



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

**OMURGALILARDA KALP ANATOMİ VE FİZYOLOJİSİNİN
ÖĞRETİMİNDE STEM TABANLI ARDUINO ROBOTİK
UYGULAMALARIN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
AKADEMİK BAŞARI VE TEKNOLOJİYE YÖNELİK DİRENÇ
DAVRANIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

AYŞE ÖZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NİSAN, 2023
MUĞLA**

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

**OMURGALILARDA KALP ANATOMİ VE FİZYOLOJİSİNİN
ÖĞRETİMİNDE STEM TABANLI ARDUINO ROBOTİK
UYGULAMALARIN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
AKADEMİK BAŞARI VE TEKNOLOJİYE YÖNELİK DİRENÇ
DAVRANIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

**AYŞE ÖZEL
ORCID NO: 0000-0002-0737-6516**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NİSAN, 2023
MUĞLA**

JÜRİ ONAY SAYFASI

Ayşe ÖZEL tarafından hazırlanan “Omurgalılarda Kalp Anatomi ve Fizyolojisinin Öğretiminde STEM Tabanlı Arduino Robotik Uygulamaların Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı ve Teknolojiye Yönelik Direnç Davranışları Üzerindeki Etkileri” başlıklı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Jüri Başkanı / Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Gamze ABUR
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri
Eğitimi Anabilim Dalı
Üye

Prof. Dr. Hatice ÖZENOĞLU
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Anabilim Dalı
Üye

Tez savunma tarihi: 14/04/2023

Bu tez Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirmektedir.

Prof.Dr. Şevki KÖMÜR
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYANI

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanan “Omurgalılarda Kalp Anatomi ve Fizyolojisinin Öğretiminde STEM Tabanlı Arduino Robotik Uygulamaların Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı ve Teknolojiye Yönelik Direnç Davranışları Üzerindeki Etkileri” Başlıklı Yüksek Lisans Tez çalışmasında;

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

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 14/04/2023

Ayşe ÖZEL

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

ÖZET

OMURGALILARDA KALP ANATOMİ VE FİZYOLOJİSİNİN ÖĞRETİMİNDE STEM TABANLI ARDUINO ROBOTİK UYGULAMALARIN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARI VE TEKNOLOJİYE YÖNELİK DİRENÇ DAVRANIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

AYŞE ÖZEL

Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ

Nisan 2023, 237 sayfa

Bu araştırmada; fen bilimleri öğretmen adaylarının, omurgalı hayvanlarda (Balık-Kurbağa-Sürüngen-Kuş ve Memeli) kalbin anatomisi ve fizyolojisini, Arduino UNO mikrodenetleyici kartı ve mBlock kodlama programını kullanarak simüle eden robotik modeller geliştirmeleri temeline dayanan deneysel bir araştırma tasarlanmıştır. Omurgalı Arduino kalp modellerinin (KARDUİNO) robotikleştirilmesinde, araştırmacı tarafından geliştirilen tasarım temelli STEM tabanlı öğretim modülleri, öğretmen adaylarına rehberlik etmiş ve grup halinde çalışan öğretmen adayları kendi öğrenme süreçlerini yöneterek yönlendirmişlerdir. Deneysel Araştırma; Arduino UNO mikrodenetleyici kartı ile elektronik devre kurma ve kodlama ile ilgili ön eğitimin verilmesi, omurgalılarda kalbin anatomisi ve fizyolojisini öğreten rehber STEM modülü üzerinden ana görevin yerine getirilmesi, öğretmen adaylarının grup halinde çalışarak omurgalı kalbinin robotik modelini tasarlama, kodlama ve çalıştırma vb. öğretim etkinliklerini içermektedir. Tek gruplu yarı deneysel modele göre yürütülen araştırmada; “Omurgalılarda Kalp Anatomi ve Fizyolojisinin STEM Tabanlı Arduino Robotik Model Tasarımları” ile öğretilmesinin, öğretmen adaylarının; “Akademik başarı” ve “Teknolojiye yönelik direnç davranışlar” üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler; deneysel sürecin akademik başarıyı arttırdığı ve ileri düzey eğitim teknolojisinin ve robotik STEM yaklaşımının fen bilimleri eğitimde kullanılmasına dönük olumlu davranışları geliştirdiğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: omurgalı hayvanlarda kalbin anatomisi ve fizyolojisi, STEM, arduino UNO mikrodnetleyici, mBlock, akademik başarı, teknolojiye yönelik direnç davranışlar



ABSTRACT

THE EFFECTS OF STEM-BASED ARDUINO ROBOTIC APPLICATIONS IN THE TEACHING OF HEART ANATOMY AND PHYSIOLOGY IN VERTEBRATES ON THE BEHAVIOR OF SCIENCE TEACHERS' ACADEMIC SUCCESS AND RESISTANCE TO TECHNOLOGY

AYŞE ÖZEL

Master Thesis, Department of Science Education

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ

April 2023, 237 pages

In this study; An experimental research was designed based on the development of robotic models that simulate the anatomy and physiology of the heart in vertebrate animals (Fish-Frog-Reptile-Bird and Mammalian) by using Arduino UNO microcontroller board and mBlock coding program. In the roboticization of the vertebrate Arduino heart models (VERDUINO), the design-based STEM-based teaching modules developed by the researcher guided the pre-service teachers and the pre-service teachers working in groups directed their own learning processes. includes Teaching activities in the experimental research includes; Giving preliminary training on building and coding electronic circuits with Arduino UNO microcontroller board, performing the main task through the guide STEM module that teaches the anatomy and physiology of the heart in vertebrates, working in groups of pre-service teachers to design, code and operate a robotic model of the vertebrate heart etc. In this study, which was carried out according to the single-group quasi-experimental model; Teaching the "STEM-Based Arduino Robotic Model Designs of Heart Anatomy and Physiology in Vertebrates ", that the teacher candidates; Its effects on "Academic success" and "Resistance behaviour towards technology" were tried to be determined. The data obtained as a result of the research; It has been shown that the experimental process increases academic achievement and improves positive behaviors towards the use of advanced educational technology and robotic STEM approach in science education.

Keywords: anatomy and physiology of the heart in vertebrates, STEM, arduino UNO microcontroller, mBlock, academic success, resistance behaviour towards technology



ÖN SÖZ

Yüksek lisans öğrenimi ders aşamasında, tez konusunun belirlenmesinde, ön eğitimlerin gerçekleştirilmesinde, deneysel sürecin tamamlanmasında ve yaşadığım her türlü sıkıntıda ilk günden itibaren yanımda olan, varlığıyla, ışığıyla beni aydınlatan ve rehberlik eden çok değerli danışmanım sayın Melek ALTIPARMAK KARAKUŞ’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecinde ölçme araçlarını doldurmada gönüllü olan ve samimi yanıtlar veren, aynı zamanda uygulama aşamasında özverili bir şekilde gayret gösteren sevgili öğretmen adaylarına çok teşekkür ederim.

Tez sürecinde Arduino robotik ön eğitim etkinliklerinde beni yalnız bırakmayan ve teknik destek sağlayan Berkay CEYLAN’a ve eğitimler sırasında pedagojik destek veren Nazlı MERT’e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bu sürece birlikte başladığım, her daim yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen çok sevgili arkadaşım Tuğçe ÖZKUL’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tavsiyeleri ve manevi desteğiyle yanımda olan, elinden gelenin fazlasını yapmak için çaba gösteren ve her konuda bana yardımcı olmaya çalışan çok kıymetli Arif YILDIZ’a teşekkürü bir borç bilirim.

Beni vareden, büyüten ve beni bugünlere getiren, her an sırtımı yasladığım en büyük destekçim sevgili aileme minnettarlığımı sunarım. Desteğiniz olmadan bu yola çıkamazdım.... İyi ki varsınız!

Ayşe ÖZEL

Nisan, 2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
ETİK BEYANI	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
ÖN SÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	x
TABLolar DİZİNİ	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xviii
EKLER DİZİNİ	xix

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Problem Cümlesi.....	9
1.2.1 Araştırmanın Alt Problemleri.....	9
1.3. Araştırmanın Amacı.....	9
1.4. Araştırmanın Önemi	11
1.5. Araştırmanın Varsayımları	13
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	13
1.7. Tanımlar.....	13

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. STEM Eğitimi.....	15
2.1.1.Probleme Dayalı STEM Eğitimi	17
2.1.2.Proje Tabanlı STEM Eğitimi	17
2.1.3.Tasarım Temelli (Mühendislik) STEM Eğitimi	17
2.2. Robotik STEM Eğitimi.....	19
2.3. Arduino Mikrodenetleyici Platformu.....	19
2.3.1.Arduinoda Programlama	21
2.3.2.mBlock'ta Arduino Programlama	22
2.3.3.Arduino Sensörleri	25
2.3.3.1.Ultrasonik Mesafe Sensörü	26
2.3.3.2. Toprak Nem Sensörü..	26
2.3.3.3. Pulse metre (Nabız Sensörü).....	27
2.4. Direnç Davranış	27
2.4.1. Direnç Kuramı	27
2.4.2. Direnç Davranış Türleri	28
2.4.3.Teknoloji Destekli ÖğretimdeDirenç Davranış	30
2.5. İlgili Yurt İçi Araştırmalar	31
2.6. İlgili Yurt Dışı Araştırmalar	38

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli.....	42
3.2. Çalışma Grubu	43
3.3. Veri Toplama Araçları	44
3.3.1. Erişi Testi.....	45
3.3.2. Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranış Ölçeği	49
3.4. İşlem Yolu.....	50
3.4.1. Çalışma Grubunun Oluşturulması.....	50
3.4.2. Çalışma Grubuna Ön Testlerin Uygulanması	50
3.4.3. Çalışma Grubunda Dersin İşlenişi	51
3.4.4. Çalışma Grubunda Deneyisel Araştırmanın Uygulanması	54
3.4.4.1. Grupların Oluşturulması.....	54
3.4.4.1. Öğretmen adaylarının Arduino platformu ile buluşması.....	54
3.4.4.2. KARDUINO STEM Uygulama Modülünün Geliştirilmesi.....	59
3.4.4.3. Öğretmen adaylarının Robotik STEM Eğitimi Süreci.....	62
3.4.4.3.1. Öğretmen Adaylarının Tasarım Süreci	65
3.4.5. Çalışma Grubuna Son Testlerin Uygulanması.....	98
3.5. Verilerin Analizi	98

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testine İlişkin Bulguları.....	99
4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	100
4.3. İkinci Alt Pronleme İlişkin Bulgular.....	101
4.3.1. <i>İsteksiz Uyum Boyutu</i>	103
4.3.2. <i>Etkin DirençBoyutu</i>	104
4.3.3. <i>Tam Uyum Boyutu</i>	105
4.3.4. <i>Çürütmeye Çalışma Boyutu</i>	106
4.3.5. <i>Umursamama Boyutu</i>	107

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Tartışma	109
5.2. Sonuç	109
5.3. Öneriler	113

KAYNAKÇA.....	115
---------------	-----

EKLER.....	130
------------	-----

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1. 21.Yüzyıl Sınıfında Değişen Öğretmen ve Öğrenci Rollerini	3
Tablo 2. Direnç davranış kategorileri ve örnekler	29
Tablo 3. Deneyisel Desen	43
Tablo 4. Çalışma Grubu	44
Tablo 5. Test Maddelerinin Ayırt Edicilik ve Güçlük İndeksleri	46
Tablo 6. “Eriş Testi”ne İlişkin Belirtke Tablosu	48
Tablo 7. Eriş Testine İlişkin Deneyisel Çalışma Öncesi ve Sonrası Güvenilirlik Çalışması Sonuçları	49
Tablo 8. Çalışma Grubunda Uygulanan Deneyisel İşlem Basamakları	52
Tablo 9. KARDUINO STEMMOD’ların Geliştirilme Aşamasında İzlenen İşlem Basamakları	61
Tablo 10. Grupların Tasarım Projelerinin Dağılımı	63
Tablo 11. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testi Sonuçları	99
Tablo 12. ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama,Standart Sapma ve t-testi Sonuçları	100
Tablo 13. ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	101
Tablo 14. TYDDÖ Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama Standart Sapma ve t-testi Sonuçları,	102
Tablo 15. TYDDÖ Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	102
Tablo 16. TYDDÖ İsteksiz Uyum Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları	103

Tablo 17. <i>TYDDÖ İsteksiz Uyum Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	103
Tablo 18. <i>TYDDÖ Etkin Direnç Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları</i>	104
Tablo 19. <i>TYDDÖ Etkin Direnç Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	104
Tablo 20. <i>TYDDÖ Tam Uyum Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları</i>	105
Tablo 21. <i>TYDDÖ Tam Uyum Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	105
Tablo 22. <i>TYDDÖ Çürütmeye Çalışma Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları</i>	106
Tablo 23. <i>TYDDÖ Çürütmeye Çalışma Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	106
Tablo 24. <i>TYDDÖ Umursamama Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları</i>	107
Tablo 25. <i>TYDDÖ Umursamama Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları</i>	107

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1. WEF(2016b) 'e (World Economic Forum) göre 21. yüzyıl becerileri	2
Şekil 2. Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Hynes vd. 2011).....	18
Şekil 3. Arduino UNO kartı ve bağlantı noktaları.....	20
Şekil 4. ArduinoIDE arayüzünde örnek komut kodları	22
Şekil 5. mBlock proramı arayüzü	23
Şekil 6. mBlock arayüzünde Arduino kodlama (Arduino Kipi)	24
Şekil 7. Arduino 'da Sensör Çeşitleri	25
Şekil 8. Ultrasonik mesafe sensörü.....	26
Şekil 9. Toprak nem sensörü.....	26
Şekil 10. Pulse metre (nabız sensörü)	27
Şekil 11. Robotik Kodlama Tasarım ve Beceri Atölyesinde çalışan öğretmen adayları.....	58
Şekil 12. Robotik Kodlama Tasarım ve Beceri Atölyesinde çalışan öğretmen adayları.....	58
Şekil 13. Arduino kartı ile tasarımlarını gerçekleştiren öğretmen adayları.....	59
Şekil 14. Wendell vd. (2010) 'a göre tasarım döngüsü	60
Şekil 15. 1.Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesi.....	66
Şekil 16. 1. Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesinin m Block Kodlama Akış Şeması	67
Şekil 17. 1. Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino kodları	68
Şekil 18. 2. Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesi.....	70
Şekil 19. 2.Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması.....	71
Şekil 20. 2. Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino kodları	72
Şekil 21. 3. Grup Kuş Kalp Modeli Tasarım Projesi.....	73

Şekil 22. 3.Grup Kuş Kalp Modeli İşleyişi Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması .	74
Şekil 23. 3.Grup Kuş Kalp Modeli İşleyişi Tasarım Projesinin Arduino Kodları.....	75
Şekil 24. 4. Grup Kuş Kalp Modeli Tasarım Projesi.....	76
Şekil 25. 4.Grup Kuş Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması.....	77
Şekil 26. 4.Grup Kuş Kalbi Tasarım Projesinin Arduino Kodu	78
Şekil 27. 5. Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesi	79
Şekil 28. 5.Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması	80
Şekil 29. 5.Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino Kodu.....	81
Şekil 30. 6. Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesi	82
Şekil 31. 6.Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması	83
Şekil 32. 6.Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino Kodu.....	84
Şekil 33. 7. Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesi.....	85
Şekil 34. 7. Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesi.....	86
Şekil 35. 7. Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesi Arduino Kodları	87
Şekil 36. 8. Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesi.....	89
Şekil 37. 8.Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması.....	90
Şekil 38. 8.Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino Kodu.....	91
Şekil 39. 9. Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesi	92
Şekil 40. 9.Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması	93
Şekil 41. 9.Grup Balık Kalp Modeli İşleyişi Tasarım Projesinin Arduino Kodu	94
Şekil 42. 10. Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesi	95
Şekil 43. 10. Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması	96
Şekil 44. 10. Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino Kodu	97

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Ana Bilim Dalı
AR	Artırılmış Gerçeklik
ERT	Eriş Testi
FBÖ	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları
KARDUINO	Kalp Arduino
MYO	Meslek Yüksek Okulu
PDÖ	Probleme Dayalı Öğrenme
PTÖ	Proje Tabanlı Öğrenme
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
STEMMOD	STEM Uygulama Modülü
TYDDÖ	Teknolojiye Yönelik Direnç Davranış Ölçeği

EKLER DİZİNİ

	Sayfa
Ek 1. <i>Erişi Testi</i>	130
Ek 2. <i>Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Ölçeği</i>	139
Ek 3. <i>Kardduino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Memeli Kalbi</i>	141
Ek 4. <i>Kardduino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Kuş Kalbi</i>	155
Ek 5. <i>Kardduino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Sürüngen Kalbi</i>	167
Ek 6. <i>Kardduino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Kurbağa Kalbi</i>	179
Ek 7. <i>Kardduino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Balık Kalbi</i>	191
Ek 8. <i>Öğretmen Adayları Tarafından Doldurulan Örnek Sürüngen Kalbi Modülü</i>	203
Ek 9. <i>Öğretmen Adayları Tarafından Doldurulan Örnek Balık Kalbi Modülü</i>	209
Ek 10. <i>Ek 10. TDDÖ İzni</i>	216
Ek 11. <i>Etik Kurul Kararı</i>	217
Ek 12. <i>Çalışma kapsamında geliştirilen proje videolarının You Tube Linkleri</i>	218

BÖLÜM I

GİRİŞ

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmanın problem durumu, araştırma problem cümlesi, araştırma problemine ait alt problemler, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi; araştırmanın varsayımları, araştırmanın sınırlılıkları ve tanımlar ele alınmıştır.

1.1. Problem Durumu

Dijital devrim yaşadığımız 21. yüzyılda öğrencilerin; teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmeleri, gelişen yeni teknolojilere adapte olmaları, sahip oldukları bilgi birikimini doğru analiz edebilmeleri ve öğrendikleri bilgilerle günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere etkili çözümler üretebilmeleri için üst düzey teknolojik beceri ve yetkinliğe sahip olmaları beklenmektedir (Anagün, Atalay, Kılıç ve Yaşar, 2016; Eker, Akar Elekoğlu, Kamar ve Kamar 2019). 21. yüzyıl becerileri içerisinde yer alan bu bilgi ve yetkinliklerin günümüz gençlerini; doğru, güncel bilgilere ulaştırma ve bu bilgileri kullanarak yeni teknolojiler üretme sürecinde etkin rol alabilmeye teşvik edecek düzeyde olmaları gerektiği de ifade edilmektedir (Dede, 2010). 21. yüzyıl becerileri esasen; yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi hedefleyen bir öğretim sürecinde öğrencinin, günlük yaşam problemleriyle yüzyüze bırakılarak, yaratıcı ve üst düzey düşünme becerisi geliştirmesini temel almaktadır (Günüç, Odabaşı ve Kuzu 2013; Şahin, Ayar, ve Adıgüzel, 2014). 21. yüzyılda öğrencilerin sahip olması gereken temel ve üst düzey beceriler şu şekilde sıralanmaktadır (Wagner, 2008);

- Problem çözme
- Eleştirel düşünme

- İşbirliği ve liderlik
- Çeviklik ve uyum sağlama,
- İnisiyatif ve girişimcilik,
- Etkili sözlü ve yazılı iletişim,
- Erişim ve verileri analiz etme,
- Merak ve hayal gücü.

Dünya Ekonomik Formu (WEF) tarafından 2015 yılında yayınlanan “Eğitim için yeni vizyon: Teknoloji potansiyelini açmak” raporuna göre; 21. yüzyılda öğrenciler için, geleneksel öğretim yöntemlerinin yeterli olmadığı bunun yanı sıra sosyal ve duygusal öğrenme yoluyla geliştirilen problem çözme, iş birliği ve iletişim becerilerinde yeterlilik kazanıldığı takdirde gelişen dijital ekonomide başarılı olunacağı vurgulanmış ve öğrenciler için 16 önemli beceri belirlenmiştir (WEF, 2016b).

Şekil 1. WEF(2016b)’e (World Economic Forum) göre 21. yüzyıl becerileri



Not. WEF(2016b)’e (World Economic Forum) göre 21. yüzyıl becerileri http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education.pdf adresinden alınmıştır.

21. yüzyıl becerilerine sahip olan günümüz öğrencileri; yaratıcı ve inovatif bir yaklaşımla problemlere çözümler üretebilmekte, işbirliğiyle uyum içinde çalışmakta, sorumluluk alabilmekte, bilgi ve teknolojiyi doğru ve etkili bir şekilde kullanarak daha kaliteli ürünler üretebilmektedirler (Anagün ve diğerleri, 2016; Özçelik, Akgündüz,

2018; Eker ve diğerleri, 2019). Günümüzde bireylerin, yaşamları boyunca geçtikleri eğitim süreçlerinden ne kadar faydalanabildikleri ve meslek hayatlarında ne kadar başarılı oldukları 21. yüzyıl becerilerine hangi düzeyde sahip oldukları ile belirlenmektedir. Bu bakış açısıyla, 21. Yüzyılda gerekli yaşam becerilerinin öğrencilere kazandırılabilmesini hedefleyen multidisipliner ve tekno-pedagojik öğretim yaklaşımları geliştirilmeye çalışılmaktadır (Roberts, 2012; Şahin ve diğerleri, 2014). Pedagojik ve teknolojik disiplinlerin bir arada kullanılmaya başlanması, öğrenme ortamlarının tasarlanmasında, ders içeriğine uygun teknolojik uygulamalar ile pedagojik prensipler arasındaki bağlantıların etkili bir şekilde kurulmasını teşvik etmektedir. 21. Yüzyılda değişen öğretmen ve öğrenci rolleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. 21.Yüzyıl Sınıfında Değişen Öğretmen ve Öğrenci Roller

21. Yüzyıl Sınıfı							
21. Yüzyıl Becerileri, bilişsel süreçlerin ve bireylerin bu süreçleri en büyük etki için kullanmalarını sağlayan teknolojilerin bir kombinasyonudur. 21. Yüzyıl sınıfı, öğrenci merkezli proje tabanlı ve yaşam boyu öğrenenler yaratmaya odaklanan bir sınıftır.							
Araştırma ve Akıcılığı	Bilgi	Problem Çözme ve Eleştirel Düşünme	İşbirliği ve İletişim	Yaratıcılık ve Yenilik			
Öğretmen:		Öğretmen:		Öğretmen:		Öğretmen:	
▪ Öğrencilerin becerilerini geliştirmeleri ve göstermeleri için fırsatlar sunar.	temel ve için	▪ Öğrencilerin becerilerini geliştirmeleri ve göstermeleri için fırsatlar sunar.	temel ve için	▪ Yapılar oluşturur, fırsatlar sağlar ve öğrenci performanslarını değerlendirir.		▪ Öğrencilerin becerilerini geliştirmeleri ve göstermeleri için fırsatlar sunar.	temel ve için
Öğrenciler:		Öğrenciler:		Öğrenciler:		Öğrenciler:	
▪ Bilgileri bir araya getirmek, değerlendirmek ve kullanmak için uygun dijital araçları seçer.		▪ Gerçek problemlerini planlamak, tasarlamak ve yürütmek için birden fazla kaynak kullanır.	dünya ve için	▪ Gerçek olmayan zamanda iletişimi başlatır.		▪ Eleştirel özgün çalışma yaratmak için araştırma yöntemleri ve iletişim araçları.	
▪ Kaynakları bulmak ve değerlendirmek için çeşitli araştırma becerilerini uygular.		▪ İşbirliği yapmak ve gerçek problemleri çözmek için teknolojiyi kullanır.		▪ Farklı kültürel geçmişlere sahip öğrencilerle iletişim kurar ve işbirliği yapar.		▪ Orijinal çalışma oluşturmak için sınıfın ötesinde bir izleyici kitlesiyle etkili bir şekilde işbirliği yapar.	
▪ Gerçek dünyadaki görevleri gerçekleştirmek için bilgi ve kaynakları kullanır.		▪ Üst düzey düşünme becerilerini kullanarak açık uçlu sorular geliştirir ve yanıtlar.		▪ Gerçek dünya problemlerini çözmek ve orijinal eserler yaratmak için işbirliğine dayalı ekipler oluşturur.			

Not. https://www.researchgate.net/post/What_are_the_ICT_teachercompetencies_for_the_XXI_century adresinden alınmıştır.

21. yüzyılın sınıflarında değişen öğretmen ve öğrenci rolleri doğrultusunda öğretim programlarındaki yöntem, teknik ve stratejilerin de değişerek güncellenmesi gerekmektedir. STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi dört farklı disiplinin entegrasyonuna dayanan yenilikçi (inovatif) bir öğretim yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır (Doerschuk, Bahrim, Daniel, Kruger, Mann ve Martin, 2016; Çorlu ve Çallı, 2017). STEM eğitimi gelecekte yeni teknolojiler üretecek ve teknolojik gelişmelere yön verecek olan öğrencilerin; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları ile problemlere multidisipliner yaklaşıma ve çözme becerilerine katkıda bulunmaktadır. STEM eğitimi öğrencilerin; gerçek dünya problemleri ile öğretim programındaki bilgiler arasında bağlantı kurmalarına, sınıfta öğrendiklerini gerçek hayatta uygulamaya koymalarına, araştırma, sorgulama, yeni fikirler ve ürünler üretmelerine öncülük etmektedir (Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi, 2013; Yamak, Bulut ve Dünder 2014; Baran, Canbazoglu Bilici, ve Mesutoğlu, 2015; MEB, 2016). STEM eğitimi, STEM disiplinleri arasında ilişki kurarak bütüncül bir öğrenme yaklaşımıyla bilginin inşa edilmesi temeline dayanmaktadır (Smith ve Karr-Kidwell, 2000; Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014; Yamak ve diğerleri, 2014). STEM'i oluşturan disiplinlerin en az ikisi arasında bağlantı kurularak bireyin bilgi, beceri, tutum ve inançlarının olumlu yönde geliştirilmesi hedeflenmektedir (Çorlu ve diğerleri, 2014). STEM eğitiminde öğrenciler, grup halinde çalışarak bilgi ve beceri temelli hayat problemlerinin çözümüne yönelik etkinlikler tasarlayarak birlikte çözüm önerileri geliştirmeye çalışmaktadırlar. Problem tabanlı etkinliklerle öğrencilerin; analitik düşünme, problem çözme, yaratıcılık, işbirliği ve takım ruhuna uyum sağlama becerileri artmakta medya ve teknoloji okuryazarlık düzeyleri yükselmektedir (Zengin, 2016; Çepni, 2018). STEM etkinlikleri öğrencilerin, bilimsel süreç becerilerinin oluşturulması ve geliştirilmesine katkı sağlamakla birlikte (Şahin ve diğerleri, 2014), yenilikçi (inovatif) tasarımlar ve robotik uygulamalar yoluyla bilişim ve mühendislik teknolojileri alanında kariyer yapma isteğini artırdığı belirtilmektedir. Bu bağlamda düşünüldüğünde gelecekte ülke kalkınmasında yer alacak günümüz gençlerinin, iş dünyasında istenilen niteliklere sahip verimli birer işgücü olabilmeleri için STEM eğitimi büyük önem taşımaktadır (TÜSİAD, 2014). STEM eğitiminin öğrenme ortamlarında uygulanabilirliği, ancak öğretmenlerin STEM disiplinlerini derinleştirip öğretim programındaki etkinliklere entegre etmeleriyle mümkündür. Okullarda STEM eğitimi için gerekli bilgi, beceri ve inancın olmaması, STEM eğitimi ile ilgili belli zorlukları da beraberinde getirmektedir (Cuadra ve Moreno, 2005). Bu zorlukların

giderilmesi ise, tek bir disipline odaklanan öğretim modelinden multidisipliner bütünlük öğretim modeline geçişte öğrencilerine rehberlik edebilecek STEM uzmanlığına sahip öğretmenlerin yetiştirilmesine bağlıdır (Kline, 2005; Furner ve Kumar, 2007; Sanders, 2009; Çorlu ve diğerleri, 2014).

Probleme dayalı STEM, proje tabanlı STEM, tasarım temelli STEM ve robotik STEM, STEM eğitiminin uygulanmasında sıklıkla kullanılan yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır (Han, Capraro ve Capraro, 2014; Dass, 2015). STEM eğitiminde, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini kullanarak ve çoklu disiplinlerin bütünlleştirilmesiyle bilgiyi yapılandırdığı, araştırma ve sorgulama sürecine dahil edildiği ve bireysel deneyimler yerine işbirliğine dayalı öğrenmelerin gerçekleştiği ortamların etkili olduğu savunulmaktadır (Sanchez, Neriz ve Ramis, 2008; Han ve diğerleri, 2014; Ülger ve İmer, 2013; Çukurbaşı ve Kıyıcı, 2017; Sen, Ay ve Kiray, 2021).

Mühendislik tasarım sürecinin STEM eğitime entegrasyonunda, öğrencilerin fen ve matematik disiplinlerini teknolojiyi kullanılarak gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirmeleri ve yeni ürünler inşa etmeleri sağlanmaktadır (Sen ve diğerleri, 2021). Mühendislik tasarım sürecini STEM eğitime entegre etmede kullanılan en etkili yöntem robotik STEM uygulamalarıdır. “Robotik STEM”; fizik, kimya ve biyoloji gibi fen öğretim programlarındaki karmaşık ve soyut kavramların daha kolay anlaşılmasına, matematik ve mühendisliğin birlikte kullanıldığı etkinliklerle yeni ürünler tasarlamaya olanak sağlamaktadır. “Robotik STEM” öğrencilere, kodlama ve programlamanın yanısıra; analitik ve algoritmik düşünme, problem çözme, mühendislik tasarım, yaratıcılık ve işbirliği vb. akademik ve sosyal becerileri de kazandırmaktadır (Eguchi, 2016; Zengin, 2016). “Robotik STEM” öğrencilerin dış dünyayı daha analitik bir şekilde algılamalarına katkıda bulunarak, onlara, etraflarında olup bitene dönük farklı bakış açıları geliştirmelerinde rehberlik etmektedir (Karışan ve Yurdakul, 2017). “Robotik STEM” öğrencilerin, fen bilimlerindeki akademik başarılarını artırmakta, öğretim süreçlerine yönelik tutum ve motivasyonlarını da yükselterek öğretimin duyuşsal alanlarındaki davranışları da geliştirmektedir (Özdoğru 2013; Strawhacker, Bers 2015; Çömek ve Avcı, 2016; Çukurbaşı ve Kıyıcı 2017; Yıldırım, 2020).

Arduino; tüm dünyada eğitim alanında sıklıkla kullanılan çok popüler bir mikro denetleyici kart ve eğitsel kodlama programlama yazılımıdır. Arduino, esnek ve

kullanımı kolay, açık kaynak kodlu, elektronik bir mikrodenetleyici platformudur (Banzi, 2009; Delebe, 2017; Ocak, 2018). Arduino ucuz maliyeti ve tasarım kolaylığı nedeniyle öğretimde alternatif teknolojik robotik bir arayüz olarak görülmekte ve birçok farklı proje ve tasarımda sıklıkla kullanılmaktadır (Dökmetaş, 2016; Ocak, 2018; Sarı ve Yaşar, 2020; Başarmak, Uluay, Polat, 2021). Son yıllarda yapılan araştırmalarda; Arduino'nun fizik konularının öğretimi başta olmak üzere; fen bilimleri, mühendislik, robotik tasarımlar, elektrik-elektronik devre kurma vb. alanlarda kullanıldığına da dikkat çekilmiştir. Arduino'nun birçok farklı alandaki öğrencilerin, temel elektrik ve elektronik bilgilerini deney yoluyla yaparak yaşayarak geliştirerek elektronik ürünler geliştirmelerine de katkıda bulunduğu ifade edilmektedir (Kırıkkaya ve Başaran, 2017; Başaran, 2018; Alakuş, 2019; Duman, 2019).

Özellikle fen bilimleri öğretiminde STEM tabanlı Arduino robotik teknolojileri öğrencilerin dikkatini çekmekte ve ilgi toplamaktadır (Cameron, 2005; Karim, Lemaignan ve Mondada, 2015; Sinap, 2017; Koparan, Yüksel ve Koparan, 2021). Arduino robotik tasarımlar ile çalışan öğrencilerin; problem çözme, alternatif çözümler üretme, eleştirel düşünme, yaparak-yaşayarak deneyimleme, teknolojik yeteneklerini keşfetme ve geliştirme vb. birçok beceriyi kazandığı ifade edilmektedir (Costa ve Fernandes, 2004; Dugger, 2010; Benitti, 2012; Marulcu, ve Sungur, 2012). Günümüz gençlerinin teknoloji destekli öğretim konusundaki beklenti ve ihtiyaçlarının Arduino vb. robotik teknolojiler ile oldukça karşılanabildiği ifade edilmektedir (Yavuz-Konokman, 2015). Arduino destekli robotik kodlama etkinliklerinin sınıf ortamında eğitime entegre edilmesi, öğrencilerin ve dolaylı olarak toplumun teknolojik olarak gelişimine de katkıda bulunmaktadır (Çömelek ve Avcı, 2016). Gelişen teknolojileri takip etmede ve yeni teknolojilerin üretilmesinde rehber olan öğretmenlerin rolü bu noktada önem kazanmaktadır (Reiner, 2009). Teknolojiye yönelik tutumları yüksek olan Z kuşağı gençlerinin, teknolojik beklenti ve ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için öğretmenlerin teknolojiyi etkin kullanmaları önem kazanmaktadır. Öğretmenlerin, mevcut güncel teknolojileri derslerinde etkin kullanma potansiyellerini geliştirmedikleri sürece yeni nesil öğrencilere hitap etme konusunda daha da zorlanacakları kaçınılmaz görülmektedir. Yapılan bazı araştırmalar, öğretmenlerin, öğretim faaliyetlerinde teknolojiyi kullanmaya yönelik motivasyon ve inançlarının olumsuz yönde olduğu ve güncel teknolojileri eğitime entegre etmekte zorlandıklarını ortaya koymaktadır (Çakır ve Yıldırım, 2009). Ayrıca öğretim programlarında yeni, güncel ve farklı teknolojilerin yer almaması, öğretmen niteliğinin ve teknolojiye yönelik tutumların istenilen düzeyde

olmaması da öğretmenlerin teknoloji destekli öğretime direnç göstermelerine neden olmaktadır (Yavuz-Konokman, 2015). Öğrencilerin, derslerde internet kullanımına karşı direnç göstermedikleri ve internet kullanımının akademik performanslarını geliştirdiğine inandıkları bilinmektedir (Norzaidi ve Salwani, 2009). Öğrencilerin teknoloji destekli öğretime yönelik direnç davranışları ise; sınıf içerisinde teknolojinin bulunduğu etkinlik ve durumlara karşı koyma davranışları şeklinde ifade edilmektedir (Giroux, 2001). Yüksel (2006), direnç davranışın öğretmenler tarafından öğrencilerin içinde bulundukları sosyal çevre ile okul ortamı arasındaki farklılıklardan dolayı ortaya çıkan davranışlar olarak tanımlamaktadır.

Teknolojiye yönelik öğrenci dirençlerinin nedeni ise; öğretim elemanlarının yanlış davranışları, okul ve fakülte engelleri ve sosyal aylaklık olgusu olarak ifade edilmektedir (Seidel ve Tanner, 2013). Öğretim elemanlarının öğrencilere karşı rehberlik görevini tam olarak üstlenmemesi ve yeterince açık olmaması, öğrenme ortamlarında yeterli etkileşimin gerçekleştirilememesi ve öğrencilerin duyuşsal olarak olumsuz bulunma durumlarının, direnç davranışlara sebep olduğu belirlenmiştir. Öğrenci direnç davranışlarının nedenlerine bakıldığı çoğu çalışmada, birinci nedenin öğretmen olduğu ifade edilse de (Field ve Olafsen, 1999; Seidel ve Tanner, 2013) yalnızca öğretmen rolünün, öğrenci direncine sebep olmadığı bir diğer sebebin de öğrencinin kendisinin olduğu vurgulanmaktadır (Kearney, Plax and Buroughs, 1991; Seidel ve Tanner, 2013). Öğrenci direnç davranışları öğrenme ortamını ve öğrenmeyi çoğunlukla olumsuz yönde etkilemekte, bu davranışın giderilmemesi öğretmenler ve okul idarecilerine sorun teşkil etmektedir (Yüksel 2004). Dolayısıyla öğrenci direnç davranışları, günümüzde üzerinde durulması gereken önemli konulardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Sun, 1995; Başar, 2001). Öğretim elemanlarının destekleyici rehberlik rolünü üstlenmesi, öğrenme ortamlarında etkili ve güncel teknolojik içeriklerin kullanılması, öğrencilerin öğrenme faaliyetlerinden hoşnut olması, teknolojik kaynaklar aracılığıyla bilgiye ulaşması ve işbirlikli çalışma ortamının oluşturulması öğretmen adaylarının teknoloji destekli öğretime yönelik dirençlerinde azalmaya neden olduğu sonucuna varılmıştır (Yavuz-Konokman, 2015; Yavuz-Konokman ve Çukurbaşı, 2019). Öğrencilerde oluşan direnç davranışlarının giderilmesi için; öğretim yöntemlerinin çeşitlendirilmesi, öğrenme ortamı ve öğretim yöntemi ile ilgili olarak öğrenci görüşlerinin önemsenmesi ve sınıf içi direnç durumlarının ölçülmesi, öğrencilerin direnç davranışı göstermeden önce endişe ve kaygılarının dile getirilmesine

olanak sağlanması ve öğretim elemanının sınıf direnişi ile ilgili endişelerini ve bu endişeleri ele alış biçimlerini öğrencilerle paylaşması önerilmektedir (Seidel ve Tanner, 2013; Yavuz-Konokman, 2015; Yavuz-Konokman ve Çukurbaşı, 2019;).

Robotik STEM etkinliklerinde; öğrenci direnci, öğrenci direnişinin nedenleri, dirençli davranış türleri hakkında sınırlı sayıda bilimsel araştırma olduğu görülmektedir (Burroughs ve diğerleri, 1989; Bryant, Bates 2010; Shimazoe, Aldrich 2010; Mthethwa-Sommers 2010; Beyaz 2011). Ayrıca, eğitim kalitesinin bir göstergesi olarak değerlendirilen direnç davranışlarla ilgili ülkemizde yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır (Yüksel 2004; Yüksel 2006, Sever ve diğerleri, 2010). STEM eğitiminde özellikle teknoloji entegrasyonunda öğrencilerin dirençli davranışlarına odaklanması gerekmektedir (Seidel ve Tanner, 2013; Yavuz-Konokman, 2015; Yavuz-Konokman, Çukurbaşı, 2019). Öğrencilerin direnç davranışlarının belirlenmesinin ve bu davranışların üstesinden gelmenin, teknolojinin sıklıkla öğretimle bütünleştiği dijital çağda özellikle önemli olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan öğretmen eğitiminde, teknoloji tabanlı yeni ve farklı öğretim uygulamalarının olmaması öğretmen adaylarının teknoloji destekli eğitime karşı dirençli davranışlarının nedeni olarak görülmektedir. Dijital öğretmenlerin eğitimindeki teknolojiye yönelik direnç davranışların, robotik kodlama etkinliklerine derslerde daha çok yer verilmesi ile değiştirilebileceği öngörülmektedir (Yavuz-Konokman, 2015; Yavuz-Konokman ve Çukurbaşı, 2019).

Biyoloji eğitiminde, doğası gereği soyut ve karmaşık olan biyolojik kavram ve olguların kalıcı olarak öğretilmesi; derslerde görsel ve somut modellerin kullanılması/yapılması veya laboratuvar etkinlikleri ile mümkün olabilmektedir (Çakmak ve Hevedanlı, 2004; Cuperman ve Verner, 2013). Özellikle anatomik yapıların; doku ve organların yapısı ve organ sistemlerinin çalışma mekanizması somut modeller ve görsel etkinliklerle desteklenmezse kavranması zordur (Çakmak ve Hevedanlı, 2004). Biyolojideki karmaşık olgu, olay ve döngülerin modellerle görselleştirilerek somutlaştırılması öğretimde her zaman etkili olmaktadır (Harrison ve Treagust, 2000; Rotbain ve diğerleri, 2006; Haugwitz ve Sandmann, 2010). Doku, organ ve sistemlerle ilgili materyal modeller üzerinde çalışılması, metabolizmanın işleyişi ve iç dengenin nasıl korunduğunun öğrenilmesinde başarılı olmaktadır (Anjur, 2015).

Bu çalışmada; biyoloji alanında robotik STEM tabanlı öğretim yaklaşımları ve kodlama etkinlikleri ile tasarlanmış ve/veya projelendirilmiş araştırmaların sınırlı sayıda

olması göz önünde bulundurularak, biyolojik bir sistemin robotik STEM yaklaşımıyla somut modeller üzerinden öğretilmesine yönelik alternatif bir yöntem tasarlanmıştır. Omurgalı (Balık – Kurbağa – Sürüngen - Kuş ve Memeli) vücudundaki en önemli organlardan biri olan kalbin yapısı ve çalışma sistemi; gündelik hayattan temin edilecek pratik malzemelerle oluşturulmuş bir kalp modeli üzerine, Arduino UNO mikrodenetleyici kart, sensörler ve Arduino devre elemanlarının monte edilmesiyle simüle edilecektir. Araştırmanın; biyolojik konuların robotik teknolojiler ve kodlama ile öğretiminde sınırlı sayıda çalışmanın bulunması ve seçilen kalp ve dolaşım sistemi konusunun alan yazınında az çalışılan bir ünite olması bakımından özgün bir araştırma olduğu düşünülmektedir.

1.2. Problem Cümlesi

Omurgalılarda Kalp Anatomi ve Fizyolojisinin Öğretiminde STEM Tabanlı Arduino Robotik Uygulamaların Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının “Akademik Başarı” ve “Teknolojiye Yönelik Direnç Davranışları” üzerindeki etkileri nelerdir?

1.2.1 Araştırmanın Alt Problemleri

1. Omurgalılarda kalp anatomi ve fizyolojisinin öğretiminde STEM tabanlı Arduino robotik uygulamaların fen bilgisi öğretmen adaylarının “akademik başarıları” üzerindeki etkileri nelerdir?
2. Omurgalılarda kalp anatomi ve fizyolojisinin öğretiminde STEM tabanlı Arduino robotik uygulamaların fen bilgisi öğretmen adaylarının “teknolojiye yönelik direnç davranışları” üzerindeki etkileri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Fen bilimleri öğretiminde günümüzde uygulanan teorik ve disiplinler yaklaşımları; fen bilimlerinin dinamik yapısını statik hale getirmekte, stabil ve birbiriyle ilgisiz, değişmeyen ve gelişim göstermeyen bilgiler bütününe koşulsuz kabul etmeyi

(ezberlemeyi) temel alan öğretim stratejilerine dönüşmektedir. Doğayı, hiçbir oluşum ve gelişim süreci geçirmemiş bir bilgiler bütünü halinde kanun ve yasalar ile öğretmeye çalışmak canlılık, metabolizma, fizyolojileri ve ekolojik ilişkileri gibi temel konuların anlamlı bir şekilde öğrenilmemesi ile sonuçlanmaktadır (Altıparmak-Karakuş, 2016). Fen bilimleri öğretiminde temel amaçlarından biri de, soyut ve karmaşık olan kavram, yapı, olgu ve olayların kalıcı olarak öğretilmesidir. 21. yüzyılda hızlı ilerleme kaydeden moleküler biyoloji, mikrobiyoloji, biyokimya ve biyoteknoloji gibi alanlardaki kaliteli insan gücünün yetişebilmesi için öncelikle hücre yapısı ve işleyişinin kapsamlı ve kalıcı bir şekilde öğrenilmesinin gerekliliği bilinmektedir (National Research Council, 2003). Biyolojide; hücre, metabolizma, organların anatomik yapıları ve fizyolojilerin öğretiminde öğrenme ortamı somut modeller ve görsel etkinliklerle desteklenmezse zorluklarla karşılaşmaktadır (Çakmak ve Hevedanlı, 2004). Örneğin; dolaşım ve taşıma sistemi; kalbin yapısı ve çalışma sistemi, kanın yapısı, damarlar, kanın vücutta hareketi ve diğer sistemlerle olan ilişkisi vb. farklı düzeylerde birçok yapı, olay ve döngüye sahip karmaşık bir sistemdir. Bu nedenle basitleştirilmesi, görselleştirilmesi, laboratuvar etkinlikleri ile desteklenmesi veya elle yapılan etkinliklerle zenginleştirilerek öğretilmesi gerekmektedir (Harrison ve Treagust, 2000; Rotbain ve diğerleri, 2006; Haugwitz ve Sandmann, 2010; Cuperman ve Verner, 2015). Özellikle omurgalı hayvanlarda kan dolaşımı, kalbin yapısı ve çalışma sistemi farklı eğitim düzeyindeki öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip oldukları zor konular olarak ifade edilmektedir (Buckley, 2000; Özgür, 2013). Öte yandan özellikle karşılaştırmalı anatomi ve fizyolojide üzerinde en az araştırma yapılan ve esasında öğrencilerin anlamakta en çok zorlandıkları konulardan bir tanesi de taşıma ve dolaşım sistemleridir (Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999).

