bilgisayar destekli eğitim yapmaya ilişkin 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>

- Atmatzidou, S., Markelis, I., & Dimitriadis, S. (2008). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. *In: Workshop Proceedings of Simpar 2008 Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*, 22-30. Doi 10.1.1.331.3523
- Aydın, M. (2017). Lego robotik uygulamaları ile STEM eğitimi. *Pegem Atıf İndeksi*, 369-387.
- 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
- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve öğretenler için bilgisayar destekli matematik*. Ceren Yayın Dağıtım.
- Baki, A. (2006). Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi. Derya Kitabevi.
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307.
- 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.
- Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 60-69. Erişim adresi <https://ated.info.tr/index.php/ated/article/download/39/39>
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads*, 2(1), 48-54. doi: 10.1145/1929887.1929905
- 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
- Başdaş, E. (2007). *İlköğretim fen eğitiminde basit malzemelerle yapılan fen aktivitelerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve motivasyona etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans), CBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Beane, J. (2016). *Curriculum integration: Designing the core of democratic education*. New York, NY: Teachers College Press.
- Beane, J. A. (1995). Curriculum integration and the disciplines of knowledge. *The Phi Delta Kappan*, 76(8), 616-622. Retrieved from: <https://digitalcommons.unomaha.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1036&context=sleslgen>
- Becker, S. A., Freeman, A., Hall, C. G., Cummins, M., & Yuhnke, B. (2016). *NMC/CoSN horizon report: 2016, 1(52)*. The New Media Consortium. Retrieved from: <http://stanthonys.act.edu.au/srcfiles/NMC--COSN-Horizon-Report.pdf>
- Behrens, A., Atorf, L., Schwann, R., Neumann, B., Schnitzler, R., Balle, J., ... & Aach, T. (2010). MATLAB meets LEGO Mindstorms—A freshman introduction course into practical engineering. *IEEE Transactions on Education*, 53(2), 306-317. doi: 10.1109/TE.2009.2017272
- Belland, B. R., Glazewski, K. D., & Richardson, J. C. (2011). Problem-based learning and argumentation: Testing a scaffolding framework to support middle school students' creation of evidence-based arguments. *Instructional Science*, 39(5),

- 667–694. doi:10.1007/s11251-010-9148-z.
- 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
- Birinci Konur, K., Sezen, G., ve Tekbıyık, A. (2010). Fen ve teknoloji derslerinde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinliklerde öğretim teknolojilerinin kullanılabilirliğine yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitim Teknolojileri Araştırmaları Dergisi*, 1(2). Erişim adresi <http://www.idealonline.com.tr/IdealOnline/pdfViewer/index.xhtml?uId=13102&iom=Paper&preview=true&isViewer=true#pagemode=bookmarks>
- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM Narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 8. Retrieved from <https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.com.tr/&httpsredir=1&article=2720&context=ajte>
- Bonaccorso, F., D'Arrigo, A., Muscato, G., Napoli, A., Vassallo, G. (2012). Minirobot – An original international robotic competition for high school students of Etna Valley: 108 considerations after seven editions. 3rd International Workshop “Teaching Robotics, Teaching with Robotics” 2012 Integrating Robotics in School Curriculum Riva del Garda(TN), 20 Nisan 2012, İtalya.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi.* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi 76 Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Erişim adresi <http://akademik.yok.gov.tr/AkademikArama/view/searchResultviewListThesis.jsp> sayfasından erişilmiştir.
- Bracey, G., & Brooks, M. (2013). *Teachers'n training: building formal STEM teaching efficacy through informal science teaching experience.* ASQ Advancing the STEM Agenda Conference, Grand Valley State University, Michigan. Retrieved from <http://asq.org/edu/2013/04/innovation/teachers-n-training-building-formal-stem-teaching-efficacy-through-informal-science-teaching-experience.pdf>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. doi: 10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x
- 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>
- Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö. (2016). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik 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. (2006), *Veri Analizi El Kitabı*, 6. Baskı, Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Cameron, R. G. (2005). *Mindstorms robotlab: Developing science concepts during a problem based learning club* (Unpublished master's thesis). The University of Toronto, Canada.
- Cantürk-Günhan, B. (2006). *İlköğretim II. Kademe Matematik Dersinde Probleme*

- Dayalı Öğrenmenin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Öğretmenliği Programı, İzmir.
- 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. *Springer Science & Business Media*. doi: 10.1007/978-94-6209-143-6
- Caro, I. A. (2011). VEX robotics: STEM program and robotics competition expansion into Europe. In *International Conference on Research and Education in Robotics*, 10-16.
- 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).
- Costa, M. F. & Fernandes, J. (2004). *Growing up with Robots*, Proceedings of Hsci2004, <http://www.hsci.info/hsci2004/PROCEEDINGS/FinalPapers/E00461377837.pdf>
- Costa, M. F., & Fernandes, J. F. (2005). Robots at School. The Eurobotice project. science and technology, 1, 2. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Costa3/publication/254212360_Robots_at_School_The_Eurobotice_project/links/02e7e534e881de9403000000.pdf
- Costa, P., Moreira, A., Gonçalves, J., and Lima, J. (2011). *Proposal of a new real-time cooperative challenge in mobile robotics*. In Proceedings of the 18th IFAC World Congress, Milan, Italy. Retrieved from <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/7109/1/IFACWC11.pdf>
- Cuperman, D., & Verner, I. M. (2013). Learning through creating robotic models of biological systems. *International journal of technology and design education*, 23(4), 849-866. doi: 10.1007/s10798-013-9235-y
- Cüre, F., & Özden, N. (2008). Öğretmenlerin bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) uygulama başarıları ve BİT'e yönelik tutumları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(34). Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/hunefd/article/viewFile/5000048465/5000045785>
- Czerniak, C. M., Weber Jr, W. B., Sandmann, A., & Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421-430.
- Çankaya, S., Durak, G., & Yünkül, E. (2017). Education on programming with robots: examining students' experiences and views. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 8(4), 428-445. doi: 10.17569/tojqi.343218
- Çayır, E. (2010). *LEGO-LOGO ile desteklenmiş öğrenme ortamının bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerine etkisinin belirlenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: Sakarya.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). Fizik öğretimi. *Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi*. Erişim adresi <http://www.hskizilcik.com/fizik/egitim/FizikOgretimi.pdf>
- Çınar, S., Pırasa, N., Uzun, N., & Erenler, S. (2016). The effect of stem education on pre-service science teachers' perception of interdisciplinary education. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 13 (3), 118-142. Retrieved from <http://www.tused.org/internet/tused/ARCHIVE/v13/sp/tusedv13s2a8.pdf>
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and*

- Science*, 39(171), 74-85. Retrieved from <http://dspace.bilkent.edu.tr/bitstream/handle/11693/13203/7283.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Çömek, A. ve Avcı, B. (2016). Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri. *Uluslararası yükseköğretimde yeni eğilimler kongresi: değişime ayak uydurmak*. İstanbul, 104-116. Erişim adresi http://nthe.aydin.edu.tr/Bildir_online.pdf
- Çukurbaşı, B., Yavuz Konokman, G., Güler, B., ve Kartal, S. (2018). Developing the acceptance scale of LEGO robotics instructional practices: validity and reliability studies. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 191-214. doi: 10.14686/buefad.337738
- Dimitriou, K. (2012). A more structured way to teach robotics with robotics. In *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum*, (pp. 163-169). Retrieved from http://www.terecop.eu/TRTWR2012/trtwr2012_submission_26.pdf
- Douglas, J., Iversen, E., & Kalyandurg, C. (2004). *Engineering in the K-12 classroom: An analysis of current practices & guidelines for the future*. Washington, DC: The American Society for Engineering Education. Retrieved from http://greenframingham.org/Engineering_in_the_K_12_Classroom.pdf
- Dönmez, F. (2007). *Meslek Liselerinde Öğrenim Gören Öğrencilerin Bilimsel Süreç Beceri Düzeylerinin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir. Erişim adresi http://dspace.balikesir.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1603/F%C3%BCsun_D%C3%B6nmez.pdf?sequence=1
- Drake, S. M. (1991). How our team dissolved the boundaries. *Educational leadership*, 49(2), 20-22. Retrieved from https://ac.els-cdn.com/S1877042815059431/1-s2.0-S1877042815059431-main.pdf?_tid=79306639-7886-4d61-823511c4d0b89f8c&acdnat=1539453598_b43cf41a56f451fcb6b766c1133bc740
- Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. In *6th Biennial International Conference on Technology Education Research in Australia*. Doi 10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf
- Ergin, Ö., Şahin, E.Ş. ve Öngel, S.E. (2005). Kuramdan uygulamaya deney yoluyla fen öğretimi. İzmir: Dinazor kitapevi.
- Eguchi, A. (2015). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699. doi: 10.1016/j.robot.2015.05.013
- 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>
- Felix, A. L. (2010). Design-based science for STEM student recruitment and teacher professional development. *Mid-Atlantic ASEE Conference*, Villanova University, Pensilvanya.
- Fidan, U. ve Yalçın, Y. (2012). Robot Eğitim Seti LEGO Nxt. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 1-8. Erişim adresi

- <http://hdl.handle.net/11630/863>
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110. doi: 10.1002/tea.20040
- 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
- Gandy, E. A., Bradley, S., Arnold-Brookes, D., & Allen, N. R. (2010). The use of LEGO mindstorms nxt robots in the teaching of introductory java programming to undergraduate students. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 9(1), 2-9. doi: 10.11120/ital.2010.09010002
- Gattie, D. K., & Wicklein, R. C. (2007). Curricular value and instructional needs for infusing engineering design into K-12 technology education. *Journal of Technology Education*, 19(1), 6. Retrieved from https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=ncete_publications
- Göktaş, Y., Yıldırım, Z., & Yıldırım, S. (2008). The keys for ICT integration in K-12 education: Teachers' perceptions and usage. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(34). Erişim adresi: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=b9729af9-e35b-42a7-8b4e-e28a51ac783a%40sdc-v-sessmgr05>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: a review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. doi: 10.3102/0013189X12463051
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. *Pegem Atıf İndeksi*, 283-302. doi: <http://dx.doi.org/10.14527/9786053183563b2.019>
- Güntürkün, E. (2009). Yapı oyuncaklarının tarihsel ve yapısal gelişimi (LEGO örneği ile), (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Marmara Üniversitesi. Güzel Sanatlar Enstitüsü: İstanbul Hacettepe STEM & Maker Lab. Erişim adresi 13.11.2015, <http://www.hstem.hacettepe.edu.tr/>
- Hacıömeroğlu, G., ve Bulut, A. (2016). Entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği türkçe formunun geçerlik ve güvenilirlik çalışması / integrative stem teaching intention questionnaire: a validity and reliability study of the turkish form. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/eku/issue/26697/280859>
- Hacker, L. (2003). Robotics in education: ROBOLAB and robotic technology as tools for learning science and engineering. (*Unpublished master's thesis*). Tufts University. Boston. Retrieved from <https://www.robolab.in/wp-content/uploads/2016/10/Robotics-in-Educatio-n-Case-study-LauraHacker03.pdf>
- Harel, I., & Papert, S. (Eds.). (1991). Constructionism. Westport, CT, US: Ablex Publishing. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/record/1991-99006-000>
- Highfield, K. (2010). Matematiksel problem çözme için bir katalizör olarak robotik oyuncaklar. *Avustralya İlköğretim Matematik Sınıfı*, 15, 22-27.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: what and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235-266. doi:10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3.
- Horn, M. S., Solovey, E. T., Crouser, R. J., & Jacob, R. J. (2009). Comparing the use of tangible and graphical programming languages for informal science education. *In*

- Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 975-984). ACM. doi: 10.1145/1518701.1518851
- 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., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Careberry, A. (2011). Infusing Engineering Design into High School STEM Courses. *National Center for Engineering and Technology Education*, 165, 8-13.
- Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 higher education edition*, 1(50). The New Media Consortium. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED582134.pdf>
- Kabatova, M., & Pekarova, J. (2010). Lessons learnt with LEGO mindstorms: from beginner to teaching robotics, *Proc. Conference on Educational Robotics*, 51–56. Retrieved from http://lcd.ent.sk/docs/kabatova_pekarova_LEGO_rie2010.pdf
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20), 185-192. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/87967>
- Karahan, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Unal, A. (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240. doi: 10.14689/ejer.2015.60.15
- Karakırık, E. (2016). Logo Türk kaplumbağa matematiği. Doğan, M ve Karakırık, E. (Ed.). *Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı* (2.Baskı) (s.47-77). Ankara. Nobel-Atlas Yayıncılık.
- Karakırık, E., & Durmus, S. (2005). An Alternative Approach to Logo-Based Geometry. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 4(1), 3-16.
- Kelly, A. V. (2009). *The curriculum: Theory and practice*. Sage.
- Kırıkkaya, E. B. (2009). İlköğretim okullarındaki fen öğretmenlerinin fen ve teknoloji programına ilişkin görüşleri. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 133-148. Erişim adresi <http://www.tused.org/internet/tused/archive/v6/i1/text/tufedv6i1s10.pdf>
- Kızılay, E. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının FETEMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47, 403-417.
- Kirchner, D., & Geihs, K. (2012). Merging Backgrounds—An Interdisciplinary Course Concept for a Robotic Laboratory. In *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum, Riva del Garda, Trento, Italy*.
- Koç, A., & Büyük, U. (2013). Fen ve teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: Robotik uygulamaları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 139-155.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., ... (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: putting learning by design(tm) into practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12, 495–547. doi:10.1207/S15327809JLS1204_2.
- Korkmaz, O., Altun, H., Usta, E., & Özkaya, A. (2014). The effect of activities in robotic applications on students' perception on the nature of science and students' metaphors related to the concept of robot. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 5(2), 44-57. Erişim adresi

