



**AÇIK KAYNAK KODLU DİSİPLİNLER ARASI
EĞİTSEL ROBOT GELİŞTİRİLMESİ VE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ömer Faruk FATSA

Yüksek lisans tezi

**Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim
Dalı**

2023

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**AÇIK KAYNAK KODLU DİSİPLİNLER ARASI EĞİTSEL ROBOT
GELİŞTİRİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Development and Evaluation of Open Source Interdisciplinary Educational Robot)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer Faruk FATSA

Danışman: Doç. Dr. Zeynep TURAN

Erzurum
Ağustos, 2023

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Ömer Faruk FATSA tarafından hazırlanan “Açık Kaynak Kodlu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi” başlıklı çalışması 10/08/2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı Ana Bilim Dalı, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Hatice YILDIZ DURAK

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Danışman: Doç. Dr. Zeynep TURAN

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Rabia Meryem YILMAZ

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Enstitü Yönetim Kurulunun
....../....../.... tarih ve sayılı
kararı.

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

.... / / 202..

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Açık Kaynak Kodlu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

10 / 08 / 2023

Aslı ıslak imzalıdır

Ömer Faruk FATSA

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim sürecinde bana rehberlik eden ve danışmanlığıyla tez yazım sürecinde muvaffak olabilmemin önünü açan hocam Sayın Doç. Dr. Zeynep TURAN’a teşekkürlerimi ve en derin saygılarımı sunuyorum. Ayrıca tez savunma jürimde yer alan, görüş ve önerileri ile çalışmama olumlu katkılarda bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. Hatice YILDIZ DURAK’a ve Prof. Dr. Rabia Meryem YILMAZ’a teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitimim sürecinde benden desteğini hiçbir zaman esirmeyen can eşim Gamze’ye, hayatımıza girişıyle dünyamızı anlamlandıran canım kızım Alya Duru’ya ve her zaman yanımda olduklarını bildiğim anneme, babama ve kız kardeşlerime teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmayı gerçekleştirmek için gerekli olan maddi desteği sağlayan Selçuk Bayraktar ve Teknofest organizasyonun bütün fertlerine teşekkür ediyorum.

Ömer Faruk FATSA

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ AÇIK KAYNAK KODLU DİSİPLİNLER ARASI EĞİTSEL ROBOT GELİŞTİRİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ömer Faruk FATSA

Ağustos 2023, 151 Sayfa

Amaç: Bu çalışmada açık kaynak kodlu disiplinler arası bir eğitsel robotun geliştirilip değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen robota GaFa robot adı verilmiştir. Robotla gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda robota ilişkin öğrencilerin motivasyon düzeyleri ve robota ilişkin kullanılabilirlik düzeylerinin belirlenmesi, gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin robotik tutumlarını etkisi ve robota ilişkin öğrenci görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca robot geliştirme sürecinin detaylı bir şekilde ortaya konulması ve geliştirilen eğitsel robotun sahip olduğu özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Çalışmada karma araştırma yöntemlerinden gömülü araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. Araştırmanın ilk aşaması gelişimsel araştırma yöntemi kullanılarak yapılandırılmış ve ADDIE öğretim tasarım modeline bağlı kalınarak süreç yönetilmiştir. Araştırmanın ikinci aşamasında tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Afyon ilinde bir Halk Eğitimi Merkezinde öğrenim gören 17 ortaokul öğrencisi çalışma grubu olarak belirlenmiştir. Örneklem belirlenirken kolay ulaşabilir örneklem seçim yöntemi kullanılmıştır. Uygulama süreci 9 hafta boyunca toplamda 46 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları olarak robotik tutum ölçeği, öğretim materyali motivasyon ölçeği, sistem kullanılabilirlik ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Veri analiz sürecinde betimsel istatistik ve kestirimsel istatistik yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Bulgular: Geliştirilen robotun; açık kaynak kodlu bir yapıda olduğu, uygun maliyetli olduğu, tasarımı ve donanımı özelleştirme ve kolay bağlantı özelliklerine sahip olduğu, genel amaçlı kullanıma uygun ve elektronik ön bilgi gerektirmeden kullanılmasının mümkün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, geliştirilen robotun kullanılabilirlik düzeyinin mükemmel ve iyi arasında olduğu, kullanılabilirlik düzeyinin alt faktörlerinden kullanılabilir düzeyinin yine mükemmel ve iyi arasında olduğu fakat öğrenilebilir düzeyinin geçer ve kötü arasında olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin geliştirilen robota ilişkin motivasyon düzeylerinin yüksek olduğu, alt faktörlere bakıldığında robota ilişkin dikkat ve memnuniyet düzeylerinin yüksek olduğu fakat uygunluk ve güven düzeylerinin orta seviyede olduğu görülmüştür. Ayrıca, GaFa robotla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin robotik tutumlarını anlamlı seviyede artırdığı görülmüştür. Nitel verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre ise öğrencilerin geliştirilen robota karşı olumlu görüşlere sahip olduğu görülmüştür.

Sonuçlar: Geliştirilen robotun kullanılabilirlik düzeyinin yeterli seviyede olduğu, fakat öğrenilebilir faktörünün geliştirilmesi gerektiği, robota ilişkin öğrenci motivasyon düzeyinin yüksek olduğu, geliştirilen robotun öğrenci tutumlarını anlamlı düzeyde artırmış olduğu görülmüştür. Robotu kullanırken öğrencilerin zorlanmadığı, robotun tasarımı özelleştirme özelliği ve tak çalıştır özelliğinin öğrenciler tarafından beğenildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: arduino, robot, robotik, robotik kodlama, eğitsel robotikler

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF OPEN SOURCE INTERDISCIPLINARY EDUCATIONAL ROBOT

Ömer Faruk FATSA

August 2023, 151 Pages

Purpose: This study aims to develop and evaluate an open-source interdisciplinary educational robot. The developed robot was named the GaFa robot. The developed robot aims to be an alternative to the educational robotics available in the market and suitable for general use. As a result, the activities carried out with the robot; it was aimed at determining the motivation levels of the students regarding the robot and the usability levels of the robot to determine the effect of the activities carried out on the robotic attitudes of the students and to determine the opinions of the students regarding the robot. In addition, it is aimed to reveal the robot development process in detail and to determine the features of the developed educational robot.

Method: Embedded research design, one of the mixed research methods, was used in the study. The research consists of two stages. The first stage of the research was structured using the developmental research method and the process was managed by adhering to the ADDIE instructional design model. In the second stage of the study, a one-group pretest-posttest weak experimental design was used. Seventeen secondary school students in a Public Education Centre in Afyon province were determined as the study group. While selecting the sample, the convenience sampling method was used. The one-group pretest-posttest weak experimental design was used as the research design. The implementation process was carried out for nine weeks for 46 hours. The Robotics attitude scale, instructional material motivation scale, system usability scale, and semi-structured interview form were used as data collection tools. Descriptive statistics and inferential statistics methods were used in the data analysis process.

Findings: It has been determined that the developed robot has an open source structure, is cost-effective, has customization and easy connection features in design and hardware, is suitable for general-purpose use, and can be used without requiring prior electronic knowledge. It was found that the usability level of the developed robot was between excellent and good, and the usable level, one of the sub-factors of the usability level, was between excellent and good. Still, the learnable level was between good and poor. It was observed that the student's motivation levels regarding the developed robot were high. When the sub-factors were analysed, it was seen that the levels of attention and satisfaction regarding the robot were high. Still, the levels of relevance and confidence were at medium levels. In addition, it was observed that the activities carried out with the GaFa robot significantly increased the robotics attitudes of the students. According to the findings obtained as a result of the analysis of qualitative data, it was seen that the students had positive opinions towards the developed robot.

Conclusions: It was observed that the usability level of the developed robot was at a sufficient level, but the learnable factor should be improved, the level of student motivation regarding the robot was high, the developed robot significantly increased student attitudes, students' confidence improved thanks to the easy use of the robot. It was concluded that the students did not have difficulty using the robot, and they liked the robot's customisation feature in the design and plug-and-play feature.

Keywords: arduino, robot, robotic, robotic coding, educational robotics

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	iii
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	ix
BİRİNCİ BÖLÜM.....	10
Giriş	10
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	12
Araştırmanın Amacı	17
Araştırmanın Sınırlılıkları	19
Varsayımlar	19
Terim ve Tanımlar.....	19
İKİNCİ BÖLÜM	21
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	21
Robot ve Robotik Bilimi	21
Eğitimde Robot Kullanımı ve Eğitsel Robotikler	23
Literatürde ve Piyasada Bulunan Eğitsel Robotların Karşılaştırılması.....	23
Eğitsel Robotik Türleri.....	26
Hazır Ticari Robotlar	27
Kendin Yap Robotik Setler	33
Eğitsel Robotiklerde Tasarım Modelleri	37
Eğitsel Robotiklerde Açık Kaynak Yapı.....	38
Eğitsel Robotiklerde İçerik	39
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	40
Yöntem	40

Araştırma Yöntemi.....	40
Çalışma Grubu	40
Veri Toplama Teknikleri/Araçları.....	41
Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği (SKÖ).....	41
Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği (ÖMMÖ)	42
Robotik Tutum Ölçeği (RTÖ).....	42
Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	43
Veri Toplama Araçlarının Geçerlik ve Güvenirliği	43
Robot Tasarım Süreci.....	44
Analiz Basamağı	47
Tasarım Basamağı.....	49
Geliştirme Basamağı	52
Uygulama Basamağı	56
Değerlendirme Basamağı	60
Verilerin Analizi.....	61
Araştırmacı Rolü	63
Geçerlik	63
Güvenirlik	64
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	65
Bulgular	65
Maliyete İlişkin Bulgular	65
Kolay Bağlantı Yöntemine İlişkin Bulgular	66
Donanımda Özelleştirme Özelliğine İlişkin Bulgular.....	67
Tasarımda Özelleştirme Özelliğine Ait Bulgular.....	73
Robotun Genel Amaçlı ve Geniş Kullanım Alanına Sahip Olmasına Dair Bulgular	75
Elektronik Ön Bilgi Gerektirmeden Robotun Kullanılmasına Dair Bulgular.....	77
Geliştirilen Robotun Kullanılabilirlik Düzeyine İlişkin Bulgular.....	77
Kullanabilirlik Faktörüne Ait Bulgular	77
Öğrenilebilirlik Faktörüne Ait Bulgular.....	78
Öğrenci Motivasyon Düzeylerine İlişkin Bulgular	78
Dikkat Boyutuna Ait Bulgular	79
Uygunluk Alt Boyutuna Ait Bulgular	79
Güven Alt Boyutuna Ait Bulgular	79
Memnuniyet Alt Boyutuna Ait Bulgular.....	80
Öğrencilerin Robotik Tutumlarına İlişkin Bulgular.....	80

Öğrenme İsteği Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	80
Özgüven Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	81
Bilgi İşlemsel Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular	81
Takım Çalışması Alt Boyutuna İlişkin Bulgular.....	81
Geliştirilen Robotla İlgili Öğrenci Görüşlerine Ait Bulgular	82
Robotik Tutum Temasına Ait Öğrenci Görüşleri.....	83
Motivasyon Temasına Ait Öğrenci görüşleri	85
Karşılaşılan Zorluklar Temasına Ait Öğrenci Görüşleri.....	86
Olumlu Yönler Temasına Ait Öğrenci Görüşleri.....	88
BEŞİNCİ BÖLÜM	90
Tartışma ve Sonuç	90
1. Eğitsel Robotun Sahip Olduğu Özelliklere İlişkin Sonuçların Tartışılması	90
Robotun Maliyetine İlişkin Sonuçların Tartışılması	90
Robotun Kolay Bağlantı Yöntemine İlişkin Sonuçların Tartışılması	92
Robotun Donanımda Özelleştirme Özelliğine İlişkin Sonuçların Tartışılması.....	92
Robotun Tasarımda Özelleştirme Özelliğine İlişkin Sonuçların Tartışılması	93
Robotun Genel Amaçlı Kullanımına İlişkin Sonuçların Tartışılması	94
Robotun Elektronik Ön Bilgi Gereksinimi Olmadan Kullanıma İlişkin Sonuçların Tartışılması.....	95
2. Eğitsel Robotun Kullanılabilirliğine İlişkin Sonuçların Tartışılması.....	95
3. Öğrencilerin Motivasyon Düzeylerine İlişkin Sonuçlarının Tartışılması	97
4. Öğrencilerin Robotik Tutumları İlişkin Sonuçların Tartışılması	97
5. Eğitsel Robota İlişkin Öğrenci Görüşlerinin Tartışılması.....	98
Öneriler.....	100
Araştırmacılara Öneriler.....	100
Uygulamaya Yönelik Öneriler	101
KAYNAKÇA	102
EKLER	112
EK-1 SİSTEM KULLANILABİLİRLİK ÖLÇEĞİ.....	112
EK-2 ROBOTİK TUTUM ÖLÇEĞİ	113
EK-3 YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU SORULARI	114
EK-4 ÖĞRETİM MATERYALİ MOTİVASYON ÖLÇEĞİ.....	115
EK-5 GELİŞTİRİLEN ROBOTA İLİŞKİN TANITIM VE ETKİNLİK KİTAPÇIĞI	117
EK-6 ÖLÇEK KULLANIM İZİNLERİ.....	141
EK-7 ETİK KURUL KARARI.....	142

EK-8 ARAŞTIRMA İZNİ.....	143
EK-9 ARAŞTIRMACININ TEKNOFEST 2022 STANDINA AİT GÖRSELİ.....	144
ÖZ GEÇMİŞ.....	145



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Kodlama ve Robotik Kodlama Etkinliklerinin Karşılaştırılması</i>	12
Tablo 2. <i>Literatürdeki Eğitsel Robot Geliştirme Çalışmalarının Karşılaştırılması</i>	24
Tablo 3. <i>Piyasada Bulunan Eğitsel Robotların Karşılaştırılması</i>	25
Tablo 4. <i>Hazır Ticari Robotların Avantajları ve Dezavantajları</i>	27
Tablo 5. <i>Kendin Yap Robotiklerin Avantajlar ve Dezavantajları</i>	33
Tablo 6. <i>Tek gruplu Ön Test- Son Test Zayıf Deneysel Süreç</i>	40
Tablo 7. <i>SKÖ puanlarının sıfat derecelendirme tanımlayıcı istatistikleri</i>	42
Tablo 8. <i>Ölçme Araçlarına İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri</i>	44
Tablo 9. <i>Hazır Robotlar ile Kendin Yap Robotiklerin Karşılaştırması</i>	48
Tablo 10. <i>Robot Geliştirme Kriterleri</i>	49
Tablo 11. <i>Etkinlik Planı</i>	57
Tablo 12. <i>Çalışmada kullanılan veri toplama aracı ve veri analiz yöntemlerinin araştırma sorularına göre dağılımı</i>	61
Tablo 13. <i>Robotik Tutum Ölçeği ve Alt Boyutlarına Ait Normal Dağılım Sonuçları (Ön Test)</i>	62
Tablo 14. <i>Robotik Tutum Ölçeği ve Alt Boyutlarına Ait Normal Dağılım Sonuçları (Son Test)</i>	62
Tablo 15. <i>Geliştirilen Robotun Maliyet Tablosu</i>	65
Tablo 16. <i>Robotun Temel Set Fiyatı</i>	66
Tablo 17. <i>Robotik Kodlama Etkinliklerinin Öğretme ve Öğrenme Çerçevesindeki Kazanımlar (Yılmaz 2021, s83)</i>	76
Tablo 18. <i>Sistem Kullanılabilirlik Ölçeğine Ait Sonuçlar</i>	77
Tablo 19. <i>Kullanılabilir Faktörüne Ait Bulgular</i>	78
Tablo 20. <i>Öğrenilebilir Faktörüne Ait Bulgular</i>	78
Tablo 21. <i>ÖMMÖ ve Alt Ölçek Seviyelerinin Puan Değerleri (Dinçer ve Doğanay, 2016, s1144)</i>	78
Tablo 22. <i>Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği Sonuçları</i>	79
Tablo 23. <i>Dikkat Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	79
Tablo 24. <i>Uygunluk Alt Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	79
Tablo 25. <i>Güven Alt Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	79
Tablo 26. <i>Memnuniyet Alt Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	80

Tablo 27. <i>Robotik Tutum Ölçeğine Yönelik Bağımlı Gruplar t-Testi Sonuçları</i>	80
Tablo 28. <i>Öğrenme İsteği Alt Boyutuna Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları</i>	80
Tablo 29. <i>Özgüven Alt Boyutuna Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları.....</i>	81
Tablo 30. <i>Bilgi İşlemsel Düşünme Alt Boyutuna Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları.....</i>	81
Tablo 31. <i>Takım Çalışması Alt Boyutuna Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları.....</i>	82



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Eğitsel Robot Bileşenleri.....	14
Şekil 2. Fotoselli Lamba	22
Şekil 3. Atlas Robotu	22
Şekil 4. Lego Mindstorm EV3	26
Şekil 5. Arduino Uno Kartı	27
Şekil 6. Lego Mindstorm Ev3 Tuğlası ve Sensör ve Motor Bağlantılarının Gösterimi	29
Şekil 7. Lego Kullanılarak Tasarlanmış Çeşitli Robot Örnekleri.....	30
Şekil 8. Lego Mindstorm Ev3 Kodlama Örneği	31
Şekil 9. Lego Mindstorm Ev3 Robotu.....	31
Şekil 10. Mbot V1.1. Robotu	31
Şekil 11. MBot Anakartı Mcore	32
Şekil 12. Mbot Kodlama Ortamı: Mblock 3	32
Şekil 13. Kendin Yap Robot Kartı ile Geliştirilmiş Bir Robot	34
Şekil 14. Arduino Modelleri: Mega, Uno, Nano, Pro Mini (Soldan Sağa).....	35
Şekil 15. Araştırmacı Tarafından Afyon ve Erzurum için Geliştirilmiş Klon Arduino Modelleri	36
Şekil 16. Deneyap Kartı	36
Şekil 17. Araştırmacı Tarafından Geliştirilen Çizgi İzleme Sensörünün Ön ve Arka Yüzü.....	38
Şekil 18. Robot Tasarım, Geliştirme ve Değerlendirme Süreci	44
Şekil 19. Robotun Yalın Halinin Tanıtımı	47
Şekil 20. Baskı Devre Tasarım Ortamına Ait Görsel (EasyEda)	50
Şekil 21. Baskı Devre Tasarımına Ait 3B Görsel.....	51
Şekil 22. Baskı Devre Kartı Sipariş Ekranı	51
Şekil 23. Baskı Devre Kartının Lehim Öncesi Görünümü	52
Şekil 24. Robotun Kullanıma Hazır Yalın Hali.....	52
Şekil 25. Gafa Robotun Donatılmış Haline Bir Örnek (Önden ve Üstten Görünüm).....	53
Şekil 26. Geliştirilen Robotun Tanıtım ve Etkinlik Kitapçığı.....	54
Şekil 27. Robotla Birlikte Kullanılacak 3B Materyallerin Geliştirilmesi	54
Şekil 28. Örümcek Robotun 3B Tasarım Dosyalarının Olduğu Web Sayfasının Ekran Alıntısı	55
Şekil 29. Robotun Metin Tabanlı Kodlama Ortamı (C++)	56

Şekil 30. <i>Robotun Blok Tabanlı Kodlama Ortamı</i>	56
Şekil 31. <i>Uygulama Sürecinin Haftalık Görselleri</i>	58
Şekil 32. <i>Uygulama Sürecinde Kullanılan Robotlar</i>	60
Şekil 33. <i>GaFa Robotun Geliştirilen Farklı Versiyonları</i>	60
Şekil 34. <i>Arduino ile Yapılmış Engelden Kaçan Robot</i>	66
Şekil 35. <i>Gafa Robota Kolay Bağlantı Yöntemiyle Mesafe Sensörünün Yerleştirilmesi</i>	67
Şekil 36. <i>Robotun Üstten Görünümü</i>	68
Şekil 37. <i>Robotla Birlikte Kullanılabilecek Çeşitli Sensör ve Çıkış Birimleri</i>	69
Şekil 38. <i>Robotla Birlikte Kullanılabilecek Motor Çeşitlerinden Bazıları</i>	70
Şekil 39. <i>Robotun Farklı Motorla Kullanımı (Üstten Görünüm)</i>	71
Şekil 40. <i>Robotun Farklı Mesafe Sensörlerle Birlikte Kullanımı</i>	72
Şekil 41. <i>Robotun Farklı Çizgi İzleyen Sensörler Kullanımı</i>	73
Şekil 42. <i>Temel Tasarıma Sahip Robotun Çeşitli Sensör ve Motorlarla Kullanımı</i>	74
Şekil 43. <i>Robota Eklemlenmiş Örümcek Robot</i>	74
Şekil 44. <i>Robota Eklemlenen Robotik Kol</i>	75
Şekil 45. <i>Robotla Birlikte Kullanılabilen Çeşitli Elektronik Devre Elemanları</i>	77
Şekil 46. <i>Yarı Yapılandırılmış Görüşme Sorularına Verilen Yanıtlardan Çıkarılan Kodlara Ait Kod Bulutu</i>	82
Şekil 47. <i>İçerik Analizi Sonrasında Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunda Elde Edilen Verilere Göre Oluşturulan Temalar</i>	83
Şekil 48. <i>Robotik Tutum Temasına Ait Alt Temalar</i>	84
Şekil 49. <i>Motivasyon Temasına Ait Alt Temalar</i>	86
Şekil 50. <i>Karşılaşılan Zorluklar Temasına Ait Alt Temalar</i>	87
Şekil 51. <i>Robotun Olumlu Yönleri Temasına Ait Alt Temalar</i>	88

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

PCB: Baskı devre kartının İngilizce karşılığı “Printed Circuit Based” olup kısaltılmış hâli PCB’dir. Çoğunlukla PCB şeklinde ifade edilir

3B: 3 Boyutlu

RK: Robotik Kodlama

BTY: Bilişim Teknolojileri ve Yazılım

ÖMMÖ: Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği

RTÖ: Robotik Tutum Ölçeği

SKÖ: Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişin etkileri ve endüstri 4.0 devrimi gibi global ve köklü değişimlerle birlikte robotik bilimi günümüzün önemli alanlarından biri hâline gelmiştir. Günümüzün önemli alanlarından biri olan robotik biliminin öneminin gelecekte de artacağı düşünülmektedir (Gartner; 2019; Johnson vd., 2016; Scharre, 2018; Terra, 2023). Robotik bilimi alanında başarılı olan ülkeler tarım, sanayi, mühendislik, lojistik, millî güvenlik sağlık ve ulaşım gibi alanlarda diğer ülkelere çok daha ileri seviyede olacağı düşünülmektedir (Akkaya & Özbay; 2022; Duckett vd., 2018; Fırat & Fırat, 2017; Görçün, 2018; Oruç, 2019). Bu duruma ülkemiz özelinde bakıldığında; son yıllarda otonom savunma sistemleri ve insansız hava araçlarına yapılan yatırımlarla birlikte ülkemize ekonomik, siyasi ve askeri alanlarda kazanımlar sağlamıştır (Bakır, 2019; Bayram, 2022; Küçük, 2022; NTV, 2023).

Robotik sistemlerin önemi anlaşılmış olup ilgili alana gelişmiş ülkelerin ciddi yatırımlar yapmakta olduğu görülmüştür (Williamson, 2020). Robotik biliminde önde gelen ülkelere biri olmanın yolu sadece altyapı ve teknoloji yatırımlarından geçmemektir. Robotik bilimi alanında çalışması muhtemel insanların yetiştirilmesi için gerekli yatırımların yapılmasının da önemli olduğu söylenebilir. Dünyada birçok ülke robotik bilimi alanında yetişmiş insan gücüne sahip olmak adına küçük yaşlardan itibaren robotik bilimi eğitime önem vermektedir (Ball vd., 2016; Codingbk, 2022). Otonom sistemlerin ve yapay zekâ gibi popüler teknolojilerin gelişmesi yeni dünya düzeninde insana olan ihtiyacın azalacağı yönünde düşünce yaratabilir (Ford, 2016). Fakat geleceğin dünyasında makineler, insanların bugün yaptığı birçok işi insanların yerine yapacak olsalar da gelecekte insana duyulan ihtiyacın daha güçlü ve nitelikli şekilde ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Geleceğin dünyasında problem çözme, analitik düşünme ve veri analizi gibi farklı becerilere sahip bireylere duyulan ihtiyaç artacaktır (World Economic Forum, 2018). Bu becerilere sahip bireylerin oldukça yüksek nitelik isteyen iş kollarında çalışacağını söylemek mümkündür.

Robotik biliminin gelecekteki hâkim alanlardan biri olmasının insana duyulan ihtiyacı yok etmeyeceği, insana duyulan ihtiyacı nicelik olarak azaltsa da nitelik olarak artıracığı ve dolayısıyla insana duyulan ihtiyacın çok daha önemli bir hâle geleceği söylenebilir. Robotik etkinliklerin öğrencilerin yeni dünyada ihtiyaç duyacağı bu becerileri kazanmada etkili olduğuna dair çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Anılan & Gezer, 2020; Karataş, 2021; Kaya

vd., 2020). Geleceğin dünyasında ihtiyaç duyulacak beceriler ile robotik etkinliklerin öğrencilere kazandırdığı becerilerin örtüştüğü görülmektedir. Bu nedenle geleceğin dünyasında yetişmiş insan gücüne sahip olmak isteyen ülkelerin robotik eğitime önem vermesi gerekmektedir.

Robotik biliminin son yıllarda kazandığı önem sonucunda eğitimde robotik kodlama etkinliklerine son derece sık rastlanmaktadır. Robotik kodlama etkinliklerinde öğrenciler robotik bilimini tanırlar ve bu alan için gerekli becerileri elde ederler. Fakat robotik kodlama etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki kazanımları bunlarla sınırlı değildir. Robotik kodlama etkinliklerinde öğrenciler; bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme becerileri, akademik başarı, psikomotor beceriler, algoritmik düşünme, akademik başarı ve motivasyon gibi çok farklı kazanımlar elde edebilirler (Atasoy vd., 2018; Akçay, 2018; Çelik, 2019; Çimen, 2019; Küçük & Şişman, 2017; Özdoğru, 2013; Talan, 2020, Tatlısu, 2019; Yolcu, 2018).

Robotik kodlama etkinlikleri en basit hâliyle öğrencilerin bir robot tasarlama, kodlama veya robot üretme eylemlerini içerir. Sensörleri yardımıyla dış dünyayı algılayan, yaptığı hesaplar sonucunda çeşitli kararlar alabilen gerçek dünyada çeşitli görevleri yerine getirmek için iş ve işlemler yapabilen özerk makineler robot denilmektedir (Robotics, 2020). Robotik kodlama etkinliklerinde kullanılan eğitsel robotikler robotlardan farklıdır. Eğitsel robotikler, öğrencilerin kullanımı için geliştirilip özelleştirilmiş robotlardır. Ya da başka bir ifadeyle eğitsel robotikler, çeşitli görevleri yerine getirmek üzere öğrenciler tarafından kodlanan, tasarlanan veya geliştirilen sensörler yardımıyla dış dünyayı algılayan, motorlar veya çeşitli elektronik aygıtlar yardımıyla gerçek dünyada iş ve işlemlerden bağımsız makinelerdir.

Robotik kodlama etkinliklerinin gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan en önemli materyal eğitsel robotiklerdir. Eğitsel robotiklerin piyasada birçok örneği bulunmaktadır. Okul öncesinden lisans düzeyine kadar bütün eğitim kademelerinde ders sınırlaması olmaksızın eğitsel robotik setleri kullanılabilir (Akbaş Baysal vd., 2020; Zengin, 2016). Eğitsel robotik setlerinin matematik, fizik, müzik ve Türkçe gibi birçok farklı dersin kapsamında kullanılması eğitim öğretim ortamını zenginleştirerek ilgili derslere yönelik öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonlarının anlamlı şekilde artırmasına sebep olur (Altay, 2029; Eroğlu, 2018; Karademir vd., 2018, Koç, 2019; Şimşek, 2019; Tekin, 2020; Tekin & Keser, 2020). Bunların dışında eleştirel düşünme, bilimsel süreç becerileri, algoritmik düşünme, problem çözme gibi 21. yüzyıl becerileri üzerinde de olumlu etkiler ortaya çıkarır (Çelik, 2019; Küçükkara & Aksüt, 2021; Özkandemir, 2019; Şanal & Erdem, 2017; Talan, 2020; Yolcu, 2018).

Robotik kodlama etkinlikleri ile kodlama etkinlikleri çeşitli yönlerden benzerlik göstermektedir. Kodlama etkinliklerinde çoğunlukla bir bilgisayar kullanılırken robotik

kodlama etkinliklerinde eğitsel robotik kullanılır. Robotik kodlama etkinliklerinde öğrenciler bir programlama dili ya da kodlama yöntemi kullanarak eğitsel robota çeşitli görevler vermektedir. Kodlama etkinliklerinde ise öğrenciler çeşitli programlama dili ya da kodlama yöntemlerini kullanarak bilgisayarlara çeşitli görevler verirler (Weinstein & Gascon, 2022). Daha farklı bir ifade ile öğrenciler yeni bir dil kullanarak özel bir şekilde bilgisayarla iletişim sağlamaktadırlar. Robotik kodlama etkinlikleri ve kodlama etkinliklerinin karşılaştırılması Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. *Kodlama ve Robotik Kodlama Etkinliklerinin Karşılaştırılması*

	Kodlama Etkinlikleri	Robotik Kodlama Etkinlikleri
Materyal	Bilgisayar	Eğitsel Robot
Çıktı Evreni	Monitör	Gerçek Dünya
	Programlama Dili Ya da	Programlama Dili Ya da
İletişim Yöntemi	Kodlama Yöntemi	Kodlama Yöntemi

Bilgisayarların hayatımıza yoğun bir şekilde girdiği bu dönemde kodlamanın, bugünün alfabesi ve geleceğin konuşma dili olarak ifade edilmesi son derece anlamlıdır (Adamczyk, 2019; Aytekin vd., 2018). Robotik kodlama etkinliklerinin en önemli eğitsel materyali olan eğitsel robotikler kodlama eğitim sürecinde de kullanılmaktadırlar. Öğrenciler eğitsel robotikler sayesinde gerçek dünyada iş ve işlem yapan nesneleri kodlayabilirler. Nitekim eğitsel robotiklerin bünyesinde barındırdıkları motorların ve sensörlerin yardımıyla öğrenciler dokunabildikleri ve etkileşime girebildikleri nesnelerle çalışabilme imkanına sahip olurlar. Böylelikle bilgisayarla yapılan kodlama etkinliklerinden farklı olarak eğitsel robotiklerle gerçekleştirilen kodlama etkinlikleri öğrenciler için süreci daha ilgi çekici bir hâle getirmekte ve öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmasına imkân vermektedir (Akman-Selçuk, 2019; Kasalak, 2019; Kılınç, 2014; Kıran, 2018; Koç-Şenol, 2012; Ramazanoğlu, 2021; Salahlı & Yalçın, 2019; Sinap & Demirel, 2022; Sullivan & Bers, 2019; Yalçın, 2019; Wood, 2003). Bu bağlamda eğitsel robotiklerin geleceğin dili olan kodlama eğitiminde de rahatlıkla kullanılabileceği söylenebilir (Ersoy vd., 2011).

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Alanyazında robotik kodlama eğitimi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde, eğitimde robot kullanımının öğrenme ortamını zenginleştirip öğrencilerin akademik başarı, motivasyon, problem çözme becerileri gibi farklı değişkenler üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür (Atasoy vd., 2018; Akçay, 2018; Çelik, 2019; Çimen, 2019; Toh vd., 2016). Buna karşın eğitsel

robotlar üzerinde yapılmış materyal geliştirme çalışmalarının ise sınırlı sayıda olduğu görülmüştür (Hangün vd., 2022; Talan, 2020). Alanyazında sınırlı sayıda olan eğitsel robot geliştirme ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. İnceleme sürecinin daha somut verilere dayanması için ilgili çalışmalarda geliştirilen robotlar, çeşitli kriterler temel alınarak değerlendirilmiştir. Somut kriterlere göre inceleme yapıldığında, bu çalışmanın önem ve gerekçesinin daha belirgin bir şekilde ortaya konulacağı düşünülmektedir. İlgili kriterler temel alınarak bu çalışma kapsamında geliştirilen robot da incelenmiştir. Böylelikle bu çalışma kapsamında geliştirilen robotun alanyazındaki diğer çalışmalarda geliştirilen robotlardan ayrılan yönleri somut bir şekilde ortaya konulmuştur. İlgili kriterler şu şekildedir:

- Tasarımda Özelleştirme,
- Donanımda Özelleştirme,
- Genel Amaçlı Kullanıma Uygunluk.

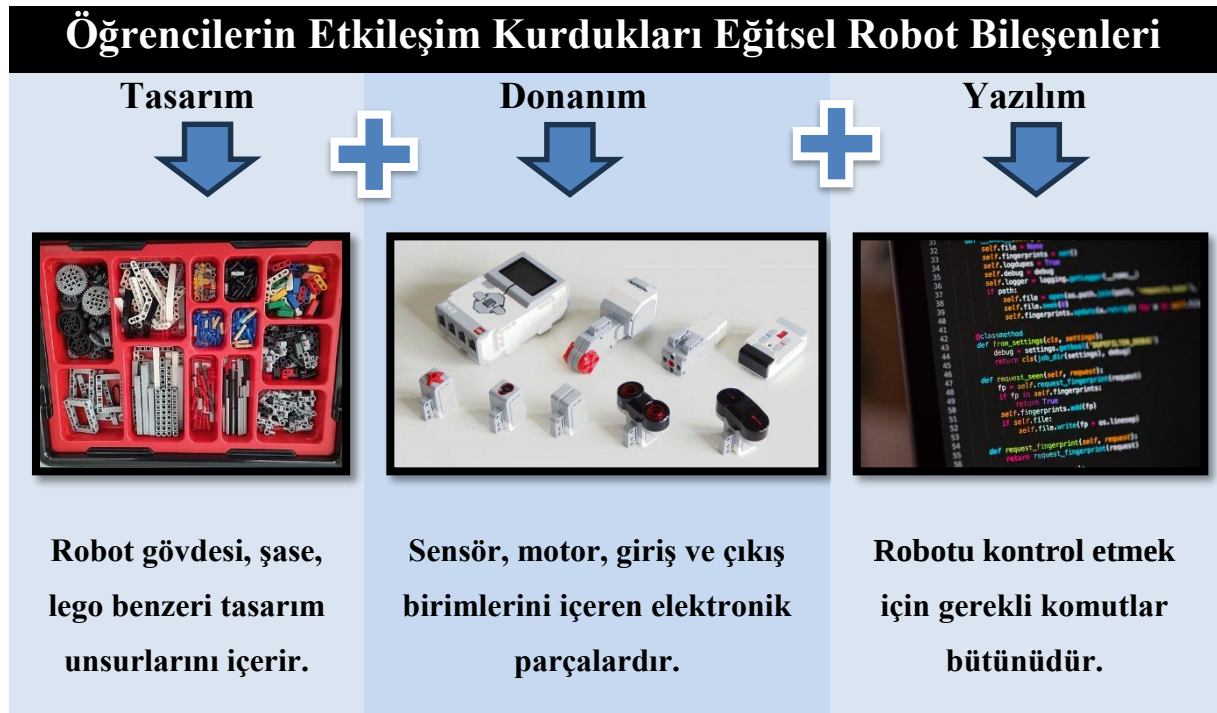
İnceleme sonucunda alanyazındaki çalışmalarda geliştirilen robotların; tasarımda özelleştirme, donanımda özelleştirme ve genel amaçlı kullanıma uygunluk kriterlerine sahip olmadığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında geliştirilen robot ise ilgili kriterleri karşılayacak özelliklere sahip olacak şekilde geliştirilmiştir.

İlgili kriterlere göre değerlendirme yapıldığında Kocaçıl (2020) tarafından yapılan çalışmada, bilgisayarsız kodlama yapabilen bir eğitsel robot geliştirilmiş olduğu görülmüştür. İlgili çalışmada geliştirilen robotun genel amaçlı kullanıma uygun olmadığı görülmüştür. İlgili robot okul öncesi eğitim seviyesine uygun olup bilgisayarsız kodlama etkinlikleri için geçerlidir. Ayrıca tasarımda özelleştirme ve donanımda özelleştirme seçeneğine sahip değildir. Ayrıca, Topuz vd., (2019) tarafından uygun maliyetli bir eğitsel robot geliştirilmiştir. Fakat geliştirilen eğitsel robot, genel amaçlı kullanıma uygun olsa da kullanıcılarına farklı sensör veya motor seçeneği sunmamaktır. Yani donanımda özelleştirme özelliğine sahip değildir. Ayrıca değiştirilemez bir tasarıma sahiptir. Yani kullanıcılarına tasarımda özelleştirme imkânı sunmamaktadır. Duran (2022) tarafından geliştirilen eğitsel robot ise, kullanıcılarına tasarımda özelleştirme ve donanımda özelleştirme imkânı sağlamamaktadır.

İlgili kriterler belirlenirken eğitsel robotikler ile öğrencilerin kurabileceği etkileşim türleri temel alınmıştır. Öğrenciler, eğitsel robotiklerle üç farklı bileşen üzerinden etkileşim kurarlar. Bu etkileşimin bileşenleri; tasarım, donanım ve yazılım olmak üzere 3 unsurun bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Şekil 1’de görüldüğü üzere: robot gövdesi, şase, 3B yazıcı çıktıları ve lego gibi unsurlar tasarımla ilgilidir. Sensör, motor, giriş ve çıkış birimlerini içeren

elektronik parçalar ise donanımla ilgilidir. Robotun kontrol edilmesi için gerekli komutlar bütününe ise yazılım adı verilir.

Şekil 1. Eğitsel Robot Bileşenleri



Bir eğitsel robotun bahsedilen bu üç bileşeni de öğrenciler tarafından özelleştirilebilir ya da geliştirilebilir. Öğrenciler, robotun tasarımını etkinliğin amacına göre özelleştirebilirler. Bu işlemin adı tasarımda özelleştirme. Öğrenciler robota farklı sensör ve motor, giriş ve çıkış birimlerini ekleyebilirler. Bu işlemin adı donanımda özelleştirme. Öğrenciler tasarımı ve donanımı hazırlanmış bir robota işlev kazandırmak için robota çeşitli komutlar dizisi yüklerler. Bu işlemin adı da kodlamadır. Piyasada bulunan bütün eğitsel robotlara öğrenciler komutlar vererek kodlama yapabilirler. Buna karşın tasarımda özelleştirme özelliği sadece bazı eğitsel robotlarda bulunur (Scaradozzi vd., 2019). Aynı şekilde donanımda özelleştirme seçeneği de sınırlı sayıda eğitsel robotlarda bulunmaktadır (Fatsa & Turan, 2022). Bu nedenlerden ötürü tasarımda özelleştirme ve donanımda özelleştirme seçeneği robot değerlendirme kriterleri arasına eklenmiştir. Bu kriterlere ek olarak robotun genel amaçlı kullanıma uygunluğu da ilgili kriterler arasına eklenmiştir. Eğitsel robotiklerin genel amaçlı kullanıma uygun olması önemlidir. Eğitsel robotiklerle yapılan çalışmalar disiplinler arası nitelikte olabilmektedir. Bu nedenle bir eğitsel robotiğin farklı ihtiyaçlara cevap verebilme özelliğine sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında geliştirilen robotun kullanım alanının; bir ders, ünite ya da bir kazanımla sınırlı olmayıp genel amaçlı kullanıma olması hedeflenmiştir. Adebola vd., (2013), Plaza vd., (2016), Sáenz-Zamarrón vd., (2020), Sáenz Zamarrón vd., (2020) ve Zeng vd., (2022) çalışmalarında eğitsel robotik kol

geliştirmişlerdir. Robotik kol etkinliği, bu çalışma kapsamında geliştirilen eğitsel robotla yapılacak onlarca etkinlikten yalnızca bir tanesidir. GaFa robotun genel amaçlı kullanıma uygun olduğu robotla birlikte yapılabilecek etkinlikleri gösteren ‘Tanıtım ve Etkinlik Kitapçığı’ incelenerek görülebilir (EK 5). Robot ayrıca disiplinler arası kullanıma uygundur. Sadece bir eğitim kademesinde değil K12 okullarının bütün eğitim kademelerinde kullanılmaya uygun olacak şekilde geliştirilmiştir.

Robotik kodlama etkinliklerinde piyasada birçok örneği bulunan eğitsel robotikler tercih edilmektedir (Hangün, 2022; Talan, 2020; Yolcu & Demirer, 2017). Bu nedenle yeni bir eğitsel robot geliştirme amacıyla bir çalışma yapıldığında piyasada bulunan eğitsel robotiklerin de incelenmesi gerekmektedir. Geliştirilen eğitsel robotiğin piyasadaki robotlardan hangi yönleriyle ayrıldığı açıklanmalıdır. Piyasadaki eğitsel robotiklerin, eğitsel ihtiyaçları karşılama noktasında yeterli olup olmadığı ortaya konulmalıdır. Bu nedenlerden ötürü piyasadaki eğitsel robotikler de detaylıca incelenmiştir. Yalnızca alanyazındaki çalışmalarda geliştirilen eğitsel robotiklerle sınırlı kalınmamıştır.

Piyasadaki eğitsel robotikler incelenirken Fatsa ve Turan (2022) tarafından yapılan çalışmadan yararlanılmıştır. Fatsa ve Turan (2022) literatürdeki çalışmalarda kullanılan 19 adet eğitsel robotik olduğunu tespit etmiştir. Fatsa ve Turan’ın (2022) yapmış olduğu çalışma, eğitsel robotik setleri inceleyen en güncel çalışma olması ve ilgili robotik setleri detaylıca incelemesi nedeniyle tercih edilmiştir. İlgili çalışmada incelenen 19 adet eğitsel robotik set, bu çalışma kapsamında çeşitli kriterlere göre incelenmiştir.

Piyasada var olan eğitsel robotikleri detaylıca incelemek bu çalışmanın önemini ortaya koymak için önemlidir. Fakat aynı zamanda bu çalışma kapsamında eğitsel robotiklerde materyalden kaynaklı sorunlar da incelenmiştir. Eğitsel robotiklerde karşılaşılan en önemli sorunun maliyet olduğu görülmüştür (Erten 2019; Dönmez 2017). Maliyet ulaşılabilirliği olumsuz etkilemektedir. Ülkemizdeki akademik yayınlarda kullanım kolaylığından ötürü hazır ticari robotlar tercih edilse de okullarda uygun maliyetinden ötürü kendin yap robotikler tercih edilmektedir (Akdeniz, 2021; Oluk & Korkmaz, 2018; Yolcu & Demirer). Verilen bu örnek, eğitsel robotiklerde maliyetin ne kadar belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle bir eğitsel robot geliştirme çalışması yapılıyorsa maliyetin düşük tutulması en birincil amaçlardan biri olmalıdır.

Eğitsel robotiklerde karşılaşılan başlıca diğer sorunlar; bilişsel yük, karmaşıklık, uygulama zorluğu, ön bilgi eksikliği, materyal eksikliği ve sınıf yönetimi sorunlarıdır (Erten, 2019; Dönmez, 2017; Konanç, 2022; Talan, 2020; Vega & Cañas, 2018). Bu sorunların büyük çoğunluğu eğitsel robotik setlerden kaynaklıdır. Bu nedenle robotik kodlama etkinliklerinde

eğitsel robotik setlerden kaynaklı sorunlara çözüm üretecek yeni bir eğitsel robota ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu çalışma kapsamında eğitsel robotiklerde yaşanan sorunlara çözüm olacak bir eğitsel robotik geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Piyasada bulunan eğitsel robotikler incelenirken robot değerlendirme kriterlerine “kolay bağlantı” ve “elektronik ön bilgi gerektirmemesi” olmak üzere iki yeni kriter eklenmiştir. Bu kriterler; yukarıda bahsedilen bilişsel yük, karmaşıklık, uygulama zorluğu, ön bilgi eksikliği ve sınıf yönetimi sorunlarıyla doğrudan ilişkilidir. Kolay bağlantı ve elektronik ön bilgi gerektirmemesi özelliği robotik etkinliklerin daha kolay bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan iki özelliktir. Bu nedenle bu kriterler eklenmiştir. Eklenen bu iki kriterle birlikte toplamda 5 (beş) adet kriter ortaya çıkmıştır. İlgili kriterlere göre değerlendirme yapıldığında piyasada bulunan eğitsel robotiklerin kriterleri karşılamada yetersiz olduğu görülmüştür. Literatürde en çok tercih edilen eğitsel robotik olan Lego Mindstorm EV3 setinin donanımında özelleştirme kriterini karşılamadığı görülmüştür. Ya da okullarda sıklıkla tercih edilen Arduino’nun kolay bağlantı ve elektronik ön bilgi gerektirmemesi kriterlerini karşılamadığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında 19 adet eğitsel robotik ayrı ayrı incelenmiş. İlgili kriterleri karşılamadıkları görülmüştür.

19 adet eğitsel robotiğin özelliklerini ayrı ayrı belirtmek yerine piyasadaki eğitsel robotiklerin genel özelliklerini ifade etmenin önemli olduğu düşünülmüştür. Bu nedenle eğitsel robotikler iki kategoride incelenmiştir. Eğitsel robotlar hazır ticari robotlar ve kendin yap robotikleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Fatsa & Turan, 2022). Hazır ticari robotlar kullanım kolaylığı, tasarımda özelleştirme ve kullanmak için ön bilgi ihtiyacının olmaması gibi çeşitli avantajları bünyesinde barındırmaktadır. Buna karşın yüksek maliyetli olmaları, dar kullanım alanına sahip olmaları ve sınırlı sayıda ürün yelpazesine sahip olmaları gibi çeşitli dezavantajları vardır. Kendin yap robotiklerinin ise uygun maliyet, geniş kullanım alanı ve sınırsız ürün yelpazesine sahip olma gibi çeşitli avantajları mevcuttur. Buna karşın karmaşık olmaları ve kullanmak için elektronik ön bilgiye ihtiyaç duyulması, tasarım becerisi gerektirmesi gibi olumsuz yönleri vardır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen eğitsel robot, hazır ticari robotlar gibi kullanım kolaylığına ve tasarımda özelleştirme avantajlarına sahiptir. Geliştirilen robot, buna ek olarak kendin yap robotikleri gibi uygun maliyete, geniş kullanım alanına ve sınırsız ürün yelpazesine sahiptir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen robotun piyasada kullanılan eğitsel robotiklere alternatif olması hedeflenmiştir. Yüzlerce sensör ve motor robota tak çalıştır yöntemiyle bağlanıp kullanılmaktadır. Kullanıcılar, farklı sensörleri, motorları ve giriş çıkış birimlerini robotla birlikte kullanarak çok daha esnek ve geniş bir kullanım alanına sahip olacaklardır. Bu

donanımlar, geliştirilen robotla birlikte kullanılırken herhangi bir elektronik ön bilgiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Geliştirilen eğitsel robotla kullanıcılara sağlanan bu kullanım kolaylığı çok düşük bir maliyetle sağlanmaktadır.

Geliştirilen robot açık kaynak yapıya sahiptir. Açık kaynak yapıya sahip olması önemlidir. Açık kaynak eğitim içerikleri geleceğin eğitim trendlerindendir (Johnstone, 2005; Mondana, 2017; Tuomi 2013). Robotun açık kaynak yapıya sahip olması bu çalışma kapsamında geliştirilecek eğitsel robotun gelecek çalışmalarda farklı araştırmacılar tarafından geliştirilebilmesi imkânını sunmaktadır.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen robotun piyasada ve literatürde örneği bulunan eğitsel robotiklerden hangi açılardan farklı olduğu ortaya konulmuştur. Farklılıkların ortaya konulması için çeşitli değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. İlgili kriterler belirlenirken eğitsel robotiklerde var olan sorunlara çözüm olacak kriterler seçilmiştir. Bu kriterlerin kullanılması daha somut sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır. İlgili kriterlere göre değerlendirme yapıldığında gerek piyasadaki gerek literatürdeki eğitsel robotiklerin bu çalışma kapsamında geliştirilen GaFa robotun taşıdığı özelliklere sahip olmadığı görülmüştür. GaFa robotun diğer çalışmalardaki robotların ve piyasadaki eğitsel robotiklerin sahip olmadığı özellikleri bünyesinde barındırması çalışmanın önemini daha net ortaya koymaktadır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı uygun maliyetli, açık kaynak kodlu, kullanışlı ve eğitsel ihtiyaçları karşılayabilecek çok fonksiyonlu disiplinler arası bir eğitsel robot geliştirmek ve ilgili eğitsel robotu değerlendirmektir. Geliştirilecek eğitsel robot beyaz kutu özelliklerine sahiptir. Yani öğrenciler geliştirilen robotu kodlayabilecek, tasarımını geliştirilebilecek ve farklı donanımlar ekleyip kullanabileceklerdir.

Geliştirilecek eğitsel robotun piyasada kullanılan eğitsel robotlara alternatif olması hedeflenmiştir. Geliştirilen robot, piyasada kullanılan eğitsel robotların bir kopyası ya da benzeri değildir. Aksine mevcut eğitsel robotlarda yaşanan sorunlara çözüm olacak şekilde geliştirilmesi hedeflenmiştir. Robot geliştirilirken kendin yap robotikler ile hazır ticari robotların olumlu yönlerinin alınması amaçlanmıştır. Bu eğitsel robot geliştirilirken, bahsi geçen her iki eğitsel robot çeşidinin olumsuz yönlerinin dışarıda bırakılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada hazır ticari robotların sahip olduğu tasarımda özelleştirme, kolay kullanım ve elektronik ön bilgi ihtiyacının olmaması avantajları ile kendin yap robotlarının sahip olduğu geniş kullanım alanı, uygun maliyet ve sınırsız donanım yelpazesi gibi avantajları birleştirilerek

yeni bir eğitsel robotun ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Gerekli analiz ve incelemeler sonucunda geliştirilmesi hedeflenen robotun aşağıdaki kriterlere sahip olması hedeflenmiştir:

- Tasarımda özelleştirme seçeneği sunması,
- Donanımda özelleştirme seçeneği sunması,
- Genel amaçlı kullanıma uygun olması,
- Uygun maliyetli olması,
- Açık kaynak yapıya sahip olması,
- Kolay bağlantı yöntemine sahip olması,
- Elektronik ön bilgi gerektirmemesi.