Bu çalışmada; biyoloji öğretimi alanında robotik STEM tabanlı öğretim yaklaşımları ve kodlama etkinlikleri ile tasarlanmış ve/veya projelendirilmiş araştırmaların sınırlı sayıda olması göz önünde bulundurularak, biyolojik bir sistemin robotik STEM yaklaşımıyla somut modeller üzerinden öğretilmesine yönelik alternatif bir yöntem tasarlanmıştır. Araştırmanın; biyolojik konuların robotik teknolojiler ve kodlama ile öğretiminde sınırlı sayıda çalışmanın bulunması ve seçilen kalp ve dolaşım sistemi konusunun alan yazınında az çalışılan bir ünite olması bakımından özgün bir araştırma olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada; öğretmen adaylarının, Arduino UNO mikrodenetleyici kartı kullanılarak yapılacak robotik-kodlama etkinliklerinde;

robotiğe ait temel kavramların öğretilmesi, Arduino sensör ve devre elemanlarının tanıtılması, mikrodnetleyici kart bağlantılarının öğretilmesi, mBlock ile kod yazma becerilerinin geliştirilmesi, tasarım sürecini temel alarak kalbin yapısı ve çalışma sistemini simüle edebilen robotik projeler tasarımları hedeflenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adayları gruplara ayrılarak her bir grup seçtikleri omurgalı (Balık – Kurbağa - Sürüngen - Kuş ve Memeli) kalp modelini ucuz ve kolay ulaşılabilen materyallerle oluşturulacaktır. Arduino UNO mikrodnetleyiciye bağlanan sensörler ve devre elemanları ile kalbin kasılıp gevşemesi ve kanın kalpten vücuda pompalanmasını simüle ederek kanın damarlardaki hareketini ve kan dolaşımının nasıl meydana geldiğini hareketli bir şekilde gösterilecektir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının; insan vücudunun önemli organlarından biri olan kalbin yapısı ve çalışma sisteminin, basit malzemeler ile tasarımlarının yapılması ve Arduino UNO mikrodnetleyici kart, sensörler ve devre elemanları kullanılarak nasıl işlevsel bir robot haline getirebileceklerini keşfetmeleri hedeflenmiştir.

STEM tabanlı Kalp Arduino Robotik Model Tasarımları'nın (KARDUİNO) fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı ve teknolojiye yönelik direnç davranışları üzerine etkisi belirlenmeye çalışılacaktır. Yarı deneysel olarak yürütülmesi planlanan araştırmada öncelikle 2. Sınıf öğrencileri olmak üzere Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencilerinden deney grubu oluşturulacak, ön testler uygulanacak, deneysel araştırma sonunda son testlerin uygulanması ile verilerin değerlendirilmesi ve sonuç raporunun yazılması aşamasına geçilecektir. Gerçekleştirilen tasarım çalışmaları ile fen bilgisi öğretmen adaylarının; basit ve kullanışlı Arduino UNO mikrodnetleyici ile kodlama becerilerinin ve akademik bilgilerinin geliştirilmesi ve teknoloji destekli öğretime yönelik direnç davranışları üzerindeki etkilerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

1.4. Araştırmanın Önemi

Fen bilimleri öğretiminde; robotik STEM yaklaşımı ile yapılan robotik tasarımlar, yarışmalar ve projelerle öğrencilerin; problem çözme, problemlere pratik çözümler bulma, yenilikçi düşünme (inovasyon), eleştirel düşünme ve teknolojik okuryazarlık vb. 21.yy becerilerini daha kolay kazandıkları görülmüştür (Marulcu ve Sungur, 2012). Öğretim programının uygulayıcısı olan öğretmenlerin, robotik STEM

yaklaşımını üniversite eğitimi sırasında öğrenerek, kendi sınıflarındaki etkinliklere entegre etmeleri fen bilimleri eğitiminin de niteliğini arttıracaktır. Algoritma ve kodlama mantığını okullara taşıyacak olan öğretmen adaylarının, robotik ve kodlama alanındaki bilgi, beceri, deneyim, isteklilik ve inanç düzeylerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Murat, 2018; Ergin, 2020). Öğretmen yetiştiren eğitim fakültelerinde robotik ve kodlama eğitiminin verilmesi ile öğretmen adaylarının STEM kültürü oluşturmaya yönelik olumlu tutum, inanç ve davranış geliştirmeleri, ileride eğitim ve mesleki kariyerlerinde bir dönüm noktası oluşturacaktır. Öğretmen eğitiminde, STEM tabanlı öğretim yaklaşımlarının derslere verimli bir şekilde entegre edilmesi, ileride fen bilimleri eğitiminin niteliğinin artırılabilmesi için büyük bir adım olacaktır (Buckley, 2000; Wang, 2012; Özgür, 2013).

Bu araştırmada; fen bilimleri öğretiminde STEM tabanlı robotik ve kodlama etkinlikleri ile tasarlanmış ve/veya projelendirilmiş araştırmaların sınırlı sayıda olması göz önünde bulundurularak, Fen Bilimleri Öğretmenliği Biyoloji II dersi “Taşıma ve dolaşım sistemleri” ünitesinin somut robotik modeller ile öğretilmesine yönelik alternatif bir metodoloji tasarlanmıştır (Harrison ve Treagust, 2000; Rotbain ve diğerleri 2006; Haugwitz ve Sandmann, 2010; Cuperman ve Verner, 2013). Araştırmada, öğretmen adayları tarafından pratik malzemeler kullanılarak oluşturulan omurgalı kalp modellerinin, Arduino UNO mikrodenetleyici kart ile birleştirilerek robotikleştirilmesi ve kalbin çalışma mekanizmasının (kasılma – gevşeme) gösterilmesi temeline dayanan deneysel bir uygulama geliştirilmiştir. Araştırmanın çıkış noktası; genelde somut ve teorik bir yapıya sahip olduğu ifade edilen biyolojinin, robotik ve kodlama teknolojileri ile öğretilmesinin, öğretmen adaylarının akademik başarı ile teknolojiye yönelik olumlu ve/veya olumsuz davranışlarını ne düzeyde değiştirip geliştirebileceğini ortaya koymak olmuştur. Araştırma; konu itibarıyla (Omurgalılarda taşıma ve dolaşım sisemi- Kalp) alan yazınında az çalışılan bir ünite olması, araştırmacı tarafından özgün bir STEM modülünün geliştirilmiş olması (ana tasarım görevi, mini araştırma, mini tasarım görevi vb), öğretmen adaylarına Arduino robotik ve mBlock kodlama arayüzünün öğretilmiş olması, araştırma metodolojisinin ileri düzey (Arduino) robotik STEM olması, “robotik teknolojilere yönelik direç davranışlar”ın araştırılması vb. yönleri ile özgündür. Fen bilimleri öğretmen eğitiminde robotik STEM ile yapılacak yeni çalışmalara rehberlik ederek destekleyeceği düşünülmektedir.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının hazırlanan ölçme araçlarında bulunan soruları samimi ve gerçek düşüncelerini yansıtarak cevapladıkları varsayılmıştır.
2. Araştırma sürecinde katılımcıların Arduino robotik STEM ile ilgili başka bir araştırmada yer almadıkları varsayılmıştır.
3. Katılımcıların daha önce Arduino robotik STEM tabanlı etkinliklerinin kullanıldığı bir çalışmaya katılmadığı varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma konusu, 2021-2022 eğitim-öğretim yılı bahar dönemi ile sınırlıdır.
2. Araştırma konusu, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünde öğrenim gören 2., 3. ve 4. sınıf öğretmen adayları ile sınırlıdır.
3. Araştırma, “Akademik Başarı Testi” ve “Teknolojiye Yönelik Direnç Davranış Ölçeği” ile sınırlıdır.
4. Araştırma kapsamındaki deneysel uygulama “Biyoloji II” dersi “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

STEM: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) kelimelerinin baş harflerinden oluşan kısaltma biçimidir (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner, ve Özdemir, 2015).

Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranış: Eğitim öğretim faaliyetleri esnasında öğrencinin sınıf içerisinde yer alan etkinlik ve durumlara karşı koyması öğrenci direnci olarak ifade edilebilir (Giroux, 2001). Teknoloji destekli öğretime yönelik direnç ise; öğrencilerin teknolojiye ve teknolojik eğitim öğretim faaliyetlerine karşı koyma davranışdır (Yavuz-Konokman, 2015).

Robotik: Belirlenen bir görevi yapmak üzere programlanabilen elektronik parçalardır(Dönmez, 2017).

Arduino: Maliyeti ucuz ve erişilebilir, donanım ve yazılım kolaylığı sunan bir mikrodenetleyici platformudur (Delebe, 2017).

Mikrodenetleyici: Dışarıdan gelen veriyi depolayan ve bu veriyi okuyarak çevredeki cihazlarla paylaşabilen çok fonksiyonlu elektronik sistemdir (Demir, 2016).

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, STEM yaklaşımı ve kullanılan yöntemleri, STEM eğitiminde robotiğin yeri ve önemi, Arduino mikrodenetleyici kartının özellikleri ve programlanması, Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranışı ve araştırma konusu ile ilgili yapılmış alanyazını çalışmaları ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.1. STEM Eğitimi

Tüketimin hızla arttığı günümüz dünyasında bireylerin, yalnızca tüketen değil yenilikçi ürünler üreterek topluma katkı sunabilen bireyler haline gelebilmeleri için yaratıcı olma yolunda onlara rehberlik edebilecek yeni yöntem, teknik ve sistemlere ihtiyaçları bulunmaktadır (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Eğitim sisteminin de buna paralel olarak güncellenmesi beklenmektedir (Çakıroğlu, 2016). 21. Yüzyılın eğitim-öğretim programlarında ön plana çıkan STEM eğitimi; ilk olarak 1990'larda Amerika Birleşik Devletleri'nde uygulanmaya başlanmıştır (Zollman, 2012; Yıldırım ve Altun, 2015; Lai, 2018). STEM eğitimi öğrencilere bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki önemli becerileri öğretmede mutidisipliner popüler bir bakış açısı sunmaktadır (Alimisis, 2013). Science, Technology, Engineering ve Mathematics kelimelerinin baş harflerinin kısaltılmasıyla oluşturulan (Bybee, 2010; Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Akgündüz ve diğerleri, 2015; Çepni, 2018; Lai, 2018; Ntemngwa ve Oliver, 2018) STEM kavramı, dört farklı disiplini ayrı ayrı öğretmek yerine, birbirleriyle entegre ederek bütüncül bir yaklaşımla birleştirmeyi esas almaktadır (Bybee, 2010; Zollman, 2012; Meng, Idris, ve Eu, 2014; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016). Bütünleşik STEM öğrencilere; karşılaştıkları gerçek dünya problemlerine

multidisipliner bakış açısıyla yaratıcı çözümler üretme, girişimci ve üretken olma, teknolojiyi etkin kullanma, eleştirel düşünme, araştırmacı-sorgulayıcı bakış açısı geliştirme ve teorik bilgileri pratiğe dökerek yeni ürünler ortaya koyma gibi birçok beceriyi kazandırmayı hedeflemektedir (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Çorlu, Aydın, 2016). STEM eğitimi, okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar tüm eğitim sürecini kapsayan interdisipliner bir öğretim yaklaşımı olarak kabul edilmiştir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012).

İnterdisipliner STEM;

1. Gerçek dünya problemlerini kullanmak,
2. Proje tabanlı, problem odaklı ve sorgulamaya dayalı öğrenme müfredatını benimsemek,
3. Açık ve anlaşılır ders kazanımlarına ve içeriklerine sahip olmak,
4. Öğrencinin merkezde olduğu öğrenme deneyimleri sağlamak,
5. STEM disiplinlerinin birbirleriyle olan bağlantısı ve entegrasyonuna vurgu yapmak
6. Problem çözme, analitik düşünme ve eleştirel bakış açısı geliştirme gibi üst düzey becerilere değer vermek,
7. Müferdat içeriği ve iş dünyası arasındaki bağlantıya vurgu yapmak gibi temel niteliklere sahiptir (Fan ve Yu, 2016).

Bütünleşik STEM eğitiminin amaçları ise şu şekilde ifade edilmektedir (Thomas, 2014);

1. İş dünyasında nitelikli işgücüne sahip olmak amacıyla STEM okuryazarı bireyler yetiştirmek,
2. STEM'i oluşturan alanların her birinde verimli ve etkin olabilmek,
3. Ülke ekonomisini kalkındıracak modern teknolojilerin kullanıldığı kaliteli üretimler yapabilmek,
4. Gelecekte ki yeni meslek gruplarında yer alabilmek.

İnterdisipliner STEM eğitiminde, aşağıda ki dört yöneme vurgu yapılmaktadır:

- Probleme Dayalı STEM

- Proje Tabanlı STEM
- Tasarım Temelli STEM
- Robotik STEM

2.1.1. Probleme Dayalı STEM Eğitimi

Probleme dayalı öğrenmenin (PDÖ) temeli; John Dewey'in yaparak ve yaşayarak öğrenme görüşüne dayanmaktadır. İlk olarak 1960'ların sonunda tıp fakültelerinde kullanılmıştır (Barrows ve Tamblyn, 1980). PDÖ modeli, öğrencinin merkezde olduğu ve problemlerin çözümüne yönelik analitik düşünme, analiz etme, iletişim kurma, takımla işbirliği gibi becerilerin gelişmesini esas almaktadır (Akarsu, Akçay ve Elmas, 2020). PDÖ, öğrencilerin fen derslerinde edindikleri bilgileri günlük hayata geçirebilmeleri ve karşılaştıkları günlük yaşam problemlerini çözebilmeleri için kullanacakları yöntemlerin başında gelmektedir (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Esasen probleme dayalı STEM, gerçek hayat problemlerinin çözümünde yine bu dört disiplinin (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) birarada kullanımını temel almaktadır (Lou, Shih, Diez ve Tseng, 2011; Akarsu ve diğerleri, 2020).

2.1.2. Proje Tabanlı STEM Eğitimi

Proje tabanlı öğrenme (PTÖ) öğrencilerin, bireysel veya gruplar halinde çalışarak bilgi ve becerilerini yeni fikirler üretmek için organize etme sürecine dayanmaktadır (Başbay, 2011; Akdeniz, 2015). PTÖ, STEM mesleklerinin gerektirdiği; özgür çalışma, analitik düşünme, hipotez kurma ve test etme, tartışma, yaratıcılık, grup içi uyum, işbirlikçi öğrenme gibi becerilerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Lee ve Tsai, 2004). STEM eğitimi ve PTÖ yönteminin içeriğinin temelde birbirlerini tamamladığı ve PTÖ yönteminin, STEM eğitiminin amaçları ile örtüştüğü görülmektedir (Yıldırım ve Selvi, 2017).

2.1.3. Tasarım Temelli STEM Eğitimi

Multidisipliner doğası gereği robotlar üzerinde çalışmak ve kodlama, hem fen bilimlerinde hem de mühendislik tasarım süreçlerinde sıkça karşımıza çıkmaktadır.

Robotik STEM çalışmalarındaki mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamalarında uygulanması gerektiği ifade edilmektedir (Johnson, 2003). Mühendislik tasarım süreci; diğer problem çözme yaklaşımlarına benzer özellikler göstermesine rağmen, mühendislerin düşünme ve çalışma prensiplerinin temeli olarak görülmektedir. Mühendislik tasarım süreci; temel mühendislik bilgi ve becerileri ile fen ve matematik prensiplerinin kullanımını gerekli kıldığı için STEM disiplinlerinin entegrasyonunu doğal olarak gerçekleştirmektedir (Cantrell, Pekcan, Itanı, ve Velasquez-Bryant, 2006; NAE ve NRC, 2009). Mühendislik tasarım sürecinin, diğer STEM alanlarını birleştirici niteliğinin daha iyi anlaşılabilmesi için, sürecin aşamalarından bahsedilmesi faydalı olabilmektedir. Hynes ve diğerleri (2011) tarafından, açıklanan mühendislik tasarım sürecine yönelik döngü Şekil 2’ de sunulmuştur.

Şekil 2. *Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Hynes ve diğerleri, 2011)*

Not. Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları, Hynes ve diğerleri, 2011 çalışmasından alınmıştır.

Hynes vd. (2011) tarafından geliştirilen bu şema; problemin belirlenmesi basamağı ile başlamakta, kararın tamamlanması basamağıyla da sona ermektedir. Şemada gösterilen

oklar basamaklar arasında geri bildirim verilebileceğini göstermektedir. Örneğin; Mühendislik tasarım sürecinde çözümün sunulması basamağından, en iyi çözümlerin seçilmesi basamağına geri dönüş yapılabilir. Tasarım temelli STEM eğitimi, öğrencilere mühendislik kavramını tanıtmak ve mühendislik tasarım süreci içerisindeki yaratıcılık becerilerini ortaya çıkarabilmelerine imkân sağlamaktadır. Bir başka deyişle öğrencilerin, materyal tasarım sürecinde birden fazla duyu organının öğrenme ortamına dahil edilmesine olanak sağlayan bir öğretim süreci olduğu da ifade edilmektedir (Bagiati ve Evangelou, 2015).

2.2. Robotik STEM Eğitimi

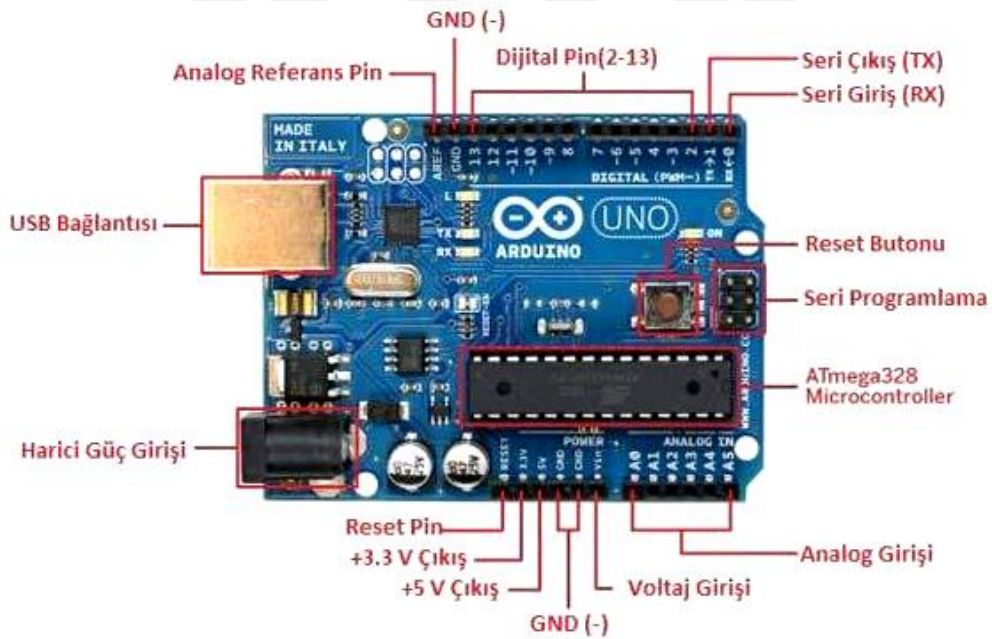
Robotik STEM, STEM disiplinlerini öğretmek için robotik ve kodlamayı kullanan bir öğretim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, öğrencilere robotları tasarlama, inşa etme, programlama ve test etme konusunda uygulamalı deneyim sağlamaktadır. Araştırmalar, robotik STEM programlarının; öğrencilerin teknik becerilerde, problem çözmede ve eleştirel düşünmede önemli gelişmeler kaydedebileceğini savunmaktadırlar (Alimisis, 2013). Robotik STEM'in; STEM'in doğasında olan işbirlikli çalışma, ortak proje üretme, grup başarısı, bir grubu temsil etme motivasyonunu ve takım halinde çalışma vb. becerileri de geliştirdiği ifade edilmektedir (National Science Foundation, 2017).

2.3. Arduino Mikrodenetleyici Platformu

Arduino ilk olarak 2005 yılında İtalya'da, amatörler, uzmanlar ve öğrenciler de dahil olmak üzere geniş kullanıcı kitlelerine hitap eden kolay, anlaşılabilir ve rahat kullanım sağlayan bir mikrodenetleyici platformdur (Junior, Neto, Hernandez, Martins, Roger ve Guerra, 2013; Arakliotis, Nikolos ve Kalligeros, 2016). Arduino, devre tasarımı ve programlama açısından esnek bir yapıya sahiptir. Bu özelliği sayesinde kullanıcıların bireysel proje geliştirme ve prototip oluşturma sürecini kolaylaştırmaktadır. (Ocak, 2018). Arduino, yazılım ve donanım açısından son derece erişilebilir ve uygulanabilir olmakla birlikte, yapısında çeşitli dijital ve analog giriş/çıkışlar, PWM çıkışları, güç modülü, bilgisayar bağlantı modülü ve seri arayüz taşımaktadır (Ersoy, Madran ve Gülbahar, 2011). Bu sayede USB üzerinden bilgisayara

kolayca bağlanabilir ve seri port üzerinden de iletişim kurabilmektedir. Yazılımı ücretsiz ve donanımı ucuz olduğu için öğrenciler tarafından kolayca ulaşılabilen ve kullanılabilmektedir (Hertzog ve Swart, 2016). Ayrıca üst düzey programlama ve elektronik bilgisine ihtiyaç duyulmaksızın kullanıcılara tasarım yapma (Galadima, 2014) ve tasarımı programlayıp işlevselleştirme kolaylığı sağlamaktadır (Zachariadou, Yiasemides ve Trougkakos, 2012). Arduino, Windows, Mac, Linux ve IDE gibi çeşitli platformlarda da çalışmaktadır (Galadima, 2014; Hertzog ve Swart, 2016). Arduino programlama dili olarak C/C++ tabanlı yazılım diline sahiptir (Tan ve diğerleri, 2017). Arduino mikrodeneleyici kart, i) boyutuna, ii) üzerinde bulunan pin sayılarına ve iii) mikroişlemci çeşidine göre; Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Micro, Arduino Mega, Arduino Leonardo, Arduino Robot, Arduino Esplora, Arduino Ethernet kartları mevcuttur. Eğitimde yaygın olarak Arduino UNO R3 mikrodeneleyici kartı kullanılmaktadır. Şekil 3’de Arduino UNO kartı ve bağlantı noktaları verilmiştir.

Şekil 3. *Arduino UNO kartı ve bağlantı noktaları*



Not. <https://ozgurseremet.com/arduino-uno-nedir-ne-ise-yarar/> adresinden alınmıştır.

Arduino UNO mikrodeneleyici üzerinde;

- 3 adet GND (-) topraklama pin girişi
- 6 adet Analog pin girişi
- 12 adet Dijital pin girişi
- 3.3 V ve 5V’ luk güç pin girişi

- 1 adet USB girişı
- 1 adet reset pini
- Farklı bir güç kaynağı kullanabilmek için güç girişı

Eğitimde Arduino robotik, öğrencilerin iş birliği içinde çalışma, problem çözme, eleştirel ve yenilikçi düşünme becerilerini geliştirirken, teknolojik anlamda kendilerini özgür bir şekilde ifade etmelerine olanak sağlamaktadır. Eğitsel robotik uygulamalarıyla birlikte öğrencilere, ilgi çekici ve heyecan verici öğrenme ortamı oluşturulmaktadır. Öğrencilerin merak duygusunu harekete geçiren bu ortam, onların özgün projeler tasarlama, kodlama, hesaplama ve mühendislik becerilerini geliştirerek öğrenmeye motive etmektedir. Ayrıca üst düzey programlama ve elektronik bilgisine ihtiyaç duyulmaksızın öğrencilere tasarım yapma (Galadima, 2014) ve tasarımı programlayıp işlevselleştirme kolaylığı sağlaması (Zachariadou ve diğerleri, 2012) yönüyle Arduino, STEM eğitimi açısından, popüler ve kullanışlı teknolojik bir araç olarak görülmektedir (Delebe, 2017; Taşdemir, 2017). Öğrencilerin akademik başarılarını destekleyen ve teknolojik bir öğrenme aracı olan eğitsel Arduino robotik uygulamalarının, okullarda müferdatlara daha fazla entegre edilmesi gerektiği düşünülmektedir (Eguchi, 2014).

2.3.1. Arduino ile Programlama

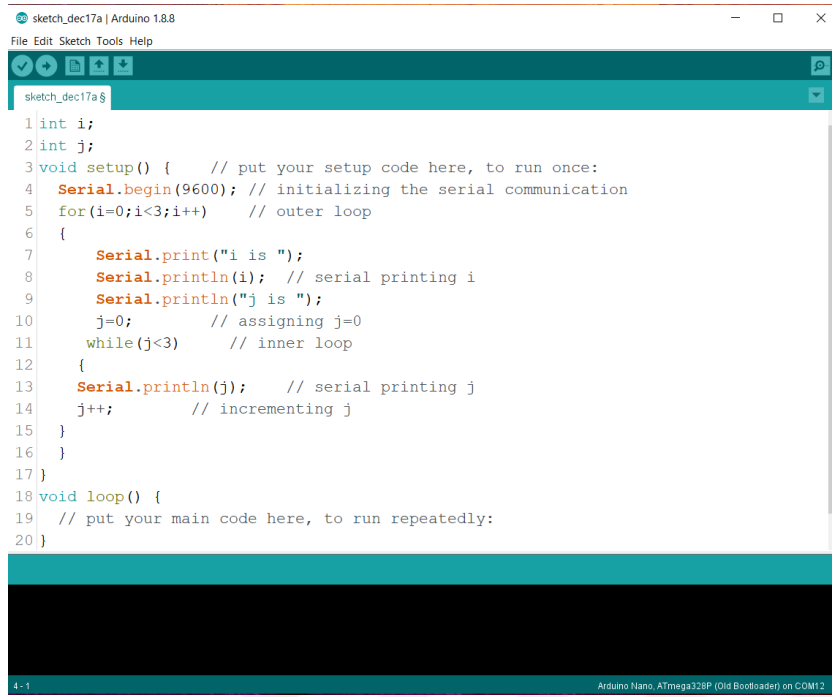
Arduino ile programlamaya başlamadan önce; <https://www.arduino.cc/en/Software> adresine girilir. Windows, Mac, Linux ve IDE işletim sistemlerinden hangisi kullanılıyorsa seçilerek indirme gerçekleştirilir. Arduino kartında kodlar; Setup() ve void loop()’tan oluşmaktadır (Demir, 2016).

Void setup(): Bu kod ile Arduino programında yapılmak istenen fonksiyonlar belirlenir (Demir, 2016). Örneğin, programlamada kullanılacak butonun hangi pine tanımlanacağı belirtilir.

Void loop(): Bu kod ile Arduino programına yazılan fonksiyonlar döngü içinde gerçekleştirilir (Demir, 2016).

Örneğin programlamada kullanılacak butonun döngü içinde çalışmasının yazıldığı kodları çalıştırır.

Şekil 4. ArduinoIDE arayüzünde örnek komut kodları



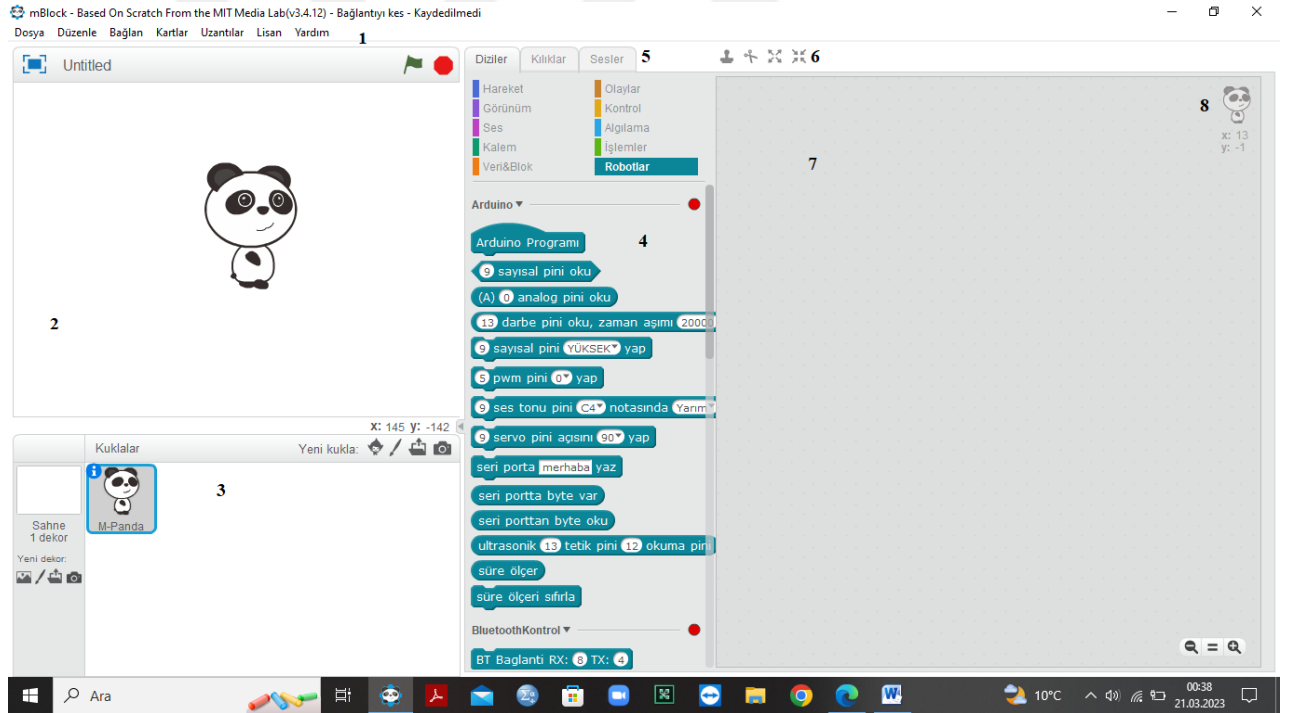
Arduino IDE programlama arayüzünün üst bölümünde programa ait; dosya, düzenle, taslak, araçlar ve yardım seçenekleri yer almaktadır. Programın orta beyaz kısmı ise kodların yazıldığı bölümdür. Beyaz kısmın altındaki yeşil alan yazılan kodun ilerleyişini göstermektedir. Siyah alan yazılan kodun programdaki durumunu, kapladığı alanı ve programda yapılan hatayı göstermektedir. Enaltta sağdabulunan kısım ise kullanılan Arduino modeli ve Arduino’nu bağlı bulunduğu portu göstermektedir (Dökmetaş, 2016; Demir, 2016).

2.3.2. mBlock’ta Arduino Proramlama

Arduino mikrodnetleyici kartı birden fazla programlama dili kullanılarak programlanabilmektedir. Arduino Ide ve C programlama kodları bu diller arasında yer almaktadır (Delebe, 2017). Profesyonel programlama dillerinin ağır kavramsal ve karmaşık yapıda olması, öğrencilere soyut kavramları öğretmede zorluklar oluşturmakla birlikte öğrencilerin robotik kodlamaya yönelik tutum ve algılarını olumsuz yönde etkilemektedir (Yükseltürk ve Altıok, 2016). Arduino UNO mikrodnetleyici kartını kodlamanın en kolay yolu bloklarla kodlama yöntemidir. Blok tabanlı kodlama yöntemi olan mBlock Arduino programlamada sıklıkla kullanılmaktadır. Scratch gibi açık kaynak kodlarının kullanıldığı mBlock; hazır blok kodları olan, sürükle-bırak şeklinde

görselliğin ön planda olduğu ve çocukların kolay bir şekilde programlama yapmaları için tasarlanan bir arayüze sahiptir (Bers, 2010; Sullivan ve Bers, 2018; Başkurt, 2019). mBlock ile Makeblock ve Arduino projeleri kolaylıkla kodlanabilmekte ve Arduino karta aktarılabilmektedir. Ayrıca Scratch gibi mBlock'ta bilgisayarda kurulumu gerçekleştiği andan itibaren internet bağlantısı gerektirmeden (offline) kullanım imkanı da sunmaktadır (Baskurt, 2019). mBlock; Windows, Mac, Linux, Chromebook, iOS, Android işletim sistemleri tarafından desteklenmektedir. Ayrıca mBlock; Arduino Nano, Arduino UNO, Arduino Mega vb. gibi çeşitli Arduino mikrodenetleyicileri de desteklemektedir. mBlock arayüzünde kodlama yapılabilmesi için öncelikle mBlock yazılımına girerek ücretsiz bir şekilde <https://mblock.makeblock.com/en-us/> adresinden program indirilir. Şekil 5'de mBlock arayüzü verilmiştir.

Şekil 5. mBlock proramı arayüzü



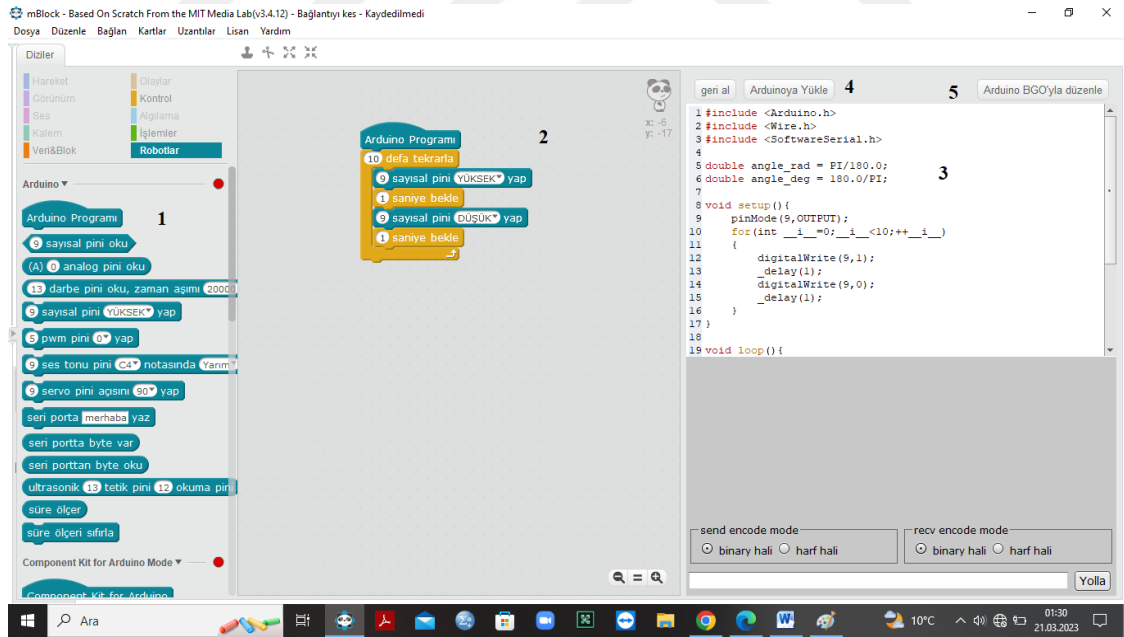
mBlock arayüzünün üst kısmında; dosya,düzenle, bağlan , kartlar, uzantılar, lisan ve yardım kısımlarından oluşan menü bulunmaktadır.

1. mBlock arayüzünün menü ve alt menü başlıkları bulunmaktadır.
2. Kuklanın bulunduğu sahne kısmı program ve oyun tasarımlarının gerçekleştiği alandır.

3. Bu kısımda kukla ve sahne seçimleri yapılmaktadır.
4. Arduino kod bloklarının bulunduğu kısımdır.
5. Bu kısımda tasarımı gerçekleştirilen projelerin kodlarının yazılacağı programlara ait kod blokları ve alt başlıkları yer almaktadır.
6. Bu alan sahnedeki kuklanın kopyalanarak çoğaltıldığı, kodların büyüklük ve küçüklük ayarlarının yapıldığı ve kodların silindiği kısımdır.
7. 4 numaralı alanda bulunan kod bloklarının sürüklenip bırakılmasıyla kodların oluşturulduğu ve programlamanın yapıldığı alandır.
8. Bu bölüm kuklanın sahnedeki x ve y eksenine göre koordinatlarının bildirildiği alandır.

mBlock kullanılarak Arduino kodu oluşturabilmek için mBlock programında bulunan düzenle menüsüne girilir ve “Arduino Kipi” seçilir. Şekil 6’da mBlock programında Arduino kodlama (Arduino Kipi) verilmiştir.

Şekil 6. mBlock arayüzünde Arduino kodlama (Arduino Kipi)



Arduino Kipi seçiminden hemen sonra, diziler bölümünde kodlama yapılabilmesi için kontrol, işlemler, robotlar ve veri & blok kısımları açılmaktadır.

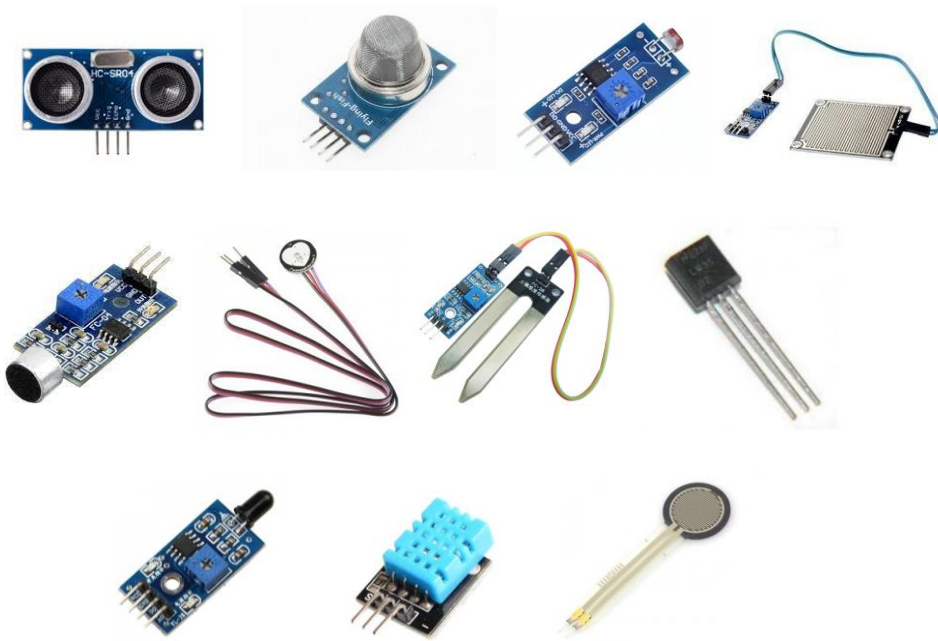
1. Diziler menüsünde bulunan ve robotlar kısmında yer alan kod bloklarıdır.
2. Kod bloklarının sürüklenip bırakılmasıyla kodların oluşturulduğu ve programlamanın yapıldığı alandır.

3. Kod blokları ile oluşturulan kodlamanın, arduino metin tabanlı kodlama şekliyle gösterildiği kısımdır.
4. Bu kısım yazılan kodların “Arduinoya Yükle” kısmının seçilmesiyle arduino kartına yüklemenin gerçekleştirildiği kısımdır.
5. “Arduino BGO’yla düzenle” kısmı metin tabanlı kodlama yapmak isteyenlere bu imkanın sağlanması amacıyla metin tabanlı kodlama editörünün açıldığı alandır.

2.3.3. Arduino Sensörleri

Sensörler; fiziksel dünyada ki olgu ve olayları ölçen cihazlar olarak tanımlanmaktadır. Sensörler genellikle, tek bir amacı yerine getirmek için tasarlanmış ve sınırlı işleme kapasitesine sahip düşük maliyetli cihazlardır. Analog ve dijital çıkışları bulunmakla birlikte yalnızca bir bir olguyu ölçmek için tasarlanmışlardır (Bell, 2014). Arduino dijital çıkışlı sensörleri doğrudan algılarken, analog çıkışlı sensörleri dijitalle çevirerek değerleri okumaktadır. Mesafe, gaz, basınç, ısı, nem, yağmur, hareket ve nabız sensörü vb. birçok sensör bulunmaktadır. Bu sensörlerden bazıları Şekil 7’ de verilmiştir.

Şekil 7. Arduino’da Sensör Çeşitleri



Not. <https://www.robotistan.com/arduino-sensörleri> adresinden alınmıştır.

2.3.3.1. Ultrasonik Mesafe Sensörü. Ultrasonik mesafe sensörü, 2cm ile 400 cm arasında mesafe ölçümü yapabilen sensördür. Mesafe sensörü üzerinde bulunan Trig pini sayesinde sensör kaşıya ses dalgası gönderir. Echo pini sayesinde ses dalgasının dönüş hızı hesaplanır. Ultrasonik mesafe sensörü, Şekil 8’ de gösterilmiştir.

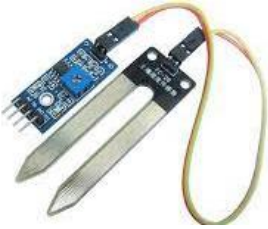
Şekil 8. *Ultrasonik mesafe sensörü*



Not. <https://www.robotistan.com/hy-srf05-ultrasonik-mesafe-sensoru> adresinden alınmıştır.

2.3.3.2. Toprak Nem Sensörü. Toprak nem sensörü, toprak içerisindeki nem miktarını ölçmek için kullanabileceğiniz bir sensördür. Üzerindeki nem ölçer probalar, ölçüm yapılacak ortama bırakılarak kullanılır. Toprak nem sensörü Şekil 9’da gösterilmiştir.

Şekil 9. *Toprak nem sensörü*



Not. <https://www.robotistan.com/toprak-nemi-algilama-sensoru> adresinden alınmıştır.

2.3.3.3. Pulse metre (Nabız Sensörü). Pulse metre (nabız sensörü) kalp atış hızını belirlemek için kullanılır. Parmağa yada kulak memesine takılarak kalp atış hızı ölçülür. Pulse metrenin (nabız sensörü) Arduino kartında analog pine bağlanarak çalışmaktadır. Pulse metre (nabız sensörü) Şekil 10’ da gösterilmiştir.

Şekil 10. *Pulse metre (nabız sensörü)*



Not. <https://www.robotistan.com/pulse-nabiz-olcer> adresinden alınmıştır.

2.4. Direnç Davranış

Eğitimciler “Direnç” kavramını; öğrencinin bağlı olduğu toplum ile öğrenmenin gerçekleştiği okul arasındaki sosyal ve kültürel çatışmalar nedeniyle öğrencilerin okul ortamında gösterdikleri davranışların ifade edilmesi olarak açıklamaktadır (Alpert, 1991). “Giroux ve Hadley (1983a) direnç davranışı, “öğrencinin eğitim-öğretim faaliyetlerine karşı koyma olasılıkları” şeklinde açıklarken, Mc Laren (1985) direnci “öğretimde okul kültürünün meşruluğu, gücü ve anlamlılığına öğrencilerin karşı koyma davranışı” olarak tanımlamaktadır. Burroughs, Kearney ve Plax ise (1989) direnci “yapıcı veya yıkıcı karşı koyma davranışı” olarak tanımlamışlardır. Verilen tanımlardan yola çıkarak direnç, öğrencinin okul ortamında gerçekleştiren öğrenmeye yönelik gerçekleştirilen tüm çalışmalara karşı çıkmasıdır. Gerçekleştirilen davranışın direnç davranış olarak adlandırılabilmesi için eylemin mantıklı ve önceden planlanması gerekmektedir (Erickson, 1984; McFarland, 2001). Dolayısıyla sınıf içerisinde olumsuz olarak ifade edilen ve düzensiz öğrenci davranışlarından ayrılmaktadır. Olumsuz veya düzensiz öğrenci davranışları öğrenci tarafından o anda karar verilerek gerçekleşmektedir. Direnç davranışlar öğrenci tarafından önceden planlanarak uygun koşullarda devamlı olarak sergilenmektedir (Yüksel, 2004b).

2.4.1. Direnç Kuramı

“Öğrenci direnci” kavramı ilk olarak neo- marksist yazarlar arasında yer alan direnç teorisyenleri tarafından ortaya atılmıştır. 1970’lerin başından 1980’lerin ortalarına kadar etkili olan neo- marksistler; toplumun siyasi, sosyal ve ekonomik hayatı

ile okul hayatı arasındaki ilişkiler üzerinde çalışmışlardır. Özellikle toplumsal sınıflar, bu sınıfların birbiri üzerinde otorite kurması ve bu durumun okuldaki öğrenim-öğretim sürecine etkisini incelemişlerdir. Direnç teorisyenlerine göre toplumun alt gruplardan gelen öğrenciler, okulun toplumdaki bireylerin statülerini yükseltmek amacına ve görünüşte demokratik bir kurum olan okulun rolüne meydan okumaktadırlar. Çünkü gerçekte okul, üst grupların benimsediği şekilde eğitim faaliyetlerini düzenlerken alt gruptan gelen öğrencileri dikkate almamakta ve onları baskı altına alarak ezmektedir (Apple, 1971).

2.4.2. Direnç Davranış Türleri

Spaulding (1995), araştırmaları sonucu direnç davranışları agresif direnç ve pasif direnç olarak iki grupta incelemiştir. Pasif direnç gösteren öğrencilerin davranışlarını, “tekrarlama, söz kesme, konu değişiklikleri, yok sayma, kısmi itaat” başlıkları altında; agresif direnç gösteren öğrencilerin davranışlarını, “protesto etme, aracı kullanma” başlıkları altında toplamıştır. Miles (2005) ise direnç segileyen öğrenci davranışlarını şu şekilde sıralamıştır (Miles, 2005):

1. Sosyal ve mesleki görevlerine ilişkin rutinleri reddederler.
2. Yanlış anlaşılmaktan ve takdir edilmemekten yakınırırlar.
3. Münakaşacıdırlar.
4. Somurtkandırlar.
5. Otoriteyi eleştirir ve saygı duymazlar.
6. Başkalarına karşı kızgınlık içeren tavırlar sergilerler.
7. Fiziksel ya da sözel karşı koyma gösterirler.
8. Karamsardırlar.
9. Olumsuz tutum sergilerler.