- https://www.researchgate.net/profile/Armagan_Ozkaya/publication/274047611_THE_EFFECT_OF_ACTIVITIES_IN_ROBOTIC_APPLICATIONS_ON_STUDENTS'_PERCEPTION_ON_THE_NATURE_OF_SCIENCE_AND_STUDENTS'_METAPHORS_RELATED_TO_THE_CONCEPT_OF_ROBOT/links/554e753508ae12808b365126.pdf
- Korkmaz, Ö. (2016). The Effect of LEGO Mindstorms EV3 Based Design Activities on Students' Attitudes towards Learning Computer Programming, Self-efficacy Beliefs and Levels of Academic Achievement. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(4), 994. Erişim adresi https://www.bjmc.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/bjmc/Contents/4_4_24_Korkmaz.pdf
- Kozima, H., & Nakagawa, C. (2007, August). A robot in a playroom with preschool children: Longitudinal field practice. In *Robot and Human interactive Communication, 2007. RO-MAN 2007. The 16th IEEE International Symposium on* (pp. 1058-1059). IEEE.
- Kunduracıoğlu, İ. (2018). Examining the interface of LEGO Mindstorms EV3 robot programming. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 1(1), 28-46. doi: 10.31681/jetol.372826
- Kurebayashi, S., Kamada, T. and Kanemune, S. (2006) Learning Computer Program with Autonomous Robots, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 4226, 138–149. doi: 10.1007/11915355_13
- Küçük, S. ve Şişman, B. (2017). İlköğretim öğrencilerinin ve öğretmenlerinin birebir robotik öğretimindeki davranış kalıpları. *Bilgisayarlar ve Eğitim*, 111, 31-43. Doi: 10.1016/j.compedu.2017.04.002
- Küçükceylan, O., Yüksel, T. & Sezgin, A. (2007). *Enine Arama Algoritmasını Kullanarak En Kısa Yol Probleminin Çözümünün Lego Mindstorm ile Gerçeklenmesi*, IV. Otomasyon Sempozyumu, s: 25-29, OMÜ–Samsun.
- Leah, P. (1996). Computer Based Mathematics Learning. *Journal of Research on Computing in Education*, 28.
- Lederman, N.G., & Niess, M.L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*, 97(2), 57–58. Doi: 10.1111/j.1949-8594.1997.tb17342.x
- 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>
- Liang, H. N., Fleming, C., Man, K. L., & Tillo, T. (2013). A first introduction to programming for first-year students at a Chinese university using LEGO MindStorms. *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering*, Piscataway. doi: 10.1109/TALE.2013.6654435
- 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
- Liu, A., Newsom, J., Schunn, C., & Shoop, R. (2013). Students learn programming faster through robotic simulation. *Tech Directions*, 72(8), 16–19. Retrieved from <https://www.cmu.edu/roboticsacademy/PDFs/Research/LearnProgrammingFasterThroughSimulation.pdf>
- Liu, M. (2003). Enhancing learners' cognitive skills through multimedia

- design. *Interactive Learning Environments*, 11(1), 23-39.
- Lopez, J., Myller, N., Sutinen, E. (2004). Educational Robotics in Algorithm Concretization. *International Conference on Engineering Education and Research "Progress Through Partnership"*, Czech Republic. Retrieved from <http://www.ineer.org/Events/ICEER2004/Proceedings/papers/0283.pdf>
- 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>
- Lykke, M., Coto, M., Mora, S., Vandel, N., & Jantzen, C. (2014). Motivating programming students by problem based learning and LEGO robots. *IEEE Global Engineering Education Conference*, Dubai. doi: 10.1109/EDUCON.2014.6826146
- Ma, Y., Lai, G., Prejean, L., Ford, M., Williams, D. (2007). Acquisition of Physics Content Knowledge and Scientific Inquiry Skills in a Robotics Summer Camp. Department of Curriculum and Instruction University of Louisiana at Lafayette United States of America.
- Major, L., Kyriacou, T., & Brereton, O. P. (2012). Systematic literature review: teaching novices programming using robots. *IET Software*, 6(6), 502. doi: 10.1049/iet-sen.2011.0125
- Marulcu, İ. ve Sungur, K. (2012). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Mühendis ve Mühendislik Algılarının ve Yöntem Olarak Mühendislik-Dizayna Bakış Açılarının İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- Martínez Ortiz, A. (2015). Examining Students' Proportional Reasoning Strategy Levels as Evidence of the Impact of an Integrated LEGO Robotics and Mathematics Learning Experience. *Journal of Technology Education*, 26(2), 46-69. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1063604.pdf>
- Matarić, M. J., (2004), Robotic Education for All Ages AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotic Education, Palo Alto.
- Mativo, J. M., & Park, J. (2012). Innovative and creative K-12 engineering strategies: implications of pre-service teacher survey. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(5). Retrieved from <https://www.jstem.org/index.php/JSTEM/article/download/1764/1492>
- Mayerová, K. (2012). Pilot activities: LEGO WeDo at primary school. In *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics: Integrating Robotics in School Curriculum* (pp. 32-39).
- McWhorter, W. (2008). *The Effectiveness of Using LEGO Mindstorms Robotics Activities to Influence Self-Regulated Learning in a University Introductory Computer Programming Course*, (Unpublished doctoral dissertation). University of North Texas. Retrieved from https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc6077/m2/1/high_res_d/dissertation.pdf
- MEB. (2016). Bilgisayar Bilimi Dersi Öğretim Programı Kur 1 - Kur 2 [Computer Science Teaching Program Curriculum 1 - Curriculum 2]. Ankara. Erişim adresi: <http://alikara.com.tr/upload/bilgisayar-bilimi.pdf>
- MEB. (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı Kur 1 - Kur 2 [Science Teaching Program Curriculum 1 - Curriculum 2]. Ankara.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, 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), 71-85.
- Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary students' perceptions of assessments in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3). Retrieved from <https://www.learntechlib.org/primary/p/9274/>.
- Miller, W. (1995). *Invitation to Presence: A Guide to Spiritual Disciplines: Leader's Guide*. Upper Room Books.
- Moore, T. J., Stohmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*, 35-60. West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Nadelson, L. S., Seifert, A., Moll, A. J., & Coats, B. (2012). i-STEM summer institute: an integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 13(2), 69-83. Retrieved from https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1092&context=cifs_facpubs
- Oral, B. (2008). The evaluation of the student teachers' attitudes toward internet and democracy. *Computers & Education*, 50(1), 437-445. doi:10.1016/j.compedu.2006.07.006
- Ospennikova, E., Ershov, M., & Iljin, I. (2015). Educational robotics as an inovative educational technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214, 18-26. Retrieved from https://ac.els-cdn.com/S1877042815059431/1-s2.0-S1877042815059431-main.pdf?_tid=cf0844a5-1069-4699-b711-d62fab13e849&acdnat=1539823669_b0a4282f8f4d7c7e9574e70c5ce0b644
- Öymen, E. E. (2014). Bilişim dili BBC'de program. Erişim adresi <http://www.bthaber.com/bilism-dili-bbcde-program>
- Özçakmak, Ş. (2014). Bilgisayar kullanımı çocukta bağımlılık yapar mı? Erişim adresi <http://www.haberturk.com/polemik/haber/973204-bilgisayar-kullanimi-cocukta-bagimlilik-yapar-mi?>
- Özdoğan, 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.
- Pallant, J. (2001). *SPSS Survival Manual. A Step-by-Step Guide to Data Analyses Using SPSS for Windows*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123. Retrieved from <http://www.openworldlearning.org/mia/mwforum/msg02619/pap96.pdf>
- Patterson Carol - McNeill, H., & Binkerd, C. L. (2001). "Resources for Using LEGO® MINDSTORMS™"resources for using LEGO mindstorms. In *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 16(3), 48-55.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Blust, R. P., Beach, R., & Franco, S. (2013). Bridging the gap between engineering design and K-12 curriculum development through the use the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4). Retrieved from <https://ecommons.udayton.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google>.

- com.tr/&httpsredir=1&article=1192&context=mee_fac_pub
- Resnick, M. (1993). Resnick, M. (1993). Behavior construction kits. *Communications of the ACM*, 36(7), 64-71. Retrieved from <https://ilk.media.mit.edu/papers/BCK.html>
- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., & Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 181. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/messages/downloadsexceeded.html>
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ906161.pdf>
- Rogers, G. E. (2005). Pre-engineering's place in technology education and its effect on technological literacy as perceived by technology education teachers. *Journal of STEM Teacher Education*, 42(3), 2. Retrieved from <https://ir.library.illinoisstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1208&context=jste>
- Salter, J. (2013). Coding for kids: schoolchildren learn computer programming. *The Telegraph*, 27, 2014. Retrieved from <http://www.telegraph.co.uk/technology/10468460/Coding-for-kids-schoolchildren-learn-computer-programming.html>
- Sargent, R., Resnick, M., Martin, F., & Silverman, B. (1996). Building and learning with programmable bricks. *Constructionism in practice*, 161-173.
- Sartori, T., Burlin, L., Casonato, G., Costantini, M., Cozzarolo, A., Marcato, O., Matteazzi, M., Scardanzan, C., Vecchia, S., Vettor, V. ve Zamperini A. (2012). Ingenium: an Exploratory Research On Learning Processes Specific To Robotic Labs. *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum Riva del Garda*, 40, 86-96
- Schaefer, M. R., Sullivan, J. F., & Yowell, J. L. (2003). Standard-based engineering curricula as a vehicle for K-12 science and math integration. *Frontiers in Education*, 2, 1-5. doi: 10.1109 / FIE.2003.1264720
- Seferoğlu, S. S., Akbıyık, C., & Bulut, M. (2008). İlköğretim öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının bilgisayarların öğrenme/öğretme sürecinde kullanımı ile ilgili görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(35), 273-283. Erişim adresi: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/hunefd/article/viewFile/5000048512/5000045832>
- Shamai, S. (1993). Logo and Computers As A Subject of Study: Students' Views. *Journal of Research on Computing in Education*, 25(3), 391-402. Doi 10.1080/08886504.1993.10782059
- Sherrard, A. ve Rhodes, A. (2014). LEGO Mindstorms NXT ve EV3 Robotik Eğitim Platformlarının Karşılaştırılması. *Uzatma Dergisi*, 52 (5).
- Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 8. doi: 10.1186/2193-1801-4-8
- Sohn, W. (2014). Design and evaluation of computer programming education strategy using arduino. *Advanced Science and Technology Letters*, 66(1), 73-77. Retrieved from http://onlinepresent.org/proceedings/vol66_2014/18.pdf
- Somyürek, S. (2015). An effective educational tool: construction kits for fun and meaningful learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 25-41. doi: 10.1007/s10798-014-9272-1