İlgili kriterleri karşılayacak bir eğitsel robotun geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda robotun açık kaynak yapısına sahip olması için geliştirilen robotun Arduino temelli olması hedeflenmiştir. Geri kalan kriterlerin karşılanmasına ilişkin değerlendirme sürecin sonunda yapılmıştır. Geliştirilen eğitsel robotun değerlendirilmesi için 9 hafta süren bir uygulama süreci planlanmıştır. Uygulama süresince toplanan veriler robotun değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Uygulama sonucunda toplanan verilerle robotun kullanılabilirliği, robotun öğrencilerin motivasyon düzeyleri üzerindeki etkisi, öğrencilerin robotik tutumları üzerindeki etkisi ve robotla ilgili öğrenci görüşleri alınarak geliştirilen robotun değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışmada bu doğrultuda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robotun;
 - a. Maliyetine ilişkin bulgular nasıldır?
 - b. Tasarımda özelleştirme seçeneğine ilişkin bulgular nasıldır?
 - c. Kolay bağlantı yöntemine ilişkin bulgular nasıldır?
 - d. Donanımda özelleştirme özelliğine ilişkin bulgular nasıldır?
 - e. Genel amaçlı kullanımına ilişkin bulgular nasıldır?
 - f. Elektronik ön bilgi gereksinimi olmadan kullanımına ilişkin bulgular nasıldır?
2. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robotun kullanılabilirliği nasıldır?
3. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robota ilişkin öğrencilerin motivasyon düzeyleri nasıldır?
4. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robota ilişkin öğrenci tutumları nasıldır?
5. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robota ilişkin öğrencilerin görüşleri nelerdir?

Araştırmanın Sınırlılıkları

- Çalışma 9 hafta süren uygulama ve toplamda 46 ders saati ile sınırlıdır.
- Çalışma, geliştirilen eğitsel robotun (Gafa Robot) işlevselliği ve bir programlama platformu olarak blok tabanlı MBlock programı ile sınırlıdır.
- Araştırmanın uygulama aşamasında zorunlu olarak kullanılan Halk Eğitimi Merkezi bilgisayar laboratuvarı grupla çalışma etkinlikleri için yeterli uygunluğa sahip değildir. Bu nedenle fiziki ortam öğrencilerin takımla çalışma etkinliklerini sınırlandırmıştır.

Varsayımlar

- Öğrencilerin; robotik tutum ölçeği, sistem kullanılabilirlik ölçeği ve öğretim materyali motivasyon ölçeğine objektif ve samimi cevaplar verdikleri,
- Öğrencilerin; görüşme sırasında baskı altında olmadan fikirlerini özgürce dile getirdikleri varsayılmıştır.

Terim ve Tanımlar

ADDIE öğretim tasarım modeli: ADDIE modeli, analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır. Bu basamaklar sırasıyla İngilizce karşılıkları olan Analyze, Design, Development, Implementation ve Evaluation kelimelerinin baş harflerinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır.

Beyaz Kutu Eğitsel Robotikler: Tasarımı, donanımı ve yazılımı öğrenciler tarafından geliştirilip özelleştirilebilen eğitim robotlarıdır.

Donanımda Özelleştirme: Eğitsel robotla birlikte farklı donanım unsurlarının kullanılmasıdır. Bu donanım unsurları; çeşitli sensör, motor, giriş ve çıkış birimleri olabilir.

Donanımda Esneklik: Eğitsel robotla birlikte aynı niteliğe sahip fakat farklı kalitede donanım unsurlarının kullanılmasıdır. Düşük tepkime hızına sahip bir ultrasonik mesafe sensörü yerine yüksek tepkime hızına sahip kızıl ötesi bir mesafe sensörünün kullanılması buna örnek olarak verilebilir.

Tasarımda Özelleştirme: Eğitsel robotun farklı tasarımlarla geliştirilmesi işidir.

Kolay Bağlantı: Eğitsel robotlarla birlikte kullanılacak sensör, motor, giriş ve çıkış birimlerinin doğrudan robota bağlanabilmesidir. Bir cep telefonuna bir kulaklığın takılıp kullanılması gibi giriş çıkış birimlerinin eğitsel robota rahatlıkla bağlanıp kullanılmasıdır. Kolay bağlantıya sahip olmayan eğitsel robotlarda robota bir sensör ya da motorun bağlanması için çok sayıda farklı kablo kullanılır. Bu kabloların her birinin doğru şekilde robota bağlanması

gerekmektedir. Kolay bağlantıya sahip bir robota bir sensör ya da motor bağlanmak istediğinde süreç bu kadar karmaşık değildir. Tak çalıştır yöntemiyle bu işlem yapılabilir. Ya da tek bir kablo kullanılır. Bu kablonun soket yapısı robotun ana kontrolcüsünün soket yapısıyla uygundur. Böylelikle tek yapılması gereken kabloyu uygun sokete yerleştirmektir.



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Robot ve Robotik Bilimi

Bu çalışmanın amacı bir eğitsel robot geliştirmek ve sonrasında da değerlendirmektir. Eğitsel robot geliştirmeden önce robotun tanımının ve robotik bilimin sınırlarının doğru bir şekilde ifade edilmesi gerekmektedir. Robotun ve robotik biliminin sınırlarının sağlıklı bir şekilde ifade edilmesi robotik kodlama etkinliklerinin sınırlarını belirlemek için önemlidir. Robotlar (çevresini) fiziksel dünyayı algılayabilen, yaptığı hesaplamalar sonucunda kararlar alabilen özerk makinelerdir (Robots, 2020). Bu tanıma göre, bir robotun üç temel bileşeni bulunmaktadır. İlk bileşeni; dış dünyayı algılamak için gerekli sensörlerdir. İkinci bileşeni hesaplamalar ve kararlar alan bir karar merkezidir. Üçüncü bileşeni de gerçek dünyada iş ve işlem yapılmasına olanak sağlayan donanımlardır. Neyin robot olduğu ve neyin robot olmadığı ile ilgili araştırmacılar arasında çeşitli fikir ayrılıkları mevcuttur. Bu konuda daha katı yaklaşımlar ya da karşıt görüş olarak daha esnek yaklaşımlar mevcuttur.

Esnek ve katı yaklaşımlar arasındaki fark çeşitli düşünce ayrılıklarından kaynaklıdır. Bu alanda çalışan uzmanların bir kısmı, bir nesneye robot diyebilmek için o nesnenin çok kompleks becerilere sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu katı yaklaşıma göre bulaşık makinesine robot diyebilmek mümkün değildir. Esnek yaklaşımlara göre makinenin robot olması için kompleks işlemler yapmasına gerek yoktur. Bu yaklaşıma göre termostat da bir robottur (Brook, 2008; Guizze, 2023). Çünkü termostat özerktir. Bir algılayıcıya sahiptir. Hesaplama yapar ve bir karar alır. Aldığı kararı uygulama yetisine sahiptir.

Benzer şekilde fotoselli lamba ve atlas robot karşılaştırılabilir. Tanım üzerinden değerlendirildiğinde Şekil 2’de görülen fotoselli lamba ve Şekil 3’te görülen Boston Dynamic firmasının ürettiği Atlas isimli robot da teknik olarak bir robottur. Fotoselli lamba bir bitlik veriyi işlerken Atlas robot terabaytlar boyutundaki veriyi işlemektedir. Fakat sonuç olarak ikisinin de bir robot olduğu söylenebilir.

Şekil 2. Fotoselli Lamba (Görsel “www.hepsiburada.com/sensorlu-tavan-armatur-lamba-pm-hrkarah6810” adresinden alınmıştır)



Şekil 3. Atlas Robotu (Görsel “www.bbc.com/news/av/technology-45841771” adresinden alınmıştır)



Fotoselli lambanın yaptığı işlemin basitliğinden dolayı bu lambanın robot olduğu fikrine karşı çıkanlar vardır. Fakat bu fikir ayrılıkları bir tartışmaya dönüşmemiştir. Robotun tanımı ile ilgili fikir ayrılıklarına dünyanın ilk ticari robotunu üreten Joseph Engelberger’in sözleriyle son verilebilir. Joseph Engelberger’e göre sınırları net olarak çizilen bir robot tanımı yapmak mümkün değildir. Robotun ne olduğunu bilmediğini fakat bir robot gördüğünde tanıdığını belirtmiştir (Cba, 2007). Bu bağlamda fotoselli lamba gibi basit nesneler üretme çalışmaları ile Atlas robot gibi kompleks robotlar üretme çalışmaları arasında kalan bütün çalışmalar, eğitimde robotik kodlama etkinliklerinin kapsamına girmektedir. Bu geniş kapsam eğitsel robotiklerle ilgili çalışmaları değerlendirirken çeşitli zorluklar yaratmaktadır. Robotik bilimi ise bu yapılan çalışmaları da kapsayan bir bilim dalıdır. Robotik biliminin konusu tam insan kontrolünden tam otonom sistemlere kadar bütün özerklik düzeylerini kapsayan sistemler tasarlama ve üretme işlemlerine ilişkin çalışmaları kapsar (Nato, 2020).

Eğitimde Robot Kullanımı ve Eğitsel Robotikler

Eğitimde robot kullanımının (Robotic in Education) kapsamı çok geniştir. Eğitimde farklı amaçla çeşitli robotlar kullanılır (eğitim asistanı, dil eğitimi, sosyal robot vb.). Bu robotlar üretilir ve eğitim ortamında eğitime destek amacıyla kullanılırlar. Öğrenciler, bu robotların tasarımında, donanımında ve yazılımında söz sahibi değildir. Eğitsel robotiklerin (Educational Robotics) ise üretim aşamasından sonra tasarımı ve işlevsel özellikleri öğrenciler tarafından yapılır (Atman vd., 2022; Cheng vd., 2018). Üretildikten sonra doğrudan kullanılan (Eğitim asistanı, Dil Eğitim Robotu, Sosyal Robot vb.) robotlar kara kutu robotlar olarak tanımlanırken üretim hattından çıktıktan sonra öğrencilerin tasarımı ve işlevsel özellikleri değiştirdikleri robotlara beyaz kutu robotlar denir. Öğrenciler, beyaz kutu robotların tasarımını, donanımını ve yazılımını değiştirerek ilgili robotları çeşitli görevleri gerçekleştirebilecek duruma getirirler (Alimisis, 2009; Kynigos, 2004). Bu çalışma kapsamında da bir beyaz kutu robot geliştirilmiş olup ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

Literatürde ve Piyasada Bulunan Eğitsel Robotların Karşılaştırılması

Yapılan bu çalışmanın alanyazındaki diğer çalışmalardan ayrılan yönlerini sözel olarak ifade etmek yerine bir karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur (Tablo 2). Tablo 2 yardımıyla yapılan bu çalışmanın alanyazındaki 17 adet eğitsel robot geliştirme çalışmasından ayrıldığı yönler görsel olarak ifade edilmiştir. Yine aynı zamanda bu çalışma kapsamında geliştirilen robotun piyasada bulunan eğitsel robotlardan ayrılan yönlerini göstermek için bir karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur (Tablo 3). Bu bölümde araştırmanın önemini daha net ortaya koyabilmek için literatürde ve piyasada bulunan eğitsel robotlarla, bu çalışma kapsamında geliştirilecek eğitsel robotun karşılaştırılması hedeflenmektedir. Böylelikle bu çalışma kapsamında geliştirilen eğitsel robotun önemini daha net ortaya koyulacağı düşünülmektedir. Literatürde kullanılan çalışmalarla ilgili yeterli bilgiye ulaşılamadığı için “Tasarımda Özelleştirme”, “Donanımda Özelleştirme” ve “Genel Amaçlı Kullanıma Uygun” başlıkları altında değerlendirmeler yapılmıştır. Piyasada var olan eğitsel robotlarla ilgili daha geniş çaplı bilgiye ulaşılabildiği için “Kolay Bağlantı” ve “Elektronik Bilgi Gerektirmemesi” özellikleri de bu robotla ilişkin değerlendirme kriterleri arasına eklenmiştir.

Literatürde eğitsel robot geliştirilmesine ilişkin yapılmış çalışmaların daha net bir şekilde ifade edilebilmesi için ve karşılaştırma yapılabilmesi için Tablo 2 kullanılmıştır. Bu tablo yardımıyla eğitsel robot geliştirilmesine ilişkin yapılmış çalışmalar daha açık bir şekilde görülebilir ve aralarındaki farklar ortaya konulabilir. İlgili tabloda ilk satır (GaFa Robot), yani bu çalışma kapsamında geliştirilmiş robota ait özellikleri göstermektedir.

Tablo 2. *Literatürdeki Eğitsel Robot Geliştirme Çalışmalarının Karşılaştırılması*

Çalışma Adı	ÖZELLİK		
	Tasarımda Özelleştirme	Donanımda Özelleştirme	Genel Amaçlı Kullanıma Uygun
GaFa Robot	✓	✓	✓
Adebola vd., (2013)	✗	✗	✗
Albo-Canals (2014)	✗	✓	✗
Balogh (2010)	✗	✗	✓
Barros vd., (2012)	✗	✓	✗
Duran (2022)	✗	✗	✓
Kocaçıl (2020)	✗	✗	✗
Kochlân vd., (2014)	✗	✗	✓
Lund vd., (2022)	✗	✓	✗
Özkandemir (2019)	✗	✗	✓
Plaza vd., (2016)	✓	✗	✗
Sáenz Zamarrón vd., (2020)	✓	✗	✗
Topuz vd., 2019	✗	✗	✓
Vandeveldt vd., (2016)	✓	✗	✗
Vega & Cañas (2018)	✗	✗	✓
Vega & Cañas (2019)	✗	✗	✓
Yücel vd., (2021)	✗	✗	✗
Zeng vd., (2022)	✓	✗	✗

Piyasada bulunan eğitsel robotik setlerin daha net bir şekilde ifade edilebilmesi için tablo kullanılmıştır (Tablo 3). İlgili tabloda ilk satır (GaFa Robot), bu çalışma kapsamında geliştirilmiş robota ait özellikleri göstermektedir. Fatsa ve Turan’a (2022) göre akademik yayınlarda kullanılan 19 adet robot bu karşılaştırılmaya dâhil edilmiştir.

Tablo 3. Piyasada Bulunan Eğitsel Robotların Karşılaştırılması

Eğitsel Robotikler	Özellikler					
	Robot Türü*	Tasarımda Özelleştirme	Donanımda Özelleştirme	Genel Amaçlı Kullanım	Kolay Bağlantı**	Elektronik Bilgi Gerektirmemesi
GaFa Robot		✓	✓	✓	✓	✓
Abilix Krypton 7	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓
Arduino	Kendin Yap Robotik	✓	✓	✓	✗	✗
Bee-Bot	Hazır Ticari Robotik*	✗	✗	✗	✓	✓
Dash Dot	Hazır Ticari Robotik*	✗	✗	✗	✓	✓
Edison Robot Kiti	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✗	✗	✗
Kibo Robotik	Hazır Ticari Robotik*	✗	✗	✗	✓	✓
Kiwi Robotik	Hazır Ticari Robotik*	✗	✗	✗	✓	✓
Lego Mindstorm Ev3	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓
Lego Mindstorm Nxt 2.0	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓
Lego More To Math	Hazır Ticari Robotik*	✗	✗	✗	✗	✗
Lego Wedo 2.0	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓
Makeblock Ultimate 1.0	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓
Makey Makey	Kendin Yap Robotik	✓	✗	✓	✗	✓
Mbot v1.1	Hazır Ticari Robotik*	✗	✗	✓	✓	✓
Micro: Bit	Kendin Yap Robotik*	✓	✓	✓	✗	✗
Roborobo	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓
Robotis Dream II	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓
Robotsan O-Bot	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓
Vex Robotics IQ	Hazır Ticari Robotik*	✓	✗	✓	✓	✓

*: Kullanılan robotların güncel fiyatlarına ulaşılammıştır. Ama robot türü hazır ticari robot maliyetlerinin yüksek olduğu bilinen bir gerçektir.

** : Kolay bağlantı sensörler, motorlar, giriş ve çıkış birimlerinin robota bir soket yardımıyla ya da tak-çalıştır yöntemi ile bağlanmasını ifade eder.

Eğitsel Robotik Türleri

Bu çalışma kapsamında açık kaynak kodlu bir eğitsel robot geliştirilip değerlendirilmiştir. Bu eğitsel robotun piyasada kullanılan robotlara alternatif olması hedeflenmektedir. Bu nedenle piyasada bulunan eğitsel robotikler sağlıklı bir şekilde incelenip değerlendirilmelidir. Bu kapsamda eğitsel robotik setler iki başlık altında incelenmiştir. Bunlardan ilki hazır ticari robotlar diğeri ise kendin yap (DIY) robotiklerdir. Hazır ticari robotlarda sensörler, motorlar, giriş ve çıkış birimleri tak-çalıştır yöntemiyle kullanılabilir. İlgili robotların bazıları hazır tasarıma sahiptir. Bu hazır tasarım değiştirilemez. Bazı hazır ticari robotların ise lego ve benzeri parçalar kullanılarak tasarımı değiştirilebilir. Şekil 4'te Lego Mindstorm Ev3 seti görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere kullanıcıların ihtiyaç duyduğu bütün parçalar sette hazır bulunur.

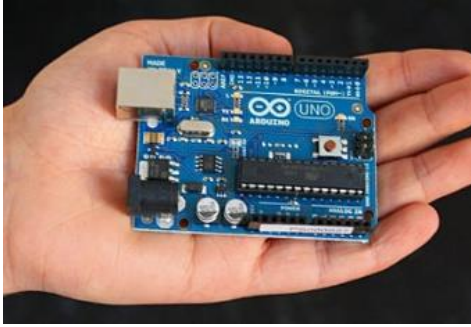
Şekil 4. Lego Mindstorm EV3 (Görsel “www.amazon.com/LEGO-Education-Mindstorms-EV3-Core/dp/B09B8T6TVM” adresinden alınmıştır)



Buna karşın kendin yap robotikler, hazır ticari robotlardan farklı özelliklere sahiptirler. Lehim yapma, elektronik ön bilgi gibi çeşitli becerilere sahip olmayan öğrenciler kendin yap robotikleri kullanırken zorlanmaktadırlar. Ayrıca bu robotları kullanmak için tasarım becerisi de gerekmektedir. Şekil 5'te en çok tercih edilen kendin yap robotiklerden biri olan Arduino görülmektedir. Bu aslında bir karttır. Bu kartlar tek başlarına kullanılamaz. Etkinliklerde farklı bileşenlerle birlikte kullanılabilirler. Öğrenciler ihtiyaç duydukları donanım ve tasarım unsurlarını temin ederek etkinlik yapabilirler. Hazır ticari robot firmaları kendin yap

robotlarından farklı olarak öğrencilerin tasarım ve üretim sürecinde kullanacakları bütün materyalleri (sensör, motor ve lego benzeri parçalar) bir set hâlinde kullanıcılarına sunarlar.

Şekil 5. Arduino Uno Kartı (Görsel “www.dice.com/career-advice/ios-arduino-galileo” adresinden alınmıştır)



Kendin yap robotiklerin tek başlarına kullanılamaması bir dezavantajlı durum gibi görünse de kendi içinde farklı avantajları vardır. Bu şekilde kullanıcılar ihtiyaç duydukları donanım ve tasarım unsurlarını kendileri seçme özgürlüğüne sahip olurlar. Fakat yine de kendin yap robotikler ile hazır ticari robotlar arasından bir seçim yapmak ya da seçim yapmaya zorlamak, birini diğerinden üstün tutmak doğru değildir. Çünkü her iki kategoride bulunan robotik araçların kendi içinde avantajları ve dezavantajları vardır (Anderson, 2014; Chiocciariello vd., 2004; Kwon & Lee, 2017; Stuedahl, 2011).

Hazır Ticari Robotlar

Hazır ticari robotlar set hâlinde piyasada satılmaktadırlar. Çeşitli ticari firmalar tarafından üretilen bu robotların piyasada birçok örneği bulunmaktadır. Bu robotların çeşitli olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Hazır ticari robotlar kullanıcılarına kullanım kolaylığı sunarlar. Kullanmak için herhangi bir elektronik ön bilgiye ihtiyaç duyulmaz. Kullanıcılarına lego benzeri parçalar yardımıyla tasarımda özelleştirme imkânı sunmaktadır. Hazır ticari robotların avantajları ve dezavantajları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Hazır Ticari Robotların Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
• Kullanım Kolaylığı • Ön Bilgi Gerektirmemesi • Kolay tasarım • Kolay Bağlantı	• Maliyet (Aksu, 2019; Erten, 2019) • Sınırlı sayıda ürün yelpazesi (Vandeveld vd., 2016) • Dar kullanım alanı (Dönmez, 2017) • Diğer robotik kitlerle uyumsuzluk (Rihtaršić vd., 2016)

Hazır ticari robotların çeşitli avantajlarına karşın çeşitli dezavantajları da mevcuttur. Bu sorunların en başında maliyet gelmektedir. Hazır robotlar yüksek maliyetine rağmen kullanıcılarına dar bir ürün yelpazesi sunmaktadır. Hangün (2022) ve Talan'a (2020) göre en çok tercih edilen hazır ticari robot Lego Mindstorm EV3'tür. Lego Mindstorms Ev3 sadece 2 adet motor ve 4 adet sensöre sahiptir. Hazır ticari robotların kullanıcılarına sınırlı ürün yelpazesi sunması hazır ticari robotların daha dar bir kullanım alanına sahip olmasına neden olmaktadır (Dönmez, 2017). İlgili robotiklerin dar kullanım alanına sahip olduğu iddiasına karşı çıkmak hazır ticari robot firmalarının düzenlediği robotik etkinlikler öne sürülebilir.

Hazır ticari robot üreten firmalar çeşitli robot yarışmaları düzenlemektedir. Fakat bu yarışmalara katılmak için elinizde ilgili firmanın robotu olmalıdır. Farklı bir firmanın ürettiği robotla yarışmaya katılım sağlanamamaktadır. Yani Abilix firmasının ürettiği bir robotik setle LEGO firmasının robot yarışmalarına katılım gerçekleştirilememektedir (FLL, 2020; WRO, 2022). Benzer durum bütün robot firmalarının düzenlediği yarışmalarda geçerlidir. Bu durum bu robotik etkinliklerin ilgili robotik firmaların kendi reklamlarını yaptığı algısını haklı çıkarmaktadır (Dönmez, 2017).

Hazır ticari robotlar ürettikleri sensör ve motorları sadece kendi robotik setlerine uyumlu olacak şekilde yapmaktadırlar ve diğer robotik kitlerle uyumsuzdurlar (Rihtaršič vd., 2016). Yani bir firmanın ürettiği sensör ve motor diğer robot firmasının robotunda çalışmamaktadır. Piyasada birçok örneği bulunan hazır ticari robotlar bu politikalarıyla kullanıcıları kendi firmalarının yarattığı robotik ekosistemin içinde kalmaya zorlamaktadırlar. Bu durum da kullanıcıların diğer robotik setlerden mahrum kalmasına hatta bazen üretimden kalkan robotik set modellerinin ürünlerinin kullanılamaz bir durumda ellerinde kalmasına neden olmaktadır. Hazır ticari robot kullanıcılarının yaşadıkları bu mağduriyetin vurgulanmasının gerekçesi, ilgili firmaları eleştirmek ya da kötülemek değildir. Her ticari firma kendi çıkarları doğrultusunda hareket edebilir. Buradaki amaç, ilgili firmaların üretim ve reklam politikalarının kullanıcılarına etkisinin belirtilmesidir.

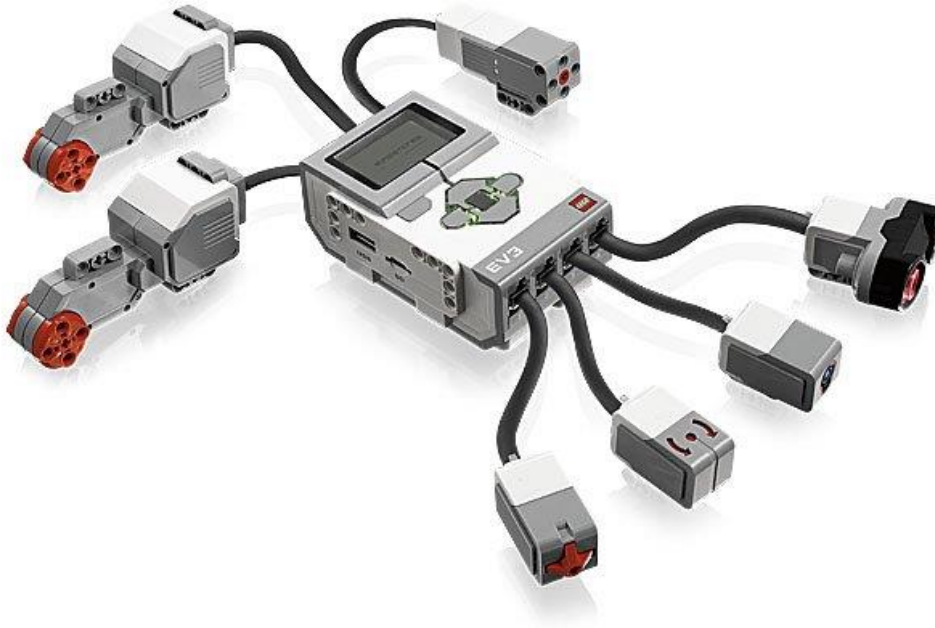
Hazır Ticari Robot Örnekleri

Bu bölümde Hangün (2022), Talan (2020) ve Yolcu ve Demirer'e (2017) göre en çok tercih edilen Hazır Ticari Robotların ikisi incelenmiştir. Bu robotlardan birisi geliştirilebilir tasarıma sahip, diğeri hazır tasarıma sahiptir. Lego Mindstorm EV3 robotu geliştirebilir tasarıma sahipken Mbot V1.1 hazır tasarıma sahiptir.

Lego Mindstorm EV3

Lego Mindstorm 2013 yılında Lego Group tarafından piyasaya sürülmüştür. 2019 yılında Lego Spike Prime piyasaya sürülene kadar 6 yıl boyunca Lego Mindstorm Robotlarının piyasadaki yüzü olarak kalmıştır (Wikipedia, 2023). 1.000-1200 \$ fiyat aralığında satışa sunulmuş ve 2022 yılından sonra üretimden kaldırılmıştır. Lego Mindstorm Ev3 seti 45544 numaralı set ve 31313 numaralı set olmak üzere iki farklı şekilde satışa sunulmuştur. 45544 numaralı setin içeriğinde 2 büyük motor, 1 küçük motor, 1 ultrasonik mesafe sensörü, 2 dokunma sensörü, 1 renk/ışık sensörü ve jiroskop bulunmaktadır. Bunlara ek olarak 550'e yakın farklı lego parçasını bünyesinde barındırmaktadır. 31313 numaralı temel set ise 45544 numaralı setten farklı olarak kızıl ötesi sensöre sahiptir fakat 31313 numaralı set içeriğinde ultrasonik mesafe sensörü bulunmamaktadır. Sensörler ve motorlar tuğla(brick) adı verilen ana kontrolcüye bağlanır ve kullanılır. Şekil 6'da Lego setine ait sensör ve motor bağlantıları gösterilmektedir.

Şekil 6. *Lego Mindstorm Ev3 Tuğlası ve Sensör ve Motor Bağlantılarının Gösterimi (Görsel “www.amazon.sa/-/en/LEGO-Education-MINDSTORMS-EV3-Core/dp/B089FMM62H/” adresinden alınmıştır)*

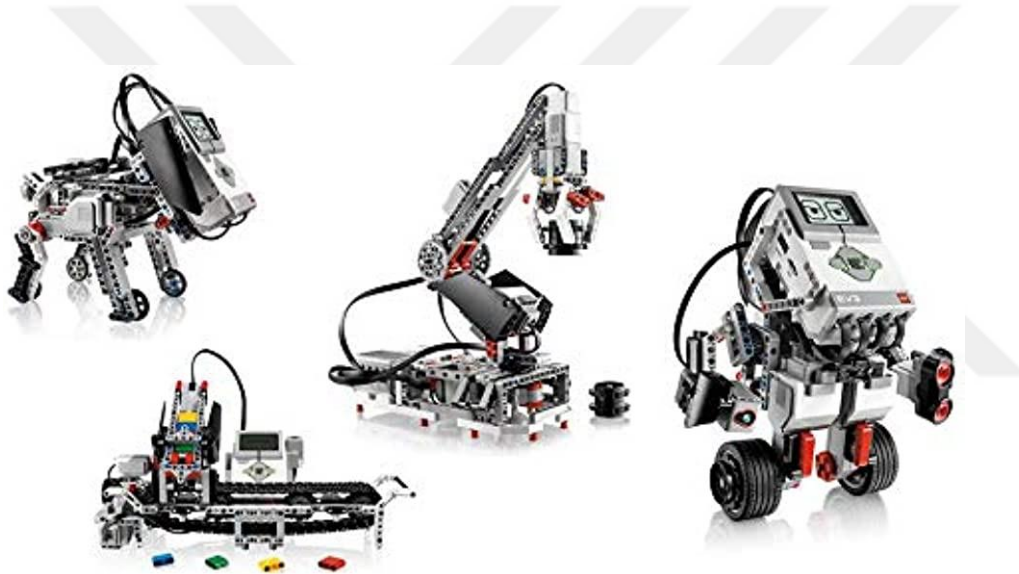


11.5 cm uzunluğuna 7.5 cm genişliğine ve 4.5 yüksekliğine sahip tuğla, debian işletim sistemi tabanlı bir programlanabilir bilgisayardır. Tuğlanın ebat olarak büyük olması tasarım süreçlerini biraz zorlarsa da nispeten akıllı bir yapıda olması robotik etkinliklerde büyük kolaylık sağlamaktadır. Tuğlanın sahip olduğu ekran sayesinde öğrencilerin robotla etkileşim kurması mümkündür. Tuğla sayesinde herhangi bir kodlama gereksinimi olmadan sensörlerin ve motorların durumu kontrol edilebilir. Tuğla kablolu veya kablosuz olarak programlanabilmektedir. Sahip olduğu batarya ünitesi, hem kendi (tuğla) enerjisini hem de

sensör ve motorların enerjisini karşılamaktadır. Tuğlanın bağlantı noktalarında soket yapısı nedeniyle yalnızca lego firmasının üretmiş olduğu sensör ve motorlar robotla birlikte kullanılmaktadır. Üretici firma olan Lego Group; First Lego League (FLL) ve World Robot Olimpiad (WRO) gibi çeşitli yarışmalar düzenlemektedir. İlgili yarışmalara sadece lego firmasının üretmiş olduğu robot ve robot parçalarıyla katılma zorunluluğu mevcuttur (Wro, 2018).

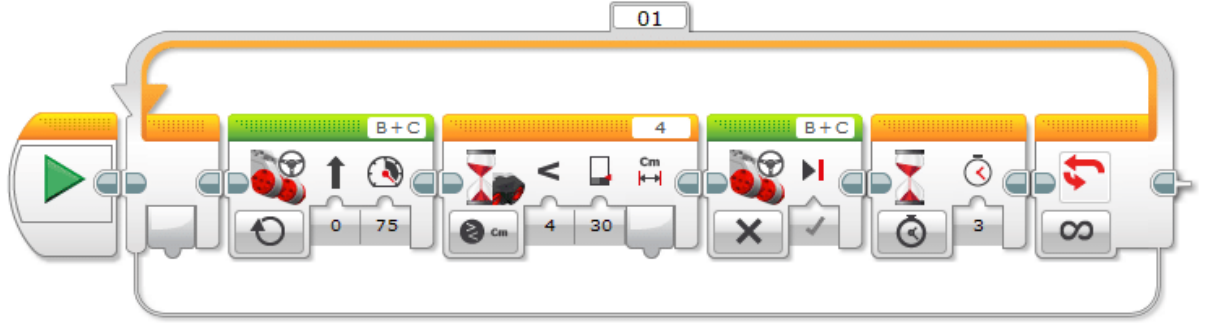
Öğrenciler lego parçalarıyla farklı amaçlara uygun bir şekilde robotlarını tasarlayabilmektedirler. Şekil 7’de lego parçaları kullanılarak tasarlanmış çeşitli robot örnekleri görülmektedir.

Şekil 7. Lego Kullanılarak Tasarlanmış Çeşitli Robot Örnekleri (Görsel “www.amazon.com.tr/Lego-Mindstorm-Ev3-Core-45544/dp/B00DEA55Z8” adresinden alınmıştır)



Lego Mindstorm robotları alışagelmış dikey kodlama yerine yatay olarak kodlanmaktadır. Şekil 8’de görüldüğü üzere kod blokları yatay olarak birleştirilerek robot kodlanmaktadır. Robot kodlanırken metin yerine şekil ve ifadeler tercih edilmiştir. Böylelikle küçük yaş grupları da rahatlıkla kodlama yapabilmektedirler. Lego Mindstorm Ev3 setine ait Core(Temel) robot tasarımı Şekil 9’da görülmektedir.

Şekil 8. *Lego Mindstorm Ev3 Kodlama Örneği* (Görsel “[www.bilimkahramanlaribulusuyor.org/dokumanlar/City__\(EV3\).pdf](http://www.bilimkahramanlaribulusuyor.org/dokumanlar/City__(EV3).pdf)” adresinden alınmıştır)



Şekil 9. *Lego Mindstorm Ev3 Robotu* (Görsel “www.education.lego.com/en-us/lessons/ev3-tutorials/straight-move” adresinden alınmıştır)



Mbot V1.1.

Mbot 2015 yılında piyasaya çıkarılmış olup Arduino tabanlı atmega328-pu mikro denetleyiciye sahiptir. 150-200\$ dolar aralığında satışı yapılmaktadır. Demonte şekilde satılan robotun montajını öğrenciler 10-15 dakika gerçekleştirebilirler (Şekil 10).

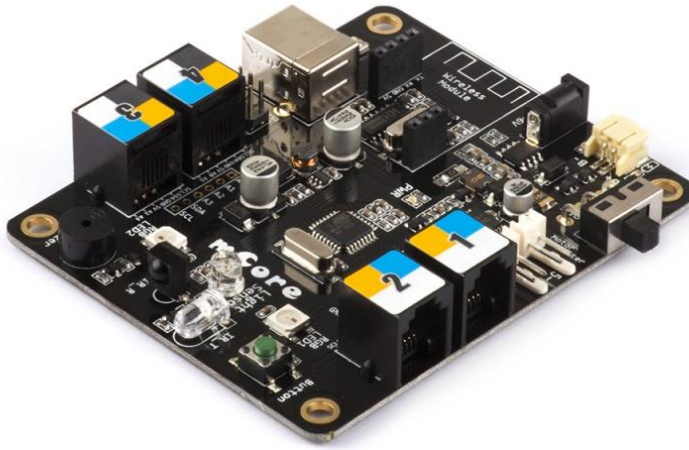
Şekil 10. *Mbot V1.1. Robotu* (Görsel “www.amazon.com.tr/MakeBlock-mBot-Bluetooth-Kiti-v1-2/dp/B09FQ64JWW” adresinden alınmıştır)



Robot kitinin altında çizgi izleyen sensör ve robotun ön tarafında ise mesafe sensörü bulunmaktadır. Bu sensörler kablo yardımıyla robotun mcore anakartına bağlanır. İki adet motor, robotun hareketini gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadır. Robot 17*9*9 cm

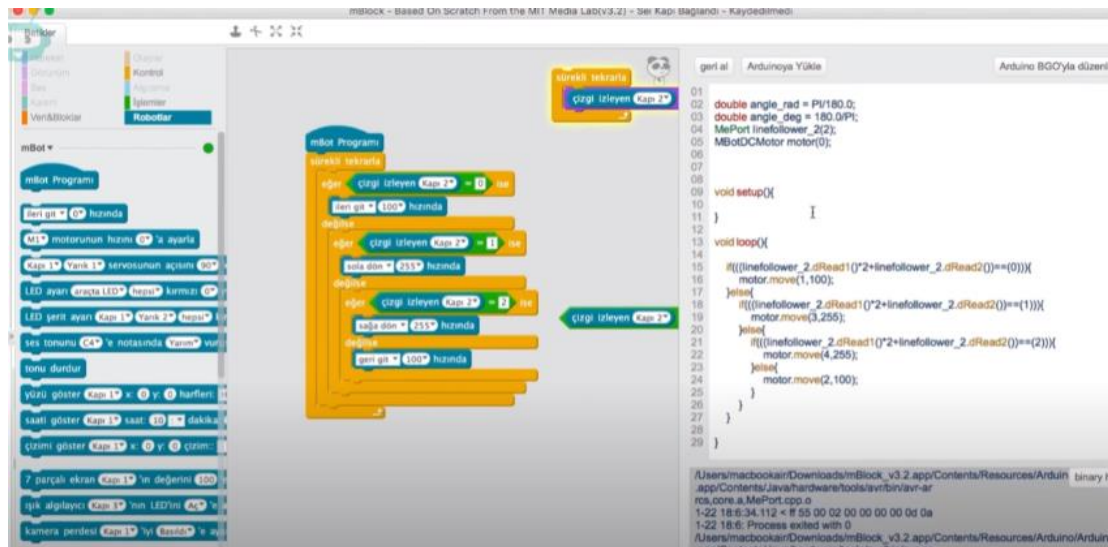
ölçülerindedir. Robotun kontrol birimi olan mcore anakart üzerinde ışık sensörü, kızıl ötesi alıcı, buton gibi giriş birimleri bulunmaktadır. Mcore anakartı Şekil 11’de görülmektedir. Ayrıca robotun mcore anakartı üzerinde bütünleşik olarak buzzer, rgb led ve kızıl ötesi verici gibi çıkış birimleri bulunmaktadır. Bunların dışında anakart üzerine yerleştirilebilecek bir bluetooth modülü ile robotla iletişim kurulabilmektedir (Docs.Makeblock, 2023; Makeblock, 2023; Numanoglu & Keser, 2017; Logiscacademy, 2023).

Şekil 11. MBot Anakartı Mcore (Görsel “www.robotkitleri.net/mcore-mbot-anakarti” adresinden alınmıştır)



Kodlama ortamı mblock adı verilen bir uygulama yazılımı bile gerçekleştirilmektedir. Şekil 12’de kodlama ortamına ait bir görsel verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere kod blokları sürükleyip bırak yöntemiyle kullanılabilir. Aynı zamanda C++ dili kullanılarak metin tabanlı kodlama yapılarak da robot programlanabilmektedir.

Şekil 12. Mbot Kodlama Ortamı: Mblock 3 (Görsel “www.atolyem.bte.org.tr/2017/11/28/mblock-ile-arduino-kodlama/” adresinden alınmıştır)



Kendin Yap Robotik Setler

Kendin yap robotik setler hazır ticari robotlardan çeşitli yönlerden farklıdır. Arduino, Micro: Bit ve ülkemizde üretilen deneyap kartı bunlara örnektir. Kendin yap robotikler; uygun maliyeti, geniş kullanım alanı ve sınırsız ürün yelpazesine sahip olması gibi çeşitli avantajlara sahiptir. Kendin yap robotikleri ile ders içinde yapılan robotik kodlama etkinliklerinden sanayide kullanılan profesyonel sistemlere kadar geniş çapta çalışmalar yapılabilir. Bu robotik setlerle birlikte sınırsız sayıda motor ve sensör kullanılabilir. Sensör, motor, giriş ve çıkış birimlerinde evrensel bir uyum söz konusudur. Hazır ticari robotlardan farklı olarak sensörler ve motorlar diğer kitlerle uyumludur. Bu evrensel uyum durumu, kendin yap robotiklerin tercih edilmesindeki önemli etkenlerden biridir. Kendin yap robotiklerin avantajları ve dezavantajları Tablo 5’te verilmiştir.

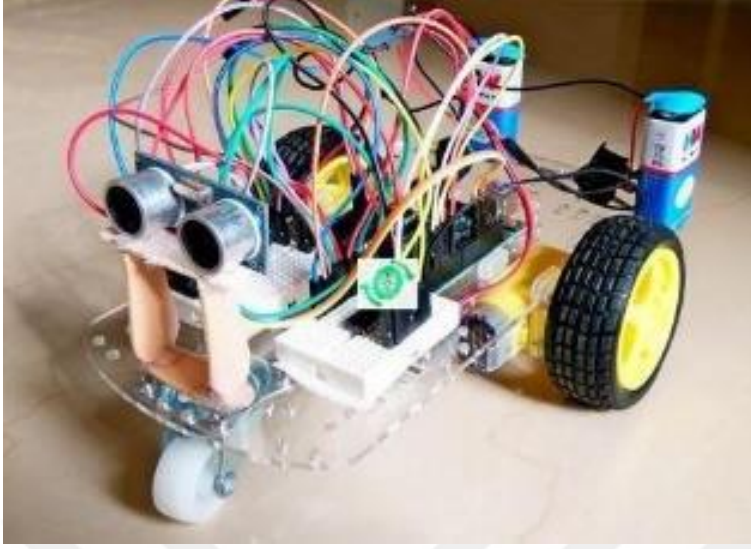
Tablo 5. *Kendin Yap Robotiklerin Avantajlar ve Dezavantajları*

Avantajları	Dezavantajları
• Maliyet • Açık Kaynak Yapısı • Sınırsız Ürün Yelpazesi • Geniş Kullanım Alanı	• Tasarım Becerisi Gerektirmesi • Bilişsel Yük Oluşturması • Elektronik Bilgisi Gerektirmesi • Sınıf Yönetimi Sorunları

Kendin yap robotikler kendi başlarına kullanılamazlar. Bu robotik materyalle bir robot üretmek için farklı donanım ve tasarım unsurlarını tedarik etmek ve tedarik edilen donanım ve tasarım unsurlarını doğru bir şekilde tasarım süreçlerine tabi tutmak gerekmektedir. Bu nedenle bu robotik materyaller, robotik etkinlikler gerçekleştirilirken tasarım becerisi gerektirmektedir. Tedarik süreci ve tasarım süreci kullanıcılara çalışmalarında esneklik kazandırmasına rağmen zaman kaybı yaratmaktadır.

İlgili robot setlerini kullanmak için kullanıcıların elektronik ön bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Robotik kodlama sürecinde ek olarak ihtiyaç duyulan elektronik ön bilgi ihtiyacı, kullanıcıların süreçte çok daha fazla zorlanmalarına sebebiyet vermektedir. İlgili robotikler kullanılırken elektronik ön bilgi ihtiyacı ve tasarım becerisi gerektirmesine ek olarak uygulamalarının karmaşık olması öğrencilerde bilişsel yük oluşturmaktadır. Şekil 13’te tek işlevi engelden kaçmak olan bir eğitsel robot görülmektedir. Bu robot kendin yap robotlarından biri olan Arduino ile yapılmıştır. Şeklin karmaşık olması öğrencilerde aşırı düzeyde bilişsel yük oluşturmaktadır. Bu karmaşıklık birçok hatanın da beraberinde gelmesine sebebiyet vermektedir. Ve bu hataların çözüm sürecinde sınıf yönetimi sorunları ortaya çıkmaktadır.

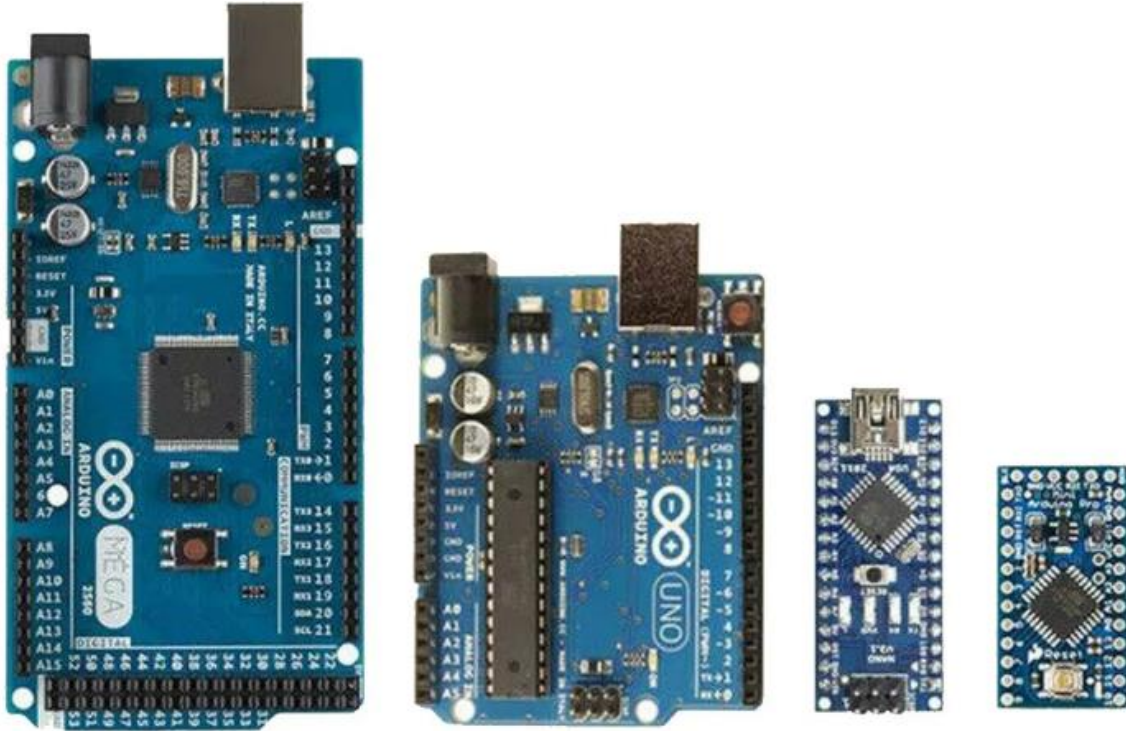
Şekil 13. Kendin Yap Robot Kartı ile Geliştirilmiş Bir Robot (Görsel “www.instructables.com/OBSTACLE-AVOIDING-ROBOT-USING-3-ULTRASONIC-SENSOR/1” adresinden alınmıştır)



Arduino

En yaygın kullanılan kendin yap robotik kartı Arduino'dur (Akdeniz, 2021). 2007 yılında İtalya'da üretilmiş olup açık kaynak bir yapıya sahiptir. Arduino bir mikrodenetleyici karttır. Arduino aslında bir fiziksel programlama aracıdır (Ersoy vd., 2011). Uygun maliyeti ve geniş kullanım alanı nedeniyle eğitimde robotik etkinliklerde kullanılmış ve yayımlanmıştır. Çok farklı ölçülerle ve niteliklerle Arduino modelleri vardır. Şekil 14'te 19 farklı resmi Arduino çeşidinden 4 tanesine görselleri görülmektedir.

Şekil 14. Arduino Modelleri: Mega, Uno, Nano, Pro Mini (Soldan Sağa) (Görsel “www.usuaris.tinet.cat/fmco/arduino_en.html” adresinden alınmıştır)



Bu çalışma kapsamında kullanılacak Arduino Nano modeli oldukça küçük boyutlara sahiptir. 18.5 mm*43.2 mm boyutlarındadır. 14 adet dijital pine ve 8 adet analog pine sahiptir. Yani aynı anda 22 farklı donanımdan veri alabilir ve veri gönderebilir. Birçok Arduino modelinde olduğu gibi Atmega işlemcisine sahiptir. 16 Mhz saat frekansına sahip 32 KB flash hafızasına sahiptir. Arduino Nanonun orijinal modeli 25 \$ civarında satılmaktadır (Store Arduino, 2023). Buna karşın klon modelleri 5 \$ civarında satılmaktadır. Klon modellerinin piyasada satışının gerçekleştirilmesi yasalara uygun bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Çünkü Arduino üreticileri Arduino’nun bütün kaynak dosyalarını açık kaynak olarak paylaşmışlardır. Bu kaynak dosyalarını kullanarak dileyen herkes üretim yapabilir ve ilgili karta farklı geliştirmeler uygulayabilir. Şekil 15’te araştırmacı tarafından geliştirilmiş Erzurum ve Afyon illerine ait Arduino klonları görülmektedir. Erzurum ili ilgili Yüksek lisans tezinin bağlı olduğu üniversite olan Atatürk üniversitesinin bulunduğu şehirdir. Afyon ili ilgili Yüksek lisans tezinin

uygulamasının gerçekleştirildiği şehirdir. Arduino'nun açık kaynak yapısı sayesinde kişiler veya kurumlar kendi yaşadıkları özel Arduino modelleri geliştirilebilirler.

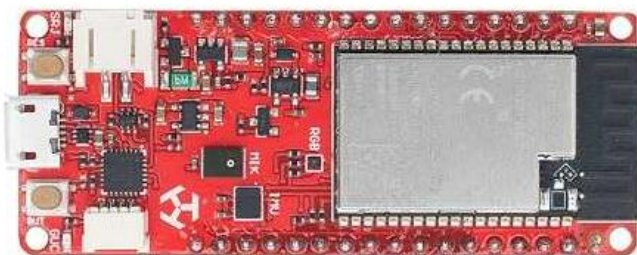
Şekil 15. Araştırmacı Tarafından Afyon ve Erzurum için Geliştirilmiş Klon Arduino Modelleri



Diğer Kendin Yap Robotikler

Micro: Bit, 2015 yılında İngiltere’de BBC ve Microsoft ortaklığıyla öğrencilere robotik kodlama öğretimi için geliştirilmiştir (Austin vd., 2020). Micro: Bit İngiltere’de bütün 5. Sınıf öğrencilerine dağıtılmış olup ve 2020 yılında ikinci versiyonunun üretildiği duyurulmuştur (Kvaššayová vd., 2021). Ülkemizde de Teknofest’i organize eden T3 vakfı tarafından geliştirilen deneyap robotik kartı ilk defa 2020 yılında duyurulmuştur (Kocalar, 2020).