Burroughs ve diğerleri (1989), üniversite öğrencileriyle yaptıkları çalışmada 19 farklı kategoride direnç davranış örneği ortaya koymuşlardır. Bu kategoriler ve örnekler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. *Direnç davranış kategorileri ve örnekler*

Öğrenciler nasıl direniş gösterir?	Örnek öğrenci davranışları
Öğretmene öneride bulunma	“Derse daha iyi hazırlanırsanız daha iyi anlatabilirsiniz”
Öğretmeni suçlama	“Eğer bu kadar sıkıcı olmasaydın, istediğini yapardım”
Kaçınma	“Sınıfın en arkasında oturacağım.”
İsteksiz uyum gösterme	“Derse hazırlanacağım ama ilgilenmiyorum.”
Aktif direnç gösterme	“Öğretmeni sinir etmek için hazırlıksız gelmeye devam edeceğim.”
Aldatma	“Sınıfta neden iyi performans göstermediğim hakkında yalanlar söyleyeceğim”
Doğrudan iletişim kurma	“Dersten sonra davranışımı açıklayacağım”
Engel olma	“İlgisiz ve monoton bir sesle sorular soracağım.”
Bahane sunma	“Ders çok kolay çalışmama gerek yok.”
Öğretmeni görmezden gelmek	“Öğretmenin söyledikleri bir kulağımdan girer diğerin çıkar.”
Öncelikler	“Bu ders diğerleri kadar önemli değil.”
Öğretmeni zorlamak	“Öğretmen benim için neyin iyi, neyin kötü olduğunu nerden bilir?”
Öğrencilerin desteğini toplama	“Diğer öğrencilerin öğretmenin söylediklerini yapmamalarını sağlarım
Şikayetçi olma	“Bölüm başkanına bu eğitmenin yetersiz olduğu ve sınıfı motive edemediğinden şikayet ediyorum.”
Öğretmeni model alma	“Siz derste ne kadar hevesli olursanız bende derste o kadar aktif olurum”
Öğretmenin tutumunu model alma	“Bölüm başkanına bu eğitmenin yetersiz olduğu ve sınıfı motive edemediğinden şikayet ediyorum.”
Öğretmenin tutumunu model alma	“Öğretmen önemsemiyor, ben niye önemseyeyim ki?”
Düşmanca savunmaya geçme	“Sınıfta ne yapmam gerektiğini bilecek kadar büyüğüm”
Çürütmeye çalışma	“Davranışlarımı değiştirmeme gerek yok.”
İntikam	“Bu öğretmeni kimseye tavsiye etmeyeceğim”

Not. Direnç davranış kategorileri ve örnekleri, Burroughs ve diğerleri (1989) çalışmasından alınmıştır.

Tablo 2 incelendiğinde; öğrencilerin çoğunlukla “direnç davranış” olarak ele alınmayan pek çok davranışı aslında belirli bir nedene dayandırarak ve kararlı bir biçimde sergiledikleri görülmektedir.

2.4.3. Teknoloji Destekli Öğretimde Direnç Davranış

Alanyazınında; öğrenci dirençlerinin nedenleri ve direnç davranış türlerinin belirlenmesi, bu davranışların önlenmesi ve giderilmesine yönelik çeşitli öneriler getirilmiştir. Ancak direncin önlenmesi ve giderilmesinin oldukça zorlayıcı ve zaman alıcı bir süreç olduğu ifade edilmektedir. Öyle ki bazı araştırmacılar, öğrenci direncini önlemenin pek mümkün olmadığını savunmaktadır (Başar, 2001). Öğrenci direncinin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak öğretmenlere yapılan öneriler şu şekilde sıralanmaktadır (Brookfield, 1990; Başar, 2001):

- Bulunduğu çevrenin sosyal ve kültürel özelliklerini tanıma
- Eğitim faaliyetlerinin planlanmasında öğrencilerin katılımını sağlama
- Öğretme- öğrenme sürecini değerlendirme
- Öğrencilerin derse katılımlarını sağlama
- Öğrenci üzerinde güven oluşturma
- Olumsuz olayları büyütmemeye ve sert tepki göstermeme
- Direnç gösteren öğrencilerle yakından ilgilenme

Alanyazınına bakıldığında teknoloji destekli öğretimin; öğrencilerin derse ve öğretmene karşı tutum ve davranışlarının olumlu yönde değişmesine, öğrenci direncinin giderilmesi/ortadan kaldırılması konusunda etkili olacağı düşünülmektedir (Seidel ve Tanner, 2013; Sever ve Güven, 2014). Robotik ve kodlama eğitimi ile ilgili birçok çalışmalar incelendiğinde, bu uygulamalarının öğrencilere; derste aktif bir rol almaya, grup işbirliğine ve sosyal iletişime, öğrenmede sorumluluk almaya ve kendi öğrenmelerine yönlendirebilmesine olanak tanıdığı ifade edilmektedir (Chambers ve ark. 2008). Ayrıca, robotik ve kodlama etkinlikleri öğrencilerin derse, öğretmene ve öğrenme ortamına karşı motivasyonlarını ve tutumlarını da olumlu yönde etkilemektedir (Murillo ve ark. 2011; Özdoğru 2013, Çukurbaşı ve Kıyıcı 2017). Robotik ve kodlama öğrencilerin akademik başarısını da yükselterek onları teknolojik çağa hazırlamaktadır (Özdoğru 2013, Strawhacker ve Bers 2015, Çukurbaşı ve Kıyıcı 2017).

Robotik ve kodlama öğretim uygulamalarının aksine, öğrenci direnci, öğrenci direncinin nedenleri, dirençli davranış türleri hakkında sınırlı sayıda nitel araştırma bulunmaktadır (Burroughs vd., 1989; Bryant ve Bates 2010; Shimazoe ve Aldrich 2010; Mthethwa-Sommers 2010; Beyaz 2011). Ayrıca, Türkiye'de eğitimde “toplam eğitim kalitesi”nin etkisi olarak değerlendirilen öğrencilerin dirençli davranışlarıyla ilgili

yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır (Yüksel 2004b; Yüksel 2006, Sever vd., 2010). Eğitim araştırmacılarının öğrencilerin dirençli davranışlarına odaklanması ve bu davranışların üstesinden gelmek için yenistratējiler geliştirmeleri gerekliliği yadsınamaz bir gerçektir. Teknolojinin öğretimle bütünleştiiği dijital çağda, öğrencilerin dirençli davranışlarının belirlenmesi ve bu davranışların üstesinden gelmenin önemli olduğu açıktır. Eğitim fakültelerinde yeni ve inovatif teknoloji tabanlı öğretim yöntemlerinin öğretim programlarına entegre edilememesi, öğretmen adaylarının teknoloji destekli eğitime karşı dirençli davranışlarının en büyük nedeni olarak görölmektedir (Yavuz-Konokman 2015). Öğretmen adaylarının dirençli davranışlarının üstesinden gelebilmek için robotik ve kodlama tabanlı uygulamaların yaygın olarak kullanılmasının, dijital öğretmenlerin eğitimindeki sorunları çözeceğine inanılmaktadır. Öğretmen adaylarının güncel ve inovatif teknolojik becerilerle donatılması fen öğretim programlarının amaçlarından biridir ve öğretmenler, öğrencilerin teknolojik okuryazarlıklarının gelişmesinden sorumludur. Öğretmen adayları yeni, orijinal ve çeşitli teknoloji destekli öğretim strateji, teknik ve yöntemlere aşına olmalıdırlar (Yavuz-Konokman 2015; Yavuz-Konokman ve Çukurbaşı, 2019).

2.5. İlgili Yurt İçi Araştırmalar

Eroğlu (2012) yüksek lisans tezinde öğretmen adaylarının, öğretmenlik meslek bilgisi derslerine yönelik direnç davranışlarının ortaya konulması ve dirençli davranışlarına neden olan durumların belirlenmesini amaçlamıştır. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmanın örneklemini, eğitim fakültesi ve teknik eğitim fakültesinde öğrenim gören 565 4. sınıf öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, "Öğretmenlik Meslek Bilgisi Derslerine Yönelik Direnç Ölçeği" ve " Öğretmenlik Meslek Bilgisi Derslerine Yönelik Görüşler" ölçekleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; öğretmen adaylarının öğretmenlik meslek bilgisi derslerine ve dersleri yürüten öğretim elemanlarına yönelik görüşlerinin olumsuz yönde olduğu ve bu durumun pasif dirence neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenlik meslek bilgisi derslerini yürüten öğretim elamanlarının derslerde kullandıkları; öğretim yöntem ve teknikleri, ders materyalleri ve ölçme değerlendirme yöntemlerinin öğretmen adaylarının dirençli davranışlarına neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buradan

hareketle öğretmenlik meslek bilgisi derslerini yürüten öğretim elemanlarının niteliğinin artırılmasına yönelik öneride bulunulmuştur.

Özgür (2013), ortaokul 5.sınıf ve 7.sınıf öğrencileri ile 1. ve 4.sınıf fen bilgisi, sınıf öğretmenliği ve biyoloji öğretmen adayları olmak üzere farklı sınıf düzeylerinde bulunan öğrencilerdeki, insanda taşıma ve dolaşım sistemi konusundaki kavram yanlışlarını araştırmıştır. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada açık uçlu testler kullanılmıştır. Araştırma bulguları, farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin; büyük kan dolaşımı, küçük kan dolaşımı, kan damarları, kanın yapısı ve kan grupları vb. konularda kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermiştir. Araştırmada; kavram yanlışlarının ilkökul öğrencilerinden üniversite öğrencilerine doğru tamamen kaybolmadan azalan bir eğilim gösterdiği ancak alternatif kavramların değişime karşı direnç gösterdiği de vurgulanmıştır.

Yavuz-Konokman (2015) doktora tez çalışmasında, araştırma temelli öğrenim yaklaşımı kullanılarak dijital öykü oluşturma ve öğretime entegre etmenin, öğretmen adaylarının direnç davranışları ve öğrenme yaklaşımları üzerindeki etkisinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini, “Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı” dersini alan 50 okul öncesi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının direnç davranışlarının belirlenmesi amacıyla, direnç davranış ölçeği ve teknoloji destekli öğretime yönelik direnç davranış ölçeği kullanılmıştır. Bununla birlikte öğrenme yaklaşımı ölçeği, anket formları ve görüşme formları da kullanılmıştır. Çalışmanın uygulaması, deney grubunda öğretmen adaylarının araştırma temelli öğrenim yaklaşımı kullanarak dijital öykü oluşturup, uygulama kreşinde öğretime entegre etmeleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise öğretmen adayları, açıklayıcı öğrenim yaklaşımı kullanarak dijital öykü oluşturmuşlardır. Çalışma sonucunda son testlerden elde edilen puanlara göre, deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının, kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre, direnç davranışlarının azaldığı, araştırma temelli öğrenime yönelik derin öğrenmelerinin olumlu yönde artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucuna göre, öğretim elemanlarının öğrencilere karşı rehberlik görevini tam olarak üstlenmemesi ve yeterince açık olmaması, öğrenme ortamlarında yeterli etkileşimin sağlanmaması ve öğrencilerin duyuşsal olarak olumsuz olma durumlarının, direnç davranışlara sebep olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda; öğretim elemanlarının destekleyici rehberlik rolünü üstlenmesi, öğrenme ortamlarında etkili ve güncel

teknolojik içeriklerin kullanılması, öğrencilerin öğrenme faaliyetlerinden hoşnut olması, teknolojik kaynaklar aracılığıyla bilgiye ulaşması ve işbirlikli çalışma ortamının oluşturulması öğretmen adaylarının teknoloji destekli öğretime yönelik dirençlerinde azalmaya neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Argon ve Gültekin (2016) pedagojik formasyon öğrencilerinin ahlaki olgunlukları ile öğretme- öğrenme sürecine ilişkin direnç davranışları üzerine görüşleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. İlişkisel tarama modelinin kullanıldığı çalışmanın örneklem grubunu, formasyon programında bulunan 650 lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada ölçme aracı olarak, Ahlâkî Olgunluk Ölçeği ve Direnç Ölçeği kullanılmıştır. Ölçeklerden elde edilen bulgular incelendiğinde; ahlâkî olgunluk ölçeğinde öğrencilerin, çoğunlukla “nadiren” seçeneğini işaretledikleri görülmüştür. Öğrencilerin direnç davranış ölçeği alt boyutları açısından; sınıf içinde direnç göstermedikleri, öğretim , elemanlarının kişisel görüşleri ve mesleki tecrübeleri ile sınıf içindeki akran ilişkileri açısından direnç davranışı sergilemede kararsız kaldıkları ve eğitimin gelecekteki faydalarına yönelik inançlar boyutunda öğrencilerin direnç göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda, pedagojik formasyon öğrencilerinin ahlâkî olgunluk düzeylerinin istenilen düzeyde olmadığı, öğretme- öğrenme sürecine ilişkin direnç davranışlarının var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özdemirci, Ersin ve Canal (2017) çalışmaları kapsamında, arduino Uno kartı kullanılarak öğrencilerin bir yıllık eğitim süresi içerisinde gerçekleştirecekleri uygulamaları içeren Arduino UNO uygulama seti tasarlanmıştır. Uygulama; temel uygulama kartı , LCD uygulama kartı ve kablosuz haberleşme uygulama kartı olmak üzere üç devre kartından oluşmaktadır. Uygulama kartları, MYO öğrencileri tarafından uygulama derslerinde hazırlanmıştır. Tasarımı gerçekleştiren Arduino UNO uygulama seti, laboratuvar derslerinde öğrenciler tarafından kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; Arduino UNO uygulama setinin her aşamasında aktif olarak görev alan MYO öğrencilerinin, algoritma ve kodlama becerilerini geliştirdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca uygulama setinde bulunan devre kartının; veri algılama, kontrol etme ve algoritma geliştirme uygulamaları gibi işlevsel ve kolay anlaşılabilir özellikleri öğrencilere programlamayı sevdirdiği ve kalıcı öğrenmelerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Başaran (2018) çalışmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının, Genel Fizik Laboratuvarı II dersinde, elektrik deneylerine arduinonun entegre edilmesinin ve deney raporlarının poster olarak hazırlanmasının öğretmen adaylarının fizik laboratuvarlarına,

teknolojiye ve bilgi, iletişim teknolojilerine (BİT) yönelik tutumlarına etkilerini incelemiştir. Çalışmada karma araştırma yönteminden içi içe karma desen kullanılmıştır. Çalışmanın örneklem grubunu, 50 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak “Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği”, “ Teknoloji Tutum Ölçeği” ve “BİT’e Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Uygulama aşamasında fen bilgisi öğretmen adayları, gruplar halinde Genel Fizik Laboratuvarı II dersinde kullanılacak 12 deneyin 8’ini arduino kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Gerçekleştirilen deneylerin raporları, elektronik poster şeklinde hazırlanarak üniversitenin kendi elektronik destek sistemine yüklenmiştir. Çalışma sonucunda; arduino öğrenmenin öğretmen adaylarının kendileri açısından önemli olduğu, laboratuvar derslerini zevkli ve ilgi çekici kıldığı, ve arduino kullanımının fizik laboratuvarına, teknolojiye ve BİT’e yönelik olumlu tutum geliştirmelerine katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yavuz-Konokman ve Çukurbaşı (2019) çalışmalarında , LEGO robotik öğretim uygulamaları tasarlamamanın, fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji destekli öğretime yönelik direnç davranışları ve öğretme-öğrenme sürecine ilişkin görüşleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmanın örneklemine 18 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, “Direnç Ölçeği” ile “Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Anketi” kullanılmıştır. Çalışma 8 haftalık süre içerisinde gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarına LEGO EV3 hakkında gerekli bilgilendirilmelerin yapılmasının ardından, araştırmacılar tarafında oluşturulan problem temaları öğretmen adaylarına sunulmuş, çözüm yöntemi olarak LEGO robotik tasarımları kullanılarak tasarımlar gerçekleştirilmiştir. İnşa edilen LEGO robotik tasarımlarının öğretme-öğrenme sürecine dahil edilmesi amacıyla, öğretmen adayları tasarımlarının kullanımını içeren ders planları hazırlayarak kendi içlerinde bu planların değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde, LEGO robotik öğretim uygulamaları tasarlayana fen bilgisi öğretmen adaylarının, teknoloji destekli öğretim uygulamalarına istekli ve gönüllü katılım sağladıkları gözlenmiştir. Ayrıca LEGO robotik öğretim uygulamaları tasarlamamanın, fen bilgisi öğretmen adaylarının, teknoloji destekli öğretim uygulamalarına yönelik direnç davranışları önlemede etkili olduğu çıkarımı yapılmıştır. Çalışma sonucunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının LEGO robotik öğretim uygulamaları tasarlamalamamanın ve bu tasarımları öğrenme-öğretme sürecine dahil etme

deneyimleri sonucunda, teknoloji destekli öğretime yönelik daha olumlu görüşlerinin olduğu ve bu tarz uygulamalara katılmakta daha istekli oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Canoğulları ve Sarı (2019) çalışmalarında ortaokul öğretmenlerinin, öğrenci dirençlerine yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Tarama modelinde betimsel araştırma yönteminin kullanıldığı araştırmaya 510 ortaokul öğretmeni katılmıştır. Veri toplama aracı olarak “Öğrenci Direnç Davranışları Ölçeği” kullanılmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde; “Öğrenci Direnç Davranışları Ölçeği”n de bulunan

Yıldırım (2020) çalışmasında, öğretmen adaylarına Arduino robotik kodlama etkinlikleriyle “Sinir Sistemi”ni öğretmeyi amaçlamıştır. Tek gruplu ön test- son test deneysel desenin kullanıldığı çalışma, 23 öğretmen adayının katılımıyla 14 haftalık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; “Erişi Testi” ve “Mühendislik Tasarım Ölçeği” kullanılmıştır. Çalışmanın uygulama aşamasında, öğretmen adayları altı gruba ayrılarak; işitme duyusu, koku alma duyusu, görme duyusu, deri reseptörlerindeki hissetme duyusu, tat alma duyusu ve refleks olayının işleyişini simüle eden modeller tasarlamışlardır. Tasarladıkları modellere arduino devre kartı ve sensör bağlantılarını yapmışlardır. Tasarımı gerçekleştirilen modellerin mBlockta kodları yazılarak arduino karta göndermişlerdir. Son olarak modeller çalıştırılarak sinir sisteminin işleyişi simüle edilmiştir. Araştırma sonucunda Arduino robotik kodlama etkinliklerinin; sinir sisteminin öğretiminde öğretmen adaylarının, akademik başarılarının yüksek oranda etkilediği ve kalıcı öğrenmeleri desteklediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca Mühendislik Tasarım Ölçeği’nin, Mühendislik Tasarım Süreçleri bölümündeki alt boyutlarından öğretmen adaylarının bu alt boyutlarda zorlanmadıkları ve süreç boyunca tasarım becerilerini geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Mühendislik Tasarım Ölçeği’nin, Tasarımda Takım Becerileri bölümündeki alt boyutlarında, takımla çalışmada zorlanmayan öğretmen adaylarının, süreç içerisinde Takım izleme ve değerlendirme ve Takım stratejik çalışma becerilerini diğer becerilere göre daha çok geliştirdikleri görülmüştür.

Sarı ve Yazıcı (2020) çalışmalarında, TÜBİTAK BİDEB 2237A projesi kapsamında gerçekleştirilen STEM eğitimi ve arduino ile fiziksel kodlama etkinlikleri hakkında, fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri belirlenmiştir. Çalışmanın örneklemini, 4. sınıfta öğrenim gören 26 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Betimsel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada, veri toplama toplama aracı olarak “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; fen bilgisi

öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve Arduino programlamaya yönelik görüşlerinin olumlu yönde olduğu ve uygulanan etkinliklerin bilgi, deneyim ve donanım anlamında katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak öğretmen adayları meslek hayatlarındaki yeterliliğin kazanılması amacıyla bu tarz eğitim, kurs ve projelere sıklıkla ihtiyaç duyduklarını dile getirmişlerdir.

Meço (2021) arduino ile desteklenmiş STEM eğitimi etkinlikleriyle, “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesinin öğretiminin öğrencilerin, akademik başarı, temel STEM beceri düzeyleri, eleştirel düşünme-öz düzenleme ve neden-sonuç ilişkisi kurma becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmanın örneklem grubunu, deney grubu (n=9) ve kontrol grubu (n=10) olmak üzere toplamda 19 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmanın uygulama aşamasında kullanılmak üzere “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesi kapsamında beş adet arduino destekli STEM ders planı geliştirilmiştir. Uygulama aşaması 7 haftada tamamlanmıştır. Çalışma sonucunda arduino destekli STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları ve neden-sonuç ilişkisi kurma becerileri üzerinde anlamlı farklılık oluşturduğu tespit edilirken, temel STEM beceri düzeyleri ve eleştirel düşünme-öz düzenleme becerileri üzerinde anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ayrıca STEM etkinlikleri ile işlenen derslerin, öğrenciler için dersi keyifli kıldığı, grup çalışmalarının verimli geçtiği ve özgün tasarımları inşa etmede etkili olduğu, öğrencilerin derse ve STEM destekli arduino uygulamalarına karşı olumlu tutum geliştirdiği ve kalıcı öğrenmelere katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Başarmak, Uluay ve Polat (2021) çalışmalarında, farklı disiplinlerdeki öğretmen adaylarının, arduino uygulamalarına ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini; bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümü, matematik eğitimi bölümü ve fen bilgisi eğitimi bölümünde öğrenim gören 30 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Nitel araştırma deseninin benimsendiği çalışmada, ölçme aracı olarak dört açık uçlu sorudan oluşan “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılmıştır. Farklı disiplinlerdeki öğretmen adaylarının gruplar halinde çalıştığı uygulamada, mBlock platformu kullanılarak arduino kodlama etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda veri toplama aracından elde edilen veriler, kişisel gelişim ve gelecek planları şeklinde iki kategoride ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının çoğu kişisel gelişim kapsamında, kodlama yapmanın mantığını ve robot tasarlama sürecinin temelinin öğrendiklerini belirtmişlerdir. Gelecek planlarının yaygın olarak robot

tasarlamaya yönelik olduğu ve meslek hayatlarında öğrendikleri bilgilerin faydalı olması konusunda temennilerini dile getirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç ise öğretmen adaylarının uygulama sürecine ilişkin deneyimleridir. Öğretmen adayları olumlu deneyimlerini; sürecin heyecan verici, verimli ve faydalı olduğu şeklinde ifade etmişlerdir. Olumsuz deneyimlerini ise, 8 haftalık uygulama sürecinin çok uzun olduğu, farklı disiplinlerle bir arada çalışmak yerine bölüm arkadaşlarıyla çalışmanın daha iyi olacağı şeklinde ifade etmişlerdir.

Koparan, Yüksel ve Koparan (2021), 6. sınıf öğrencilerinin, fen bilimleri dersinde “Elektriğin İletimi” ünitesinin arduino etkinlikleri ile yürütülmesinin öğrencilerin, fen bilimleri dersine yönelik başarıları, öz yeterlilik ve tutumları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada kontrol gruplu ön test, son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini, deney grubu (32) ve kontrol grubu (32) olmak üzere 64 6. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Uygulama aşamasında dersler; deney grubunda elektriğin iletimi ünitesinde arduino destekli etkinliklerle gerçekleştirilirken, kontrol grubunda ise ders kitabında yer alan etkinliklerle yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak “Başarı Testi”, “Öz yeterlilik Ölçeği” ve “Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular incelendiğinde; arduino kullanılarak gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik başarıları ve öğrencilerin öz yeterlilikleri üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Bunun yanında arduino kullanımının öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Başarmak, Uluay ve Polat (2021) çalışmalarında, farklı disiplinlerdeki öğretmen adaylarının, arduino uygulamalarına ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini; bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümü, matematik eğitimi bölümü ve fen bilgisi eğitimi bölümünde öğrenim gören 30 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Nitel araştırma deseninin benimsendiği çalışmada, ölçme aracı olarak dört açık uçlu sorudan oluşan “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılmıştır. Farklı disiplinlerdeki öğretmen adaylarının gruplar halinde çalıştığı uygulamada, mBlock platformu kullanılarak arduino kodlama etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda veri toplama aracından elde edilen veriler, kişisel gelişim ve gelecek planları şeklinde iki kategoride ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının çoğu kişisel gelişim kapsamında, kodlama yapmanın mantığını ve robot tasarlama sürecinin temelinin öğrendiklerini belirtmişlerdir. Gelecek planlarının yaygın olarak robot

tasarlamaya yönelik olduğu ve meslek hayatlarında öğrendikleri bilgilerin faydalı olması konusunda temennilerini dile getirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç ise öğretmen adaylarının uygulama sürecine ilişkin deneyimleridir. Öğretmen adayları olumlu deneyimlerini; sürecin heyecan verici, verimli ve faydalı olduğu şeklinde ifade etmişlerdir. Olumsuz deneyimlerini ise, 8 haftalık uygulama sürecinin çok uzun olduğu, farklı disiplinlerle bir arada çalışmak yerine bölüm arkadaşlarıyla çalışmanın daha iyi olacağı şeklinde ifade etmişlerdir.

2.3. İlgili Yurt Dışı Araştırmalar

Norzaidi ve Salwani (2009) çalışmalarında, “Genişletilmiş görev- Teknoloji uyumu” modelini kullanarak lisans öğrencilerinin, çalışma performanslarını, teknoloji dirençlerini, teknoloji memnuniyetlerini ve internet kullanımları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma, Malezya’da Universty Teknoloji MARA’da öğrenim gören ve ödevlerini yapmak için sıklıkla interneti kullanan kullanıcılar olarak bilinen 5 farklı (işletme, muhasebe, bilişim çalışmaları, bilgi teknolojisi ve nicel bilimler) fakültede öğrenim gören toplamda 354 lisans öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak 5 bölümden oluşan anket kullanılmıştır. Ölçeklerden elde edilen veriler incelendiğinde; lisans öğrencilerinin internette verilen bilgilerden de memnun oldukları, görev gereksinimleri ile teknoloji işlevselliği arasında bir uyum olduğu görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin genel olarak internet kullanımına karşı direnç göstermedikleri ve internet kullanımının akademik performanslarını geliştirdiğine inandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Haugwitz ve Sandmann (2010), iş birliğine dayalı öğrenme modeli kullanılarak tasarlanan üç basitleştirilmiş kalp ve kan damarı modelinin tanıtılması ve değerlendirilmesini incelemişlerdir. Çalışma okul dışı etkinlik olarak 7.sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. 40 öğrenci çalışmaya katılım sağlamıştır. Tasarımı yapılacak modeller, problem kartları ve bilgi kartlarından oluşmaktadır. Öğrenciler çalışmada; “Kalp nasıl çalışır?”, “Nabız” ve “Damarlar” konularına yönelik problem kartlarındaki problemlerin çözümüne yönelik model tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada veri toplama aracı olarak “Başarı Testi” ve “Durumsal İlgili Anketi” kullanılmıştır. Çalışma; ön test, son test ve üç öğrenme kiti etkinliği olmak üzere toplamda beş oturumda

gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin başarı test puanlarından aldıkları yüksek puanlar, öğrenmenin iyi düzeyde gerçekleştiğini göstermiştir. Ayrıca işbirlikçi öğrenme modeli kullanılarak, kalp ve kan damarlarının modelleri oluşturmanın öğrenciler tarafından ilgi çekici olduğu sonucuna varılmıştır.

Seidel ve Tanner (2013) çalışmalarında öğrencilerin, öğrenme ortamlarındaki direnç davranışlarını, bu davranışlara neden olan etmenleri ve biyoloji öğretmenlerinin, lisans biyoloji eğitiminde yenilikçi öğrenme yaklaşımları kullanmalarına yönelik öğrenci direnişlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada öğrenci dirençlerinin nedeninin; öğretim elemanlarının yanlış davranışları, okul ve fakülte engelleri ve sosyal aylaklık olgusu olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerde oluşan direnç davranışlarının giderilmesi için; öğretim yönteminin çeşitlendirilmesi, öğrenme ortamı ve öğrenme yöntemi ile ilgili olarak öğrenci görüşlerinin önemsenmesi ve sınıf içi direnç durumlarının ölçülmesi, öğrencilerin direnç davranışı göstermeden önce endişe ve kaygılarının dile getirilmesine olanak sağlanması ve öğretim elemanının sınıf direnişi ile ilgili endişelerini ve bu endişeleri ele alış biçimlerini öğrencilerle paylaşması önerilmiştir. Son olarak biyoloji eğitiminde, öğrenci merkezli yenilikçi öğretim yaklaşımlarının kullanılmasının öğrenci direnişlerini azaltmada etkili olacağı düşünülmektedir.

Cuperman ve Werner (2015) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının, biyolojik fenomenleri PicoCricket robot kitleri kullanarak model tasarımları ve tasarlanan modellerin ortakul öğrencileriyle öğretimde kullanmaları sürecini ele almışlardır. Çalışmada; Bitki Tropizmi ve Biyolojik Sistemlerde kontrol mekanizması referans alınarak sinek kapan bitkisi ile nabız hızı kontrolü modelleri tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının, robotik kodlama ile modeller oluşturmaya yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği ve bilimsel ve teknolojik okuryazarlık düzeylerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca robotik kitler kullanılarak model oluşturmanın, öğretmen adaylarının bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım becerilerini bütünleştirmelerine olanak sağlamada etkili bir yöntem olduğu savunulmuştur.

Nuanmeesri (2018), insan kalbinin yapısı, fonksiyonu ve kan dolaşımı hakkında ilkökul öğrenci düzeyine uygun artırılmış gerçeklik modeli oluşturmuştur. Öğrencilerin öğrenme sürecini kolaylaştırmak ve geliştirmek için hazırlanan üç boyutlu sanal görüntüler, akıllı telefonlar ve tabletler aracılığıyla tarama uygulaması kullanılarak

görüntülenebilmektedir. Kalp yapısı üç boyutlu resimler şeklinde ortaya çıkararak merak edilen yapılara dokunulduğunda, o yapı ile ilgili bilgi notuna veya sesli açıklamalara ulaşılabilir. Biyoloji alanındaki uzmanlar; bilişim teknolojileri ve artırılmış gerçekliğin öğretimde amaçlar ve konu içerik tutarlılığını karşıladığı ve anlamlı öğrenmelerinde etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Prima, Oktaviani ve Sholihin (2018), 8. sınıf öğrencilerinin STEM okuryazarlığını geliştirmek için arduino-phet tabanlı deney kullanarak elektrikle STEM öğrenimi gerçekleştirmişlerdir. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı çalışma 15 öğrenci ile yürütülmüştür. Bilimsel okuryazarlık dahil olmak üzere, teknoloji okuryazarlığı, mühendislik okuryazarlığı ve matematik okuryazarlığı olarak 4 yön okuryazarlık ölçülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin en çok teknoloji okuryazarlığının geliştiği, akabinde bilimsel okuryazarlık ve matematik okuryazarlığının geliştiği sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin uygulama sonucunda yalnızca mühendislik okuryazarlığının gelişmediği tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise; deneyler için ayrılan sürenin tasarım yapmak için yeterli olmadığı gerekçesine bağlanmıştır.

Ntemngwa ve Oliver (2018) fen bilgisi öğretmenlerinin, ortaokul fen bilimleri dersinde LEGO EV3 eğitim kiti kullanılarak gerçekleştirilen entegre STEM öğretim uygulamalarına yönelik, öğretmen ve öğrenci görüşlerini inceledikleri araştırmalarında; robotik kullanılarak gerçekleştirilen entegre STEM öğretim uygulamalarının, öğrencilerde ilgi ve motivasyon uyandırdığını, onları çalışmaya aktif olarak dahil ettiğini, öğrencilerin mühendislik tasarımı, sorgulama ve problem çözme, verileri analiz etme ve yorumlama becerilerini geliştirirken aynı zamanda hızlandırma ve programlama gibi STEM kavramlarını öğrenmelerini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Süreç içerisinde öğretmenlerin içerik bilgisi eksikliği ve entegre bir STEM müfredatını ders müfredatına dahil etmedeki bilgi yetersizliği gibi karşılaşılan iki engelin ise, öğretmenlere daha uygun eğitim ve mesleki gelişim sağlanmasıyla azaltılabileceği düşünülmektedir.

Chou (2018), Arduino robotik etkinlikleri ile öğrencilerin öğrenme performanslarını ve davranışlarını incelemiştir. Okul sonrası öğrenme ortamında gerçekleştirilen çalışmaya gönüllü 30 5. Sınıf öğrencisi katılım sağlamıştır. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı çalışma ön test- son test yarı deneysel desene göre gerçekleştirilmiştir. 16 haftalık uygulamanın ardından elde edilen veriler incelendiğinde; öğrencilerin elektrik mühendisliği ve bilgisayar programlama içerik

bilgilerini ve problem çözme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiği ortaya konulmuştur. Nitel verilerden elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin yazılım ve donanım stratejileri öğrenme desetine ihtiyaç duydukları belirtilmiştir.

Dehghani vd. (2020) çalışmalarında, Artırılmış Gerçeklik (AR) ve infografiklerin biyoloji dersinde kalp ve kalp döngüsü öğrenimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Öntest ve son test deneysel desenin kullanıldığı çalışmanın örneklemini, 10. sınıf öğrencileri (n=75) oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen, çoktan seçmeli, kısa cevaplı ve doğru/yanlış sorularını içeren biyoloji testi kullanılmıştır. Çalışmanın uygulama aşmasında, öğrenciler rastgele üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup statik infografikleri kullanmıştır. İkinci grup AR ile birleştirilmiş infografikleri kullanmıştır. Üçüncü grup ise, AR tabanlı bir öğrenme ortamını kullanmışlardır. Çalışma sonucunda; statik infografiklerin kullanıldığı birinci grup ile AR öğrenme ortamının kullanıldığı üçüncü grup puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. AR ile birleştirilmiş infografikleri kullanan ikinci grubun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. AR ile birleştirilmiş infografiklerin biyolojidersin de kalp ve kalp döngüsü konusunun öğrenimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu yöntemin; verilerin görselleştirilmesi, 3D AR gösterimi ile infografik düzenleyicilerin kullanılması ve AR karmaşıklığının infografik yardımıyla görselleştirilmesi yönüyle diğer yöntemlerden üstün olduğu ifade edilmiştir.

Hyunjin (2021), temsili eğitim donanımı olan Arduino'yu kullanarak SW kodlama eğitim yöntemini incelemeye çalışmaktadır. Çalışmanın sonucunda, SW kodlama eğitimi, bir problem çözme müfredatına dönüşmelidir. Özellikle gerçek hayatımızda karşımıza çıkabilecek problemlerin çözümüne yönelik bir müfredat geliştirilmelidir. Bu çalışmada, yaratıcılığı geliştirmek için tasarlanmış tasarım odaklı düşünme yöntemi kullanılmıştır. Çalışma altı aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, kendi kendini motive ederek problem çözmeye dayalı bu müfredat sayesinde öğrenciler, problemleri çözecek ve kendi başlarına bilimsel düşünme ve yaratıcı hayal gücü geliştirebileceklerdir. Öğretmenlerin, öğrencilerin sorunları kendi başlarına çözmelerine yardımcı olmaları gerekmektedir. Bu nedenle kodlama eğitiminde sonuçtan çok süreç önemlidir. Ayrıca Arduino kullanılarak yapılan eğitimin öğrencilere bilgisayarlara karşı ilgi ve eğlence vermesi beklenmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada; tek gruplu ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bir araştırmada, değişken değerlerini ölçebilmek ve bu değişken değerleri arasındaki neden-sonuç ilişkilerini saptamak için genellikle deneysel yöntem kullanılmaktadır (Fraenkel ve Wallen, 1996; Gay ve Airasian, 2000; Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2011). Tek gruplu ön test-son test deneysel desene göre, gerçekleştirilen deneysel uygulamanın etkisi tek bir grup üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar ile test edilir (Gay, 1996; Cohen ve Manion, 1997). Tek gruplu ön test-son test desende, araştırma grubuna ön test ve son test uygulanır. Grubun uygulama öncesi yapılmış olan ön-test puanları ile uygulama sonrasında yapılmış olan son-test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olduğu takdirde uygulamanın etkili olduğu kabul edilir (Karasar, 2002; Balcı, 2004).

Bu araştırmada; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD 2., 3. ve 4. sınıf öğretmen adaylarından oluşan tek bir çalışma grubu (n=33) bulunmaktadır.

Tablo 3. Deneysel Desen

Grup	Ön- test	Uygulama Yöntemi ve Etkinlikler	Son -test
G1	T1, T2	KARDUİNO STEM Robotik Kodlama	T1, T2

T1: Erişi Testi (ERT) (Ek 1)

T2: Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranış Ölçeği (TYDDÖ) (Ek 2)

3.2. Çalışma Grubu

Araştırma; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, 2021-2022 Eğitim ve Öğretim yılı bahar döneminde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi Öğretmenliği 2., 3. ve 4. sınıf öğretmen adaylarından (n=33) oluşan karma bir grup ile yürütülmüştür. Araştırmada karma bir grup ile çalışılmasının nedeni; deneysel araştırmadaki Arduino robotik kodlama etkinliklerinin yürütülebilmesi için ileri robotik konusunda öğretmen adaylarının ön eğitime katılmış olma gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Deneysel araştırmadaki ileri robotik ve kodlama (Arduino ve mBlock) etkinliklerinde yer alacak öğretmen adayları bu noktada gönüllülük esasına bağlı olarak araştırmaya dahil edilmişlerdir. Deneysel araştırmada; Biyoloji II dersi “Taşıma ve Dolaşım Sistemleri” ünitesi kapsamındaki “Omurgalı hayvanlarda kalbin yapısı ve çalışma sistemi” konusu ile ilgili “KARDUİNO STEM Robotik Kodlama etkinlikleri” uygulanmıştır. Çalışma grubunun özellikleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Çalışma Grubu

Anabilim Dalı	Fen Bilgisi Öğretmenliği	
Sınıf	2, 3 ve 4	
Dersin Adı	30 kadın	3 erkek
Dağılım	33	
Toplam		

Çalışma grubu; 30 kadın öğretmen adayı ve 3 erkek öğretmen adayı olmak üzere toplam 33 katılımcıdan oluşmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına “Erişi testi” ile “Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranış Ölçeği” uygulanmıştır.

Ön-Testler

1. T1: Erişi Testi (ERT) (Ek 1)
2. T2: Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranış Ölçeği (TYDDÖ) (Ek 2)

Son-Testler

1. T1: Erişi Testi (ERT) (Ek 1)
2. T2: Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranış Ölçeği (TYDDÖ) (Ek 2)

Çalışma grubunda yukarıda belirtilen ERT ile TYDDÖ, katılımcılara araştırmanın başlangıcında ön-test, araştırmanın sonucunda ise son-test şeklinde uygulanmıştır.

3.3.1 Erişî Testi

KARDUİNO STEM Robotik Kodlama etkinliklerinin FBÖ öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerinde anlamlı bir farklılığa neden olup olmadığının belirlenmesi amacıyla;

1. Omurgalılarda kalbin anatomik yapısı (Balıklar, Kurbağalar, Sürüngenler, Kuşlar ve Memeliler)
2. Kalbin zarları, odacıkları, kalpteki ikili (biküspit) ve üçlü kapakçık
3. Kalbe giren ve kalpten çıkan damarlar;
 - a. Üst ana toplardamar
 - b. Alt ana toplardamar
 - c. Akciğer toplardamarı
 - d. Akciğer atardamarı
 - e. Aort
4. Kalbe giren ve kalpten çıkan damarlardaki kapakçıklar;
 - a. Pulmoner Kapakçık
 - b. Aort Kapakçığı
5. Kalbin çalışma mekanizması
 - a. Kasılma (Sistol)
 - b. Dinlenme
 - c. Gevşeme(Diastol)
6. Kalbin çalışmasını kontrol eden his demetleri;
 - a. Sinoatrial düğüm (SAV)
 - b. Atrioventriküler düğüm (AV)
 - c. Purkinje lifleri
7. Açık dolaşım-Kapalı dolaşım
8. Küçük kan dolaşımı-Büyük kan dolaşımı
9. Damarlar
 - a. Atardamar
 - b. Toplardamar
 - c. Kılcaldamar
10. Kanın yapısı ve taşıma fonksiyonu
11. Kanın vücutta dolaşması ve diğer sistemlerle olan ilişkisi

konularındaki bilgi seviyelerini belirlemek amacıyla bir “Erişi testi” hazırlanmıştır. Testin hazırlanması sürecinde alanyazını taranmış ve uzman görüşleri alınarak 45 soruluk çoktan seçmeli (5 seçenekli) bir test hazırlanmıştır. Hazırlanan test; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD’nda öğrenim gören 2. , 3. ve 4. sınıf öğretmen adayları (deney grubu dışındaki) üzerinde uygulanmıştır (n=62). Testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0.82 olarak hesaplanmıştır. KR-20 değerinin 50 maddenin altındaki testler için 0,50 ve üzerinde olması gözönünde bulundurularak, Erişi testinin güvenilir olduğu belirlenmiştir. Test maddelerinin ayırt edicilik ve güçlük indeksleri SPSS 22.0 paket programı kullanılarak çözümlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. *Test Maddelerinin Ayırt Edicilik ve Güçlük İndeksleri*

Soru Maddeleri	Madde çıkarıldığında testin aritmetik ortalaması	Madde çıkarıldığında testin varyans değeri	Maddenin testin toplam korelasyonu ile ilişkisi (Ayırt edicilik indeksi)	Madde çıkarıldığında testin Cronbach’s Alpha (güvenilirlik) katsayısı
Madde 1	15,84	44,564	0,180	0,805
Madde 2	15,66	44,015	0,093	0,808
Madde 3	15,76	44,645	0,154	0,806
Madde 4	15,52	45,008	0,100	0,808
Madde 5	15,82	43,132	0,411	0,798
Madde 6	15,81	44,421	0,196	0,805
Madde 7	15,97	43,835	0,375	0,800
Madde 8	16,08	45,879	0,013	0,808
Madde 9	15,71	42,701	0,451	0,796
Madde 10	15,82	43,198	0,400	0,798
Madde 11	15,66	42,424	0,490	0,795
Madde 12	15,71	44,570	0,161	0,806
Madde 13	15,72	44,530	0,169	0,806
Madde 14	15,95	44,768	0,182	0,805
Madde 15	15,87	44,901	0,132	0,806
Madde 16	15,81	45,601	0,011	0,810
Madde 17	15,47	43,728	0,312	0,801

Tablo 5. *Test Maddelerinin Ayırt Edicilik ve Güçlük İndeksleri - Devamı*

Madde 18	15,85	42,454	0,542	0,794
Madde 19	15,90	46,253	0,092	0,812
Madde 20	15,79	42,890	0,439	0,797
Madde 21	15,84	43,777	0,310	0,801
Madde 22	15,66	43,801	0,276	0,802
Madde 23	15,71	43,685	0,297	0,802
Madde 24	15,89	46,364	0,110	0,813
Madde 25	15,68	43,534	0,318	0,801
Madde 26	15,84	43,711	0,320	0,801
Madde 27	15,85	44,651	0,169	0,805
Madde 28	15,81	44,257	0,222	0,804
Madde 29	15,52	43,369	0,357	0,800
Madde 30	15,58	43,461	0,332	0,800
Madde 31	15,98	46,016	0,051	0,810
Madde 32	15,77	43,719	0,301	0,801
Madde 33	15,90	44,187	0,265	0,803
Madde 34	16,01	44,998	0,203	0,804
Madde 35	15,71	41,783	0,598	0,791
Madde 36	15,79	43,611	0,322	0,801
Madde 37	15,84	44,859	0,132	0,807
Madde 38	15,97	44,491	0,245	0,803
Madde 39	15,76	43,400	0,349	0,800
Madde 40	15,77	43,292	0,369	0,799
Madde 41	15,63	42,598	0,463	0,796
Madde 42	15,84	43,744	0,315	0,801
Madde 43	15,87	43,524	0,366	0,800
Madde 44	15,63	44,008	0,245	0,803
Madde 45	15,77	43,915	0,270	0,802

Tablodaki veriler incelendiğinde erişiş testiinde yer alan 45 maddenin ayırt edicilik indekslerinin 0.100 ile 0.598 değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Testin ortalama ayırt ediciliği 0.269 olarak hesaplanmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılan 45 soruluk testten hiçbir madde çıkarılmamış ve testin 45 sorudan oluşan geçerli ve güvenilir bir veri toplama aracı olduğu ortaya konulmuştur. ERT’nden en yüksek 45 puan, en düşük 0 puan alınabilmektedir.

Tablo 6. “Erişiş Testi”ne İlişkin Belirtke Tablosu

KONULAR \ HEDEFLER	Bilişsel Alan						SORU SAYISI
	BİLGİ	KAVRAMA	UYGULAMA	ANALİZ	SENTEZ	DEĞERLENDİRME	
1. Omurgalılarda kalbin yapısı ve kısımları	4., 35., 36., 44.	2., 3., 19., 26., 31., 32.	40.	21., 37. 39.			15
2. Kalp zarları, odacıklar ve kapakçıklar	41.	23., 33.,					3
3. Kalbin çalışma mekanizması	5., 9., 15. 20.	24., 43.	22.	30.			9
4. Kalbin çalışma mekanizmasını kontrol eden his demetleri	10., 17., 27.						3
5. Açık dolaşım - Kapalı dolaşım			7., 12.				2
6. Küçük kan dolaşımı - Büyük kan dolaşımı	18.	11., 42.	6., 45.				4
7. Damarlar	8., 28., 29.	13.			1.		5
8. Kanın yapısı ve taşıma fonksiyonu	14., 25.	34.,		16.			5
9. Kanın vücuttaki dolaşımı ve diğer sistemlerle olan ilişkisi						38.	1
TOPLAM	18	14	6	5	1	1	45

ERT’nin deneysel çalışma öncesi KR-20 güvenirlik katsayısı 0.80, deneysel çalışma sonrası KR-20 güvenirlik katsayısı 0.71 olarak belirlenmiştir (Tablo 7). Deneysel çalışma öncesinde ve sonrasında veriler, deney grubunda yer alan öğretmen adaylarına uygulanan ERT’den alınmıştır (n=33).