- Spector, J. M. (2016). *Foundations of educational technology: Integrative approaches and interdisciplinary perspectives* (Second Edition b.). New York: Roulledge.
- 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, F. R., & Moriarty, M. A. (2009). Robotics and discovery learning: pedagogical beliefs, teacher practice, and technology integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(1), 109-142. Retrieved from <http://people.umass.edu/florence/jtate.pdf>
- Sungur-Gül, K., ve Marulcu, İ. (2014). Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak LEGOlara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9 (2), 761-786.
- 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
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322. Erişim adresi <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1038710.pdf>
- Talaga, P., & Oh, J. C. (2009). Combining AIMA and LEGO mindstorms in an artificial intelligence coursetobuild realworldrobots. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 24(3), 56-64.
- Tekbıyık, A., ve Akdeniz, A. R. (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programını kabullenmeye ve uygulamaya yönelik öğretmen görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(2), 23-37. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/39764>
- 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. *NGA Center for Best Practices*. ERetrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532528.pdf>
- Tse, S. B. (2009) *Mindstorms Controls Toolkit: Hands-On, Project-Based Learning of Controls*, A Master Thesis of Science in Mechanical Engineering, School of Engineering, Tufts University, Medford, Massachusetts, USA.
- Turner, J. S., Hill, G. (2006). The Inclusion of Robots within the Teaching of Problem Solving-Preliminary Result. In: *Proceedings of 7th Annual Conference of the ICS HE Academy, Dublin*.241-242. Retrieved from <http://www.computing.northampton.ac.uk/~gary/cv/InclusionOfRobots.pdf>
- Tüysüz, C., ve Aydın, H. (2009). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin yeni fen ve teknoloji programına yönelik görüşleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 37-54. Erişim adresi <http://gefad.gazi.edu.tr/article/download/5000078557/5000072778>
- Uluğ, F. (2000). İlköğretimde teknoloji eğitimi. *Milli Eğitim Dergisi*, 146, 3-8.
- Umay, A. (2004). İlköğretim matematik öğretmenleri ve öğretmen adaylarının öğretimde bilişim teknolojilerinin kullanımına ilişkin görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(26). Erişim adresi <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=b9729af9->

- e35b-42a7-8b4e-e28a51ac783a%40sdc-v-sessmgr05
- Üçgöl, M. (2013). LEGO Mindstorms NXT'nin tarihi ve eğitim potansiyeli. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 127-137. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/160881>
- Ünver, Ş. (2017), *LEGO Mindstorms Nxt robot kiti için gps sensörü geliştirilmesi ve mobil robotun oransal kontrol algoritmasıyla navigasyonu*, (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Afyon
- Vaidyanathan, S. (2013). *Opinion: we need coding in schools, but where are the teachers?*. Retrieved from <https://www.edsurge.com/n/2013-12-09-opinion-we-need-coding-in-schools-but-where-are-the-teachers>
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2. doi: 10.5703/1288284314636
- 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
- Wicklein, R. C. (2006). Five good reasons for engineering as the focus for technology education. *The Technology Teacher*, 65(7), 25. Retrived from https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1065&context=ncete_publications
- Witherspoon, E. B., Schunn, C. D., Higashi, R. M., & Baehr, E. C. (2016). Gender, interest, and prior experience shape opportunities to learn programming in robotics competitions. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 18. doi: 10.1186/s40594-016-0052-1
- Wyss, V. L., Heulskamp, D. ve 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 <http://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). Erişim adresi http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=9&vtadi=TSOS&c=ebsco&ano=198932_dc7ceaa0c77bb618e797934e5c090262&
- Yangın, S., ve Dindar, H. (2007). İlköğretim fen ve teknoloji programındaki değişimin öğretmenlere yansımaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 240-252. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/87650>
- Yıldırım, B., ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/ecjse/issue/4899/67132>
- 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*, (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsü. Denizli.

Zarske, M., Yowell, J. L., Sullivan, J. F., & Carlson, L. E. (2004, June). Teachers Teaching Teachers: Linking K-12 Engineering Curricula With Teacher Professional Development. In *2004 Annual Conference* (pp. 9-1154). Retrived from <https://peer.asee.org/13304>



EKLER

EK 1. Erişî Testi

Adı ve Soyadı:

Tarih:

No:

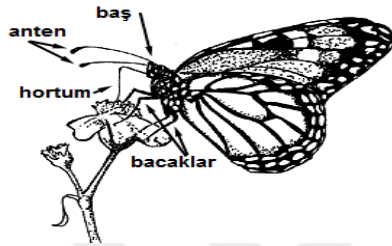
1. Böceklerde “fırça” adını alan diziler halindeki kıllar, hangi arka bacak tipinde **bulunur?**
 - A) Yüzücü
 - B) Koşucu
 - C) Toplayıcı
 - D) Temizleyici
 - E) Yakalayıcı
2. Böcekler ile ilgili aşağıda verilen özelliklerden hangisi **yanlıştır?**
 - A) Böceklerin hepsinde trake sistemi bulunur.
 - B) Böceklerde kitin dış iskelet bulunur.
 - C) Böceklerin hepsi heterotroftur.
 - D) Böceklerin hepsinde 6 tane bacak bulunur.
 - E) Böceklerin hepsi metamorfoz geçirirler.
3. Aşağıdakilerden hangisi böceklerin ön üyelerinin farklılaşması sonucu oluşan bacak tiplerinden biri **değildir?**
 - A) Kazıcı
 - B) Emici
 - C) Yakalayıcı
 - D) Tutucu
 - E) Çengelli
4. Aşağıdakilerden hangisi böceklerdeki antenlerin görevlerinden biri **değildir?**
 - A) Tat alma
 - B) Dokunma
 - C) Yön bulma
 - D) Eşini bulma
 - E) Temizlik yapma
5. Koşucu-yürüyücü bacak tipine sahip böceklere en iyi örnek aşağıdakilerden **hangisidir?**
 - A) Hamamböceği
 - B) Çekirge
 - C) Karasinek
 - D) Uğurböceği
 - E) Danaburnu
6. Böceklerde sıçrayıcı bacak tipinde en iyi gelişmiş olan parça aşağıdakilerden **hangisidir?**
 - A) Trochanter
 - B) Coxa
 - C) Tibia
 - D) Femur
 - E) Tarsus
7. Böceklerde, kesin tür tanılanmasında en çok dikkate alınan yapı aşağıdakilerden **hangisidir?**
 - A) Kanatlar
 - B) Çiftleşme organları
 - C) Bacaklar
 - D) Antenler
 - E) Ağız parçaları
8. Böceklerin yeryüzündeki en kalabalık hayvan takımı olmasının nedeni aşağıdakilerden **hangisidir?**
 - A) İyi koşabilmeleri
 - B) Kanatlı olmaları
 - C) Yumurta ile çoğalmaları
 - D) Küçük olmaları
 - E) Canlı kalma yeteneklerinin yüksek olması

9. Aşağıdaki böceklerden hangisinin bacakları **toplayıcı tiptedir?**

- A) Danaburnu
- B) Gelin böceği
- C) Balarısı
- D) Peygamberdevesi
- E) Karasinek

10. Böceklerde sinirlerdeki impuls iletim hızı saniyede yaklaşık kaç metredir?

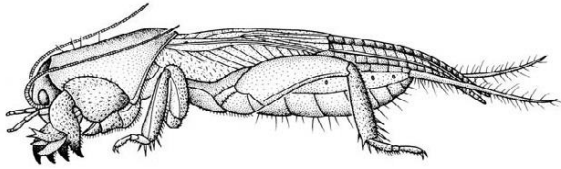
- A) 0,5 B) 1 C) 2 D) 3 E) 5



11. Yukarıdaki şekilde görülen böcekteki ağız tipi ve görevi aşağıdakilerden hangisinde **doğru olarak verilmiştir?**

- A) Yalayıcı – emici ağız tipi
- B) Emici ağız tipi
- C) Çiğneyici ağız tipi
- D) Sokucu – emici ağız tipi
- E) Parçalayıcı ağız tipi

12. Resimde görülen böceğin bacak tipi aşağıdakilerden hangisinde **doğru olarak verilmiştir?**



- A) Hamamböceği – tırmanıcı bacak
- B) Danaburnu – yüzücü bacak
- C) Pire – sıçrayıcı bacak
- D) Danaburnu – kazıcı bacak
- E) Dev su böceği – yüzücü bacak

13. Bir böceğin vücudu aşağıda verilen hangi kısımlardan **oluşur?**

- A) Baş, karın, kuyruk
- B) Baş, göğüs, kuyruk
- C) Baş, göğüs, karın
- D) Baş, göğüs, kanatlar
- E) Baş, gövde, bacaklar

14. Böceklerde göğüs (thorax) kısmı üç segmentten meydana gelmiştir. Önden arkaya doğru birincisine ön göğüs, ikincisine orta göğüs ve üçüncüsüne arka göğüs ismi verilmiştir. Aşağıdakilerden hangisinde bu segmentlerden çıkan bacak çiftleri **doğru olarak verilmiştir?**

- A) Böceğin ön segmentinden çıkan iki bacak çifti
- B) Böceğin her segmentinden çıkan bir bacak çifti
- C) Böceğin arka segmentinden çıkan iki bacak çifti
- D) Böceğin orta segmentinden çıkan üç bacak çifti
- E) Böceğin orta segmentinden çıkan iki bacak çifti

15. Kitin böcek anatomisinin hangi bölümünü **oluşturur?**

- A) Tek kanatlar
- B) Gövde
- C) Kuyruk
- D) İğneli ağız
- E) Dış iskelet

16. Böceklerde basit gözler aşağıdaki duylardan hangisini algılamak için **özelleşmiştir?**

- A) Renk görme
- B) Net görme
- C) Görüntüyü büyütme
- D) Işığı ve karanlığı ayırt etme
- E) Şekil görme

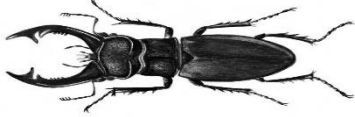
17. Böceklerde vücut boşluklarında dolaşan sıvının temel görevi aşağıdakilerden **hangisidir?**

- A) Sindirilmiş besin, hormon ve artık maddeleri taşımak
- B) Oksijenin vücut dokularına taşınmasını sağlamak
- C) Vücuda zararlı olan tuz ve benzeri maddeleri dışarıya atmak
- D) Vücutta oluşturduğu basınçla kalbin çalışmasını düzenlemek
- E) Dokularda kirlenen kanı temizlenmek üzere kitapsı akciğere taşımak

18. Böceklerde ışığa duyarlılık yanında, şekillerin ayırt edilmesi, hareket ve uzaktaki cisimlerin görülmesinde hangi duyu organı görev **alır**?

- A) Tepe nokta gözleri
- B) Deri
- C) Petek gözler
- D) Yan nokta gözler
- E) Hem tepe hem de yan nokta gözler

19.



Yukarıda görülen geyik böceğine ismini veren geyik boynuzunu andıran ağız tipi, hangi görevi yerine getirmek üzere **özelleşmiştir**?

- A) Rakipleri ile dövüşerek üstünlük kurmak
- B) Çam kozalağı ve dalları yemek üzere daha küçük parçalara ayırmak
- C) Kendisinden daha büyük böcekleri yakalamak
- D) Üzerinde hareket ettiği dal parçalarına tutunmak
- E) Düşmanlarına karşı kendini savunmak

20. Mayıs böcekleri, arka bacaklarını hangi sıra ile hareket ettirerek gübreyi **yuvarlarlar**?

- A) Sağ-sol-Sağ-Sol
- B) Sağ-Sağ-Sol-Sağ
- C) Sol-Sağ-Sağ-Sol
- D) Sağ-Sol-Sol-Sağ
- E) Sağ-Sol-Sağ-Sağ

21. Bazı böcekler çiçeklerin özütünü emerek beslenirler. Bu esnada çiçeklerden vücutlarına bulaşan polen ve tozları vücutlarından hangi kısımları ile **temizlerler**?

- A) Arka bacak çifti ile
- B) Kanatları ile
- C) Antenleri ile
- D) Ön bacak çifti ile
- E) Ağızları ile



22. Yukarıdaki resimde görülen böcek bacağına ait kısımlar aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak **verilmiştir**?

1 2 3 4 5

- A) Coxa Tarsus Femur Tibia Metatarsus
- B) Tarsus Tibia Femur Coxa Trochanter
- C) Femur Tibia Tarsus Coxa Basitarsus
- D) Tibia Coxa Tarsus Femur Metatarsus
- E) Femur Tarsus Coxa Tibia Maxilla

23.

I. Peygamberdevesinin avını saliseler içerisinde yakalaması

II. Karasineğin çok hızlı uçuşması

III. Hamamböceğinin çok hızlı kaçması

Yukarıda verilen böcek davranışlarının gerçekleşmesini sağlayan adaptasyon aşağıdakilerden **hangisidir**?

- A) Böceklerin bacaklarında bulunan düz kaslar
- B) Böceklerin bacaklarında bulunan oynar eklemler
- C) Böceklerin vücudunda bulunan çizgili kaslar
- D) Böceklerin antenlerinin ucunda bulunan ve çok iyi gören gözler
- E) Böceklerin vücutlarının çok hafif olması

24. Böceklerde bacakların birçok görevi vardır. Bu görevleri yerine getirmek için en çok farklılaşmaya uğrayan bacak çifti aşağıdaki seçeneklerden hangisinde **doğru olarak verilmiştir**?