Şekil 16. Deneyap Kartı (Görsel “www.t3vakfi.org/tr/project/deneyap-kart” adresinden alınmıştır)



Eğitsel Robotiklerde Tasarım Modelleri

Eğitsel robotiklerin sahip oldukları tasarım modelleri önemlidir. İyi bir tasarım modeline sahip bir eğitsel robot zamandan kazanç ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Eğitsel robotların tasarım özelliklerini Scaradozzi vd., (2019) “Hazır Tasarım” ve “Geliştirilebilir Tasarım” olmak üzere ikiye ayırmıştır. Scaradozzi vd. (2019) bu sınıflandırmayı yaparken sadece hazır ticari robotları gözettiği için, Fatsa ve Turan (2022) bu tasarım özelliklerine üçüncü özellik olarak kendin yap tasarım özelliğini eklemişlerdir. Hazır tasarıma sahip robotlarda öğrenciler tasarımda söz sahibi olamazlar, sadece kodlama yaparlar. Geliştirilebilir tasarıma sahip robotlar lego gibi çeşitli parçalara sahiplerdir. Bu parçalar yardımıyla öğrenciler tasarımda söz sahibi olabilirler. Kendin yap tasarım modelinde ise öğrenciler mukavva, karton ve 3B yazıcı çıktıları gibi malzemeler kullanarak tasarımı baştan sona kendileri yaparlar.

İlgili tasarım modellerinden hangilerinin daha iyi olduğunu söylemek güçtür. Zaman sorununun olmadığı bir eğitim ortamında ‘geliştirilebilir tasarım’ ya da ‘kendin yap tasarım’ modellerinin ‘hazır tasarım’ modeline göre daha iyi olduğu söylenebilir. Bunun gerekçesi de şöyle açıklanabilir: tasarımda söz sahibi olmak bireyler için önemlidir. Bireylerin aidiyet duygusunu olumlu yönde etkiler. Bahsedilen etkinin adı IKEA etkisidir (Norton vd., 2012). Bu etkinin eğitsel robotikler için geçerli olup olmadığı araştırılmış ve ilgili etkinin eğitsel robotikler için de geçerli olduğu görülmüştür (Groom vd., 2020). Belirtildiği üzere zaman sorununun olmadığı bir eğitim ortamında öğrencilerin tasarımlarını kendilerinin yaptığı robotlarla çalışması daha güçlü bir aidiyet hissi yaratacaktır. Fakat zaman sorununun olmadığı bir eğitim ortamı yaratmak güçtür.

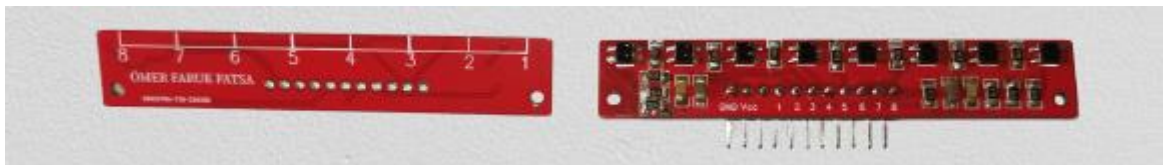
Eğitsel robotiklerde zaman önemli sorunlardan biridir (Güven & Çakır, 2020). Kendin yap robotlarıyla yapılan bir robotik etkinliğin 9 saat, geliştirilebilir tasarım modeline sahip bir robotla yapılan etkinliğin 5 saat sürdüğü görülmüştür (Fortunati vd., 2020). Her iki robot türüyle yapılan çalışmaların uzun sürmesi hazır tasarıma sahip robotların tercih edilebilirliğini artıran etmenlerden biridir. Hazır tasarıma sahip robotlarla çalışan öğrenciler, tasarım için zaman kaybetmez bütün zamanını kodlamaya ayırabilir. Böylelikle zamandan kazanç sağlanmış olur.

Zamandan sağlanan kazanca ek olarak maliyetten de belirli ölçülerde tasarruf edilebileceği söylenebilir. Bu çalışma kapsamında incelenen Lego Mindstorm EV3 seti geliştirilebilir tasarıma sahiptir ve 1000-1200 \$ civarında satılmaktadır. Ve yine bu çalışma kapsamında incelenen Mbot V1.1. robot seti hazır tasarıma sahiptir ve 150-200 \$ civarında satılmaktadır. Görüldüğü üzere her iki robot arasında çok ciddi bir oranda fiyat farkı bulunmaktadır. Bu dramatik düzeydeki fiyat farkının nedenlerinden birinin Lego setinin içindeki yüzlerce parçadan oluşan tasarım unsurları olduğu söylenebilir.

Eğitsel Robotiklerde Açık Kaynak Yapı

Açık kaynak yapıya sahip bir teknolojinin tasarımı herkes tarafından erişilebilir. Bu nedenle açık kaynak yapıya sahip bir teknoloji herkes tarafından değiştirilip geliştirilebilmektedir (Amazon, 2023). Robotik kodlama etkinliklerinin öğrenciler üzerinde akademik başarı, tutum, problem çözme gibi farklı kazanımları olsa da bu etkinliklerin önemli amaçlarından biri de robotik sistemler geliştiren ve üreten nesiller yetiştirmektedir (Atasoy vd., 2018; Akçay, 2018; Bakır, 2019; Ford, 2016). Bu bağlamda robotik kodlama etkinliklerinde kullanılacak eğitsel robotiklerin açık kaynak yapıya sahip olması önemlidir. Çünkü açık kaynak yapıya sahip eğitsel robotikler kullanıcılarına yeni bir teknoloji geliştirme olanağı sağlamaktadır. Buna karşın açık kaynak yapıya sahip olmayan bir eğitsel robotikle yapılacak çalışmalar çok sınırlıdır. Açık kaynak yapıya sahip olmayan bir eğitsel robotikle yeni bir teknoloji üretmek olanaksızdır. Oysaki tasarımsal, yazılımsal ya da şematik olarak açık kaynak bir yapıya sahip bir eğitsel robot, kullanıcılarına sıfırdan yeni bir teknoloji üretme olanağı sağlamaktadır. Şematiği, tasarımı ve yazılımı açık kaynak olarak paylaşılan Arduino ile çok farklı teknolojik ürünler üretilebilmektedir (Instructables, 2023). Arduino açık kaynak yapıya sahiptir. Arduino ile kullanılan sensör ve motorlar da açık kaynak sahiptir. Kullanıcılar, Arduino ile birlikte farklı sensörler ve motorlar tasarlayıp geliştirebilmektedir. Şekil 17’de araştırmacı tarafından geliştirilen sekizli çizgi izleyen sensör görülmektedir. İlgili sensör de Arduino gibi açık kaynak yapıya sahip olması nedeniyle kullanıcılar tarafından yeniden tasarlanıp üretilebilmektedir. İlgili çizgi izleme sensörü GaFa robotla ve açık kaynak bütün eğitsel robotiklerle birlikte kullanılabilir.

Şekil 17. Araştırmacı Tarafından Geliştirilen Çizgi İzleme Sensörünün Ön ve Arka Yüzü



Arduino gibi açık kaynak yapıya sahip eğitsel robotiğin de yeniden tasarlanıp üretilmesi mümkündür. (Fatsa, 2022). Böylelikle sensör, motor ve ana kontrolcü kullanıcılar tarafından yeniden tasarlanıp üretilmiş olur. Eğitsel robotiklerle gerçekleştirilen etkinliklerde çok geniş ölçüde öğrenci kazanımı mevcuttur. Fakat açık kaynak yapıda olmayan eğitsel robotiklerde öğrenciler, bu teknolojik ürünün tüketicisi konumundadır. Açık kaynak eğitsel robotikler ise öğrencilere teknolojiyi üretme olanağı sağlamaktadırlar. Bu nedenle Teknofest ve TÜBİTAK gibi öğrencilerin teknoloji üretmeye aday oldukları ulusal yarışmalarda açık kaynak robotikleri daha sıklıkla görmek mümkündür (Kahraman vd., 2022). Bu nedenle yeni teknolojiler üretme niyetinde olan ülkelerin açık kaynak yapıya sahip yazılımları ve teknolojileri kullanmaları

gerekmektedir (Çavuş vd., 2017; Damar, 2022; Okur, 2007). Açık kaynak yazılıma sahip teknolojiler ücretsizdir çünkü açık kaynak üreticileri kâr amacı gütmaz (Ölmez & Dai, 2016). Açık kaynak modelinin arkasında bir felsefe yatmaktadır. Bu felsefenin birçok boyutu vardır. En bilindik olanı Ubuntu işletim sistemine adı veren “ben yerine biz” felsefesidir (Karadağ, 2023). Açık kaynak ilkelerinden biri de açık iş birliğidir. Açık iş birliği, bireylerin tek başlarına çözemediği sorunları takım çalışması ile çözülmesidir (Amazon, 2023). Açık iş birliği ilkesi ve “ben yerine biz” felsefesi robotik kodlama etkinliklerindeki önemli gereksinimlerden biri olan ‘Takımla Çalışma’ prensibiyle paraleldir. Bu nedenlerden ötürü eğitsel robotiklerin açık kaynak yapıya sahip olmasının önemli olduğu söylenebilir.

Eğitsel Robotiklerde İçerik

Eğitsel robotiklerle gerçekleştirilen etkinliklerde içerik belirlenmesi önemli bir sorundur. Eğitsel robotiklerle yapılan çalışmalar, ilgili alanın doğası gereği disiplinler arasıdır. Bu nedenle içerik belirlemek zordur. Küresel bazda eğitsel robotların en önemli sorunu uluslararası bir müfredatının olmayışıdır (Gomoll vd., 2017; Johal vd., 2018). Piyasada eğitsel robotik set üreten birçok firma bulunması ve bu firmaların her birinin ayrı kodlama/programlama ortamlarının bulunması bu sorunu derinleştiren nedenlerden biridir. Robotik kodlama etkinliklerinin temel birkaç etkinlikle sınırlı olmasına karşı çıkanlar mevcuttur. Bu görüşe göre robotik kodlama etkinliklerinin içeriğinde temel elektronik devre elemanlarının kullanılması da gereklidir (Güçlü, 2019; Yılmaz, 2021). Bu bağlamda bir eğitsel robot geliştirilirken geliştirilen eğitsel robotun led, diyot, buzzer, breadboard gibi temel elektronik devre elemanlarının öğretilmesini mümkün kılacak şekilde geliştirilmesine önem verilmelidir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

İlgili çalışmada karma yöntemlerden gömülü araştırma (embedded design) deseni kullanılmıştır. Gömülü desen, nicel ya da nitel yöntemlerin birinin diğerine göre daha baskın olduğu durumlarda kullanılır (Creswell & Plano-Clark, 2017). Bu çalışmada nicel yöntemlerde elde edilen verilerin daha ön planda olduğu görülmektedir. Bu çalışmada nicel verilerin desteklenmesi amacıyla nitel veriler kullanılmıştır. Araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada gelişimsel araştırma (developmental research) modeli kullanılmıştır. Gelişimsel araştırma çalışmalarında öğretim amaçlı ürünler geliştirilebilir (Richey vd., 2004). Bu araştırma yönteminin iki türü vardır. Bu çalışmada tip 1 ürün ve araç geliştirme çalışması kullanılmıştır. Gelişimsel araştırma süreçleri esnekler. İlk tasarım alınan dönütlere göre yenilenebilmektedir (Collins, 1999). ADDIE modeli de bu yöntemle birlikte sıklıkla tercih edilen modellerden biridir (Büyüköztürk vd., 2020). Bu çalışmada ADDIE modeli kullanılmıştır. ADDIE modeli analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır. Araştırmanın ikinci aşamasında bulunan deneysel çalışma için olarak tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desen seçilmiştir. Araştırmanın ikinci aşamasını oluşturan ön test-son test zayıf deneysel süreç Tablo 6'da verilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen nitel veriler nicel verilerin desteklenmesi ve genellenmesi amacıyla kullanılmıştır.

Tablo 6. Tek gruplu Ön Test- Son Test Zayıf Deneysel Süreç

Grup	Ön test	İşlem	Son Test
Deney Grubu	Robotik	GaFa Robotla	Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği
	Tutum		Görüşme Formu
	Ölçeği	Gerçekleştirilen	Robotik Tutum Ölçeği
		Robotik Etkinlikler	Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği

Çalışma Grubu

Çalışma grubu Afyon ili Bolvadin ilçesinde çeşitli okullarda eğitim gören 17 ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır. 17 öğrencinin cinsiyet dağılımı; 10 erkek, 7 kız şeklindedir.

Çalışma grubunun yaş aralığı 10-13 arasında değişmektedir. Öğrencilerin daha önce herhangi bir robotik kodlama deneyimi olmamıştır. Öğrenciler tamamen gönüllülük esasına bağlı olacak şekilde çalışmaya katılmışlardır. Çalışma grubu belirlenirken kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi seçilmiştir. Araştırmacılar kolay ulaşılabilir örnekleme yönteminde rahatlıkla ulaşabileceği örneklemden veri toplarlar (Büyüköztürk vd., 2020). Çalışma tek gruba gerçekleştirilmiş olup ilgili grup deney grubu olarak çalışılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği (SKÖ)

Öğrencilerin geliştirilen eğitsel robotun kullanılabilirlik düzeylerini değerlendirmeleri için, Brooke (1996) tarafından geliştirilen Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği kullanılmıştır. İlgili ölçek Çağıltay (2011) tarafından Türkçeye uyarlanmış olup geçerlik ve güvenirlik çalışmaları Kadirhan vd., (2015) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ölçek iki faktörlüdür. Bu faktörler kullanılabilirlik ve öğrenilebilirliktir. Kullanılabilirlik faktörü, varyansının %35.18'ini açıklanırken, öğrenilebilirlik faktörü varyansının %13.62'sini açıkladığı görülmüştür. Bu faktörlerin toplam varyansa katkısı ise %48.80'dir. Kullanılabilirlik faktörünün Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı 0.79, öğrenilebilirlik faktörünün ise 0.60'dır. Ölçeğin toplam iç tutarlık katsayısı ise 0.78 olarak tespit edilmiş Ölçek 5'li Likert tipinde olup 10 maddeden oluşmaktadır. Her maddenin puanı 1-5 arasında değişmektedir. 1-3-5-7-9. Maddeler “-1 ölçek pozisyonu” ile, 2,4,6,8,10. Maddeler “5- ölçek pozisyonu” ile değerlendirilir. Sonrasında toplam puan 2.5 ile çarpılır.

Sistem kullanılabilirlik ölçeğinden 0-100 arası ham puanlar elde edilir. Elde edilen ham puanların yorumlanması için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Sauro (2011), SKÖ puanlarını yorumlamak için bir çalışma yapmıştır. Sauro (2011) bir sistemin kullanılabilir olduğunu göstermek için ortalama kabul edilebilir SKÖ puanının, 68 olması gerektiğini öne sürmektedir. Bu nedenle, 68 veya daha yüksek bir SKÖ puanı, etkilenen sistemin kullanılabilir olduğunu gösterir. 68'in altındaki herhangi bir SKÖ puanı ise, kullanılan sistemin kullanılabilirlik sorunları olduğunu gösterir.

Başka bir çalışmada ise, SKÖ ile elde edilen kullanılabilirlik puanının, bir sistemin kullanılabilirliği hakkında göreceli bir karar vermeye yardımcı olmak için derecelendirme tablosu ortaya konulmuştur. Bangor vd., (2009) tarafından ortaya konulan sıfat derecelendirme tanımlayıcı istatistikleri Tablo 7'de verilmiştir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen robotun SKÖ ham puanlarının değerlendirilmesi için Tablo 7'deki veriler kullanılmıştır.

Tablo 7. SKÖ puanlarının sıfat derecelendirme tanımlayıcı istatistikleri

Sıfat	Puan
En iyi	90.9
Mükemmel	85.5
İyi	71.4
Geçer	50.9
Kötü	35.7
Berbat	20.3
En Kötü	12.5

Ölçeğin çalışmada kullanılan hâli EK-1’de sunulmuştur. Ölçeğin Türkçeye uyarlamasını Çağıltay (2011) ve geçerlik ve güvenirlik çalışmalarını yapan Kadirhan vd., 2015’den ölçek kullanım izinleri alınmıştır (EK-6).

Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği (ÖMMÖ)

Keller tarafından ilk olarak 1993 yılında geliştirilen 36 maddelik beşli Likert tipi ölçek, 2006 yılında yenilenmiş ve güncellenmiştir. Ölçekte Dikkat kategorisinde 12 madde, Uygunluk kategorisinde 9 madde, Güven kategorisinde 9 madde ve Doyum kategorisinde 6 madde olmak üzere toplamda 36 madde yer almaktadır. Ölçeğin 10 olumsuz ve 26 olumlu ifadesi bulunmaktadır. ÖMMÖ ölçeğinin Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı 0.96 olarak hesaplanmıştır. Alt kategorilerin katsayıları ise sırasıyla Dikkat için 0.84, Uygunluk için 0.81, Güven için 0.72 ve Tatmin için 0.85 olarak bulunmuştur (Keller, 2006). ÖMMÖ ölçeği daha sonra farklı araştırmalarda kullanılmış ve geçerlik ile güvenirlik çalışmaları tekrarlanmıştır. Dinçer ve Doğanay (2016) tarafından yapılan bir uyarlama çalışmasında ölçekten 3 madde çıkarılmış ve 33 maddenin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yenilenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, ölçeğin dikkat alt ölçeği için Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı 0.92, uygunluk alt ölçeği için 0.88, güven alt ölçeği için 0.90, tatmin alt ölçeği için 0.88 ve toplam ÖMMÖ için 0.97 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin orta noktası 99 olup, en düşük puan 33, en yüksek puan ise 165’tir. Ölçeğin çalışmada kullanılan hâli EK-4’te sunulmuştur. Ölçeğin Türkçeye uyarlamasını yapan Dinçer ve Doğanay (2016)’dan ölçek kullanım izinleri alınmıştır (EK-6).

Robotik Tutum Ölçeği (RTÖ)

Araştırmada kullanılacak Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Robotik Tutum Ölçeğinin orijinal hâli Cross vd. (2016) geliştirilmiştir. Ölçek Şişman ve Küçük (2018) tarafından

Türkçeye çevrilip geçerlik ve güvenirlik çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Türkçe ölçek formu, dört alt boyutta gruplandırılmış ve 24 maddeye indirgenmiştir. Ölçeğin Türkçe versiyonu, "Öğrenme İsteği" alt boyutunda 12 madde, "Özgüven" alt boyutunda 6 madde, "Bilgi İşlemsel Düşünme" alt boyutunda 3 madde ve "Takım Çalışması" alt boyutunda 3 madde yer almaktadır.

Hesaplanan Türkçe versiyonun açıkladığı toplam varyans 0.61 olup, ölçeğin güvenirlik katsayısı Cronbach $\alpha=0.932$ olarak belirlenmiştir. Ölçeğin çalışmada kullanılan hâli EK-2'de sunulmuştur. Ölçeğin Türkçeye uyarlamasını yapan Şişman ve Küçük'ten (2018) ölçek kullanım izinleri alınmıştır (EK-6).

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Nitel verileri toplamak için araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. 7 sorudan oluşmaktadır. 9 hafta süren çalışma ve çalışmada kullanılan eğitsel robot ile ilgili öğrencilerin görüşlerini almak için hazırlanmıştır (EK-3). Bu form ile öğrencilerin etkinliklere karşı ilgisini, geliştiren robotlar ilgili olumlu ve olumsuz görüşlerini ve öğrencilerin yaşadığı zorluk ya da kolaylıklara ilişkin görüş sahibi olma amacıyla hazırlanmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formu geliştirilirken, ölçme değerlendirme uzmanı, iki Bilişim Teknolojileri öğretmeni ve tez danışmanının uzman görüşlerine başvurularak yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Sonrasında, iki öğrenciyle gerçekleştirilen pilot çalışma ile görüşme ile yarı yapılandırılmış görüşme soruları son hâline getirilmiştir.

Çalışma grubunu oluşturan 17 öğrenciden ikisi görüşmeye katılmak istemedikleri için 15 öğrenciyle (9 Erkek, 6 Kız) görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşme esnasında ses kaydı alınmıştır. Her bir görüşme yaklaşık 10 dakika sürmüş olup. Toplamda 2.5 saate yakın görüşme gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların kimliğinin gizli kalması için katılımcılara numara verilerek görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Araçlarının Geçerlik ve Güvenirliği

Bilimsel araştırma sürecinde gerçekleştirilen bilimsel çabanın anlamlı olması için nitelikli bir ölçme aracı gerekmektedir. Ölçme aracında bulunması gereken temel iki nitelik geçerlik ve güvenirliktir (Karasar, 2019). Bir ölçme aracı istenen özelliği ne derece doğru ölçüyorsa o derece geçerlidir (Büyüköztürk vd., 2020). Güvenirlik ise bir ölçme aracının istikrarlı bir şekilde benzer sonuçlar üretmesi, tutarlı ve tekrarlanabilir olması anlamına gelmektedir (McMillan & Schumacher, 2010). Tablo 8'de kullanılan veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirliği ilgili çalışmalara verilmiştir.

Tablo 8. Ölçme Araçlarına İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri

Ölçek	Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri
Robotik Tutum Ölçeği	Cross vd., (2016) tarafından geliştirilen Robotik Tutum ölçeği literatürde etkin olarak kullanılan bir ölçektir. Ölçeğin güvenirlilik analizleri Cross vd., (2016) tarafından yapılmış olup sonrasında Türkçe formu ile ilgili gerekli güvenirlilik çalışmaları yapılmıştır.
Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği	Sistem kullanılabilirlik ölçeği literatürde etkin olarak kullanılan bir ölçektir. Brooke (1996) tarafından geliştirildikten sonra Çağıltay (2011) tarafından Türkçeye çevrilmiş ve Kadirhan vd., (2015) tarafından gerekli güvenirlilik çalışmaları yapılmıştır.
Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği	Keller (1993) tarafından geliştirilen sonrasında Keller (2006) tarafından geliştirilen Öğretim Materyali Motivasyon ölçeği literatürde etkin olarak kullanılan bir ölçektir. İlgili ölçeğin güvenirlilik analizleri Dinçer ve Doğanay (2016) tarafından gerçekleştirilmiştir.
Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Alan uzmanlarından, Bilişim Teknolojileri Öğretmenlerinden ve Tez Danışmanından alınan görüşler alınmış ve iki öğrenciyle pilot çalışma gerçekleştirilmiştir.

Robot Tasarım Süreci

Robotun tasarımı geliştirilmesi ve değerlendirilmesi sürecinde ADDIE öğretim tasarım modeli kullanılmıştır. ADDIE öğretim tasarım modeli; analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır. Şekil 18’de robotun tasarım, geliştirme ve değerlendirme süreçleri gösterilmektedir.

Şekil 18. Robot Tasarım, Geliştirme ve Değerlendirme Süreci

TASARIM BASAMAĞI

Stratejileri Belirleme



Uzman görüşleri ve literatür temel alınmıştır.

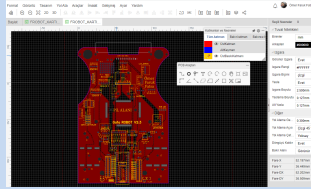
- Açık Kaynak
- Arduino Temelli
- Modüler
- Genel Amaçlı
- Uygun maliyet
- Kullanım Kolaylığı

Robot Tasarımı



EasyEda isimli uygulama yazılım kullanılarak robot kart tasarımı yapılmıştır.

Baskı devre hizmeti veren firmalardan çıktı hizmeti alınmıştır. Çıktı sonrasında kartın üzerine gerekli elektronik komponentler lehimlenmiştir.



Ölçme Araçlarının

Hazırlığı



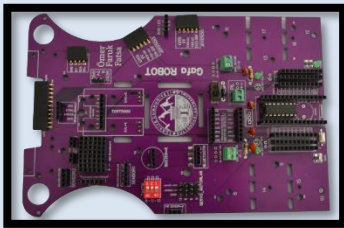
- Robotik Tutum Ölçeği
- Öğretim Materyali
- Motivasyon Ölçeği
- Yarı Yapılandırılmış Görüşme formu
- Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

GELİŞTİRME BASAMAĞI

Robotun Geliştirilmesi



Devre kartı tasarlanan sonrasında baskı hizmeti alınan robot son olarak elektronik komponentlerin lehimlenmesiyle kullanıma hazır hâle getirilmiştir.



Öğrenci Kitabının

Hazırlanması



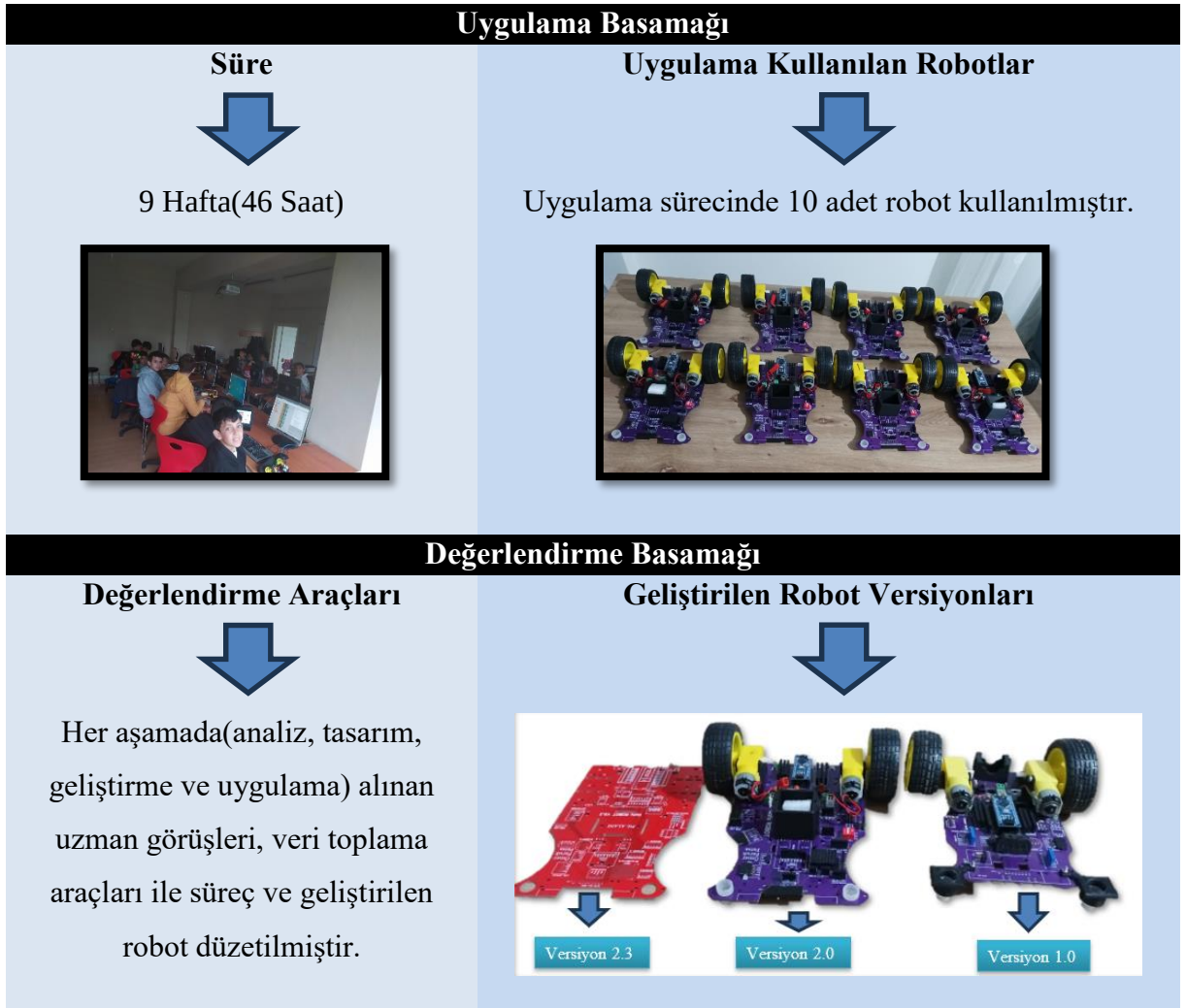
Robotun tanıtım ve etkinlik kitapçığı hazırlanıp kitapçık hâline getirilerek uygulama sürecinde kullanılmıştır.



Etkinliklerin Planması



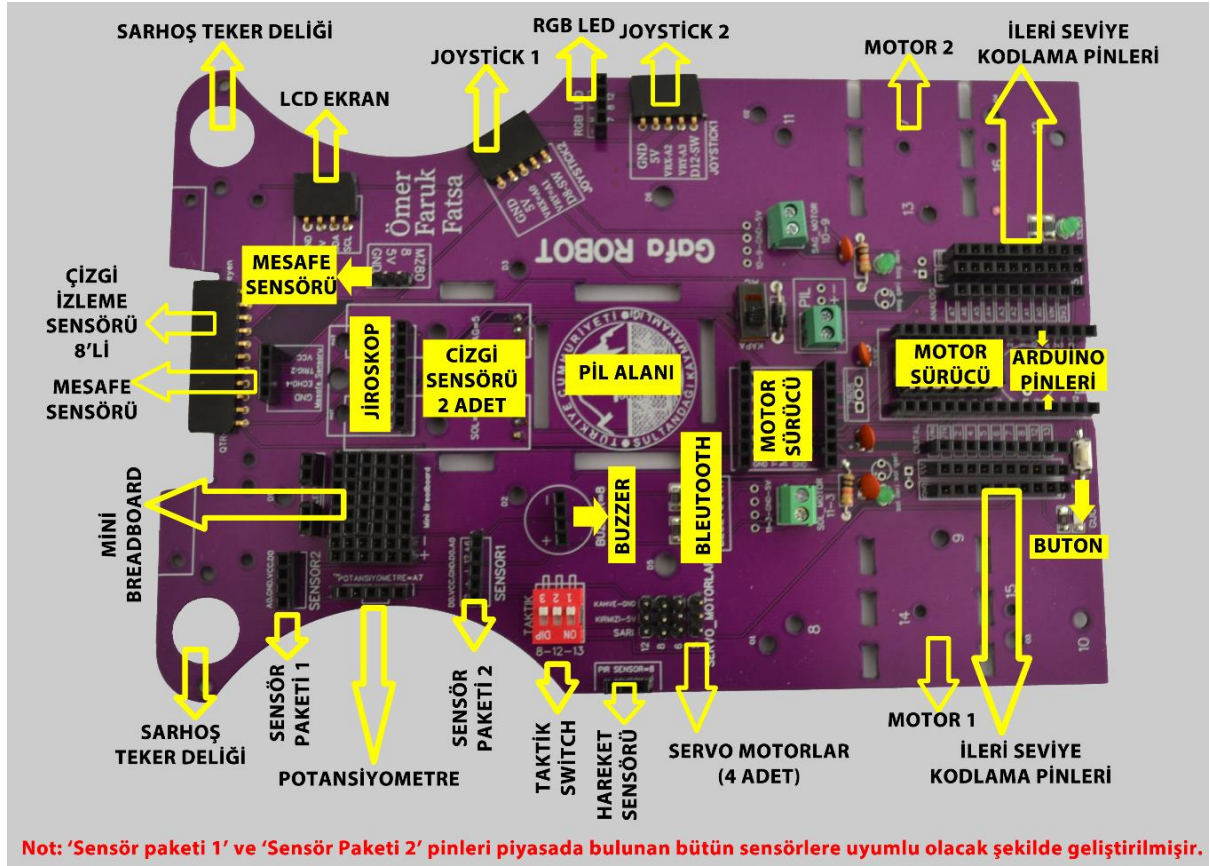
1. Robotları Tanıyalım
2. Gafa Robotu Tanıyalım
3. İlk kodumu yazıyorum
4. Buzzer ile Nota Çalma
5. Enerji Dönüşümü
6. Algoritma Nedir?
7. Mesafe Sensörü Kullanma
8. Motor Kontrolü
9. Engelden Kaçan Robot Yapımı
10. Bluetooth ile Lamba Yakma
11. Mobil Uygulama Geliştirme
12. Bluetooth Kontrollü Araba
13. Değişken Tanımlama/Park Sensörü Uygulaması
14. Alkışla Yanan Lamba Yapma



Geliştirme basamağından sonra uygulama basamağına geçilmiş 9 hafta süren bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrasında değerlendirme basamağında sürecin ve robotun değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen robot yalın hâliyle incelenmiştir. Robotun yalın hâline sensörler, motorlar, giriş ve çıkış birimleri tak çalıştır yöntemiyle tak çalıştır yöntemiyle takıp kullanılabilir. Kullanıcılar ihtiyaçları doğrultusunda piyasadan rahatlıkla temin ettikleri sensör, motor, giriş ve çıkış birimlerini robotik etkinliklerde kullanabilir. Şekil 19’da robotun yalın hâlinin tanıtımı yapılmıştır.

Şekil 19. Robotun Yalın Hâlinin Tanıtımı



Analiz Basamağı

Bu basamak çalışmaya başlamadan önce dikkatle üzerinde durulması gereken süreci içermektedir. Bu aşamada hedef kitle, materyal ve öğrenme ortamının doğru bir şekilde analiz edilip gereksinimlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşamada hedef kitle analizi, konu seçimi, materyalin incelenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Hedef Kitle Analizi

Bu aşamada etkinliğin yürütüleceği çalışma grubu belirlenmiştir. Alınan uzman görüşleri neticesinde ortaokul öğrencilerinin hedef kitle olarak belirlenmesine karar verilmiştir. Robotik kodlama eğitimi ülkemizde resmî olarak Bilişim Teknolojileri ve Yazılım (BTY) dersi kapsamında verilmektedir. Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi ortaokul 5. ve 6. Sınıf düzeyinde verilmektedir. Bu nedenle katılımcı öğrencilerin ortaokul seviyesinde olması tercih edilmiştir. Farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin aynı eğitim ortamında öğrenim görmesi çok fazla sorun teşkil etmese de farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin aynı eğitim ortamında öğrenim görmesinin farklı sorunlar yaratabilmesi ihtimalinden dolayı yalnızca ortaokul seviyesindeki öğrencilerin çalışma grubunu oluşturmasına karar kılınmıştır.

Konu Seçimi

Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi kapsamında yer alan “Problem Çözme, Programlama, Özgün Ürün Geliştirme” ünitesi robotik kodlama etkinliklerinin yer aldığı ünedir. Fakat bu ünitenin kazanımları kodlama ve algoritma öğretimi ile ilgilidir. Ülkemiz ortaokul seviyesinde Robotik kodlama etkinliklerinin Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersine entegrasyonu tam anlamıyla sağlanmamıştır (Güçlü, 2018). Bu nedenle ilgili entegrasyon süreci üzerine çalışma yapan Yılmaz (2021) tarafından oluşturulmuş kazanım tablosu dikkate alınarak konular belirlenmiştir.

Materyalin İncelenmesi

Bu aşamada robotik kodlama etkinliklerinde kullanılan Eğitsel Robotikler detaylıca incelenerek ihtiyaçları karşılamayan yönleri ortaya konmuştur. Her iki robot türünün olumlu ve olumsuz yönleri Tablo 9’da detaylıca verilmiştir.

Tablo 9. Hazır Robotlar ile Kendin Yap Robotiklerin Karşılaştırması

Özellik	Hazır Ticari Robotlar	Kendin Yap Robotikler
Maliyet	Yüksek 	Düşük 
Kolay Bağlantı	Basit Kullanım 	Karmaşık Kullanım 
Kullanım Alanı	Dar 	Geniş 
Donanımda Özelleştirme	Sınırlı 	Sınırsız 
Elektronik Bilgi Gerektirmesi	Gerektirmez 	Gerektirir 
Tasarım	Kolay 	Zor 
Sensör ve Motorların Diğer Kitlerle Uyumu	Yok 	Var 

Tasarım Basamağı

Robot Geliştirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Materyallerin incelenmesi neticesinde yeni üretilecek robotun hangi kriterlere bağlı kalınacağı literatür incelenerek ve uzman görüşü alınarak belirlenmiştir. Robot geliştirme kriterleri Tablo 10’da verilmiştir.

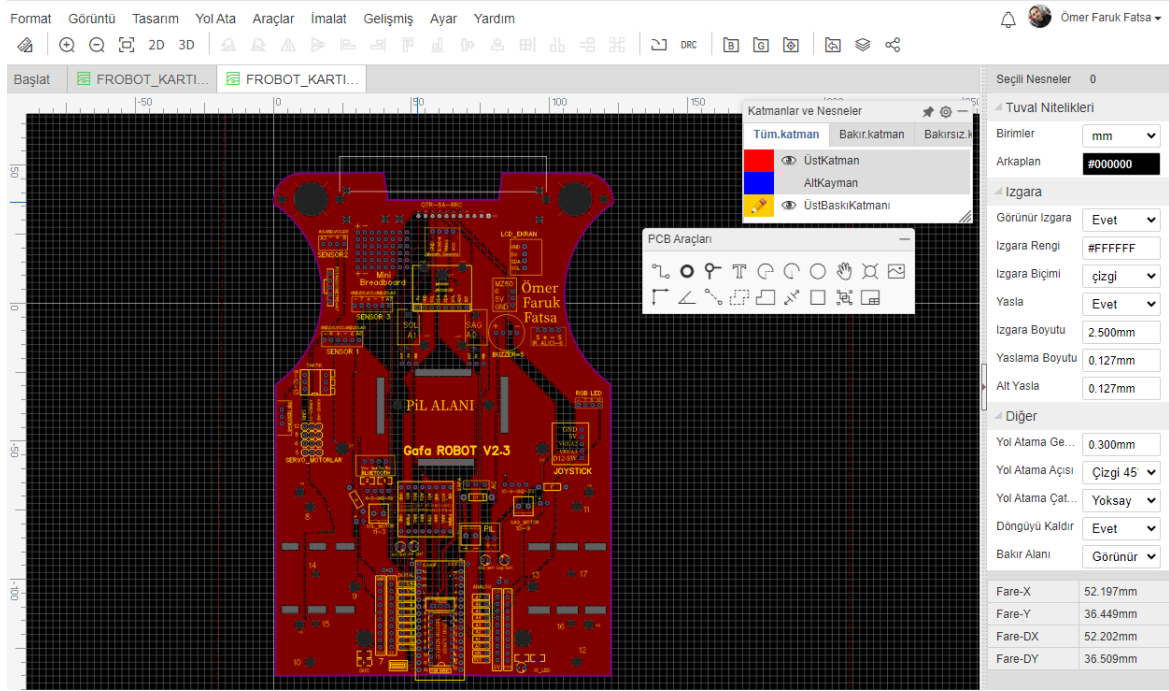
Tablo 10. *Robot Geliştirme Kriterleri*

Kriter	Açıklama/Gerekçe
Tasarımda Özelleştirme Özelliğine Sahip Olması	Öğrenciler geliştirebilir tasarım özelliğine sahip robotlara karşı yüksek aidiyet hisseder (Groom, 2020). Fakat bu etkinlikler zaman alıcı olabilmektedir. Buna karşın hazır tasarıma sahip robotlar zamandan kazanç sağlamaktadır (Fortunati vd., 2020).
Donanımda Özelleştirme Özelliğine Sahip Olması	Öğrencilerin, geliştirilen robotla birlikte çok farklı sensör, motor, giriş ve çıkış birimlerini kullanması hedeflenmiştir.
Genel Amaçlı ve Geniş Kullanıma Uygun Olması	Geliştirilen robotun K12 okullarındaki bütün eğitim seviyelerinde kullanılması hedeflenmiştir. Bunun dışında ders dışı proje çalışmalarında kullanılması da hedeflenmiştir.
Kolay Bağlantı Yöntemine Sahip Olması	Sensör, motor ve giriş ve çıkış birimlerinin robota tak çalıştır yöntemiyle bağlanıp kullanılması hedeflenmiştir.
Elektronik Ön Bilgiye İhtiyaç Duyulmadan Kullanılması	Robotun gnd, toprak, volt, led ve diyot gibi çeşitli elektronik terimlerin bilinmesine gerek olmadan kullanılması hedeflenmektedir. Fakat gerektiğinde bu elektronik devre elemanlarının kullanımının öğretilmesi de hedeflenmiştir
Robotun açık kaynak yapıya sahip olması	Açık eğitim kaynakları 21. yüzyılın önemli temalarından biridir (Johnson, 2016). Bu nedenle geliştirilen robotun açık kaynak yapıya sahip olması uygun görülmüştür.
Arduino Temelli Olması	• Açık kaynak yapıda olması • Sınırsız sayıda kod kütüphanesi • Geniş Kullanım Alanı • Sınırsız Ürün Yelpazesi • Kodlama ortamının çeşitliliği (metin ve blok tabanlı)

Robotun Tasarımı

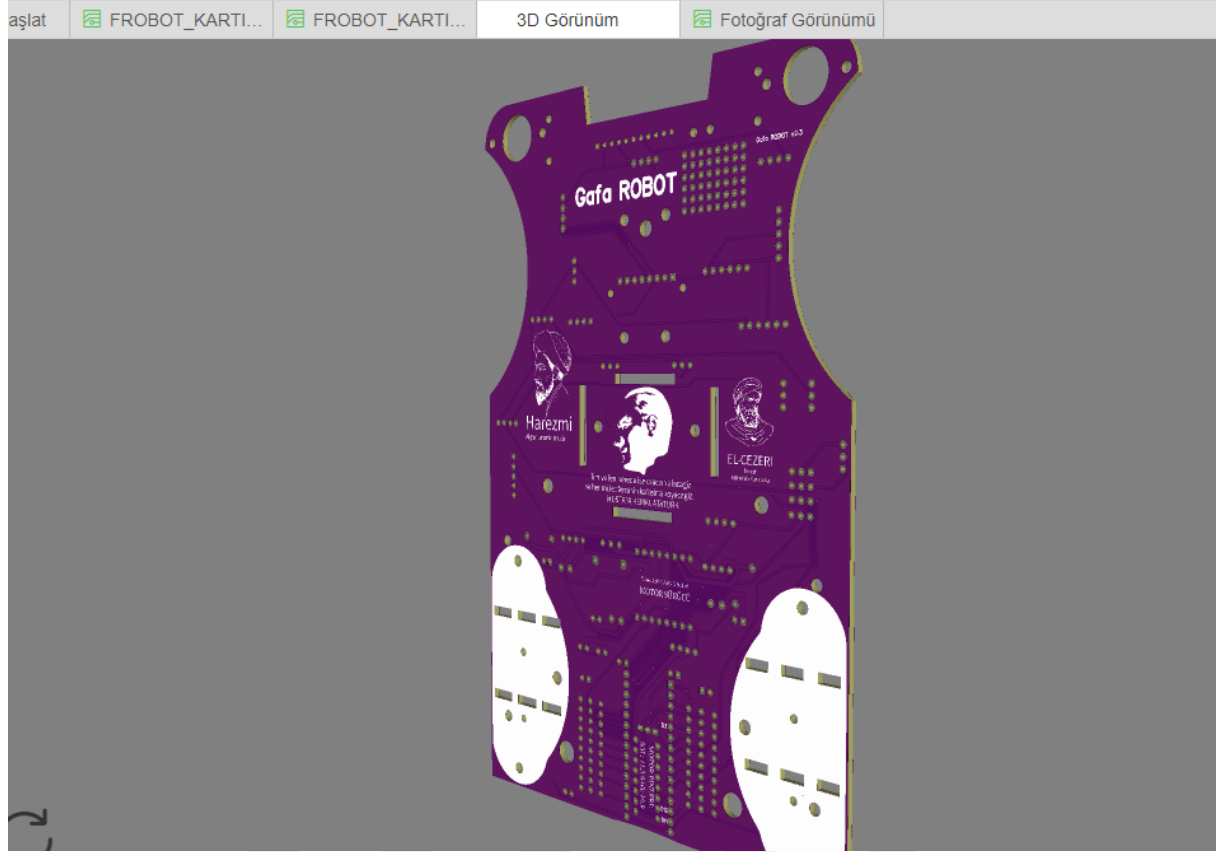
Robot Tasarımı için EasyEDA isimli bir baskı devre tasarım programı kullanılmıştır. İlgili programa ait ekran görselleri Şekil 20’de görülmektedir. Easyeda bir baskı devre kartı tasarımı programıdır. Baskı devre kartının İngilizce karşılığı Printed Circuit Based olup kısaltılmış hâli PCB’dir. Çoğunlukla PCB şeklinde ifade edilir.

Şekil 20. Baskı Devre Tasarım Ortamına Ait Görsel (EasyEDA)



Üretilen kartın boyutları 122.85 mm*181.93 mm’dir. Tasarlanan kart, çift katmanlı veri yoluna sahip olup kalınlığı ise 1.6 mm’dir. 333 lehim bağlantı noktası (ped) bulunmaktadır. Tasarlanan baskı devre kartının üzerinde toplamda 6.115,97 mm hat uzunluğu vardır. Uygulama yazılımı üzerinde üretim öncesi baskı devre kartının 3 boyutlu hâlini görmek mümkündür. Şekil 21’de tasarımı yapılan baskı devre kartının tasarım öncesine 3B görseli görülmektedir.

Şekil 21. Baskı Devre Tasarımına Ait 3B Görşel



Baskı Devre Kartı Baskı Hizmeti Satın Alma Süreçleri

Baskı devre kart tasarımı işleminden sonra profesyonel firmalardan kart baskı hizmeti alınması gerekmektedir. Ülkemizde baskı devre baskı hizmeti veren firmalar olsa da Çin Halk Cumhuriyet’indeki firmalardan aynı hizmet çok daha uygun maliyetlerle satın alınabilir. Bu nedenle Çin üzerinde hizmet veren jlcpb firmasından hizmet alımı gerçekleştirilmiştir. Şekil 22’de sipariş ekranını görmektesiniz. 30 adet siparişin 56,30 \$ ettiğini görölmektedir. Yani bir baskı devre kartının maliyeti \$1.87 etmektedir. Yaklaşık 1 \$ kargo ücreti eklendiğinde bir baskı devre kartının maliyeti 3 \$ gibi bir meblağ tutmaktadır. Toptan alımlarda bu fiyat düşmektedir.

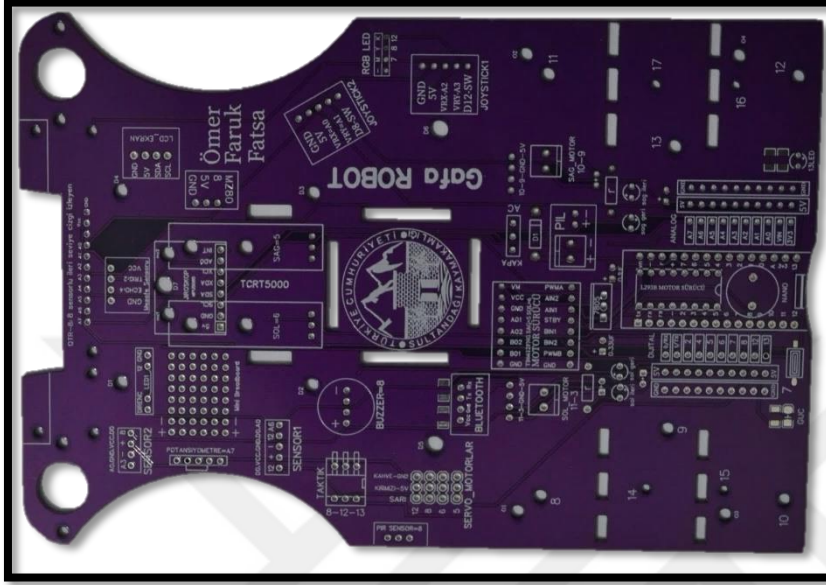
Şekil 22. Baskı Devre Kartı Sipariş Ekranı

Item	Qty	Price
☒  dc94c5b2d2884f3780767f11ef68f878_168... PCB prototype:Y47-2592670A Red, 1.6 thickness, HASL(with lead) 3-4 d... Product Details Edit Order	30	\$56.30

Geliştirme Basamağı

Tasarımı yapılan sonrasında baskısı (çıktısı) alınan baskı devre kartının lehim öncesi görünümü Şekil 23'teki gibidir. Baskı devre kartı üzerine gerekli elektronik komponentler lehimlendikten sonra kart kullanıma hazır hâle gelecektir.