Tablo 7. Erişi Testine İlişkin Deneysel Çalışma Öncesi ve Sonrası Güvenilirlik Çalışması Sonuçları

Uygulamalar	Testin adı	Madde sayısı	N	KR-20	İki-yarı güvenilirlik
Deneysel Çalışma Öncesi	ERT	45	33	0.75	0.80
Deneysel Çalışma Sonrası	ERT	45	33	0.46	0.71

3.3.2 Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranış Ölçeği (Ek 2)

Yavuz-Konokman (2015) tarafından geliştirilen TYDDÖ; eğitimsel süreçlerdeki öğretim teknolojilerine yönelik öğretmen adaylarının göstermiş oldukları tepkiler ve bu tepkilerin 19 kategoride gruplanarak tanımlandığı 95 maddeden oluşan bir ölçek formunda tasarlanmıştır. Araştırmacı tarafından uluslararası çalışmaların incelenmesiyle (Kearney ve diğerleri, 1988; Burroughs ve diğerleri, 1989) ölçek formunda yer alacak maddeler belirlenmiştir (Kearney ve diğerleri, 1991; Burroughs, 2007). Ölçek formunun geçerlik ve güvenirlik sağlanması amacıyla uzman görüşleri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılarak, ölçek formuna 76 maddelik son hali verilmiştir. TYDDÖ; 5' li Likert tipi ölçek formu şeklinde tasarlanmıştır. Açıklayıcı (veya açıklayıcı) faktör analizleri sonucu ölçeğin tek faktörlü 5 bileşenli olduğu ortaya konulmuştur. Bu 5 bileşen (alt boyutlar) (Ek 2);

1. İsteksiz Uyum (Maddeler: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
2. Etkin Direnç (Maddeler: 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)
3. Tam Uyum (Maddeler: 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27)
4. Çürütmeye Çalışma (Maddeler: 28, 29,30)
5. Umursamama (Maddeler: 31, 32, 33)

TYDDÖ'ye madde analizi çalışmaları sonucunda 33 maddelik son hali verilmiş ve ölçek araştırmacı tarafından Mersin Üniversitesi, Eğitim Fakültesi öğretmen adaylarına (n=1097) uygulanmıştır. TYDDÖ'nde 9 olumlu ifade, 24 olumsuz ifade bulunmaktadır. TYDDÖ'nin Cronbach alfa geçerlik-güvenirlik katsayısı .906 olarak hesaplanmıştır. Ölçek bileşenlerinin Cronbach alfa güvenirlik parametreleri sırasıyla .91, .872, .87, .778 ve .831 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, test ve tekrarlı test analiz sonuçları, ön test ve son test puanları arasında pozitif ve orta düzeyde bir korelasyon göstermiştir ($r=.354$,

$p < .05$). Doğrulayıcı faktör analizi sonucunda modelin uyum iyiliği indeksleri (GFI=.90; CFI=.99; IFI=.99; NNFI =.98; RMSEA=.057; CFI=.99; AGFI=.88.) modelin mükemmel uyuma sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca $\chi^2/df \leq 5$ ($1890.06/490 = 3.857$) bulgusuna göre modelin gözlenen yapıya uygunluğu ifade edilebilir. Böylece, açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ve güvenilirlik analizi, öğretmen adaylarının teknoloji destekli öğretime karşı direnç gösterip göstermediğini belirlemek için direnç ölçeğinin güvenilirliğini ve geçerliliğini kanıtlamıştır. TYDDÖ’nden bir öğrenci en düşük 36, en yüksek 156 puan alabilmektedir.

3.4. İşlem Yolu

Bu çalışmada izlenen işlem basamakları, 2021-2022 Eğitim ve Öğretim yılı bahar döneminde ERT ile TYDDÖ uygulanması dahil olmak üzere toplamda 8 haftalık bir sürede tamamlanmıştır. Araştırmada izlenen işlem basamakları, aşağıda sırasıyla verilmiştir.

3.4.1. Çalışma Grubunun Oluşturulması

Bu araştırmanın çalışma grubunda; Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD’nde öğrenim gören 2. , 3. ve 4. sınıf öğretmen adayı ($n=33$) bulunmaktadır. Araştırmanın örneklemi, öğretmen adaylarından oluşan tek bir grup olarak belirlenmiştir. Öğretmen adayları 3 ve/veya 4 kişiden oluşan gruplarda birlikte çalışarak deneysel etkinlikleri tamamlamışlardır. Gruplar araştırmacı tarafından yaş, cinsiyet, sınıf, bilgi düzeyi bakımından heterojen öğrencilerden oluşacak şekilde oluşturulmuştur.

3.4.2. Çalışma Grubuna Ön Testlerin Uygulanması

Çalışmanın örneklem grubuna ($n=33$) “ERT” ile “TYDDÖ” ön-testler olarak uygulanmıştır.

3.4.3. Çalışma Grubunda Dersin İşlenişi

Çalışma grubunda uygulanan deneysel işlem basamakları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 8).



Tablo 8. Çalışma Grubunda Uygulanan Deneysel İşlem Basamakları

Grup	Konular	Uygulama İşlem Basamakları	Süre
Deney	1. Omurgalılarda kalbin anatomik yapısı (Balıklar, Kurbağalar, Sürüngenler, Kuşlar ve Memeliler)	<u>Derslerin Teorik Kısım</u>	8 hafta (20 teorik ders saati + 12 saat uygulama)
	2. Kalbin zarları, odacıkları, kalpteki ikili (biküspit) ve üçlü (triküspit) kapakçık	• Öğretmen adaylarına STEM tabanlı Robotik tasarım uygulamaları ve deneysel süreç ile ilgili bilgilendirme yapılması (Sunum)	
	3. Kalbe giren ve kalpten çıkan damarlar	• Arduino nedir? - Analog veri ve Dijital veri	
	4. Kalbe giren ve kalpten çıkan damarlardaki kapakçıklar	• Arduino UNO kartının tanıtılması, - Arduino Giriş/Çıkış Pinleri - Arduino'yu mBlock ile Programlamak - Arduino'yu mBlock programına tanıtmak	
	5. Kalbin çalışma mekanizması	- Arduino'nun mBlock ile bağlantı kurularak kodlanması	
	6. Kalbin çalışmasını kontrol eden his demetleri;	• Arduino temel elektronik devre elemanları - Breadboard nedir? - Breadboardun yapısı - Breadboard üzerinde devre kurmak - Jumper kablolar - Led'ler - Dirençler - Buton - Potansiyometre	
	7. Açık dolaşım-Kapalı dolaşım	• Sanal Arduino (TINKERCAD)	
	8. Küçük kan dolaşımı-Büyük kan dolaşımı	• Arduino Robotik Kodlama Eğitiminin Verilmesi	
	9. Damarlar	• Arduino UNO kartının özellikleri, Arduino kartının kodlanması	
	10. Kanın yapısı ve taşıma fonksiyonu	• Arduino UNO kartını kullanarak, örnek uygulama tasarımlarının yapılarak robotların çalıştırılması	
	11. Kanın vücutta dolaşması ve diğer sistemlerle olan ilişkisi		

Tablo 8. Çalışma Grubunda Uygulanan Deneysel İşlem Basamakları – Devamı

Grup	Konular	Uygulama İşlem Basamakları	Süre
Deney		<u>Tasarım Proje Bölümü</u>	
	1. Omurgalılarda kalbin anatomik yapısı (Balıklar, Kurbağalar, Sürüngenler, Kuşlar ve Memeliler)	• Grupların oluşturulması	8 hafta (20 teorik ders saati + 12 saat uygulama)
	2. Kalbin zarları, odacıkları, kalpteki ikili (biküspit) ve üçlü (triküspit) kapakçık	• Gruplara omurgalılarda kalbin yapısı ve çalışma sistemi konusundaki tasarım görevlerinin verilmesi	
	3. Kalbe giren ve kalpten çıkan damarlar	- Memeli kalbi, kuş kalbi, sürüngen kalbi, kurbağa kalbi ve balık kalbinin yapısı ve çalışma sistemini simüle eden tasarım görevlerinin gruplara verilmesi,	
	4. Kalbe giren ve kalpten çıkan damarlardaki kapakçıklar	işlem basamaklarını takip etmeleri için konularına uygun geliştirilmiş olan modüllerin dağıtılması	
	5. Kalbin çalışma mekanizması	- Omurgalı canlıların(Balıklar, Kurbağalar, Sürüngenler, Kuşlar ve Memeliler) kalp yapılarının incelenerek uygun malzemelerle prototip tasarımının yapılması	
	6.Kalbin çalışmasını kontrol eden his demetleri;	- Grupların tasarımlarında kullanacakları Arduino mikrodeneleyici, sensör ve motorların belirlenmesi	
	7. Açık dolaşım-Kapalı dolaşım	• Grupların tasarımlarını tamamlayıp Arduino bağlantılarını kurmaları ve tasarımlarını çalıştırmaları	
	8. Küçük kan dolaşımı-Büyük kan dolaşımı	- Arduino kart, sensörler ve eyleyiciler kullanılarak kalp fizyolojisinin simüle edilebilmesi için gerekli kodlamaların yapılması	
	9. Damarlar	- Kodların kalp modelleri ile bağlantılarının yapılarak çalıştırılması	
	10. Kanın yapısı ve taşıma fonksiyonu		
	11. Kanın vücutta dolaşması ve diğer sistemlerle olan ilişkisi		

3.4.4. Çalışma Grubunda Deneysel Araştırmanın Uygulanması

3.4.4.1. Grupların Oluşturulması. Öğretmen adayları, öğretim elemanları tarafından 3 ve/veya 4 kişilik toplam 10 gruba ayrılmışlardır. Grupların oluşturulmasında; öğretmen adaylarının cinsiyetleri, yaşları, sınıf düzeyleri, akademik başarıları ve sosyal özellikleri gibi değişkenler dikkate alınarak karma gruplar oluşturulmuştur.

3.4.4.2. Öğretmen adaylarının Arduino platformu ile buluşması

1. Araştırmanın konu başlıkları;

I. Programlama, Kodlama ve Eğitsel Robotik

- Bilgisayar Programı ve Programlama
- Programlamanın tanımı ve Programlama dilleri
- Kodlama ve Robotik nedir, eğitimde neden önemlidir?
- Algoritma nedir?
- Robot nedir?
- Robotik nedir? Robotiğin kısa bir tarihçesi
- Robotiğin kullanım alanları nerelerdir?
- Eğitimde robotik uygulamalar (Cubetto, Bee-Bot, O-Bot, mBot, Lego, Vex robotics, Arduino vb.)
- Blok tabanlı kodlama nedir?
- Eğitimde blok tabanlı kodlama nasıl yapılır?
- Eğitimde blok tabanlı kodlama program ve arayüzleri (Google Blockly, CodeMonkey, Code.org, Scratch, mBlock vb.)
- MBlock kodlama programı arayüzü, menü başlıkları, bloklar ve örnek projelerle kodlama
- mBlock kodlama ve robotik arayüzü programı ile kodlama

II. ARDUINO mikrodenetleyici, temel devre elemanları ve sensörler

- Arduino Uno mikrodenetleyici kartı güç girişi, analog ve dijital giriş/çıkış pinleri, güç pinleri

- Arduino robotik ve kodlama temel elektronik devre elemanları
 - a. Breadboard nedir?
 - b. Breadboardun yapısı
 - c. Jumper kablolar
 - d. Led'ler
 - e. Dirençler
 - f. Buton
 - g. Buzzer
 - h. Potansiyometre
- Sensörler
 - a. HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü
 - b. LDR Işık Sensörü
 - c. DHT11 Isı ve Nem Sensörü
 - d. Ateş Algılayıcı (Alev) Sensör
 - e. LM35 Isı Sensörü
 - f. Gaz Sensörü
 - g. Ses Sensörü
 - h. Kuvvete Duyarlı Sensör
 - i. Akım Sensörü
 - j. Yağmur Sensörü
 - k. Toprak ve Nem Sensörü
 - l. Nabız Ölçer
- Motorlar
 - a. Servo Motor

III. Sanal Arduino “TINKERCAD”

- Tinkercad sanal ortamda 3 boyutlu tasarımların gerçekleştirilmesine olanak sağlayan bir çevrimiçi programıdır. Burada öğrenciler karşılıklı olarak çalışma zemini üzerinde kendi tasarımlarını oluşturabilir veya hazır şekilleri kullanarak tasarımlarını gerçekleştirebilirler.

- Tinkercad’ de bulunan Arduino temel devre elemanları kullanılarak, sanal ortamda elektronik tasarım devreleri kurulabilir ve oluşturulan tasarım devreleri programa kaydedilme özelliği sayesinde tekrar kullanılarak üzerinde değişiklikler yapılabilir.

IV. Örnek Arduino Projeleri İle Arduino Kartının Çalıştırılması

Örnek Arduino projelerinde, temel devre elemanlarından; led, buton, buzzer, potansiyometre, ldr ışık sensörü, mesafe sensörü, gaz sensörü, ses sensörü, alev sensörü, ısı sensörü, kuvvete duyarlı sensör, ısı ve nem sensörü, yağmur sensörü, toprak ve nem sensörü, akım sensörü, nabız ölçer bunun yanında servo motor kullanarak Arduino ile bağlantıları gerçekleştirilmiş ve Arduino kartına ilgili kodlar yüklenmiştir.

1. Proje – Yerleşik Led’i yakıp söndürme
2. Proje – Led’i Yakıp söndürme
3. Proje – Aynı Anda Altı Led Yakıp Söndürme
4. Proje –Altı Led İle Çakar Led Uygulaması
5. Proje –Altı Led’i Sırayla Yakıp Söndürme (yürüyen ışık)
6. Proje –Led’ler ile Trafik Lambası yapma
7. Proje –Led Parlaklığını Ayarlama
8. Proje – Buzzer ve Led (Polis Çakar ve Siren)
9. Proje – Tek buton (Buton basılı iken led yanıyor, bırakınca sönüyor)
10. Proje – Çift Buton (Led’i Biri yanıyor, biri söndürüyor)
11. Proje – Led şiddetini sürekli artıp azalıyor.
12. Proje – Potansiyometre ile Led şiddeti ayarlama
13. Proje – Potansiyometre ile yürüyen ışık
14. Proje – LDR ile Seri port kullanımı
15. Proje – LDR ile karanlıkta Led yakma

16. Proje – Servo Motor kullanımı
17. Proje – Potansiyometre ile Servo Motor Kontrolü
18. Proje- LM35 Sıcaklık Sensörü ile Sıcaklık Değişimini Led ve Buzzer ile gösterme
19. Proje – Seri Porttan sıcaklık değeri okuma
20. Sıcaklı sensörü ile Termometre yapma
21. Proje – Ultrasonik Mesafe Sensörü ile Mesafeyi Seri Port’tan Okuma
22. Proje – Ultrasonik Mesafe Sensörü ile Mesafeye göre Led Yakma
23. Proje – Akıllı otopark ve Akıllı çöp kovası projesi
24. Proje – Gaz Sensörü ileSeri Port Kullanımı
25. Proje – Doğalgaz Kaçak Alarmı (Gaz Sensörü) Kullanımı
26. Proje - Otomatik Yangın Alarmı (Alev Sensörü Kullanımı)
27. Proje - Ses Sensörü ile Led Yakma
28. Proje – Kuvvet Sensörü ile Seri Port Kullanımı
29. Proje – Dokunmaya duyarlı Siren
30. Toprak Nem Sensörü ile Seri Port Kullanımı
31. Yağmur Sensörü ile Seri Port Kullanımı
32. Nabız Sensörü ile Seri Port Kullanımı

Öğretmen adaylarının arduino kartı kullanarak tasarladıkları örnek projeler aşağıda verilmiştir (Şekil 11, şekil 12 ve şekil 13).

Şekil 11. Robotik Kodlama Tasarım ve Beceri Atölyesinde çalışan öğretmen adayları



Şekil 12. Robotik Kodlama Tasarım ve Beceri Atölyesinde çalışan öğretmen adayları



Şekil 13. *Arduino kartı ile tasarımlarını gerçekleştiren öğretmen adayları*



3.4.4.3. KARDUINO STEM Uygulama Modülünün Geliştirilmesi

Deneyisel araştırmada; KARDUINO STEM Uygulama Modülleri (KARDUINO STEMMOD) kullanılmıştır. KARDUINO STEMMOD, omurgalılarda (memeli, kuş sürüngen, kurbağa ve balık) kalbin anatomi ve fizyolojisi yanında omurgalılarda taşıma ve dolaşım sisteminin özelliklerini de temel alan tasarım temelli STEM eğitimi yaklaşımına dayanmaktadır. Wendell ve diğerleri (2010) tarafından önerilen mühendislik tasarım sürecinin eş zamanlı uygulanmasına olanak sağlayacak şekilde bilim ve teknoloji disiplinlerini de sürece dahil eden tasarım döngüsüne uygun bir şekilde toplamda beş farklı modül hazırlanmıştır.

Şekil 14. *Wendell ve diğerleri (2010)'a göre tasarım döngüsü*

Not. Tasarım döngüsü Wendell ve diğerleri (2010) çalışmasından alınmıştır.

STEMMOD'da bir ana tasarım görevi, mini araştırmalar ve mini tasarım görevleri bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının mini tasarım görevlerini yerine getirerek ana tasarım görevini gerçekleştirmek için gerekli, bilgi, beceri ve tasarıma yönelik alt yapıyı oluşturmaları hedeflenmiştir. STEMMOD'lar Taşıma ve Dolaşım Sistemlerinin ana tasarım görevi ile başlayıp, kalbin anatomi ve fizyolojisine yönelik mini araştırma ve mini tasarım görevleri ile devam etmektedir. Mini araştırmalardan elde edilen veriler doğrultusunda uygun çözümlerin ortaya konulması, ana tasarımın inşaa edilmesi ve çözümün test edilerek sunulmasıyla sonlandırılmaktadır. STEMMOD'ların geliştirilmesinde izlenen işlem basamakları Tablo 9' da verilmiştir.

Tablo 9. *KARDUINO STEMMOD'ların Geliştirilme Aşamasında İzlenen İşlem Basamakları*

İşlem Basamakları	Açıklama	Modüller
Problemin Belirlenmesi	Ana tasarım görevi incelenerek problem durumunun belirlenmesi. Problemin çözümüne yönelik gerekliliklerin ve sınırlılıkların keşfedilmesi. Tasarımın detaylı bir şekilde taslağının çizilmesi.	Memeli Kalbi Tasarım Görevi Öğrenme Modülü Kuş Kalbi Tasarım Görevi Öğrenme Modülü Sürüngen Kalbi Tasarım Görevi Öğrenme Modülü Kurbağa Kalbi Tasarım Görevi Öğrenme Modülü Balık Kalbi Tasarım Görevi Öğrenme Modülü
Olası Çözümlerin Araştırılması	Olası çözüm yolları üretmek için verilen mini tasarım görevlerinin yerine getirilmesi. Böylece zihninizde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluşacaktır. Bu aşamanın sonunda ana tasarım göreviniz için hazırladığınız taslak çiziminizde değişiklik yapabilirsiniz.	
Uygun Çözümlerin Seçilmesi	Önerdiğiniz çözüm yollarını grup olarak gereklilik ve sınırlılıkları göz önüne alarak değerlendirip, en uygun çözüm yolunu seçiniz.	
Prototipin Yapılması	Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız.	
Prototipi Test Etme ve Sunma	Tasarımını gerçekleştirdiğiniz prototipin kodlamasını yaparak prototipinizi deneyin. Değerlendirme formunu doldurarak başarı durumuzu ölçün. Son olarak prototipinizi yapılacak olan robotik sergisinde sununuz.	

3.4.4.3. Öğretmen adaylarının robotik STEM eğitimi süreci

Öğretmen adaylarına,

1. KARDUINO STEMMOD -Memeli Kalbi (Ek 3)
2. KARDUINO STEMMOD -Kuş Kalbi (Ek 4)
3. KARDUINO STEMMOD -Sürüngen Kalbi (Ek 5)
4. KARDUINO STEMMOD -Kurbağa Kalbi (Ek 6)
5. KARDUINO STEMMOD - Balık Kalbi (Ek 7)

konularını içeren KARDUINO STEMMOD'lar verilmiştir. Öğretmen adaylarının tasarım proje görevleri, projelerinin dağılımı ve prototip tasarım özellikleri aşağıdaki tabloda detaylı bir şekilde verilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. *Grupların Tasarım Projelerinin Dağılımı*

Gruplar	Grup Üyesi	Tasarım Projesi	Tasarım Görevi	Prototip tasarım özellikleri
1. Grup	4 kişi	Memeli Kalbi	Memeli kalbi protopini tasarlamak	4 odacıklı memeli kalbi-Kalbin sağ ve sol kısımları arasındaki anatomik farklılıklar
2. Grup	3 kişi	Memeli Kalbi	Arduino UNO mikrodnetleyiciye bağlanan sensörler ve devre elemanları ile memeli kalbi protopinin kasılıp gevşemesi ve kanın kalpten vücuda pompalanmasının simüle edilmesi	- Kalbe giren(Üst Ana Toplardamar, Alt Ana Toplardamar, AkciğerToplardamarı) ve kalpten çıkan (Akciğer Atardamarı, Aort) damarlar - Kalp odacıkları arasındaki kapakçıklar - Kalpten çıkan damarlar - Kalpteki sinir düğümleri (his demetleri) - Kanın damarlardaki hareketi - Küçük kan dolaşımı - Büyük kan dolaşımı
3. Gruplar	3 kişi	Kuş Kalbi	Kuş kalbi protopini tasarlamak	4 odacıklı kuş kalbi-Kalbin sağ ve sol kısımları arasındaki anatomik farklılıklar
4. Gruplar	3 kişi	Kuş Kalbi	Arduino UNO mikrodnetleyiciye bağlanan sensörler ve devre elemanları ile kuş kalbi protopinin kasılıp gevşemesi ve kanın kalpten vücuda pompalanmasının simüle edilmesi	- Kalbe giren (Üst Ana Toplardamar, Alt Ana Toplardamar, AkciğerToplardamarı) ve kalpten çıkan (Akciğer Atardamarı, Aort) damarlar - Kalp odacıkları arasındaki kapakçıklar - Kalpten çıkan damarlar - Kalpteki sinir düğümleri (his demetleri) - Kanın damarlardaki hareketi - Küçük kan dolaşımı - Büyük kan dolaşımı

Tablo 10. Grupların Tasarım Projelerinin Dağılımı - Devamı

Gruplar	Grup Üyesi	Tasarım Projesi	Tasarım Görevi	Prototip tasarım özellikleri
5. Gruplar	3 kişi	Sürünge Kalbi	- Sürünge kalbi protopini tasarlamak - Arduino UNO mikrodnetleyiciye bağlanan sensörler ve devre elemanları ile sürünge kalbi protopinin kasılıp gevşemesi ve kanın kalpten vücuda pompalanmasının simüle edilmesi	3 odacıklı sürünge kalbi-Kalbin sağ ve sol kısımları arasındaki anatomik farklılıklar - Karınıcıkta bulunan yarım perde - Kalbe giren (Üst Ana Toplardamar, Akciğer Toplardamarı) ve kalpten çıkan (Akciğer Atardamarı, Aort) damarlar - Kalp odacıkları arasındaki kapakçıklar - Kalpteki sinir düğümleri (his demetleri) - Kanın damarlardaki hareketi - Küçük kan dolaşımı - Büyük kan dolaşımı
6. Gruplar	3 kişi	Sürünge Kalbi		
7. Gruplar	4 kişi	Kurbağa Kalbi	- Kurbağa kalbi protopini tasarlamak - Arduino UNO mikrodnetleyiciye bağlanan sensörler ve devre elemanları ile kurbağa kalbi protopinin kasılıp gevşemesi ve kanın kalpten vücuda pompalanmasının simüle edilmesi	3 odacıklı kurbağa kalbi-Kalbin sağ ve sol kısımları arasındaki anatomik farklılıklar - Kalbe giren (Üst Ana Toplardamar, Akciğer Toplardamarı) ve kalpten çıkan (Akciğer Atardamarı, Aort) damarlar - Kalp odacıkları arasındaki kapakçıklar - Kalpteki sinir düğümleri (his demetleri) - Kanın damarlardaki hareketi - Küçük kan dolaşımı - Büyük kan dolaşımı
8. Gruplar	3 kişi	Kurbağa Kalbi		
9. Gruplar	4 kişi	Balık Kalbi	- Balık kalbi protopini tasarlamak - Arduino UNO mikrodnetleyiciye bağlanan sensörler ve devre elemanları ile balık kalbi protopinin kasılıp gevşemesi ve kanın kalpten vücuda pompalanmasının simüle edilmesi	2 odacıklı balık kalbi-Kulakçık ve karınıcık arasındaki anatomik farklılıklar - Kalbe giren (Atardamar) ve kalpten çıkan (Toplardamar) damarlar - Kanın damarlardaki hareketi - Büyük kan dolaşımı
10. Gruplar	3 kişi	Balık Kalbi		

3.4.4.3.1 Öğretmen Adaylarının Tasarım Süreci. Öğretmen adaylarına deneysel uygulama başlamadan önce “ERT” ile “TYDDÖ” ön-testler olarak uygulanmıştır. Dersin başlangıcında gruplardaki tüm öğrencilere tasarımını yapacakları omurgalı kalbi ile ilgili KARDUINO STEMMOD Memeli-Kuş-Sürüngen-Kurbağa-Balık Kalbi (Ek 3- Ek 4- Ek 5- Ek 6- Ek 7) basılı bir nüsha halinde dağıtılmıştır. Omurgalı kalbinin tasarımına ilişkin gruplardaki tasarım süreci; modülde kullanılan tasarım döngüsü işlem basamakları doğrultusunda aşağıda belirtildiği şekilde belirlenmiştir;

Problemin Belirlenmesi: Bu adımda öğretmen adayları; tasarım görevlerine yönelik problemi tanımlayarak, problemin çözümüne yönelik gereklilikleri ve sınırlılıkları keşfederek tasarımın prototip çizimlerini yapmışlardır.

Olası Çözümlerin Araştırılması: Öğretmen adayları, tasarıma yönelik probleme olası çözüm yolları üretmek için verilen mini tasarım görevlerini yerine getirmişlerdir. Bu görev ile birlikte öğretmen adaylarının zihinlerinde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluştuğu düşünülmektedir. Öğretmen adayları buldukları yeni fikirler doğrultusunda bu aşamanın sonunda ana tasarımın taslak çizimlerinde değişiklik yapmışlardır.

Uygun Çözümlerin Seçilmesi: Öğretmen adayları, omurgalı kalbi tasarımlarına ilişkin önerdikleri çözüm yollarını grup olarak gereklilik ve sınırlılıkları göz önüne alarak değerlendirip, en uygun çözüm yolunu (kalp tasarımını) belirleyip netleştirmişlerdir.

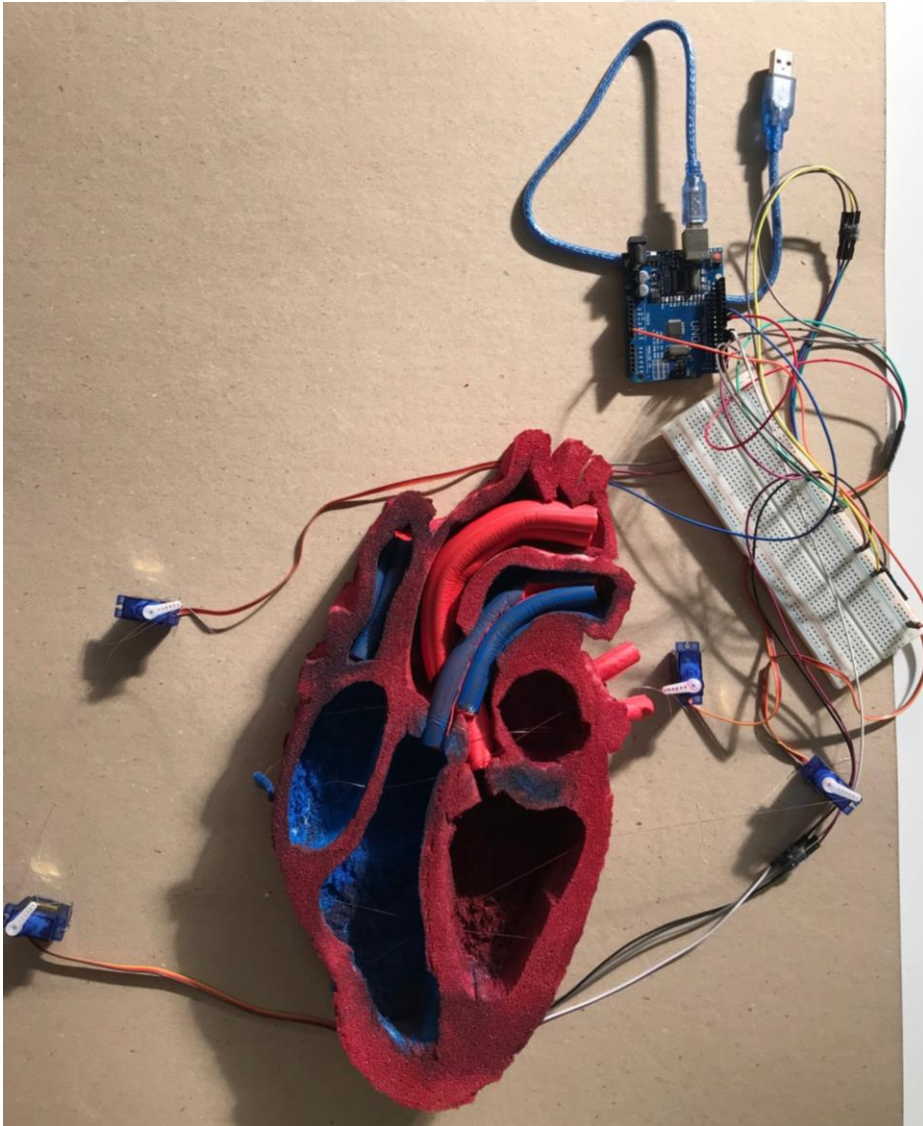
Prototipin Yapılması: Öğretmen adayları, omurgalı kalbi tasarımlarına ilişkin prototipin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapmışlar ve prototipi inşa etmeye başlamışlardır. Öğretmen adayları, protipin inşasında kullanmak üzere; kalın sünger, ince sünger, mukavva, akrilik boya, fırça, misina, keçe, Arduino mikrodenetleyici kartı, breadboard, bağlantı kablosu, direnç, jumper kablolar, servo motor, makas, maket bıçağı ve silikon (silikon tabancası) gibi malzemeleri kullanmışlardır. Kalın süngerleri taslak çizimleri doğrultusunda keserek/biçim vererek kalp modeli oluşturmuşlardır. İnce sünger ile damar bağlantılarını oluşturarak mukavva üzerine sabitlemişlerdir. Kalbin damar bağlantıları ve kalbin kısımları dikkate alınarak, kanın oksijen durumunu akrilik boyalarla boyayarak sembolize etmişlerdir. Mukavva üzerine sabitlenen modellerin, kulakçık ve karıncıklarına kasılmalarını sağlayacak şekilde misina ile servo motorlar konumlandırılmıştır. Servo motorların Arduino

mikrodenetleyici kart ile breadboard üzerine jumper kablolarla bağlantıları yapılarak elektronik bir devre oluşturulmuştur.

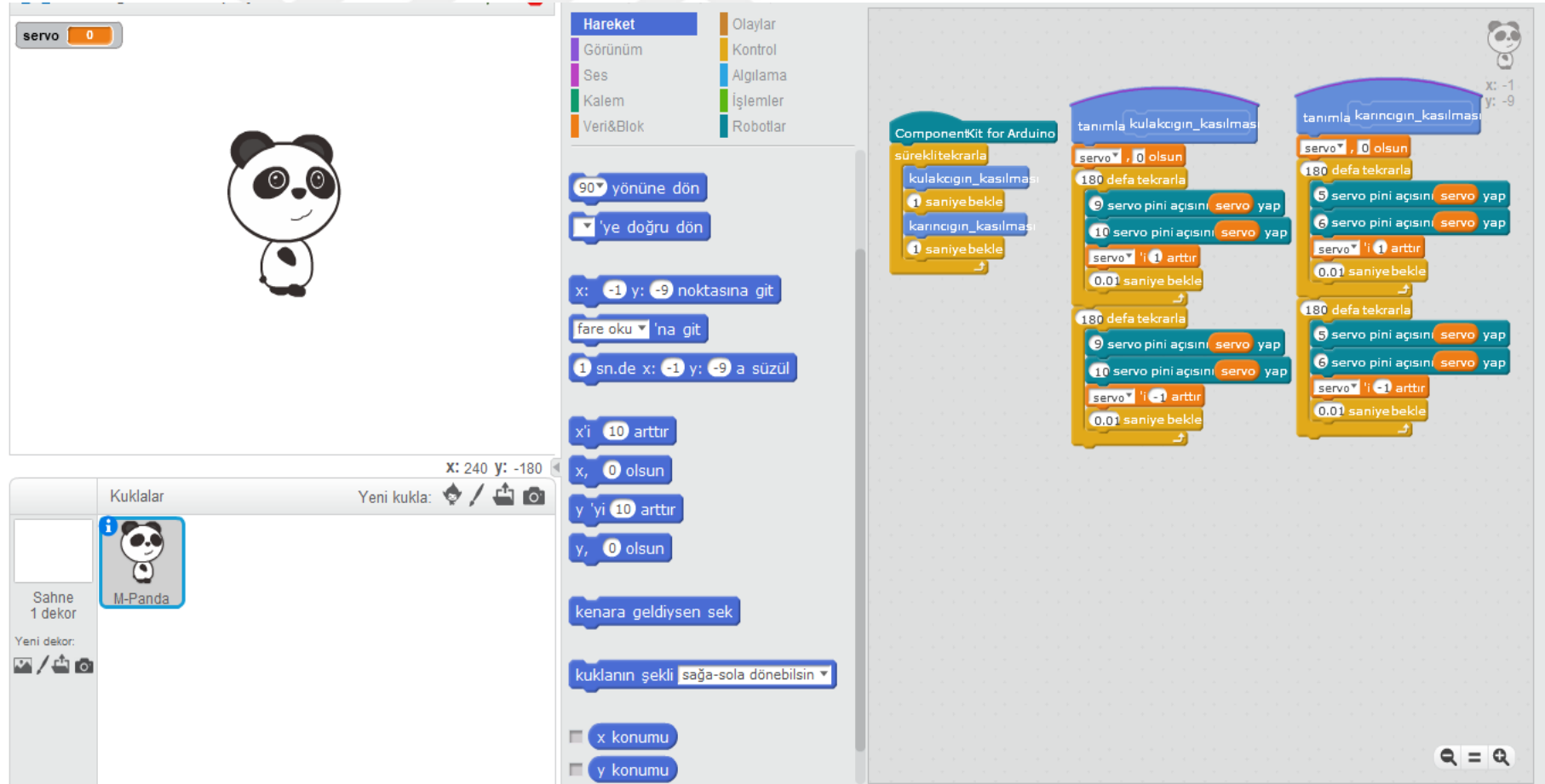
Prototipi Test Etme ve Sunma: Kalbin kasılıp-gevşeme (sistol-diastol) hareketini sağlayacak mblock kodları yazılarak mikrodenetleyiciye yüklenmiştir. Kasılma ve gevşeme hareketlerinin doğru bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği test edilmiş, donanım ve kodlar alınan geri dönüşlere göre yeniden düzenlenmiştir.

Öğretmen adaylarının omurgalı kalp modeli tasarım projeleri kodlama akış şeması ve Arduino kodları aşağıda verilmiştir (şekil 15, şekil 16, şekil 17 ve şekil 18, şekil 19, şekil 20, şekil 21, şekil 22, şekil 23, şekil 24, şekil 25, şekil 26, şekil 27, şekil 28, şekil 29, şekil 30, şekil 31, şekil 32, şekil 33, şekil 34, şekil 35, şekil 36, şekil 37, şekil 38, şekil 39, şekil 40, şekil 41, şekil 42, şekil 43 ve şekil 44).

Şekil 15. 1.Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 16. 1. Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesinin m Block Kodlama Akış Şeması



Şekil 17. 1. Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino kodları

```
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
void __func__107_117_108_97_107_99_305_103_305_110_95_107_97_115_305_108_109_97_115_305();
double servo;
Servo servo_9;
Servo servo_10;
void __func__107_97_114_305_110_99_305_103_305_110_95_107_97_115_305_108_109_97_115_305();
Servo servo_5;
Servo servo_6;

void __func__107_117_108_97_107_99_305_103_305_110_95_107_97_115_305_108_109_97_115_305()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180; ++__i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += 1;
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0; __i__<180; ++__i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += -1;
        _delay(0.01);
    }
}

void __func__107_97_114_305_110_99_305_103_305_110_95_107_97_115_305_108_109_97_115_305()
{
    servo = 0;
```

```

for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
{
    servo_5.write(servo); // write to servo
    servo_6.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    _delay(0.01);
}
for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
{
    servo_5.write(servo); // write to servo
    servo_6.write(servo); // write to servo
    servo += -1;
    _delay(0.01);
}
}

void setup(){
    servo_9.attach(9); // init pin
    servo_10.attach(10); // init pin
    servo_5.attach(5); // init pin
    servo_6.attach(6); // init pin
}

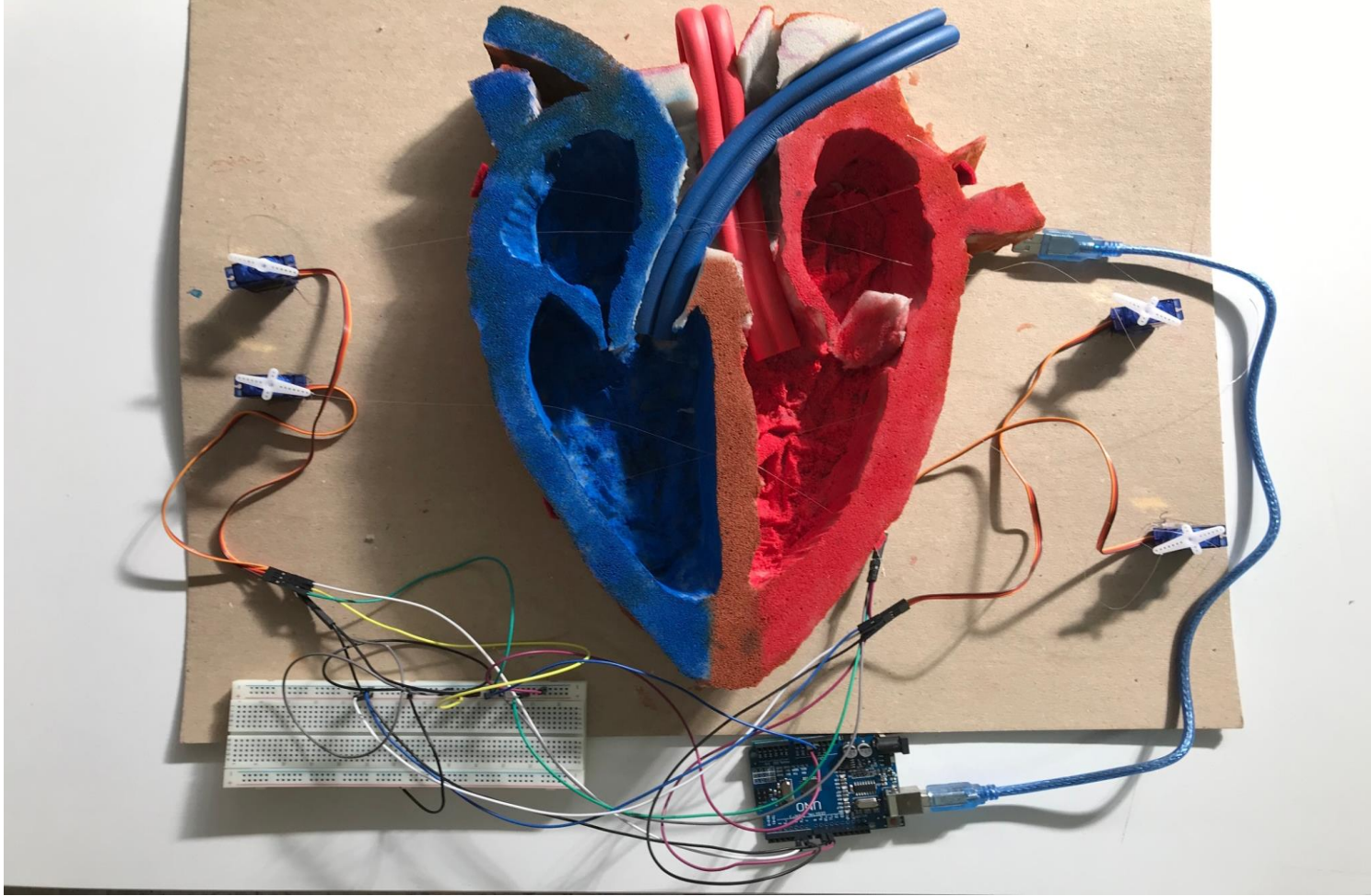
void loop(){
    __func__107_117_108_97_107_99_305_103_305_110_95_107_97_115_305_108_109_97_115_305();
    _delay(1);
    __func__107_97_114_305_110_99_305_103_305_110_95_107_97_115_305_108_109_97_115_305();
    _delay(1);
    _loop();
}

void _delay(float seconds){
    long endTime = millis() + seconds * 1000;
    while(millis() < endTime)_loop();
}

void _loop(){
}

```

Şekil 18. 2. Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 19. 2.Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması

The image shows the Scratch programming environment with a panda character on the stage. The code is organized into three main sections: Hareket (Movement), Kontrol (Control), and Arduino Programı (Arduino Program).

Hareket (Movement) Section:

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

Kontrol (Control) Section:

- 5 servo pini açısını 0° yap
- 6 servo pini açısını 0° yap
- 1 saniye bekle
- 5 servo pini açısını 180° yap
- 6 servo pini açısını 180° yap

Arduino Programı (Arduino Program) Section:

- tanımla kulakcik
- tanımla karıncık
- 9 servo pini açısını 0° yap
- 10 servo pini açısını 0° yap
- 1 saniye bekle
- 9 servo pini açısını 180° yap
- 10 servo pini açısını 180° yap
- sürekli tekrarla
- kulakcik
- 1.3 saniye bekle
- karıncık
- 1.3 saniye bekle

The stage shows a panda character at coordinates x: 240 y: -175. The background is a simple white stage with a grey floor.