- A) Birinci ve üçüncü bacak çifti
- B) İkinci ve üçüncü bacak çifti
- C) Birinci ve ikinci bacak çifti
- D) Yalnız üçüncü bacak çifti
- E) Yalnız birinci bacak çifti

25. Böceklerde dinlenme durumunda tüm bacakların karşılıklı olarak birbirine simetrik bir konumda olduğu bilinmektedir. Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde, böceklerde dinlenme durumundaki bacakların duruşu doğru olarak **verilmiştir?**

- A) Tüm bacakların arkaya doğru uzatılması
- B) Ön ve orta bacakların öne, arka bacakların arkaya doğru uzatılması
- C) Ön bacakların öne, orta ve arka bacakların arkaya doğru uzatılması
- D) Ön bacakların sabit kalması, orta ve arka bacakların arkaya doğru uzatılması
- E) Orta bacakların sabit kalması, ön bacakların öne, arka bacakların arkaya doğru uzatılması

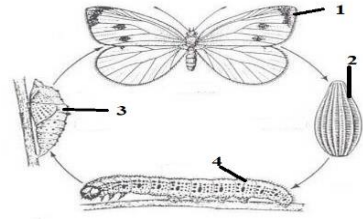
26. Böceklerin genel bacak yapısı ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **doğru bir ifadedir?**

- A) Bacaklar, kıllarla kaplı uzun 3 parçadan oluşur.
- B) Bacaklar konik yapılıdır ve 6 parçadan oluşur.
- C) Bacaklar, düz kaslardan meydana gelen 5 parçadan oluşur
- D) Bacaklar; içleri boş, silindirik yapıda beş parçadan oluşur.
- E) Bacaklar, üzeri kitinle kaplı 6 parçadan oluşur.

27. Hamamböceğinin saniyede 80 cm yol kat ederek bir gecede yaklaşık 4,5 km koşmasını sağlayan adaptasyon aşağıdaki seçeneklerden hangisinde **verilmiştir?**

- A) Femurdaki çizgili kasların çok güçlü olması.
- B) Tibia'daki dikensi çıkıntılarla zemine sıkıca tutunması
- C) Koşarken bacaklarını 360 derece döndürebilmesi
- D) Trochanterdeki eklem bağlantılarının esnek olmaması
- E) Koşarken kanatlarını açarak hız kazanmaları

28.



Yukarıda resimde görülen metamorfoz döngüsünün aşamaları aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru bir şekilde sıralanmıştır?

1 **2** **3** **4**

- A) Pupa Larva Tırtıl Kelebek
- B) Kelebek Yumurta Pupa Larva
- C) Larva Ergin larva Pupa Yumurta
- D) Ergin larva Yumurta Geç pupa Larva
- E) Erken pupa Yumurta Larva Pupa

29. Karıncaların kendi vücut ağırlıklarının 20 katı yük taşıyabilmelerini sağlayan adaptasyon aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yükü ağız ile taşıyan karıncanın ağızındaki kasların çok güçlü olması
- B) Kitin dış iskelet ile güçlendirilen ön bacakların ağır yükleri kaldırabilecek yapıda olması
- C) Boyun eklemine ağızda taşınan yükten gelen basıncı vücuda ve ayaklara dağıtması
- D) Vücut yapısının ince ve uzun olması
- E) Bacakların yapısının ağır yüklerden oluşan basıncı taşıyabilecek parçalardan oluşması

30. Milyonlarca böcek türü arasından 1200 böceğin su üzerinde batmadan yürüebilmesine aşağıda verilenlerden hangisi sebep **olmaktadır?**

- A) Su moleküllerinin böceklerin bacaklarındaki kıllara tutunarak adhezyonla itici bir basınç oluşturması
- B) Böceklerin vücut ağırlıklarının ince uzun vücut şekliyle dengelenmiş olması
- C) Böceklerin vücudunun hafif olması
- D) Yüzey gerilimi nedeniyle suyun yüzeyinin bir trambolin gibi davranarak üzerindeki böcekleri geri itmesi
- E) Böcekler su üzerinde durabilir ama yürüyemezler.

EK 2. BSB

Adı ve Soyadı:

Tarih:

No:

1. Erdem, yuvasına besin taşımakta olan bir karıncanın üstüne, ışık geçirmeyecek şekilde küçük bir kutu kapatmıştır. Erdem, güneşin konumu değişinceye kadar karıncayı kutunun içerisinde tutmuştur. Erdem, bu süre sonunda kutuyu kaldırdığında karıncanın aşağıdaki davranışlardan hangisini gösterdiğini **gözlemlemiştir?**
 - A) Karınca karanlıktan aydınlığa geçtiğinde hiçbir şey görememiştir.
 - B) Besinini eski rotasına göre taşımaya devam etmiştir.
 - C) Güneşin yeni konumuna göre yeni bir rota belirlemiş ve yoluna devam etmiştir.
 - D) Kutunun içerisinde tüm yön duygusunu yitirmiş ve bir sağa bir sola yürümeye başlamıştır.
 - E) Güneşin rotası değiştiğinden nereye gideceğini bilmeden öylece durmuştur.
2. Habitasyon; bir böceğin kaçma ya da sakınma tepkisi vermesine neden olan bir uyarıya karşı, bir aşamadan sonra tepki vermemesi davranışına denir. Bu tip öğrenme, tüm böceklerde ortak olup kimyasal uzaklaştırıcılar, ses, görsel uyarılar ve benzerlerine karşı geliştirilmektedir. Aşağıdakilerden hangisinde böceklerde bu öğrenmenin **faydalarından bahsedilmektedir?**
 - A) Böcekleri tepkisiz hale getirmesi
 - B) Uyarıların böceği etkilememesi
 - C) Böceklerin öğrenmeye karşı istekte bulunması
 - D) Gereksiz yere enerji tüketecek davranışlar göstermemesi
 - E) Böceklerin uyarılara karşı farklı tepki geliştirmesi
3. Hazal, evde bulunan sirke sineklerini uzaklaştırmak için nane yağının etkili olduğunu duymuştur. Fakat nane yağının, sirke sineklerini evden uzaklaştırmada etkili olmadığını fark edip bir araştırma yapmaya karar vermiştir. Sizce Hazal'ın bulduğu sonuç **aşağıdakilerden hangisidir?**
 - A) Sirke sineklerinin naneyi çok sevdiği
 - B) Sirke sineklerinin koku duyusunun olmadığı
 - C) Hazal'ın kullandığı nane yağının kullanma tarihinin geçtiği
 - D) Nane yağı değil taze nane kullanması gerektiği
 - E) Sirke sineklerinin larva dönemindeyken nane yağına maruz bırakılmaları gerektiği
4. Mustafa, öğretmeninin verdiği "böcekleri keşfedelim" proje ödevi için bahçede araştırma yapmaktadır. Birçok böcek türü görüp not eden Emre, yaptığı araştırmalar sonucunda böcek türlerinden hangisinin doğada ender bulunduğunu **fark etmiştir?**
 - A) Kanatsızlar (kitap güveleri)
 - B) Yarımkanatlılar (ağustos böceği)
 - C) Kınkanatlılar (mayıs böceği)
 - D) Sinirkanatlılar (su sinekleri)
 - E) Pulkanatlılar (kelebek, güve)

5. Bir bahçıvan, tarlasındaki kabaklardaki pireleri görerek bu böcekleri yok etmesi gerektiğini düşünmektedir. Pireler, bitkilerin iletim demetlerinden bitki öz suyunu emen tarım zararlılarıdır. Bahçıvanın aşağıdakilerden hangisini dikkate alarak pireleri yok edecek bir ilaç bulması **gerekmektedir?**
- A) Kabağın yetiştiği toprak cinsini dikkate alarak
 B) Pirenin bitkinin hangi kısmında olduğunu dikkate alarak
 C) Kabağın sistematik yerini dikkate alarak
 D) Pirenin ağız türünü dikkate alarak
 E) Pirelerin ne kadar yayıldığını dikkate alarak
6. Tarım ile uğraşan Çetin bey; en çok korktuğu tarım zararlısı olan danaburnu böceğinin, bahçedeki bitkilerin köklerini yediğini fark etmiştir. Bu böcek türü, gececi bir tür olduğundan gündüzleri toprağın altında geçirmekte, ancak akşamüstleri toprak üstüne çıkmaktadır. Bu böceğin, rahatlıkla toprak altına girmesi ve toprak üstüne çıkması ile hareket etmesinde aşağıdakilerden hangisi **etkilidir?**
- A) Güneş ışığından kaçması
 B) Gündüzleri beslenmemesi
 C) Taze bitkilerle beslenmesi
 D) Ön bacaklarının kısa ve kalın olması
 E) Yumurtalarını toprak altına bırakması
7. Ayşe, bahçede dolaşırken çok yavaş hareket eden bir böceğin, avını uzun ön bacakları ile hızlı bir atakla yakaladığını ve hiçbir parçasını geride bırakmadan böceği yediğini gözlemlemiştir. Ayşe, bahçede hangi böceği görmüş **olabilir?**
- A) Çekirge
 B) Peygamberdevesi
 C) Arı
 D) Gergedan böceği
 E) Karınca
8. Yolda çekirge gören Ceren, çekirgenin ayaklarının oldukça uzun ve kuvvetli kaslarla donatıldığını fark etmiştir. Bir süre sonra yoldaki çekirge çok uzağa sıçrayarak kendisinden uzaklaşmıştır. Eve geldiğinde ise, çekirgenin bacak yapısına benzer bir bacak şekline sahip farklı bir böcek türü bulmuştur. Aşağıdakilerden hangisi Ceren'in bulduğu böcek türü **olabilir?**
- A) Kelebek
 B) Güve
 C) Yusufçuk
 D) Pire
 E) Hamamböceği

9. Hüseyin, pencere kenarına konan arının; arka bacaklarının her ikisinin dış kısmındaki uzun kılların üzerinde sarı renkli küçük kesecikler olduğunu gözlemlemiştir. Hüseyin, arıyı yakalamaya çalışırken keseciklerden birinin düştüğünü görmüş ve bu keseciğin içine açıp bakarak incelemiştir. Hüseyin, bu keseciğin içinde aşağıdakilerden hangisini **bulmuş olabilir?**
- A) Bal
B) Arı yumurtası
C) Nektar
D) Balmumu
E) Polen
10. Burak, biyoloji laboratuvarındaki eklembacaklılar koleksiyonlarında birçok tür görmüştür. Öğretmeni Burak'a birçok örnek gösterip, aralarından sadece böceklerin olduğu grubu seçmesini istemiştir. Aşağıda verilen eklembacaklılardan hangisi Burak'ın seçtiği böcek grubuna ait bir **örnektir?**
- A) Akrep
B) Çiyan
C) Tahtakurusu
D) Yengeç
E) Kene
11. Göl kenarında oynayan Reyhan, su içinde yengece benzer bir hayvanın küçük bir balığı yakaladığını görmüştür. Daha yakından baktığında ise kısıkaçlarının olmadığını ve daha çok hamamböceğine benzediğini görmüştür. Hamamböceğinin suda yaşamadığını bilen Reyhan, göl içinde hangi hayvanı **görmüş olabilir?**
- A) Dev su böceği
B) Su yılanı
C) Tatlı su karidesi
D) Su piresi
E) Fırıldak böceği
12. Serpil, evcil kedisinin tüylerinde hareket eden küçük kahverengi-siyah, böcek benzeri canlılar görmüştür. Serpil, tüylerden bu canlıları almaya çalıştığında ise tüylere yapıştıklarını ve kolay ayrılmadıklarını gözlemlemiştir. Serpil'in kedisinin tüyelerine yapışan canlılar ne **olabilir?**
- A) Bit
B) Pire
C) Kene
D) Akar
E) Kulağakaçan