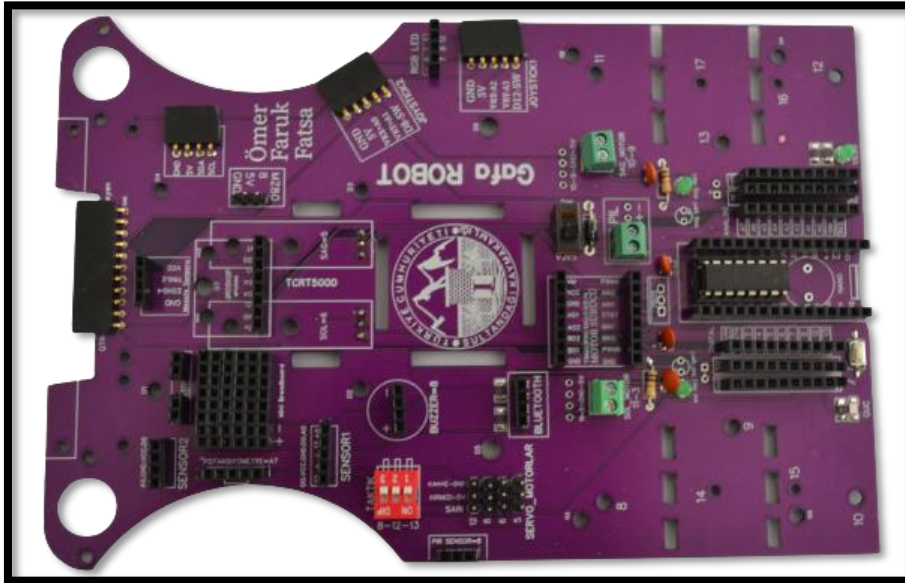
Şekil 23. Baskı Devre Kartının Lehim Öncesi Görünümü



Baskı Devre Kartının Hazır Hale Getirilmesi

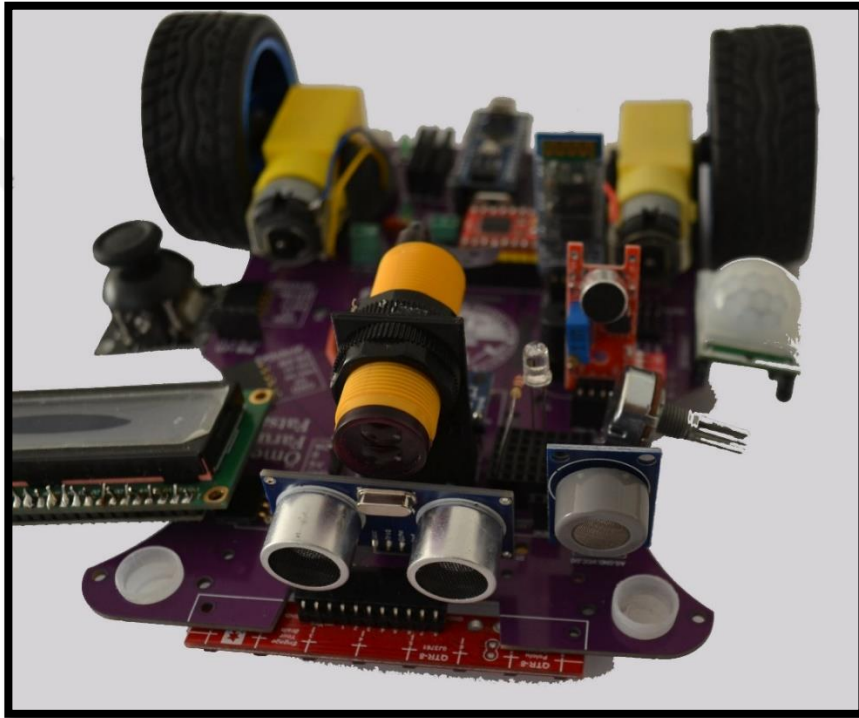
Şekil 24'te görüldüğü üzere baskı devre kartı üzerine gerekli elektronik komponentler lehimlendikten robot kullanıma hazır hâle gelmiştir. Şekil 24'te robotun yalın hâline sensör ve motorlar bağlanarak kullanılabilir.

Şekil 24. Robotun Kullanıma Hazır Yalın Hâli



Robotun yalın hâli robotik etkinliklerde kullanılmaya hazırdır. Fakat kullanım öncesi etkinliklere göre çeşitli materyallerin temin edilmesi gerekmektedir. Robotik kodlama etkinlikleri disiplinler arası bir alandır. Ve bu nedenle etkinlikler oldukça farklı şekillerde gerçekleştirilebilir. Bu farklı etkinliklerde oldukça farklı sensör ve motorlar kullanılabilir. Bu nedenle bu sensör ve motorların temini kullanıcılara bırakılmıştır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen Gafa Robot; piyasada bulunan, rahatlıkla ve uygun maliyetle temin edilebilen sensör, motor, giriş ve çıkış birimleriyle uyumludur. Şekil 25'te robotun donatılmış hâlini görülmektedir.

Şekil 25. *Gafa Robotun Donatılmış Hâline Bir Örnek (Önden ve Üstten Görünüm)*



Öğrenci Kitabının Hazırlanması

Gafa Robotun sağlıklı bir şekilde kullanılabilmesi, etkinliklerin sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için tanıtım ve etkinlik kitapçığı hazırlanmış ve matbaa basım işleminden sonra uygulama sürecinde kullanılmıştır. Şekil 26'da görülmekte olan tanıtım ve etkinlik kitapçığının içeriği EK 5'te verilmiştir.

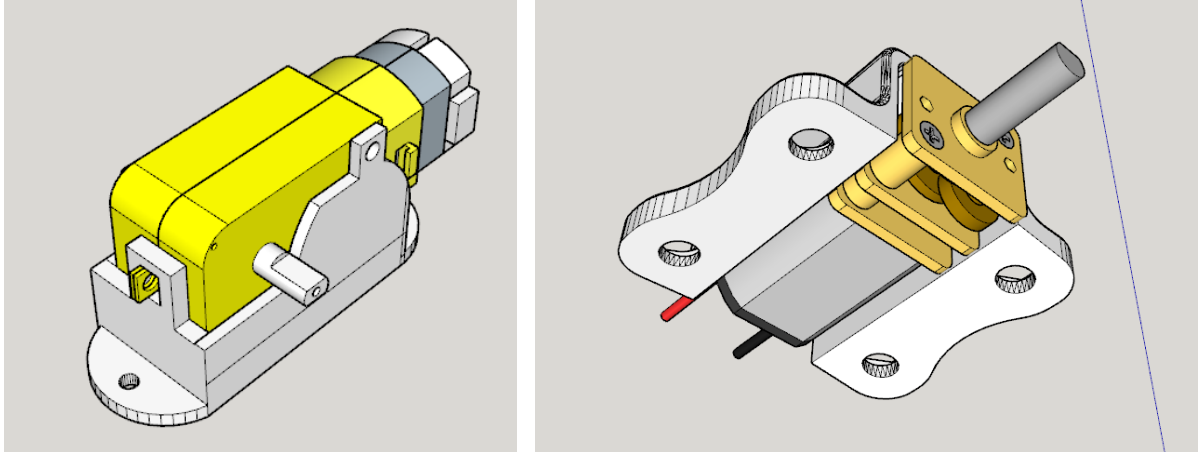
Şekil 26. Geliştirilen Robotun Tanıtım ve Etkinlik Kitapçığı



Robotla Birlikte Kullanılacak 3B Materyallerin Geliştirilmesi

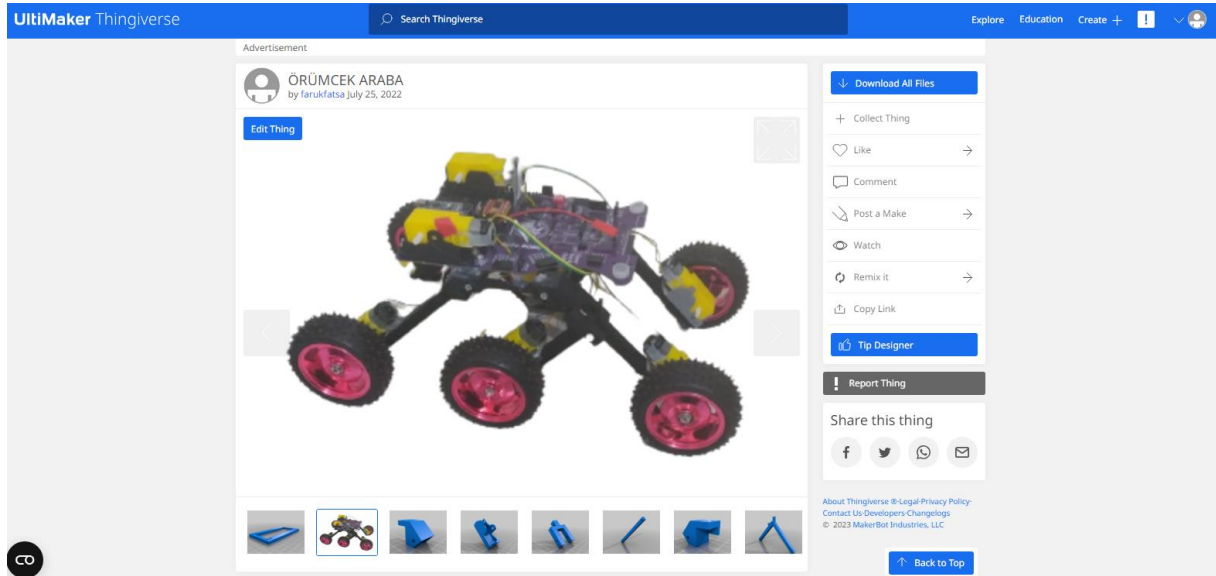
Bu çalışma kapsamında geliştirilen GaFa robotla birlikte çeşitli 3B materyallerin kullanılması gerekmektedir. Şekil 27’de 3B tasarım ortamına ait ekran alıntıları görünmektedir. Soldaki şekilde uygun maliyetli plastik dişli motor için tasarlanan motor tutucu görünmektedir. Sağda ise kaliteli metal dişli motoru için tasarlanan motor tutucu görünmektedir. Bu motor tutucular 3 boyutlu tasarım ortamı olan SketchUp 2020 ortamında tasarlandıktan sonra 3 boyutlu yazıcıdan çıktı alınmıştır.

Şekil 27. Robotla Birlikte Kullanılacak 3B Materyallerin Geliştirilmesi



Bu çalışma kapsamında geliştirilen GaFa Robot farklı tasarımlarla birlikte kullanılabilir. Örümcek Robot bunlardan biridir. Örümcek robota ait 3B tasarım dosyaları ve robotun motor tutucularına ait 3B tasarım dosyaları açık kaynak olacak şekilde www.thingiverse.com’da paylaşılmıştır. Şekil 28’de GaFa robotla birlikte kullanılabilen örümcek robota ait 3B tasarım dosyalarının paylaşım sayfasının ekran alıntısı görünmektedir.

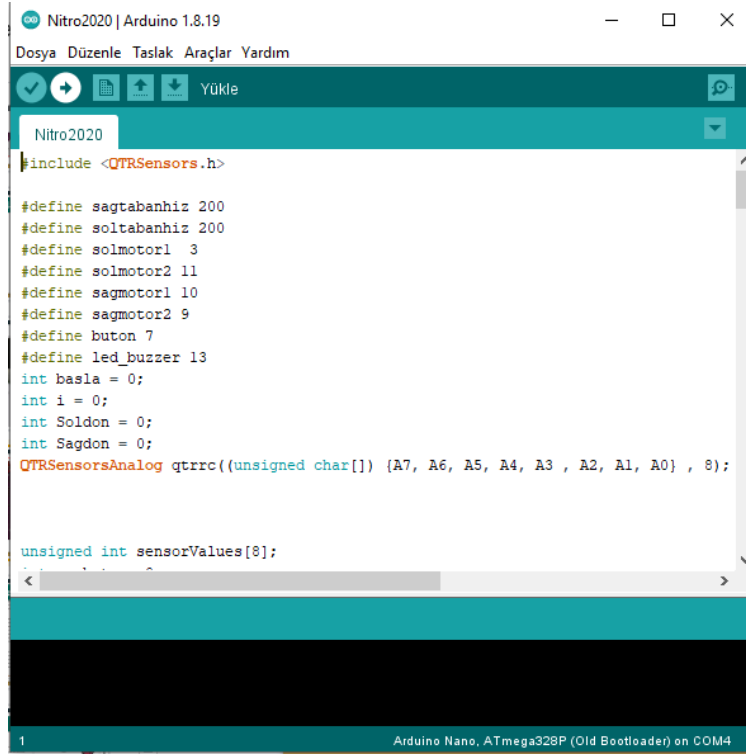
Şekil 28. Örümcek Robotun 3B Tasarım Dosyalarının Olduğu Web Sayfasının Ekran Alıntısı (Görsel “<https://www.thingiverse.com/thing:5441302>” adresinden alınmıştır)



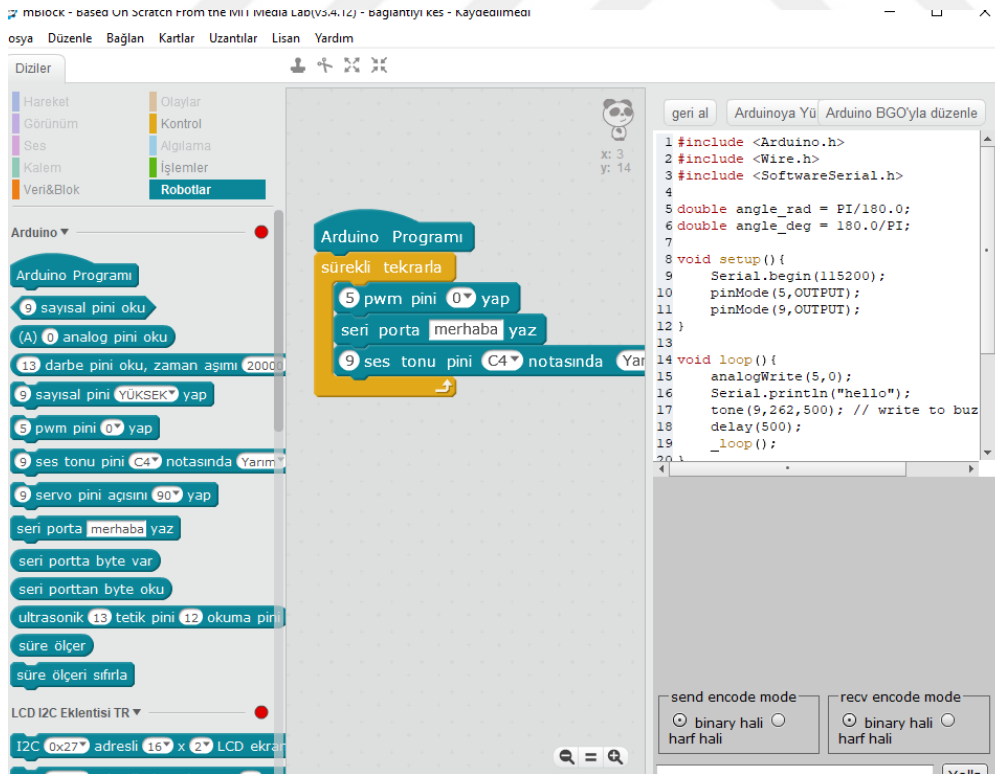
Robotun Kodlama Ortamı

Bu çalışma kapsamında geliştirilen GaFa Robot, Arduino temellidir. Mikro kontrolcü olarak Arduino'nun Nano modeli robotla birlikte kullanılmıştır. Arduino hem metin tabanlı hem de blok tabanlı bir kodlama ortamına sahiptir. Bu çalışmada geliştirilen robot için yeni bir kodlama ortamı üretilebilirdi. Fakat buna gerek duyulmamıştır. Hâlihazırda kullanılmakta olan kodlama ortamlarının kullanılması uygun görülmüştür. Bu nedeni şu şekilde açıklanabilir: Eğitsel robotların küresel bazdaki en önemli sorunu bu robotiklerin uluslararası bir müfredata sahip olmayışıdır (Gomoll vd., 2017; Johal vd., 2018). Piyasada eğitsel robot üreten birçok firma bulunmaktadır. Bu firmalar kendi robotik ekosistemlerini yaratma amacıyla oldukları için her birinin kendine ait kodlama ortamları bulunmaktadır. Farklı kodlama ortamları ve farklı ekosistem yaratma amacı, uluslararası bir müfredatın oluşmasının önündeki engeller olarak söylenebilir. Bu nedenle bu çalışmada açık kaynak yapıya sahip olan Arduino tabanlı bir robot geliştirilmiştir. Yeni bir ekosistem üretme gayreti içinde olmaksızın var olan açık kaynak ekosistemine dâhil olma yolu seçilmiştir. Açık kaynak eğitim içerikleri geleceğin en önemli temalarından biridir (Johnson, 2016). Bu ekosistem içinde blok tabanlı kodlama ortamı (ilkokul ve ortaokul seviyesi) ve metin tabanlı kodlama ortamı (lise ve üstü seviye) bulunmaktadır. Ayrıca Arduino sınırsız sayıda library/kütüphaneye sahiptir. Arduino'nun sahip olduğu kod kütüphaneleri açık kaynak dünyasının getirmiş olduğu en büyük avantajlardan biridir. Şekil 29'da metin tabanlı kodlama ortamı olan Arduino İDE görülmektedir. Şekil 30'da ise Blok tabanlı kodlama ortamı Mblock 3 programı görülmektedir.

Şekil 29. Robotun Metin Tabanlı Kodlama Ortamı (C++)



Şekil 30. Robotun Blok Tabanlı Kodlama Ortamı



Uygulama Basamağı

Çalışmada Afyon iline bağlı Bolvadin ilçesinde öğrenim gören ortaokul öğrencilerine verilecek 46 saatlik bir eğitim verilmiştir. Süreçte Bolvadin Halk Eğitim Merkezi binası ve

laboratuvarı kullanılmıştır. Süreç toplamda 46 saat ve 9 hafta sürmüştür. Tablo 11’de görülen etkinlik planına bağlı kalınarak uygulama süreci yürütülmüştür.

Tablo 11. Etkinlik Planı

HAFTA	SÜRE	ETKİNLİK	KAZANIM
1	3x40 Dk	Robotları Tanıyalım	Robotun tanımını yapar. Robotik biliminin önemini kavrar. Arduino’nu kartını tanır. Bir robotta bulunması gereken temel bileşenleri listeler.
1	2x40 Dk	Gafa Robotu Tanıyalım	Gafa Robotu Tanır ve Temel Bileşenlerini kullanmayı öğrenir
2	3x40 Dk	İlk kodumu yazıyorum	Led yakmayı bilir. Direnç kavramını öğrenir. Döngü yapısını kod bloğu içinde kullanır.
2	2x40 Dk	Buzzer ile Nota Çalma	Buzzer kullanmayı bilir. Enerjinin dönüşümü hakkında fikir sahibi olur
3	2x40 Dk	Enerji Dönüşümü	Enerjinin dönüşümü hakkında örnekler verir.
3	3x40 Dk	Algoritma Nedir?	Algoritma kavramını öğrenir. Mesafe sensörünün çalışma mantığı ilgili yorum yapar
4	3x40 Dk	Mesafe Sensörü Kullanma	Mesafe sensörünü tanır. Sesin yansıma özelliği hakkında fikir sahibi olur. Ses dalgalarının yapısı hakkında fikir sahibi olur. Frekans kavramı hakkında yorum yapar. Robot ve bilgisayar arasında iletişim kurar
4	2x40 Dk	Motor Kontrolü	Motoru tanıması, anlaması ve hareketi için geçerli kodlamayı yapar. Motorun hareketini sağlayan faktörler hakkında araştırma yapar.
5	5x40 Dk	Engelden Kaçan Robot Yapımı	Engelden kaçan robot için gerekli algoritmayı oluşturur ve bu algoritmaya uygun kodlamayı yapar.
6	2x40 Dk	Bluetooth ile Lamba Yakma	Kablosuz iletişim yöntemleri hakkında bilgi sahibi olur. Bluetooth modülünü kullanır
6	3x40 Dk	Robotu Geliştiriyorum	Robotu geliştirilecek 3B Tasarım uygulamasını Kullanır
7	5x40 Dk	Bluetooth Kontrollü Araba	Bluetooth kontrollü araç kontrolü için gerekli algoritmayı oluşturur ve bu algoritmaya uygun şekilde gerekli kodlamayı yapar.
8	5x40 Dk	Değişken Tanımlama/Park Sensörü Uygulaması	Değişken kavramını tanımlar. Park sensörü uygulaması için gerekli algoritmayı oluşturur. Değişken kullanarak algoritmaya uygun bir şekilde kodlamayı yapar.
9	6x40 Dk	Alkışla Yanan Lamba Yapma	Değişken oluşturarak Analog verileri tanımlamayı ve kullanmayı bilir.

Uygulama sürecine ait görseller Şekil 31’de verilmiştir. Şekil 31’te 9 haftalık çalışmaya ait görseller haftalık olarak verilmiştir.

Şekil 31. Uygulama Sürecinin Haftalık Görselleri

Hafta 1



Hafta 2



Hafta 3



Hafta 4



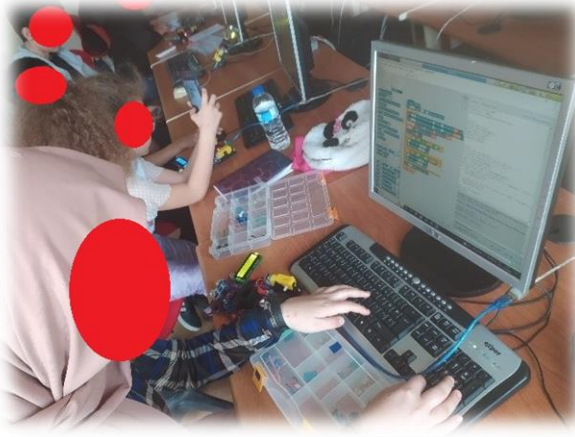
Hafta 5



Hafta 6



Hafta 7



Hafta 8



Hafta 9



Uygulama sürecinde 10 adet robot kullanılmıştır. Uygulama sürecinde 1 robotu 2 öğrenci paylaşmıştır. Uygulama sınıfının fiziksel yapısının müsait olmaması nedeniyle grupla çalışma etkinlikleri sınırlı kalmıştır. Şekil 32’de uygulama süresince kullanılan robotlar görülmektedir.

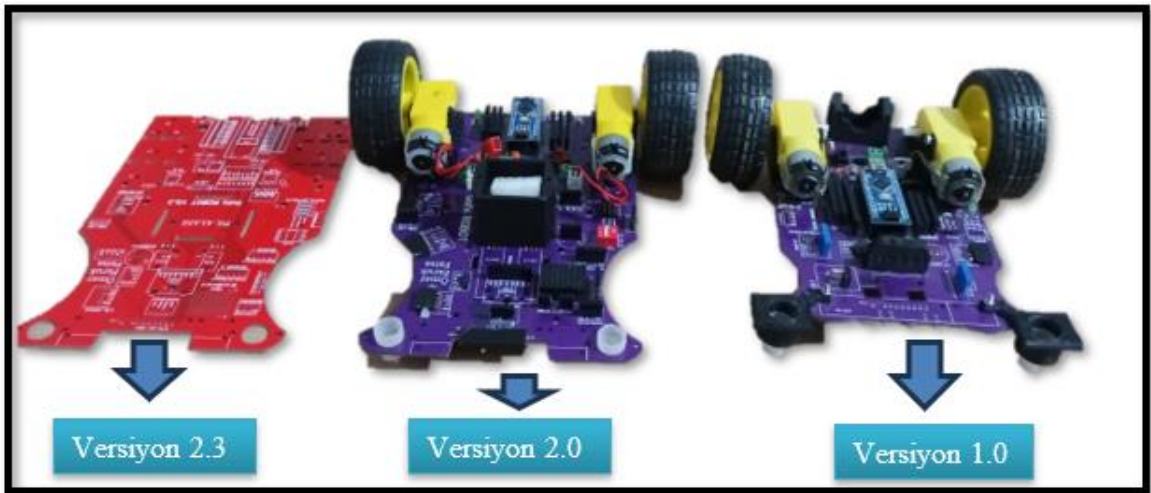
Şekil 32. Uygulama Sürecinde Kullanılan Robotlar



Değerlendirme Basamağı

ADDIE tasarım modelinin bütün aşamalarında uzman görüşleri alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Alınan dönütler ışığında gerek uygulama sürecinde gerekse robotun geliştirilme aşamalarında düzeltmelere gidilmiştir. Hatalar ve eksiklikler bu şekilde düzeltilerek ilerleme sağlanmıştır. Son olarak veri toplama araçları kullanılarak sürecin tamamı değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen GaFa Robotun ilk olarak Versiyon 1.0 modeli geliştirilmiş, sonrasında düzeltmeler yapılarak Versiyon 2.0 modeli geliştirilmiştir. Alınan dönütler ve görüşler neticesinde Versiyon 2.3 üretim aşamasına getirilmiştir. Robotun tasarımı yapıldıktan sonra Çin'den baskı hizmeti alındığı için kargo süreçlerinin uzun olması uygulamanın yalnızca 9 hafta sürmesi nedeniyle Versiyon 2.3 tam anlamıyla uygulamaya geçirilememiştir. Şekil 33'de versiyon 1.0, versiyon 2.0 ve versiyon 2.3'a ait görseller görülmektedir.

Şekil 33. GaFa Robotun Geliştirilen Farklı Versiyonları



Verilerin Analizi

Elde edilen nicel verilerin analizi için SPSS 24 paket programını kullanarak öncelikle frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma gibi betimsel istatistikler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışmada, araştırma sorularına cevap bulmak amacıyla bağımlı gruplar t testi ve betimsel istatistik yöntemleri kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde 0.05 anlamlılık düzeyi temel alınmıştır. Araştırmada elde edilen nitel veriler için ise MAXQDA 2020 programı kullanılarak içerik analizi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında araştırma sorularına yönelik veri toplama araçları ve kullanılan veri analiz yöntemleri Tablo 12’de gösterilmektedir.

Tablo 12. *Çalışmada kullanılan veri toplama aracı ve veri analiz yöntemlerinin araştırma sorularına göre dağılımı*

Araştırma Sorusu	Veri Toplama Aracı	Veri Analiz Yöntemi
1. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robotun; maliyetine, tasarımda özelleştirme seçeneğine, kolay bağlantı yöntemine, donanımda özelleştirme seçeneğine, genel amaçlı kullanımına, elektronik ön bilgi gereksinimi olmadan kullanımına ilişkin bulgular nasıldır?	Araştırmacının gözlem ve deneyimleri	İçerik analizi
2. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robotun kullanılabilirliği nasıldır?	Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği	Betimsel İstatistik
3. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robota ilişkin öğrencilerin motivasyon düzeyleri nasıldır?	Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği	Betimsel İstatistik
4. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robota ilişkin öğrenci tutumları nasıldır?	Robotik Tutum Ölçeği	Bağımlı Gruplar T-testi
5. Açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robota ilişkin öğrencilerin görüşleri nelerdir?	Yarı yapılandırılmış Görüşme Formu	İçerik Analizi Betimsel Analiz

Tablo 12’de belirtilen kestirimsel istatistik yöntemlerinin kullanılabilmesi için verilerin normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Çarpıklık ve basıklık değerleri de verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini dair sonuçlar verebilir (Abbott, 2011). Robotik tutum ölçeğine ait çarpıklık basıklık değerleri Tablo 13’te verilmiştir. Tablo 13’e bakıldığında çarpıklık ve basıklık değerlerinin +2 ve -2 aralığında olduğu görülmekte olup ve bu nedenle verilerin normal dağıldığı söylenebilir (George & Mallery, 2010).

Tablo 13. Robotik Tutum Ölçeği ve Alt Boyutlarına Ait Normal Dağılım Sonuçları (Ön Test)

Testler		Çarpıklık	Basıklık
Robotik Tutum Ölçeği Ön Test		-.796	-.229
Alt Boyutlar	Öğrenme İsteği Ön Test	-.769	-.828
	Özgüven Ön Test	.006	-1.01
	Bilgi İşlemsel Düşünme Ön Test	-.696	.492
	Takım Çalışması Ön Test	-.701	.229

Robotik tutum ölçeğine son testine ilişkin normallik testi sonuçları ile ilgili testin alt boyutları olan öğrenme isteği, özgüven, bilgi işlemsel düşünme ve takım çalışmasına ait bulgular Tablo 14’te verilmiştir. Tablo 14’e bakıldığında çarpıklık ve basıklık değerlerinin -2 ve +2 aralığında olduğu görülmekte olup ve bu nedenle verilerin normal dağıldığı söylenebilir (George & Mallery, 2010).

Tablo 14. Robotik Tutum Ölçeği ve Alt Boyutlarına Ait Normal Dağılım Sonuçları (Son Test)

Testler		Çarpıklık	Basıklık
Robotik Tutum Ölçeği Son Test		-1.711	.916
Alt Boyutlar	Öğrenme İsteği Son Test	-.922	.508
	Özgüven Son Test	-.882	-.151
	Bilgi İşlemsel Düşünme Son Test	-.772	-.481
	Takım Çalışması Son Test	-1.18	.730

Öğrencilerin robotik tutumları arasında ön test ve son test sonuçlarına göre anlamlı bir fark olup olmadığını tespit edebilmek için bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır. İlgili t-testi tek grup üzerinde farklı zamanlarda yapılan değişken ortalamasının istatistiksel olarak bir farklılaşp farklılaşmadığını görmek için kullanılabilir (Field, 2009).

MAXQDA 2020 programı kullanılarak beşinci araştırma sorusu için toplanan nitel veriler, içerik ve betimsel analizlere tutulmuştur. İçerik analizi, metindeki belirli kelimeleri

sistematik, tekrarlanabilir ve kurallara dayalı bir şekilde daha küçük içerik kategorilerinde gruplama yöntemidir (Büyüköztürk vd., 2020). Araştırmada, nitel veri analiz süreci, veri kodlama, tema açıklama, kod ve tema düzenleme, sonuçların tanımlanması ve yorumlanması adımlarını içermektedir. Öğrenci görüşmelerinden elde edilen veriler, MAXQDA 2020 programı kullanılarak metin hâline getirilmiştir. Verilerin bir bölümü, yarı yapılandırılmış bir görüşme formuna göre belirlenen konulara kodlanmış, diğer öğrenci yanıtları ise önce kodlanmış ve ardından temalandırılmıştır. Bu süreçte, veriler analiz edilmiştir ve önceden belirlenen konu başlıklarına göre veriler kategorilere ayrılmıştır. Ayrıca, mantıksal ilişkiler kurularak yeni temalar ve ilgili alt başlıklar oluşturulmuştur. Analizler uzman görüşleri doğrultusunda tamamlanmıştır. Bu şekilde, kodlamalar, konular, alt başlıklar ve araştırma sorusu uygunluğu araştırmacılar ve alan uzmanları tarafından kontrol edilmiştir. Elde edilen nitel bulgular, yorumlama sürecinde doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Öğrenci kimliklerinin gizliliğini korumak için doğrudan alıntılarda "Ö2, Ö6" gibi kod isimleri kullanılmıştır.

Araştırmacı Rolü

- Araştırmacı, çalışmanın her safhasında aktif ve objektif olmak için azami gayreti göstermiştir.
- Araştırmacı, çalışmanın öğretim stratejileri için alan uzmanları ve danışmanı ile birlikte geliştirmiştir.
- Araştırmacı, etkinlik planlarını oluşturmuştur.
- Araştırmacı, nitel veri analizini MAXQDA 2020 uygulama yazılımı vasıtasıyla gerçekleştirmiştir.
- Araştırma aynı zamanda uygulayıcı olarak etkinlikleri yürütmüştür.
- Araştırmacı yarı yapılandırılmış görüşme sorularını uzman görüşlerinden aldığı dönütlerle belirlemiştir.
- Araştırmacı, veri toplama ve analiz aşaması yürütmüştür.
- Araştırmacı, robotik etkinliklerde kullanılacak eğitsel robotun tasarım geliştirme ve üretim safhalarını yürütmüştür.

Geçerlik

- Verilerin toplanma ve analiz edilme süreci detaylı bir şekilde belirtilmiştir.
- Kullanılacak yöntem ve gerekçesi belirtilmiştir.
- Örneklemenin özellikleri ve seçim yöntemi ifade edilmiştir.
- Katılımcıların gönüllü olması sağlanmıştır.
- Uygulama süreci detaylıca ifade edilmiştir.

- Çalışma öncesinde etik kurul ve veli izinleri alınmıştır.
- Çalışmanın sınırlıkları ortaya konulmuştur.
- Veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirliğine dair önlemler alınmıştır.
- .

Güvenirlik

- Uygulamayı gerçekleştiren öğretmenin alanında en az 5 yıllık tecrübe sahibi olmasına dikkat edilmiştir.
- Çalışma uygulama sürecinin yeterli uzunlukta olması sağlanmıştır. Böylelikle yenilik etkisi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.
- Çalışmanın bütün safhalarında uzman görüşlerine başvurulmuş, alınan dönütlere göre çalışma yeniden düzenlenmiştir.
- Verilerin kaybolmasını önlemek için kayıt cihazı kullanılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde, istatistiksel çözümlemeler kullanılarak elde edilen bulgular, araştırmanın amacına yönelik olarak ortaya konulan alt problemlere ait tablolar şeklinde sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Maliyete İlişkin Bulgular

Açık kaynak kodlu eğitsel robotun maliyetine ilişkin bulgular Tablo 17’de verilmiştir. Elektronik bileşenlerin Türk Lirası (TL) cinsinden karşılığı verilmiştir. Fiyat araştırması için www.robotistan.com kullanılmıştır. Araştırma tarihi 17.05.2023’tür. İlgili tarihte USD/TL kuru Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası verilerine göre 19.74’tür. Robotik ürünlerin ham madde tedariki Amerikan doları üzerinden yapılmaktadır. Bu nedenle maliyetle ilgili değerlendirme yapılırken TL yerine Amerikan doları kullanılmıştır. Ham madde dışında kalan yurt içinden tedarik edilen elektronik komponentler TL cinsinden toplandıktan sonra tekrar dolara çevrilmiştir. Tablo 15 incelendiğinde robotun birim maliyeti 105.36 TL (5.31 \$) olduğu görülmüştür. İlgili fiyat robotun yalın hâline ait fiyattır. Robotik kodlama etkinlikleri doğası gereği disiplinler arası bir yapıdadır. Ve etkinlikler çok farklı şekillerde gerçekleştirilmektedir. Bu etkinliklerde çok farklı sensör ve motorlar kullanılabilmektedir. Kullanıcılar, Gafa Robotla birlikte piyasadan uygun maliyetle ve rahatlıkla buldukları sensör, motor ve giriş ve çıkış birimlerini kullanabilmektedirler. Bu nedenle GaFa robotun yalın hâlinin donatılması kullanıcılara bırakılmıştır.

Tablo 15. *Geliştirilen Robotun Maliyet Tablosu*

Malzemenin Adı:	Tutar	Birim
Baskı Devre Kartı (PCB)	60	TL
Header(Dişi Erkek)	20	TL
3’lü Dip Switch	5	TL
7805 Regülatör	5.13	TL
Smd Buton	2.23	TL
Elektronik Komponentler (Led, Diyot, Direnç, Kondansatör)	10	TL
Sürgülü Switch	3	TL
Toplam	105.36	TL

Her ne kadar robotun donatılması kullanıcılara bırakılmış olsa da robot yalın hâliyle kullanılamamaktadır. Bir etkinlik gerçekleştirmek için bir mikrodenetleyiciye (Arduino), motorlara ve çeşitli sensörlere ihtiyaç duyulmaktadır. Hangi sensörlerin ve motorların kullanılacağı, etkinliğin türüne göre değişse de fiyat karşılaştırması yapmak için çeşitli sensörlerden oluşan bir temel set oluşturulması uygun görülmüştür. Robotun yalın hâline iki adet motor ve tekerlek, bir adet mesafe sensörü, iki adet çizgi izleyen sensör, iki adet plastik sarhoş tekerlek, bir adet bluetooth modülü eklenerek temel etkinliklerin gerçekleştirilebileceği bir temel set fiyatı oluşturulmuştur. Tablo 16’da temel setin fiyatı verilmiştir. Tablo 18’de görüldüğü üzere temel setin fiyatı 295.36 TL (14.9 \$) civarındadır

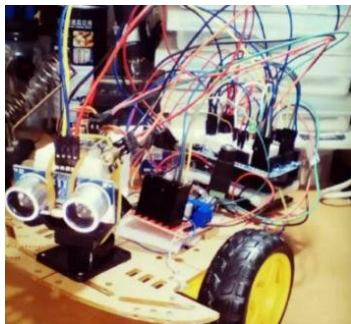
Tablo 16. Robotun Temel Set Fiyatı

Malzemenin Adı:	Adet	Tutar	Ara Toplam	Birim
Robot (Yalın Hali)	1	105.36	105.36	TL
Plastik Sarhoş Teker	2	7	14	TL
HC-SR04 Mesafe Sensörü	1	25	25	TL
HC06 Bluetooth Modülü	1	71	71	TL
TCRT500 Çizgi Sensörü	1	19	38	TL
Motor Tekerlek Seti	2	21	42	TL
Toplam			295.36	TL

Kolay Bağlantı Yöntemine İlişkin Bulgular

Hazır ticari robotlarla birlikte sensör ve motorlar çok rahatlıkla kullanılmaktadır. Bu robotik setlerde sensörler ve motorlar ana kontrolcüye uygun bir soket yardımıyla bağlanıp kullanılabilir. Buna karşın kendin yap robotiklerle yapılan etkinlikler çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen robot Arduino temellidir. Şekil 34’de Arduino ile geliştirilen bir engelden kaçan robot görülmektedir. Bu robot oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir.

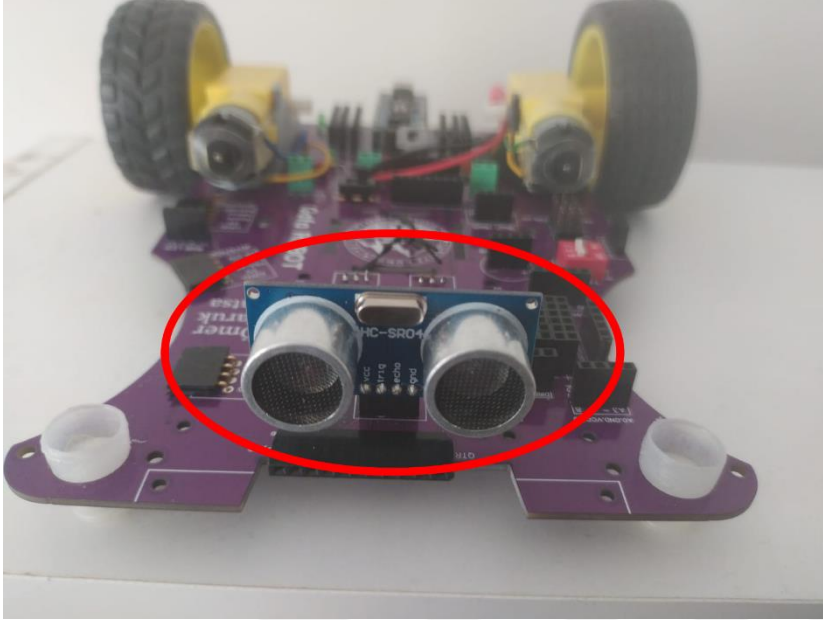
Şekil 34. Arduino ile Yapılmış Engelden Kaçan Robot (Görsel “<https://www.instructables.com/Arduino-Obstacles-Avoiding-Robot-Using-an-L298N-Mo/>” adresinden alınmıştır)



Şekil 35’de bu çalışma kapsamında geliştirilen robot görülmektedir. Geliştirilen robot Arduino temelli olmasına karşın son derece basit bir kullanımı vardır. Aynı işleve sahip bir

engelden kaçan robot yapılmak istendiğinde tek yapılması gereken mesafe sensörünü işaretli alana yerleştirmek olacaktır. Robotun kolay bağlantı yöntemine sahip olduğu Şekil 35’de görülmektedir. Robotun sahip olduğu bu özelliğe tak-çalıştır özelliği adı verilmiştir.

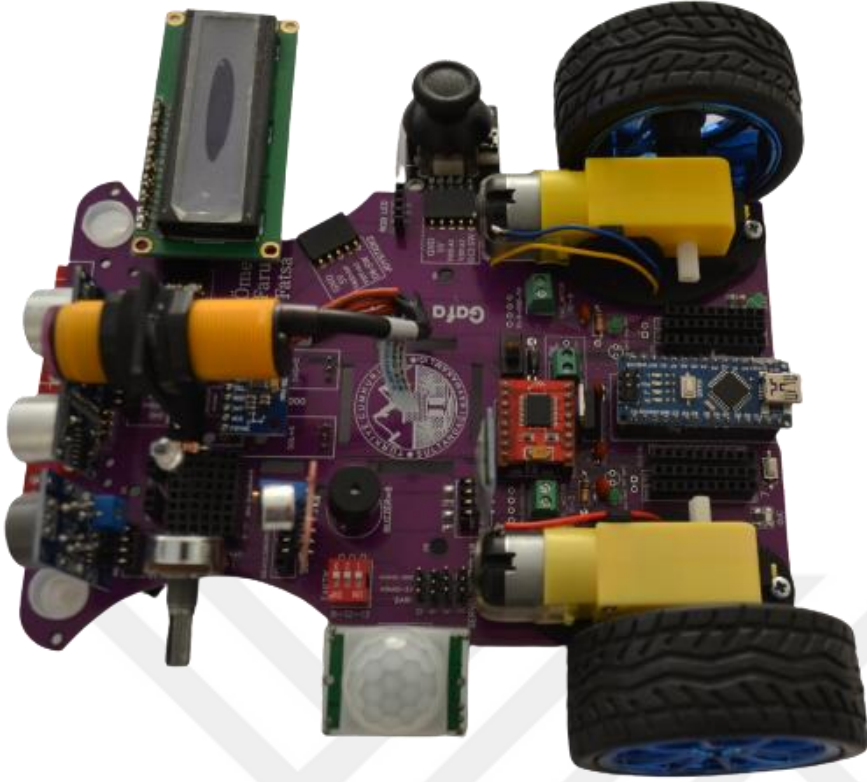
Şekil 35. *Gafa Robota Kolay Bağlantı Yöntemiyle Mesafe Sensörünün Yerleştirilmesi*



Donanımda Özelleştirme Özelliğine İlişkin Bulgular

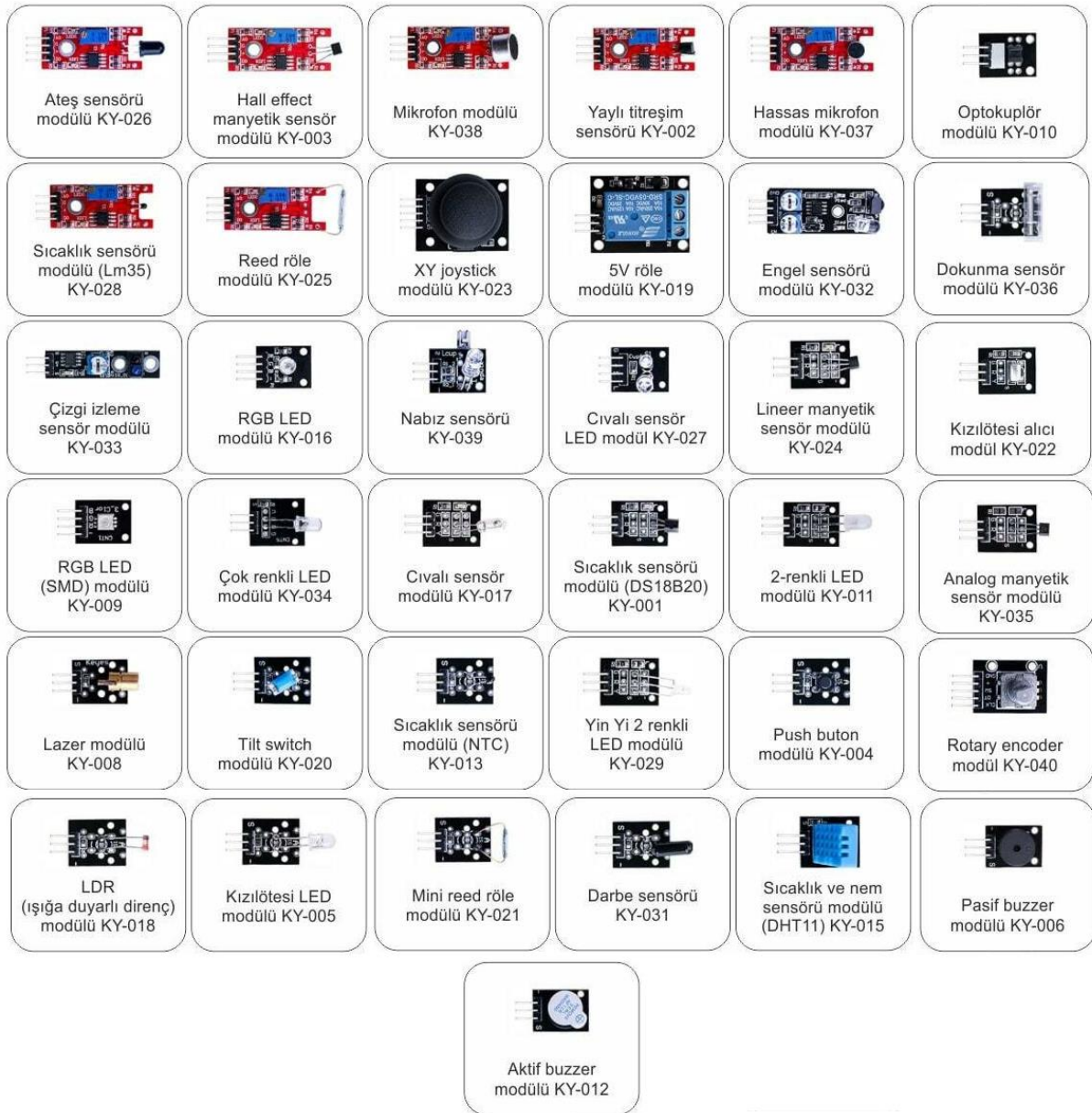
Hazır ticari robotlarla birlikte sensör ve motorların kullanımı son derece basittir. Fakat hazır ticari robotlar son derece sınırlı ürün yelpazesi kullanıcılarına sunmaktadır. Gülhan, (2022), Talan (2020), Yolcu ve Demirer’e (2017) literatürde en çok tercih edilen eğitsel robot olan Lego Mindstorm Ev3 seti içeriğinde 2 motor ve 4 sensör bulunmaktadır. Buna karşın Şekil 36’da görüldüğü üzere birçok sensör, motor, çeşitli giriş ve çıkış birimleri robota tak çalıştır yöntemiyle bağlanılarak kullanılabilir.

Şekil 36. Robotun Üstten Görünümü



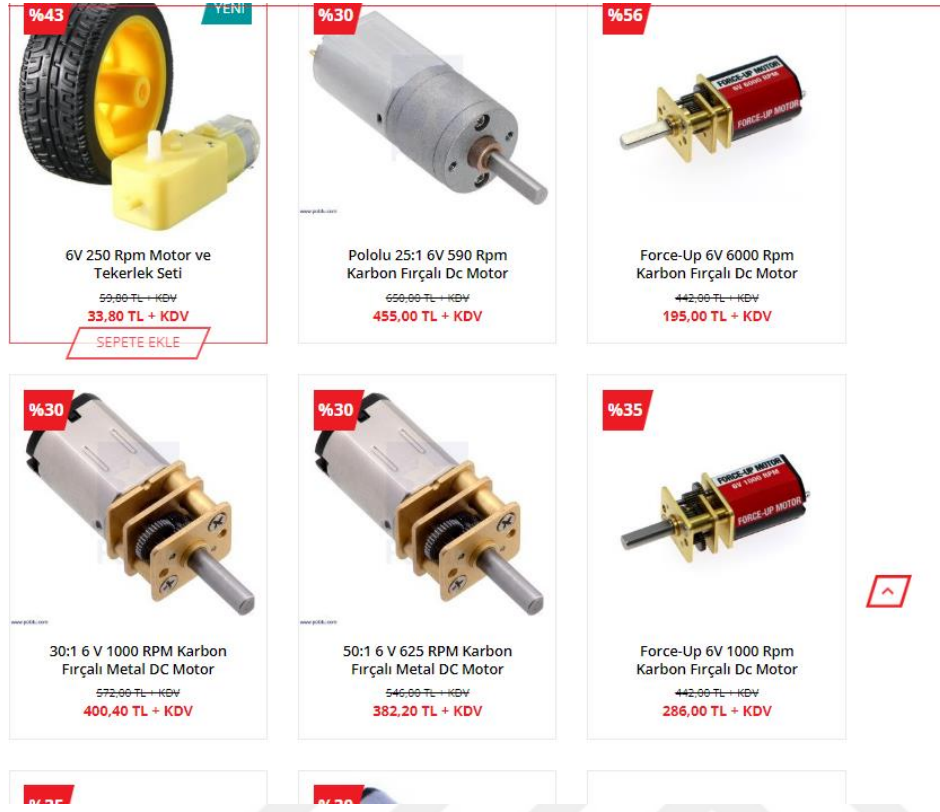
Hazır ticari robotlar kullanıcılarına sınırlı sayıda ürün yelpazesi sunmaktadır. Ayrıca bir robot kiti için üretilmiş olan sensör ve motorların farklı firmalar tarafından üretilmiş robotik setlere uyum göstermemektedir (Vega & Cañas, 2018). Kullanıcılar ürün tedariki için üretici firmaya bağımlı kalmaktadırlar. Bu çalışma kapsamında geliştirilmiş eğitsel robot piyasada üretilen birçok sensör, motor, giriş ve çıkış birimleriyle uyumludur. Şekil 37’de robotla birlikte kullanılacak sensör ve çıkış birimi görülmektedir. Bu elektronik bileşenler robota tak çalıştır yöntemiyle bağlanılarak kullanılabilir.

Şekil 37. Robotla Birlikte Kullanılabilecek Çeşitli Sensör ve Çıkış Birimleri (Görsel “www.hepsiburada.com/arduino-emes-robotik-arduino-organiser-kutu-icerisinde-37-parca-sensor-modulu-s1-pm-HBC00000NJIUV” adresinden alınmıştır)



Robotla birlikte birçok farklı motor robotla birlikte kullanılabilir. Şekil 38’de görüldüğü üzere piyasada bulunan farklı ebat ve şekillerde farklı tork ve hızlara sahip motorların robotla birlikte kullanımı mümkündür.