Şekil 20. 2. Grup Memeli Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino kodları

```
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
void __func__107_117_108_97_107_99_305_107();
Servo servo_5;
Servo servo_6;
void __func__107_97_114_305_110_99_305_107();
Servo servo_9;
Servo servo_10;

void __func__107_117_108_97_107_99_305_107()
{
    servo_5.write(0); // write to servo
    servo_6.write(0); // write to servo
    _delay(1);
    servo_5.write(180); // write to servo
    servo_6.write(180); // write to servo
}

void __func__107_97_114_305_110_99_305_107()
{
    servo_9.write(0); // write to servo
    servo_10.write(0); // write to servo
    _delay(1);
    servo_9.write(180); // write to servo
    servo_10.write(180); // write to servo
}

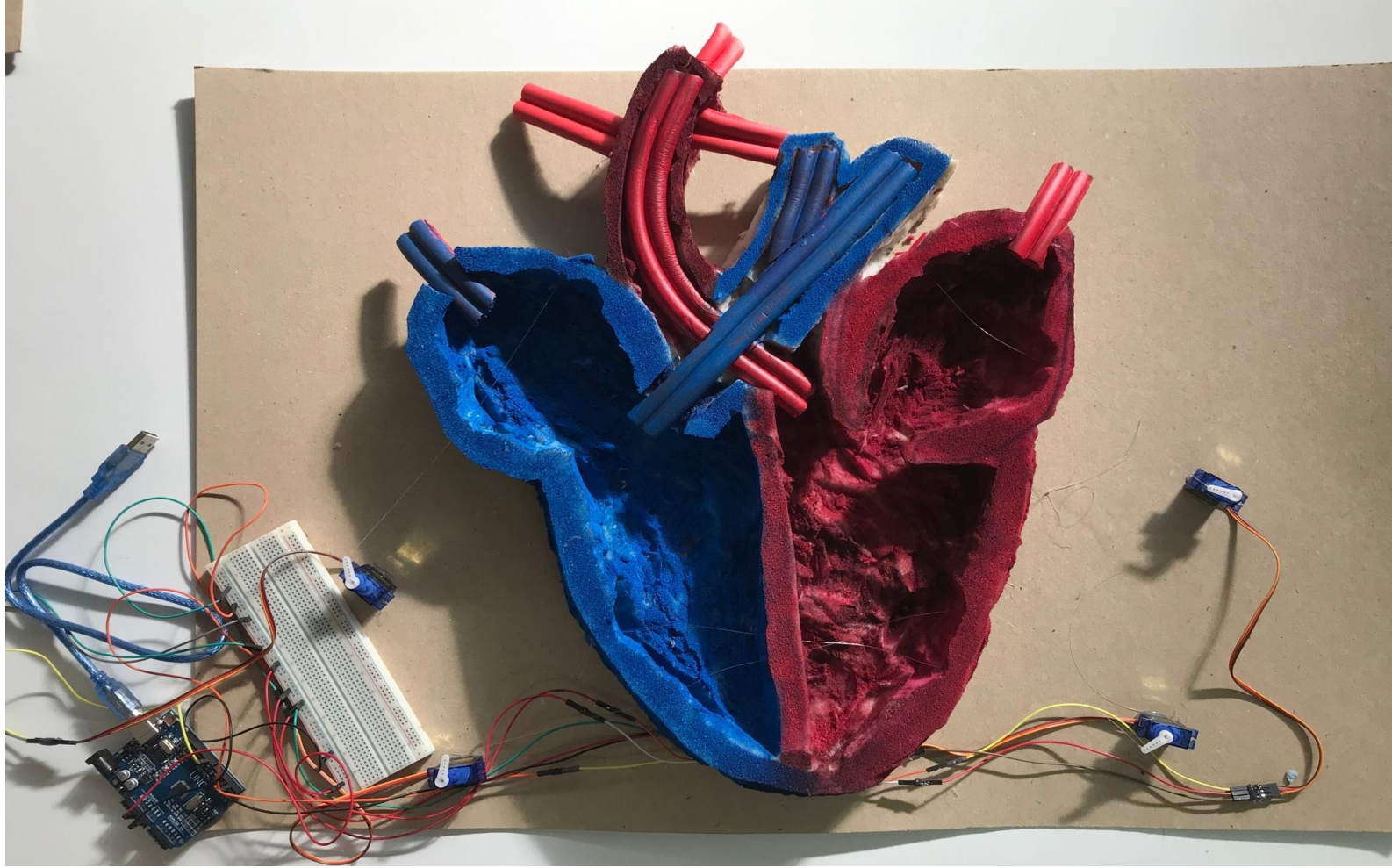
void setup(){
    servo_5.attach(5); // init pin
    servo_6.attach(6); // init pin
    servo_9.attach(9); // init pin
    servo_10.attach(10); // init pin
}

void loop(){
    __func__107_117_108_97_107_99_305_107();
    _delay(1.3);
    __func__107_97_114_305_110_99_305_107();
    _delay(1.3);
    _loop();
}

void _delay(float seconds){
    long endTime = millis() + seconds * 1000;
    while(millis() < endTime)_loop();
}

void _loop(){
}
```

Şekil 21. 3. Grup Kuş Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 22. 3.Grup Kuş Kalp Modeli İşleyişi Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması

The image shows the Scratch IDE interface with a coding project for a bird heart model. The stage features a panda character. The code is organized into three sections: Hareket (Movement), Olaylar (Events), and Kontrol (Control). The Hareket section includes blocks for moving, turning, and setting coordinates. The Olaylar section includes a 'when green flag clicked' event. The Kontrol section includes a 'forever' loop with servo motor control and a 'when green flag clicked' event. The code is written in Turkish.

Hareket (Movement) Section:

- 10 adım git
- 15 derece dön
- 15 derece dön
- 90° yönüne dön
- 'ye doğru dön
- x: 19 y: -2 noktasına git
- fare oku 'na git
- 1 sn.de x: 19 y: -2 a süzül
- x'i 10 arttır
- x, 0 olsun
- y 'yi 10 arttır
- y, 0 olsun
- kenara geldiysen sek

Olaylar (Events) Section:

- when green flag clicked

Kontrol (Control) Section:

- forever loop:
 - servo 'i, 0 olsun
 - 180 defa tekrarla
 - 3 servo pini açısını servo yap
 - servo 'i 1 arttır
 - 9 servo pini açısını servo yap
 - servo 'i 1 arttır
 - 180 defa tekrarla
 - 3 servo pini açısını servo yap
 - servo 'i -1 arttır
 - 9 servo pini açısını servo yap
 - servo 'i -1 arttır
 - 0,01 saniye bekle
 - servo 'i, 0 olsun
 - 180 defa tekrarla
 - 2 servo pini açısını servo yap
 - servo 'i 1 arttır
 - 5 servo pini açısını servo yap
 - servo 'i 1 arttır
 - 0,01 saniye bekle
 - 0,01 saniye bekle
 - 180 defa tekrarla
 - 2 servo pini açısını servo yap
 - servo 'i -1 arttır
 - 5 servo pini açısını servo yap
 - servo 'i -1 arttır
 - 0,01 saniye bekle

Other Elements:

- servo 0
- Kuklalar: M-Panda
- Sahne 1 dekor
- Yeni dekor:
- Yeni kukla:
- x: 240 y: 76

Şekil 23. 3.Grup Kuş Kalp Modeli İşleyişi Tasarım Projesinin Arduino Kodları

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
double servo;
Servo servo_3;
Servo servo_9;
Servo servo_2;
Servo servo_5;

void setup(){
  servo_3.attach(3); // init pin
  servo_9.attach(9); // init pin
  servo_2.attach(2); // init pin
  servo_5.attach(5); // init pin
}

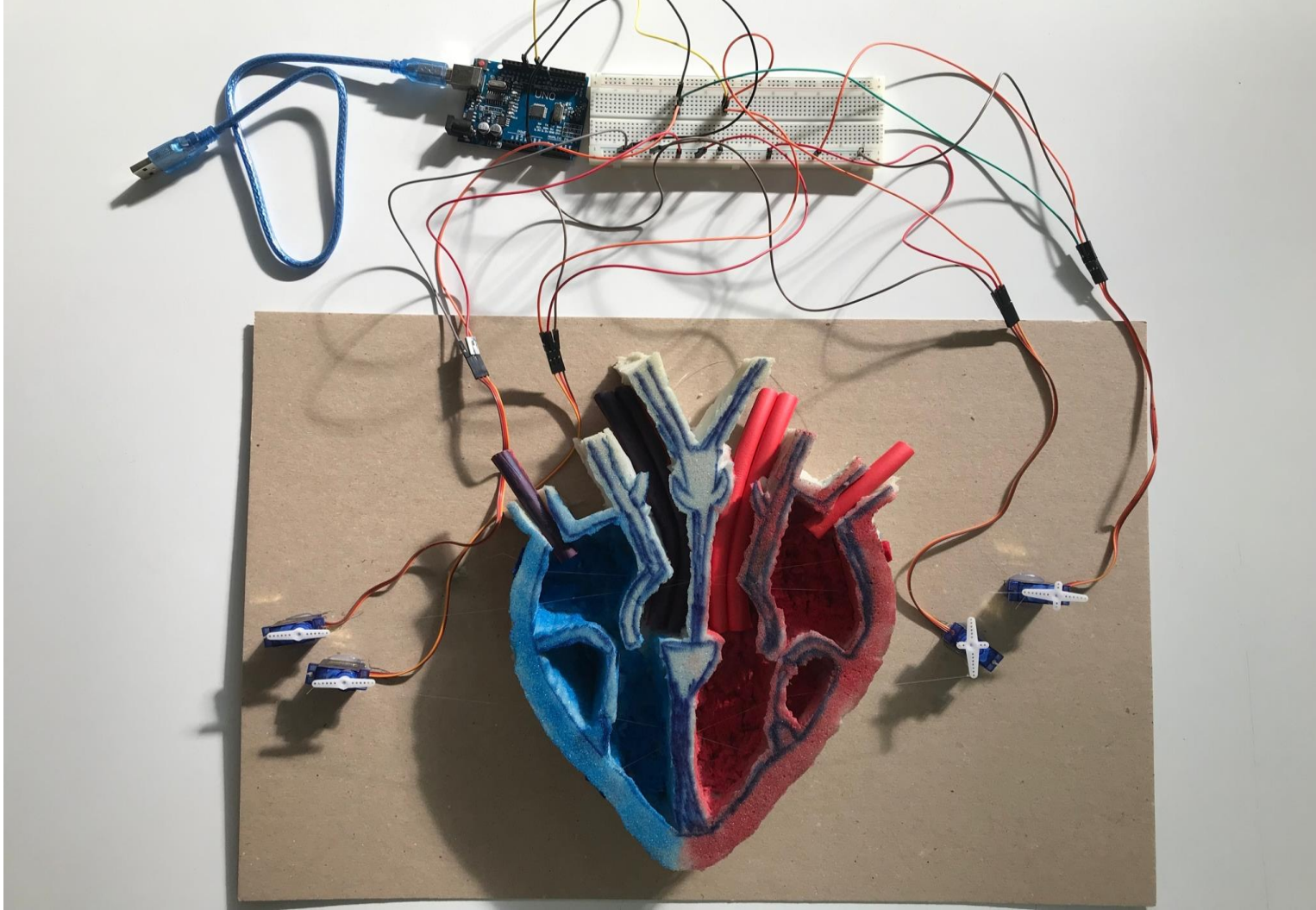
void loop(){
  servo = 0;
  for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
  {
    servo_3.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    servo_9.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
  }
  for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
  {
    servo_3.write(servo); // write to servo
    servo += -1;
    servo_9.write(servo); // write to servo
    servo += -1;
    _delay(0.01);
  }
  servo = 0;
  for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
  {
    servo_2.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    servo_5.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    _delay(0.01);
    _delay(0.01);
  }
  for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
  {
    servo_2.write(servo); // write to servo
    servo += -1;
    servo_5.write(servo); // write to servo
    servo += -1;
    _delay(0.01);
  }
  _loop();
}

void _delay(float seconds){
  long endTime = millis() + seconds * 1000;
  while(millis() < endTime)_loop();
}

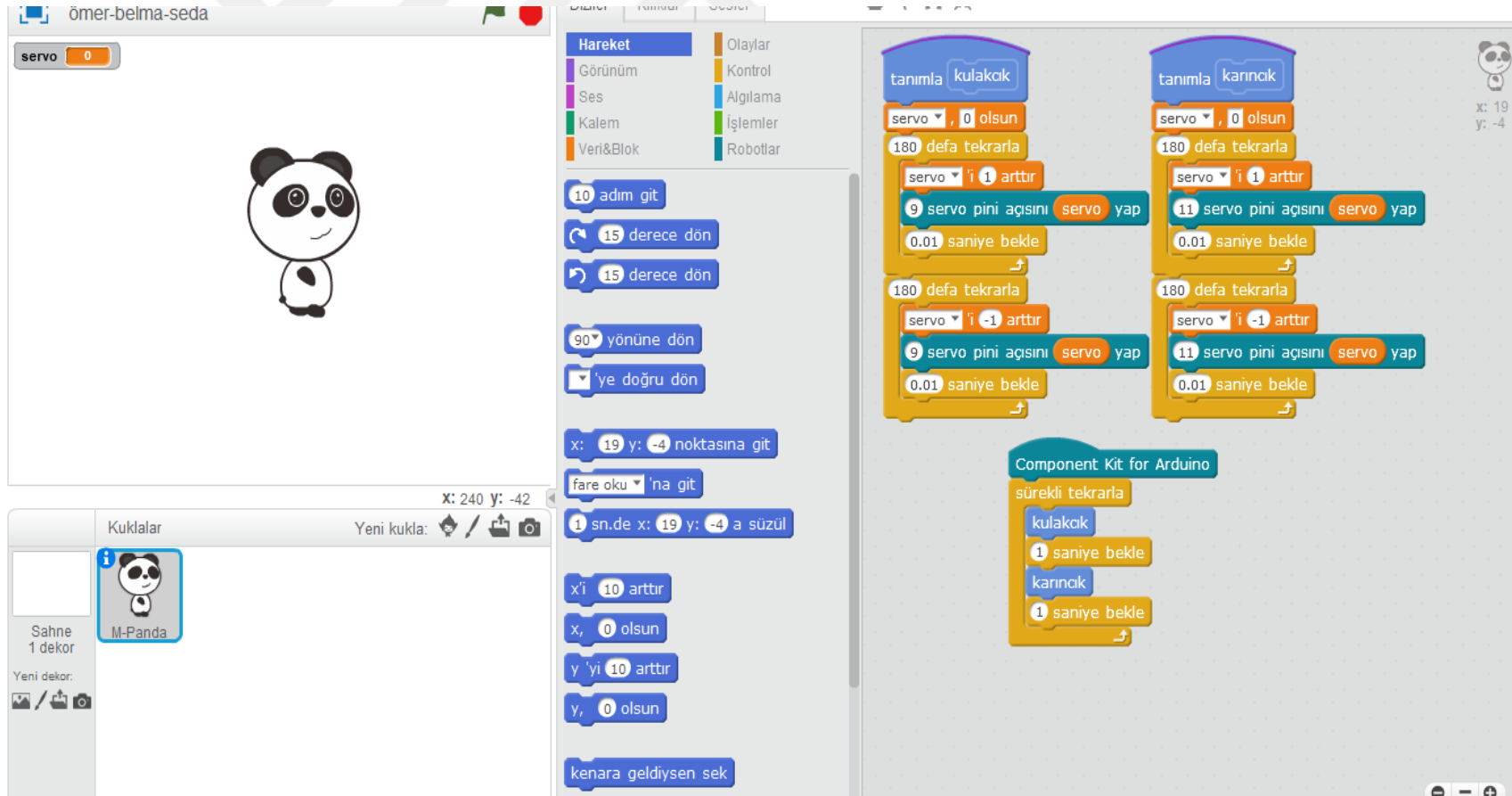
void _loop(){
}

```

Şekil 24. 4. Grup Kuş Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 25. 4.Grup Kuş Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması



Şekil 26. 4.Grup Kuş Kalbi Tasarım Projesinin Arduino Kodu

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
void __func__107_117_108_97_107_99_305_107();
double servo;
Servo servo_9;
void __func__107_97_114_305_110_99_305_107();
Servo servo_11;

void __func__107_117_108_97_107_99_305_107()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo += 1;
        servo_9.write(servo); // write to servo
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo += -1;
        servo_9.write(servo); // write to servo
        _delay(0.01);
    }
}

void __func__107_97_114_305_110_99_305_107()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo += 1;
        servo_11.write(servo); // write to servo
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo += -1;
        servo_11.write(servo); // write to servo
        _delay(0.01);
    }
}

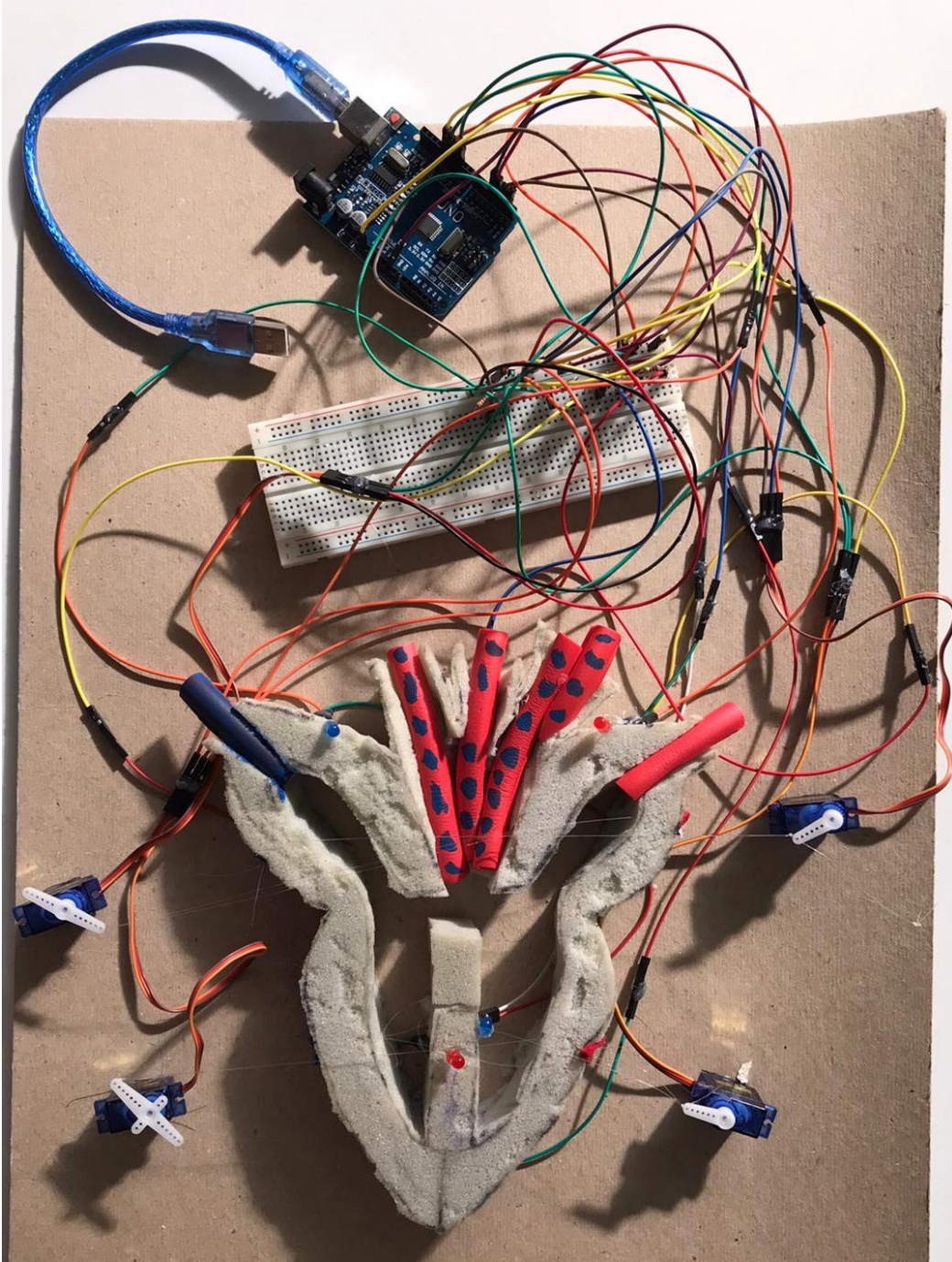
void setup(){
    servo_9.attach(9); // init pin
    servo_11.attach(11); // init pin
}

void loop(){
    __func__107_117_108_97_107_99_305_107();
    _delay(1);
    __func__107_97_114_305_110_99_305_107();
    _delay(1);
    _loop();
}

void _delay(float seconds){
    long endTime = millis() + seconds * 1000;
    while(millis() < endTime)_loop();
}
void _loop(){
}

```

Şekil 27. 5. Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 28. 5.Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması

The image shows the Scratch IDE interface for a project titled "Untitled". The main stage displays a panda character. The code is organized into three sections: "Arduino Programı", "tanımla karıncığıkas", and "tanımla kulakçıgıkas".

Arduino Programı:

- süreklitekrarla
- kulakçıgıkas
- 1 saniyebekle
- karıncığıkas
- 1 saniyebekle

tanımla karıncığıkas:

- servo, 0 olsun
- 180 defa tekrarla
- 12 sayısal pini servo yap
- 12 sayısal pini servo yap
- servo 'i 1 arttır
- 3 sayısal pini YÜKSEK yap
- 4 sayısal pini YÜKSEK yap
- 0.01 saniyebekle
- 180 defa tekrarla
- 12 sayısal pini servo yap
- 13 sayısal pini servo yap
- servo 'i -1 arttır
- 3 sayısal pini DÜŞÜK yap
- 4 sayısal pini DÜŞÜK yap
- 0.01 saniyebekle

tanımla kulakçıgıkas:

- servo, 0 olsun
- 180 defa tekrarla
- 10 sayısal pini servo yap
- 11 sayısal pini servo yap
- servo 'i 1 arttır
- 1 sayısal pini YÜKSEK yap
- 2 sayısal pini YÜKSEK yap
- 0.01 saniyebekle
- 180 defa tekrarla
- 10 sayısal pini servo yap
- 11 sayısal pini servo yap
- servo 'i -1 arttır
- 1 sayısal pini DÜŞÜK yap
- 2 sayısal pini DÜŞÜK yap
- 0.01 saniyebekle

The "Kuklalar" panel shows the "M-Panda" sprite. The "Sahne" panel is empty.

Şekil 29. 5.Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino Kodu

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
double servo;
Servo servo_12;
Servo servo_13;
Servo servo_10;
Servo servo_11;

void setup(){
  pinMode(1,OUTPUT);
  pinMode(2,OUTPUT);
  pinMode(3,OUTPUT);
  pinMode(4,OUTPUT);
  servo_12.attach(12); // init pin
  servo_13.attach(13); // init pin
  servo_10.attach(10); // init pin
  servo_11.attach(11); // init pin
}

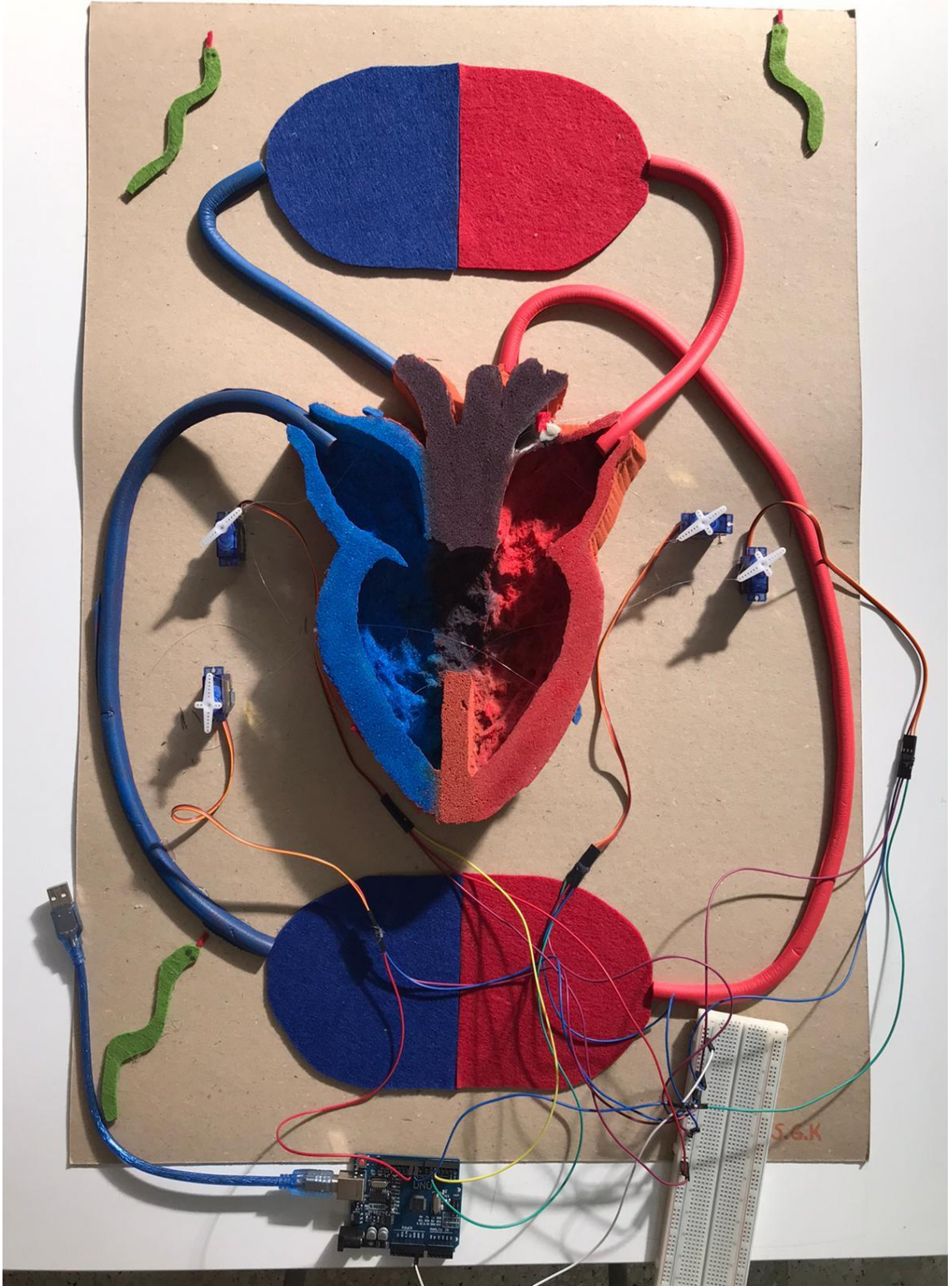
void loop(){
  digitalWrite(1,1);
  digitalWrite(2,1);
  _delay(1);
  digitalWrite(1,0);
  digitalWrite(2,0);
  digitalWrite(3,1);
  digitalWrite(4,1);
  _delay(1);
  digitalWrite(3,0);
  digitalWrite(4,0);
  servo = 0;
  for(int __i__=0; __i__<250;++ __i__)
  {
    servo_12.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    servo_13.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    _delay(0.01);
  }
  servo = 0;
  for(int __i__=0; __i__<250;++ __i__)
  {
    servo_10.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    servo_11.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    _delay(0.01);
  }
  servo = 0;
  for(int __i__=0; __i__<250;++ __i__)
  {
    servo_10.write(servo); // write to servo
    servo += -1;
    servo_11.write(servo); // write to servo
    servo += -1;
    _delay(0.01);
  }
  _loop();
}

void _delay(float seconds){
  long endTime = millis() + seconds * 1000;
  while(millis() < endTime)_loop();
}

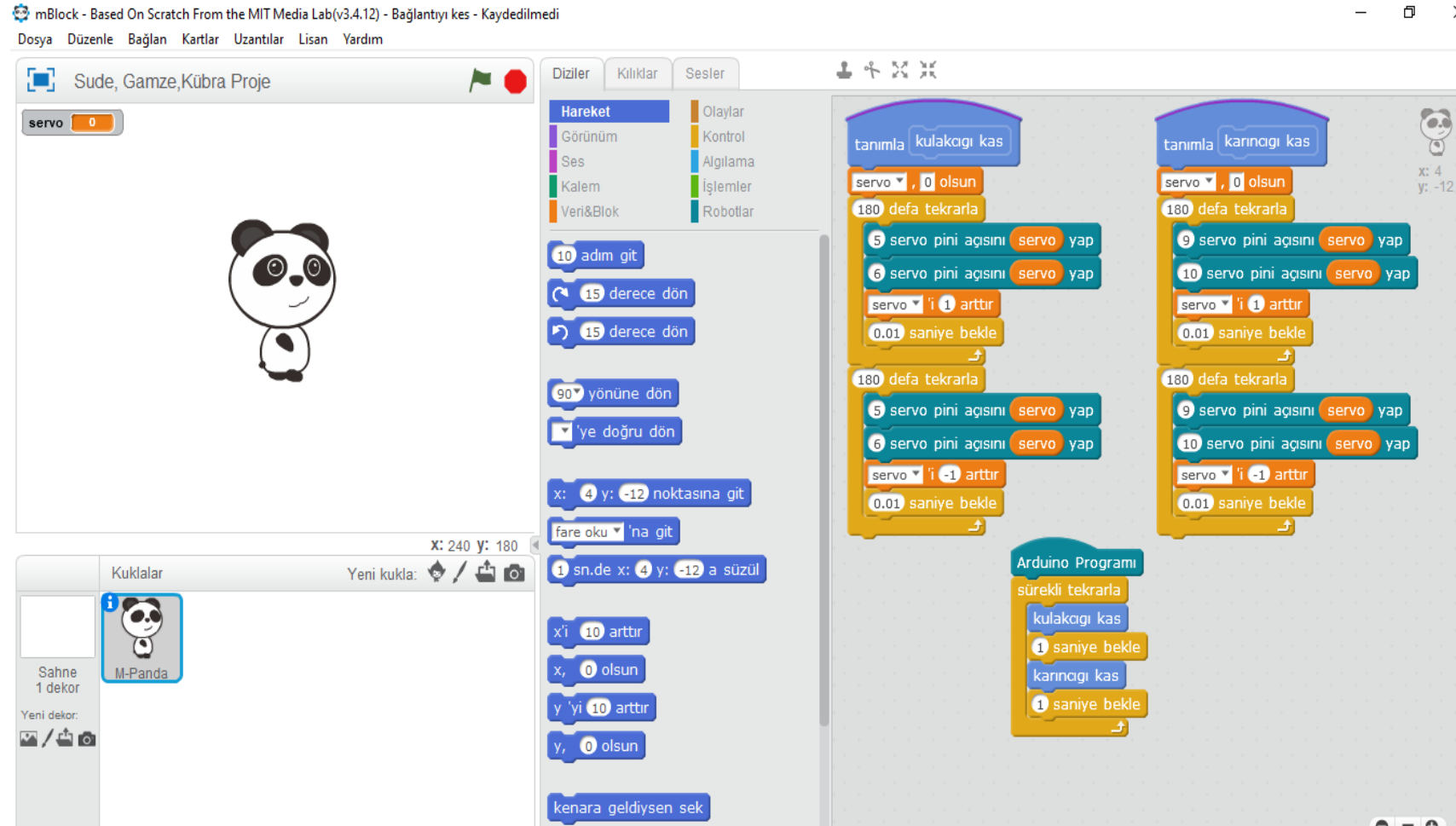
void _loop(){
}

```

Şekil 30. 6. Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 31. 6.Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması



Şekil 32. 6.Grup Sürüngen Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino Kodu

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
void __func__107_117_108_97_107_99_305_103_305();
double servo;
Servo servo_5;
Servo servo_6;
void __func__107_97_114_305_110_99_305_103_305();
Servo servo_9;
Servo servo_10;

void __func__107_117_108_97_107_99_305_103_305()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo_5.write(servo); // write to servo
        servo_6.write(servo); // write to servo
        servo += 1;
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo_5.write(servo); // write to servo
        servo_6.write(servo); // write to servo
        servo += -1;
        _delay(0.01);
    }
}

void __func__107_97_114_305_110_99_305_103_305()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += 1;
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += -1;
        _delay(0.01);
    }
}

void setup(){
    servo_5.attach(5); // init pin
    servo_6.attach(6); // init pin
    servo_9.attach(9); // init pin
    servo_10.attach(10); // init pin
}

void loop(){
    __func__107_117_108_97_107_99_305_103_305();
    _delay(1);
}

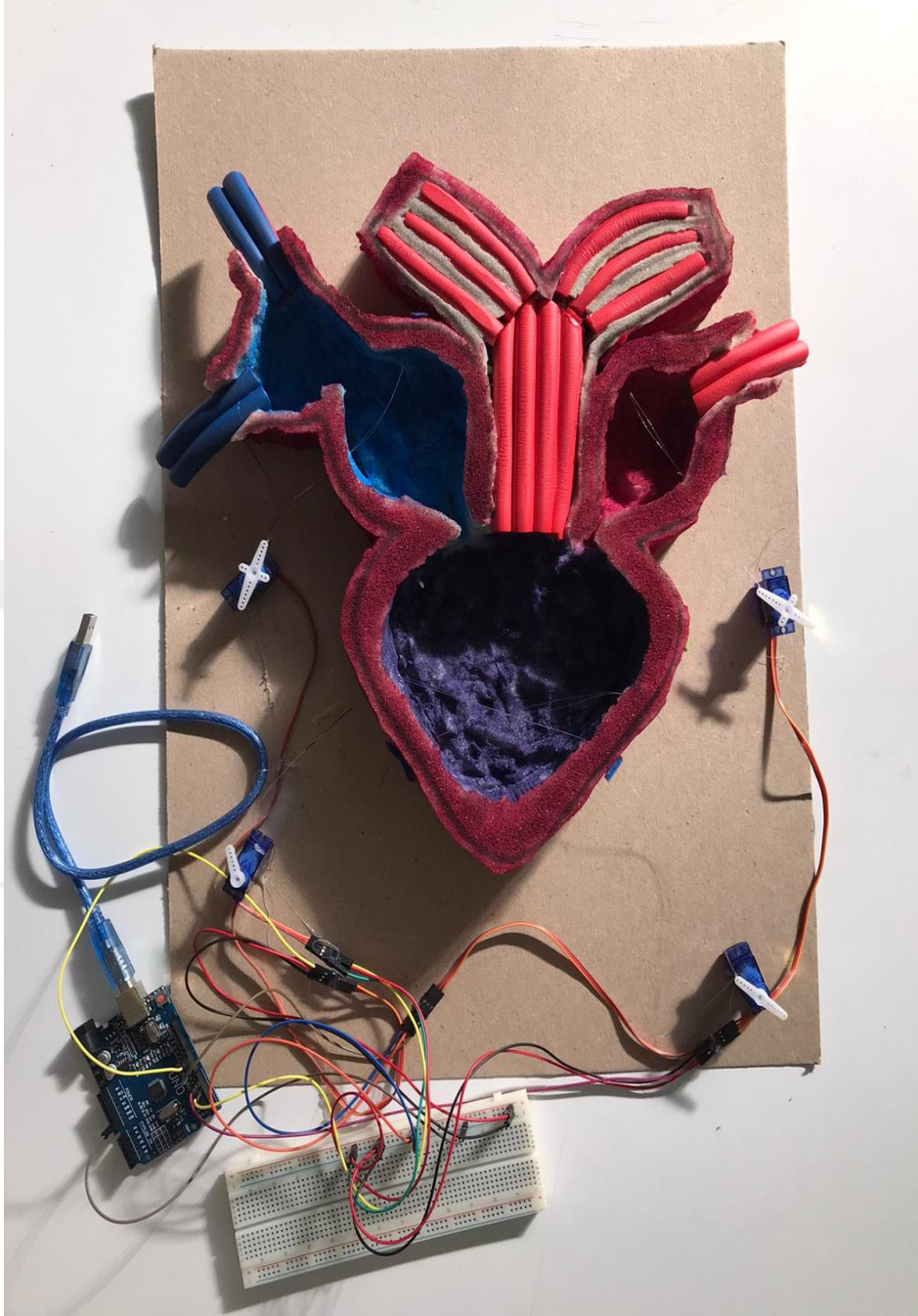
void _loop();
}

void _delay(float seconds){
    long endTime = millis() + seconds * 1000;
    while(millis() < endTime)_loop();
}

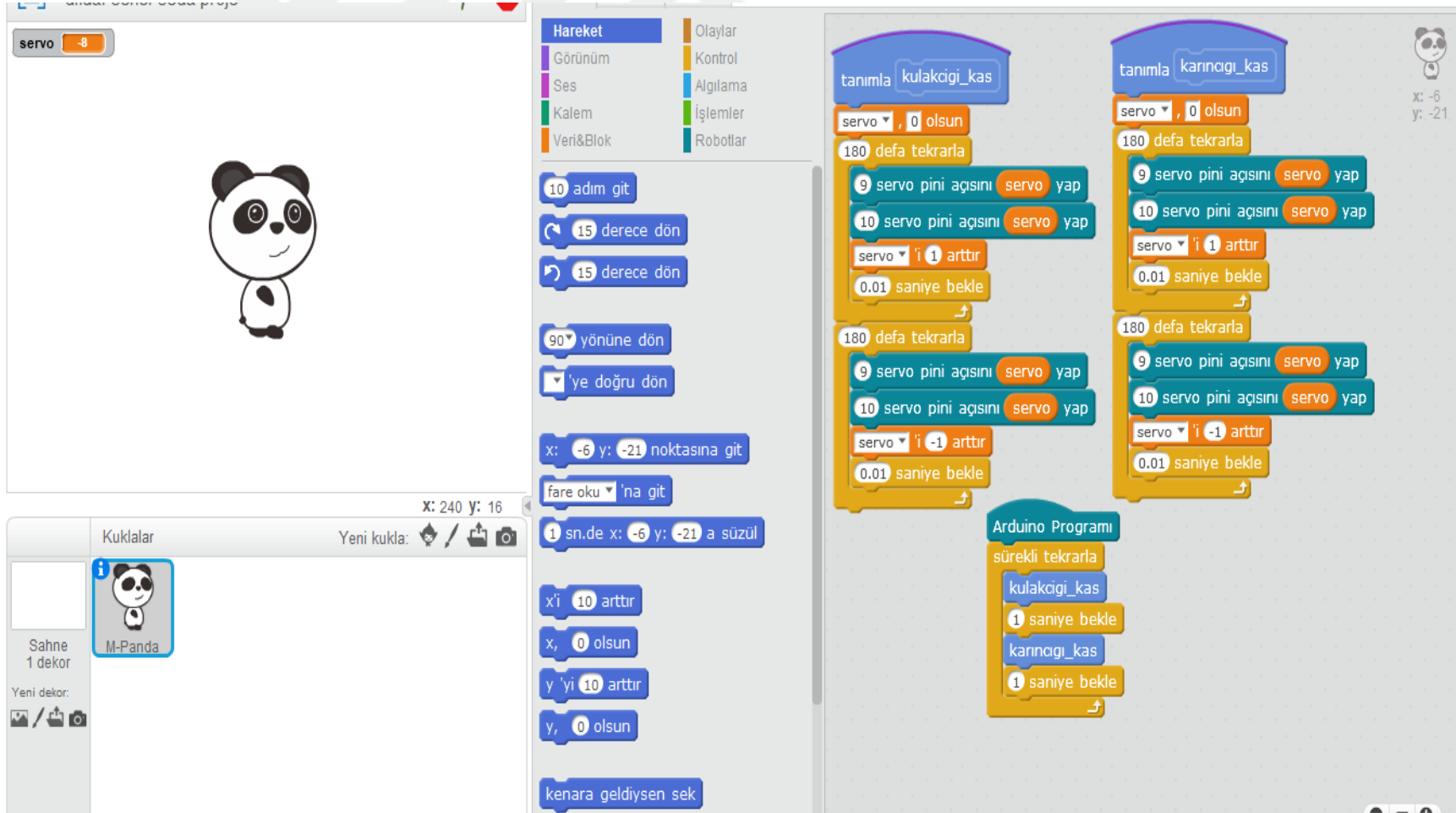
void _loop() {
}

```

Şekil 33. 7. Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 34. 7. Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 35. 7. Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesi Arduino Kodları

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
void kulakcigi_kas();
double servo;
Servo servo_9;
Servo servo_10;
void __func__107_97_114_305_110_99_305_103_305_95_107_97_115();

void kulakcigi_kas()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180; ++__i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += 1;
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0; __i__<180; ++__i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += -1;
        _delay(0.01);
    }
}

}

void __func__107_97_114_305_110_99_305_103_305_95_107_97_115()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180; ++__i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += 1;
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0; __i__<180; ++__i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += -1;
        _delay(0.01);
    }
}

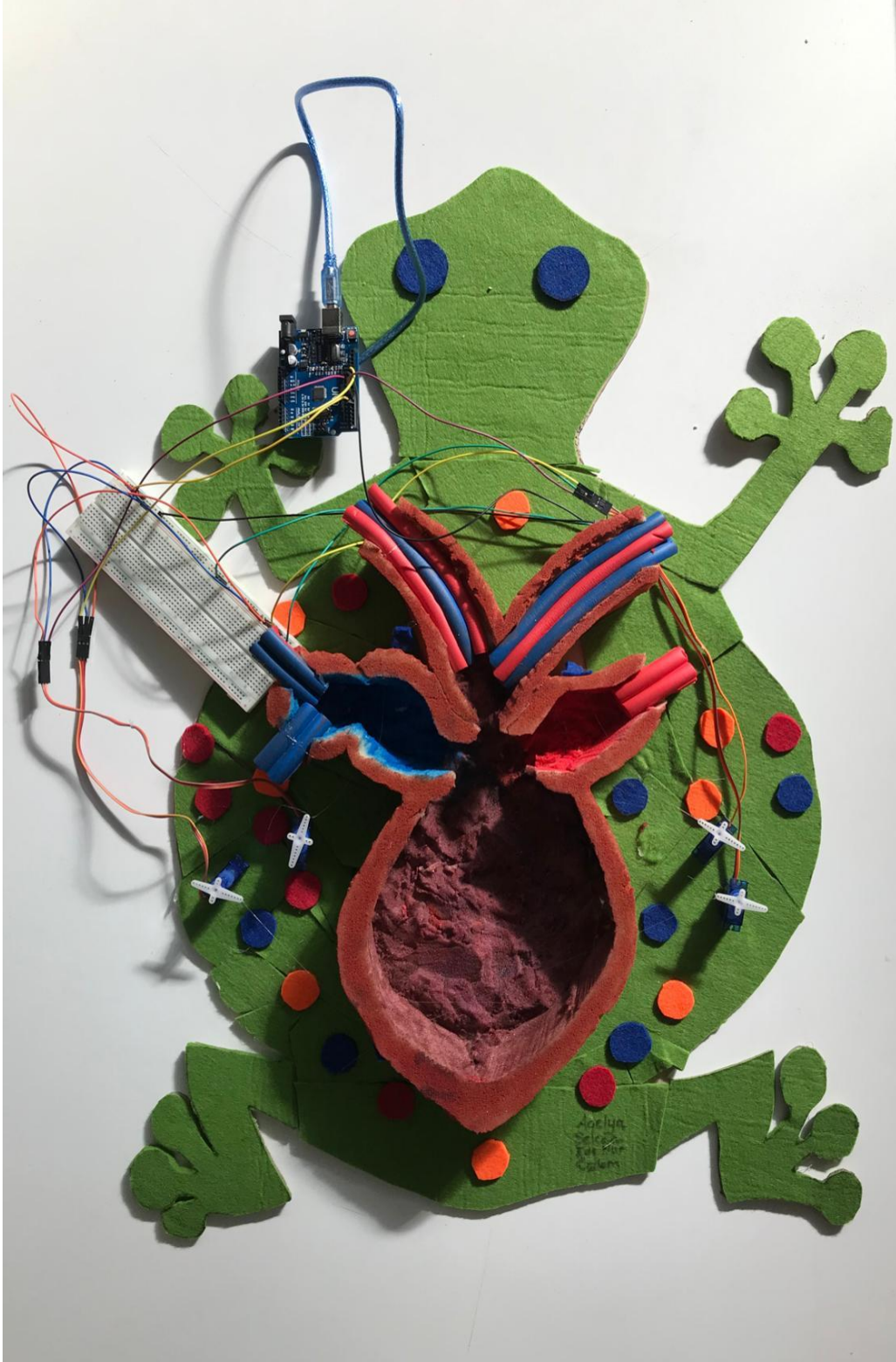
void setup(){
    servo_9.attach(9); // init pin
    servo_10.attach(10); // init pin
}

void loop(){
    kulakcigi_kas();
    _delay(1);
    __func__107_97_114_305_110_99_305_103_305_95_107_97_115();
    _delay(1);
    _loop();
}