13. Balkonda bir böcek gören Fatma, böceğe doğru eğilmeye kalmadan böceğin hızlı bir şekilde kaçarak gider deliğine girdiğini gözlemlemiştir. Böceklerin çok hızlı hareket etmesine neyin sebep olduğunu araştıran Fatma, böceklerle ilgili hangi **bilgiye ulaşmış olabilir?**
- A) Böceklerin 3 çift bacağına sahip olduğuna
 B) Böceklerin vücutlarında çizgili kasların bulunduğuna
 C) Böceklerin hepsinde kanat bulunduğuna
 D) Böceklerin çok iyi görebildiğine
 E) Böceklerin vücut ağırlığının az olduğuna
14. Aysun, yazlıklarının bulunduğu sitede yazın ağustos böceklerin seslerinden site sakinlerinin rahatsız olduklarını duymuştur. Cırcır böceği de denilen bu böceklerin sokak satıcılarından gelen yüksek frekanslı seslerden sonra bir müddet sustuklarını fark etmiştir. Bu durumu araştıran Aysun, hangi bilgiye **ulaşmış olabilir?**
- A) Ses çıkaran böceklerin, işitme organlarının bulunduğuna
 B) Tüm böceklerin çok iyi duyabildiğine
 C) Ağustos böceklerinin ses çıkardıktan kısa bir süre sonra öldüklerine
 D) Kendilerinin çıkardığı sestten daha yüksek frekanstaki sesleri duyamadıklarına
 E) Böceklerin duyamadıklarına ancak bazı duyargalarla ses dalgalarını algılayabildiklerine
15. Ferhat, doğadaki milyonlarca böceği etkileyen sıcaklık, nem, yağış, besin ve doğal düşmanlar gibi birçok canlı ve cansız faktörlerin olduğunu ansiklopediden okumuştur. Ferhat, böcekleri etkileyen hangi ortak faktör üzerinde **yoğunlaşmıştır?**
- A) İklim faktörleri
 B) Ekolojik faktörler
 C) Biyolojik faktörler
 D) Çevresel faktörler
 E) Fitopatolojik faktörler
16. Avrupa'ya tatile giden Duygu, su içinde bir örümceğin uzun bir süre küçük bir balığı yakalamaya çalıştığını görmüştür. Örümceğin, suyun içinde nasıl solunum yaptığını merak eden Duygu, webden araştırma yapmıştır. Aşağıdakilerden hangisi Duygu'nun web sitelerinden edindiği bir bilgi **olabilir?**
- A) Örümceğin su altında yaşayan bir örümcek türü olduğunu
 B) Örümceğin su altında da trake solunumuna devam edebildiğini
 C) Örümceğin içinde kendisinin bulunduğu bir hava kesesi ile suya daldığını
 D) Örümceğin ölmüş olabileceğini
 E) Örümceğin su altında nefesini tuttuğunu

17. Tayfun, televizyonda izlediği bir haberde; akarların evin tozlu ve nemli kısımlarında, halılarda, yatakta ve koltuklarda yaşayabildiklerini izlemiştir. Bunun üzerine akarların morfolojik yapısını mikroskopta inceleyen Tayfun, akarların aşağıdaki özelliklerden hangisine sahip **olmadıklarını gözlemlemiştir?**
- A) Akarların antenlerinin bulunmadığını
 B) Akarlarda iki çift kanadın bulunduğunu
 C) Akarların 4 çift bacağına sahip olduğunu
 D) Akarların vücudunun ağız ve bacak olmak üzere 2 kısımdan oluştuğunu
 E) Akarların büyüklüklerinin yaklaşık 0.1-2.0 mm arasında olduğunu
18. Fethiye'deki Kelebekler vadisine bahar ayında ailesiyle birlikte geziye giden Emine, annesine doğadaki böcekler arasında en çok kelebekleri sevdiğini söylemiştir. Emine, kelebeklerin farklı çiçeklere konduğunu görünce koklama duyularının olup olmadığını annesine sormuştur. Sizce annesinin Emine'ye verdiği yanıt aşağıdakilerden **hangisi olabilir?**
- A) Kelebeklerin çiçekleri renklerini görerek seçtiklerini
 B) Kelebeklerin aslında her çiçeğe konduğunu ve nektar emdiğini
 C) Kelebeklerin antenleri ve ayakları ile konu alabildiğini
 D) Kelebeklerin koku almaya yarayacak organlarının gelişmediğini
 E) Kelebeklerin kanatlarından yansıyan ışıkla çiçekleri bulabildiklerini
19. Gözde, biyoloji laboratuvarında bir hamamböceği bacağına hazır preparatını mikroskop altında incelerken; bacağın alt kısmında fırça gibi ince kılların bulunduğunu gözlemlemiştir. Öğretmenine preparatı gösteren Gözde, bu kıllarla ilgili öğretmeninden hangi bilgiyi **almış olabilir?**
- A) Bu kıllarla hareket ettikleri zemine iyi tutunduklarını
 B) Bu kıllar sayesinde çok iyi zıplayabildiklerini
 C) Bu kıllar sayesinde çok hızlı yürüyebildiklerini
 D) Bu kıllar sayesinde suda yüzebildiklerini
 E) Bu kıllar sayesinde uçabildiklerini
20. Kaan, hayvanat bahçesinde bir böceğin arka ayaklarıyla top şeklinde bir cisim yuvarlayıp götürdüğünü görmüştür. Bu böceği araştıran Kaan, böceğin mayıs böceği olduğunu ve yuvarladığı cismin ise hayvan gübresi olduğunu öğrenmiştir. Mayıs böceğinin gübreyi neden toplayarak yuvarladığını ve yuvasına götürdüğünü araştırdığında ise çok şaşırmıştır. Sizce Kaan'ı şaşırtan hangi bilgi **olmuştur?**
- A) Mayıs böceğinin yuvasını gübre topları ile yapması
 B) Mayıs böceğinin gübreyi daha sonra yiyeceği böcekleri beslemek için kullanması
 C) Mayıs böceğinin gübrenin içine saklanarak düşmanlarından korunması
 D) Mayıs böceğinin gübre içine yumurtalarını bırakarak üremesi
 E) Mayıs böceğinin gübre topunu güç göstergesi olarak rakiplerine göstermesi

21. Böcekler hakkında araştırma yapan Sezgin, böcekler hakkında çok farklı ve ilginç bilgilere ulaşarak mutlu olmuştur. Sezgin, aşağıdakilerden hangisinin böceklerle ilgili doğru bir bilgi **olmadığını öğrenmiştir?**

- A) Kitin dış iskeletlerinin bulunduğunu
- B) Antenlerinin birbirleriyle haberleşmekte kullanıldığını
- C) Vücutlarında beyaz kan bulunduğuna
- D) Tüm böceklerin 3 çift bacağına sahip olduğu
- E) Tüm böceklerin kanatlarının bulunduğunu

22. Örümcekler ile ilgili bilgiler toplayan Ömür, örümceklerin böcek olmadığını öğrenmiştir. Ömür'ün edindiği hangi bilgi örümceklerle böcekleri birbirinden ayırt eden bir bilgi **olamaz?**

- A) Böceklerin 3 çift, örümceklerin 4 çift bacağına sahip olmaları
- B) Böceklerin petek göz, örümceklerin basit gözlere sahip olmaları
- C) Böceklerin vücutlarının 3 kısımdan örümceklerin ise 2 kısımdan oluşması
- D) Böceklerin zehirsiz, örümceklerin zehirli olabileceklerine
- E) Böceklerin kanatlarının olabileceğine ancak örümceklerin kanatsız olduğuna

23. Üniversitede entomoloji dersi alan Fatih, böcek türlerinin tanımlanmasında en çok bakılan organın ne olduğunu öğretmenine sormuştur. Fatih'in öğretmeninden aldığı cevap aşağıdakilerden hangisi **olabilir?**

- A) Kanatlar
- B) Çiftleşme organı
- C) Bacaklar
- D) Antenler
- E) Ağız parçaları

24. Efe, göl kenarında gezerken suda çok iyi yüzebilen bir böcek görmüştür. Efe, palet kullanarak daha hızlı yüzebildiğini bildiği için böceğin nasıl bu kadar hızlı yüzebildiğini merak edip yanına gitmiştir. Böceği gözlemleyen Efe böceğin hangi yapıları ile bunu başarabildiğini kitaplardan araştırarak öğrenmiştir. Aşağıdakilerden hangisi böceğin iyi ilerlemesini sağlayan **parçalardan biridir?**

- A) Böceğin bacağına Tarsus kısmındaki duyu almaçları
- B) Böceğin üç çift bacağına coxa kısmının ince, uzun olarak farklılaşması
- C) Böceğin üç çift bacağına trochanter kısmının kürek görevi görmesi
- D) Böceğin arka bacaklarındaki femur kısmının kaslarla daha güçlü hale gelmesi
- E) Böceğin bacaklarındaki Tibia ve Tarsus kısımlarının iç yüzeyindeki kıllar

25. Laboratuvarda böceklerin bacak yapısını inceleyen Derya, pirenin üçüncü çift bacaklarının değişikliğe uğradığını, peygamberdevesinin ise birinci çift bacaklarının değişmesi sonucunda meydana gelen farklı bacak tipleri olduğunu keşfetmiştir. Aynı gün laboratuvarda birçok bacak çeşidi inceleyen Derya, aşağıdakilerden hangisinin diğerlerine göre farklı bir bacak çiftinin değişmesi sonucunda oluştuğunu gözlemlemiştir?

- A) Danaburnu
- B) Çekirge
- C) Arı
- D) Su böceği
- E) Hamam böceği

EK 3. MOTİVASYON ÖLÇEĞİ

Adı ve Soyadı:

Tarih:

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.

Katılımınız için çok teşekkür ederim.


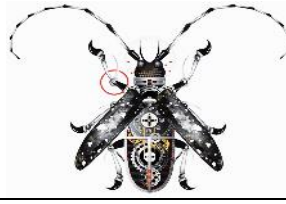
| MOTİVASYON ÖLÇEĞİ | Tamamen Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Hiç Katılmıyorum |
|--|------------------------|-------------|------------|--------------|------------------|
| 1. Ders içi etkinlik veya proje konuları kolay da olsa zor da olsa anlayabileceğime eminim. | TK | K | KR | KM | HK |
| 2. Derste yeni bir etkinlik veya projeye geçildiğinde en üst düzeyde öğrenebilmek için çaba gösteririm. | TK | K | KR | KM | HK |
| 3. Ders içi etkinlik ve projelerde verdiğim emeğin karşılığını iyi bir not olarak görmek beni çok mutlu eder. | TK | K | KR | KM | HK |
| 4. Dersteki konu ve etkinlikler ilginç olduğu ve sürekli değiştiği zamanlarda derslere katılmaya daha istekli oluyorum. | TK | K | KR | KM | HK |
| 5. Dersteki etkinlik ve projelerle ilgili bazı zor kavramları tam olarak anlayabileceğimden emin değilim. | | | | | |
| 6. Ders içi aktivite veya görev aldığım projelerden günlük hayatta kullanabileceğim hiçbir bilgi ve beceri edinmiyorum. | TK | K | KR | KM | HK |
| 7. Dersteki etkinlik ve projelerde gösterdiğimin çabanın karşılığını hiçbir zaman alamadığımı düşünüyorum. | TK | K | KR | KM | HK |
| 8. Benim düşüncelerimi geliştirdiği ve ufku açtığı için seçmeli derslerin önemli olduğunu düşünüyorum. | TK | K | KR | KM | HK |
| 9. Derste yeni bir konuyla ilgili etkinlik veya projeye başladığımızda endişelenir başarısız olmaktan korkarım. | TK | K | KR | KM | HK |
| 10. Dersler farklı etkinlik veya yöntemlerle işlendiği zaman derse katılmaya daha istekli oluyorum. | TK | K | KR | KM | HK |
| 11. Derste anlamakta zorlandığım konularda bana yardımcı olabilecek kişi ve kaynaklara en kısa zamanda ulaşmaya çalışırım. | TK | K | KR | KM | HK |

| | | | | | |
|---|----|---|----|----|----|
| 12. Proje ödevlerinde başarılı olabilmek için güncel bilimsel bilgi ve teknolojileri öğrenmek önemlidir. | TK | K | KR | KM | HK |
| 13. Diğer arkadaşlarımdan daha başarılı olabilmek için dersteki etkinliklere daha çok katılmaya gayret ederim. | TK | K | KR | KM | HK |
| 14. Dersteki etkinliklerde veya görev aldığım projelerde gerekli gayreti göstermek bana zor gelir. | TK | K | KR | KM | HK |
| 15. Dersteki etkinlik ve proje ödevleri ile ilgili karşılaştığım problemleri öğretmenime ya da arkadaşlarıma sorarak tartışırım. | TK | K | KR | KM | HK |
| 16. Derslere devam etmeye gayret gösteriyorum çünkü dersteki etkinlik ve projelerde birçok fen ve teknoloji konuları tartışılıyor. | TK | K | KR | KM | HK |
| 17. Derslerle ilgili yapılması gereken projeler zor olduğu zaman, ya çabucak sıkılıp pes ediyorum ya da kolay olan kısımlarını yapıyorum. | TK | K | KR | KM | HK |
| 18. Derslerde yeni bir şeyler öğrenirken daha önce öğrendiklerimle bağlantı kurmaya çalışırım. | TK | K | KR | KM | HK |
| 19. Merak ettiğimiz konularda etkinlik ve proje yapabilmemiz için fırsat verilmesi daha iyi öğrenmek için önemlidir. | TK | K | KR | KM | HK |
| 20. Ders içi etkinlikler ve projeler esnasında sorulan soruların cevabını kendim düşünerek bulmak yerine başkalarına sormayı tercih ederim. | TK | K | KR | KM | HK |
| 21. Üzerinde çalıştığımız bir proje ile ilgili bir hata yaptığımızda onu neden yaptığımızı bulmaya çalışırım. | TK | K | KR | KM | HK |
| 22. Ders konularının veya proje ödevlerinin içeriğini zor bulduğum zaman öğrenmek ve araştırmak için çaba harcamam. | TK | K | KR | KM | HK |
| 23. Yeni öğrendiğim bilgiler daha önceki öğrendiklerimle çelişiyorsa (yani uymuyorsa) araştırarak nedenini bulmaya çalışırım. | TK | K | KR | KM | HK |
| 24. Benim için aldığım not fen ve teknoloji öğrenmekten daha önemlidir. | TK | K | KR | KM | HK |
| 25. Dersteki bir etkinlik veya projeyle ilgili bir görev verildiği zaman kendimi huzursuz hissedirim. | TK | K | KR | KM | HK |
| 26. Derste fen ve teknoloji konuları ile ilgili yapılan etkinlik ve projeleri çok bilimsel bulmuyorum. | TK | K | KR | KM | HK |
| 27. Derste öğrenmenin kariyerime birçok katkısı olacağını düşünerek etkinlik ve projelere katılırım. | TK | K | KR | KM | HK |
| 28. Derslerle ilgili etkinlik ve projelerle günlük hayatta kullanabileceğim birçok pratik bilimsel bilgi ve beceri kazanırım. | TK | K | KR | KM | HK |
| 29. Dersteki etkinlik ve projelerde başarılı olacağım konusunda kendime güvenirim. | TK | K | KR | KM | HK |