Şekil 38. Robotla Birlikte Kullanılabilecek Motor Çeşitlerinden Bazıları (Görsel “<https://www.robotzade.com/kategori/motorlar>” adresinden alınmıştır)

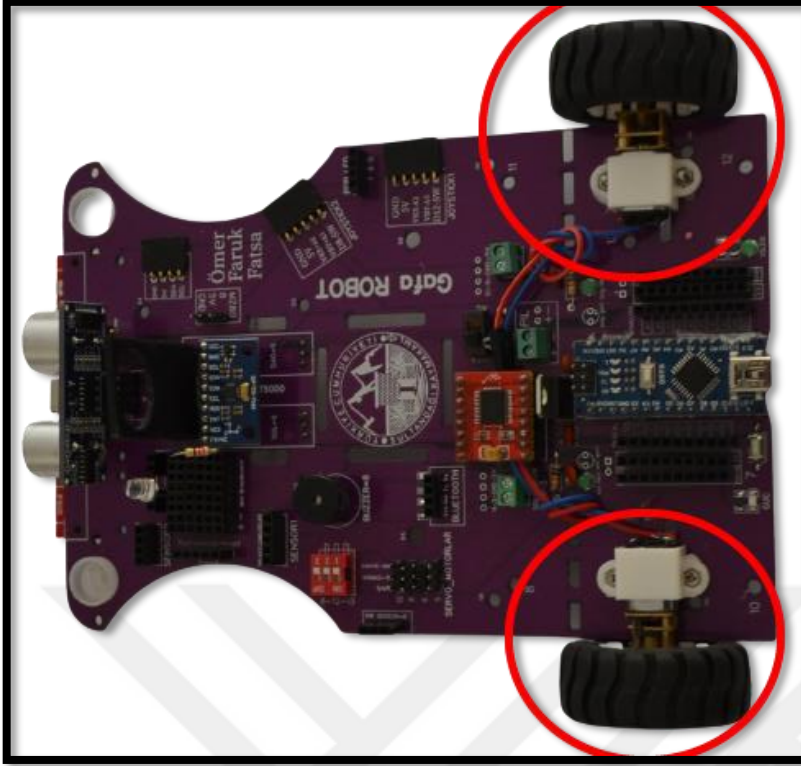


Robotun farklı motorlarla kullanımı donanımda esneklik özelliği kapsamında da değerlendirilebilir. Bu nedenle bu durum “Donanımda Esneklik Özelliğine Dair Bulgular” başlığı altında detaylıca incelenecektir.

Donanımda Esneklik Özelliğine Ait Bulgular

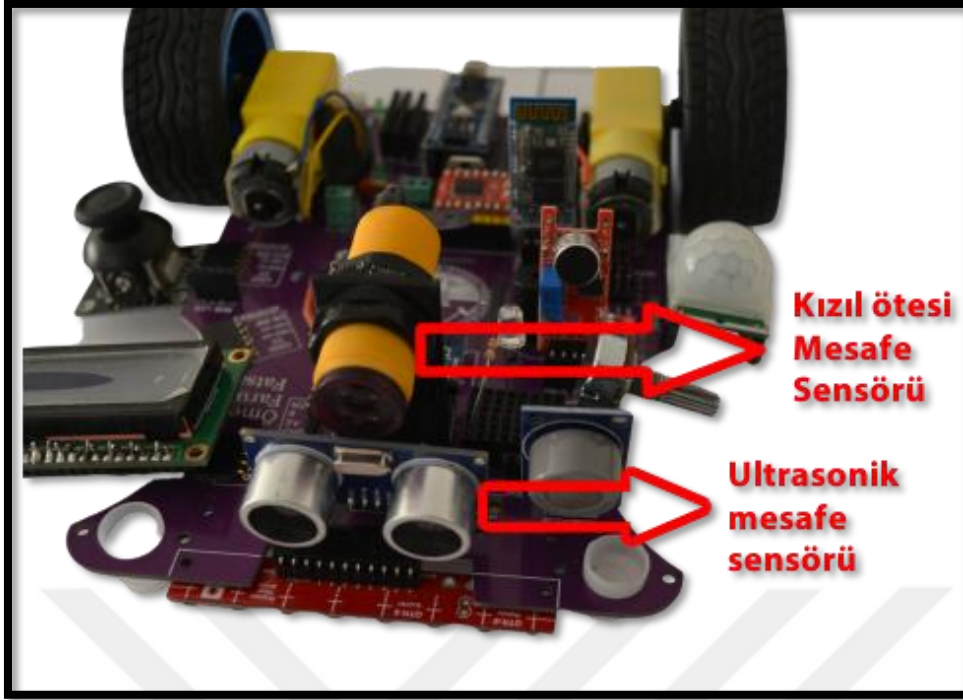
Geliştirilen robot kullanıcılarına farklı donanımları rahatlıkla kullanabilme özgürlüğü sunmaktadır. Aynı işlevi yapan farklı sensör ve motorlar kullanıcıların terciine göre kullanılabilir. Şekil 39’da GaFa robotun farklı motorla kullanımını görülmektedir. Piyasadan uygun maliyete temin edilen plastik dişli, L tipi redüktörlü sarı dc motor bazı uygulamalarda yetersiz kalabilmektedir. İlgili motor 250 rpm ve düşük tork gücüne sahiptir. Kullanıcılar daha yüksek hızlı ya da daha güçlü torka sahip farklı motorları geliştirilen robotla birlikte kullanabilir.

Şekil 39. Robotun Farklı Motorla Kullanımı (Üstten Görünüm)



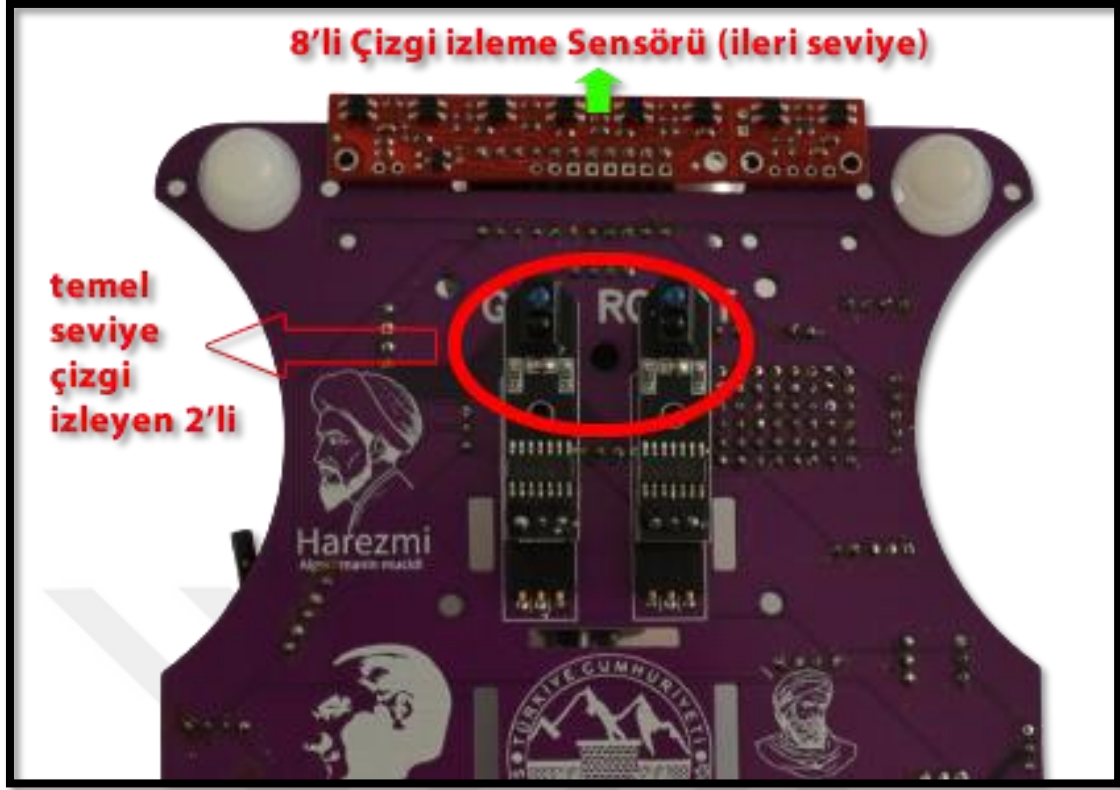
Eğitsel robotlarla birlikte mesafe sensörleri sıklıkla tercih edilmektedir. Piyasada bulunan lego, Mbot gibi firmalar mesafe sensörü için ultrasonik mesafe sensörü kullanmaktadır. Ultrasonik mesafe sensörleri ses dalgaları göndererek çalışmaktadır. Sesin yansıma ve geri gelme süresine göre önündeki mesafeyi ölçerler. Fakat sesin hızının yavaşlığından ötürü bu mesafe sensörlerinin tepkime süresi düşüktür. Mesafe ölçümü için kullanılan diğer mesafe sensör çeşidi kızıl ötesi mesafe sensörleridir. Bu mesafe sensörleri ultrasonik modellere göre çok daha düşük tepkime süresine ve kararlı çalışabilme özelliğine sahiptir. Bu nedenle daha yüksek performans istenen uygulamalarda kızıl ötesi mesafe sensörü tercih edilmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen Gafa Robot ile her iki mesafe sensörü de kullanılabilir. Şekil 40'da görüldüğü üzere yüksek kaliteli mz80 mesafe sensörü de robotla birlikte kullanılabilirken, uygun maliyetli hc-sr04 ultrasonik mesafe sensörü de Gafa Robotla birlikte kullanılabilir.

Şekil 40. Robotun Farklı Mesafe Sensörlerle Birlikte Kullanımı



Çizgi izleyen sensörler mesafe sensörleri gibi piyasadaki robotların çoğunda bulunur (Fatsa & Turan, 2022). Çizgi izleyen sensörler robotun belirli bir yörüngede hareket etmesi için kullanılırlar. Piyasada sıklıkla tercih edilen Lego Mindstorm Ev3 setinde tek çizgi izleyen bulunmaktadır. Mbot V1.1 robotunda ise iki çizgi izleyen sensör bulunmaktadır. Sensör sayısı arttıkça çizgi izleme performansı da artacaktır. Ama sensör sayısı arttıkça sensörün fiyatı da artmaktadır. Gafa robotla birlikte ikili çizgi izleme özelliğine sahip TCRT5000 sensörü temel seviye çizgi izleme işlemlerinde kullanılabilir. 8’li çizgi izleme özelliğine sahip Qtr-8 sensörü ile de ileri seviye çizgi izleme etkinlikleri kullanılabilir. Şekil 41’de robotun alttan görünümü mevcuttur. Robota alttan bakıldığında her iki çizgi izleme sensörünün de robotla birlikte kullanılabileceği görülmektedir. Hızlı çizgi izleyen özelliğine sahip robotla Millî Eğitim Bakanlığının düzenlediği MEB Robot Yarışmasının çizgi izleyen kategorisine katılmak mümkündür (MEB, 2023).

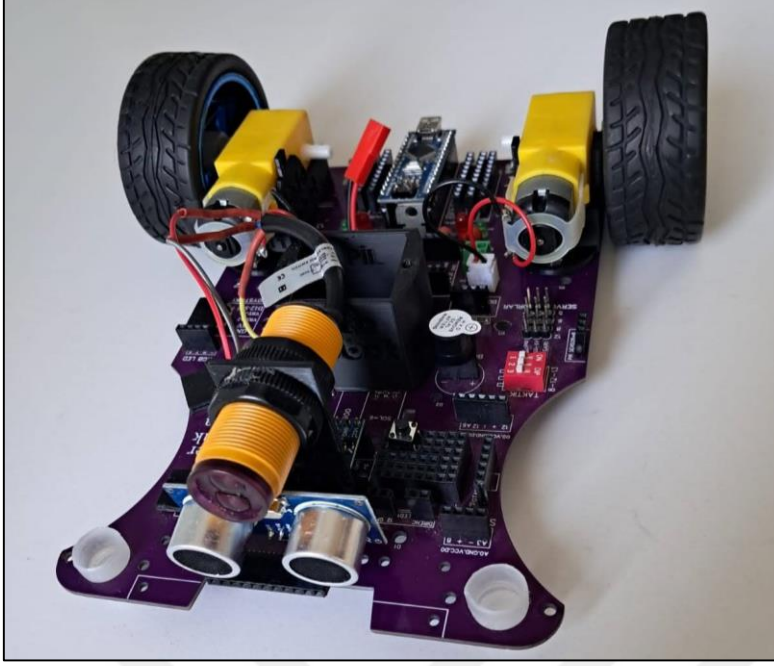
Şekil 41. Robotun Farklı Çizgi İzleyen Sensörler Kullanımı



Tasarımda Özelleştirme Özelliğine Ait Bulgular

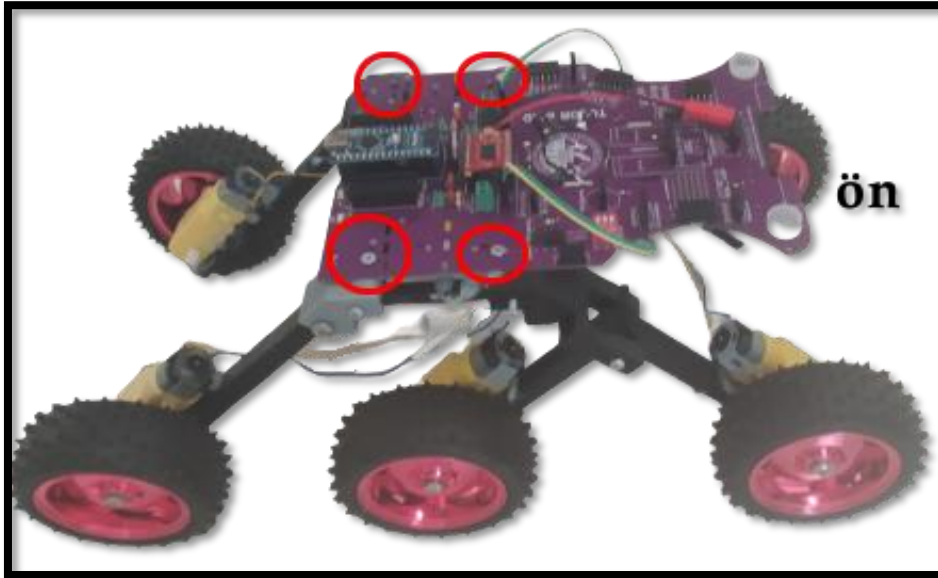
Eğitsel robotlarda tasarım modelleri Scaradozzi vd.ne (2019) göre Hazır tasarım ve geliştirilebilir tasarım olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen robot her iki tasarım özelliğine de sahiptir. Şekil 42’de robotun temel tasarımı görülmektedir. Bu temel tasarıma sensörler ve motorlar hızlıca takılabilir. Robot bu hâliyle hazır tasarım özelliği göstermektedir.

Şekil 42. Temel Tasarıma Sahip Robotun Çeşitli Sensör ve Motorlarla Kullanımı



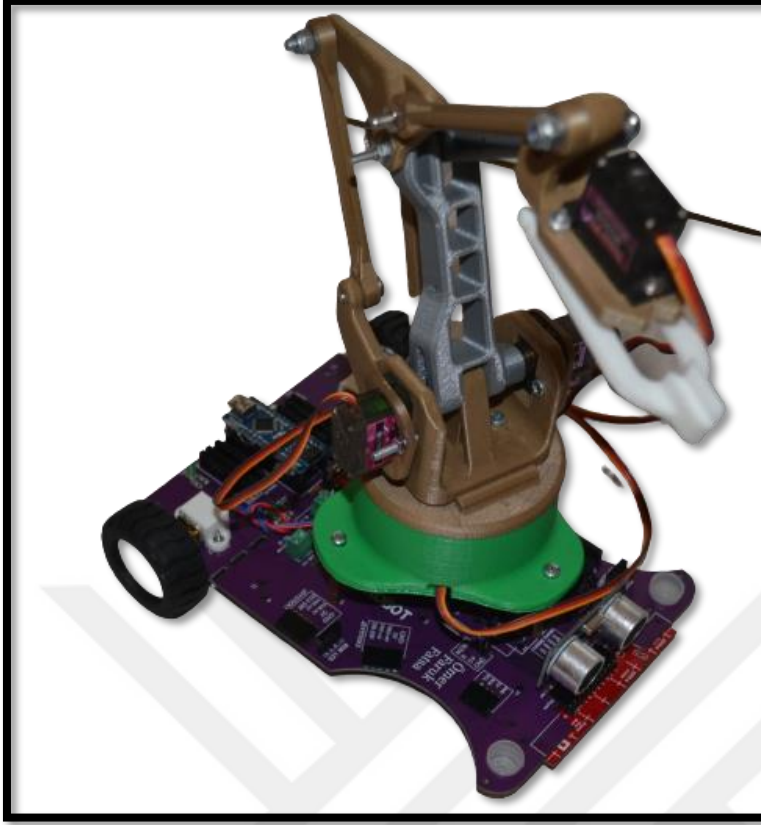
Geliştirilen eğitsel robot tek bir tasarım özelliğine sahip değildir. Bunun dışında geliştirilebilir tasarım özelliğine de sahiptir. Robotun üzerinde bulunan 18 adet bağlantı noktası sayesinde farklı tasarımlar geliştirilip robotla kullanılabilir. Yani hem hazır tasarım özelliğine hem de geliştirilebilir tasarım olmak üzere iki farklı tasarım özelliğine de sahiptir. Şekil 43'te görüldüğü üzere 3B yazıcı çıktılarıyla oluşturulmuş ve robota eklenmiş bir örümcek robot görülmektedir. Örümcek robotun 3B çıktılarıyla bağlantı noktaları görselde işaretlenmiştir.

Şekil 43. Robota Eklemlenmiş Örümcek Robot



Şekil 44'te robota eklenmiş bir robot kol görülmektedir. Robot kollar Endüstri 4.0 sürecinde üretim bantlarında kullanılan önemli makinelerdir (Adebola vd., 2013; Zeng vd., 2022).

Şekil 44. Robota Eklemlenen Robotik Kol



Robotun Genel Amaçlı ve Geniş Kullanım Alanına Sahip Olmasına Dair Bulgular

Robotik kodlama etkinlikleri doğası gereği disiplinler arası yapıya sahiptir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen Gafa Robot; bir ünite, bir ders ya da bir kazanıma yönelik olmayıp genel amaçlı kullanıma uygun olarak geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda Yılmaz (2021) tarafından robotik kodlama etkinliklerinin öğrenme öğretme çerçevesine uygun olarak robot geliştirilmiştir. İlgili kazanımlar Tablo 17’de görülmektedir.

Tablo 17. *Robotik Kodlama Etkinliklerin Öğretme ve Öğrenme Çerçevesindeki Kazanımlar (Yılmaz 2021, s. 83).*

• Algoritma kavramını tanır. • Algoritmik düşünme becerisini geliştirir. • Analitik düşünme becerisini geliştirir. • Analog girişten veri okur. • Arduino kartı tanır. • Arduino kartı üzerindeki portların işlevlerini açıklar. • Blok tabanlı kodlama arayüzlerini tanır. • Blok tabanlı kodlama yapar. • Bluetooth, wifi, kızılötesi, joystick ve Rf modüllerini tanır ve kullanır. • Buton kontrollü uygulama yapar. • Çözüm odaklı düşünme becerisini geliştirir. • Değişken kavramını bilir. • Döngü kavramını bilir. • Eleştirel düşünme becerisini geliştirir. • Fonksiyon kavramını bilir. • İşbirlikli çalışma, sorumluluk bilinci, özgüven gibi duyuşsal tutumları geliştir. • Koşul kavramını bilir. • Ldr ile led yakma uygulamasını yapar. • 3 boyutlu tasarım programlarını tanır.	• Led yakma uygulamasını yapar. • Ledler ile animasyon uygulamaları yapar. • Mantıksal düşünme becerisini geliştirir • Motorları tanır. • Potansiyometre kullanarak led ve rgb led ışığını ayarlar. • Problem çözme becerisini geliştirir. • Psikomotor becerileri geliştirir. • Rgb ledi tanır, rastgele renkler elde eder. • Sensörleri tanır. • Servo motor, dc motor ve step motoru uygulamalarında kullanır. • Tasarımsal düşünme becerisini geliştirir. • Temel elektronik devre elemanlarını tanır. • Toprak-nem, yağmur, sıcaklık, gaz sensörlerini projelerinde kullanır. • Tümevarım yönteminin uygulanmasını anlar. • Ultrasonik sensör kullanarak uygulama yapar. • Uygulamada buzzer kontrolünü sağlar. • Yaratıcı düşünme becerisini geliştirir.
---	--

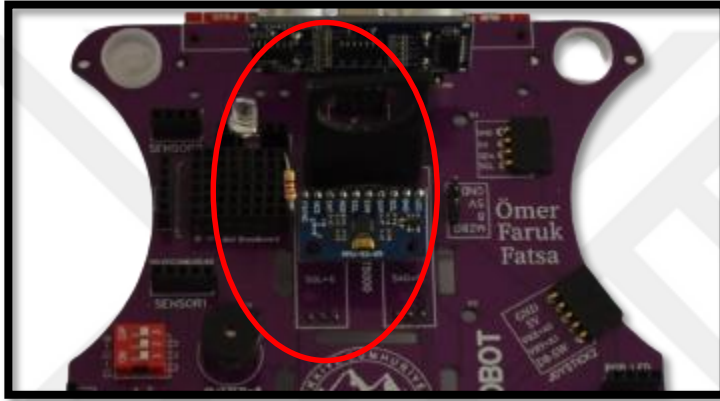
Robot blok tabanlı ve metin tabanlı olarak kodlanarak farklı eğitim seviyelerinde kullanılabilir. Robotun tasarımda özelleştirme özelliğine sahip olmasıyla öğrenciler farklı tasarımlar yaparak robotu geliştirebilirler. Robotun donanımda özelleştirme özelliğine sahip olmasıyla birlikte öğrenciler farklı donanımları robotla birlikte kullanabilirler. Farklı tasarımlara ve farklı donanımları kullanabilme özgürlüğüne sahip öğrenciler çok farklı robotik

etkinlikler yapabilirler. Bu da sınırların kaldırılmasına öğrencilerin birçok ders kapsamında bu robotu kullanabilmesine olanak sağlamaktadır.

Elektronik Ön Bilgi Gerektirmeden Robotun Kullanılmasına Dair Bulgular

Robot kullanılırken gnd, toprak, led, diyot, buzzer ve volt gibi elektronik devre elemanların ve elektronik terimlerin bilmesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Robotun tak çalıştır özelliğiyle birlikte öğrenciler robota çeşitli donanımları kolaylıkla bağlayarak kullanabilmektedir. Buna karşın geliştirilen robot gerektiğinde çeşitli elektronik devre elemanlarının öğretilmesi amacıyla kullanılabilir. Şekil 45’de görüldüğü üzere robotun üzerinde breadboard, led, direnç, potansiyometre ve buzzer bağlanılarak kullanılabilir.

Şekil 45. Robotla Birlikte Kullanılabilen Çeşitli Elektronik Devre Elemanları



Geliştirilen Robotun Kullanılabilirlik Düzeyine İlişkin Bulgular

Robotun kullanılabilirliğini değerlendirebilmek amacıyla sistem kullanılabilirlik ölçeğinden (SKÖ) yararlanılmıştır. SKÖ 10 maddeden oluşmakta verilen cevaplar sonucunda sistem 100 üzerinden değerlendirilmektedir. Tablo 18’de görüldüğü üzere puanların aritmetik ortalaması ($\bar{X}=72.12$, $SS=12.06$) Bangor vd.ne (2009) göre Mükemmel (Excellent) ile İyi (good) arasında değerlendirilebilir.

Tablo 18. Sistem Kullanılabilirlik Ölçeğine Ait Sonuçlar

	N	$\bar{X}$	SS	SD
SKÖ Puanı	17	72.06	12.06	2.93

Kullanılabilirlik Faktörüne Ait Bulgular

Sistem Kullanılabilirlik ölçeğine ait alt faktörlerden kullanılabilirlik boyutuna ait bulgular Tablo 19’da verilmiştir. Bangor vd.ne (2009) göre sistemin kullanılabilirlik alt faktörü Mükemmel (Excellent) ile İyi(good) arasında değerlendirilebilir ($\bar{X}=72.12$, $SS=12.06$).

Tablo 19. Kullanılabilir Faktörüne Ait Bulgular

	N	$\bar{X}$	SS	SD
SKÖ Puanı	17	79.22	10.53	2.55

Öğrenilebilirlik Faktörüne Ait Bulgular

Sistem Kullanılabilirlik ölçeğine ait alt faktörlerden öğrenilebilirlik boyutuna ait bulgular Tablo 20’de verilmiştir. Bangor vd.ne (2009) göre sistemin öğrenilebilir alt faktörü Geçer (Ok) ile Kötü (Poor) arasında değerlendirilebilir ($\bar{X}$ =43.38, SS=33.98).

Tablo 20. Öğrenilebilir Faktörüne Ait Bulgular

	N	$\bar{X}$	SS	SD
SKÖ Puanı	17	43.38	33.98	8.24

Öğrenci Motivasyon Düzeylerine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin robota ilişkin motivasyon düzeylerinin belirlenmesi için Öğretim materyali motivasyon ölçeği (ÖMMÖ) kullanılmıştır. Ölçekten elde edilen ham puanların yorumlanması n Tablo 21’de gösterilen Dinçer ve Doğanay (2016) tarafından belirlenen puan değerleri kullanılacaktır.

Tablo 21. ÖMMÖ ve Alt Ölçek Seviyelerinin Puan Değerleri (Dinçer & Doğanay, 2016, s. 1144)

	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Dikkat	10.00-11.50	11.51-16.50	16.51-43.49	43.50-48.49	48.50-50.00
Uygunluk	8.00-9.25	9.26-13.25	13.26-34.74	34.75-38.74	38.75-40.00
Güven	9.00-10.25	10.26-14.75	14.76-39.24	39.25-43.74	43.75-45.00
Memnuniyet	6.00-6.75	6.76-10.00	10.01-25.99	26.00-29.24	29.25-30.00
ÖMMÖ	33.00-37.00	37.01-54.00	54.01-143.99	144.00-160.99	161.00-165.00

Öğretim materyali motivasyon ölçeği sonuçları Tablo 22’de gösterilmektedir. Dinçer ve Doğanay (2016) göre geliştirilen öğretim materyalinin yüksek seviyede puan aldığı söylenebilir ($\bar{X}$ =144.35, SS=13.5).

Tablo 22. Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği Sonuçları

	N	$\bar{X}$	SS	SD
ÖMMÖ Puanı	17	144.35	13.5	3.28

Dikkat Boyutuna Ait Bulgular

Öğretim materyali motivasyon ölçeğine bağlı alt boyutlardan Dikkat boyutuna ait sonuçlar Tablo 23'te gösterilmektedir. Dinçer ve Doğanay'a (2016) göre geliştirilen öğretim materyalinin dikkat boyutunda yüksek seviyede puan aldığı söylenebilir ($\bar{X}$ =44.23, SS=4.91).

Tablo 23. Dikkat Boyutuna İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	SS	SD
Dikkat	17	44.23	4.91	1.19

Uygunluk Alt Boyutuna Ait Bulgular

Öğretim materyali motivasyon ölçeğine bağlı alt boyutlardan Uygunluk boyutuna ait sonuçlar Tablo 24'te gösterilmektedir. Dinçer ve Doğanay'a (2016) göre geliştirilen öğretim materyalinin uygunluk boyutunda orta seviyede puan aldığı söylenebilir ($\bar{X}$ =34.17, SS=5.08).

Tablo 24. Uygunluk Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	SS	SD
Dikkat	17	34.17	5.08	1.23

Güven Alt Boyutuna Ait Bulgular

Öğretim materyali motivasyon ölçeğine bağlı alt boyutlardan Güven boyutuna ait sonuçlar Tablo 25'te gösterilmektedir. Dinçer ve Doğanay'a (2016) göre geliştirilen öğretim materyalinin güven boyutunda orta seviyede puan aldığı söylenebilir ($\bar{X}$ =38.70, SS=3.96).

Tablo 25. Güven Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	SS	SD
Dikkat	17	38.70	3.96	0.96

Memnuniyet Alt Boyutuna Ait Bulgular

Öğretim materyali motivasyon ölçeğine bağlı alt boyutlardan Memnuniyet boyutuna ait sonuçlar Tablo 26’da gösterilmektedir. Dinçer ve Doğanay’a (2016) göre geliştirilen öğretim materyalinin memnuniyet boyutunda yüksek seviyede puan aldığı söylenebilir ($\bar{X}$ =27.23, SS =2.77).

Tablo 26. *Memnuniyet Alt Boyutuna İlişkin Bulgular*

	N	$\bar{X}$	SS	SD
Dikkat	17	27.23	2.77	0.67

Öğrencilerin Robotik Tutumlarına İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında bağımlı gruplar t-testi kullanılarak Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Robotik Tutum Ölçeğine ait ön-test ve son-test sonuçları incelenmiştir. Öğrencilerin ön test sonuçları ($M= 3.12$, $SD=0.89$) ve son test sonuçları ($M=4.25$, $SD=0.48$) arasında son lehine anlamlı bir artış görülmektedir; $t(16)=-4.964$, $p=0.00$. Bu bulgulara göre gerçekleştirilen müdahalenin öğrencilerin robotik tutumlarını artırdığı ve bu artışın anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Buna yönelik detaylı bilgi Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27. *Robotik Tutum Ölçeğine Yönelik Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları*

	N	$\bar{X}$	SS	SH	t	sd	p
Ön Test	17	3.12	0.89	0.94	-4.964	16	0.00
Son Test	17	4.25	0.48				

Öğrenme İsteği Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında bağımlı gruplar t-testi kullanılarak Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Robotik Tutum Ölçeğinin alt boyutlardan öğrenme isteğine ait ön-test ve son-test sonuçları incelenmiştir. Öğrencilerin ön test sonuçları ($M= 3.17$, $SD= 1.10$) ve son test sonuçları ($M=4.45$, $SD=0.47$) arasında son test lehine anlamlı bir artış görülmektedir; $t(16)=-4.508$, $p=0.00$. Bu bulgulara göre gerçekleştirilen müdahalenin öğrencilerin öğrenme isteğini artırdığı ve bu artışın anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Buna yönelik detaylı bilgi Tablo 28’de sunulmuştur.

Tablo 28. *Öğrenme İsteği Alt Boyutuna Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları*

	N	$\bar{X}$	SS	SD	t	sd	p
Ön Test	17	3.17	1.10	1.17	-4.508	16	0.00

Son Test	17	4.45	0.47
----------	----	------	------

Özgüven Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında bağımlı gruplar t-testi kullanılarak Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Robotik Tutum Ölçeğinin alt boyutlarından ‘Özgüven’e ait ön-test ve son-test sonuçları incelenmiştir. Öğrencilerin ön test sonuçları (M=2.84, SD= 0.87) ve son test sonuçları (M=4.03, SD=0.97) arasında son test lehine anlamlı bir artış görülmektedir; $t(16)=-3.671$, $p=0.00$. Bu bulgulara göre gerçekleştirilen müdahalenin öğrencilerin özgüvenini arttırdığı ve bu artışın anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Buna yönelik detaylı bilgi Tablo 29’da sunulmuştur.

Tablo 29. *Özgüven Alt Boyutuna Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları*

	N	$\bar{X}$	SS	SH	t	sd	p
Ön Test	17	2.84	0.87	1.33	-3.671	16	0.02
Son Test	17	4.03	0.97				

Bilgi İşlemsel Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında bağımlı gruplar t-testi kullanılarak Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Robotik Tutum Ölçeğinin alt boyutlardan ‘Bilgi İşlemsel Düşünmeye’ ait ön-test ve son-test sonuçları incelenmiştir. Öğrencilerin ön test sonuçları (M=3.31, SD= 0.87) ve son test sonuçları (M=4.09, SD=0.85) arasında son test lehine anlamlı bir artış görülmektedir; $t(16)=-4.515$, $p=0.00$. Bu bulgulara göre gerçekleştirilen müdahalenin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme tutumlarını artırdığı ve bu artışın anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Buna yönelik detaylı bilgi Tablo 30’de sunulmuştur.

Tablo 30. *Bilgi İşlemsel Düşünme Alt Boyutuna Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları*

	N	$\bar{X}$	SS	SH	t	sd	p
Ön Test	17	3.31	0.87	0.71	-4.515	16	0.00
Son Test	17	4.09	0.85				

Takım Çalışması Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında bağımlı gruplar t-testi kullanılarak Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Robotik Tutum Ölçeğinin alt boyutlarından ‘Takım Çalışmasına’ ait ön-test ve son-test sonuçları incelenmiştir. Öğrencilerin ön test sonuçları (M=3.25, SS= 1.02) ve son test sonuçları (M=3.96, SS=1.14) arasında son test lehine bir artış görülmektedir; $t(16)=-2.562$, $p=0.21$. Bu

bulgulara göre gerçekleştirilen müdahalenin öğrencilerin takımla çalışma tutumlarını artırdığı fakat bu artışın anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir. Buna yönelik detaylı bilgi Tablo 31’de sunulmuştur.

Tablo 31. Takım Çalışması Alt Boyutuna Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları

	N	$\bar{X}$	SS	SH	t	sd	p
Ön Test	17	3.25	1.02	1.13	-2.562	16	0.21
Son Test	17	3.96	1.14				

Geliştirilen Robotla İlgili Öğrenci Görüşlerine Ait Bulgular

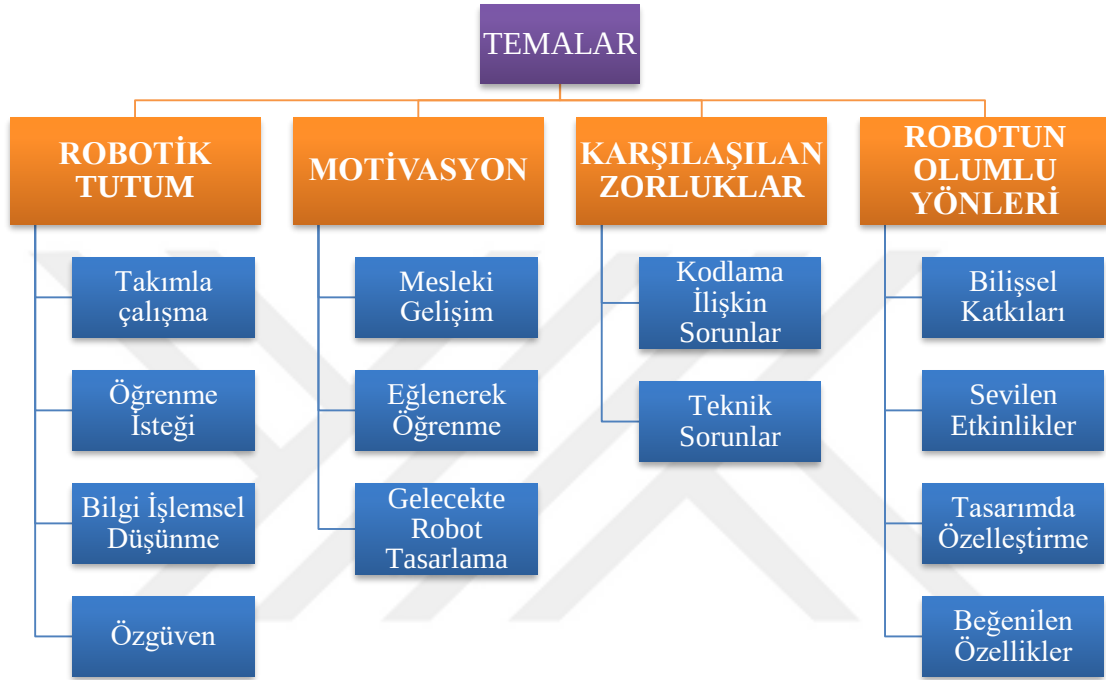
Öğrencilerin geliştirilen robotla ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak adına yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak veri toplanmıştır. MAXQDA 2020 programı kullanılarak betimsel analiz ve içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler transkript edilerek ilgili yazılıma aktarılmış, sonrasında verilen yanıtlar ışığında kodlar ve temalar oluşturulmuştur. Oluşturulan kodlara ait detaylı bilgi Şekil 46’da görülmektedir.

Şekil 46. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Sorularına Verilen Yanıtlardan Çıkarılan Kodlara Ait Kod Bulutu



Veriler analiz edilirken tutum, karşılaşılan zorluklar, olumlu yönler ve motivasyon olmak üzere 4 tema oluşturulmuştur. 4 temanın altında 13 tane alt tema oluşturulmuş ve ilgili alt temaların altında kodlar oluşturularak hiyerarşik bir yapı oluşturulmuştur. Şekil 47’de geliştirilen temalar görülmektedir.

Şekil 47. İçerik Analizi Sonrasında Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formunda Elde Edilen Verilere Göre Oluşturulan Temalar



Robotik Tutum Temasına Ait Öğrenci Görüşleri

Robotik Tutum temasına ait alt temalar Şekil 48’de görüldüğü üzere “Öğrenme İsteği”, “Takım Çalışması”, “Bilgi İşlemsel Düşünme” ve “Özgüven” şeklindedir.

Şekil 48. Robotik Tutum Temasına Ait Alt Temalar



Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin takımla çalışmaya yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin takımla çalışmaya yönelik görüşleri şu şekildedir:

Ö7: *Grupla çalışırken arkadaşlar edindim. Sosyalleşmeme sebep oldu. Tek olunca bazen yapamıyorsun. Arkadaşımla çalışırken bazen anlamadığımda arkadaşlarıma sorabiliyorum.*

Ö10: *Grupla çalışırken ortada daha fazla fikir oluyor. Fikirler birleşince daha iyi oluyor.*

Öte yandan geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin takımla çalışma alt yönelik olumsuz görüşlere de sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin takımla çalışmaya yönelik görüşleri şu şekildedir:

Ö6: *Grupla çalışınca sıkıntılar çıkıyor... bazı kişilerde uyum oluyor. Bir yandan ben kod yazarken o parçaları takıp çıkarıyor. Bazı kişilerle çalışmak avantajlı oluyor. Bazen çok zaman kaybettirebilir*

Ö3: *Tek çalışmak daha iyi, grupla çalışırken bazen grup arkadaşına uyum sağlayamıyorum. Zaman kaybediyoruz.*

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin öğrenme isteği alt temasına yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin öğrenme isteği alt temasına yönelik görüşleri şu şekildedir:

Ö5: *Evde led yakmak gibi değişik aktiviteler yapmak istiyorum.*

Ö1: *Youtube'dan video bakıyorum, nasıl yapılır diye çok araştırıyorum.*

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin özgüven alt temasına yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin özgüven isteği alt temasına yönelik görüşleri şu şekildedir:

Ö15: *Önceden bu kadar basit olduğunu bilmiyordum, yapabileceğimi görünce ilgim arttı.*

Ö9: *Kendime güvenim Arttı biraz, yapabileceğimi anlayınca arttı.*

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin özgüven alt temasına yönelik olumsuz görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin özgüven isteği alt temasına yönelik görüşleri şu şekildedir:

Ö5: *O kadar bilgim olduğunu düşünmüyorum.*

Ö7: *Hiç denemediğin için bilmiyorum.*

Motivasyon Temasına Ait Öğrenci görüşleri

Motivasyon temasına ait alt temalar Şekil 49'da görüldüğü üzere mesleki gelişim, eğlenerek öğrenme ve gelecekte robot tasarlama şeklindedir.

Şekil 49. *Motivasyon Temasına Ait Alt Temalar*



Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin motivasyon temasına yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin motivasyon temasına yönelik görüşleri şu şekildedir:

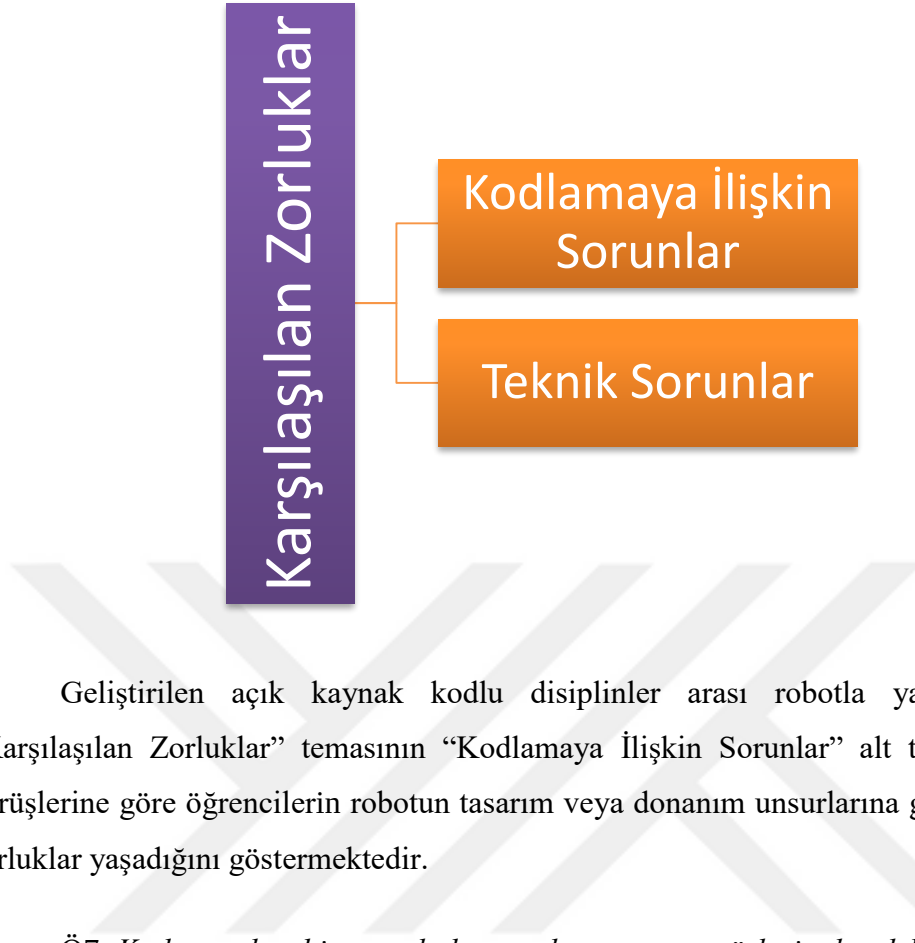
Ö15: *Yazılımcı olmak istiyordum mesleğime yardımcı oldu gibi.*

Ö1: *Robot kullanmayı çok sevdim. Eğlenerek öğrendim.*

Karşılaşılan Zorluklar Temasına Ait Öğrenci Görüşleri

Motivasyon temasına ait alt temalar Şekil 50’de görüldüğü üzere “kodlamaya ilişkin sorunlar” ve “teknik sorunlar” şeklindedir.

Şekil 50. Karşılaşılan Zorluklar Temasına Ait Alt Temalar



Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde “Karşılaşılan Zorluklar” temasının “Kodlamaya İlişkin Sorunlar” alt temasındaki öğrenci görüşlerine göre öğrencilerin robotun tasarım veya donanım unsurlarına göre kodlama ilişkin zorluklar yaşadığını göstermektedir.

Ö7: *Kod yazarken biraz zorladı yaparken, ama sensörleri takmak kolaydı.*

Ö3: *Kod yazmak biraz karışık geliyordu bazen.*

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde “Karşılaşılan Zorluklar” temasının “Teknik Sorunlar” alt temasındaki öğrenci görüşlerine verilmiştir.

Ö6: *Önde bulunan sarhoş tekerler yerine standart tekerlek kullansaydık daha iyi olurdu. Son kullandığım robotta sarhoş tekerlerden biri bozuktu, bu nedenle robotum yan yan gitti.*

Ö8: *Bluetooth modülü kullanırken kod yükleme aşamasında modülü sürekli tak çıkar yapmak zor.*

Olumlu Yönler Temasına Ait Öğrenci Görüşleri

Olumlu yönler temasına ait alt temalar Şekil 51’de görüldüğü üzere Bilişsel katkılar, Sevilen Etkinlikler, Tasarımda Özelleştirme ve Beğenilen Özellikler şeklindedir.

Şekil 51. Robotun Olumlu Yönleri Temasına Ait Alt Temalar



Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin “Bilişsel Katkılar” alt temasına yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin “Bilişsel Katkılar” temasına yönelik görüşleri şu şekildedir:

Ö12: *Robot kullanımını öğrendim, robotu nasıl hareket ettireceğimi öğrendim.*

Ö8: *Bazı elektronik ürünleri anlamamda yardımcı oldu, bu parçaları kavradım.*

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin “Sevilen Etkinlikler” alt temasına yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler robotla yapılan etkinler içinde hareket içeren “Engelden Kaçan Robot” ve “Uzaktan (Bluetooth) Kontrollü Robot” etkinliklerine karşı olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin masada yapılan etkinlere göre robotun yerde olduğu etkinleri daha çok sevdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin “Sevilen Etkinlikler” temasına yönelik görüşleri şu şekildedir:

Ö12: *Engelden kaçan robot bir de Bluetooth sistemi çok iyiydi. Robotu uzaktan kontrol etmek falan iyiydi.*

Ö4: *Engelden kaçan robotu tercih ederim. Hocam ben onu düşünmüştüm nasıl engelden kaçıyor diye ondan. Bir de robotun yerde olması daha iyi oluyor.*

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin “Tasarımda Özelleştirme” alt temasına yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin hazır tasarıma sahip robotla çalışmaya göre farklı tasarıma sahip robotlarla çalışmaya karşı olumlu görüşlere sahip olduğu görülmüştür. Öğrencilerin farklı tasarıma sahip robotlara karşı daha yüksek aidiyet duyduğu, bu robotların öğrencilerin yaratıcılık duygularını beslediği ve bu robotlarla çalışmanın öğrencilere daha eğlenceli geldiği belirlenmiştir. Öğrencilerin “Tasarımda Özelleştirme” temasına yönelik görüşleri şu şekildedir:

Ö15: *Kendi yaptığım robotu kullansam daha iyi olur gibi. Öteki robot hazırды. Katkım olmadı. Onun yerine bana ait bir robotum olsun isterdim.*

Ö11: *Farklı tasarımları tercih ederim, daha eğlenceli oluyor.*

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde “Tasarımda Özelleştirme” alt temasına karşı bazı öğrenciler olumlu görüş bildirse de Robotun tasarımının geliştirilirken 3B yazıcı ile değil eklentiler yardımıyla yapılması yönünde görüşlere sahip olduğu görülmüştür.

Ö6: *Eklentiler, uzuvlar falan gibi. ... 3B yazıcı işine hiç girmeyeceksin.*

Ö2: *Legolarda daha iyi olurdu.*

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin “Beğenilen Özellikler” alt temasına göre öğrencilerin geliştirilen robota karşı olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin “Beğenilen Özellikler” temasına yönelik görüşleri şu şekildedir.

Ö9: *Hem araç gibiydi hem de öğretme amaçlı bir deney seti gibiydi.*

Ö4: *Sensörleri ve elektronik malzemeleri rahatlıkla takıyordum.*

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında GaFa Robot adı verilen disiplinler arası, uygun maliyetli ve açık kaynak kodlu bir eğitsel robot geliştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Robotun geliştirilmesi sürecinde ADDIE öğretim tasarım modeline bağlı kalınmıştır. Bu model Analiz, Tasarım, Geliştirme, Uygulama ve Değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır. Geliştirilen robot genel amaçlı bir robottur ve robotun piyasada kullanılan yüksek maliyetli robotlara alternatif olması hedeflenmiştir.

1. Eğitsel Robotun Sahip Olduğu Özelliklere İlişkin Sonuçların Tartışılması

Bu bölümde birinci araştırma sorusuna ilişkin sonuçlar ilgili araştırma sorusuna paralel olarak alt başlıklarda tartışılacaktır.

Robotun Maliyetine İlişkin Sonuçların Tartışılması

Çalışma öncesinde eğitsel robotlarla ilgili materyal geliştirme çalışmalarının sınırlı olduğu buna karşın eğitsel robotik etkinliklerde materyalden kaynaklı birçok sorun olduğu görülmüştür (Akman Selçuk, 2019; Talan, 2020). Eğitsel robotiklerde karşılaşılan en önemli sorunun maliyet olduğu ve sınırlı sayıda olan materyal geliştirme çalışmalarının da ana temasının maliyet olduğu görülmüştür (Erten, 2019; Dönmez, 2017; Talan, 2020; Vega & Cañas, 2018). Bu nedenle robot geliştirilirken maliyet detayı üzerinde özenle durulmuştur. Robotun geliştirilmesinde analiz basamağında piyasada ve literatürde bulunan eğitsel robotlar detaylıca incelenmiştir. Eğitsel robotiklerde yaşanan sorunları çözmek için öncelikle sorunları detaylıca incelemek gerekmektedir. Bu bağlamda akademik çalışmalarda geliştirilen eğitsel robotların, tasarımda özelleştirme ve donanımda özelleştirme seçeneğine sahip olmadığı ve genel amaçlı kullanıma uygun olmadığı görülmüştür. Piyasada bulunan eğitsel robotikler de detaylıca analiz edilmiştir. Bu eğitsel robotlar incelenirken “kolay bağlantı” ve “elektronik ön bilgi gerektirmemesi” kriterleri de inceleme kriterleri arasına eklenmiştir. Bu inceleme sonucunda piyasada bulunan eğitsel robotların eksik niteliklere sahip olduğu görülmüştür. Literatürün ve piyasadaki robotik setlerin incelenmesinden sonra uzman görüşü alınarak robot geliştirilirken dikkat edilmesi gereken kriterler belirlenmiştir. İlgili kriterlerin; robotun açık kaynak kodlu olması, Arduino temelli olması, tasarımda özelleştirme özelliğine sahip olması, donanımda özelleştirme özelliğine sahip olması, kolay bağlantı yöntemine sahip olması, genel

amaçlı ve geniş kullanım alanına sahip olması ve kullanırken elektronik ön bilgi gerektirmemesi şeklinde olmasına karar verilmiştir.