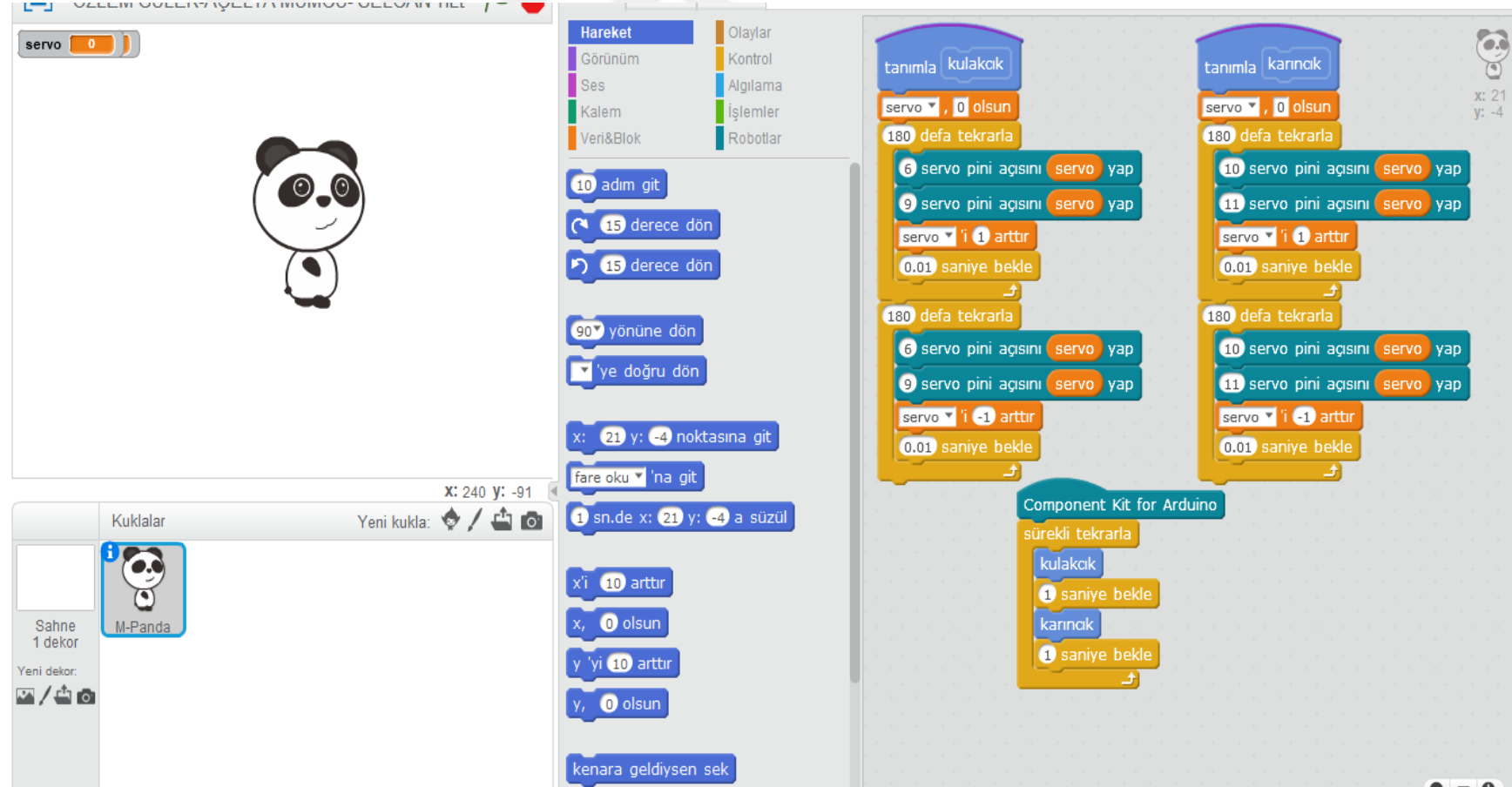
```

```
void _delay(float seconds){  
    long endTime = millis() + seconds * 1000;  
    while(millis() < endTime)_loop();  
}  
  
void _loop(){  
}
```

Şekil 36. 8. Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 37. 8.Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması



Şekil 38. 8.Grup Kurbağa Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino Kodu

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
void __func__107_117_108_97_107_99_305_107();
double servo;
Servo servo_6;
Servo servo_9;
void __func__107_97_114_305_110_99_305_107();
Servo servo_10;
Servo servo_11;

void __func__107_117_108_97_107_99_305_107()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
    {
        servo_6.write(servo); // write to servo
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo += 1;
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
    {
        servo_6.write(servo); // write to servo
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo += -1;
        _delay(0.01);
    }
}

void __func__107_97_114_305_110_99_305_107()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
    {
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo_11.write(servo); // write to servo
        servo += 1;
        _delay(0.01);
    }
    for(int __i__=0;__i__<180;++__i__)
    {
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo_11.write(servo); // write to servo
        servo += -1;
        _delay(0.01);
    }
}

void setup(){
    servo_6.attach(6); // init pin
    servo_9.attach(9); // init pin
    servo_10.attach(10); // init pin
    servo_11.attach(11); // init pin
}

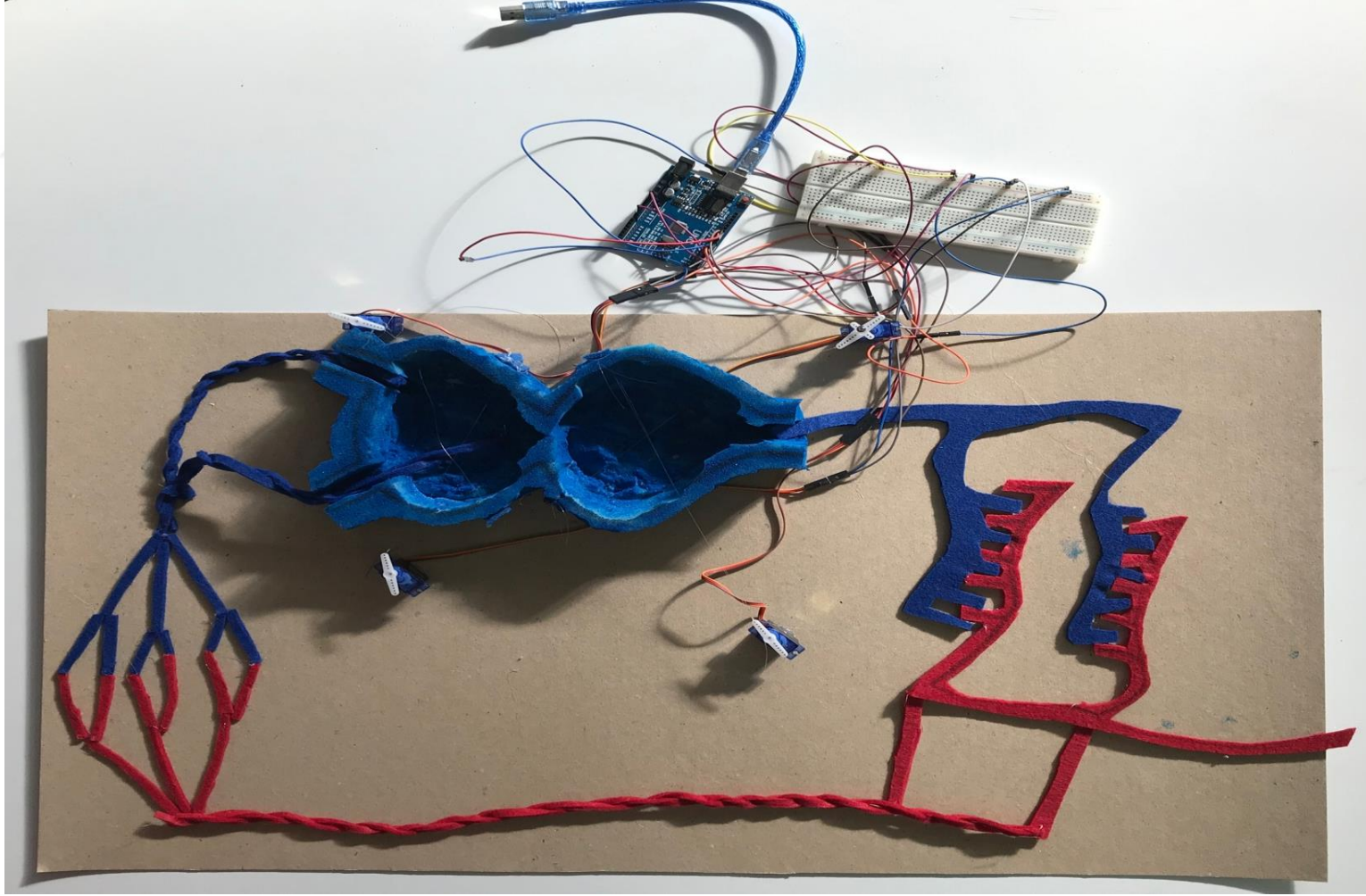
void loop(){
    __func__107_117_108_97_107_99_305_107();
    __func__107_97_114_305_110_99_305_107();
    _delay(1);
    _loop();
}

void _delay(float seconds){
    long endTime = millis() + seconds * 1000;
    while(millis() < endTime)_loop();
}

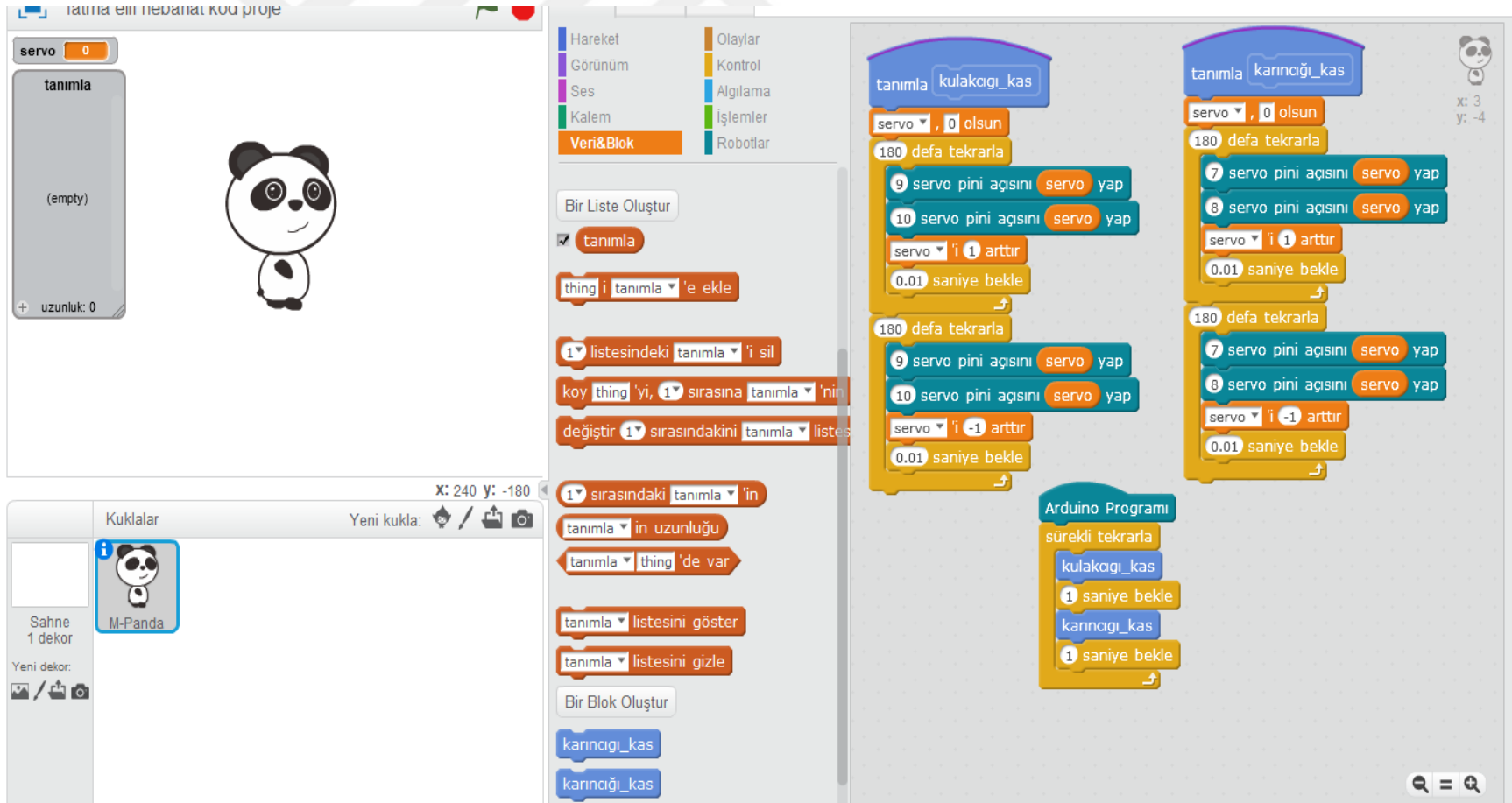
void _loop(){
}

```

Şekil 39. 9. Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 40. 9.Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması



Şekil 41. 9.Grup Balık Kalp Modeli İşleyişi Tasarım Projesinin Arduino Kodu

```
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
double servo;
Servo servo_8;
Servo servo_9;
Servo servo_2;
Servo servo_3;

void setup(){
  servo_8.attach(8); // init pin
  servo_9.attach(9); // init pin
  servo_2.attach(2); // init pin
  servo_3.attach(3); // init pin
}

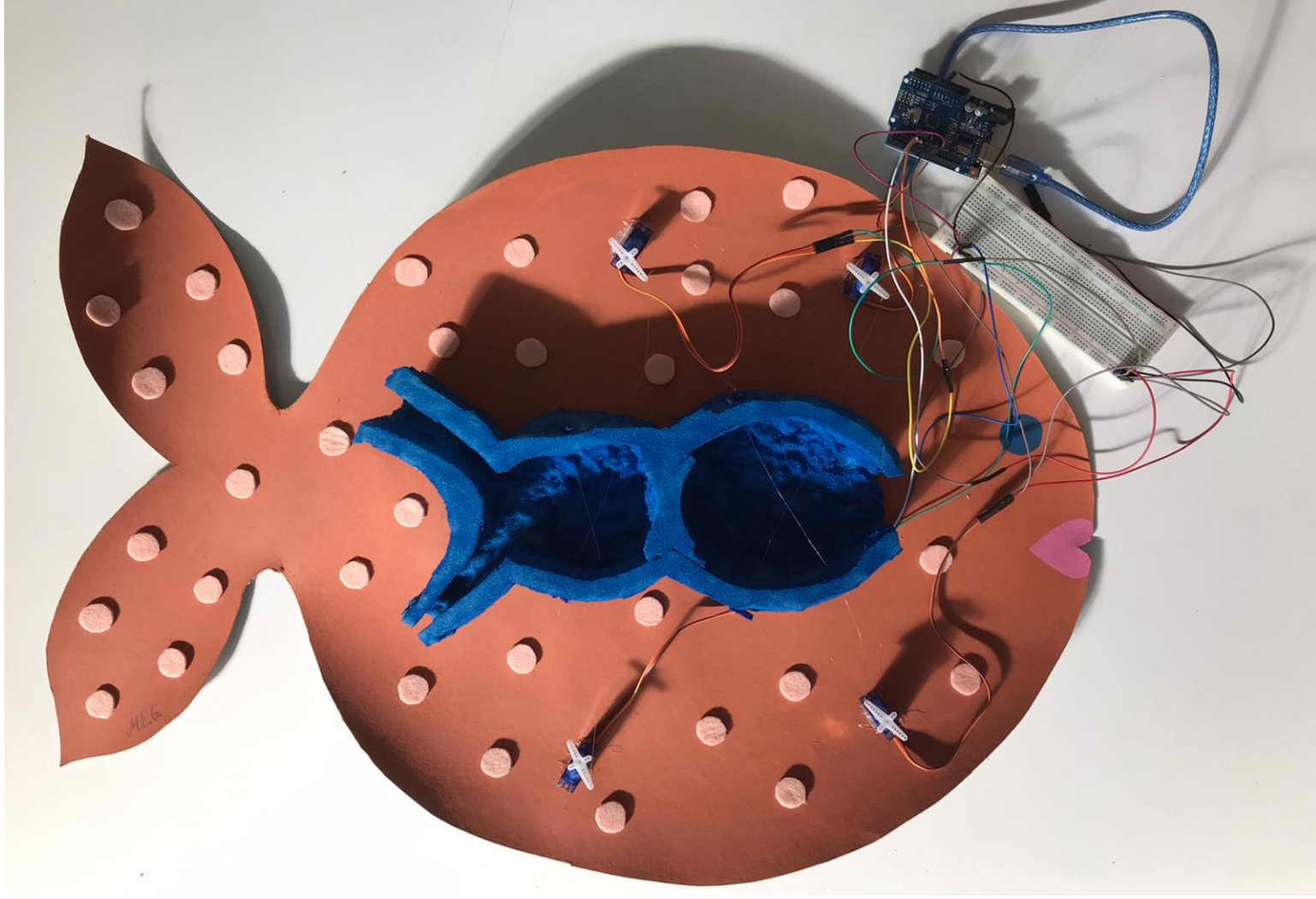
void loop(){
  servo = 0;
  for(int __i__=0;__i__<250;++__i__)
  {
    servo_8.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    servo_9.write(servo); // write to servo
    servo += 1;
    _delay(0.001);
  }
}
```

```
for(int __i__=0;__i__<250;++__i__)
{
  servo_8.write(servo); // write to servo
  servo += -1;
  servo_9.write(servo); // write to servo
  servo += -1;
  _delay(0.001);
}
for(int __i__=0;__i__<250;++__i__)
{
  servo_2.write(servo); // write to servo
  servo += 1;
  servo_3.write(servo); // write to servo
  servo += 1;
  _delay(0.001);
}
for(int __i__=0;__i__<250;++__i__)
{
  servo_2.write(servo); // write to servo
  servo += -1;
  servo_3.write(servo); // write to servo
  servo += -1;
  _delay(0.001);
}
_loop();
}

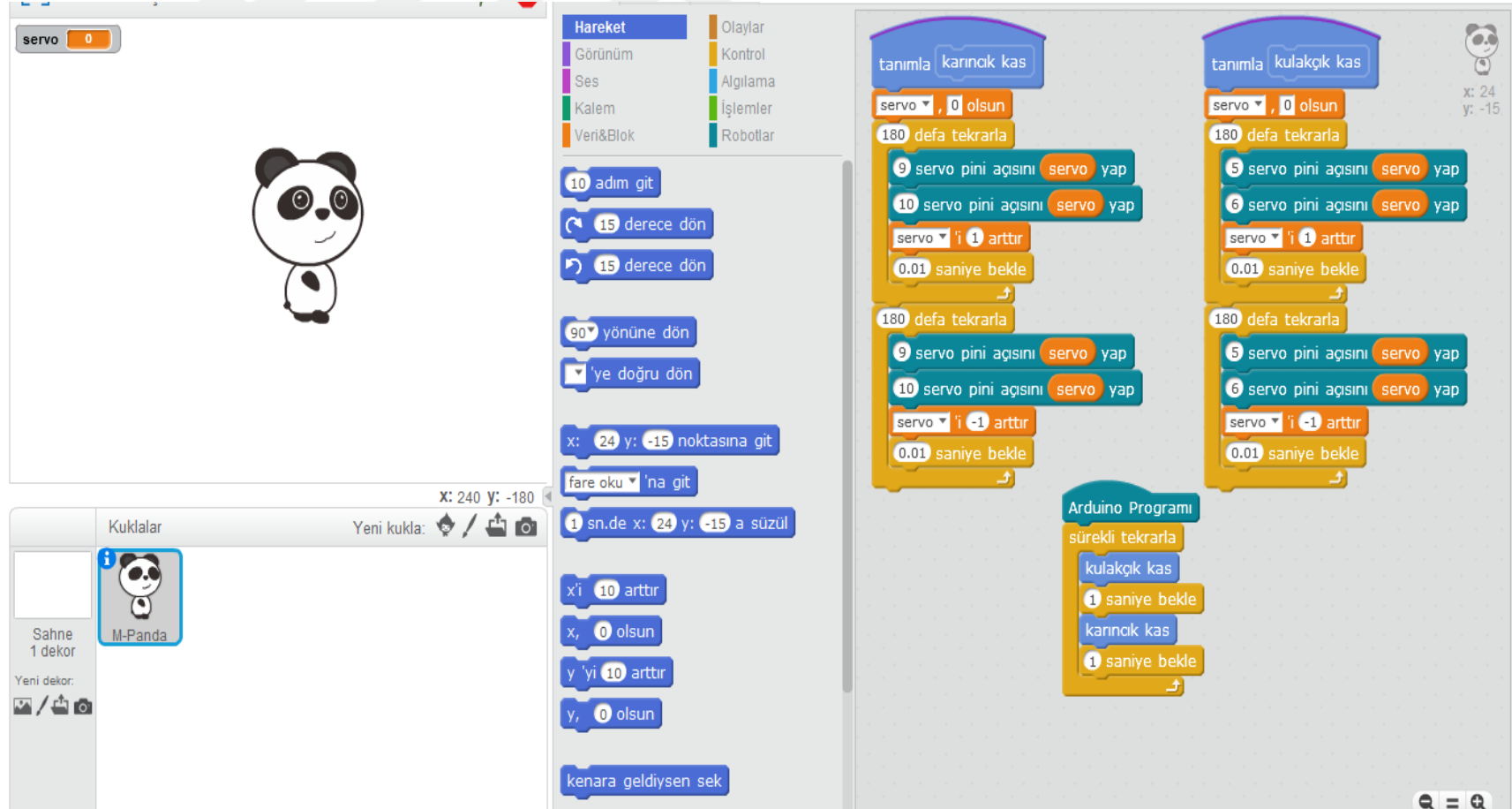
void _delay(float seconds){
  long endTime = millis() + seconds * 1000;
  while(millis() < endTime)_loop();
}

void _loop(){
```

Şekil 42. 10. Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesi



Şekil 43. 10. Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesinin Kodlama Akış Şeması



Şekil 44. 10. Grup Balık Kalp Modeli Tasarım Projesinin Arduino Kodu

```
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;
void __func__107_97_114_305_110_99_305_107();
double servo;
Servo servo_9;
Servo servo_10;
void __func__107_117_108_97_107_231_305_107();
Servo servo_5;
Servo servo_6;

void __func__107_97_114_305_110_99_305_107()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo_9.write(servo); // write to servo
        servo_10.write(servo); // write to servo
        servo += 1;
        _delay(0.01);
    }
}

void __func__107_117_108_97_107_231_305_107()
{
    servo = 0;
    for(int __i__=0; __i__<180;++ __i__)
    {
        servo_5.write(servo); // write to servo
        servo_6.write(servo); // write to servo
        servo += -1;
        _delay(0.01);
    }
}

void setup(){
    servo_9.attach(9); // init pin
    servo_10.attach(10); // init pin
    servo_5.attach(5); // init pin
    servo_6.attach(6); // init pin
}

void loop(){
    __func__107_117_108_97_107_231_305_107();
    _delay(1);
    __func__107_97_114_305_110_99_305_107();
    _delay(1);
    _loop();
}

void _delay(float seconds){
    long endTime = millis() + seconds * 1000;
    while(millis() < endTime)_loop();
}

void _loop(){
}
```

3.4.5. Çalışma Grubuna Son Testlerin Uygulanması

Çalışmanın örneklem grubuna deneysel araştırma sonunda (n=33) “ERT” ile “TYDDÖ” son-testler olarak uygulanmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Bu araştırmada elde edilen verilerin yorumlanmasında kullanılan istatistiksel yöntemler aşağıda açıklanmıştır;

1. Araştırmada kullanılan ERT ve TYDDÖ'nin geçerlilik ve güvenilirliklerinin hesaplanmasında KR-20, İki- Yarı Güvenilirlik ve Cronbach's Alpha Geçerlik-güvenirlik katsayısı kullanılmıştır.
2. Alt problemlerin analiz işlemleri için; verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır.
3. Araştırma grubunun, kendi içindeki ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla; parametrik veriler için Aritmetik Ortalama, Standart Sapma ve t-testi, parametrik olmayan veriler için Wilcoxon İşaretler Sıralı Testi kullanılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testine İlişkin Bulguları

Araştırmada elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi, Skewness ve Kurtosis değerleri ile belirlenmiştir. Araştırma grubunu oluşturan katılımcı (n) sayısı 30 ve üzeri ise “Kolmogorov-Smirnov” testi, katılımcı sayısının 30’un altında olması durumunda ise “Shapiro-Wilks” testi kullanılmaktadır. (Ak, 2008).

Tablo 11. Verilerin Dağılımlarının Normallik Testi Sonuçları

Testler	Kolmogorov-Smimov			Shapiro-Wilk			Skewness	Kurtosis
	F	Sd	P	F	Sd	p		
ERT Ön-test	0.134	33	0.144	0.918	33	0.017	0.930	0.481
ERT Son-test	0.159	33	0.034	0.934	33	0.044	0.927	2.786
TYDD Ön-test	0.171	33	0.016	0.903	33	0.006	-0.523	-0.943
TYDD Son-test	0.105	33	0.200	0.935	33	0.047	-0.305	-1.023

Öğretmen adaylarına uygulanan ERT ile TYDDÖ’nin ön-test ve son-test puanlarından elde edilen verilerin dağılımlarının normallik testi sonuçlarına göre (Tablo 11);

ERT; ön-test ve son-test puanlarının normallik testi sonucunda normal dağılımdan sapma gösterdiği ($p_{\text{ön-test}} = 0.017$, $p_{\text{son-test}} = 0.044 < \alpha = 0.05$, $SD = 33$) için non-parametrik testlerin,

TYDDÖ; ön-test ve son-test puanlarının normallik testi sonucunda normal dağılımdan sapma gösterdiği ($p_{\text{ön-test}} = 0.006$, $p_{\text{son-test}} = 0.047 < \alpha = 0.05$, $SD = 33$) için non-parametrik testlerin kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte ERT ile TYDDÖ' ön-test ve son-testlerden elde edilen verilerin normal dağılım göstermesi durumunda uygulanan parametrik test sonuçları da non parametrik testlerle birlikte verilmiştir.

4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Omurgalılarda kalbin yapısı ve çalışma sisteminin STEM tabanlı KARDUINO ile öğretilmesinin fen bilgisi öğretmen adaylarının “akademik başarısı” üzerindeki etkileri nelerdir?

STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla; ön test - son test puanlarının aritmetik ortalamaları karşılaştırılarak bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 12’ de sunulmuştur.

Tablo 12. *ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t- testi Sonuçları*

Değişken	N	x	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	33	19.42	6.92	32	-10.77	Fark Önemli
Son-Test	33	26.64	4.14	32		

Tablo 12’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının ERT testinden aldıkları puanların ön-test ($\bar{X}_{\text{ön-test}} = 19.42$) ile son-test ($\bar{X}_{\text{son-test}} = 26.64$) ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($sd = 32$, $t = -10.77$, $tt = 3.551$, $p < 0.001$). Bu sonuç, STEM tabanlı KARDUINO tasarım etkinliklerinin, öğretmen adaylarının “akademik

başarıları” üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu, deneysel sürecin öğretmen adaylarının bilgilerini arttırdığını ve başarılarını desteklediğini göstermektedir.

Tablo 13. *ERT Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Ön test-Son test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P	Önem denetimi
Negatif sıralar	1	1.50	1.50	-4.991	0.000	Fark önemli
Pozitif sıralar	32	17.48	559.50			
Eşit	0	-	-			

Tablo 13’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının ERT testinden aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($z = -4.991$, $p < 0.001$). Bu sonuç, STEM tabanlı KARDUINO tasarım etkinliklerinin, öğretmen adaylarının “akademik başarıları” üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu, deneysel sürecin öğretmen adaylarının bilgilerini arttırdığını ve başarılarını desteklediğini göstermektedir.

4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Omurgalılarda kalbin yapısı ve çalışma sisteminin STEM tabanlı “Kalp Arduino Robotik Model Tasarımları” ile öğretilmesinin fen bilgisi öğretmen adaylarının “teknolojiye yönelik direnç davranışları” üzerindeki etkileri nelerdir?

STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik direnç davranışları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla, ön test - son test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır.

Tablo 14. *TYDDÖ Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları*

Değişken	N	x	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	33	151.00	12.24	32	0.643	Fark Önemsiz
Son-Test	33	149.54	11.58	32		

Tablo 14’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ testinden aldıkları ön-test ($\bar{X}_{\text{ön-test}} = 151.42$) ile son-test puanlarının ortalamaları ($\bar{X}_{\text{son-test}} = 149.54$) arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($sd=32$, $t=0.643$, $tt=2.750$, $p<0.05$). Bu sonuç, STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin, öğretmen adaylarının “teknolojiye yönelik direnç davranışları” üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu ancak ortalamalar arasındaki 1,46 puanlık farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir.

Tablo 15. *TYDDÖ Ön-Test ve Son-Test Puanlarına göre elde edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Ön test-Son test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P	Önem denetimi
Negatif sıralar	15	15.47	232.00	-0.661	0.509	Fark Önemsiz
Pozitif sıralar	13	13.38	174.00			
Eşit	5	-	-			

Tablo 15’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ testinden aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($z=-0.661$, $p< 0.05$). Bu sonuç, STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin öğretmen adaylarının öğretmen adaylarının “teknolojiye yönelik direnç davranışları” üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

TYDDÖ’nde bulunan tüm alt boyutlarda (İsteksiz Uyum, Etkin Direnç, Tam Uyum, Çürütmeye Çalışma, Umursamama) bağımlı örneklem t-testi ayrı ayrı yapılarak, alt boyutlar açısından anlamlı bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

4.3.1 İsteksiz Uyum Boyutu

STEM tabanlı KARDUINO kodlama ve robotik etkinliklerinin, öğretmen adaylarının “Teknolojiye Yönelik Direnç Davranışları” “İsteksiz Uyum” boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ön test - son test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 15’ de sunulmuştur.

Tablo 16. *TYDDÖ İsteksiz Uyum Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları*

Değişken	N	x	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	33	12.73	12.24	32	0.287	Fark Önemsiz
Son-Test	33	12.52	11.58	32		

Tablo 16’da ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “İsteksiz Uyum” boyutundan aldıkları puanların, ön-test ($\bar{X}_{\text{ön-test}} = 12.73$) ile son-test ortalamaları ($\bar{X}_{\text{son-test}} = 12.52$) arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($sd = 32$, $t = 0.643$, $tt = 2.750$, $p < 0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ “İsteksiz Uyum” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Tablo 17. *TYDDÖ İsteksiz Uyum Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Ön test-Son test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P	Önem denetimi
Negatif sıralar	12	12.33	148.00	-0.305	0.760	Fark Önemsiz
Pozitif sıralar	11	11.64	128.00			
Eşit	10	-	-			

Tablo 17’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “İsteksiz Uyum” boyutundan aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($z = -0.305$, $p < 0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ

“İsteksiz Uyum” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

4.3.2 Etkin Direnç Boyutu

STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin, öğretmen adaylarının “Teknolojiye Yönelik Direnç Davranışları” “Etkin Direnç” boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ön test - son test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 17’ de sunulmuştur.

Tablo 18. *TYDDÖ Etkin Direnç Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları*

Değişken	N	x	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	33	10.42	2.95	32	-2.12	Fark Önemli
Son-Test	33	11.54	3.66	32		

Tablo 18’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “Etkin Direnç” boyutundan aldıkları puanların, ön-test ($\bar{X}_{\text{ön-test}} = 10.42$) ile son-test ortalamaları ($\bar{X}_{\text{son-test}} = 11.54$) arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($sd=32$, $t=-2.12$, $tt=2.750$ $p < 0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ “Etkin Direnç” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu, öğretmen adaylarının etkin dirençlerinin etkinlikler sırasında azaldığını göstermektedir.

Tablo 19. *TYDDÖ Etkin Direnç Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Ön test-Son test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P	Önem denetimi
Negatif sıralar	6	5.83	35.00	-1.976	0.048	Fark Önemli
Pozitif sıralar	11	10.73	118.00			
Eşit	16	-	-			

Tablo 19’da ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “Etkin Direnç” Boyutundan aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir

($z=-1.976$, $p<0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ “Etkin Direnç” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu, öğretmen adaylarının etkin dirençlerinin etkinlikler sırasında azaldığını göstermektedir.

4.3.3 Tam Uyum Boyutu

STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin, öğretmen adaylarının “Teknolojiye Yönelik Direnç Davranışları” “Tam Uyum” boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ön test - son test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 19’ da sunulmuştur.

Tablo 20. *TYDDÖ Tam Uyum Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları*

Değişken	N	x	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	33	39.54	5.48	32	0.368	Fark Önemsiz
Son-Test	33	39.15	4.56	32		

Tablo 20’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “Tam Uyum” boyutundan aldıkları puanların, ön-test ($\bar{X}_{\text{ön-test}}= 39.54$) ile son-test ortalamaları ($\bar{X}_{\text{son-test}}= 39.15$) arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($sd=32$, $t=0.368$, $tt=2.750$, $p<0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ “Tam Uyum” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Tablo 21. *TYDDÖ Tam Uyum Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Ön test-Son test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P	Önem denetimi
Negatif sıralar	14	13.32	186.50	-0.280	0.780	Fark Önemsiz
Pozitif sıralar	12	13.71	164.50			
Eşit	7	-	-			

Tablo 21’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “Tam Uyum” boyutundan aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($z=-0.280$, $p <0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ “Tam

Uyum” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

4.3.4 Çürütmeye Çalışma Boyutu

STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin, öğretmen adaylarının “Teknolojiye Yönelik Direnç Davranışları” “Çürütmeye Çalışma” boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ön test - son test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 21’ de sunulmuştur.

Tablo 22. TYDDÖ Çürütmeye Çalışma Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	x	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	33	5.18	3.13	32	-0.036	Fark Önemsiz
Son-Test	33	5.21	2.98	32		

Tablo 22’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “Çürütmeye Çalışma” boyutundan aldıkları puanların, ön-test ($\bar{X}_{\text{ön-test}} = 5.18$) ile son-test ortalamaları ($\bar{X}_{\text{son-test}} = 5.21$) arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($sd=32$, $t=-0.036$, $tt=2.750$, $p<0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ “Çürütmeye Çalışma” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Tablo 23. TYDDÖ Çürütmeye Çalışma Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ön test-Son test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P	Önem denetimi
Negatif sıralar	11	14.73	162.00	-0.014	0.989	Fark Önemsiz
Pozitif sıralar	14	11.64	163.00			
Eşit	8	-	-			

Tablo 23’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “Çürütmeye Çalışma” boyutundan aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($z=-0.014$, $p < 0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ

“Çürütmeye Çalışma” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

4.3.5 Umursamama Boyutu

STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin, öğretmen adaylarının “Teknolojiye Yönelik Direnç Davranışları” “Umursamama” boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını belirlenmesi amacıyla ön test - son test puanları arasında bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 23’ de sunulmuştur.

Tablo 24. TYDDÖ Umursamama Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Ortalama, Standart Sapma ve t-testi Sonuçları

Değişken	N	x	Ss	Sd	t değeri	Önem denetimi
Ön-Test	33	4.21	2.33	32	-0.207	Fark Önemsiz
Son-Test	33	4.33	2.35	32		

Tablo 24’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “Umursamama” boyutundan aldıkları puanların, ön-test ($\bar{X}_{\text{ön-test}} = 4.21$) ile son-test ortalamaları ($\bar{X}_{\text{son-test}} = 4.33$) arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($sd=32$, $t=-0.207$, $tt=2.750$, $p<0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ “Umursamama” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Tablo 25. TYDDÖ Umursamama Boyutuna ilişkin Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Göre Elde Edilen Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuçları

Ön test-Son test	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P	Önem denetimi
Negatif sıralar	7	6.36	44.50	-0.510	0.610	Fark Önemsiz
Pozitif sıralar	7	8.64	60.50			
Eşit	19	-	-			

Tablo 25’de ki verilere göre, öğretmen adaylarının TYDDÖ “Umursamama” boyutundan aldıkları ön-test ve son- test puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($z=-0.510$, $p < 0.05$). Bu sonuç deneysel uygulamanın, TYDDÖ

“Umursamama” boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.



BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Tartışma

STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin “Akademik başarı” üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; öğretmen adaylarının ön-test ile son-test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 12-13).

STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin “Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Davranış”lar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; öğretmen adaylarının TYDDÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 14 -15).

TYDDÖ; “İsteksiz Uyum”, “Etkin Direnç”, “Tam Uyum”, “Çürütmeye Çalışma” ve “Umursamama” alt boyutlarından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının; TYDDÖ’nün “İsteksiz Uyum” (Tablo 16-17), Tam Uyum” (Tablo 20-21), “Çürütmeye Çalışma” (Tablo 22-23) ve “Umursamama” (Tablo 24-25) ön-test son-test puanları arasında anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir. TYDDÖ’nin “Etkin Direnç” (Tablo 18-19) alt boyutundan aldıkları ön test ve son test puanları arasında ise anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 17).

5.2. Sonuç

“STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin “Akademik başarı” üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, robotik STEM’in öğretmen adaylarının bilgi düzeyini yükselterek, öğrenmeyi desteklediği ve akademik başarıyı

arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Alanyazındaki ilgili çalışmalar incelendiğinde; çalışmanın sonuçlarını destekleyen araştırmalar bulunmaktadır (Cuperman ve Verner 2015; Ntemngwa ve Oliver 2018; Akçay, 2018; Özel, 2018; Yıldırım, 2020; Meço, 2021; Hyunjin 2021).

Cuperman ve Verner (2015), fen bilgisi öğretmen adaylarının biyolojik sistemlerle ilgili, PicoCricket robot kitleri ile yaptıkları model tasarım çalışmalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel ve teknolojik okuryazarlık düzeylerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca robotik ve kodlamanın bilimsel sorgulama ile mühendislik tasarım becerilerini bütünleştirmelerine olanak sağlamada etkili bir araç olduğunu belirtmişlerdir.

Ntemngwa ve Oliver (2018), fen LEGO EV3 eğitim kiti kullanarak gerçekleştirdikleri STEM eğitiminin öğrencileri aktif olarak çalışmaya dahil ettiğini, ilgi ve motivasyonlarını artırdığını, mühendislik tasarımı, sorgulama, problem çözme, verileri analiz etme ve yorumlama becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir.

Akçay (2018), LEGO robotik STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının akademik başarılarını artırdığını, bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini, problem çözme yeteneklerini ve yaratıcılıklarını artırdığını, fen bilimleri derslerine yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilediğini söylemiştir. Özel (2018), “ışık ve ses”, deprem ve hava olayları” ve “yaşamımızdaki elektrik” konularının öğretiminde, robotik STEM etkinliklerinin akademik başarıyı arttığını, teknolojiye yönelik tutumları da olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Yıldırım (2020) “sinir sistemi ve duyu organları”nın öğretiminde Arduino robotik STEM etkinliklerinin, öğretmen adaylarının akademik başarılarını yüksek oranda etkilediği ve sınıf içi kalıcı öğrenmeleri desteklediği sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacı robotik etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerinin gelişimine de katkıda bulunduğunu ifade etmiştir. Meço (2021) Arduino robotik STEM etkinliklerinin, akademik başarı, temel STEM beceri düzeyleri, eleştirel düşünme-öz düzenleme ve neden-sonuç ilişkisi kurma becerilerini artırdığını ifade etmiştir. Hyunjin (2021), problem çözmeye dayalı Arduino robotik kodlama eğitiminin öğrencilerin bilimsel düşünme ve yaratıcı hayal gücünü geliştiren, onların kendi başlarına problemleri çözme becerilerini geliştiren çok etkili bir yöntem olduğunu belirtmiştir.

Alanyazınında, bu araştırmada elde edilen sonuçları desteklemeyen araştırmalar da bulunmaktadır. Örneğin; Koparan, Yüksel ve Koparan (2021), 6. sınıf “Elektriğin iletimi” ünitesinin Arduino robotik etkinlikleri ile öğretilmesinin öğrencilerin akademik başarı ve öz yeterlilikleri üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

“STEM tabanlı KARDUINO Kodlama ve robotik etkinliklerinin teknolojiye yönelik direnç davranışlar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu araştırmada; deneysel sürecin öğretmen adaylarının direnç davranışları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. TYDDÖ’nden bir öğretmen adayı en yüksek 156 puan alabilmektedir. Öğretmen adaylarının ön testten 151, son testten ise 150 puan ortalamasına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 14). Bu sonuç, öğretmen adaylarının teknolojiye dönük tutumlarının olumlu yönde olduğunu, robotik STEM etkinliklerini desteklediklerini ve deneysel sürece büyük bir istekle katıldıklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının, deneysel sürecin başlangıcında sahip oldukları tutum, düşünce ve davranışların araştırma sonunda değişmediği görülmektedir. Bu sonuç, günümüz gençlerinin teknolojinin öğrenme ortamlarına tüm boyutlarıyla entegrasyonunu onayladığını ve desteklediğini göstermektedir. Öğretmen adayları robotik teknolojilerin günümüz dünyasındaki gereklilik ve önemini takdir etmekte, kodlama ile algoritma becerisinin öğretim ortamlarında kazandırılmasına yönelik programların geliştirilmesini desteklemektedirler.

TYDDÖ; “İsteksiz Uyum”, “Etkin Direnç”, “Tam Uyum”, “Çürütmeye Çalışma” ve “Umursamama” alt boyutlarından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının; TYDDÖ’nün “İsteksiz Uyum”, Tam Uyum”, “Çürütmeye Çalışma”, “Umursamama” ön-test son-test puanları arasında anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir. TYDDÖ’nin “Etkin Direnç” alt boyutundan aldıkları ön test ve son test puanları arasında ise anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. TYDDÖ’nin “Etkin direnç” alt boyutundaki ölçek maddelerine bakıldığında, teknolojinin derslerde kullanılmasına yönelik maddelerin olduğu görülmektedir (Ek 2). Dolayısıyla ölçeğin bu alt boyuttaki etkisinin olumlu olmasının nedeni; öğretmen adaylarının örnek bir robotik STEM yaklaşımı ile ileri düzey bir öğretim teknolojisinin sınıf ortamına entegre edilmesinin gerekliliğini ve kaçınılmazlığını anlamış ve takdir etmiş olmalarına bağlanmaktadır. Öğretmen adaylarındaki “etkin direncin” deneysel araştırma ile giderilmiş olması, teknolojinin

günümüzde yadsınamaz bir gerçek olduğu, gerekli ve kaçınılmaz olduğu algısının geliştiğini göstermektedir.

Alanyazın incelendiğinde çalışmanın sonucunu destekleyen araştırmalar olduğu görülmektedir (Seidel ve Tanner 2013; Konokman, 2015; Prieto, Migueláñez ve García-Peñalvo, 2015; Kim, Lee ve Rha, 2017; Strang ve Vajjhala, 2017; Barak, 2018; Konokman ve Çukurbaşı 2019).

Seidel ve Tanner (2013), öğrencilerin, öğrenme ortamlarındaki direnç davranışlarını, bu davranışlara neden olan etmenleri ve biyoloji öğretmenlerinin, lisans biyoloji eğitiminde yenilikçi öğrenme yaklaşımları kullanmalarına yönelik öğrenci direnişlerini belirlemeyi amaçladıkları bir araştırmada; öğrencilerde oluşan direnç davranışlarının giderilmesi için; öğretim yönteminin çeşitlendirilmesi, farklı eğitim teknolojilerinin kullanılması ve biyoloji eğitiminde, öğrenci merkezli yeniliçi öğretim yaklaşımlarının kullanılmasının öğrenci direnişlerini azaltmada etkili olacağını savunmuşlardır. Yavuz-Konokman (2015) öğretmen adaylarının direnç davranışlarının, teknoloji destekli araştırma tekniklerinin kullanıldığı öğrenme ortamlarında azaldığını söylemiştir. Ayrıca dijital öykü tasarlayan ve öğretime entegre eden öğretmen adaylarının derin öğrenme ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğunu da ifade etmiştir. Prieto, Migueláñez ve García-Peñalvo (2015) Salamanca Üniversitesi'nde öğrenim gören sınıf öğretmen adayları (n=234)'nın mobil teknolojik uygulamaları kullanma eğilimlerinin orta düzeyde olduğunu ve mobil teknolojilerin kullanımı ile ilgili eğitim eksikliklerinin olduğunu, buna bağlı olarak mobil öğrenme deneyimlerine katılmada eksik kaldıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adaylarının eğitim süreçlerinde teknolojiye dönük dirençlerinin önlenmesinde; mobil teknolojilerin kabulünün geliştirilmesi için öğretim programlarının teknoloji tabanlı öğretimle yeniden yapılandırılması gerektiğini savunmuşlardır. Kim, Lee ve Rha (2017) inovasyon yayılma teorisi ve inovasyon direnci modelini birleştiren entegre araştırma modelinde öğrencilerin (n=493), mobil öğrenmeyi kullanma direncini ve yatkınlığını etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Araştırmada; teknolojiye yönelik direncin; “göreceli avantaj, karmaşıklık, eylemsizlik, yenilikçilik, mobil öğrenme direnci ve mobil öğrenmeyi kullanmaya yatkınlık” gibi altı boyutu ölçülmüştür. Araştırma sonuçları; mobil öğrenmenin kolaylık, kolay ulaşım, yenilikçi risksiz ve ucuz olmasından dolayı teknoloji tabanlı öğretime dönük direnç davranışların önlenmesinde mobil öğrenmeye dönük yatkınlığı arttırdığını tespit etmişlerdir. Strang ve Vajjhala (2017) New York

Eyalet Üniversitesi işletme bölümünde öğrenim gören (n=2500) lisans öğrencilerinin, teknoloji tabanlı çevrimiçi öğretim yöntemi kursunda çevrimiçi teknolojik uygulamalardaki deneyimlerindeki haz alma ve keyif algılarının direnç davranışlarını ve gerçek performanslarını olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir. Barak (2018), STEM ve Sosyal Bilimler alanında öğrenim gören 679 lisans öğrencisinin bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) alanındaki uzmanlıklarına göre teknoloji konusunda esnek düşünme ve teknolojik değişime karşı gösterdiği direnci incelemiştir. Yeni teknolojilere hakim olduğunu ifade eden ve akranlarıyla işbirliği içinde öğrenmeyi tercih eden öğrencilerin, bireysel çalışan öğrencilere göre daha esnek düşüncede olduklarını tespit etmiştir. Teknoloji ile entegre edilmiş öğrenme ortamlarına uyum sağlama eğiliminde olan öğrencilerin rutin arama, duygusal tepki verme ve kısa vadeli odaklanma olasılığının daha düşük olduğunu ifade etmiştir. Yavuz-Konokman ve Çukurbaşı (2019) LEGO robotik tasarımlarının, fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji destekli öğretime yönelik direnç davranışları ve öğretme-öğrenme süreçleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu söylemişlerdir. Araştırmadan elde edilen veriler incelendiğinde, LEGO robotik tasarımı yapan öğretmen adaylarının, teknoloji destekli öğretim uygulamalarına istekli ve gönüllü katılım sağladıkları, direnç davranışlarının olumlu yönde değiştiği görülmüştür. Çalışma kapsamında geliştirilen projelerin videoları, “Arduino Robotik Klübü” isimli youtube kanalına eklenmiştir.

5.3. Öneriler

- Okullarda, robotik STEM etkinliklerinin yapıldığı sınıf ortamının robotik tasarımlar ve kodlama çalışmalarının daha işlevsel olarak uygulanabileceği; geniş yüzeyli masaların bulunduğu, bilgisayar ve internet teknolojileri bakımından güncel sistemlerle donatılmış, robotik kitler ve malzemelerce zengin, elektrik donanımı olan, tasarımların ve Arduino robotik malzemelerinin saklanabileceği dolapların olduğu STEM dersliği, atölyesi veya laboratuvarlarının kurulması gerekmektedir.
- Fen bilgisi, fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarına yönelik, Arduino tabanlı STEM robotik uygulamalarını temel alan ileri düzeyde bilgi ve beceri kazandırılması amacıyla, hizmet içi robotik STEM eğitim, seminer, atölyele vb. düzenlenmelidir.