| | | | | | |
|---|----|---|----|----|----|
| 30. Ders içi aktivite ve projelerle hedeflenen bilgi ve becerileri tam anlamıyla kazanabileceğime inanmıyorum. | TK | K | KR | KM | HK |
| 31. Görev aldığım etkinlik ve projelerde ne kadar doğru yol aldığımı öğrenmek için öğretmenimle ve arkadaşarımla tartışırım. | TK | K | KR | KM | HK |
| 32. Görev aldığım etkinlik ve projelerde ne kadar özgün ve orijinal bir ürün ortaya koyacağımı çok önemsemem. | TK | K | KR | KM | HK |
| 33. Diğer arkadaşarımla dersteki aktivite ve projelerde daha başarılı olabileceğini düşünmek beni endişelendirir. | TK | K | KR | KM | HK |



EK 4. BÖCEKLERİN GENEL ÖZELLİKLERİNİ İÇEREN MODÜL

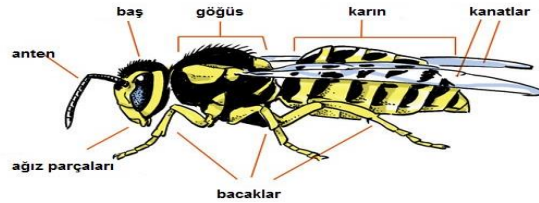
| | | |
|---|---|---|
|  <p>MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ</p> | <p>MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ BÖCEKLER</p> |  |
| <h3>BÖCEKLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ</h3> | | |
| <p>Böcekler; hayvanlar âleminin omurgasızlar şubesinin eklembacaklılar sınıfına dahil olan Böcekler takımına girerler. Eklembacaklılar 4 takımdır;</p> | | |
| <p>Âlem: Hayvanlar</p> | | |
| <p>Şube: Omurgasızlar</p> | | |
| <p>Sınıf: Eklembacaklılar</p> | | |
| <p>Takım 1. Böcekler</p> | | |
| <p>Takım 2. Kabuklular (yengeç, istakoz, karides, su piresi, kerevit vb.)</p> | | |
| <p>Takım 3. Araknidler (Akrepler, örümcekler, kebelere, akarlar)</p> | | |
| <p>Takım 4. Çok ayaklılar (Kırkayak ve çiyenler)</p> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Böceklerin büyüklükleri değişiklik gösterir. ▪ 0,25 mm boyda olanların yanı sıra 40 cm büyüklükte olanları da vardır. ▪ Böcekler hayvanlar arasında en fazla tür ile temsil edilen bir gruptur. ▪ Tanımlanmış türlerin yaklaşık 4/5'i içerir. ▪ Günümüzde bilinen böcek türleri sayısı bir milyonu aşmıştır. ▪ Bu sayıya her yıl birkaç bin yeni tür ilave edilmektedir. ▪ Böcekler yalnız tür sayısı bakımından değil, aynı zamanda fert sayısı bakımından da çok zengindir. | | |
| <p>Örneğin;</p> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bir domates bitkisi üzerinde 25.000 kadar yaprakbiti, ▪ Bir arı kovanında 60.000 kadar arı, ▪ Bir beyaz karınca (<i>Isoptera</i>) yuvasında bir milyon birey, ▪ Bir çekirge (<i>Orthoptera</i>) sürüsü 2 milyon bireyden oluşabilir ve ortalama ağırlığı 50.000 ton olabilir. ▪ Böcekler karasal hayvanlar olup okyanus derinlikleri dışında yeryüzünde kutuptan ekvatora, yüksek dağlardan denizlere kadar her alana yayılmışlardır. ▪ Her türlü iklim koşuluna adapte olmuşlardır. ▪ Geniş alanlara yayılabildikleri gibi bir böcek buğday tanesi içinde bile hayat devrelerini tamamlayabilir. ▪ Böceklerde vücut boşluklarında dolaşan sıvının temel görevi sindirilmiş besin, hormon ve artık maddeleri taşımaktır. ▪ Böcekleri bu derece başarılı kılan özellikleri şöyle özetleyebiliriz: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dış iskelet ▪ Uçma yetenekleri ▪ Küçük vücutlu olmaları ▪ Organların uyumu ▪ Farklı gelişim evrelerine sahip olmaları | | |

- Yüksek üreme yetenekleri ile
- Canlı kalma yeteneklerinin yüksek olması böceklerin başarısında önemli bir etkidir.
- Böceklerde sinirlerdeki impuls iletim hızı saniyede yaklaşık 5 metredir.

VÜCUT

Böceklerin vücudu üç kısımdan oluşur. Bunlar;

- 1) **Baş** (Cephalon, caput),
- 2) **Göğüs** (Thorax) ve
- 3) **Karın** (Abdomen)



DIŞ İSKELET(KİTİN)

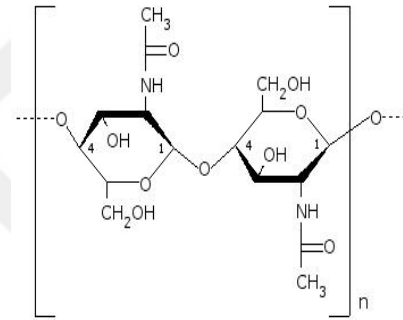
Kitin dış iskelet epidermis tarafından salgılanır ve birçok organik ve inorganik bileşiğin katılmasıyla oldukça sert bir yapı kazanmıştır.

Vücudu kaplayan kitin dış iskelet azot içeren bir polisakarittir.

Bu nedenle kütikula birçok mekanik ve kimyasal etkene karşı olağanüstü dayanıklıdır.

Suyu hemen hemen hiç geçirmediğinden, bu hayvanların kara hayatına mükemmel uyum yapmasını sağlamıştır.

Gaz alışverişi de bazı eklem yerleri dışında hemen hemen yok gibidir.



AĞIZ PARÇALARI

Bu organlar böcek gruplarına ve bunların beslenme biçimine göre değişik tiplerde ortaya çıkar.

- Kesici-çiğneyici,
- Yalayıcı-emici,
- Delici-emici ve
- Emici gibi ana tipleri vardır.

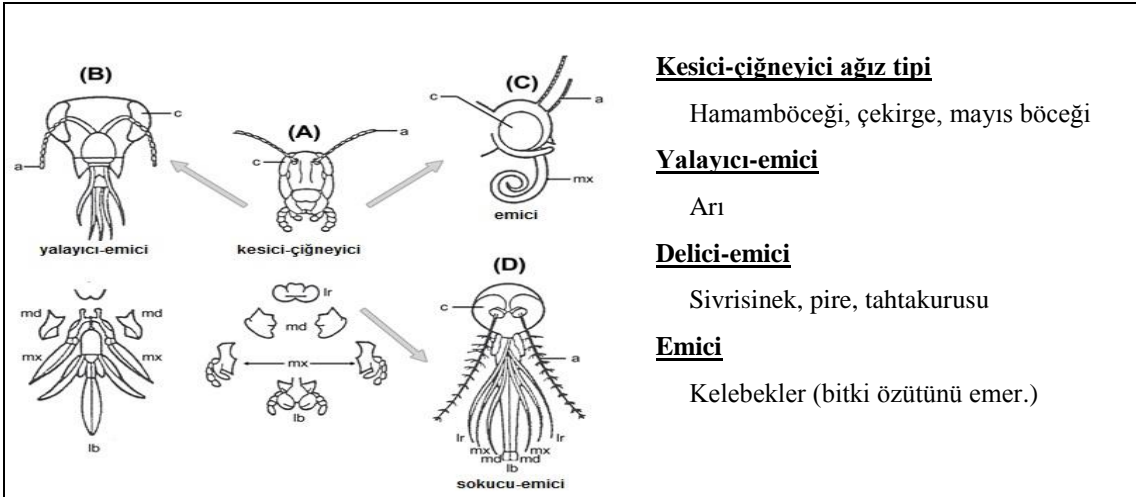
Ağız parçaları bazen aynı takım içerisinde farklı olabileceği gibi, bazı böceklerde ergin ve larva safhalarında da ağız parçaları farklı tiplerde görülür.

Nitekim kelebeklerin ağız emici tipte iken, bunların tırtılları kesici-çiğneyici ağıza sahiptir.

Kelebeklerin çoğu ergin evrede emici tipte ağıza sahipken, ilkel kelebeklerden, polen ile beslenen familya üyeleri ise kesici-çiğneyici ağız taşırlar.

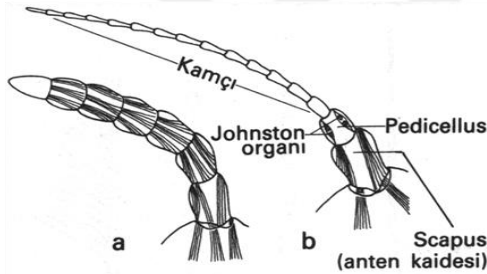
Geyik böceğine ismini veren geyik boynuzunu andıran ağız tipi kesici- çiğneyici ağız tipidir. Görevi çam kozalağı ve dalları yemek üzere daha küçük parçalara ayırmaktır.

Karıncaların ağızları ile kendi vücut ağırlıklarınının 20 katı yük taşıyabilmelerinin nedeni; boyun eklemlerinin ağızda taşınan yükten gelen basıncı vücuda ve ayaklara dağıtmasıdır.



ANTENLER

- Gözler arasına yerleşmiş ve bir çifttir.
- Genellikle birçok duyu almaçlarını ve duyu organlarını içerir.
- Koku, dokunma ve tat alma, yönünü bulma ve eşini bulma görevlerini yapar.
- Görünüşleri ipliksi yapıda olup segmentli bir yapı gösterir.



3 kısım vardır.

Bazal segment (kaide, space),

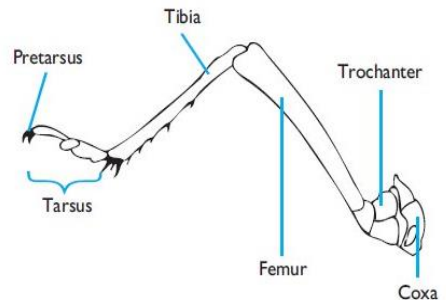
Sap (pedicel),

Kamçı (flagellum, clavola)

Clavola segmentlerinin şekilleri birbirine benzer veya çok farklılaşmış olabilir.