İlgili çalışma kapsamında geliştirilen robot Arduino temellidir. Ve açık kaynak kodlu bir yapıya sahiptir. Açık kaynak kodlu robotikler kâr amacı gütmeyen geliştirildikleri için daha uygun maliyetli olmaktadır (Ölmez & Dai, 2016). Geliştirilen robotun açık kaynak kodlu olması ve uygun maliyetli olması birbirini destekleyen unsurlardır. Açık kaynak eğitim içerikleri günümüzün önemli eğitim trendlerin biridir ve eğitsel robotiklerin de sahip olması gereken niteliklerden biridir (Johnstone, 2005; Mondana, 2017; Tuomi 2013). Bu nedenle açık kaynak yapıya sahip bir mikrodenetleyici kart olan Arduino robot geliştirme sürecinde tercih edilmiştir. Arduino açık kaynak yapıya sahip olmasının yanı sıra uygun maliyetlidir. Sınırsız sayıda kod kütüphanesine sahiptir. Bu kütüphaneler de açık kaynak yapıya sahiptir. Ayrıca hem metin tabanlı hem de blok tabanlı kodlama ortamına sahiptir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen robot için ayrıca bir kodlama ortamı geliştirilmemiştir. Bunun nedeni Arduino'nun hâlihazırda bir kodlama ortamına sahip olmasıdır. Yeni bir kodlama ortamı geliştirilme fikri ele alınmış ama yapılan araştırmalar ve alınan uzman görüşleri neticesinde gerek görülmemiştir. Robotik kodlama etkinliklerinin uluslararası alanda en büyük sorununun müfredat sorunu olduğu düşünülen araştırmacılar vardır (Gomoll vd., 2017; Johal vd., 2018). Müfredat sorununun nedenlerinden biri de çok fazla robotik set üreten firmaların olması, bu firmaların her birinin kendi ekosistemini yaratma amacında olması ve bunun sonucunda da her birinin ayrı kodlama ortamı geliştirmeleridir. Farklı kodlama ortamları kullanıcılar için bir kafa karışıklığı da yaratabilir. Kafa karışıklığı yaratmamak adına geliştirilen robot için ayrıca bir kodlama ortamı geliştirilmemiştir.

Robotun yalın maliyeti 5.31 \$'dır. Robot oldukça düşük maliyete sahip olacak şekilde geliştirilmiştir. Fakat belirtmek gerekir ki robotun yalın maliyetinin bu kadar düşük olmasının nedeni, geliştirilen robotun donatılmamış olmasından kaynaklıdır. Robotun sensör, motor, giriş ve çıkış birimleriyle donatılması kullanıcılara bırakılmıştır. Eğitsel robotik etkinliklerinin doğası gereği disiplinler arası olması ve bu disiplinler arası etkinliklerde çok farklı donanım ve tasarım unsurlarının kullanılması donatım işinin kullanıcılara bırakılmasının nedenlerindendir. Geliştirilen robotun piyasadan ucuzlukla ve rahatlıkla temin edilen sensör ve motorlarla uyumlu olması donatım işinin kullanıcılarına bırakılmasını daha rasyonel bir zemine oturtmaktadır. Ayrıca robotun yalın hâlinin üzerinde değerli herhangi bir elektronik elemanın olmaması arızalanma ihtimalini azaltmakta ve değerli elektronik devre elemanlarının robot üzerinde arızalanması durumunda değiştirilmesini mümkün kılmaktadır. Arızalı parçanın rahatlıkla değiştirilebilir olması sayesinde robotun kullanım ömrü uzamaktadır. Robotun üzerine işlemci

entegre edilmemesi bu bağlamda yapılmış bilinçli bir tercihtir. Robotun; engelden kaçan robot, çizgi izleyen robot, uzaktan kontrol edilen robot gibi temel etkinlikler için uygun şekilde donatılmış temel setin maliyeti 14.9 \$ olduğu görülmüştür. Bu maliyet de son derece uygun görülmektedir. Böylelikle eğitsel robotiklere ulaşılabilirliğin önündeki en büyük engellerden biri olan maliyet sorununa çözüm getirildiği söylenebilir. Fatsa ve Turan'a (2022) göre hazır ticari robotların fiyatları 100\$'ın üstündedir. Geliştirilen robotun temel setinin fiyatı 14.9 \$ civarındadır. Geliştirilen robotu hazır ticari robotlarla kıyaslırsak son derece uygun bir maliyete sahip olduğu görülmektedir.

Robotun Kolay Bağlantı Yöntemine İlişkin Sonuçların Tartışılması

Sensörlerin, motorların, giriş ve çıkış birimlerinin eğitsel robotiklere bağlantı yöntemi önemlidir. Sensör ve motorların robotla bağlantısının tek hareketle gerçekleşmesine kolay bağlantı ismi verilmektedir. Hazır ticari robotlar, sensör ve motorlar ile ana kontrolcü arasındaki uygun soketli kablo yapısı sayesinde kolay bağlantı yöntemine sahiplerdir. Fakat buna karşın kendin yap robotiklerde aynı işlem son derece karmaşık olmakta öğrenciler bağlantı sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadır (Akman Selçuk, 2019; Avcı, 2021). Bu çalışma kapsamında geliştirilen Arduino temellidir. Arduino kendin yap robotiklerden biridir. Arduino'nun sahip olmadığı kolay bağlantı yöntemi, bu çalışma kapsamında geliştirilen robota eklenmiştir. Böylelikle öğrenciler için zorlukla gerçekleştirilen sensör ve motor bağlantıları kolaylaştırılmıştır.

Robotun Donanımında Özelleştirme Özelliğine İlişkin Sonuçların Tartışılması

Donanımda özelleştirme özelliği eğitsel robotlarla birlikte farklı donanım unsurlarının kullanılabilmesidir. Farklı sensörler, farklı motorlar ve giriş ve çıkış birimleriyle birlikte robotun farklı donanımlarla kullanılması kullanıcılarına çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Örneklendirmek gerekirse geliştirilen robotla birlikte sadece havadaki çeşitli gazları algılamak aşağıda verilen sensör çeşitleri kullanılabilir.

- MQ2- Yanıcı Gaz ve Sigara Dumanı Sensörü
- MQ3-Alkol Gaz Sensörü
- MQ4- Metan Gaz Sensörü
- MQ5-Propan Gaz Sensörü
- MQ5-İzobütan Gaz Sensörü
- MQ7-Karbonmonoksit Sensörü
- MQ8-Hidrojen Gaz Sensörü
- MQ-9 Yarı İletken Karbonmonoksit Sensörü

- MQ-137 Amonyak Gaz Sensörü

Havadaki gaz türlerini bu kadar çeşitli yöntemlerle ölçebilme kapasitesine sahip olmasından yola çıkarak geliştirilen robotla birlikte kullanılabilecek sensör ve motor çeşitleri neredeyse sınırsız olduğu söylenebilir. Geliştirilen robot son derece geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Bu durum da robota son derece geniş bir kullanım alanı sunmaktadır. Robotun bu özelliği sayesinde robotla birlikte geliştirilebilecek etkinliklerin de son derece çeşitli olabileceği söylenebilir. Talan (2020) ve Yolcu ve Demirer'e (2017) göre en çok tercih edilen ve yüksek satış fiyatına sahip Lego Mindstorm EV3, kullanıcılarına sadece 2 adet motor ve 4 adet sensör imkânı sunmaktadır. Kullanıcılarına son derece sınırlı ürün yelpazesi sunan ve bu donanımlara ekleme yapılmasına imkân tanımayan hazır ticari robotlarla kıyaslandığında geliştirilen robotun bu yönden üstün olduğu söylenebilir. Buna ek olarak herhangi hazır ticari robot firması tarafından üretilen bir sensör ve motor kitinin diğer robot firmalarının ürettiği robotlarla uyumlu olmadığı bilinmektedir (Rihtaršič vd., 2016). Buna karşın bu çalışma kapsamında üretilen robotun böyle bir uyum sorunu yoktur. Piyasadan rahatlıkla ve ucuzlukla bulunan sensör ve motorlar bu çalışma kapsamında geliştirilen robotla birlikte kullanılabilir. Bunun dışında ülkemizde ve yurtdışında yapılan akademik çalışmalarda geliştirilen eğitsel robotların donanımda özelleştirme özelliğine sahip olmadığı görülmüş ve bu çalışmanın bu yönüyle diğer çalışmalardan ayrıldığı söylenebilir (Kocacıl, 2020; Kochlân vd., 2020; Topuz vd., 2019).

Robotun Tasarımda Özelleştirme Özelliğine İlişkin Sonuçların Tartışılması

Hazır ticari robotlar tasarım özellikleri açısından iki ayrılır. Bu özellikler hazır tasarım ve geliştirilebilir tasarımdır (Scaradozzi vd., 2019). Hazır tasarıma sahip robotların tasarımı değiştirilememektedir. Buna karşın geliştirilebilir tasarıma sahip robotlar lego gibi çeşitli eklentilerle geliştirilebilmektedir. Geliştirilebilir tasarıma sahip robotlara karşı öğrencilerin daha yüksek seviyede aidiyet geliştirildiği bilinmektedir (Groom vd., 2020). Bu çalışma kapsamında geliştirilen robotun üzerinde bulunan 18 adet bağlantı noktası bulunmaktadır. Bu bağlantı noktaları sayesinde 3B yazıcıdan alınan çıktılarıyla birlikte GaFa robotun tasarımı geliştirilebilir. Böylelikle geliştirilen robotun tasarımda özelleştirme özelliğine sahip olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bu özellik çeşitli eğitsel robotik setlerde de bulunmaktadır (Lego Education, 2023; Vex Robotics, 2023). Fakat bazı hazır eğitsel robotiklerin geliştirilebilir tasarım özelliğine sahip değildir. Bu hazır ticari robotik setler hazır tasarıma sahiptir. Bu eğitsel robotiklerin hazır tasarıma sahip olmasının nedeni olarak tasarım süreçlerinin zaman alıcı olması gösterilebilir (Fortunati vd. 2020). Hazır tasarıma sahip robotlar üzerinden herhangi bir değişiklik yapılmayacağı için doğrudan doğruya kullanıma hazırdır. Böylelikle tasarıma zaman harcamadan doğrudan robotun kodlanmasına geçilebilmektedir. Bu nedenle bu robotlar hazır

tasarıma sahip olarak üretilmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen GaFa robot geliştirilebilir tasarıma sahiptir. Aynı zamanda hazır tasarıma da sahiptir. Geliştirilen robotun yalın hâline sensörler ve motorlar takıp çalıştırılarak robotun kodlanma aşamasına geçiş yapılabilir. Böylelikle robotun tasarım süreçlerinde zaman kaybedilmemiş olur. Vandeveld vd., (2016) robotun tasarımını alüminyum profil kullanarak geliştirmiştir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen robotun tasarımda özelleştirmek için 3B yazıcı çıktıları kullanması açısından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Robotun Genel Amaçlı Kullanımına İlişkin Sonuçların Tartışılması

GaFa robot geliştirilirken genel amaçlı ve geniş kullanım alanına sahip olmasına dikkat edilmiştir. K-12 okul seviyelerinin bütün kademelerine uygun olması hedeflenmiştir. Bir ders, bir etkinlik ya da çeşitli kazanımlara uygun olması değil genel amaçlı kullanıma uygun olması hedeflenmiştir. Robotun genel amaçlı kullanıma ve uygun geniş bir kullanım alanına sahip olmasını destekleyen özellikler şunlardır:

- Blok tabanlı ve metin tabanlı kodlama ortamına sahip olması.
- Donanımda özelleştirme seçeneği ile çok farklı sensör ve motorlarla çeşitlendirilmiş etkinlikler yapmaya olanak sağlaması.
- Donanımda esneklik özelliğiyle aynı niteliğe fakat farklı kaliteye sahip donanımların robotla birlikte kullanılarak yüksek performans istenen robot yarışmalarına katılmaya ve ders dışı proje çalışmaları geliştirmeye uygun olması.
- Tasarımda özelleştirme seçeneğiyle farklı tasarımlarla robotun geliştirilmesi.

Bu açıdan bakıldığında geliştirilen robot ilk ve ortaokul için blok tabanlı kodlama, lise seviyesindeki öğrenciler için metin tabanlı kodlama seçeneğine sahiptir (Noone & Mooney, 2018). Donanımda özelleştirme seçeneğiyle çok farklı donanımlar robotla birlikte kullanılabilir. Bu nedenle etkinlikler çeşitlendirilebilir. Robotun donanımda sunduğu esneklik ile birlikte aynı niteliğe sahip farklı kalitede sensörler ve motorlar robotla birlikte kullanılabilir. Bunlara örnek vermek gerekirse daha yüksek hassasiyete ve daha düşük tepkime sürelerine sahip mesafe sensörleri ve çizgi izleme sensörleri robotla birlikte kullanılabilir. Ya da fazla torka ve yüksek dönüş hızına sahip motorlar robotla birlikte kullanılabilir. Geliştirilen robotun sunduğu donanımda esneklik özelliği GaFa robottan daha yüksek performanslar alabilmeyi sağlamaktadır. Yüksek performans gösteren bu sensörlerle robot yarışmalarına katılım gösterilebilir (MEB ROBOT, 2023). Öğrenciler ve öğretmenler robotik etkinliklerin sonucunda ders dışı proje ve yarışmalara katılmak amaçlamaktadır (Akman Selçuk, 2019; Aksu, 2019;

Bütüner & Dündar, 2017). GaFa robotun sunduğu donanımda esneklik özelliği sayesinde öğrenciler robotla birlikte bu tarz çalışmalar yapabilir. Robotun genel amaçlı kullanımını destekleyen bir diğer unsur, robotun donanım özelleştirme seçeneğine sahip olmasıdır. Bu özellik sayesinde farklı tasarımların robotla birlikte kullanımı mümkündür. Robotla birlikte kullanılabilen 2 farklı tasarım örneği kullanıcılarla açık kaynak bir şekilde paylaşılmıştır. Bu iki örnek örümcek robot ve robotik kol özelliğidir. Eğitsel robot geliştirme amaçlı yapılmış birçok çalışmada robotik kol geliştirilmiştir (Adebola vd., 2013; Plaza vd., 2016; Sáenz Zamarrón vd., 2020; Sáenz Zamarrón vd., 2020; Zeng vd., 2022). Bu bağlamda eğitsel robotik kol geliştirme etkinliklerinin son derece önemli olduğu söylenebilir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen robotla birlikte yapılacak onlarca etkinlikten sadece birinin eğitsel robotik kol geliştirme çalışması olması, GaFa robotun genel amaçlı olması ve geniş kullanım alanına sahip olması iddiasını desteklemektedir.

Robotun Elektronik Ön Bilgi Gereksinimi Olmadan Kullanıma İlişkin Sonuçların Tartışılması

Robot geliştirilirken dikkat edilecek bir diğer prensip: robot kullanılırken elektronik bilgiye ihtiyaç duyulmamasıdır. Bu özellik önemlidir. Çünkü robotik etkinliklerde gnd, toprak, eksi, artı, volt gibi elektronik kavramlar öğrencileri zorlamaktadır (Akman Selçuk, 2019). Bu nedenle geliştirilen robotun kullanımı sırasında bu elektronik bilgilere duyulan gereksinimi ortadan kaldırmak amaçlanmıştır. Robotun kullanımı sırasında sensör ve motorların tak çalıştır yöntemiyle robota bağlanması öğrencilerin robot kullanımı sırasında elektronik bilgiye duydukları ihtiyacı ortadan kaldırmıştır. Fakat gnd, eksi, topraklama, volt gibi elektronik terimlerinin bilinmesi ve led, buzzer, direnç, potansiyometre gibi elektronik devre elemanlarının kullanımının bilinmesi önemlidir (Güçlü, 2019; Yılmaz, 2021). İlgili görüşe göre robotik etkinliklerin bu kavram ve elemanların öğretilmesini kapsamaması robotik etkinliklerin etkililiğini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen robotla birlikte gerektiğinde elektronik devre elemanları ve kavramlarının öğretilmesi de mümkündür. Robotun sol üst köşesi bu amaçla hazırlanmıştır. Robotun sol üst köşesinde bir mini breadboard, bir potansiyometre, bir led ve direnç bağlantı alanı bulunmaktadır.

Eğitsel Robotun Kullanılabilirliğine İlişkin Sonuçların Tartışılması

Geliştirilen uygun maliyetli, disiplinler arası ve açık kaynak kodlu robotun kullanılabilirlik düzeyinin değerlendirilmesi için Brooke (1996) tarafından geliştirilen Çağıltay (2011) tarafından Türkçeye çevrilen Kadirhan ve Gül (2015) tarafından geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılan Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği (SKÖ) kullanılmıştır. Sistem kullanılabilirlik ölçeği 10 maddeden oluşmaktadır. 100 puan üzerinden sistemin

kullanılabilirlik düzeyi belirlenmektedir. Sistemin kullanılabilirlik düzeyi: En iyi (90.9), Mükemmel (85.5), İyi (71.4), Geçer (50.9), Kötü (35.7), Berbat (20.3), En Kötü (12.5) şeklinde 7 dereceli sıfatlarla belirlenmektedir (Bangor vd., 2009). Sistem Kullanılabilirlik Ölçeğine dair veriler, robotu uygulama sürecinde kullanan ortaokul öğrencisinden (n=17) toplanarak elde edilmiştir. Veriler 9 haftalık uygulama süresinin sonunda toplanmıştır.

Toplanan nicel verilerin analizi neticesinde hesaplanan kullanılabilirlik (SKÖ) ortalama puanının 71.2 olduğu görülmüştür. Bu puana göre sistemin Mükemmel (Excellent) ile İyi (Good) arasında olduğu görülmüştür (Bangor vd., 2009). Bu sonuçlara sistemin kullanılabilir olduğu söylenebilir. Kocacil (2020) ve Vandevelde, (2016) geliştirmiş oldukları eğitsel robotların SKÖ kullanarak robotun kullanılabilirlik düzeyini tespit etmişlerdir. İlgili çalışmalarda robotun kullanılabilirlik düzeyinin iyi ve mükemmel arasında olduğu görülmüştür. Bu çalışma sonucunda robotun kullanılabilirlik düzeyinin yüksek olduğu görülmüştür.

İlgili ölçeğin kullanılabilirlik ve öğrenilebilirlik olmak üzere iki faktörü bulunmaktadır. Kullanılabilirlik faktörü ölçeğin 8 sorusunu içermektedir. Öğrenilebilirlik faktörü ölçeğin 2 sorusunu içermektedir. Bu faktörlere ilişkin de veri analizi gerçekleştirilmiştir.

Kullanılabilirlik faktörüne ilişkin sonuçlara göre sistemin ortalama puanının 79.2 olduğu görülmüştür. Bu puana göre sistemin kullanılabilirlik faktörünün Mükemmel (Excellent) ile İyi (Good) arasında olduğu görülmüştür (Bangor vd., 2009). Bu sonuçlara göre öğrencilerin geliştirilen robotu zorlanmadan kullandıkları, robotun basit bir kullanıma sahip olduğu, robotun karmaşık bir yapıda olmadığı, robotun pratik ve bileşenlerinin iyi entegre edilmiş olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Öğrenilebilirlik faktörüne ilişkin sonuçlara göre sistemin ortalama puanının 43.2 olduğu görülmüştür. Bu puana göre sistemin kullanılabilirlik faktörünün Geçer (Ok) ile Kötü (Poor) arasında olduğu görülmüştür (Bangor vd., 2009). Öğrenilebilirlik faktörünün yeterli seviyede olmaması robotun bu açıdan geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu bulgulara göre öğrencilerin robotu kullanırken uzman birinden yardım alması gerektiği sonucuna ulaşılabilir. Uzman birinden yardım almadan robotun kullanılması için tanıtım ve etkinlik kitapçığı hazırlanmıştır. Fakat sınıfın fiziki yapısının müsait olmaması, bilgisayarların çok sıkışık olması nedeniyle çok az kullanılabilmektedir. Bu nedenle öğrenciler robotu kullanabilmek için öğretmenlerine ihtiyaç duyduğu algısına kapılmış olabilir. Tanıtım ve etkinlik kitapçığı daha etkin kullanılmış olsaydı öğrenciler robot öğretmenlerinin desteğine ihtiyaç olmadan kullanabileceklerini düşünebilirlerdi. Nitekim, rehber kitapçıklar robotik etkinlikleri kolaylaştırmaktadır (Eskici vd., 2020).

Öğrencilerin Motivasyon Düzeylerine İlişkin Sonuçlarının Tartışılması

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robota ilişkin öğrenci motivasyon düzeylerini belirlemek için ilk olarak Keller (1993) tarafından geliştirilen sonrasında 2006 yılında güncellenen Dinçer ve Doğanay (2016) yılında Türkçeye çevrilip geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılan Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. İlgili ölçek 33 maddeden oluşmaktadır. 5’li Likert tipi ölçeğin orta noktası 99 puan, üst noktası 165 puandır. Ölçek Dikkat, Uygunluk, Güven ve Memnuniyet olmak üzere 4 kategoriden oluşmaktadır. Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeğine dair veriler, robotu uygulama sürecinde kullanan ortaokul öğrencisinden(n=17) toplanarak elde edilmiştir. Veriler 9 haftalık uygulama süresinin sonunda toplanmıştır.

Nicel verilerin analizi sonucunda GaFa robota ilişkin öğrenci motivasyon düzeyinin yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Alt faktörlere ilişkin veriler analiz edildiğinde GaFa robota ilişkin öğrencilerin dikkat ve memnuniyet düzeylerinin yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Buna karşın GaFa robota ilişkin öğrencilerin uygunluk ve güven düzeylerinin ise orta seviyede olduğu görülmüştür. Bu verilere ek olarak nitel veriler, nicel verileri desteklemek için kullanılmıştır.

Nitel veriler analiz edildiğinde geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası robotla yapılan etkinlikler sonucunda öğrencilerin motivasyonlarının olumlu etkilendiği belirlenmiştir. Gelecekte robot tasarlamaya hevesli oldukları, robotik etkinliklerde eğlenerek öğrendikleri, gelecekte kariyer tercihlerini belirlemede etkili olduklarını düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında alanyazında öğrencilerin motivasyonlarının olumlu etkilendiği diğer çalışmalarla benzer sonuçlara ulaşıldığı söylenebilir (Çam, 2019; Yurttaş, 2021).

Öğrencilerin Robotik Tutumları İlişkin Sonuçların Tartışılması

Geliştirilen açık kaynak kodlu disiplinler arası eğitsel robotun öğrencilerin Robotik Tutumları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla Cross vd., (2016) tarafından geliştirilen Şişman ve Küçük (2018) tarafından Türkçeye çevrilip geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılan Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Robotik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Tutum ölçeği 24 maddeden oluşmakta ve Öğrenme İsteği, Öz güven, Bilgi İşlemsel Düşünme ve Takım Çalışması alt boyutlarından oluşmaktadır. Robotik Tutum Ölçeğine dair veriler; geliştirilen robotu uygulama sürecinde kullanan ortaokul öğrencilerinden (n=17) toplanarak elde edilmiştir. Veriler 9 haftalık uygulama süresinin başında ve sonunda toplanmıştır.

Çalışma kapsamında bağımlı gruplar t-testi kullanılarak Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Robotik Tutum Ölçeğine ait ön-test ve son-test sonuçları incelenmiştir. Elde edilen bulgulara

göre, öğrencilerin ön test ile son test sonuçları arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır ($p<0.05$). Bu bulgulara göre bu çalışma kapsamında geliştirilen disiplinler arası açık kaynak kodlu eğitsel robotla gerçekleştirilen robotik etkinliklerin öğrencilerin robotik tutumlarını anlamlı düzeyde artırdığı söylenebilir. Ayrıca bu nicel sonuçlar yapılan öğrenci görüşmeleriyle de nitel olarak desteklenmiştir. Bu sonuçlar robotik etkinliklerin öğrencilerin robotik tutumlarını olumlu yönde etkilediği çalışmalarla paralellik göstermektedir (Gezgin vd., 2022; Ramazanoğlu, 2021).

Geliştirilen robotla gerçekleştirilen robotik etkinliklerin öğrencilerin öğrenme isteğini, özgüvenini ve bilgi işlemsel düşünme tutumlarını anlamlı düzeyde artırdığı görülmüştür. Bu sonuçlar yapılan robotik etkinliklerin öğrencilerin robotik tutumlarını anlamlı düzeyde artırdığı çalışmalarla paralellik göstermektedir (Avcı, 2019; Kasım, 2022). Buna karşın geliştirilen eğitsel robotla yapılan etkinliklerin öğrencilerin takımla çalışma tutumlarını artırmış olduğu görülmüş fakat bu artışın anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür. Nitel veriler incelendiğinde öğrencilerin takımla çalışmaya karşı genel olarak olumlu tutumlar geliştirmiş olsalar da öğrencilerin bir kısmının takımla çalışmaya karşı olumsuz görüşlere sahip olduğu görülmüştür. Uygulamanın gerçekleştirildiği fiziksel ortamın grupla çalışmaya uygun olmaması öğrencilerin takımla çalışma tutumlarını olumsuz etkilemiş olabilir.

Eğitsel Robota İlişkin Öğrenci Görüşlerinin Tartışılması

Geliştirilen robotla ilgili öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmak için yarı yapılandırılmış görüşme formunda elde edilen veriler kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda elde edilen veriler MAXQDA 2020 programı kullanılarak betimsel ve içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Veriler analiz edilirken tutum, karşılaman zorluklar, robotun olumlu yönleri ve motivasyon olmak üzere 4 adet tema oluşturulmuştur.

Robotik tutum temasına ait öğrenci görüşleri nicel olarak analiz edilen robotik tutum ölçeği sonuçları desteklemek için kullanılmıştır. Öğrencilerin takımla çalışmaya karşı olumlu tutumlar geliştirdikleri iş birliği içinde sorunları daha rahat aştıkları, bu durumun sosyalleşmelerine katkı sağladığı ve beraber çalışmanın öğrenciler için daha eğlenceli olduğuna ilişkin sonuçlara ulaşılmıştır. Buna karşın bazı öğrencilerin grupla çalışmaya karşı olumsuz tutumlar geliştirdiği, grupla çalışırken uyum sorunları yaşadıkları, grupla çalışmanın süreci yavaşlattığına dair düşüncelere sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Fatsa (2022) tarafından ulaşılan sonuçlarla paralellik göstermektedir. Çalışma sonucunda öğrencilerin özgüvenlerinin geliştiği, önceden zor olarak gördüğü etkinlikleri yapabildiklerini gördükçe özyeterlik algılarının geliştikleri bunun sonucunda da öğrenme isteklerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen eğitsel robotla yapılan etkinliklerde öğrencilerin daha çok kodlamayla ilgili sorunlar yaşadığı belirlenmiştir. Bu sonucu geliştirilen robot için olumlu yorumlamak mümkündür. Çünkü robotun kullanımının kolay olması nedeniyle öğrencilere zor gelen tarafın kodlama kısmı olduğu belirlenmiştir. Buna karşın robotu kullanırken bazı teknik sorunlar da ortaya çıkmıştır. Robotun ön tarafında bulunan ve herhangi bir motorun bağlı olmadığı oynar başlı tekerlerin zamanla deforme olduğu ve bu nedenle robotun ulaşması gereken hedefe tam olarak ulaşamadığı görülmüştür. Robotla birlikte kullanılan oynar başlı teker temiz ortamlarda kullanılmaya uygun olması ve roll on benzeri yapısı nedeniyle arasına giren kirlerin tekerin dönüşünü olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bu nedenle robotun sonraki versiyonlarında farklı tarzda bir sarhoş teker kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler Bluetooth modülüyle işlem yapmak istediklerinde kod yükleme aşamasında ilgili modülü çıkarıp takmanın kendilerine zorluk yaşattığını belirtmişlerdir. Bu durum öğrencilere zor gelse de robot geliştirme aşamasında yapılmış bilinçli bir tercihtir. Öğrencilerin robot bilgisayar arasındaki bağlantı mantığını tam olarak kavrayabilmeleri için bilinçli olarak bu zorunluluk robotta bulundurulmuştur. Bunu değiştirmek mümkün olsa da ilgili kazanımın önemli olduğu düşünüldüğünden robotta bu konuya ilgili bir değişim yapılmamasını gerektiğine karar verilmiştir.

Geliştirilen robotla yapılan etkinlerin; öğrencilerin robotları tanımlarına, kodlamayı öğrenmelerine, bilgisayar teknolojisi hakkında bilgi sahibi olmalarına katkıları olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Eğitsel robotiklerde hareket içeren etkinliklerin tercih edilmektedir (Oluk & Korkmaz, 2018). Öğrenciler için robotun en temel özelliklerinin başında hareket gelmektedir (Vurgun vd., 2019). Bu çalışmada benzer bir sonuca ulaşılmıştır. Geliştirilen robotla yapılan etkinler içinde öğrencilerin en çok hareket içeren engelden kaçan robot, uzaktan kontrollü araç gibi etkinlikleri sevdikleri görülmüştür. Küçük ve Şişman (2017) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin robotun hareketine karşı olumlu şekilde motive oldukları sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmada benzer bir sonuca ulaşılmıştır.

Geliştirilen robotun tasarımda özelleştirme özelliği ile ilgili öğrencilerin olumlu görüşlere sahip olduğu belirlenmiştir. Robotu farklı tasarımlar yaparak geliştirmelerinin öğrencilerin robota karşı aidiyet duygusunu beslediği, yaratıcılıklarını geliştirdiklerini ve farklı tasarımlar yapmanın öğrencilere eğlenceli geldiği görülmüştür. Bu sonuçlar robotla birlikte farklı tasarımlar yapmanın öğrenciler üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koyan diğer çalışmalarla paraleldir (Fidan & Yalçın, 2012; Horn vd., 2009). Bu sonuçlar öğrencilerin kullandıkları eğitsel robotu farklı tasarımlar yaparak geliştirmesinin öğrenciler üzerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşan diğer çalışmalar benzer ve paraleldir (Groom vd., 2020).

Öğrenciler robotun çok yönlülüğünü, tanıtıcı yönergelerle sahip olmasını ve tak çalıştır özelliğini beğendiklerini belirtmişlerdir. Eğitsel robotların Türkçe içeriklere sahip olmaması robotik etkinlikleri olumsuz etkilemektedir (Sönmez & Şahinkaya, 2021). Robotun üzerinde bulunan Türkçe yönergeler ve robotun alt tarafında bulunan Harezmi, El Cezeri ve Atatürk görselleri öğrencilerin robotu daha rahat kullanmalarına ve robota karşı daha yüksek aidiyet hissetmelerine neden olmuş olabilir. Öğrenciler robotla birlikte farklı etkinlikleri rahatlıkla yaptıklarını, robotun üzerinde bulunan yönergelerin robotu kullanırken işleri kolaylaştırdıklarını ve tak çalıştır özelliği ile sensörlerin ve motorların robota kolaylıkla bağlamanın robotun beğendikleri özellikler olduğunu belirtmişlerdir.

Öneriler

Araştırmacılara Öneriler

- Genel amaçlı bir robot geliştirip değerlendirilecekse bu sürecin 9 haftadan çok daha uzun olması gerekmektedir. Genel amaçlı robotların çok fazla özelliği olmaktadır. Bu özelliklerin değerlendirilmesi için çok daha uzun bir zaman dilimine ihtiyaç vardır.
- Robotun değerlendirilmesi sürecinde ortaokul öğrencilerinin robotik deneyimleri sınırlı olduğu için robot değerlendirilmesi yeterli olmamıştır bu nedenle robot değerlendirme sürecinde daha önce robotik kodlama deneyimine sahip öğretmenlerden de veri toplanması daha sağlıklı değerlendirme yapılmasına olanak sağlayabilir.
- Eğitsel robotun değerlendirilmesi için farklı ölçekler kullanılmıştır. Eğitsel robotların değerlendirilmesine yönelik bir ölçme aracı geliştirilebilir.
- Bir eğitsel robot geliştirilip değerlendirilmesi sürecinde farklı eğitim kademeleri çalışma grubu olarak kullanılabilir.
- Farklı bağımsız değişken kullanılarak eğitsel robotun değerlendirilmesi sağlanabilir.
- Boylamsal araştırmalarla yapılan etkinliklerin öğrencilerin meslek seçimleri üzerindeki etkisi araştırılabilir.
- Robotun tasarımının değiştirilmesi için 3B yazıcı kullanılmıştır. 3B yazıcı ile lego parçası kullanılarak robot tasarımının değiştirilmesinin karşılaştırıldığı bir çalışma yapılabilir.
- Çalışma kapsamında geliştirilen robotla birçok sensör ve motor aynı anda kullanılmaktadır. Fakat port çoklama yapılmadığından bazı sensör ve motorların aynı pinleri kullanması çeşitli çakışmalara neden olmaktadır. Özenli davranıldığında bu çakışma sorunu olmamaktadır. Tanıtım ve etkinlik kitapçığı gerekli talimatlar mevcuttur. Fakat robotun çok farklı kullanıcıları olabilir. Bu kullanıcıların her birinin aynı özeni göstermesi mümkün

olmayabilir. Bu nedenle bahsedilen çakışma sorununun olmaması için port oklama işlemi yapılması önerilir.

- Geliştirilen robot enerjisi ni çok değişik kaynaklardan alabilir. 9V pil, lipo pil, AA (kalem) pil gibi çeşitli enerji kaynakları, robotun enerji gereksinimini sağlayabilir. Bu esneklik robot kullanıcılarına bilinçli şekilde verilmiştir. Fakat bazı kullanıcılar pil kullanma, pili şarj etme hususunda bilgi sahibi olmayabilir. Bu nedenle robotla birlikte kullanılacak bir batarya nitesi oluşturulması önerilir. Pil kullanmak ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmayan kullanıcılar dâhili batarya kullanarak sorun yaşamayabilir.

Uygulamaya Yönelik neriler

- İlgili alışma bir Halk Eğitim Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Halk Eğitim Merkezi kursiyerleri gönüllü olarak kurslara katılırlar. Ve ilgili kurum örgün eğitimin bir parçası değildir. Bu nedenle öğrencilerin devamsızlık ve etkinliklere katılmak ile ilgili tutumları sorunlu olabilir. Bir sonraki haftaya kaç kişinin kursa geleceğine dair fikir sahibi olmak oldukça gttr. Bu nedenle özel bir amaç yoksa deneysel çalışmaların halk eğitim merkezleri yerine örgün eğitim kurumlarında yapılması tavsiye edilebilir.
- Bazı ğrencilerin grupla çalışmaya karşı n yargıları olabilmektedir. Bu nedenle çalışma başlangıcında grupla çalışmaya yönelik öğrencileri bilgilendirmesi tavsiye olunur.
- Uygulayıcının daha öncesinden öğrencilerle bir yakınlığı yoksa haftada bir yapılan etkinlikler öğrencilerde kopmalara neden olabilir. Bu nedenle öğrencilerle hafta içinde farklı kanallardan iletişim kurulması öğrencilerin etkinliklere karşı ilgisini canlı tutabilir.
- Robotik kodlama etkinliklerinde grupla çalışma etkinlikleri önemlidir. Bu nedenle uygulamanın gerçekleştirildiği fiziki ortamın grupla çalışmaya uygun olacak şekilde dizayn edilmesi önemlidir. Eğer dizayn edilemiyorsa fiziki ortamın buna göre seçilmesi önemlidir.
- Eğitsel robotik uygulamalarda tek ğretmen yerine iki öğretmenle etkinlikler gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Acar, S. (2009). *Web destekli performans tabanlı öğrenmede ARCS motivasyon stratejilerinin öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenmenin kalıcılığına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi* (Tez No. 234402) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara.]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Adamczyk, A.(2019). *Apple CEO Tim Cook: 'ı think every kid in the world should learn' this skill.* CNBC <https://www.cnbc.com/2019/04/30/apple-ceo-tim-cook-the-most-important-skill-for-young-people-to-learn.html>
- Adebola, S. O., Odejobi, O. A., & Koya, O. A. (2013). Design and implementation of a locally-sourced robotic arm. In *2013 Africon* (pp. 1-4). IEEE.
- Akbaş Baysal, E., Gürbüz, Ocak., & Ocak, İ. (2020). Kodlama ve arduino eğitimleri ile ilgili lise öğrencilerinin görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(74), 777-796.
- Akçay, S. (2018). *Robotik FeTemm uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyon üzerine etkileri* (Tez No. 607518) [Yüksek lisans tezi, Sıtkı Kocaman Üniversitesi-Muğla]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akdeniz B. (2021) *Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin robotik kodlama eğitimi deneyimleri* (Tez No. 694975) [Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi-Isparta]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akkaya, S. & Özbay, H. (2022). Otonom araçların akıllı ulaşım politikaları üzerindeki etkileri. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2) , 200-210. <https://doi.org/10.51513/jitsa.1160891>
- Akman-Selçuk, N. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi* (Tez No. 557781) [Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aksu, F. N. (2019). *Bilişim teknolojileri öğretmenleri gözünden robotik kodlama ve robotik yarışmaları* (Tez No. 613670) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Albo-Canals, J., Garcia-Casulleras, M., de Cordoba, D., Canaleta, X., & Gonzalez-Dachs, E. (2014, June). The educational robotic platform LSMaker EV1: Standardization vs customization. In *2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-5). IEEE.
- Alimisis, D. (2009). Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods. *School of Pedagogical and Technological Education*, 2006-9.
- Altay G.(2019). *Arduino kullanımının lise öğrencilerinin akademik başarılarına ve programlamaya yönelik tutumlarına olan etkisi* (Tez No. 536332) [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Amazon, (2023). *What is Open Source.* https://aws.amazon.com/what-is/open-source/?nc1=h_ls
- Anderson, C. (2014). *Makers: The new industrial revolution.* Crown.

- Anılan, H., & Gezer, B. (2020). Kodlama etkinliklerine ve analitik düşünme becerisine yönelik sınıf öğretmenlerinin görüşlerinin incelenmesi. *Anadolu University Journal of Education Faculty*, 4(4), 307-324.
- Atasoy, B., Yüksel, A. O., & Özdemir, S., (2018). Eğitsel robotik uygulamaların 21.yy becerilerine etkisi. *Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Sempozyumu*. İzmir. 335-336.
- Atman-Uslu, N., Yavuz, G. Ö., & Koçak-Usluel, Y. (2022). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, 1-25.
- Austin, J., Baker, H., Ball, T., Devine, J., Finney, J., De Halleux, P., & Stockdale, G. (2020). The BBC micro: bit: from the UK to the world. *Communications of the ACM*, 63(3), 62-69.
- Avcı, E. (2021). *Stem eğitime uygun tasarlanmış robotik kodlama etkinliklerinin üstün yetenekli öğrencilerin robotik ve kodlamaya karşı tutumuna etkisinin belirlenmesi* (Tez No. 536332) [Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi-Malatya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aytekin, A., Çakır, F. S., Yücel, Y. B., & Kulaöz, İ. (2018). Geleceğe yön veren kodlama bilimi ve kodlama öğrenmede kullanılabilecek bazı yöntemler. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(5), 24-41.
- Bakır, G. (2019). İnsansız hava araçlarının savunma sanayi harcamasında yeri ve önemi. *Avrasya Sosyal Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 127-134.
- Ball, T., Protzenko, J., Bishop, J., Moskal, M., De Halleux, J., Braun, M., ... & Riley, C. (2016, May). Microsoft touch develop and the BBC micro: bit. In *2016 IEEE/ACM 38th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)* (pp. 637-640). IEEE.
- Balogh, R. (2010). Educational robotic platform based on arduino. In *Proceedings of the 1st international conference on Robotics in Education, RiE2010. FEI STU, Slovakia* (pp. 119-122).
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, 4(3), 114-123.
- Barros, T. T., & Lages, W. F. (2012). Development of a firefighting robot for educational competitions. In *rd Proceedings of the 3 International Conference on Robotics in Education* (pp. 47-54).
- Bayram, A. E. (2022). *Savunma sanayinde SİHA/İHA kullanımının milli ekonomiye katkısı* (Tez No. 236339) [Yüksek lisans tezi, Altınbaş Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Brooke, J. (1996). SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 189(194), 4-7. <https://doi.org/10.1002/hbm.20701>
- Brooks, R. (2008). I, Rodney Brooks, am a robot. *IEEE spectrum*, 45(6), 68-71.
- Bütün, R., & Dündar, Ö. (2017). Kodlama eğitiminde robot kullanımı ve robotik kodlama eğitici eğitiminde öğretmenlerin tecrübe ve görüşlerinin alınması. *Human Society and Education in the Changing World* (278-295).
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.

- Cba, (2007). *Your View: How would you define a robot?*. CBANEWS. URL:https://www.cbc.ca/technology/technologyblog/2007/07/your_view_how_would_you_define.html
- Cheng, Y. W., Sun, P. C., & Chen, N. S. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & Education*, 126, 399-416.
- Chiocciariello, A., Manca, S., & Sarti, L. (2004). Children's playful learning with a robotic construction kit. In J. Siraj-Blatchford (Ed.), *Developing new technologies for young children* (pp. 93–112).
- Codingbk (2022). *Dünyada kodlama eğitimi*. <http://www.codingbk.com/dunyada-kodlama-egitimi.php>
- Collins, A. (1999). The changing infrastructure of education research. In E. Lagemann & L. Shulman (Eds.), *Issues in education research* (pp. 289-298). Jossey-Bass.
- Creswell, J. W., & Plano-Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage.
- Çağıltay K. (2011). *İnsan bilgisayar etkileşimi ve kullanılabilirlik mühendisliği: teoriden pratiğe*. ODTÜ Geliştirme Vakfı.
- Çam, E. (2019). *Robotik destekli programlama eğitiminin problem çözme becerisi, akademik başarı ve motivasyona etkisi* (Tez No. 605232) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çavuş, M. F., & Kurt, H. S. (2017). Kamu kurumlarında açık kaynak kodlu yazılımların kullanımı. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 39-49.
- Çelik, Ş. B. (2019). *Robotik programlama eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Tez No. 436379) [Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi -İsparta]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi* (Tez No. 736379) [Yüksek lisans tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi -Niğde]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Damar, M. (2022). Yazılım sektörünün iki lider ülkesi hindistan ve irlanda, gelişmekte olan ülkeler için öneriler. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 6(1), 29-52.
- Diñer, S. & Doğanay, A. (2016). Öğretim materyali'ne ilişkin motivasyon ölçeği (ÖMMÖ) Türkçe uyarlama çalışması. *İlköğretim Online*, 15(4), 1131-1148.
- Docs.Makeblock(2023). *mc core – main control board for mbot*. <http://docs.makeblock.com/diy-platform/en/electronic-modules/main-control-boards/mcore.html>
- Dönmez, İ. (2017). STEM eğitimi çerçevesinde robotik turnuvalara yönelik öğrenci ve takım koçlarının görüşleri (bilim kahramanları buluşuyor örneği). *Eğitim Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 25-42.
- Duckett, T., Pearson, S., Blackmore, S., Grieve, B., Chen, W. H., Cielniak, G..., & Yang, G. Z. (2018). Agricultural robotics: the future of robotic agriculture. *arXiv preprint arXiv:1806.06762*.
- Duran, E. (2022). Arduino nano tabanlı bir eğitim robotu geliştirilmesi: myNanoBot. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 15(1), 25-33.
- Eroğlu, S. (2018). *Atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamalarının akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi*. (Tez

No. 533367) [Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi -Kayseri]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi

- Ersoy, H., Madran, R. O., & Gülbahar, Y. (2011). Programlama dilleri öğretimine bir model önerisi: robot programlama. *Akademik bilişim*, 11, 731-736.
- Erten, E. (2019). *Kodlama ve robotik öğretimi üzerine bir durum çalışması* (Tez No. 614009) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi -Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Eskici, G. Y., Mercan, S., & Hakverdi, F. (2020). Robotik kodlama eğitiminden yansımalar: zihinsel imajlar. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 30-64.
- Fatsa, Ö. F., & Turan, Z. Eğitsel robotik setlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Öğretim Teknolojisi ve Hayat Boyu Öğrenme Dergisi*, 3(2), 144-175.
- Fatsa, Ö.F. (2022). Kültürel öğelerle donatılmış robotik kodlama aracının öğrenci tutumuna etkisi. *Uluslararası Kendin Yap Atölyeleri Sempozyumu II*. Afyonkarahisar. 2012. 342-349.
- Fırat, O. Z. & Fırat, S. Ü. (2017). Endüstri 4.0 yolculuğunda trendler ve robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 211–223.
- Fidan, U. & Yalçın, Y. (2012). Robot eğitim seti lego nxt. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 1-8.
- First Lego League, (2022). What is first® lego® league? <https://www.firstlegoleague.org/about>
- Fortunati, L., Manganelli, A. M., & Ferrin, G. (2020). Arts and crafts robots or LEGO® MINDSTORMS robots? A comparative study in educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-24.
- Gartner (2019). *Gartner top 10 strategic technology trends for 2020* <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>
- George, D. (2011). *SPSS for windows step by step: A simple study guide and reference*, 17.0 update, 10/e. Pearson Education India.
- Gezgin, D. M., Emirhan, A. Z. A. Z., & Atabay, E. (2022). Ortaokul öğrencilerinin robotik ve kodlama eğitimi başarılarına işbirlikli öğrenme tutumu, problem çözme becerisi algısı ve kişilik tiplerinin etkisi: bir nedensel karşılaştırma araştırması. *Journal Of Instructional Technologies And Teacher Education*, 11(2), 28-42.
- Gomoll, A., Šabanović, S., Tolar, E., Hmelo-Silver, C. E., Francisco, M., & Lawlor, O. (2018). Between the social and the technical: Negotiation of human-centered robotics design in a middle school classroom. *International Journal of Social Robotics*, 10(3), 309–324.
- Görçün, Ö. F. (2018). Lojistikte teknoloji kullanımı ve robotik sistemler-technology utilization in logistics and robotic systems. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(24), 351-368.
- Groom V., L. Takayama and C. Nass, (2020) "I am my robot: The impact of robot-building and robot form on operators", *Proceedings of the Human-Robot Interaction Conference: HRI* (pp. 31-36).
- Guizze, E. (2023). What is the robot?. <https://robotsguide.com/learn/what-is-a-robot>
- Güçlü A. (2019) *Teknolojiyi tüketen değil üreten bir gençlik için (1)* Milliyet Gazetesi. <https://www.milliyet.com.tr/yazarlar/abbas-guclu/teknolojiyi-tuketen-degil-ureten-bir-genclik-icin-1-2804711>

- Güven, G. & Çakır, N.K. (2020). Investigation of the opinions of teachers who received inservice training for Arduino-assisted robotic coding applications. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 15(1), 253-274.
- Hangün, M. E., Kalinkara, Y., Bayer, H., & Tekin, A. (2022). Eğitimde robotik kullanımına yönelik araştırmaların incelenmesi: bir içerik analizi çalışması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 558-578.
- Horn, M. S., Solovey, E. T., Crouser, R. J., & Jacob, R. J. (2009, April). *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, 975-984. ACM
- Instructables (2023). *Voice activated arduino blinds*. <https://www.instructables.com/Voice-Activated-Arduino-Blinds/>
- Johal, W., Castellano, G., Tanaka, F., & Okita, S. (2018). Robots for learning. *Special Issue of the International Journal of Social Robotics*, 10(3), 293–294.
- Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 higher education edition* (pp. 1-50). The New Media Consortium.
- Johnstone, S. M. (2005). Open educational resources serve the world. *Educause Quarterly*, 28(3), 15.
- Kadirhan, Z., Gül, A., & Battal, A. (2015). Sistem kullanılabilirlik ölçeği: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Journal of Educational Sciences & Practices*, 14(28).
- Kahraman, R., Omurca, A., Şerifoğlu, O. B., Aldemir, F., Şengül, A., Kutlu, F. A., & Demir, E. (2022). Ağır yük altında çalışan ve engelli bireyler için yük taşıyabilen paletli ve iki ayaklı prototip robot tasarımı. *Academic Perspective Procedia*, 5(3), 198-209.
- Karadağ, E. (2021). Küreselleşme çağında güney afrika'nın ubuntu ruhu. *Africana*, 1(2), 69-79.
- Karademir, T., Cesur, A., Büyükgene, G., Kaba, Ö. S., & Kesici, Y. (2018). Teknolojik ritimler: müzik eğitiminde robotik uygulamaların kullanımı. *Ilkogretim Online*, 17(2).
- Karasar, N. (2019). *Scientific research method: Concepts, principles, techniques* (34th Edition). Nobel Academic.
- Karataş, H. (2021). 21. yy. becerilerinden robotik ve kodlama eğitiminin türkiye ve dünyadaki yeri. *21. Yüzyılda Eğitim Ve Toplum Eğitim Bilimleri Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(30), 693-729.
- Kasalak, İ. (2017). *Robotik kodlama etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin kodlamaya ilişkin özyeterlik algılarına etkisi ve etkinliklere ilişkin öğrenci yaşantıları* (Tez No. 454911) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi -Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Kaya M. A., Korkmaz, Ö., & Çakır, R. (2020). Oyunlaştırılmış robot etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(1), 54-70.
- Keller, J. M. (1993). *Manual for instructional materials motivational survey* (IMMS). Tallahassee FL.
- Keller, J. M. (2006). *Development of two measures of learner motivation: CIS and IMMS*. Florida State University.
- Keller, J.M. (2010). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer.