- Eğitim fakültelerindeki tüm bölümlerinin öğretim programlarına, “Kodlama ve Robotik” dersleri zorunlu ve/veya seçmeli dersler olarak konulmalıdır.
- Robotik STEM’in, okul öncesinden yükseköğrenime kadar eğitimin her kademesinde öğretilmesinin gerekliliği günümüzde artık yadsanamadığından, öğrencilere yönelik temel ve ileri düzeyde robotik kurs, etkinlik, kamp, seminer, proje, yarışma vb. daha fazla yaygınlaştırılması gerekmektedir.
- Arduino ve robotik STEM çoğunlukla fizik konularının öğretiminde daha çok tercih edilmektedir. Robotik teknolojilerin ve kodlama etkinliklerinin temel bilimler, mühendislik, fen bilimleri alanları dışında sosyal bilimlerde de kullanılmasına yönelik araştırmalar arttırılmalıdır.
- Robotik STEM’in fen bilimlerinde teknolojiye yönelik direnç öğretiminde teknoloji davranışlar üzerine etkisinin araştırılmasına yönelik daha çok araştırma yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Apple , M. (1971). The hidden curriculum and the nature of conflict. *Interchange*, 2, 27-40. <https://link.springer.com/article/10.1007/bf02287080> adresinden alındı
- Brookfield , S. (1990). *The skillful teacher (third edition)*. San Fransisco: Jossey- Bass .
- Spaulding, A. M. (1995, April 18-22,). A Qualitative case study of teacher-student micropolitical interaction: the strategies, goals, and consequences of student resistance [Paper presentation]. *American Educational Research Association Annual Conference San Francisco, CA.* <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED388622.pdf> adresinden alındı
- Akarsu, M., Akçay, N. O., & Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*(Özel Sayı), 155-175.
- Akdeniz, A. R. (2015). Problem çözme bilimsel süreç ve proje yönteminin fen eğitiminde kullanımı. S. Çepni (Dü.) içinde, *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi içinde* (s. 12 bs., 221-248). Pegem Akademi.
- Akgündüz, D., & Ertepinar, H. (Dü). (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. Scala Basım Yayım. doi:<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1980.0801>
- Alakuş, F. (2019). *Lise Genel Fizik II Deneylerinin Arduinoyla Yapılmasının Öğrenmeye Katkısı*. (Tez No. 565469) [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Alpert, B. (1991). Students' resistance in the classroom. *Anthropology & Education Quarterly*, 22(4), 350 - 366. doi:<https://doi.org/10.1525/aeq.1991.22.4.05x1193w>

- Altıparmak Karakuş, M. (2016, 31 Mayıs-3 Haziran). Biyolojinin interdisipliner öğretimi: sinir hücresi fizyolojisinin fizik kuram ve teorileriyle yorumlanması [Sözlü sunum]. *IIIrd International Eurasian Educational Research Congress, Muğla*. https://ejercongress.org/pdf/bildirikitabi2016_ejer.pdf adresinden alındı
- Anagün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z., & Yaşar, S. (2016). Öğretmen adaylarına yönelik 21. yüzyıl becerileri yeterlilik algıları ölçeğinin geliştirilmesi: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2016(40), s. 160-175. doi:<https://doi.org/10.9779/PUJE768>
- Anjur, S. (2015). Using heart models for physiology teaching and learning. *Spectrum*, 40(3), 33-37.
- Argon, T., & Gültekin, G. S. (2016). Pedagogical formation students' resistance behaviors towards teaching-learning processes and their moral maturity. *Universal Journal of Educational Research*, 4(12A), s. 16-21. doi:<https://doi.org/10.13189/ujer.2016.041303>
- Bagiati, A., & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: the teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112-128.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86. doi:<https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655648>
- Bampasidis, G., Piperidis, D., Troumpetari, C., & Poutos, P. (2021). Hydrobots, an underwater robotics STEM project: introduction of engineering design process in secondary education. *Advances in Engineering Education*, 9(1), s. 1-24.
- Baran, E., Bilici, S. C., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning-and approach to medical education*. Newyork: Springer Publishing Co. <https://books.google.com.tr>.
- Başar, H. (2001). *Sınıf yönetimi (5.baskı)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık. .

- Başaran, B. (2018). *Arduino'nun elektrik deneylerine entegre edilmesinin ve deney raporlarının poster şeklinde hazırlanmasının, fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarlarına, teknolojiye ve bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi*. (Tez No. 494788) [Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi] YÖK Uusal Tez Merkezi.
- Başarmak, U., Uluay, G., & Polat, D. (2021). Views of pre-service teachers in different disciplines about coding with arduino. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(2), s. 1-14. doi:<https://doi.org/10.52380/mojet.2021.9.2.195>
- Başbay, M. (2011). Proje tabanlı öğrenme. Ö. Demirel (Dü.) içinde, *Eğitimde yeni yönelimler* (s. 67-79). Pegem Akademi.
- Başkurt, B. (2019). *Robotik Kodlama Etkinlik Kitabı*. (E-Kitap). <https://www.urfastem.gov.tr/kitaplar/Robotik%20kodlama%20etkinlik%20kitab%C4%B1.pdf> adresinden alındı
- Bell, C. (2014). *Beginning sensor networks with arduino and raspberry pi*. Apress. <https://books.google.com.tr>.
- Benitti, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(2011), s. 978-988. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Benyeogor, M. S., Olakanmi, O. O., Nnoli, K. P., & Gwani, M. C. (2021). Edu-Rover: application of unmanned vehicle systems for robotics and STEM education in nigeria. *EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies*, 8(26), s. 1-10. doi:<https://doi.org/10.4108/eai.17-2-2021.168719>
- Bers , M. (2010). The tangiblek robotics program: applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research and Practice*, 72(2), 1-20.
- Burroughs, N. F. (2007). A reinvestigation of the relationship of teacher nonverbal immediacy and student compliance-resistance with learning. *Communication Education*, 56(4), s. 453-475. doi:<https://doi.org/10.1080/03634520701530896>
- Burroughs, N. F., Kearney, P., & Plax, T. G. (1978). Compliance-resistance in the college classroom. *Communication Education*, 38(3), 214-229. doi:<https://doi.org/10.1080/03634528909378758>

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi Yayıncılık. doi:<https://doi.org/10.14527/9789944919289>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Cameron, R. G. (2005). *Mindstorms robolab: developing science concepts during a problem-based learning club*. [Master's thesis, University of Toronte] ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Canoğulları, E., & Sarı, M. (2015). Öğretmenlerin okullarındaki öğrenci direnç davranışlarına ilişkin algılarının incelenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 5(2), 219-232. doi:<https://doi.org/10.24289/ijsser.541120>
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Chou, P. N. (2018). Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: evidence from arduino-based educational robotics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), em1600. doi:<https://doi.org/10.29333/ejmste/93483>
- Corlu, M. A., & Aydin, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), s. 20-29. doi:<https://doi.org/10.18404/ijemst.35021>
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(71), 74-85.
- Cuperman, D., & Verner, I. (2015). Fostering analogical reasoning and design skills through creating bio-inspired robotic models. *CIRP 25th Design Conference Innovative Product Creation*, 36(2015), 285-290. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.01.006>

- Cuperman, D., & Verner, I. M. (2013). Learning through creating robotic models of biological systems. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(4), 849-866. doi:<https://doi.org/10.1007/s10798-013-9235-y>
- Çakmak, Ö., & Hevedanlı, M. (2004,6-9 Temmuz). Biyoloji öğretmen adaylarının kaygılarını etkileyen etmenler [Sözlü sunum]. *XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, Malatya*. <https://docplayer.biz.tr/43470674-Biyoloji-ogretmen-adaylarinin-kaygilarini-etkileyen-etmenler.html> adresinden alındı
- Çepni, S. (Dü.). (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*. Pegem Akademi. doi:<https://doi.org/10.14527/9786052410561>
- Çolakoğlu, M., & Gökben, A. G. (2017). Türkiye’de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 46-69.
- Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamaları*. Pusula Yayıncılık ve İletişim.
- Çömek, A., & Avcı, B. (2016). Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri. A. M. Ger (Dü.), “Yükseköğrenim Üzerine” 104 Uluslararası Yükseköğretimde Yeni Eğilimler Kongresi: Değişime Ayak Uydurmak Bildiriler Kitabı içinde (s. 104-116). İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Çukurbaşı, B., & Kıyıcı, M. (2017). An investigation of the effects of problem-based learning activities supported via flipped classroom and lego-logo practices on the success and motivation of high school students. *International Online Journal of Educational Sciences*, 9(1), 191-206. doi:<https://doi.org/10.15345/iojes.2017.01.013>
- Dass, P. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*, 1(1), 5-12. <https://www.learntechlib.org/p/209587/> adresinden alındı
- Delebe, E. (2017). *Kod blokları ile Arduino*. Kodlab.
- Demir, U. (2016). *Arduino Programlama Kitabı: Bir parça kod!* (E-Kitap). <https://ugrdmr.files.wordpress.com/2016/02/arduinoprogramlamakitabi.pdf> adresinden alındı

- Doerschuk, P., Bahrim, C., Daniel, J., Kruger, J., Mann, J., & Martin, C. (2016). Closing the gaps and filling the STEM pipeline: a multidisciplinary approach . *J Sci Educ Technol*, 25, 682-695. doi:<https://doi.org/10.1007/s10956-016-9622-8>
- Dökmetaş, G. (2016). *Arduino eğitim kitabı*. Dikeyksen Yayıncılık.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. [Paper presentation] *5th International Conference Robotics in Education*, (s. 27-34). Padova (Italy).
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. [Paper presentation] *Robotics and Autonomous Systems*, (s. 692-699). doi:<https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.05.013>
- Eker, C., Elekoğlu, A. A., Kamar, P., & Kamar, M. (2019). Ortaokul öğretmenlerinin 21. yüzyıl becerilerine yönelik yeterlik algılarının incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(20), 26-37. doi:<https://doi.org/10.29228/INESJOURNAL.37804>
- Ergin, A. Z. (2020). *Okul öncesi öğretmen adaylarının kodlama becerileri ve kodlamaya ilişkin görüşleri*. (Tez No. 653567) [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Eroğlu, M. (2012). *Öğretmen adaylarının öğretmenlik meslek bilgisi derslerine yönelik direnç davranışları* (Tez No.323359) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Ersoy, H., Madran, R. O., & Gülbahar, Y. (2011, 2- 4 Şubat). Programlama dilleri öğretimine bir model önerisi: robot programlama [Sözlü sunum]. *Akademik Bilişim'11 - XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, İnönü Üniversitesi Malatya*, (s. 731-736). ocak 10, 2023 tarihinde <https://ab.org.tr/ab11/bildiri/145.pdf> adresinden alındı
- Fan, S.-C., & Yu, K.-C. (2016). Core value and implementation of the science, technology, engineering, and mathematics curriculum in technology education. *Journal of Research in Education Sciences*, 61(2), 153-183. doi:[https://doi.org/10.6209/JORIES.2016.61\(2\).06](https://doi.org/10.6209/JORIES.2016.61(2).06)

- Galadima, A. A. (2014, 29 September-01 October). Arduino as a learning tool [Paper presentation]. *11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO)*. Abuja, Nijerya. doi:<https://doi.org/10.1109/ICECCO.2014.6997577>
- Giroux, H. A. (1983). Theories of reproduction and resistance in the new sociology of education: a critical analysis. *Harvard Educational Review*, 53(3), 257-293.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: a primer . *Prepared for Members and Committees of Congress* .
- Güney, H., & Bulut, A. S. (2016). Entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), s. 654-669.
- Günüç, S., Odabaşı, H. F., & Kuzu, A. (2013). 21. Yüzyıl öğrenci özelliklerinin öğretmen adayları tarafından tanımlanması: bir twitter uygulaması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), s. 436-455.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: the impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1089-1113. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International journal of science education*, 22(9), 1011-1026.
- Haugwitz, M., & Sandmann, A. (2010). Collaborative modelling of the vascular system - designing and evaluating a new learning methodfor secondary students. *Journal of Biological Education*, 44(3), s. 136-140. doi:<https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656210>
- Hertzog, P. E., & Swart, A. J. (10-13 April 2016). Arduino - Enabling engineering students to obtain academic success in a design-based module. [Paper presentation] *IEEE Global Engineering Education Conference*. Abu Dhabi.
- Hsieh, P., Cho , Y., Liu , M., & Schallert, D. L. (2008). Examining the interplay between middle schol students achievement goals and self-efficacy in a

- technology-enhanced learning environment. *American Secondary Education*, 36(3), 33-50.
<https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=d7ab9222-3f90-46f8-a25b-332121f57268%40redis adresinden alındı>
- Hsieh, P., Cho, Y., Liu, M., & Schallert, D. (2008). Examining the interplay between middle school students' achievement goals and self-efficacy in a technology-enhanced learning environment. *American Secondary Education*, 36(3), 33-51.
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., & Hammer, D. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. *National Center for Engineering and Technology Education*, s. 8-13.
- Hyunjin, C. (2021). A study on the SW coding education method using arduino in the age of internet of things. *6th International Conference on Design Engineering and Science*, 1875(1), s. 1-6. doi:<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1875/1/012016>
- Jaimie, S., & Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers*.
<https://eric.ed.gov/?id=ED443172>.
- Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L., & Guerra, F. A. (2013). A Low-cost and simple arduino-based educational robotics kit. *Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC)*, 3(12), 1-7.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 185-192.
- Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015, June). A review: Can robots reshape K-12 STEM education?. In 2015 IEEE international workshop on Advanced robotics and its social impacts (ARSO) (pp. 1-8) IEEE.
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7428217> adresinden alındı
- Kearney, P., Plax, T. G., & Burroughs, N. F. (2009). An attributional analysis of college students' resistance decisions. *Communication Education*, 40(4), s. 325-342.
doi:<https://doi.org/10.1080/03634529109378858>

- Kırıkkaya, E. B., & Başaran, B. (2017). Fizik laboratuvarında gerçekleştirilen elektrik deneylerinin arduino programı ile yeniden düzenlenmesi. *IV. International Eurasian Educational Research Congress /EJER Bildiriler Kitabı içinde* (s. 351-356). Pamukkale Üniversitesi.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.
- Konokman, G. Y. (2015). *Araştırma temelli öğrenme yaklaşımına dayalı dijital öykü oluşturma öğretmen adaylarının direnç davranışlarına ve öğrenme yaklaşımlarına etkisi*. (Tez No. 388949) [Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Konokman, G. Y., & Çukurbaşı, B. (2019). Effects of designing LEGO robotics instructional practices on the prospective science teachers' resistive behaviors towards technology supported instruction. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 7(3), s. 57-71. doi:<https://doi.org/10.17220/mojet.2019.03.005>
- Koparan, E. T., Yüksel, B., & Koparan, T. (2021). Arduino ile programlamanın öğrencilerin fen bilimlerine yönelik başarı, öz yeterlilik ve tutumlarına etkisi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 11(1), s. 118-127. doi:<https://doi.org/10.5961/jhes.2021.434>
- Lai, C.-S. (2018). Using Inquiry-based strategies for enhancing students' STEM education learning. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 4(1), s. 110-117. doi:<https://doi.org/10.21891/jeseh.389740>
- Lee, C. I., & Tsai, F. Y. (2004). Internet project based learning environment: the effects of thinking styles on learning transfer. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(1), 31-39.
- Lou , S. J., Shih , R. C., Ray Diez , C., & Hung, K. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *Int J Technol Des Education*, 21, 195–215. doi:<https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114->

- Marulcu, İ., & Sungur, K. (2012). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna Bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), s. 13-23.
- McFarland, D. A. (2001). Student resistance: how the formal and informal organization of classrooms facilitate everyday forms of student defiance. *American journal of sociology*, 107(3), 612-678. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/338779> adresinden alındı
- MEB. (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Meço, G. (2021). *Arduino ile desteklenmiş fen, mühendislik, matematik, teknoloji eğitimi: vücudumuzdaki sistemler*. (Tez No. 689542) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary students' perceptions of assessments in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 219-227.
- Miles, R. D. (2005). *Student resistance in the classroom: Effective prevention and intervention strategies for non-compliant and disruptive students (K-6)*. Chapin: YouthLigh, Inc.
- Murat, A. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerileri yeterlik algıları ile STEM'E yönelik tutumlarının incelenmesi*. (Tez no. 515427)[Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Norzaidi, M. D., & Salwani, M. I. (2009). Evaluating technology resistance and technology satisfaction on students' performance. *Campus-Wide Information Systems*, 26(4), s. 298-312. doi:<https://doi.org/10.1108/10650740910984637>
- Ntemngwa, C., & Oliver, J. S. (2018). The implementation of integrated science technology, engineering and mathematics (STEM) instruction using robotics in the middle school science classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(1), 12-40. doi:<https://doi.org/10.18404/ijemst.380617>

- Ocak, M. A. (2018). Where does arduino's power come from?: An extended literature review. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 3(1), s. 21-34.
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), s. 334-351. doi:<https://doi.org/10.24315/trkefd.331579>
- Özdemirci, E., Ersin, Ç., & Canal, M. R. (2017). Arduino Uno uygulama setinin gerçekleştirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*(1), 127-133.
- Özgür, S. (2013). The persistence of misconceptions about the human blood circulatory system among students in different grade levels. *International Journal of Environmental & Science Education*, 8(2), 255-268. doi:<https://doi.org/10.12973/ijese.2013.206a>
- Priana, Z. I., Megananda, A., Rizky, M., Kurniasih, D., & Okyranida, I. O. (2021). Manekin pintar sebagai alat peraga anatomi manusia untuk anak penyandang tunanetra dan tunagrahita berbasis arduino. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 2(1), s. 67-72. doi:<https://doi.org/10.30998/sch.v2i1.4589>
- Prima, E. C., Oktaviani, T. D., & Sholihin, H. (2018). STEM learning on electricity using arduino-phet based experiment to improve 8th grade students' STEM literacy. *4th International Seminar of Mathematics, Science and Computer Science Education*, 1-5. doi:<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012030>
- Reiner, M. (2009). Sensory cues, visualization and physics learning. *International Journal of Science Education*, 32(3), 343-364. doi:<https://doi.org/10.1080/09500690802595789>
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 500-529. doi:<https://doi.org/10.1002/tea.20144>
- Sadi, Ö., & Çakıroğlu, J. (2010). Effects of 5E learning cycle on students' human circulatory system achievement. *Journal of Applied Biological Sciences*, 4(3), s. 63-67.

- Sanchez, I., Neriz, L., & Ramis, F. (2008). Design and application of learning environments based on integrative problems. *European Journal of Engineering Education*, 33(4), 445-452.
- Sarı, U., & Yazıcı, Y. Y. (2020). Pre-service teachers' views on STEM education and Arduino practices. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(2), s. 246-261. doi:<https://doi.org/10.33710/sduijes.701220>
- Sarı, U., & Yazıcı, Y. Y. (2020). STEM eğitimi ve arduino uygulamaları hakkında öğretmen adaylarının görüşleri. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(2), 246-261.
- Seidel, S. B., & Tanner, K. D. (2013). Feature approaches to biology teaching and learning. *CBE—Life Sciences Education*, 12, s. 586-595.
- Sen, C., Ay, Z. S., & Kiray, S. A. (2021). Computational thinking skills of gifted and talented students in integrated STEM activities based on the engineering design process: the case of robotics and 3d robot modeling. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100931.
- Sever, D., & Güven, M. (2014). İlköğretim fen ve teknoloji dersinde araştırma temelli öğrenme yaklaşımının öğrenci dirençlerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1583-1605.
- Shih, R.-C., Lou, S.-J., Diez, C. R., & Tseng, K.-H. (2010). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *Int J Technol Des Educ*, 2011(21), 195-215. doi:<https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8>
- Sinap, V., & Demirer, V. (2022). Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik arduino etkinliklerinin kullanılması: bir eylem araştırması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 12(2), s. 351-376.
- Strawhacker, A., & Bers, M. U. (2015). “I want my robot to look for food”: comparing kindergartner’s programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, 25, 293-319. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-014-9287-7> adresinden alındı

- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325-346.
- Sun, A. (1995). "Development and factor analysis of the student resistance to schooling inventory". *Educational and Psychological Measurement.*, 55(5), 841- 849. <https://eric.ed.gov/?id=EJ514254> adresinden alındı
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322. doi:<https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876>
- Tan, W. L., Venema, S., & Gonzalez, R. (2017, 11-13 December). Using arduino to teach programming to first-year computer science students [Paper presentation]. *International Association for Development of the Information Society, Paper presented at the International Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference on Educational Technologies, Sydney, Australia*, (s. 98-104). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED579291.pdf> adresinden alındı
- Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. (Publication No. 3625770) [Doctoral dissertation, University of Nevada]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- 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 (AKEF)*, 1(2), s. 121-138.
- Tüsiad. (2014). *STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. İstanbul. <https://tusiad.org>.
- Ülger, K., & İmer, Z. (2013). Probleme dayalı öğrenme (pdö) yaklaşımının öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 382-392.
- Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-25.

- Wang, H.-H. (2012). *A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. (Publication No. 3494678) [Doctoral dissertation, The University Of Minnesota]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Washer, P. (2007). Revisiting key skills: a practical framework for higher education, quality in higher education. *Quality in Higher Education*, 13(1), 57-67. doi:<https://doi.org/10.1080/13538320701272755>
- WEF. (2016b). New vision for education: fostering social and emotional learning through technology. *Creative Education*, 9(2), 1-36. http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education.pdf adresinden alındı
- Wei, C.-W., Hung, I.-C., Lee, L., & Chen, N.-S. (2011). A joyful classroom learning system with robot learning companion for children to learn mathematics multiplication. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 11-23.
- Winkler, B. S. (1984). Theory and resistance in education. *A Pedagogy for The Opposition*, 2, s. 197- 204.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *GEFAD / GUJGEF*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, M. T. (2020). *Sinir sisteminin öğretiminde FeTeMM tabanlı arduino robotik etkinliklerinin akademik başarı ve mühendislik tasarım süreci üzerine etkileri*. (Tez No. 641677) [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Yukselturk, E., & Altıok, S. (2017). An investigation of the effects of programming with Scratch on the preservice IT teachers' self-efficacy perceptions and attitudes towards computer programming. *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 789-801. doi:<https://doi.org/10.1111/bjet.12453>

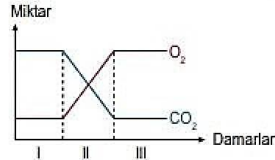
- Yüksel, S. (2004b). Eğitim fakültesi öğrencilerinin öğretme-öğrenme süreçlerine yönelik direnç davranışları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), s. 341-354.
- Yüksel, S. (2006). The role of hidden curricula on the resistance behavior of undergraduate students in psychological counseling and guidance at a turkish university. *Asia Pacific Education Review*, 7(1), 94-107.
- Zachariadou, K., Yiasemides, K., & Trougakos, N. (2012). A low-cost computer-controlled Arduino-based educational laboratory system for teaching the fundamentals of photovoltaic cells. *European Journal of Physics*, 33(2012), 1599-1610. doi:<https://doi.org/10.1088/0143-0807/33/6/1599>
- Zengin, M. (2016). Opinions on the use of robotic systems in the Interdisciplinary education and training of primary, secondary and high school students. *Journal of Gifted Education Research*, 4(2), s. 48-70.
- Zollaman, A. (2012.). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School science and mathematics*, 112(1.), 12-19.

EKLER

Ek1. Erişi Testi

1.

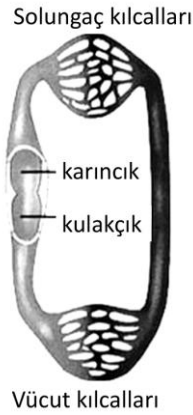
Aşağıdaki grafikte akciğerden geçmekte olan kanın oksijen ve karbondioksit miktarlarında meydana gelen değişim gösterilmiştir.



Buna göre, grafikte I, II ve III nolu damarların isimleri hangi seçenekte doğru verilmiştir?

	I	II	III
A)	Toplardamar	Kılcaldamar	Atardamar
B)	Atardamar	Kılcaldamar	Toplardamar
C)	Kılcaldamar	Toplardamar	Atardamar
D)	Atardamar	Toplardamar	Kılcaldamar
E)	Toplardamar	Atardamar	Kılcaldamar

2.

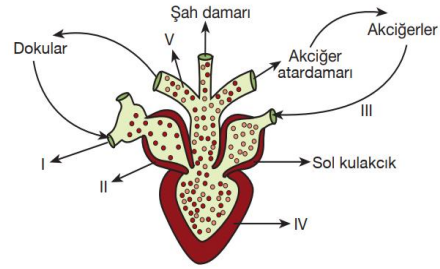


Balıkların dolaşım sistemi için,
I. İki odacıklı kalp yapısına sahiptirler.
II. Solunum organında temizlenen kan dokulara gider.
III. Küçük kan dolaşımı yoktur.
verilenlerden hangileri söylenebilir?

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

3.

Kurbağaların kalp yapısı ve ilgili kısımları şekilde verilmiştir.



Buna göre aşağıdakilerde hangisi **yanlıştır**?

- A) I nolu damar kirli kan taşır.
B) II nolu kısım sağ kulakçık, olup kirli kan taşır.
C) III nolu kısım akciğer toplardamarı olup temiz kan taşır.
D) IV nolu kısım karıncıktır, karışık kan taşır.
E) V nolu kısım aort atardamarıdır, temiz kan taşır.

4.

Kalbin yapısında bulunan tabakalar,
I. Perikard
II. Miyokard
III. Endokard
şeklinde olduğuna göre, bu tabakaların dıştan içe doğru sıralanışı nasıl olmalıdır?

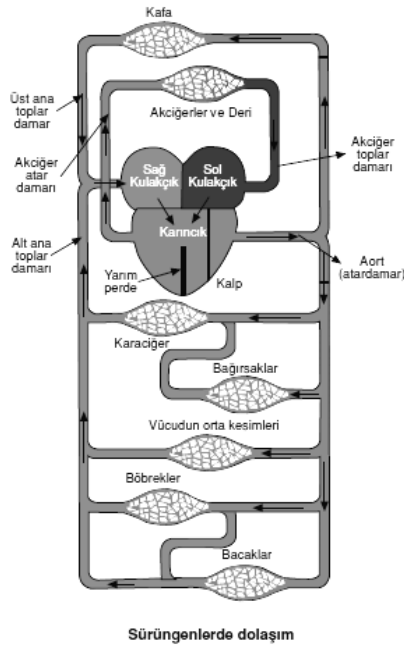
- A) I – II – III
B) I – III – II
C) II – I – III
D) II – III – I
E) III – II – I

5.

Aşağıdaki durumların hangisinde insan kalbinin atış hızında düşüş olması beklenir?

- A) Kandaki adrenalin hormonu seviyesi arttığında.
B) Kandaki karbondioksit miktarı arttığında
C) Kandaki tiroksin hormonu seviyesi arttığında
D) Vücut sıcaklığı arttığında
E) Kalbe etki eden asetilkolin miktarı arttığında

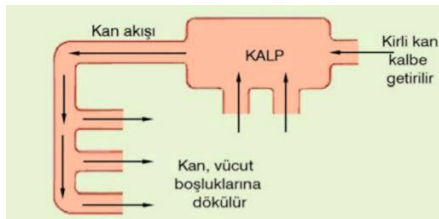
6.



Sürüngeilerdeki dolaşım sistemi için,
 I. Kalplerinin üç odacıklı olması ve karıncığın yarım perdeli zar içermesi
 II. Temiz ve kirli kanın kalpte karışması
 III. Akciğerden kalbe gelen kanın temiz olması
 verilenlerden hangileri bütün sürüngeilerde ortak olarak gözlenir?

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

7.

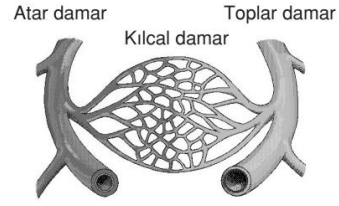


Açık kan dolaşımına sahip bütün canlılar için,
 I. Atar damar içirme
 II. Omurgasızlar şubesinde yer alma
 III. Trake solunumu yapma
 verilenlerden hangileri ortak özelliklerdir?

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

8.

Kan damarları şematik olarak verilmiştir.



Buna göre,

I. Düz kas içermek
 II. Epitel örtü içermek
 III. Organlara kan götürme
 verilenlerden hangileri bütün kan damarları için ortakdır?

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

9.

Bir kalp döngüsünde 0.15 sn kulakçıklar kasılırken 0.30 sn karıncıklar kasılmakta 0.40 sn ise hem kulakçıklar hem de karıncıklar dinlenme modundadır. Kulakçıklar kasılırken karıncıklar gevşer. Karıncıklar kasılırken kulakçıklar gevşer. Dinlenme durumunda ise hem kulakçık hem de karıncık gevşer.

Buna göre 0.85 sn süren bir kalp dönüşünde kulakçıklar kaç saniye gevşek durumdadır?

- A) 0.1 sn B) 0.30 sn C) 0.70 sn
 D) 0.40 sn E) 0.45 sn

10.

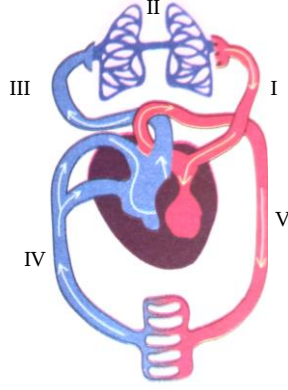
Kalbe gelen bir uyarının karıncıkları kasabilmesi için uyarının;

I. Purkinje sistemi
 II. Atrio – ventriküler düğüm
 III. His demeti
 verilen yapılardan hangi sıraya göre geçmesi gerekir?

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

11.

Kan dolaşım sistemine ait bazı kan damarları şemada numaralarla gösterilmiştir.

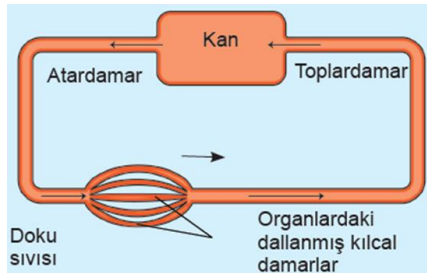


Numaralarla ilgili;

- I. Küçük kan dolaşımı I, II ve III numaralı damarlar arasında gerçekleşir.
 - II. Büyük kan dolaşımı kalp ve dokular arasında IV, V ve VI numaralı damarlar ile gerçekleşir.
 - III. II ve IV numaralı damarlar kan ile doku sıvısı arasında madde alışverişi yaparlar.
 - IV. $\text{Hb} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{HbO}_2$ tepkimesi II nolu damarda gerçekleşir.
- İfadelerinden hangileri **doğrudur**?

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

12.

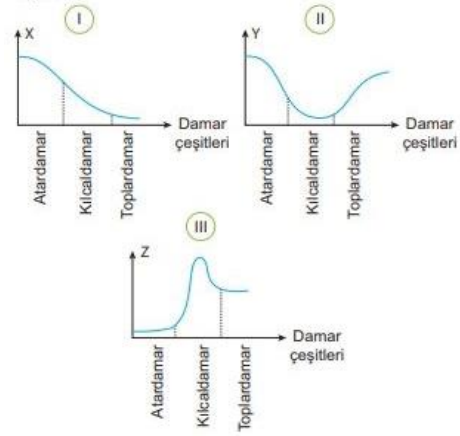


Yukarıdaki gibi kapalı kan dolaşımına sahip bütün omurgalılar için aşağıdakilerden hangisi ortak özelliktir?

- A) Deri solunumu yapma
- B) İç döllenme
- C) Kan 1 tam dolaşımında kalpten 2 kez geçer.
- D) Kılcal damar içermeme
- E) Kalp, kulakçık ve karıncık olmak üzere iki odacıklıdır.

13.

Aşağıdaki grafiklerde insanda bulunan damar çeşitlerinde X, Y ve Z ile gösterilen özelliklerin değişimi gösterilmiştir.



Buna göre; X, Y ve Z değişkenleri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?

I	II	III
A) Kan basıncı	Kanın akış hızı	Toplam damar çapı
B) Kan basıncı	Toplam damar çapı	Kanın akış hızı
C) Kanın akış hızı	Toplam damar çapı	Kan basıncı
D) Toplam damar çapı	Kan basıncı	Kanın akış hızı
E) Kanın akış hızı	Kan basıncı	Toplam damar çapı

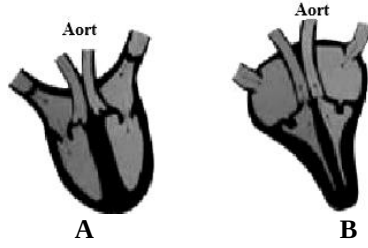
14.

Aşağıdakilerden hangisi kan dokunun görevlerinden **değildir**?

- A) Solunum gazlarını taşır.
- B) Sindirim enzimlerini taşır.
- C) Hormonları hedef organlara taşır.
- D) Vücut ısısının düzenlenmesinde görev alır.
- E) Vücut iç dengesinin kararlı kalmasını sağlar.

15.

Aşağıdaki kalp şeklinde kulakçık ve karıncıklardaki kan doluluk durumları verilmiştir.



A durumundaki kalbin B durumuna geçişinde;

- I. Kulakçıklar kasılarak sistol durumuna geçer.
 - II. Karıncıklar gevşeyerek diastol durumuna geçer.
 - III. Biküspit ve triküspit kapakçıklar açılır.
 - IV. Yarım ay kapakçıkları açılmıştır.
- yukarıda verilenlerden hangileri gerçekleşir?

16.

Kulakçıklara sinoatrial düğüm üzerinden gelen sistol uyarısından sonra,

- I. Triküspidal kapaklarının açılması
 - II. Akciğer atar damarındaki yarım ay kapağının kapanması
 - III. Karıncıkların gevşemesi
- yukarıda verilen değişmeler hangi sıraya göre gerçekleşir?

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

17.

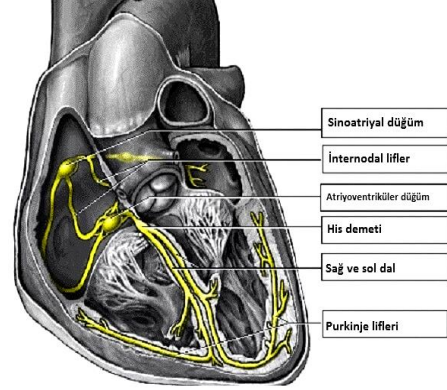
Aşağıda, bir insanın dolaşım sisteminde yer alan bazı damarlar ve kalbin kısımları karışık olarak verilmiştir.

1. Sağ kulakçık
2. Akciğer atardamarı
3. Sağ karıncık
4. Akciğer toplardamarı
5. Aort atardamarı
6. Sol karıncık
7. Sol kulakçık

Buna göre, üst ana toplardamar içinde bulunan işaretli bir alyuvanın yukarıdaki yapılardan geçme sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) 7-6-2-4-3-1-5
- B) 7-6-4-2-5-3-1
- C) 1-3-4-2-6-7-5
- D) 1-3-2-4-7-6-5
- E) 7-6-4-2-1-3-5

18.



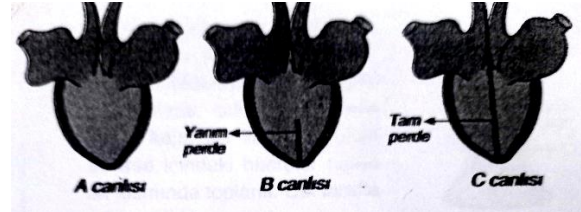
Yukarıda kalbin çalışmasında etkili yapılar gösterilmiştir.

Bu yapılarla ilgili olarak hangileri doğrudur?

- I. SA(sinoatrial) düğümü, sinirsel uyarı almasa bile uyarı üreterek uzun süre kalbin çalışmasını sağlar.
- II. AV(atrioventriküler) düğüm uyarılmasıyla impuls, his demeti ve purkinje lifleriyle karıncıklara dağılır. Böylece karıncıklar kasılır.
- III. Omurilik soğanından gelen uyarılar AV uyarak karıncıkların kasılmasını(sistol) sağlarken kulakçıkların gevşemesine(diasistol) neden olur.

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

19.



Yukarıdaki kalpler üç farklı omurgalı canlıya aittir.

Bu canlılarla ilgili olarak aşağıdaki yorumlardan hangisi yapılamaz?

- A) A ve B canlıları soğukkanlıdır.
- B) A canlısı deri solunumu yapar.
- C) Üçünde de akciğer solunumu görülür.
- D) A canlısında açık dolaşım, B ve C canlılarında kapalı dolaşım görülür.
- E) C canlısının süt bezi olabilir.

20.

Kılcal damarlardaki kanın akış hızının yavaş olmasının dokulara sağladığı yarar nedir?

- A) Hücrelerin sıvı kaybını önlemek.
- B) Kan proteinlerinin doku sıvısına geçişini önlemek.
- C) Kan ile doku sıvısı arasındaki madde iletimini yeterince gerçekleştirebilmek.
- D) Kanın damarlarda hareketini kolaylaştırmak.
- E) Hücrelerin artıklarını doku sıvısına vermelerini sağlamak.

21.

Bir kurbağa kalbi, uygun bir besin çözeltisi içine konulursa kalp çalışmasını sürdürür. Bu durum nasıl açıklanır?

- A) Kurbağa yüreği, çözeltinin uyarısı sonucu çalışır.
- B) Kalp dıştan bir uyarılma olmadan kendiliğinden çalışabilir.
- C) Kurbağa kalbi dışında bütün canlı kalpleri dış uyarmalarla çalışır.
- D) Kalbin çalışması herhangi bir çözelti içinde sağlanır.
- E) Kalbin önce kulakçıkları, sonra karıncıkları kasılır.

22.

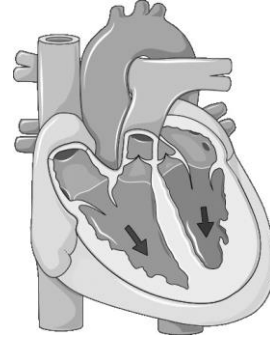
İnsanda kalbin çalışması ile ilgili,

- I. Kulakçıkların kasılması ile kan karıncıklara boşaltılır.
- II. Karıncıkların kasılmasıyla kan vücuda ve akciğere pompalanır.
- III. Kulakçıkların kasılmasını sağlayan düğüm atroventriküler (AV) düğümüdür.
- IV. Bir kalp ritminde karıncıkların kasılması 0.45sn sürer.

İfadelerinden hangileri **yanlıştır**?

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

23.



İnsan kalbinin şematik olarak gösterildiği yukarıdaki şekilde kulakçıkların kasılması sırasında,

- I. Kulakçıklar gevşeme durumuna geçer.
- II. Kulakçıklardaki kan karıncığa geçer.
- III. Kulakçık ile karıncık arasındaki triküspit ve biküspit kapakçıklar açılır.

olaylarından hangileri gerçekleşir?

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

24.

İnsan kalbinin yapısını ve çalışmasını öğrenmiş olan bir öğrenci, aşağıdakilerden hangisinin **yanlış** olduğunu ifade edecektir?

- A) Dinlenmekte olan bir insanın kalp kası hücreleri, kasıldığı süreden daha fazla bir süre gevşemiş durumda bulunur.
- B) Kalple bağlantılı atardamarların, kalple birleştikleri yerde tek yönlü açılıp kapanan kapakçıklar vardır.
- C) Biküspit ve triküspit kapakçıklar, sinirsel uyarılarla açılıp kapanmaktadır.
- D) Kulakçıklara dolan kan, karıncıklar kasılı durumda değilse karıncıkların içerisine akacaktır.
- E) Kalp kası, kendisinin ürettiği impulsar sayesinde ritmik çalışmasına karşın sinirsel uyarılarla çalışma hızı değiştirilebilmektedir.

25.

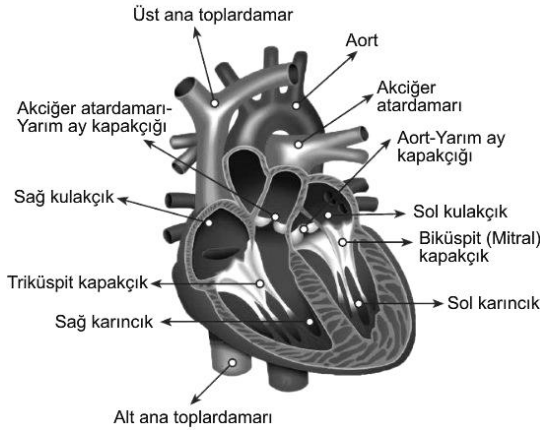
- I. Kanın, damar duvarına yaptığı basıncıdır.
- II. Koroner damarlarda oluşan tıkanıklık sonucu ortaya çıkan durumdur.
- III. Hücreler arası sıvıda madde birikmesine bağlı olarak sıvı birikmesidir.
- IV. Mikroorganizmalar tarafından enfekte edilmiş dokularda iltihaplanmanın ortaya çıkması.

Yukarıda dolaşım sistemi ile ilgili verilen tanımlar seçeneklerle eşleştirildiğinde hangi kavram açıkta kalır?

- A) Yangısal tepki B) Kalp krizi C) Tansiyon
- D) Antikor E) Ödem

26.

Aşağıdaki şekilde bir insan kalbinin anatomisi gösterilmiştir.



Kalbin yapısı ve özellikleri ile ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangisi **yanlıştır**?

- A) Karıncık ve kulakçıklar aynı anda kasılamaz ama aynı anda gevşeyebilir.
- B) Triküspit ve biküspit kapakçıklar karıncık geri kasılması sırasında kapanarak kanın kulakçıklara dönmesini engeller.
- C) Yarım ay kapakçıkları, akciğer atardamarı ve aorta geçen kanın karıncıklara geri dönmesini engeller.
- D) Kalbin endokard tabakasında bulunan kılcal damarlar kalbin miyokard tabakasındaki kasların beslenmesini sağlar.
- E) Karıncıklardaki kas kütlesi, kulakçıklardan daha fazladır.

27.

Kalbin ritmik kasılıp gevşemesinde gerçekleşen;

- I. His demetlerinin uyarılması,
 - II. Sinoatrial düğümün uyarılması
 - III. Karıncıkların kasılması,
 - IV. Atrioventriküler düğümün uyarılması,
 - V. Kulakçıkların kasılması
- Olayların sırası hangi seçenekte doğru verilmiştir?

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

28.

Kalbi besin ve oksijen bakımından besleyen damar aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Aort atar damar
- B) Koroner damarlar
- C) Akciğer atar damarı
- D) Alt ana toplardamarı
- E) Akciğer toplardamarı

29. Aşağıda üç farklı kan damarının bazı özelliklere görevleri verilmiştir.

I. Kanı dokulara yüksek basınç altında taşıma.

II. Kan ile vücut sıvısı arasında madde değişimini sağlama.

III. Kalbe dönen kanın taşındığı kanallardan oluşma.

Buna göre aşağıdakilerden hangisindeki eşleştirme **doğrudur**?

	I	II	III
A)	Atardamar	Kılcal damar	Toplardamar
B)	Atardamar	Toplardamar	Kılcal damar
C)	Toplardamar	Atardamar	Kılcal damar
D)	Kılcal damar	Atardamar	Toplardamar
E)	Toplardamar	Kılcal damar	Atardamar

30.

Otonom sinir sisteminin kalp üzerindeki etkileri ile ilgili olarak;

I. Kalp atımlarının oluşması için gerekli impuls üretme

II. Kalbin çalışmasını düzenleme

III. Kalbin çalışma hızını belirlemede rol oynama gibi verilenlerden hangileri **doğrudur**?

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

31.

Kanın toplardamarlarda hareketini sağlayan bazı faktörler aşağıda verilmiştir.

I. Tek yönlü kapakçıkların bulunması

II. İskelet kaslarının kasılıp gevşemesi

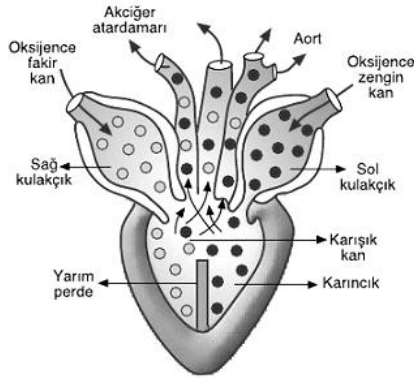
III. Yer çekimi kuvveti

IV. Kulakçıkların gevşemesiyle oluşan emme kuvveti

Buna göre verilenlerden hangileri kanın kalbe doğru hareket etmesini sağlayan etkenlerdendir.

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

32.



Yukarıda kalp yapısı verilen canlı için;

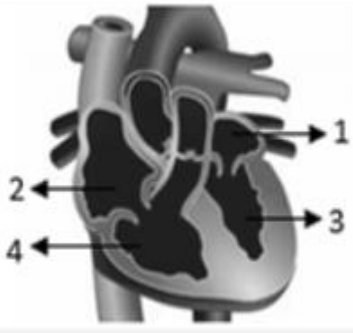
- I. Kalbi dört odacıktan oluşur.
- II. Vücudunda temiz kan dolaştığı için sıcak kanlı bir canlıdır.
- III. Aortun ikiye ayrılmasıyla oluşan delikte temiz ve kirli kan birbirine karışır.
- IV. Canlı hem deri hem de akciğer solunumu yapar.

İfadelerinden hangileri **doğrudur**?

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

33.

Aşağıda kalbin bazı bölümleri gösterilmiştir.