BACAKLAR

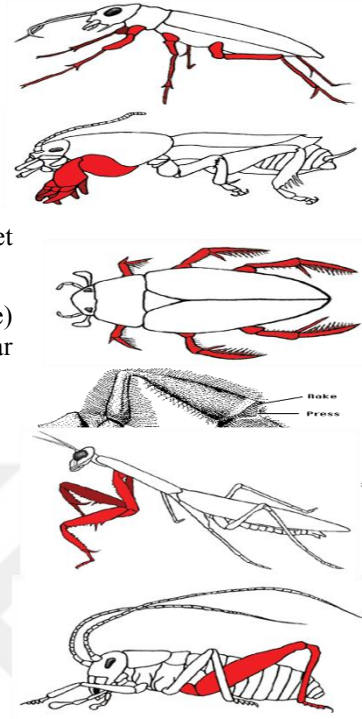
- Bacaklar erginlerde üç çift iken (toplam 6 bacak) larva ve koza içindeki pupada bu sayı değişebilir.
- Vücuda bağlı oldukları kısımdan itibaren segmentler; coxa, trochanter, femur, tibia ve tarsus olup tarsus da ayrıca 5 segmentlidir.
- Tarsusun kaidedeki büyük parçası basitarsus veya metatarsus olarak da adlandırılır.
- Böceklerin yaşayış şekillerine göre ortaya çıkan bacak tipleri ve ait oldukları böcek grupları şöyledir.
- Dinlenme durumunda tüm bacakların karşılıklı olarak birbirine simetrik bir konumda bulunur. Ön bacak çifti öne doğru, orta ve arka bacak çiftleri ise arkaya doğru uzatılır.
- Bacak segmentlerinin içleri boştur. Segmentler silindirik yapıdadır. Coxa segmenti enine çizgili kaslardan meydana gelir.
- Böceklerde farklı görevleri yerine getirmek için bacaklarda farklılaşmalar meydana gelmiştir. En çok farklılaşmaya uğrayan bacak çiftleri 1. ve 3. bacak çiftleridir. Kelebeklerde bacaklar koku duyusunu almak üzere özelleşmiştir. Arılar ve kelebekler ön bacak çifti ile çiçeklerden vücutlarına bulaşan polen ve tozları temizlerler.
- Böceklerin hızlı hareket etmesini, uçuşmasını, kaçmasını, avını yakalamasını sağlayan adaptasyon vücutlarında bulunan çizgili kaslardır.



- Milyonlarca böcek türü arasında 1200 böceğin su üzerinde batmadan yürüyebilmesinin nedeni; su moleküllerinin böceklerin bacaklarındaki kıllara tutunarak adhezyonla itici bir kuvvet oluşturmasıdır.

BÖCEKLERDE BACAK TİPLERİ

- **Koşma ve yürüme** için kullanılan bacak tipine Blattodea (hamam böcekleri), Cicindelidae, Carabidae, Cerambycidae (Coleoptera) rastlanır.
- Ön bacakları **kazıcı tipte** gelişmiş olan böceklere ise en iyi örnek *Gryllotalpa gryllotalpa* (Danaburnu) (Orthoptera)'dır. Mayıs böceklerinin ön bacakları kazıcı tipte olup, arka bacaklarını gübre topunu yuvarlarken adımlarını: sağ-sol-sağ-sol şeklinde hareket ettirirler.
- **Yüzücü bacaklar** ise Hemiptera, bazı Coleoptera, Dytiscidae) görülür. Arka bacak çiftinde fırça adını alan diziler halinde kıllar bulunur. Dev su böceği en iyi örneklerden biridir.
- **Toplayıcı bacak tipi** ise balarılarında (Hymenoptera) bulunur. Bu son tipte tibia ve 1.tarsus segmenti yassılaştırmış ve etrafı özel kıllarla çevrilmiştir. Bu kıllar adeta bir sepet oluştururlar. Arı çiçek tablasında beslenirken, çiçek tozlarını da bu sepetçiğe toplar.
- Ön bacakları **yakalayıcı tipte** gelişmiş böceklere Mantidea, Dictyoptera, Mantispidae (Neuroptera) peygamberdevesi, Nepidae (su akrebi) (Hemiptera) familyalarında rastlanır.
- **Sıçrayıcı (zıplayıcı) bacak** tipine çekirgelerde (Orthoptera) ve bazı Coleoptera'da rastlanır. Pire en iyi örneklerden biridir. Femur çok iyi gelişmiştir.



DUYU ORGANLARI

Böcek duyu organları başlıca vücut duvarında bulunmaktadır ve çoğu mikroskopik büyüklüktedir. Herbir duyu organı genellikle tek bir uyarım tarafından harekete geçirilirler. Böcekler;

- mekaniksel,
- kimyasal,
- işitme,
- görme
- ve diğer bazı tiplerde duyu organlarına sahiptirler.

Mekaniksel Duyu Organları: Bu organlar dokunma, basınç, titreme vb. gibi mekaniksel uyarımları algırlarlar.

Kimyasal duygular tat ve koku almadır. Bu ikisi arasındaki başlıca fark tat alma temas gerektirirken, koku belirli bir mesafeden algılanabilir. Tat alma organları başlıca ağız parçaları üzerinde yer almıştır, fakat bazı böcekler (Örneğin karıncalar, bal arıları ve diğer bazı arılar) anten üzerinde, bazıları (kelebekler, sinekler) ise tarsi üzerinde tat alma organına sahiptirler.

İşitme: Böcekler vücutlarının değişik yerlerindeki işitme organları vasıtasıyla sesleri algırlar. Temelde birbirlerine benzemekle birlikte 4 tip işitme organı vardır. Bunlar; tympanal organ, işitme kılları, Johnston organı ve bazı böceklerin ağız kısmında bulunan özel bir işitme organıdır. Tympanal organ bir çift olarak vücudun değişik yerlerinde bulunur ve ince bir membranla temas halindeki birden birkaç yüze kadar değişen duyu hücrelerinden ibarettir. Bu tip organlar çekirgelerde, ağustos böceklerinde ve bazı kelebeklerde mevcuttur. İşitme kılları ise birçok kelebek larvasında ve bazı çekirgelerde vardır. Sivrisineklerin antenleri üzerinde yer alan kıllar ses dalgalarıyla titreşir ve antenin ikinci segmentindeki Johnston organının sesi algılamasını sağlarlar.

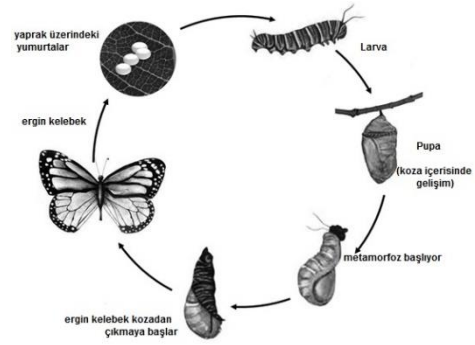
Görme Duyuları

Böceklerin ışık dalgalarına karşı duyarlılığı, çeşitli duyu organlarının yardımıyla olur. Bunlar;

- Deri Işık Alıcıları
- Noktagöz (Ocellus)
- Tepe nokta göz (Dorsal ocelli)
- Yan Nokta Gözleri (Lateral ocelli)
- Petek veya Bileşik Gözler (Ommatidia)

1. Deri Işık Alıcıları:

Vücut yüzeyinin, genel olarak, ışığa duyarlı olduğu tespit edilmiş ise de, alıcıların vücudunun nerelerinde bulunduğu bilinmemektedir. Örneğin; **Amerikan hamam böceği**



2. Noktagöz (Basitgöz = Ocellus)

Nokta gözler (Basit göz) küçük ve yuvarlak olup, sadece ışığı ayırt ederler.

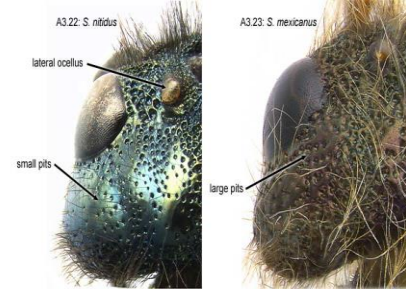
a) Tepe Nokta Gözleri (Dorsal Ocelli)

- Başın tepe kısmında bulunan gözlerdir. Tipik olarak, geliştiklerinde bir üçgenin köşeleri durumunda, üç adettir. Görevleri;
- Uçuş sırasında vücudun durumunu düzenlemek,
- Uzak mesafelerdeki cisimleri görmek,
- Gece görmek,
- Işığın yönünü algılamakta yardımcı olmak



b) Yan Nokta Gözler (Lateral Ocelli)

Böcek larvalarında bulunur. Başın iki yanında yer almıştır. Sayıları değişir; bir türde dahi her zaman aynı olmayabilir. Bu gözlerin, ışık farkını, yönü, hareketi ve kural olarak uzaklığı saptadığı kabul edilir.



3. Petek Gözler (Bileşik Gözler)

Böceklerde yüzlerce bal peteğinin birleşimi şeklinde görünen birleşik gözler, basit gözlere oranla daha karmaşık ve büyüktür. Böceklerde birleşik gözler her biri ayrı bir reseptör olarak çalışan ommatidia (bir çeşit nokta gözden) dediğimiz yüzlerce lensle kaplı optik birimlerden oluşur. Her ommatidium kendi özel optik sistemine sahiptir. Ommatidium sayısı türlere göre değişmektedir. Birleşik gözde oluşan görüntü, ard arda duran noktaların algılanması şeklinde olup, her nokta bir ommatid tarafından mozaik gibi algılanır. Ommatid sayısı arttıkça görüş keskinliği de artar. Farklı yöne bakan gözlerin her biri görüntünün farklı bir bölümünü üstlenir. Böceklerde ışığa duyarlılık yanında, hareket ve uzaktaki cisimlerin görülmesinde görev alır.



METAMORFOZ

Kelebekler, metamorfoz adı verilen ve dört safhadan oluşan başkalaşım süreci içinde gelişir ve çoğalırlar. Bu başkalaşım sürecindeki safhalar;

- Yumurta,
- Larva,
- Pupa,
- Ergin kelebek evreleridir.

Bu safhalar türe göre 2 ay ile 4 sene arasında değişir. Oysa biz uçan kelebekleri tanırız fakat

bu gördüğümüz keleklerin en son safhasıdır. Bu yüzden keleklerin kısa ömür süreleri bu ergin safha için geçerlidir.

4. Yumurta Evresi

- Dişi kelebek, yumurtalarını bitkilerin gövde veya yaprakları üzerine bırakır. Boyları 1–2 mm. olan yumurtaların renk ve biçimleri, her kelebek türüne göre değişir.
- Bırakılan yumurta sayısı ise ortalama 40–200 arasındadır. Bu yumurtaları birer birer ve bir bölge içinde aynı türden birçok bitki üzerine bırakır.
- Bir yumurtanın normal koşullarda olgunlaşp çatlama süresi 6–14 gündür.

5. Larva Evresi

- Yumurtalar çatlayınca içlerinden 2-3 mm boyunda tırtıllar çıkar ve böylece kelebeğin larva dönemi başlar.
- Üzerinde buldukları bitkilerin yapraklarını yiyerek beslenir.
- Her kelebek türünün larvası birbirinden farklı biçim ve göz alıcı renklerde dir.
- Kelebeklerin larva süreleri 3-6 haftadır.

6. Pupa Evresi




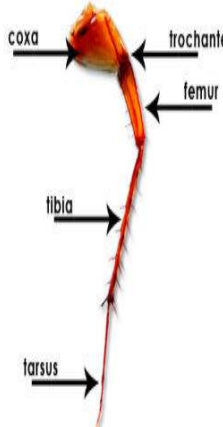

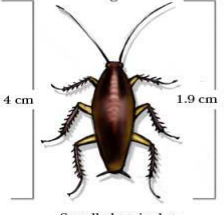

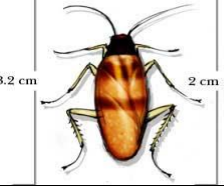

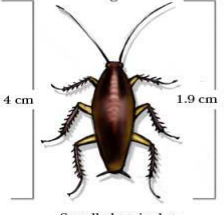

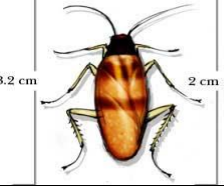


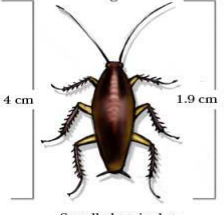

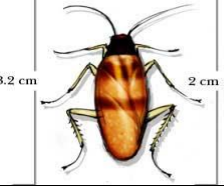
- Larva evresini tamamlamış olan tırtıl, bitkiyi terk eder; ağaç gövdeleri, taş aralıkları veya evlerin içlerine girerek emin bir yerde pupa evresine geçer.
- Bazı türleri baş aşağı, bazılarıysa gövdelerinden ince bir ağ iplikle kendilerini bağlayıp dikine olarak tutunurlar. Böylelikle mükemmel bir gizleme sağlanmış olur.
- Pupa süresi 10-15 gündür. Pupa evresinin son 2-3 gününde kabuk şeffaflaşır, kelebeğin renk ve desenleri görülür hale gelir.

5. Kelebek Dönemi

- Yaşam döngüsünün son aşamasında artık yetişkin bir kelebek olmuştur. Kelebek kozadan çıktığında nemli ve buruşuktur. Kozasından aşağı sarkık vaziyette durarak kanatlarına kan pompalar. Kuruyup uçabilmesi için iki saate ihtiyacı vardır.