- Kılınç, A. (2014). *Robotik teknolojisinin 7. sınıf ışık ünitesi öğretiminde kullanımı* (Tez No. 745389) [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi- Kayseri]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Kıran, B. (2018). *Üstün yetenekli ortaokul öğrencilerinin proje tabanlı temel robotik eğitim süreçlerindeki yaratıcı, yansıtıcı düşünme ve problem çözme becerilerine ilişkin davranışlarının ve görüşlerinin incelenmesi*. (Tez No. 245387) [Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi- Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Kocaçıl, S. (2020). *Programlanabilir eğitsel oyuncak robot tasarımı ve okul öncesi dönemde kullanılması* (Tez No. 245277) [Yüksek lisans tezi, Kocatepe Üniversitesi- Afyonkarahisar]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Kocalar, K. (2020). *Yerli ve milli deneyap yazılım kartı teknofest'te tanıtıldı*. Anadolu Ajansı <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/yerli-ve-milli-deneyap-yazilim-karti-teknofestte-tanitildi-/1985573>
- Kochlân, M., & Hodon, M. (2014, September). Open hardware modular educational robotic platform—Yrobot. In *2014 23rd International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD)* (pp. 1-6). IEEE.
- Koç, A. (2019). *Okul öncesi ve temel fen eğitiminde robotik destekli ve basit malzemelerle yapılan STEM uygulamalarının karşılaştırılması* (Tez No. 345277) [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi- Kayseri]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Koç- enol, A., & Büyük, U. (2012). *Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: RoboLab* (Tez No. 545277) [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi- Kayseri]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Konanç, S. (2022). *Fen bilgisi, bilişim teknolojileri ve ortaokul matematik öğretmenlerinin kodlama öğretimine yönelik görüşleri* (Tez No. 645277) [Yüksek lisans tezi,  oruh Üniversitesi- Artvin]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Küçük, G. (2022). *Siyasal pazarlama bağlamında, 2020 Karaba  savaşında İHA ve SİHA'ların  nemi* (Tez No. 443272) [Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi- Aydın]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Küçük, S., &  i man, B. (2017). Birebir robotik  ğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1).
- Küçükkara, M. F., & Aksüt, P. (2021). Okul  ncesi dönemde bilgisayarsız kodlama  ğitimine bir  rnek:problem   zme becerileri için etkinlik temelli algoritma. *Journal of Inquiry Based Activities*, 11(2), 81-91.
- Kva  ayov , N., Mansell, M., C pay, M., & Bellayov , M. (2021). The BBC micro: bit in Slovakia. In *2021 International Conference on Information and Digital Technologies (IDT)* (pp. 359-365). IEEE.
- Kwon, B. R., & Lee, J. (2017). What makes a maker: The motivation for the maker movement in ICT. *Information Technology for Development*, 23(2), 318–335.
- Kynigos, C. (2004). A “black-and-white box” approach to user empowerment with component computing. *Interactive Learning Environments*, 12(1-2), 27–71. <https://doi.org/10.1080/1049482042000300896>
- Kynigos, C. (2004). A “black-and-white box” approach to user empowerment with component computing. *Interactive Learning Environments*, 12(1-2), 27–71. <https://doi.org/10.1080/1049482042000300896>
- Lego Education (2023). *LEGO   ğrenme Sisteminin Tanıtımı*. <https://education.lego.com/tr-tr/>

- Logicsacademy (2023). *Meet mbot – construct, control and code*. <https://logicsacademy.com/mbot/>
- Lund, H. H., Exner, M., Jensen, N. E., Leggieri, M., Outzen, M., Ravn-Haren, G., ... & Andersen, R. (2022). Growbot: an educational robotic system for growing food. *Applied Sciences*, 12(11), 5539.
- Makeblock (2023). *Makeblock mbot: kid's first robot kit for diy and stem learning reviews post a review*. <https://www.makeblock.com/products/buy-mbot?variant=37655278420167>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence based inquiry* (7nd ed.). Pearson.
- Mondada, F., Bonani, M., Riedo, F., Briod, M., Pereyre, L., Rétornaz, P., & Magnenat, S. (2017). Bringing robotics to formal education: The thymio open-source hardware robot. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 24(1), 77-85.
- Morrison, D. (2003). *E-learning strategies: How to get implementation and delivery right first time*. John Wiley and Sons Inc.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 1–7
- Nato (2020). *Science & Technology Trends 2020-2040*. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf
- Noone, M., & Mooney, A. (2018). Visual and textual programming languages: a systematic review of the literature. *Journal of Computers in Education*, 5(2), 149-174.
- NTV. (2023). *Bayraktar tb2 drone'larına övgü: 3 silah rusya-ukrayna savaşının seyrini nasıl değiştirdi?*. <https://www.ntv.com.tr/galeri/dunya/bayraktar-tb2-dronelarina-ovgu-3-silah-rusya-ukrayna-savasinin-seyrini-nasil-degistirdi,JNyDLspaPkuNsm4fTYlQCQ>
- Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı-mbot örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497.
- Okur, M.C. (2007). Yazılım endüstrisinin geleceği: gelişmekte olan ülkeler ve türkiye. *Journal of Yasar University*, 2(7), 651-660.
- Oluk, A. & Korkmaz, Ö. (2018). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin eğitsel robotların kullanımına yönelik görüşleri. S. Dinçer(Eds), *Değişen Dünyada Eğitim*. (pp.215-224). Pegem. <https://doi.org/10.14527/3381>
- Oruç, M. A. (2019). *İstihbaratın geleceği: Siber uzayda istihbarat ve karşı istihbarat faaliyetlerinde yapay zekâ ve veri bilimi kullanımı* (Tez No. 325227) [Yüksek lisans tezi, Aydın Üniversitesi- İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Ölmez, H. S., & Dai, N. (2016). Özgür açık kaynak yazılım stratejilerinin Türkiye bilgi toplumu hedefleri içerisindeki önemi. *Journal of Sabancı University*, 3(7), 420-440.
- Özkandemir, O. (2019). *İlkokul müzik derslerinde robotik ve kodlama programlarının kullanılmasına yönelik örnek bir çalışma* (Tez No. 623227) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi- İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Plaza, P., Sancristobal, E., Fernandez, G., Castro, M., & Pérez, C. (2016, June). Collaborative robotic educational tool based on programmable logic and Arduino. In *2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAE)* (pp. 1-8). IEEE.

- Ramazanoğlu, M. (2021). Robotik kodlama uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilgisayara yönelik tutumlarına ve bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlilik algılarına etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(1), 163-174.
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. A. (2004). Developmental research: Studies of instructional design and development. *Handbook of research for educational communications and technology*, (2th Edition), (pp.1099-1130). Routledge.
- Rihtaršič, D., Avsec, S., & Kocijancic, S. (2016). Experiential learning of electronics subject matter in middle school robotics courses. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 205–224.
- Robots (2020). *What is the robot*. <https://robots.ieee.org/learn/what-is-a-robot/>
- Sáenz Zamarrón, D., Arana de las Casas, N. I., García Grajeda, E., Alatorre Ávila, J. F., & Naciff Arroyo, J. U. (2020). Educational robot arm development. *Computación y Sistemas*, 24(4), 1387-1401.
- Salahlı, M. A., & Yalçın, R., (2019). *İlköğretim öğrencilerinin programlama becerilerinin geliştirilmesi için robot teknolojilerinin kullanılması*. X. International Congress on Research in Education (ICRE) X. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi (pp.22-40). Antalya, Turkey
- Sauro, J. (2011). *A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices*. Measuring Usability LLC.
- Scaradozzi, D., Screpanti, L., & Cesaretti, L. (2019). Towards a definition of educational robotics: a classification of tools, experiences and assessments. In *Smart learning with educational robotics* (pp. 63-92). Springer, Cham.
- Sinap, V., & Demirer, V. (2022) Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik arduino etkinliklerinin kullanılması: bir eylem araştırması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 12(2), 351-376.
- Sönmez, S., & Şahinkaya, Y. (2021). Maker öğretmenlerin maker hareketi ve robotik kodlama faaliyetlerine ilişkin görüşleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(7), 277-296.
- Store Arduino (2023). *Arduino nano*. Arduino. <https://store.arduino.cc/products/arduino-nano>
- Stuedahl, D. (2012). David Gauntlett: Making is connecting. The Social Meaning of creativity, from DIY and knitting to YouTube and Web 2.0. *MedieKultur: Journal of media and communication research*, 29(54), 3-p.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2019). Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology Design Education*, 29(5), 1033-1051.
- Şanal, S. Ö., & Erdem, M. (2017). Kodlama ve robotik çalışmalarını problem çözme süreçlerine etkisi: sesli düşünme protokol analizi. *Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu*, 24-26.
- Şimşek, K. (2019). *Fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi* (Tez No. 723229) [Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Şişman, B., ve Küçük, S. (2018). Ortaokul öğrencilerine yönelik Türkçe robotik tutum ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 284-299.

- Talan, T. (2020). Eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 34(2), 503-522
- Tatlısu, M. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarda probleme dayalı öğrenmenin ilkökul öğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisi* (Tez No. 623227) [Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi- Bursa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Tekin, Y. (2020) *Matematik öğretiminde robotik etkinliklerin öğrencilerin derse yönelik güdülenme, tutum ve başarılarına etkisi ve bir eğitim ortamı önerisi* (Tez No. 373245) [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi- Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Tekin, Y., & Keser, H. (2020). Matematik öğretiminde robotik etkinlikler kullanılmasının başarıya etkisi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(34), 472-493.
- Terra, A. (2023). *The future of robotics: how robots will transform our lives*. SIMPLILEARN. <https://www.simplilearn.com/future-of-robotics-article>
- Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 148-163.
- Topu, F. B., Baydaş, Ö., Turan, Z., ve Göktaş, Y. (2013). Öğretim teknolojisi araştırmalarında geçerlik ve güvenirlik önlemleri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(1), 110-126.
- Topuz, A. C., Çoban, H. H., Arslan, S., & Tufançlı, S. (2019). ekonomik ve işlevsel bir robotik eğitim setinin geliştirilmesi: ARUbot. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 121-138.
- Tuomi, I. (2013). Open educational resources and the transformation of education. *European Journal of Education*, 48(1), 58-78.
- Vandavelde, C., Wyffels, F., Ciocci, M. C., Vanderborght, B., & Saldien, J. (2016). Design and evaluation of a DIY construction system for educational robot kits. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(4), 521-540.
- Vega, J., & Cañas, J. M. (2018). PiBot: An open low-cost robotic platform with camera for STEM education. *Electronics*, 7(12), 430.
- Vega, J., & Cañas, J. M. (2019). PyBoKids: an innovative python-based educational framework using real and simulated arduino robots. *Electronics*, 8(8), 899.
- Vex Robotic (2023). *Vex iq education kit (2nd generation)*. <https://www.vexrobotics.com/228-8899.html>
- Vurgun, Y., Tarı, M., Akcan, T., & Taşpınar, Y. S. (2019). İşitme engelli öğrencilerin robotik kodlama becerilerinin incelenmesi. *Engelsiz Bilişim 2019*, 93.
- Weinstein, J. & Perez-Gascon, A.(2022). *What is coding? Coding definition and what coding is used for*. Careerkarma. <https://careerkarma.com/blog/what-is-coding-used-for/>
- Wikipedia, (2023). *Lego mindstorms* https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms
- Williamson, J. (2020). *How nations around the world are investing in robotics research?*. The Manufacturer. URL:<https://www.themanufacturer.com/articles/how-nations-around-the-world-are-investing-in-robotics-research/>
- Wood, S. (2003). *Robotics In The Classroom: A Teaching Tool for K- 12 Educators*. Symposium of Growing up with Science and Technology in the 21st Century, Virginia, ABD.

- WRO (2018), *Genel kurallar*. <https://wroturkiye.org/wp-content/uploads/2021/03/16-Genel-Kurallar.pdf>
- WRO, (2022). *Program hakkında*. <https://wroturkiye.org/program-hakkinda/>
- Yalçın, R. (2019). *Robotik teknolojilerinin ortaokul öğrencilerinin programlama becerisine etkisi*. (Tez No. 723246) [Yüksek lisans tezi, On sekiz Mart Üniversitesi- Çanakkale]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Yılmaz, İ. (2021). *Bilişim Teknolojileri öğretmenleri bakış açısıyla robotik ve kodlamanın Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersine entegrasyonunun niteliklerinin belirlenmesi*. (Tez No. 723246) [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi- Bursa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Yolcu, V. & Demirer, V. (2017). A review on the studies about the use of robotic technologies in education. *SDU International Journal of Educational Studies* , 4(2) , 127-139 .
- Yolcu, V. (2018). *Programlama eğitiminde robotik kullanımının akademik başarı, bilgi-işlemsel düşünme becerisi ve öğrenme transferine etkisi*. (Tez No. 218246) [Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi- Isparta]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Yurttaş, Ş. (2021). *Grupla mühendislik tasarım temelli robotik uygulamalarının öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem çözme becerileri ve motivasyonu üzerindeki etkisi* (Tez No. 243247) [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi- Bursa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Yücel, E., Gökrem, L., & Tuncer, N. (2021) Okul öncesi eğitimde kullanılabilecek bir robotik materyal oluşturulması. *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, (14), 17-28.
- Zeng, C., Zhou, H., Ye, W., & Gu, X. (2022). iArm: Design an educational robotic arm kit for inspiring students' computational thinking. *Sensors*, 22(8), 2957.
- Zengin, M. (2016). İlkokul, ortaokul ve lise öğrencilerin disiplinlerarası eğitim & öğretiminde robotik sistemlerinin kullanımına yönelik görüşleri. *Journal of Gifted Education Research*, 4(2).

EKLER

EK-1 SİSTEM KULLANILABİLİRLİK ÖLÇEĞİ

Ölçekte yer alan her bir madde 1 ile 5 arasında bir değer almaktadır .

(1 = Kesinlikle Katılmıyorum, 2 = Katılmıyorum, 3 = Kararsızım, 4 = Katılıyorum, 5 = Kesinlikle Katılıyorum).

	1	2	3	4	5
1. Bu sistemi sıklıkla kullanacağımı düşünüyorum					
2.Sistemi gereksiz bir şekilde karmaşık buldum					
3.Sistemin kolay kullanıldığını düşündüm					
4.Bu sistemi kullanabilmek için teknik bir kişinin desteğine ihtiyacım olabileceğini düşünüyorum.					
5.Sistemdeki çeşitli fonksiyonları iyi entegre edilmiş şekilde buldum.					
6.Sistemde çok fazla tutarsızlık olduğunu düşündüm.					
7.Birçok insanın bu sistemi hızlı bir şekilde kullanabileceğini düşünüyorum.					
8.Sistemin kullanımını çok hantal buldum.					
9.Sistemi kullanırken kendimden emindim.					
10.Sisteme giriş yapmadan önce birçok şey öğrenmem gerekti.					

EK-2 ROBOTİK TUTUM ÖLÇEĞİ

ROBOTİK ETKİNLİKLERİ TUTUM ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler, aşağıda gerçekleştirdiğiniz robotik etkinliklerine yönelik tutumunuzu belirlemek amacıyla çeşitli sorular yer almaktadır. Soruların herhangi bir doğru ya da yanlış cevabı yoktur. Soruları görüşleriniz doğrultusunda içtenlikle ve samimi bir şekilde cevaplamanız beklenmektedir. Lütfen hiçbir soruyu cevapsız bırakmayınız. İlginiz ve katkılarınız için teşekkür ederiz.

1. Cinsiyetiniz: ☐ Kız ☐ Erkek

2. Yaşınız :

3 Aşağıdaki ifadeleri okuyarak size en uygun seçeneği işaretleyiniz.

(1: Kesinlikle Katılmıyorum; 2: Katılmıyorum; 3: Kararsızım; 4: Katılıyorum; 5: Kesinlikle Katılıyorum)

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	1	2	3	4	5
1. Robotik hakkında daha fazla bilgi edinmek isterim.					
2. Robotlar ile ilgili yeni bilgiler öğrenmekten hoşlanırım.					
3. Robotik etkinlikleri yapmaktan hoşlanırım.					
4. Robotlar hakkında çok şey öğrenebileceğimi biliyorum.					
5. Robotlar hakkında elimden geldiğince bilgi araştırırım.					
6. Robotlar ile ilgili şeyler öğrenmek benim için önemlidir.					
7. Robotlar hakkında TV programları izlemeyi ve/veya kitap okumayı severim.					
8. Robotlarla ilgili şeyler keşfetmek ilgi alanıma girer.					
9. Karmaşık olsa bile, robotik teknolojisiyle ilgili her şeyi öğrenmek isterim.					
10. Robotik ile ilgili yeni fikirleri keşfetmekten zevk alırım.					
11. Robotik benim ilgimi çeker.					
12. Robotların nasıl çalıştıkları konusunda meraklıyım.					
13. Ben robotik alanında uzman olabilecek bir kişiyim.					
14. Bir bilgisayar programı yazabilirim.					
15. Bir robot programlayabilirim.					
16. Robot yapabilme yeteneğime güvenirim.					
17. Robot yapmada iyiyimdir.					
18. Bir robot yapabilirim.					
19. Mantıklı düşünmede iyiyimdir.					
20. Karmaşık problemleri çözmeyi severim.					
21. Problemleri mantıklı bir şekilde çözerim.					
22. Fikirlerimi grubuma iletebilirim.					
23. İyi bir grup üyesiyimdir.					
24. Grup olarak çalışmaktan hoşlanırım.					

EK-3 YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU SORULARI

Merhaba ben Ömer Faruk FATSA, Bilişim Teknolojileri öğretmeni olarak görev yapmaktayım. Bu çalışma kapsamında bir eğitsel robot geliştirdim. Bu nedenle robotla ilgili sizlere çeşitli sorular soracağım. Bu araştırmada yapılan tüm görüşmelerde verilen bilgiler sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgiler tamamen gizli tutulacaktır. Görüşme yaklaşık 15 dakika sürecektir.

1. Robotik kodlama ile ilgili bu çalışmadan önce bir deneyim yaşadınız mı? Cevabınız evetse lütfen deneyiminizi açıklayınız.
2. Arduino temelli robotik kodlama eğitiminin size sağladığı katkıları nasıl değerlendiriniz.
3. Gerçekleştirilen etkinlikler sürecince Robotik Kodlamaya karşı kendinizi yeterli/yetersiz hissettiniz mi?
 - a. Robotu farklı şekillerde geliştirebilir misiniz?
4. Önceki düşüncelerinizle karşılattığınızda, şu anda robotik kodlama ile ne kadar ilgilisiniz?
5. Etkinliklerini gerçekleştirirken herhangi bir zorlukla karşılaştınız mı? Karşılaştıysanız lütfen belirtiniz.
6. Grupla ya da tek başına çalışmakla ilgili fikirleriniz nelerdir?
7. Arduino temelli robotik materyaller ile ilgili düşünceleriniz nelerdir?

Sonda

- a) Eğer beğendiyseniz olumlu olarak gördüğünüz kısımlar nelerdir?
- b) Materyalin eksik gördüğünüz yönleri var mıydı? Varsa daha iyi nasıl olabilirdi?
- c) Robotu kullanırken hazır tasarımlı bir robot mu tercih edersiniz? Yoksa tasarımı size ait bir robot mu? Neden?
- d) Yapılan Etkinlikler için içinde hangi etkinlik/etkinlikler sizi diğerlerinden daha çok mutlu etti.

EK-4 ÖĞRETİM MATERYALİ MOTİVASYON ÖLÇEĞİ

1. Bu dersi ilk gördüğümde benim için kolay olacağını düşündüm.	1	2	3	4	5
2. Bu dersin başında ilgimi çeken ilginç şeyler vardı.	1	2	3	4	5
3. Bu ders materyalini/aracını (bilgisayar, kitap gibi) tahmin ettiğimden daha kolay anladım.	1	2	3	4	5
4. Giriş bilgilerini okuduktan/dinledikten sonra, bu dersten neler öğrenmem gerektiğinden emin oldum.	1	2	3	4	5
5. Bu dersin alıştırmalarını yapmak, bana başarı duygusu kazandırdı.	1	2	3	4	5
6. Bu dersin içeriğinin önceden öğrendiklerimle nasıl ilişkisi olduğu benim için açık ve netti	1	2	3	4	5
7. Ders materyalinde/aracında olması gerektiği kadar bilgi vardı. Önemli olan şeyleri ayırabildim.	1	2	3	4	5
8. Bu derste kullanılan materyal/ders aracı dikkat çekiciydi.	1	2	3	4	5
9. Bu ders materyalinin/aracının, bazı insanlar için nasıl önemli olabileceğini gösteren resim, hikaye ya da örnekler vardı.	1	2	3	4	5
10. Bu dersi başarıyla tamamlamak benim için önemliydi.	1	2	3	4	5
11. Yazıların/seslerin kalitesi, derse dikkatimi vermemi kolaylaştırdı.	1	2	3	4	5
12. Bu derse çalıştıkça konuları öğreneceğimden emin oldum.	1	2	3	4	5
13. Bu dersten o kadar keyif aldım ki bu konuyla ilgili daha çok şey öğrenmek istedim.	1	2	3	4	5
14. Bu materyalde/ders aracında ders anlatımları zevkliydi.	1	2	3	4	5
15. Bu materyalin/ders aracının içeriği ilgimi çeken konulara göre hazırlanmıştı.	1	2	3	4	5
16. Bilgilerin ders materyalinde düzenleniş biçimi, dikkatimi vermemi kolaylaştırdı.	1	2	3	4	5
17. Ders materyalinde, bu derste bilgileri insanların nasıl kullandığına dair örnekler ve açıklamalar vardı.	1	2	3	4	5
18. Bu derste alıştırmalar çok kolaydı.	1	2	3	4	5
19. Bu derste merak uyandıran şeyler vardı.	1	2	3	4	5
20. Bu dersi çalışmaktan gerçekten zevk aldım.	1	2	3	4	5
21. Bu derste konu tekrarların sayısı yeterliydi. Hiç sıkılmadım.	1	2	3	4	5
22. Bu derste bilgiler ve bilgilerin veriliş şekli, bu dersin önemli olduğunu düşünmemi sağladı.	1	2	3	4	5
23. Bu derste tahmin etmediğim ya da şaşırtıcı ve yararlı bilgiler öğrendim.	1	2	3	4	5
24. Bu dersi bir süre çalıştıktan sonra, bu dersten başarılı olacağıma emin oldum.	1	2	3	4	5
25. Alıştırmalardan sonraki dönütler (geri bildirimler/yorumlar) çalışmamın karşılığını aldığımı hissetmemi sağladı.	1	2	3	4	5
26. Okuma parçaları, alıştırmalar, resimler, videolar, sesler gibi çeşitli öğeler derse dikkatimi vermeme yardımcı oldu.	1	2	3	4	5
27. Ders materyalindeki yazıların şekli benim için uygundu.	1	2	3	4	5

28. Bu dersin içeriğini, kendi hayatımdaki şeylerle ilişkilendirebildim.	1	2	3	4	5
29. Bu dersi başarıyla tamamlamak kendimi iyi hissettirdi.	1	2	3	4	5
30. Bu ders içeriğinin, benim için faydalı olacağına inandım.	1	2	3	4	5
31. Bu ders materyalinin tüm bölümlerini anladım.	1	2	3	4	5
32. Ders materyali içeriği iyi hazırlanmıştı. Bu nedenle derste başarılı olacağıma dair güvenim arttı.	1	2	3	4	5
33. Ders o kadar güzel hazırlanmıştı ki bu dersi işlemek benim için bir zevkti.	1	2	3	4	5

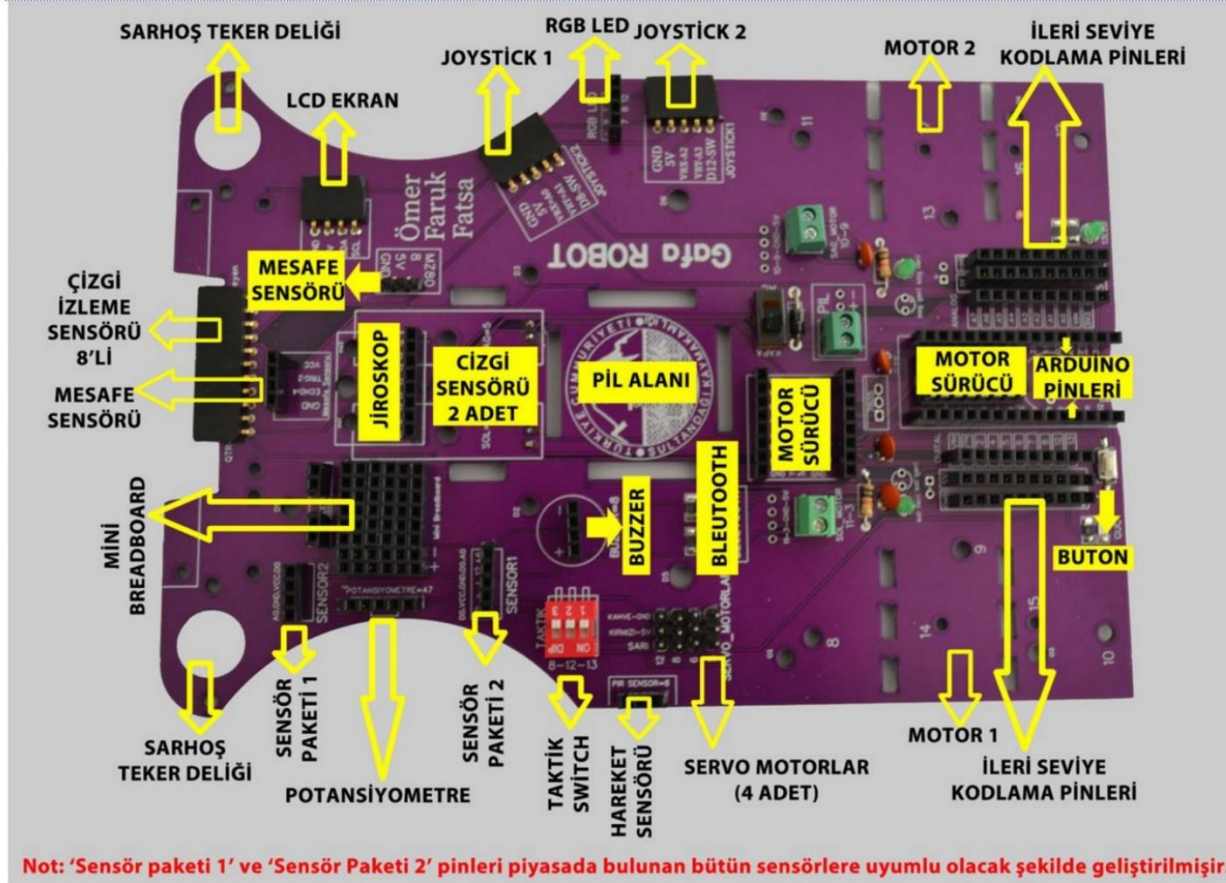


İçindekiler Tablosu

Etkinlik 1	: Robotları Tanıyalım.....	2
Etkinlik 2	: Gafa Robotu Tanıyalım	3
Etkinlik 3	: Led Yakma.....	8
Etkinlik 4	: Buzzer ile Nota Çalma	9
Etkinlik 5	: Mesafe Sensörü Kullanma (Park Sensörü).....	10
Etkinlik 6	: Algoritma Nedir?	11
Etkinlik 7	: Hareket Enerjisini Elektrik Enerjisine Çevirme	12
Etkinlik 8	: Motor Kontrolü	13
Etkinlik 9	: Engelden Kaçan Robot Yapımı.....	14
Etkinlik 10	: Bluetooth ile Lamba Yakma	15
Etkinlik 11	: Mobil Uygulama Geliştirme	16
Etkinlik 12	: Bluetooth Kontrollü Araba	18
Etkinlik 13	: Değişken Tanımlama/Park Sensörü Uygulaması.....	20
Etkinlik 14	: Sesle Yanan Led	21
Etkinlik 15	: Robotik Kol Yapımı	22
Etkinlik 16	: Örümcek Araba Yapımı	23

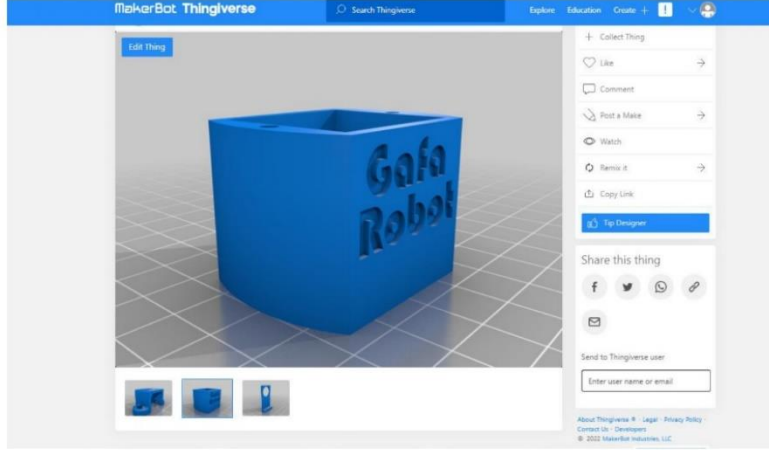
Etkinlik No :2	Hafta /Süre : 1/2 Ders Saati	Etkinlik Adı : Gafa Robotu Tanıyalım.
Etkinlik Adı : Gafa Robotu Tanıyalım		
Kazanımlar : Gafa Robotu Tanır ve Temel Bileşenlerini kullanmayı öğrenir		

Robot tanıtım görseli (robotun sade görünümü):



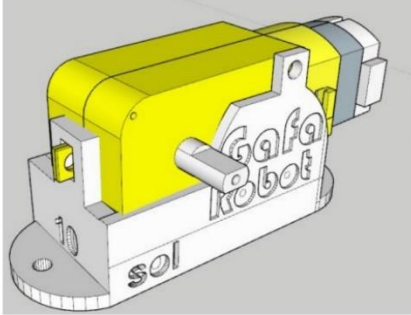
3 Boyutlu Materyaller:

Robot için tasarlanmış 3B materyallere aşağıdaki adresten ulaşılabilir.

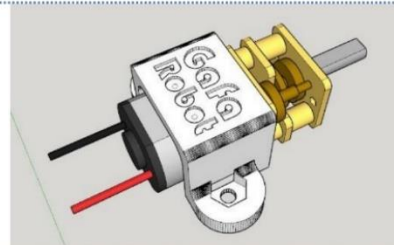


Bu adreste pil tutucu, mz80 mesafe sensörü tutucu, mikro metal motor tutucu ve plastik dişli motor tutucuya ulaşılabilir.

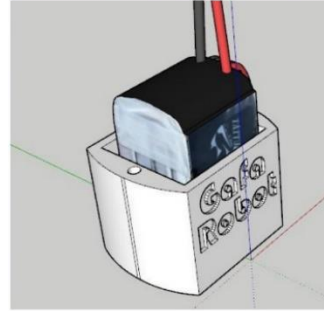
<https://www.thingiverse.com/thing:5441389>



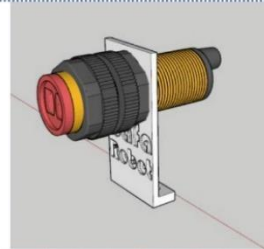
Plastik dişli L tipi motor şeklindeki gibi motor tutuculara bağlanabilir. Motor tutucuların üzerinde sağ ve sol yazmaktadır. Ve robota m3 vida ve somunlarla bağlanacaklardır. Numaralara uygun olacak şekilde vidalanacaktır.



Metal dişli motor tutucu şeklindeki gibidir. M2 vida ve somunlarla robota bağlanır. Sol motor için 14,15 nolu delikler, sağ motor için 16,17 nolu bağlantı noktaları kullanılacaktır.



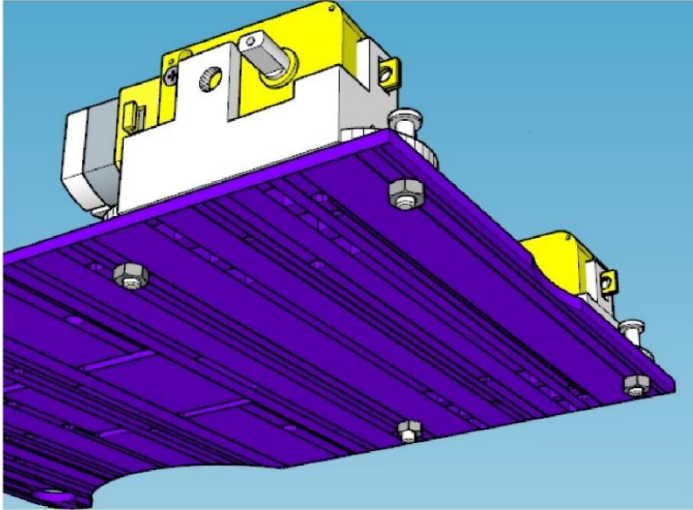
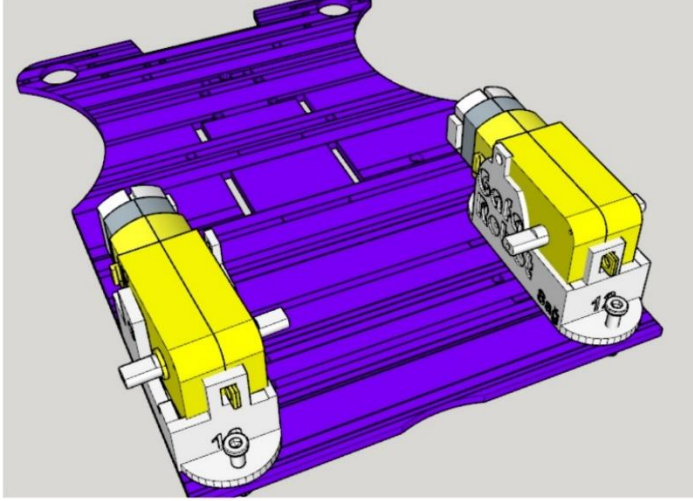
Şekildeki pil tutucu robotun orta noktasında bulunan alana yerleştirilecektir. M3 vidalar yardımıyla alt taraftan sabitlenecektir.



Mz80 mesafe sensörü şeklindeki gibi kullanılabilir. M2 vida ve somunlar yardımıyla alt taraftan sabitlenebilir. Mz1 ve Mz2 isimli delikler bu sensör içindir.

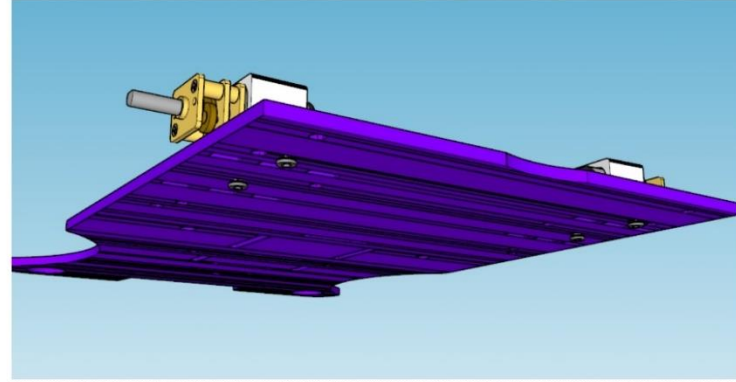
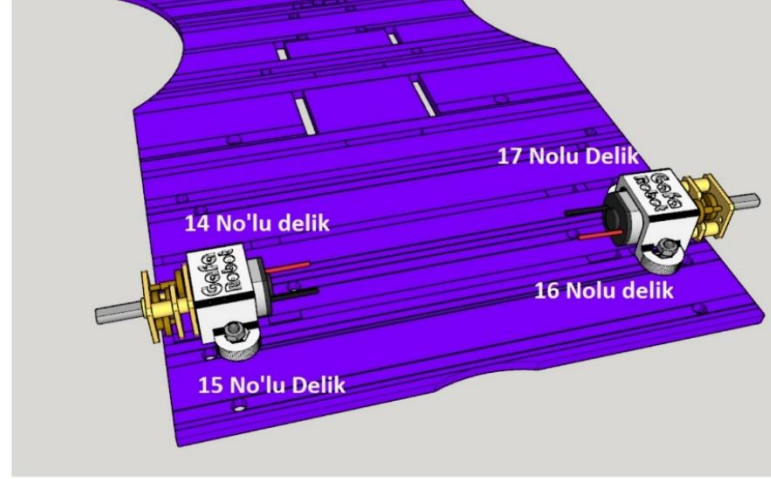
Motorların sabitlenmesi (L tipi, plastik dişli motor):

M3 vida ve somunlarla birlikte motorlar şekildeki gibi bağlanabilir.



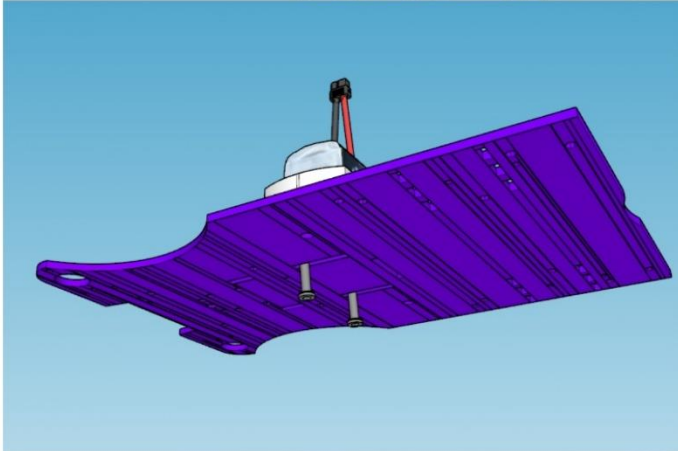
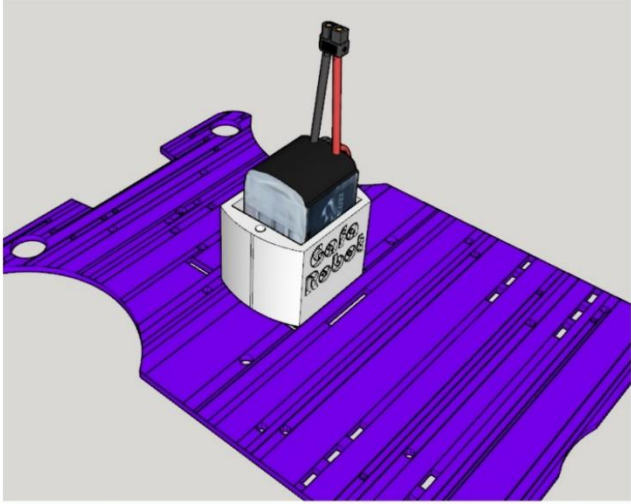
Motorların sabitlenmesi (mikro motor, metal dişli motor):

M2 vida ve somunlarla birlikte motorlar şekildeki gibi bağlanabilir.



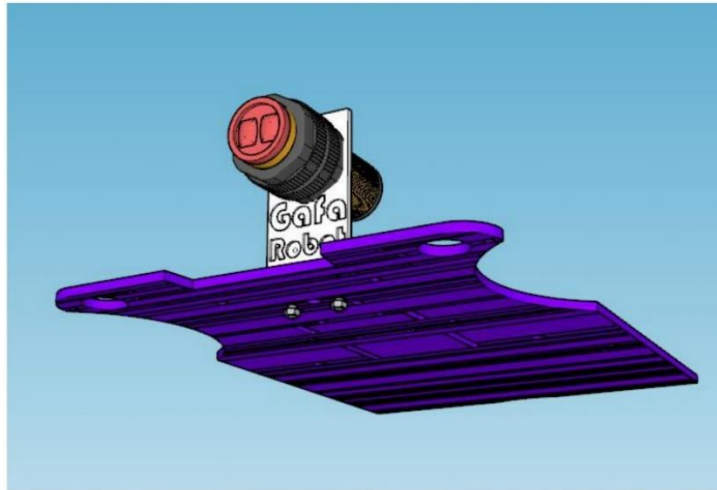
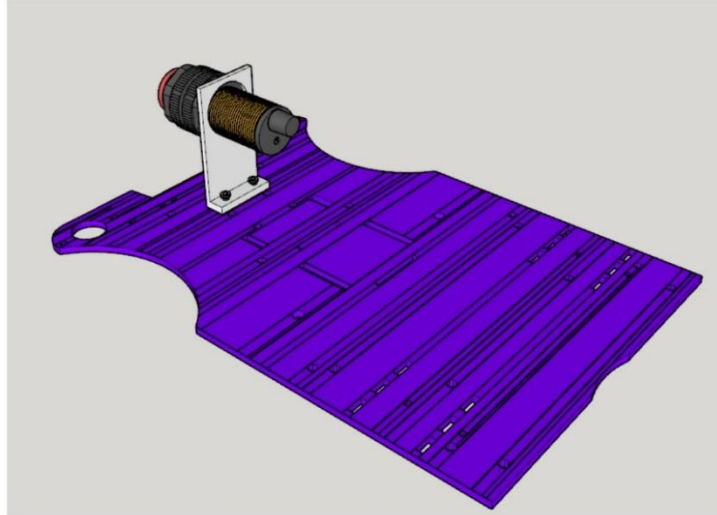
Pil Yuvasının Sabitlenmesi

M3 vidalarla şekildeki gibi alttan robota sabitlenebilir.

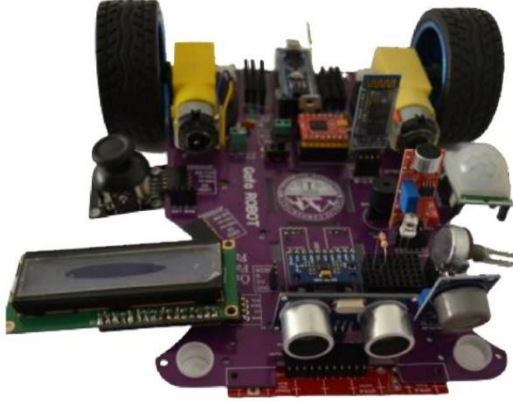


MZ80 Mesafe Sensörünün Sabitlenmesi

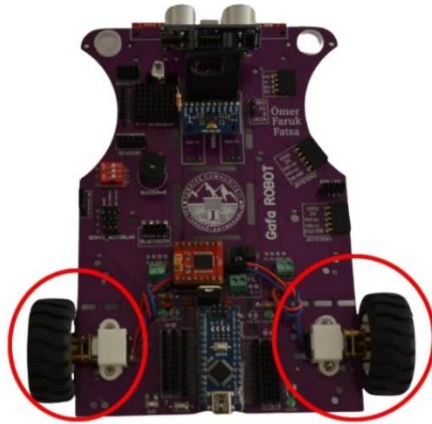
Mesafe sensörü şekildeki gibi m2 vidalarla robota bağlanabilir.
Bağlantı için mz1 ve mz2 bağlantı noktaları kullanılabilir.



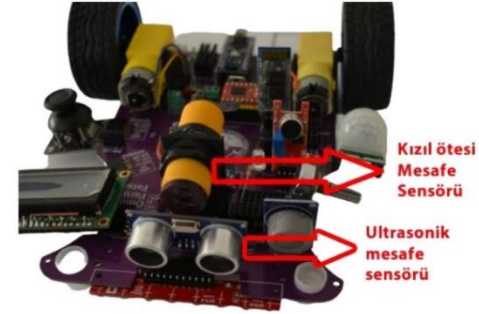
Bu sayfada robotun kullanıma dair çeşitli görseller verilmiştir. Şekilde robotun çeşitli sensör ve araçlarla birlikte kullanımını görmektesiniz.



Şekilde robotun farklı bir motorla kullanımını görmektesiniz.

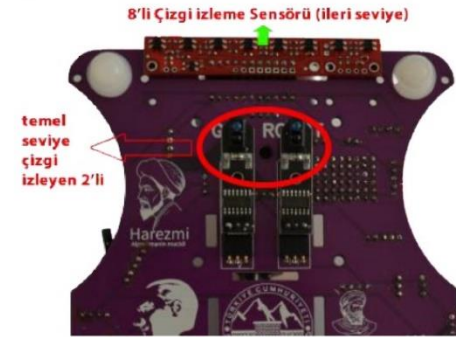


Geliştirilen robot, donanım yönünden kullanıcılara çok farklı opsiyonlar sunmaktadır. Bu opsiyonların ilki; iki farklı mesafe sensörü kullanılmasıdır: Ultrasonik mesafe sensörü (uygun maliyetli), kızıl ötesi mesafe sensörü (yüksek kaliteli) tercihe kullanılabilir. İki farklı motor sürücü tercihe göre kullanılabilir:(Uygun maliyetli: L293D, kaliteli: tb6612fng motor sürücü). İki farklı çizgi izleme sensörü tercihe kullanılabilir: Temel seviye için TCRT500; ileri seviye için QTR8 sensörü



Şekilde robotun alt kısmını görmektesiniz.

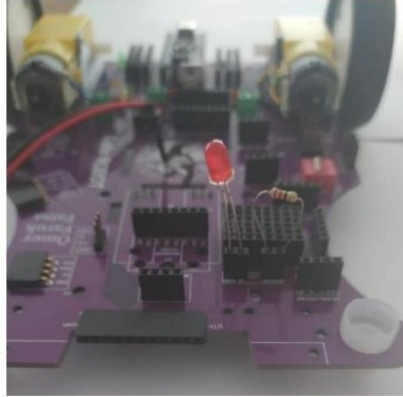
İki farklı çizgi izleme sensörü tercihe kullanılabilir: Temel seviye için TCRT500; ileri seviye için QTR8 sensörü



Etkinlik No	: 3
Etkinlik Adı	: Led Yakma
Kazanımlar	: Led yakmayı bilir. Direnç kavramını öğrenir. Döngü yapısını kod bloğu içinde kullanır.
Hafta/Süre	: 2/3 Ders Saati
Gerekli Malzemeler	: 1 x Led 1 x Direnç (220 Ohm)

Donanımı Hazırlama:

Direnç ve led şekilde gösterildiği gibi robota yerleştirilir. Led'in kısa bacağı gnd'ye yerleştirilmelidir. Uzun bacağı ise 12 nolu pine yerleştirilir.



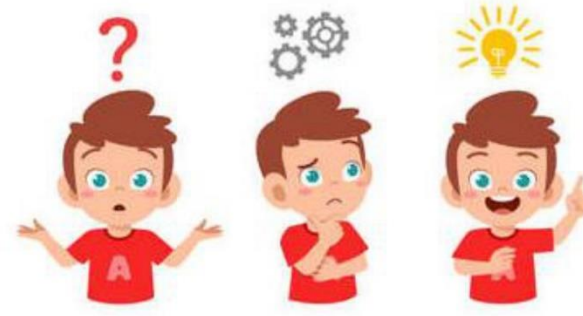
Yazılım:



Sol taraftaki kod ledi yakarken sağ taraftaki kod ledi 1 saniye aralıkla ledi yakar ve söndürür.



Düşünme ve Araştırma Zamanı



Ledle birlikte direnç kullanılmasının nedeni ne olabilir?
Dirençler gündelik hayatımızda başka nerelerde kullanılıyor olabilir?
Direnç kelimesinin İngilizce karşılığını araştırdığınızda karşınıza ne çıkabilir?

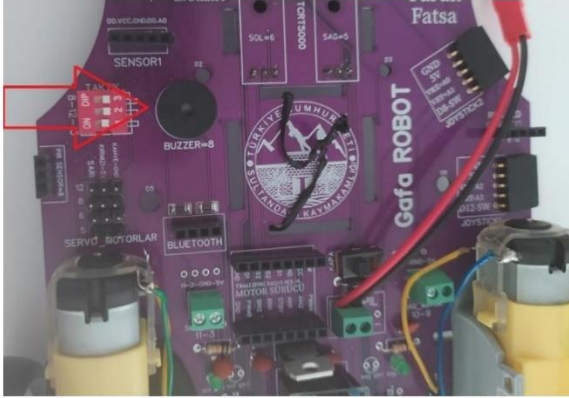


Yukarıda gördüğünüz elektrikli ev aletlerinde direnç kullanılmaktadır. Kullanılan direnç türü ile ilgili araştırmalar yapınız.

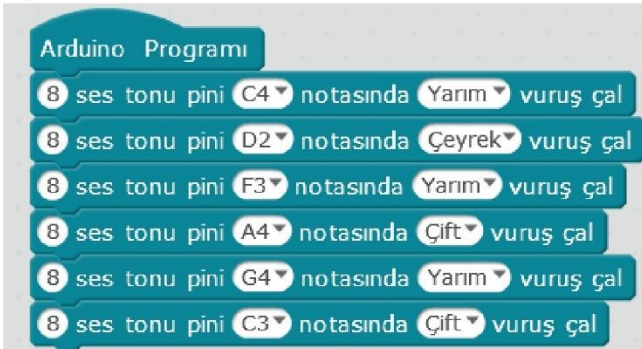
Etkinlik No : 4
Hafta / Süre : 2/ 2 Ders Saati
Kazanımlar : Buzzer kullanmayı bilir. Enerjinin dönüşümü hakkında fikir sahibi olur.
Etkinlik Adı : Buzzer ile Nota Çalma
Gerekli Malzemeler : 1 x Buzzer

Donanımı Hazırlama:

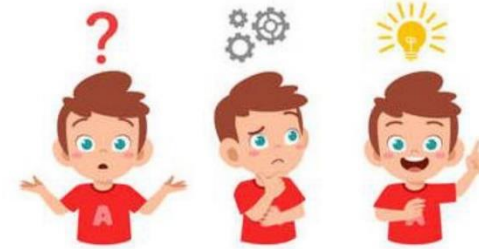
Buzzer şekilde gösterildiği gibi uzun bacağı '+' ile işaretlenen tarafa kısa bacağı '-' ile işaretlenen tarafa yerleştirilir.



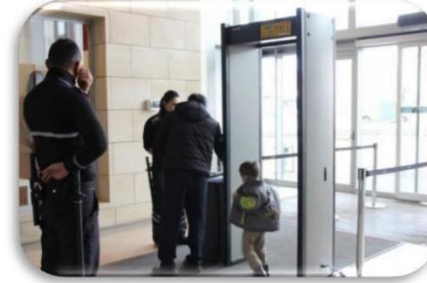
Yazılım:



Düşünme ve Araştırma Zamanı



Buzzer gündelik hayatımızda başka nerelerde kullanılıyor olabilir?



Şekilde görüldüğü üzere alışveriş merkezlerinde uyarı veren X-ray cihazlarında buzzer kullanılmaktadır. Buzzer'ın temel amacı uyarı vermektir.

Buzzer ile başka ne tür projeler yapılabilir?

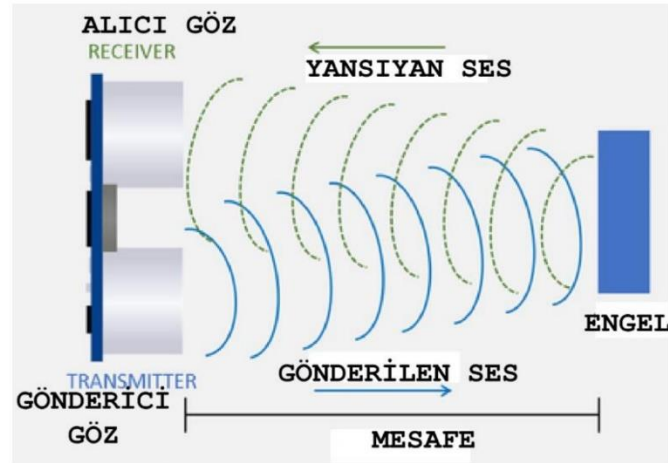
Enerjinin Dönüşümü



Bir önceki etkinlikte led ve direnç kullanılmaktadır. Bu etkinlikte de buzzer kullanılmaktadır. Bu etkinliklerde elektrik enerjisinin ısıya, ışığa yada sese dönüştüğünü gördük. Elektrik enerjinin başka enerji türlerine dönüşümünü gördük.

Peki bu işlemin tersini düşünelim. Hangi enerji türleri elektrik enerjisine dönüşebilir? Düşününüz ve tartışınız?

Etkinlik No	: 5
Hafta /Süre	: 3/3 Ders Saati
Kazanımlar	Mesafe sensörünü tanır. Sesin yansıma özelliği hakkında fikir sahibi olur. Ses dalgalarının yapısı hakkında fikir sahibi olur. Frekans kavramı hakkında yorum yapar. Robot ve bilgisayar arasında iletişim kurar.
Etkinlik Adı	: Mesafe Sensörü Kullanma (Park Sensörü)
Gerekli Malzemeler	: 1 x Buzzer, Hc-sr04 Ultrasonik Mesafe Sensörü



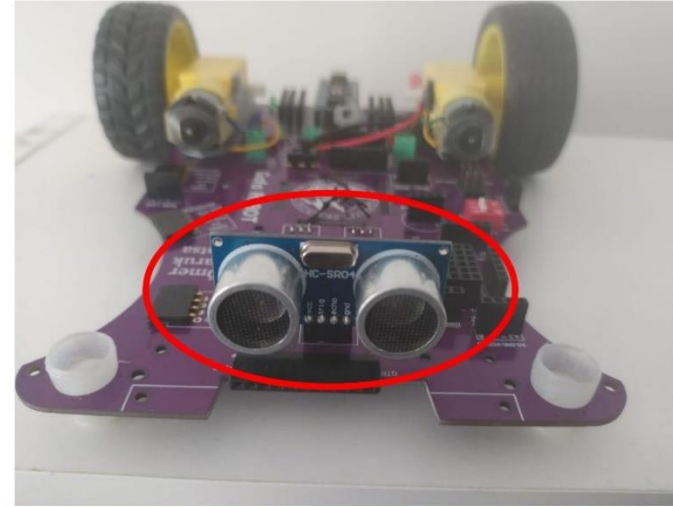
İNFRASONİK SESLER
İnsan kulağı duyamaz

SONİK SESLER:
İnsan Kulağı Duyabilir

ULTRASONİK SESLER:
İnsan kulağı duyamaz

Donanımı Hazırlama:

Mesafe Sensörü şekilde gösterildiği gibi robota yerleştirilir. Buzzer daha önce yerleştirildiği yerde kalır.



Yazılım/Kodlama: Mesafe sensörü uygulamasına geçmeden önce park sensörünün doğru çalışıp çalışmadığını kontrol edeceğiz. Bunun için seri port kullanacağız. Seri port robotumuz ve bilgisayarın birbiriyle haberleşmesini sağlayan teknolojidir.

Mesafe sensörünün ölçtüğü değeri bilgisayara (seri porta) gönderme:

Kod:



Çıktı:

```
10:13:14.378 < Ölçülen mesafe:112.00 cm
10:13:14.418 < Ölçülen mesafe:111.00 cm
10:13:14.458 < Ölçülen mesafe:113.00 cm
```

Mesafe sensörü ile yaptığımız ilk örnekte seri port kullanmamızın sebebi nedir? Çünkü mesafe sensörünün ölçtüğü değeri göremiyoruz. Bu yüzden arduino, mesafe sensörünün ölçtüğü değeri bilgisayara gönderiyor. Biz de mesafeyi bilgisayar ekranından görebiliyoruz. Şimdiki örneğimizde seri port'u kullanmamıza gerek kalmayacak. Park sensörü uygulamasına geçmeden algoritmadan bahsedelim.

Etkinlik No	: 6
Hafta /Süre	: 3/2 Ders Saati
Kazanımlar	: Algoritma kavramını öğrenir. Mesafe sensörünün çalışma mantığı ilgili yorum yapar.
Etkinlik Adı	: Algoritma Nedir?

Algoritma: En kısa tanımı; bir işin tarifidir. Bir işin nasıl yapılacağını adım adım sırasıyla anlatmaktır. En güzel örneği yemek tarifidir. Yemek tarifi verirken adım adım anlatırız her şeyi. Ya da yol tarifi ve benzeri...

Öncelikle bir karar vermemiz lazım. Park sensörümüz kaç cm'den daha yakına geldiğinde çalışsın. Bu mesafeyi kaç olarak belirlesek? 30 iyi mi? Bence iyi (: Mesafemiz **30** olsun. Bu değere **eşik değer** diyeceğiz. Eşik değerimiz: 30 unutmayın! Siz derseniz sonra başka bir değer seçebilirsiniz (: Bu uygulamada bir de buzzer olacak. Buzzer park sensörünün olmazsa olmaz parçası. Eee ses çıkacak değil mi (:

Park Sensörü Uygulamasının Algoritması:

1. Mesafeyi Ölç
- 2.Eğer Mesafe 30'dan küçükse(Eşik değer)
Ses çıkar(5 nolu pine bağlı buzzer'ı çalıştır)
- 3.Eğer Mesafe 30'dan büyükse
Sus(5 nolu pine bağlı buzzer'ı sustur)

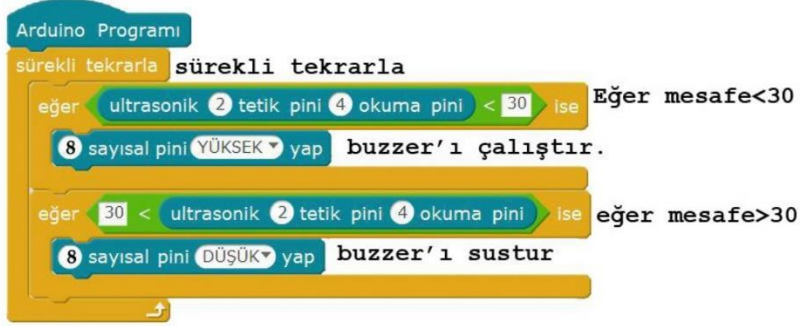
Trig pini→2

Echo Pini→ 4

Buzzer pini→8

Bağlantılarımızı bu şekilde yaptık. Kodumuzu da bu şekle bağlı kalarak yükleyeceğiz.

Kodlama & Yazılım:



Düşünme ve Araştırma Zamanı



Mesafe sensörü ses ile çalışmaktadır fakat ultrasonik sesleri insan kulağı duyamamaktadır. Bu sesleri duyabilecek canlılar var mıdır?

Buradan yola çıkarak yapılacak projeler neler olabilir?

Sesin yansıma özelliği olmasa mesafe sensörü sağlıklı bir şekilde çalışır mıydı?

Etkinlik No	: 7
Etkinlik Adı	: Hareket Enerjisini Elektrik Enerjisine Çevirme
Hafta/Süre	: 4/2 Ders Saati
Kazanımlar	: Enerjinin dönüşümü hakkında örnekler verir.
Gerekli Malzemeler	: Motor ve Tekerlek



2'nci etkinlikte farklı enerji türlerinin elektrik enerjisine dönüşümünden bahsetmiştik. Bu etkinlikte hareket enerjisini bu amaç için kullanacağız.

Donanımı Hazırlama:

Robota şekilde gösterildiği gibi motorları bağlayın. Motorun yanında biri kırmızı biri yeşil olmak üzere iki adet led göreceksiniz bu ledler motora bağlanmıştır.

Etkinlik Zamanı:

Motorun bağlı olduğu tekerleği elinizle ileri geri hareket ettirin ve sonuçları not ediniz.

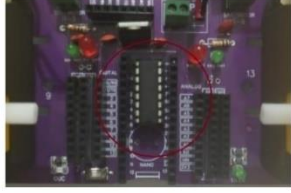
Düşünme ve Araştırma Zamanı



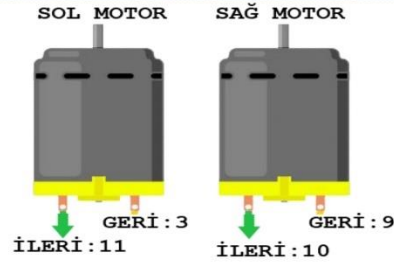
Ledlerin yanmasına sebep olan durum ne olabilir? Tartışınız

Etkinlik No	: 8
Etkinlik Adı	: Motor Kontrolü
Hafta/Süre	: 4/3 Ders Saati
Kazanımlar	: Motoru tanınması, anlaması ve hareketi için geçerli kodlamayı yapar. Motorun hareketini sağlayan faktörler hakkında araştırma yapar.
Gerekli Malzemeler	: 2x Motor, l293 motor sürücü

Donanımı Hazırlama: Robotumuza daha önceki etkinliklerde gösterildiği motorlar takılmalıdır (Etkinlik 5).



Şekilde iki tekerin arasında kalan ve arduino'nun altında kalan alana l293 motor sürücü takılmalıdır. Robotumuzda motorları hareket ettirmek istiyorsak motor sürücü takılı olmalıdır. Ve tabi ki arduino nano da robotumuza takılı olmalıdır.



Sol motoru ileri götürmek için 11 **yüksek** — 3 düşük olmalı

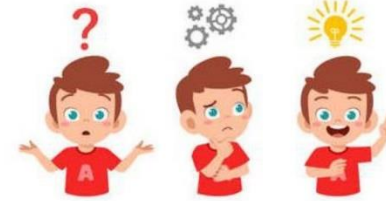
Sol motoru geri götürmek için 11 **düşük** — 3 **yüksek** olmalı

Sağ motoru ileri götürmek için 10 **yüksek** — 9 düşük olmalı

Sağ motoru geri götürmek için 10 **düşük** — 9 **yüksek** olmalı

Bu numaraları ezberlemek zorunda değilsiniz. Bu numaralar bizim robotumuz için geçerli değişebilir

Düşünme ve Araştırma Zamanı



Bir motorun dönmesine sebep olan durum ne olabilir?
Gündelik hayatta elektrikli motora sahip olan cihazlar neler olabilir?



Elektrikli motorların iç yapısı nasıl olabilir?
Elektrikli motorların diğer motor türlerinden farkı ne olabilir? Tartışınız.

Etkinlik No	: 9
Etkinlik Adı	: Engelden Kaçan Robot Yapımı
Hafta/Süre	:5/5 Ders Saati
Kazanımlar	: Engelden kaçan robot için gerekli algoritmayı oluşturur ve bu algoritmaya uygun kodlamayı yapar.
Gerekli Malzemeler	: 2x Motor ve Mesafe Sensörü

Donanımı Hazırlama: Robotumuza daha önceki etkinliklerde gösterildiği gibi motorlar ve mesafe sensörü takılmalıdır (Etkinlik 3, Etkinlik 5)

Trig pini: 2 **Echo Pini:** 4
Sol ileri: 11 **Sol geri:** 3
Sağ ileri: 10 **Sağ geri:** 9

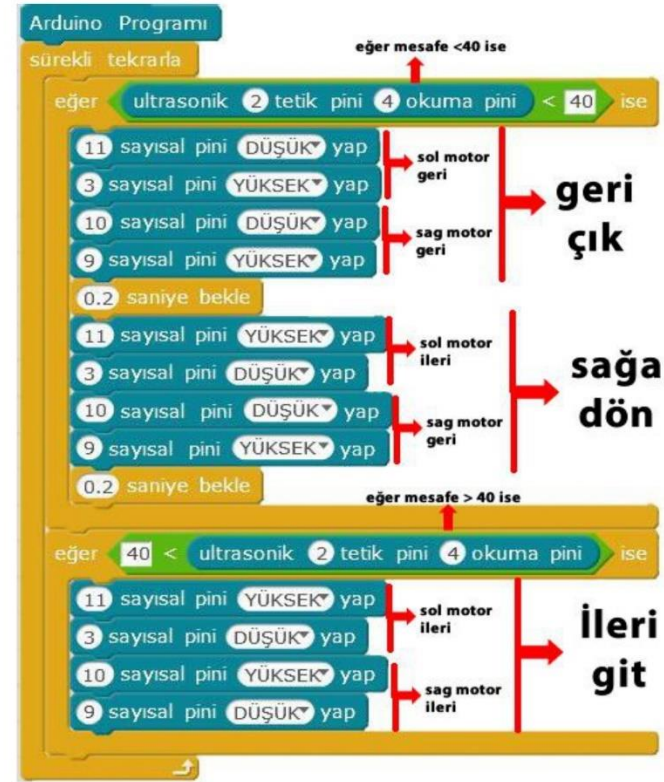
Engelden Kaçan Robot Algoritması:

(Eşik değeri: 40 olsun bu sefer (:)

1. Mesafeyi Ölç
2. Eğer mesafe < 40 ise
 Geri çık (0,2 saniye)
 Sağa dön (0,2 saniye)
3. Eğer mesafe > 40 ise
 ileri git

Yukarıdaki algoritmaya uygun kodlama & yazılım yapılmalıdır

Kodlama & Yazılım:



Düşünme ve Araştırma Zamanı



Mesafe sensörümüz zaman zaman çeşitli kararsız ölçümler yapmaktadır. Bu kararsız ölçümler 0 değeri vermesine neden olmaktadır. Bu da robotumuzun yanlış hareket etmesine neden olmaktadır. Bu durum nasıl düzeltilebilir?

Etkinlik No : 10

Etkinlik Adı : Bluetooth ile Lamba Yakma

Hafta /Süre : 6/2 Ders Saati

Kazanımlar : Kablosuz iletişim yöntemleri hakkında bilgi sahibi olur. Bluetooth modülünün kullanır.

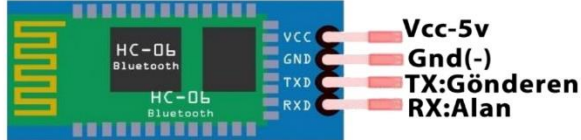
Gerekli Malzemeler : Bluetooth Modülü, Led ve Direnç



Donanımı Hazırlama:

Etkinlik 1’de olduğu gibi led ve direnç takılır. Sonrasında HC06 Bluetooth modülü şekilde gibi robota yerleştirilir.

Bluetooth Modülü: Bluetooth modülü hayatımızı kolaylaştıran teknolojilerden birisidir. İki farklı cihazın birbiriyle kablosuz bir şekilde haberleşmesini sağlayan bir teknolojidir. Arduino’da bluetooth modülü şekilde gibidir.



Arduino’da 0 ve 1 numaralı pinler TX ve RX pinleridir.

Kulak: alan



Bluetooth modülü bunlara bağlanır. Dikkat edilmesi gereken konu vardır. Bluetooth modülündeki TX, arduinodaki RX’e bağlanır. Bluetooth modülündeki RX arduinodaki TX bağlanır.

Bluetooth TX—>Arduinio RX

Bluetooth RX—> ARdunino TX

İki kişi konuşurken kulak alıcıdır. Ağız göndericidir. Konuşan kişi değişirse bu durumda ne olur? Düşünün!

Az önce konuşan kişinin kulağı alıcı olur. Az önce susan kişinin ağız gönderici olur. Bluetooth modülü ile arduino ile arasında böyle bir ilişki vardır. Bazen arduino konuşur Bluetooth dinler. Bazen Arduino susar bluetooth dinler.

Kodlama & Yazılım



Uygulama Yükleme:



*Soldaki karekod,
ekran görüntüsü
verilen uygulamayı
Android
mağazasından
indirmeye olanak
sağlamaktadır.*

Uygulama Görüntüsü:



Etkinlik No : 11

Etkinlik Adı : Mobil Uygulama Geliştirme

Hafta/Süre : 6/3 Ders Saati

Kazanımlar : Robotu kontrol edebilecek mobil uygulama geliştirir.

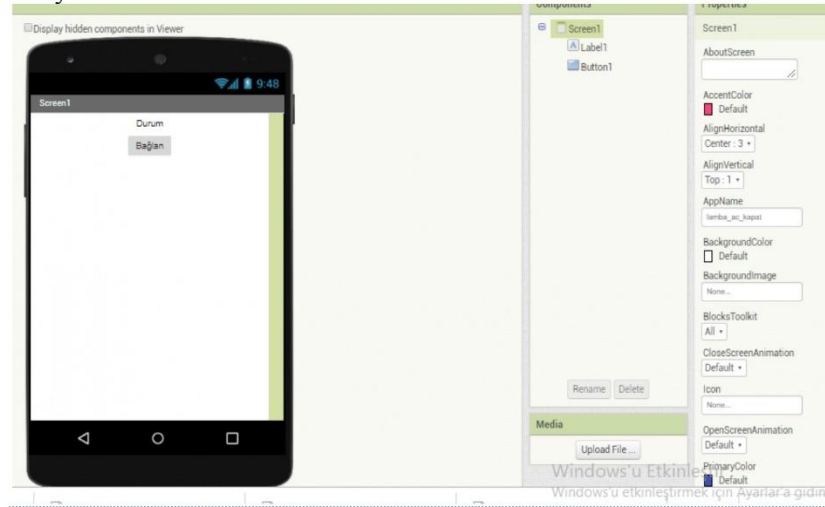
Gerekli Malzemeler : App Inventor Ortamı ve Mobil Cihaz



Bu etkinlikte şekildeki gibi bir uygulama geliştireceğiz. Bu uygulama ile robotumuzu bluetooth teknolojisi sayesinde uzaktan kontrol edebileceğiz.

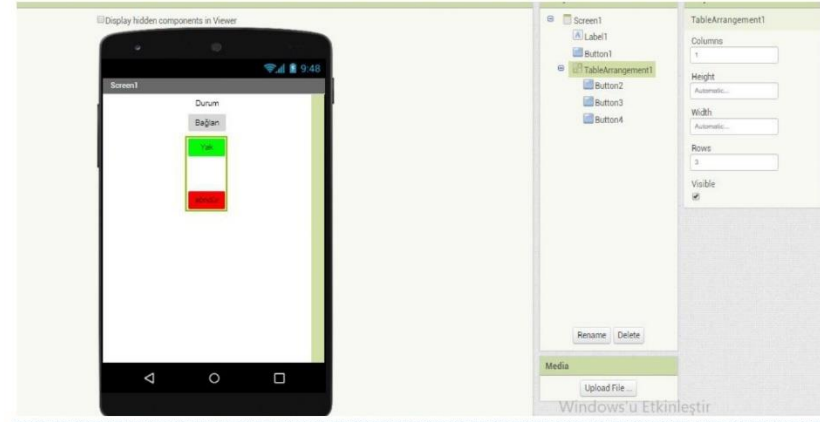
1. ADIM:

Bluetooth bağlantısının durumunu yazdırmak için bir adet label ekliyoruz. Ve bluetooth bağlantısı seçimi için bir adet list picker ekliyoruz.



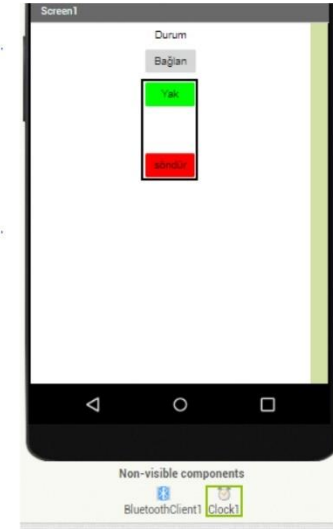
2. ADIM:

Bir adet tablo ekliyoruz. Tablomuzun Columns parametresini 1, rows parametresini 3 yapıyoruz. Sonrasında tablomuza ledi yakmak için ve söndürmek için ayrı ayrı iki buton ekliyoruz. Background color değerlerini istediğimiz şekilde değiştiriyoruz.



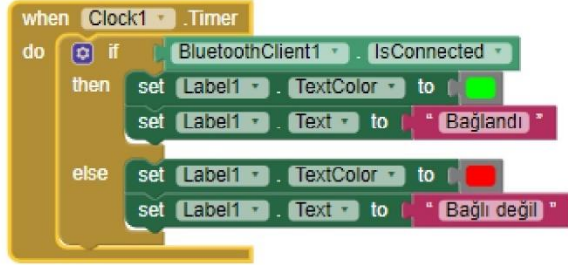
3. ADIM:

Bluetooth bağlantısı için bir adet bluetooth client nesnesi ekliyoruz. Saati kontrolü için bir adet clock nesnesi ekliyoruz. Ve uygulamamızın görsel kısmını tamamlıyoruz.



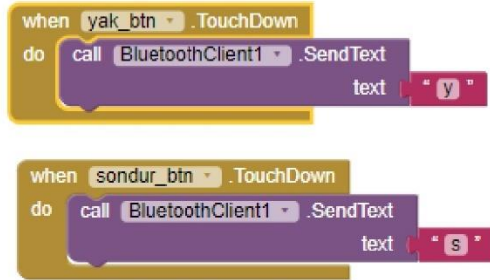
5. ADIM:

Bağlantı durumunu kontrolü için aşağıdaki kod bloklarını ekliyoruz.



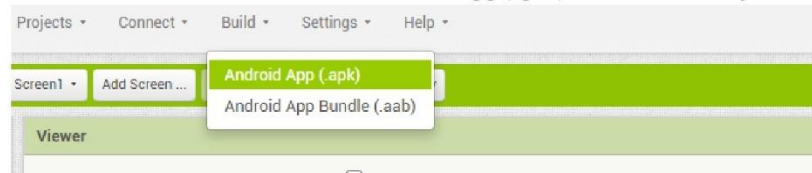
6. ADIM:

Arduinoya 'y' ve 's' karakterlerini gönderiyoruz.



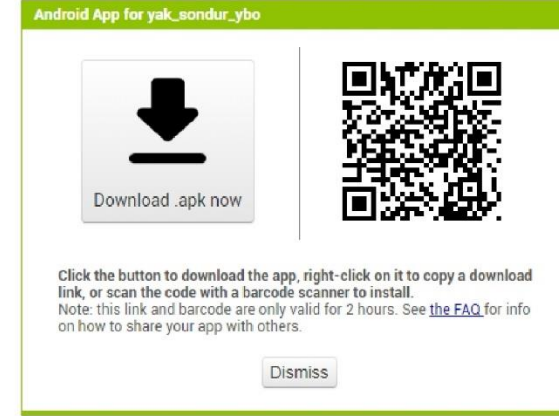
7. ADIM

Build sekmesi altında bulunan Android app(apk.) komutuna tıklıyoruz.



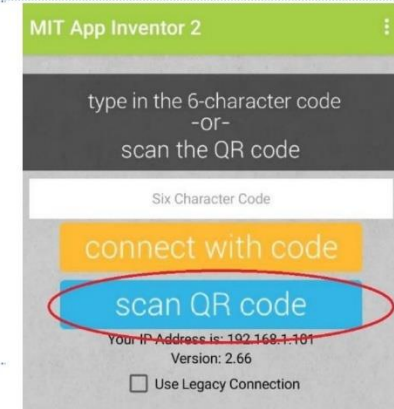
8. ADIM:

Bizim için oluşturulan karekod sayesinde geliştirdiğimiz uygulamayı telefonumuza indirebileceğiz.



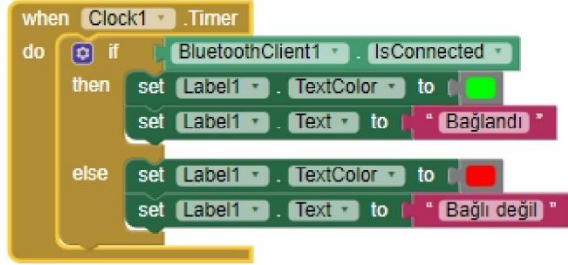
9. ADIM

Uygulama mağazasından indirdiğimiz MIT2 App Invertor 2 uygulamasını açarak 'Scan QR Code' düğmesine tıklayıp 8. Adımda oluşturulan karekod okutularak uygulama indirilir.



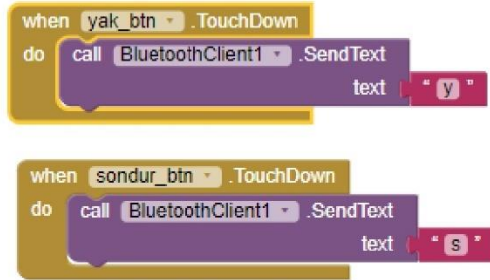
5. ADIM:

Bağlantı durumunu kontrolü için aşağıdaki kod bloklarını ekliyoruz.



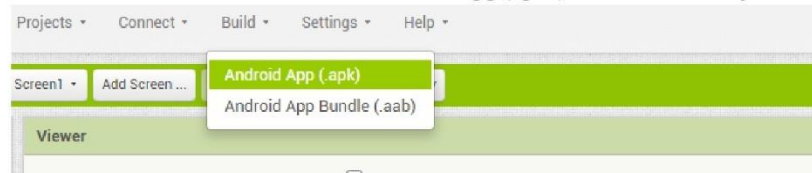
6. ADIM:

Arduinoya 'y' ve 's' karakterlerini gönderiyoruz.



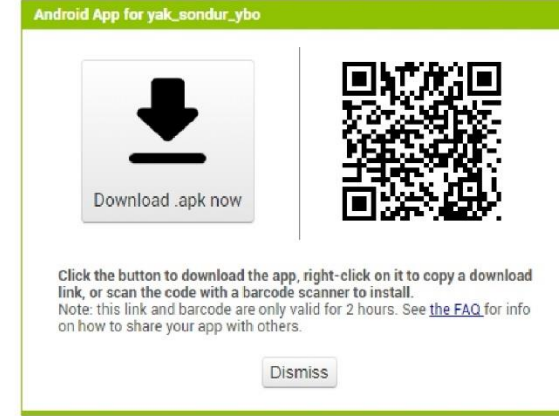
7. ADIM

Build sekmesi altında bulunan Android app(apk.) komutuna tıklıyoruz.



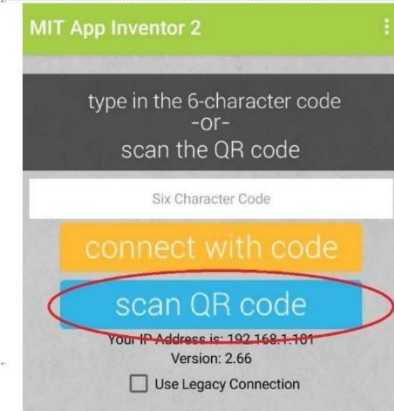
8. ADIM:

Bizim için oluşturulan karekod sayesinde geliştirdiğimiz uygulamayı telefonumuza indirebileceğiz.



9. ADIM

Uygulama mağazasından indirdiğimiz MIT2 App Invertor 2 uygulamasını açarak 'Scan QR Code' düğmesine tıklayıp 8. Adımda oluşturulan karekod okutularak uygulama indirilir.



Etkinlik No	: 12
Etkinlik Adı	: Bluetooth Kontrollü Araba
Hafta /Süre	: 7/5 Ders Saati
Kazanımlar	: Bluetooth kontrollü araç kontrolü için gerekli algoritmayı oluşturur ve bu algoritmaya uygun şekilde gerekli kodlamayı yapar.
Gerekli Malzemeler	: 2x Motor ve Bluetooth Modülü

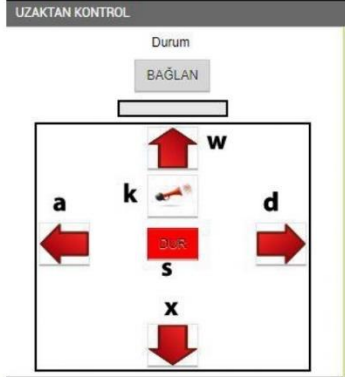
Donanımı Hazırlama:

Etkinlik 8’de olduğu gibi HC06 Bluetooth modülü şekilde gibi robota yerleştirilir.

Uygulama Yükleme:



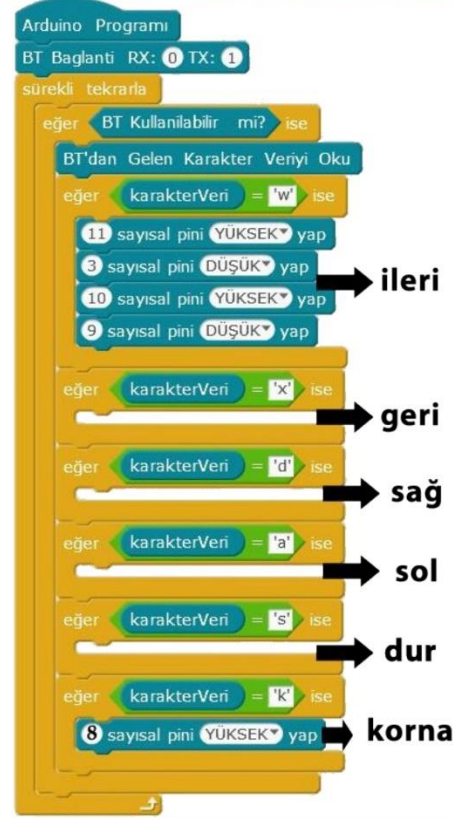
Uygulama Görüntüsü



Solda gördüğünüz cep telefonu uygulamasıdır. Bu uygulamayı cep telefonumuza yüklüyoruz. Yüledikten sonra bağlan butonu ile bluetooth’a bağlanılır. Sonra şekildeki butonlara basıldıkça şekildeki harfler gidecektir.

Yukarı:w
Sağ:d
Sol:a
Geri:x
Dur:s

Kodlama & Yazılım



Düşünme ve Araştırma Zamanı



Yukarıdaki kodda bazı bölümler boş bırakılmıştır. Bunun nedeni kodun çok uzun olacak olmasıdır. Boş bırakılan yerleri doldurunuz.

Bluetooth Kontrollü Arabanın Metin Tabanlı (C++) Kodları

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial bluetoothModulu(1,0);
int vites_1 = 100; int vites_2 = 130; int vites_3 = 175;
int vites_4 = 210; int vites_5 = 255; int sag_ileri = 10;
int sag_geri = 11; int sol_ileri = 3; int sol_geri = 6;
int k = 5;
void korna_fonksiyonu()
{ digitalWrite(k,HIGH); delay(2); digitalWrite(k,LOW);}

void ileri(int hiz){
    analogWrite(sag_ileri,hiz); analogWrite(sag_geri,0);
    analogWrite(sol_ileri,hiz); analogWrite(sol_geri,0);}

void sagveileri(){
    analogWrite(sag_ileri,vites_5); analogWrite(sag_geri,0);
    analogWrite(sol_ileri,vites_1); analogWrite(sol_geri,0);}

void solveileri(){
    analogWrite(sag_ileri,vites_1); analogWrite(sag_geri,0);
    analogWrite(sol_ileri,vites_5); analogWrite(sol_geri,0);}

void sagvegeri()
{ analogWrite(sag_ileri,0); analogWrite(sag_geri,vites_5);
  analogWrite(sol_ileri,0); analogWrite(sol_geri,vites_1);}

void solvegeri(){
    analogWrite(sag_ileri,0); analogWrite(sag_geri,vites_1);
    analogWrite(sol_ileri,0); analogWrite(sol_geri,vites_5);}

void sagaDon(int hiz){
    analogWrite(sag_ileri,0); analogWrite(sag_geri,hiz);
    analogWrite(sol_ileri,hiz); analogWrite(sol_geri,0);}
```

```
void solaDon(int hiz){
    analogWrite(sag_ileri,vites_5); analogWrite(sag_geri,0);
    analogWrite(sol_ileri,0); analogWrite(sol_geri,vites_5);}

void geri(int hiz){
    analogWrite(sag_ileri,0); analogWrite(sag_geri,hiz);
    analogWrite(sol_ileri,0) analogWrite(sol_geri,hiz);}

void dur()
{ digitalWrite(sag_ileri, LOW); digitalWrite(sag_geri, LOW);
  digitalWrite(sol_ileri, LOW);digitalWrite(sol_geri, LOW);}

void setup(){
    Serial.begin(9600); pinMode(sag_ileri,OUTPUT);
    pinMode(sag_geri,OUTPUT); pinMode(sol_ileri,OUTPUT);
    pinMode(sol_geri,OUTPUT); pinMode(korna, OUTPUT);}

void loop(){
    if (bluetoothModulu.available() > 0) {
        char tus = (char)bluetoothModulu.read();

        if( tus == 's' ) dur();
        if( tus == 'a' ) solaDon(vites_5);
        if( tus == 'd' ) sagaDon(vites_5);
        if( tus == 'x' ) geri(vites_5);
        if( tus == 'v' ) ileri(vites_1);
        if( tus == 'b' ) ileri(vites_2);
        if( tus == 'w' ) ileri(vites_3);
        if( tus == 'n' ) ileri(vites_4);
        if( tus == 'm' ) ileri(vites_5);
        if( tus == 'e' ) sagveileri();
        if( tus == 'c' ) sagvegeri();
        if( tus == 'q' ) solveileri();
        if( tus == 'z' ) solvegeri();
        if( tus == 'k' ) korna_fonksiyonu();}}
```

Etkinlik No	: 13
Etkinlik Adı	: Değişken Tanımlama/Park Sensörü Uygulaması
Hafta/ Süre	: 8/5 Ders Saati
Kazanımlar	: Değişken kavramını tanımlar. Park sensörü uygulaması için gerekli algoritmayı oluşturur. Değişken kullanarak algoritmaya uygun bir şekilde kodlamayı yapar.
Gerekli Malzemeler	: Buzzer ve Mesafe Sensörü

Değişken nedir?

Haydi üzerinde bir düşünelim. De-ğiş-ken... Değişebilen şey. Mesela; hava sıcaklığı, moralimiz, cebimizdeki paramız, çikolatanın fiyatı, kirazın fiyatı ve daha bir sürü şey....

Ya da en iyisi, engelden kaçan robot, ya da park sensörü uygulamasını hatırlayın. Mesafe sürekli değişen bir şeydi değil mi? Biz kodlama yaparken yeni bir şey yapacağız. Bu zamana kadar yapmadığımız bir şey yapacağız

mesafe , ultrasonik 2 tetik pini 4 okuma pini olsun

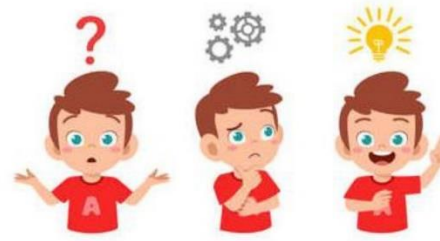
Şimdi yukarıdaki koda dikkatle bakalım.

Değişkenin kod içinde kullanımı: Soldaki kodu hatırladınız mı? Bu kodun değişkenle kullanımı sağdadır. Tek yaptığımız şey

ultrasonik 2 tetik pini 4 okuma pini yerine mesafe mesafe yazmak oldu.



Düşünme ve Araştırma Zamanı



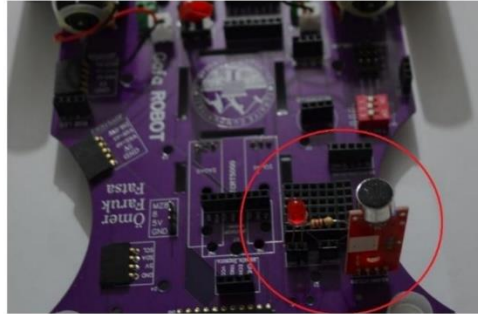
Değişken kodlamanın en önemli konularından biridir. Gündelik hayatımızda değişken örnekler verelim. Neler olabilir?

Bluetooth kontrollü araba uygulamasını değişkenler kullanarak yeniden yazmayı deneyin, değişken kullanmanın gerekli olup olmadığı ile ilgili düşüncelerinizi söyleyin.



Etkinlik No	: 14
Etkinlik Adı	: Sesle Yanan Led
Hafta/Süre	: 9/5 Ders Saati
Kazanımlar	: Değişken oluşturarak Analog verileri tanımlamayı ve kullanmayı bilir.
Gerekli Malzemeler	: Ses Sensörü, Led ve Direnç

Donanımı Hazırlama: Robotumuza daha önceki etkinliklerde gösterildiği Led ve direnç takılmalıdır. Sensor2 adıyla gösterilen sensör paketi bölümüne ses sensörü şekildeki gibi takılmalıdır.



Kodlama & Yazılım



Şekildeki kod bazı yönlerden eksiktir. Bu nedenle daha gelişmiş versiyonu şu şekildedir.

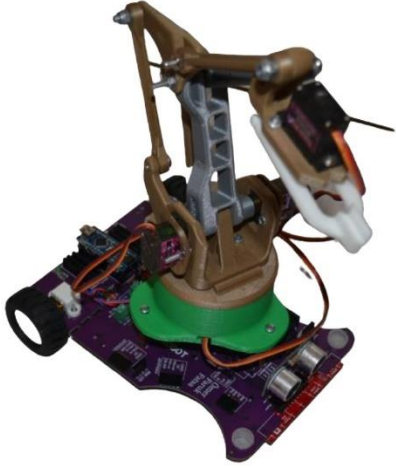


Düşünme ve Araştırma Zamanı



İki farklı kod bloğu bu uygulamada sizlerle paylaşılmıştır. Bu iki kod bloğu arasındaki fark nedir? Uygulamanın alkışa duyarlı olması nasıl bir yol izlenmelidir. Tartışınız

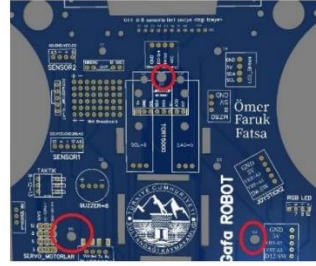
Etkinlik No	: 15
Etkinlik Adı	: Robotik Kol Yapımı
Gerekli Malzemeler	: 4x Servo(SG90), 3B Çıktılar ve Cıvata Somun Joystick veya Potansiyometre



Şekildeki gördüğünüz robotik kol robotumuza doğrudan bağlanabilmektedir. Robotik kol açık kaynak olarak web ortamında paylaşılmaktadır. Sol taraftaki karekod ile 3 boyutlu tasarım dosyalarına ulaşabilirsiniz. Sağ taraftaki karekod ile tasarım basamaklarına ait web sayfasına ulaşabilirsiniz.



<https://www.thingiverse.com/thing:1015238>
<https://www.instructables.com/EEZYbotARM/>



Şekildeki gibi D5, D6 ve D7 isimli somun delikleri robotik kol için ayarlanmıştır. Bu deliklere metal arayıcılarla robotik kolu oturtabilirsiniz.



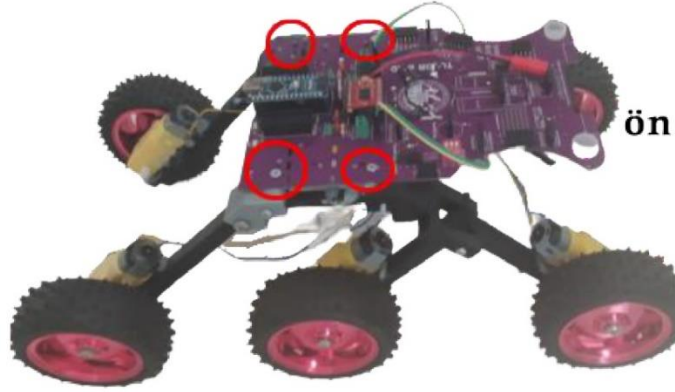
Robotik kolu kullanmak için joystick veya potansiyometre gerekmektedir. Her iki elektronik komponent için robotun üzerinde bağlantı noktaları mevcuttur (joystick 2 adet, potansiyometre 1 adet)

Düşünme ve Araştırma Zamanı



Robotik kolda kullanılan motor çeşidi servo motordur. Servo motor ile başka ne tür çalışmalar yapılabilir? Tartışınız.

Etkinlik No	: 16
Etkinlik Adı	: Örümcek Araba Yapımı
Gerekli Malzemeler	: 6x Motor, 3B Çıktılar ve Cıvata Somun



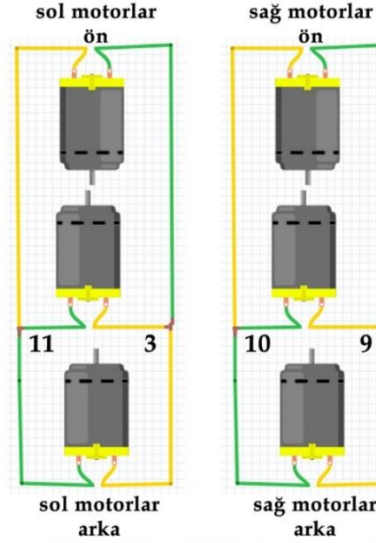
Şekilde gördüğünüz robotik kol robotumuza doğrudan bağlanabilmektedir. Robotik kol açık kaynak olarak web ortamında paylaşılmaktadır. Alt taraftaki karekod ile 3 boyutlu tasarım dosyalarına ulaşabilirsiniz. Şekilde görüldüğü üzere o1, o2, o3 ve o4 isimli vida m3 vida delikleri ile robotumuzun örümcek robota bağlanabilir.



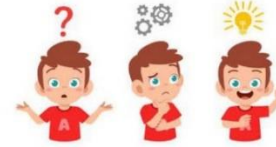
<https://www.thingiverse.com/thing:5441302/files>

Motor Bağlantı Şekli:

Robot toplamda 6 adet motor ve tekerlekle birlikte geliştirilmiştir. Robotun sağında ve solunda kalan motorlar ayrı ayrı beraber bağlanır. Ters yönlü bulunan ön motor ise ters şekilde bağlanır.



Düşünme ve Araştırma Zamanı



Geliştirilen örümcek araç farklı amaçlarla hangi alanlarda kullanılabilir? Kullanım amacına uygun olacak şekilde nasıl geliştirmeler yapılabilir? Tartışınız.

EK-6 ÖLÇEK KULLANIM İZİNLERİ

**ömer faruk fatsa**
Alıcı: kursat ▾
21 Ocak Cmt 16:40 ☆ ↶ ⋮

Hocam merhabalar,
Atatürk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde lisansüstü öğrencisiyim. Danışmanlığınızı Doç. Dr. Zeynep Turan hocanın yaptığı "Açık Kaynak Kodlu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" isimli yüksek lisans tezimde Türkçe'ye uyarladığınız "Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği"ni kullanmak istiyorum. Kullanım izni verebilir misiniz? Saygılarımla...

Ömer Faruk FATSA

**Kursat Çağiltay**
Alıcı: ben ▾
21 Ocak Cmt 19:05 ☆ ↶ ⋮

Tabii ki
Kürşat

**ömer faruk fatsa** <
21 Ocak Cmt 16:37 ☆ ↶ ⋮

Hocam merhabalar,
Atatürk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde lisansüstü öğrencisiyim. Danışmanlığınızı Doç. Dr. Zeynep Turan hocanın yaptığı "Açık Kaynak Kodlu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" isimli yüksek lisans tezimde geçerlik ve güvenirlik çalışmasını yaptığınız "Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği"ni kullanmak istiyorum. Kullanım izni verebilir misiniz? Saygılarımla...

Ömer Faruk FATSA

**Zafer KADIRHAN** <
Alıcı: ben ▾
21 Ocak Cmt 17:34 ☆ ↶ ⋮

Merhabalar Ömer Faruk Hocam,

Çalışmamıza ilgi duymanız sevindim. Etik kurallara bağlı kalmak koşuluyla ölçeğimizi kullanmanızda herhangi bir sakınca görmüyorum. Tabii ki kullanabilirsiniz.

İyi çalışmalar
Zafer

**ömer faruk fatsa**
Alıcı:
21 Ocak Cmt 16:26 ☆ ↶ ⋮

Hocam merhabalar,
Atatürk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde lisansüstü öğrencisiyim. Danışmanlığınızı Doç. Dr. Zeynep Turan hocanın yaptığı "Açık Kaynak Kodlu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" isimli yüksek lisans tezimde Türkçe'ye uyarladığınız "Öğretim Materyali'ne İlişkin Motivasyon Ölçeği (OMMO)"yu kullanmak istiyorum. Kullanım izni verebilir misiniz? Saygılarımla...

**Serkan Dincer** <
Alıcı: ben ▾
21 Ocak Cmt 23:07 ☆ ↶ ⋮

Sayın Fatsa
Uygundur

**ömer faruk fatsa** <
Alıcı: s
21 Ocak Cmt 16:22 ☆ ↶ ⋮

Hocam merhabalar,
Atatürk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde lisansüstü öğrencisiyim. Danışmanlığınızı Doç. Dr. Zeynep Turan hocanın yaptığı "Açık Kaynak Kodlu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" isimli yüksek lisans tezimde Türkçe'ye uyarladığınız "Robotik Tutum Ölçeği"ni kullanmak istiyorum. Kullanım izni verebilir misiniz? Saygılarımla...

Ömer Faruk FATSA

**Sevda Küçük**
Alıcı: ben ▾
21 Ocak Cmt 18:23 ☆ ↶ ⋮

Merhaba Ömer Faruk,
Ölçeği çalışmada kullanabilirsin. Ekte gönderiyorum.
İyi çalışmalar dilerim.

EK-7 ETİK KURUL KARARI

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURUL BAŞKANLIĞI
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu
ERZURUM

Toplantının Mahiyeti :Etik Kurul
Toplantının Tarihi :30.03.2023
Toplantının Sayısı :04

Karar-06: Danışmanlığını Doç. Dr. Zeynep TURAN'ın yürüttüğü yüksek lisans öğrencisi Ömer Faruk FATSA'nın "Açık Kaynak Kodlu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" isimli tez çalışması ile ilgili Etik Kurul uygunluk-onay belgesi talebi ile ilgili husus görüşüldü.

Yapılan görüşmelerden sonra adı geçenin "Açık Kaynak Kodlu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" isimli tez çalışması ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına,
oy birliği ile karar verilmiştir.

(İMZA)
Prof. Dr. Ufuk ŞİMŞEK
Birim Etik Kurul Başkanı

(İMZA)
Birim Etik Kurul Başkan Yardımcısı

(İMZA)
Prof. Dr. Betül ASLAN
Birim Etik Kurul Üyesi

(İMZA)
Prof.Dr. Muhsine BÖREKÇİ
Birim Etik Kurul Üyesi

(İMZA)
Prof.Dr. Mustafa CİHAN
Raportör

EK-8 ARAŞTIRMA İZNİ



T.C.
AFYONKARAHİSAR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-49809702-605.01-74340804
Konu : Ömer Faruk FATSA'nın Araştırma İzni

13/04/2023

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 sayılı Genelgesi.
b) Atatürk Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı'nın 12/04/2023 tarihli ve E-88179374-302.08.01-2300121407 sayılı yazısı.

Atatürk Kocatepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ömer Faruk FATSA'nın "Açık Kaynak Kolu Disiplinler Arası Eğitsel Robot Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" konulu tez çalışmasında kullanılmak üzere 2022-2023 eğitim-öğretim dönemi içinde Müdürlüğümüze bağlı ilgi (b) yazı ekinde ismi belirtilen okulda görevli öğretmenlere ve öğrenim gören öğrencilere ilgi (a) genelgenin hükümleri doğrultusunda anket çalışması yapması, çalışmaları tamamladıktan sonra sonuçlarının birer örneğini İl Millî Eğitim Müdürlüğüne teslim etmesi şartıyla, araştırma yapmaları Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Fatih AKÇİL
İl Millî Eğitim Müdür V.

OLUR

Uğur KOLSUZ
Vali V.

Ek:
- İlgi Yazı ve Ekleri (47Sayfa)

EK-9 ARAŞTIRMACININ TEKNOFEST 2022 STANDINA AİT GÖRSELİ



ÖZ GEÇMİŞ

Araştırmacı yılında doğmuştur. İlk öğrenimini Samsun Çarşamba Atatürk İlköğretim okulunda tamamlamıştır. Orta öğrenimini Giresun Anadolu Öğretmen Lisesinde gerçekleştirmiştir. Lisans eğitimini 2014 yılında Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesinde tamamladıktan sonra 2015 yılında Erzurum ili Tortum ilçesinde Bilişim Teknolojileri Öğretmeni olarak göreve başlamıştır. 2021 yılına kadar buradaki görevine devam ettikten sonra Afyonkarahisar iline atanmıştır. Araştırmacı evli ve 1 çocuk babasıdır.