EK 5. HAMAMBÖCEĞİ MODÜLÜ

| | | | | | |
|---|---|---|---|--|--|
|  | <p>MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ BÖCEKLER – HAMAMBÖCEĞİ KOŞUCU/YÜRÜYÜCÜ BACAK</p> |  | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Hamamböceklerinin vücut uzunluğu 1.5 cm ile 5 cm arasında değişmektedir. • Genelde toplu koloniler halinde yaşarlar, 15 ay kadar ömrü vardır. • Besin olarak kendilerinden küçük böceklerle beslenebildikleri gibi sebze ve meyvelerle de beslenebilirler. • Genellikle geceleri aktif olan bu böcekler ışığa karşı hassastırlar. • Hamamböcekleri saniyede 80 cm yol katederek bir gecede yaklaşık 4,5 km yol koşabilirler. Bunun nedeni Tibiadaki dikensi çıkıntılarla zemine sıkıca tutunmalarıdır. • Bazı türler, tırmakları arasında bulunan ve "arolium" adı verilen yastık yapıları sayesinde düz yerlere rahatlıkla tırmanabilirler. <p>• Koşucu- Yürüyücü Bacak Tipi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temel bacak tipidir. Bacaktaki bütün bölümler tamdır. Diğer bacak tiplerinde şekil değişiklikleri görülür. • Bütün bacaklarda değişik şekillerde dikenler bulunabilir. • Antenleri çok küçük miktarlardaki nem ve yiyeceği tespit edebilir. • Isırıcı-çiğneyici tipteki ağızlarının etrafı, tatma ve koklama almaçlarıyla donatılmıştır. • Nemli, sıcak ve pis yerleri severler kanalizasyon, kazan dairesi, depo, bodrum, toprak altı galerileri ambalaj içleri gibi yerleri istila ederler. • Karnınlarının arka tarafına uzanan duyarları çok hafif hava akımlarına bile duyarlıdır; öyle ki, potansiyel bir tehlikeden saniyenin binde 54'ü gibi bir zamanda kaçmaya başlayabilirler. • Bazı türleri kanatlıdır, fakat uçmaktan ziyade yürümeyi tercih ederler. | | | | | |
|  |  | | | | |
| <table border="0"> <tr> <td data-bbox="311 1332 502 1568"> <p><i>Periplaneta americana</i></p>  <p>4 cm</p> </td> <td data-bbox="502 1332 726 1568"> <p><i>Blattella germanica</i></p>  <p>1.9 cm</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="311 1568 502 1780"> <p><i>Blatta orientalis</i></p>  <p>3.2 cm</p> </td> <td data-bbox="502 1568 726 1780"> <p><i>Supella longipalpa</i></p>  <p>2 cm</p> </td> </tr> </table> | <p><i>Periplaneta americana</i></p>  <p>4 cm</p> | <p><i>Blattella germanica</i></p>  <p>1.9 cm</p> | <p><i>Blatta orientalis</i></p>  <p>3.2 cm</p> | <p><i>Supella longipalpa</i></p>  <p>2 cm</p> |  |
| <p><i>Periplaneta americana</i></p>  <p>4 cm</p> | <p><i>Blattella germanica</i></p>  <p>1.9 cm</p> | | | | |
| <p><i>Blatta orientalis</i></p>  <p>3.2 cm</p> | <p><i>Supella longipalpa</i></p>  <p>2 cm</p> | | | | |

EK 7. PEYGAMBERDEVESİ MODÜLÜ

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ BÖCEKLER-PEYGAMBERDEVESİ YAKALAYICI BACAK</p> |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Peygamber Böceği, diğer bilinen adı peygamberdevesi, genellikle sarımtırak ya da yeşil renkli, uzun bir gövdeye sahip, başı her tarafa rahatlıkla oynayarak hareket edebilen, oldukça iri gözlere sahip bir böcek türüdür. • Genellikle yaprakların arasında kendini tam bir profesyonel olarak saklar ve avını bu şekilde bekler kendisini hiç bir şekilde göstermez. • En önemli özelliği ön göğüs bölümünün çok uzun olmasıdır. • Üçgen bir kafa yapıları vardır. Kafasının iki yanınında iki adet petek göz, üstünde ise 2 adet basit göz bulunmaktadır. • Ağız yapıları çok kuvvetli olup kesici- çiğneyici ağız tipine sahiptirler. • Bu böceğin özelliği durduğu yerden hiç hareket etmesine gerek kalmadan alt ve üst bacakları ile sinekleri yakalar ve olduğu yerde yavaş bir biçimde avını tüketir. • Peygamber böceği çoğunlukla güneşli ve yarı aydınlık olan yerleri tercih etmektedir. • Peygamberdevesi, genellikle kendinden küçük olan karınca, sinek, hamam böceği gibi böceklerle beslenebilmektedir. | |
| <p>Yakalayıcı Bacak (Birinci çift bacakların değişmesi sonucu oluşan bacak tipi)</p> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Peygamber develerinde (Mantidae) görülen bacak tipidir. • Peygamber develerinde toplam 3 ayak çifti bulunmaktadır. Bu bacakların ilk çifti yani ön bacakları avlanma için olup diğer iki çifti ise yürümek için kullanılmaktadır. • Ön bacaklarının iç kısımları biri dikenli iki uzun parçası kıvrıldığında avlarını yakalayıp parçalayan bir kısıpaca dönüştürür. | | |
|  |  | |
|  |  | |

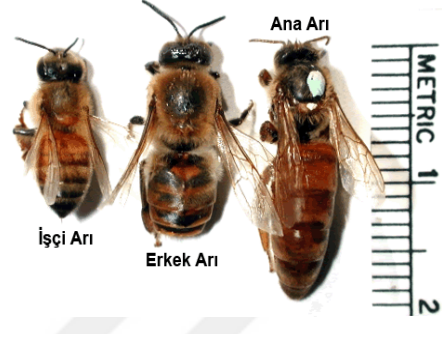
EK 8. BALARISI MODÜLÜ



MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM FAKÜLTESİ
ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ
BÖCEKLER-BALARISI
TOPLAYICI BACAK

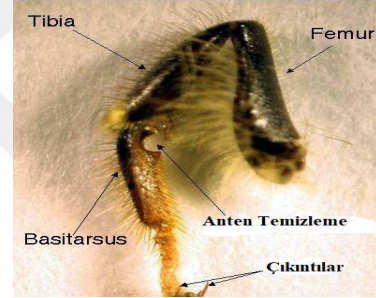


- Arının başının iki yanında duyarları vardır. Bunlar koku almaya, dokunmaya yararlar.
- Başın iki yanında ayrıca iki petek göz vardır. Bunların her biri 7000 kadar küçük gözden meydana gelmiştir. Bunlardan başka, arının ayrıca, alnının ortasında da üç gözü daha vardır. Bunlar ise tepe nokta gözdür.
- Arının ağız yapısı yalayıcı- emici tiptedir.
- Arının göğsü üç halkadan meydana gelmiştir. Her halkada bir çift ayak bulunur. İkinci, üçüncü halkalarda birer çift de kanat vardır.
- Vücutları kitinle kaplıdır.





TOPLAYICI AYAK (Üçüncü Çift Bacakların Değişmesi Sonucu Oluşan Bacak Tipleri)

- Polen toplayan arılarda görülür.
- Bacak boyunca fırça benzeri tüyler bulunur. Polenler, bu tüyler yardımıyla toplanır, alt bacağın üst kısmında bulunan bir polen sepetine aktarılır.
- Balarılarının (Hymenoptera) işçilerinde görülen bacak tipidir.
- Balaraları çiçeklerden vücutlarına bulaşan polen ve tozları ön bacak çifti ile temizlerler.
- Tibia' nın dış kısmı uzun kıllarla çevrilerek, bacakta bir polen sepetiği meydana gelmiştir.



EK 9. DEV SU BÖCEĞİ MODÜLÜ

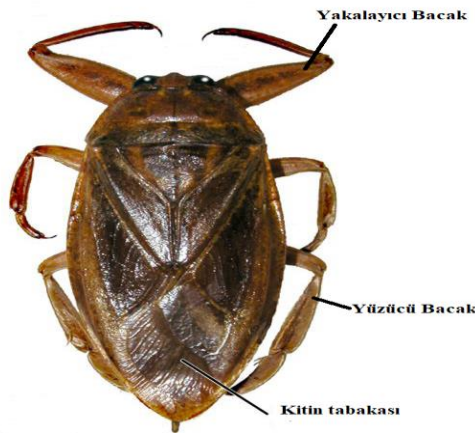
| | | |
|---|---|---|
|  | <p>MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ROBOTİK TASARIM ETKİNLİKLERİ BÖCEKLER - DEV SU BÖCEĞİ</p> |  |
|---|---|---|



- Genellikle ufak sucul kabuklularla, balıklarla ve amfibilerle beslenirler. Ancak yavru kaplumbağaları ve hatta su yılanlarını bile öldürüp yedikleri bilinmektedir.
- Bu böcekler usta bir su avcısıdır. Larvaları su içerisinde yaşayabilir; yetişkinleri de suyun içerisinde uzun bir süre nefesini tutarak kalabilir. Ancak yetişkinlerin aralıklarla yüzeye çıkarak nefes alması gerekir.
- Omurgalılarıdaki çeneye benzer ağız parçaları bu böceklerin bildiğimiz en güçlü özelliklerinden bir tanesidir. Dolayısıyla ısırıkları da bir o kadar güçlüdür. Genellikle tatlı suların etrafında buldukları bilinir ve ortalama 2 santimetre büyüklüklerinde olabilmektedirler.

• YÜZÜCÜ BACAK (Üçüncü Çift Bacakların Değişmesi Sonucu Oluşan Bacak Tipleri)

- Tibia ve özellikle segmentsiz tarsus, plaka şeklinde gelişerek bir kürek görevi görür. Genişlemiş bu plakların ventral tarafı, çok sık kıllarla donatılmış ve yüzeyin büyümesi sağlanmıştır.



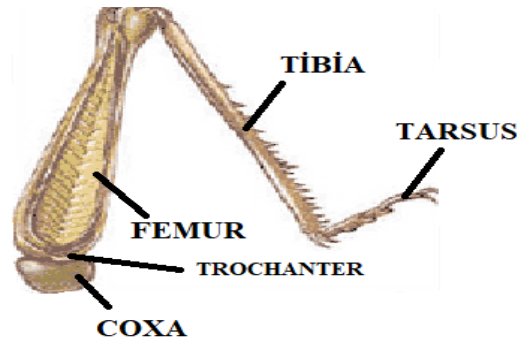
EK 10. ÇEKİRGE MODÜLÜ



MUĞLA SİTKİ KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM FAKÜLTESİ
ROBOTİK Tasarım Etkinlikleri
BÖCEKLER – ÇEKİRGE



- Tarla, çayır ve su kenarlarında rastlanır.
 - Göçmen olanları, 5-6 cm veya daha uzunları vardır.
 - Ömrü dört ay kadardır.
 - Ağız parçaları kesici ve çiğneyici olup, çoğunlukla nebatî, bazan da hayvani maddelerle beslenirler.
 - Uzun yapılı başlarının yanlarında bir çift iri petek göz ve alınlarında üç adet basit (osel) göz vardır.
 - Bir çift olan antenleri, bazılarında kısa, bazılarında uzun olup, dokunma ve kokuya duyarlı kıllarla bezenmiştir. Çok uzak mesafelerden rüzgarın getirdiği nebatî besinlerin kokularını alırlar.
 - Üç parçalı göğüs kısımlarının her bölümünden bir çift bacak çıkar.
 - Kanatlar da göğsün son iki halkasında yer alır.
 - Ekinler için zararlıdırlar.
 - En önemli özelliği arka bacakları uzun ve sıçrayıcı olmasıdır.
- ZIPLAYICI BACAK (Üçüncü Çift Bacakların Değişmesi Sonucu Oluşan Bacak Tipleri)



- Üç çift bacağın ilk iki çifti yürümede, iri ve daha güçlü olan son çifti sıçramada kullanılır.
- Femur çok kuvvetli kaslarla donatılmış olup, tibia oldukça uzundur.
- Sıçrama için tibia'nın femur altına çekilmesi ve yere doğru bir itme hareketinin yapılması gerekir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyad, Ad: Akçay, Simge

Doğum Yeri ve Tarihi: İzmir, 20.05.1993

Eposta: simgeakcay913@gmail.com

Telefon:0507 189 47 34

EĞİTİM BİLGİLERİ

| Derece | Kurum | Yıl |
|---------------|--|------------------|
| 72,00 | MUSTAFA KEMAL ANADOLU LİSESİ | 2007-2011 |
| 2,83 | MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ Eğitim Fakültesi / İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı | 2011-2015 |
| 3,79 | MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü / İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı | 2016-2018 |