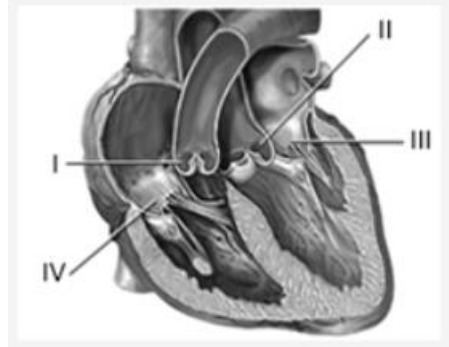
Buna göre;

- I. 1 ve 2, akciğerlerden ve vücudun diğer dokularından kalbe geri dönen kanın toplandığı odacıklardır.
 - II. 3, duvarında kas kalınlığı en fazla olan odacıktır.
 - III. Kalp içinde kanın geri dönmesini engelleyen dört tane kapakçık bulunur.
 - IV. 1 ile 3 arasında ikili kapakçıklar bulunur.
 - V. 2 ile 4 arasında üçlü kapakçıklar bulunur.
- İfadelerinden hangileri **doğrudur**?

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

34.

Aşağıda kalpte bulunan kapakçıklar numaralarla gösterilmiştir.



Buna göre aşağıdakilerden hangisi **söylenemez**?

- A) I nolu kapakçığın bulunduğu damar, kirli kanı kalbe getiren toplardamardır.
- B) II nolu kapakçığın bulunduğu damar, aort ana atar damarıdır.
- C) III nolu kapakçık, sol kulakçık ile sol karıncık arasındaki ikili kapakçıktır.
- D) IV nolu kapakçık, sağ kulakçık ile sağ karıncık arasındaki üçlü kapakçıktır.
- E) Bu kapakçıkların hepsi kalp içinde kanın tek yönde akmasında etkilidir.

35.

- I. Vücutlarında oksijen yönünden temiz kan dolaşır.
- II. Kalplerinde kirli kan bulunur.
- III. Kalpleri bir kulakçık ve bir karıncık olmak üzere iki odacıktan oluşur.
- IV. Temiz kan solunum organından vücuda dağılır.

Yukarıda özellikleri verilen omurgalı canlı sınıfı hangi seçenekte verilmiştir?

- A) Sürüngen B) Memeli C) Kuş
D) Kurbağa E) Balık

36.

Memelilerde kalp yapısında bulunan ile ilgili endokart, perikart, miyokart tabakaları ve görevleri aşağıda verilen eşleştirmelerden hangisi **yanlıştır**?

- | | |
|-------------|----------------------------------|
| A) Miyokart | Kalpte sistolik basınç oluşturma |
| B) Perikart | Kalp atışını kolaylaştırma |
| C) Endokart | Kalbi besleme |
| D) Miyokart | Kan basıncını dengeleme |
| E) Perikart | Kalbi akciğerden ayırma |

37.

Timsah hariç sürüngen ve kuşlarda,
I. Kalpte temiz ve kirli kanın karışması
II. Solunum organında temizlenen kanın kalbe geri
Dönmesi
III. Kalbin dört odacıklı olması
verilen özellik yada olaylardan hangileri ortaktır?

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

38.

İnsanda kan basıncının yükselmesinde
aşağıdakilerden hangisinin etkisi **yoktur**?

- A) Damarlardaki kan hacminin artması
B) Kandaki adrenalin miktarının artması
C) Kan plazmasında çözülmüş madde
miktarının artması
D) Vagus sinirinin kalbi uyarması
E) Atar damar çaplarının azalması

39.

Kalpteki miyokart tabaksının sol ventrikülde
daha kalın olmasıyla aşağıda verilenlerden hangisi
sağlanmaya çalışılır?

- A) Kan basıncının tüm vücut boyunca sabit
tutulması
B) Dokulara taşınan O₂ miktarının artırılması
C) Dokulardan akciğerlere taşınan CO₂
D) Pompalanan kanın tüm vücudu dolaşması
E) Sol kulakçığa akciğerlerden temiz kan gelmesi

40.

I. Kapalı dolaşıma sahiplerdir.
II. Ökaryot hücre yapısına sahiplerdir.
III. Akciğer solunumu yaparlar.
IV. Olgun alyuvarları çekirdeksizdir.
Yukarıda özellikleri verilen canlı grupları, birey
sayısı **en az** olandan **en çok** olana doğru nasıl
sıralanır?

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

41.

I. Sağ kulakçık ile sağ karıncık arasındaki
II. Atardamarların karıncıktan çıktığı yerdeki
III. Sol kulakçık ile sol karıncık arasındaki
İnsan kalbinde bulunan kapakçıklar yukarıda
verilmiştir. Bunlardan hangileri kulakçıklar
kasıldığında **açılmaz**?

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

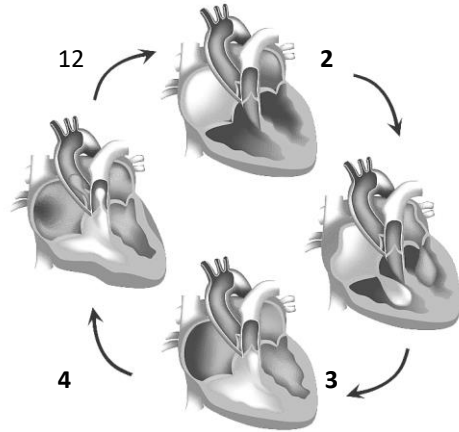
42.



İnsan dolaşımında görev alan kalp yapıları
ve damarları aşağıdakilerden hangisinde **doğru**
verilmiştir?

- A) Sağ karıncık-Aort-Akciğer atardamarı
B) Sol kulakçık- Aort- Akciğer toplardamarı
C) Akciğer toplardamarı- Sağ karıncık- Aort
D) Sol karıncık -Aort- Vücut kılcalları-Alt ana
toplardamar
E) Akciğer toplardamarı- Sağ karıncık-Aort-
Akciğer atardamarı

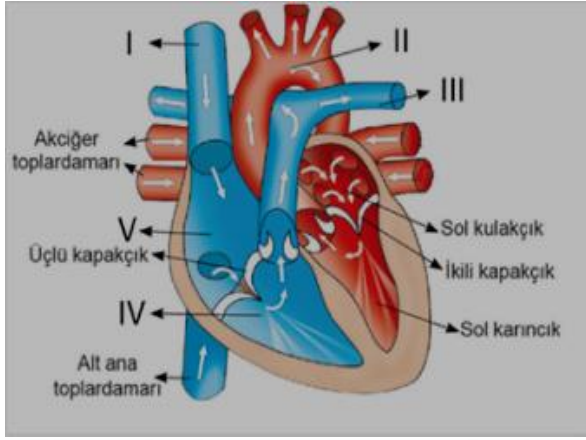
43. Aşağıdaki şekilde kalp döngüsü gösterilmiştir.



Buna göre numaralandırılmış olaylarla ilgili
aşağıda verilen ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) 1 numaralı olaylar sırasında toplardamar ile
gelen kan kulakçıklara dolmaktadır.
B) 2 numaralı olay sırasında biküspit ve triküspit
kapakçıklar açılır.
C) 3 numaralı olay sırasında sinoatriyel düğüm
uyarılmıştır.
D) 4 numaralı olay sırasında yarım ay
kapakçıkları açılır.
E) 2 numaralı olay sırasında kulakçıklar, 4
numaralı olay sırasında karıncıklar kasılır.

44.



Buna göre numaralı yerlerden hangisi **yanlış** eşleştirilmiştir?

- A) I- Üst Ana toplardamar
- B) II- Aort
- C) III- Akciğer toplardamarı
- D) IV- Sağ karıncık
- E) V- Sağ kulakçık

45. Kan dolaşımı ile ilgili verilen ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Kan, kılcıl damarlar içerisinde akarken doku sıvısı ile arasında oksijen ve karbondioksit değişimi meydana gelir.
- B) Oksijen ve karbondioksit değişimleri difüzyon ile gerçekleşir.
- C) Koroner damarlarda meydana gelecek olumsuz durumlar kalp kasına gidecek kanı etkiler.
- D) Akciğerden gelen kan, akciğer atardamarı ile kalbe iletilir.
- E) Aort ile kalpten çıkan kan, tüm vücuda dağılan oksijence zengin kandır.

Ek 2. Teknoloji Destekli Öğretime Yönelik Direnç Ölçeği

Sevgili Öğretmen Adayı,

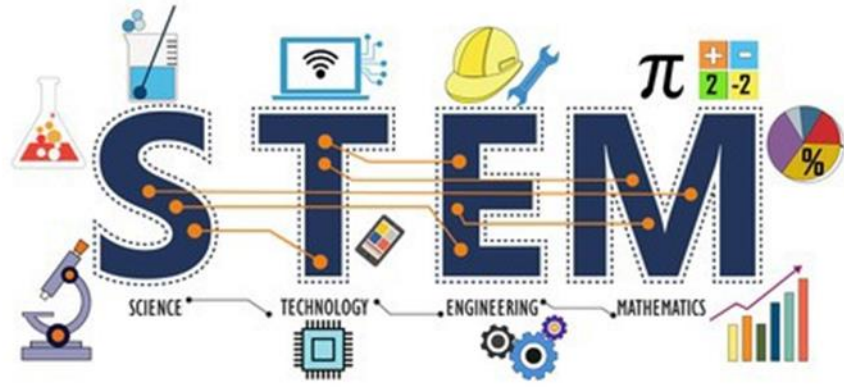
Bu çalışmada öğretmen yetiştiren eğitim kurumlarında derslerin teknoloji destekli öğretim yaklaşımıyla işlenmesi sürecinde öğretmen adaylarının öğrenme öğretme faaliyetlerine gösterdikleri tepkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. 33 ifadenin yer aldığı çalışmada her ifade için “Hiç Katılmıyorum”, “Katılmıyorum”, “Kararsızım”, “Katılıyorum” ve “Tamamen Katılıyorum” seçenekleri bulunmaktadır. Sizden istenen her bir ifadeyi dikkatlice okuyarak size en yakın gelen seçeneği işaretlemenizdir. Ölçek bilimsel araştırma için kullanılacak olup, herhangi bir notlandırmaya tabi tutulmayacaktır. Öçeği cevapladığınız için şimdiden teşekkürler.

Yüksek Lisans Öğrencisi
Ayşe ÖZEL

	Direnç Davranış Ölçeği	Hiç Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum
1	Teknolojinin kullanıldığı derslerde arka sıralarda oturmayı tercih ederim.					
2	Teknolojinin öğretimle bütünleştirildiği dersin olduğu gün tatil olmasını umut ederim.					
3	Teknolojinin kullanıldığı derslerde söz hakkı almak istemem.					
4	Elimden gelse teknoloji kullanılan derse girmem.					
5	Teknolojin kullanıldığı dersin olduğu gün okula zorla giderim.					
6	Teknolojinin kullanıldığı derse isteksiz girerim.					
7	Teknolojinin kullanıldığı derste dersi dinler görünürüm.					
8	Teknolojiyle bütünleştirilen ders ilgimi çekmiş gibi davranırım.					
9	Teknoloji destekli eğitimden memnunmuşum gibi davranırım.					
10	Bence ders sorumlusu derslerinde teknolojiyi kullanmamalı.					
11	Ders sorumlusuna teknoloji destekli eğitimin gereksiz olduğunu söylerim.					
12	Derste teknoloji kullanıldığında o dersi önemsemem.					
13	Teknolojinin kullanıldığı dersleri boş varsayarım.					
14	Teknolojiyle öğretimi bütünleştirmeye çalışmam.					
15	Derslerde teknolojinin kullanılmasını istemem.					
16	Teknolojiyle bütünleştirilen derslerde öğrenmek için çaba harcamam.					
17	Teknolojinin öğretim amacıyla kullanıldığı dersi dinlemem.					

	Direnç Davranış Ölçeği	Hiç Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum
18	Teknolojinin öğretimle bütünleştirildiği derslerde başka şeylerle uğraşırım.					
19	Teknolojinin öğretimle bütünleştirildiği dersi istekle dinlerim.					
20	Teknolojinin öğretimle bütünleştirildiği derse aktif katılırım.					
21	Teknolojinin kullanıldığı derslerde öğrenmeye çabalarım.					
22	Teknolojinin kullanıldığı derslere girmek için sabırsızlanırım.					
23	Derslerde teknoloji kullanımı derse karşı ilgimi artırır.					
24	Öğretmen olduğumda derslerimde teknolojiyi kullanmaya çabalarım.					
25	Teknoloji kullanılan derslerde derse katılım düzeyim artar.					
26	Teknolojinin öğretimle bütünleştirildiği dersi dikkatle dinlerim.					
27	Teknolojinin öğretimle bütünleştirildiği dersi zevkle dinlerim.					
28	Derslerde teknoloji kullanımının zaman kaybı olduğunu kanıtlamak isterim.					
29	Teknoloji destekli öğretimin öğrencileri güdülemediğini kanıtlamak için uğraşırım.					
30	Teknoloji destekli öğretimin öğrencileri kaygılandırıldığını kanıtlamak için elimden geleni yaparım.					
31	Ders sorumlusunun teknolojinin öğretimle nasıl bütünleştirileceğine ilişkin açıklamalarını önemsemem.					
32	Ders sorumlusunun teknolojinin öğretimdeki önemine ilişkin açıklamalarını umursamam.					
33	Teknolojiyi öğretim amaçlı kullanan dersin sorumlusunun öğretim uygulamalarını dikkate almam.					

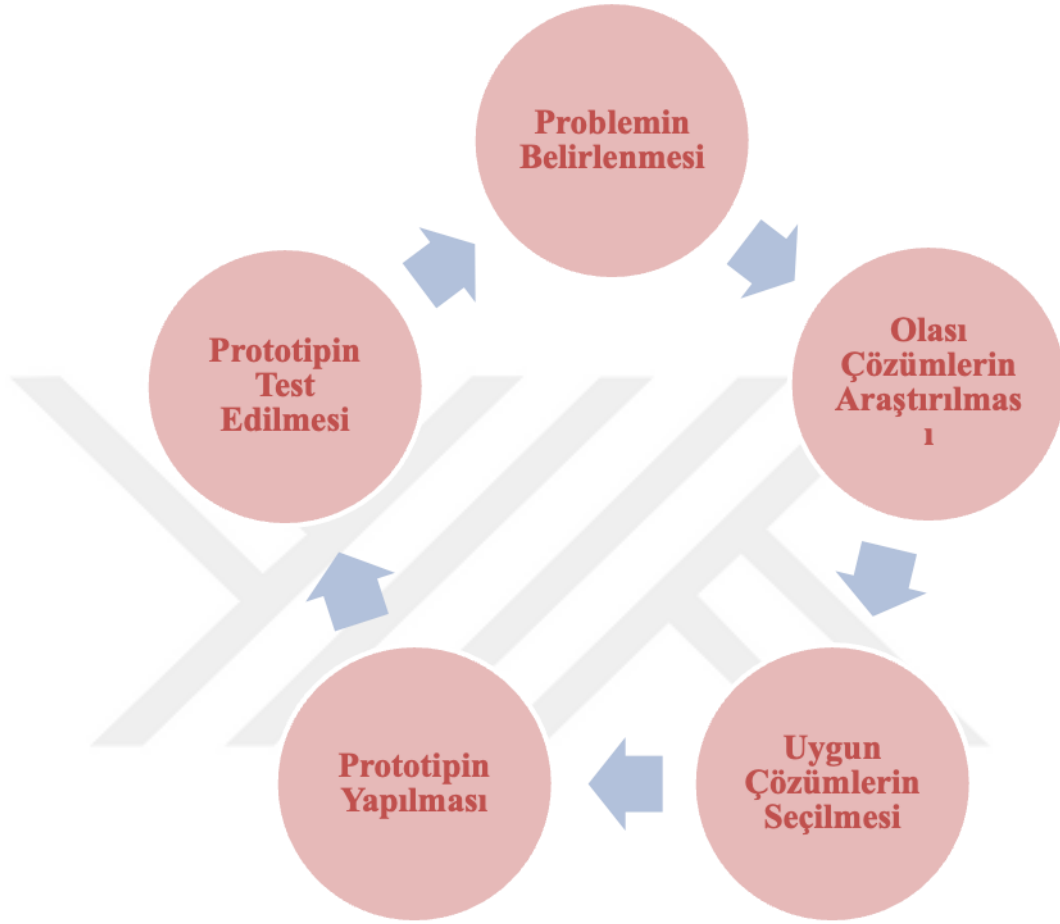
Ek 3. *Karduoino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Memeli Kalbi*



KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA STEM UYGULAMA MODÜLÜ-MEMELİ KALBI

DOLAŞIM SİSTEMİ

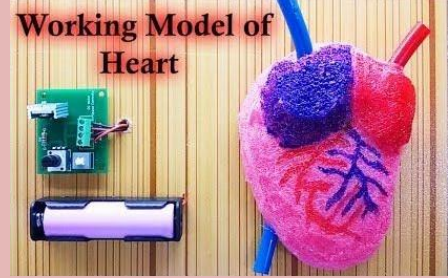
KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA STEM UYGULAMA MODÜLÜ-MEMELİ KALBI



Problemin Belirlenmesi

Ana tasarım görevini inceleyerek problem durumunu belirleyin. Problem durumunun çözümüne yönelik gereklilikleri ve sınırlılıkları keşfedin. Tasarımınızı detaylı bir şekilde taslak olarak çizin.

ANA TASARIM GÖREVİ: ARDUINO MEMELİ KALP MODELİ



Ece memeli dolaşım sisteminde önemli görevi olan kalp ve damar sistemini arduino ile birleştirerek arduino memeli kalp modeli tasarlamak istemektedir. Fakat arduino kalp modelini hazırlarken zorlanmıştır. Çünkü modelinde kalp ve damarların yanı sıra; kalp kapakçıklarına ve damar kapakçıklarına da yer verecektir. Ece sizden yardım beklemektedir.

Aşağıdaki alana problem durumu ile ilgili bilmeniz gerekenleri, neye ihtiyaç duyduğunuz gibi araştırmanız gerekenleri ve sınırlılıkları yazınız.

Tasarım Probleminin Tanımlanması

Bilmem Gerekenler	İhtiyaç Duyduklarım	Sınırlılıklar
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.
5.	5.	5.

Aşağıdaki boşluğa inşa etmeyi düşündüğünüz tasarımı detaylı bir şekilde çizerek çizim üzerine gerekli açıklamaları not ediniz.



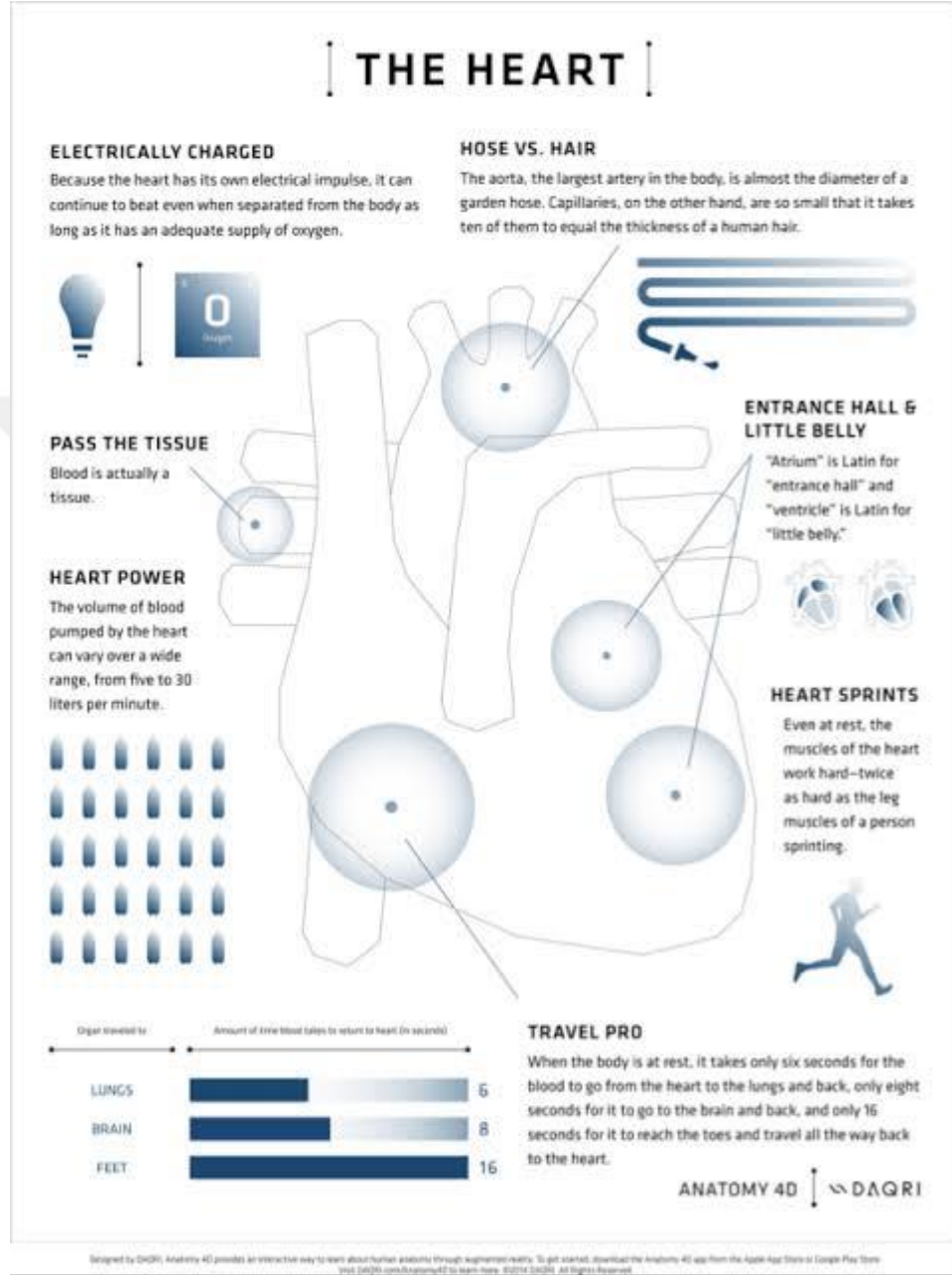
**Olası
Çözümlerin
Araştırılması**

Olası çözüm yolları üretmek için size verilen mini tasarım görevlerini yerine getirin. Böylece zihninizde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluşacaktır. Bu aşamanın sonunda isterseniz ana tasarım göreviniz için gerçekleştirdiğiniz taslak çiziminizde değişiklik yapabilirsiniz.

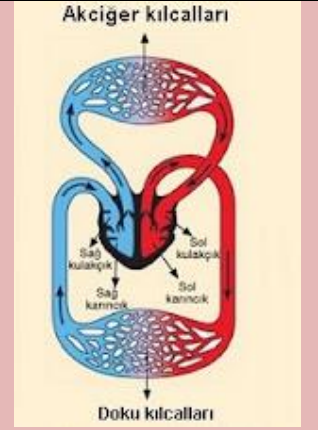
Mini Araştırma 1. Memeli dolaşım sistemini oluşturan yapıları araştıralım. Araştırma sonuçlarınızı aşağıya kaydedelim.



Aşağıda verilen markeri **Anatomy 4D** uygulamasıyla tarayarak inceleyin. AR yardımıyla önceki araştırmalarınızdan da öğrendiklerinizi pekiştirin.



Model İnceleme



Araştırmacı tarafından örnek olarak hazırlanan memeli dolaşım modelini inceleyerek ilgili notlarınızı alınız ve bu notları birbirinizle paylaşınız.

Yaptığınız araştırmalar sonucunda edindiğiniz bilgiler doğrultusunda sizden istenilen memeli dolaşım sistemi modelini aşağıya çizin.

Mini Tasarım Görevi 1: Kalbin Yapısı ve Damarlar

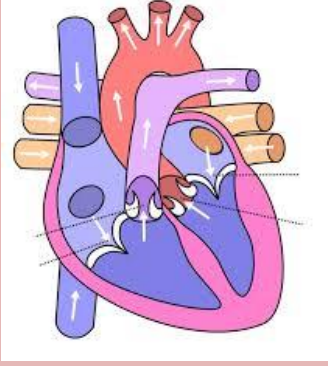
Arduino memeli kalp modelinin daha işlevsel olması için memeli kalbinin yapısının ve damarlarının bilinmesi önemlidir. Kalp damarlar sayesinde vücuda temiz kanı gönderirken, vücutta oluşan kirli kan da damarlar yoluyla kalbe geri gelir. Şimdi kalp yapısını ve damarları gösteren bir model tasarlayalım.

Mini Araştırma: Memeli kalp yapısı ve damarlar hakkında detaylı bir araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıdaki kısma not ediniz.

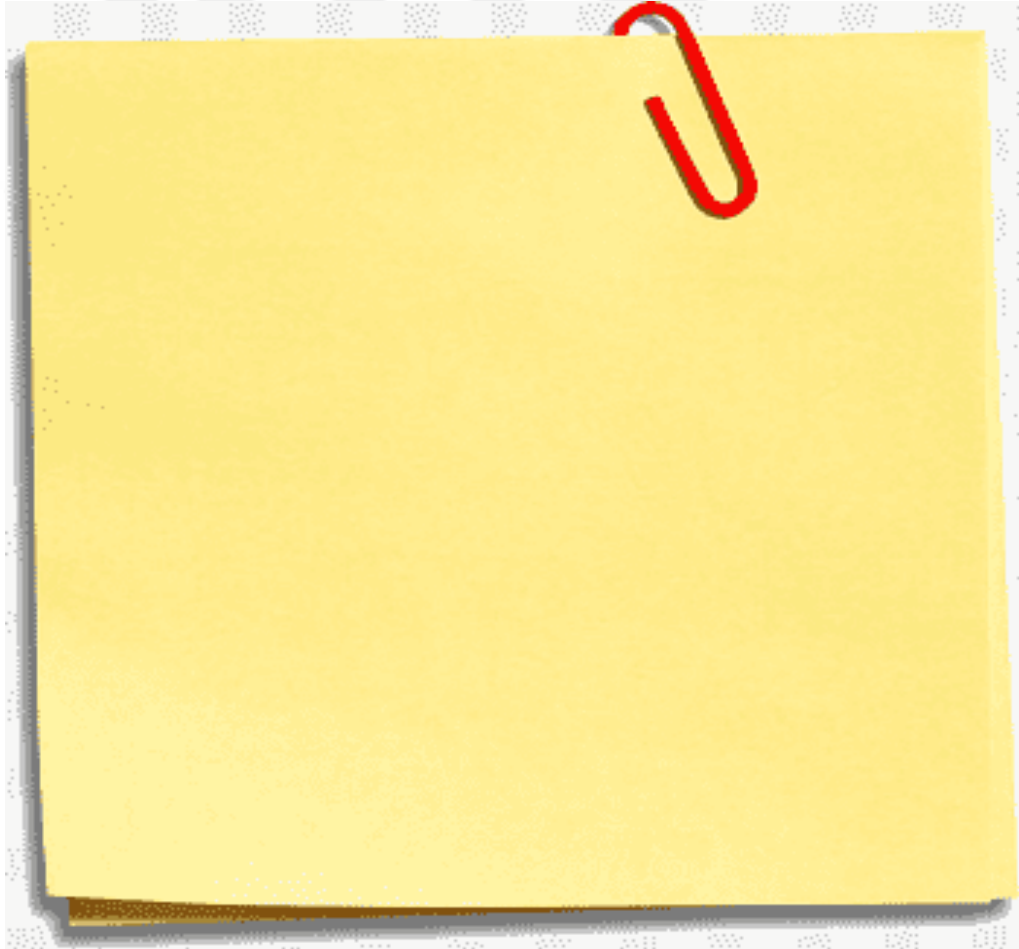


Mini Tasarım Görevi 2: Memeli Kalp ve Damar Kapakçıkları

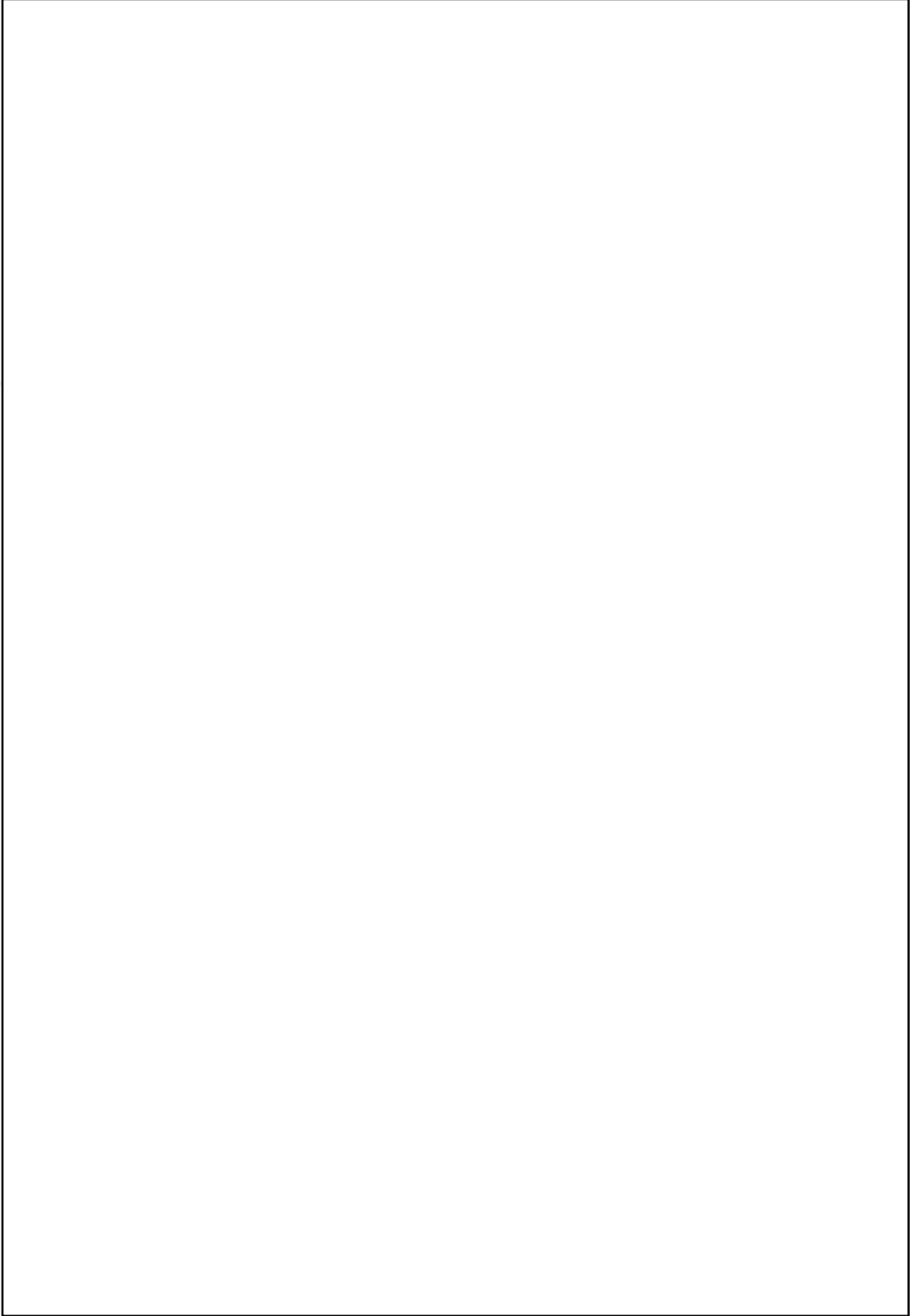
Arduino Kalp modelin daha işlevsel olması için önemli konulardan birisi de kapakçıklardır. Kapakçıklar kanın tek yönlü ilerlemesini sağlamaktadır. Şimdi kapakçıkları gösteren bir model tasarlayalım.



Mini Araştırma: Kalp kapakçıkları ve damar kapakçıkları hakkında detaylı bir araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıdaki kısma not ediniz.



Mini Tasarım Görevi 1 ve 2' de sizden istenilen arduino kalp modeli için kalp yapısını damarları ve kapakçıkları gösteren bir model çiziniz.



Şuana kadar yapmış olduğunuz araştırmalar ve çalışmalar sonucunda, ana tasarım görevinize ilişkin yapmak istediğiniz değişiklikler olabilir. Aşağıdaki alana yapmak istediğiniz değişiklikleri ve neden bu değişikliği yaptığınızı açıklayınız.

Ana Tasarım Görevine İlişkin Yeni Çizimim

Yeni Çizimde Yaptığım Değişiklikler ve Sebepleri

**Uygun
Çözümlerin
Seçilmesi**

Önerdiğiniz çözüm yollarını grup olarak gereklilik ve sınırlılıkları göz önüne alarak değerlendirip, en uygun çözüm yolunu seçiniz.

Grubunuzda bulunan üyelerle birlikte büyük tasarım görevine ilişkin hazırladığınız tasarım çizimlerini inceleyiniz. Grup üyeleriyle birlikte ortak bir karar vermek için çözüm önerilerinizi aşağıdaki alana yazıp, gereklilik ve sınırlılıklarına göre yanına işaret koyarak, kıyaslama yapıp son kararı veriniz.

	Çözüm1	Çözüm2	Çözüm3	Çözüm4	Çözüm5
Gereklilik 1					
Gereklilik 2					
Gereklilik 3					
Kısıtlama 1					
Kısıtlama 2					
Kısıtlama 3					

Grup olarak ana tasarım görevine en iyi çözüm önerisine karar veriniz. Daha sonra çözüm önerinizi açıklayınız. Grup kararınızı veya fikir ayrılığı yaşadığınız bir durum varsa bunları aşağıya detaylı şekilde anlatınız.



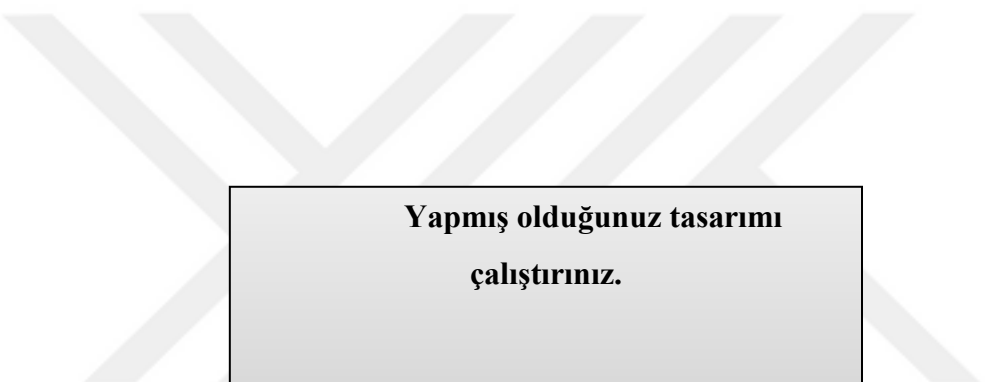
Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız.

Bir önceki aşmada grup olarak en uygun çözüm yöntemine karar vermişsiniz. Şimdi aşağıda verilen boşluğa gerçekleştirmek istediğiniz tasarımı tüm detaylarıyla birlikte çizin ve tasarımını yapınız.



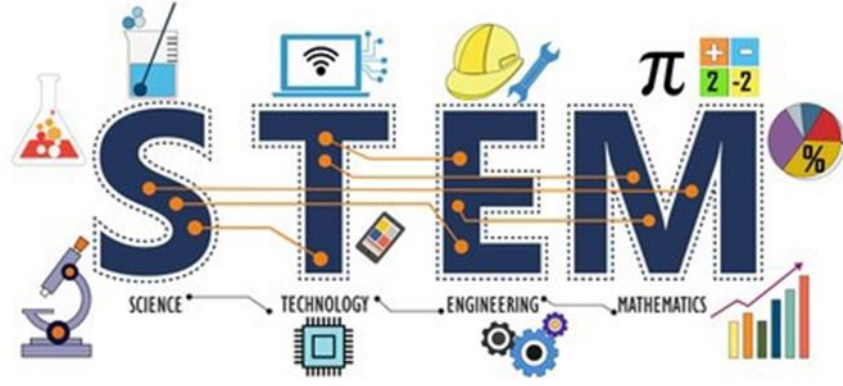
**Prototipi
Test Etme
ve Sunma**

Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız. Değerlendirme formunu doldurarak başarı durumuzu ölçün.



**Yapmış olduğunuz tasarımı
çalıştırınız.**

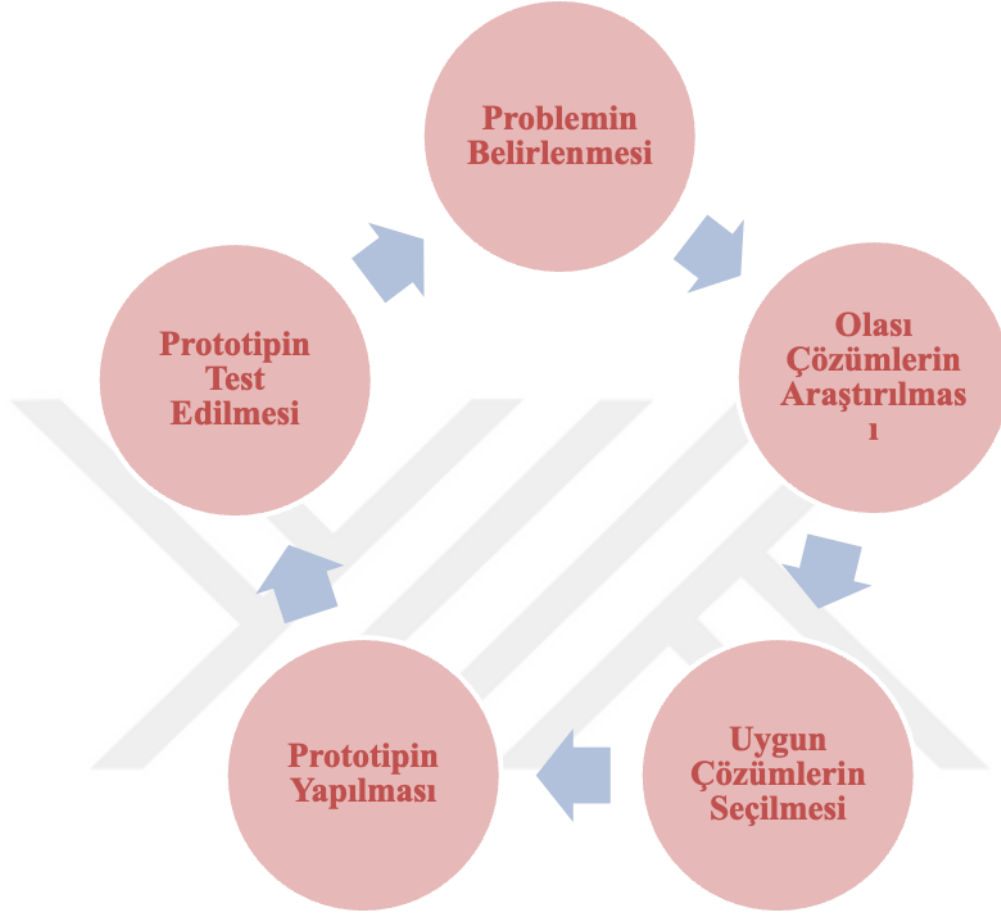
Ek 4. *Karduoino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Kuş Kalbi*



KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA STEM UYGULAMA MODÜLÜ-KUŞ KALBI

DOLAŞIM SİSTEMİ

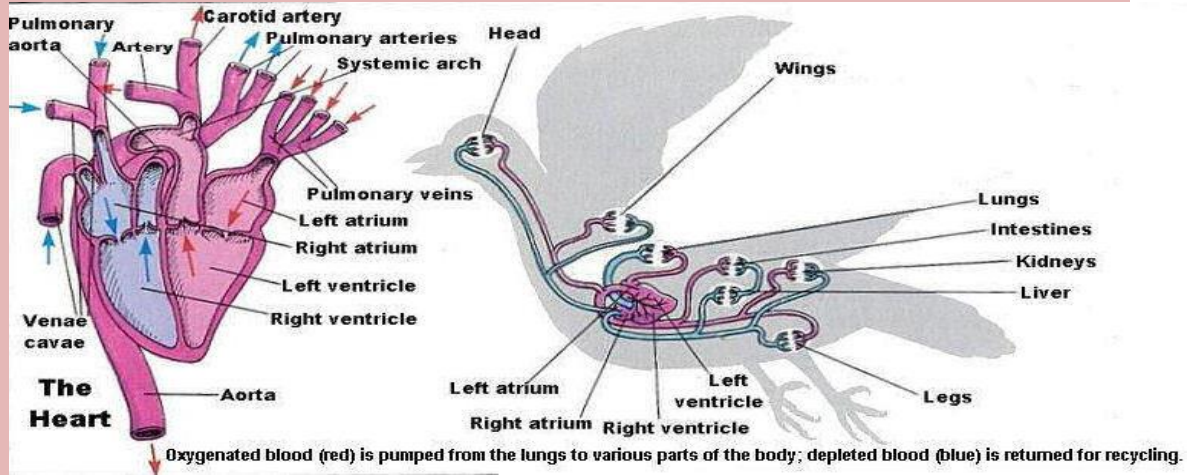
KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA STEM UYGULAMA MODÜLÜ-KUŞ KALBI



Problem Belirlenmesi

Ana tasarım görevini inceleyerek problem durumunu belirleyin. Problem durumunun çözümüne yönelik gereklilikleri ve sınırlılıkları keşfedin. Tasarımınızı detaylı bir şekilde taslak olarak çizin.

ANA TASARIM GÖREVİ: ARDUINO KUŞ KALP MODELİ



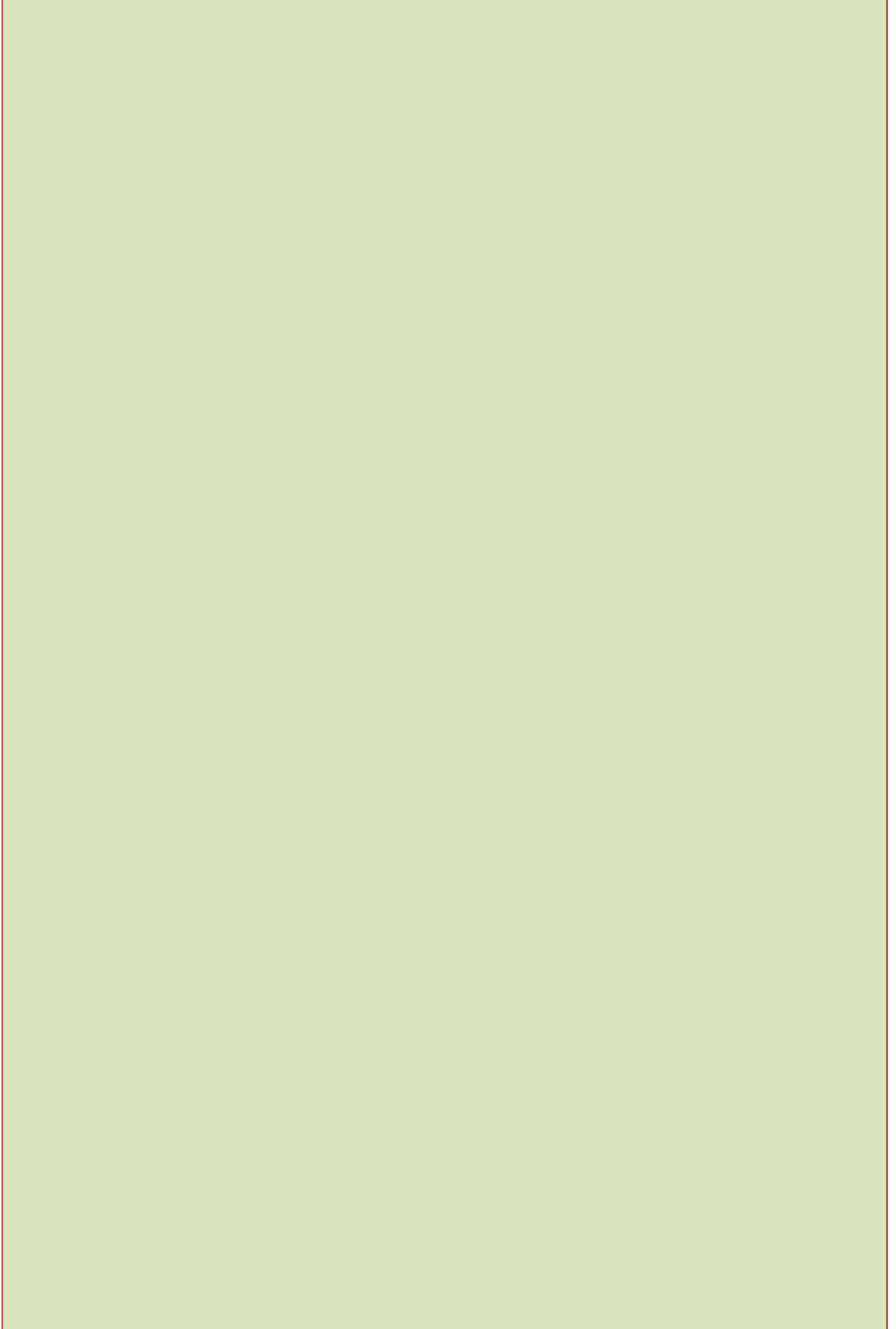
Ece, kuşların dolaşım sisteminde önemli görevi olan kalp ve damar sistemini arduino ile birleştirerek arduino kuş kalp modelini tasarlamak istemektedir. Fakat arduino kalp modelini hazırlarken zorlanmıştır. Çünkü kuşların kalp ve damar yapıları konusunda eksikleri vardır. Ece sizden yardım beklemektedir.

Aşağıdaki alana problem durumu ile ilgili bilmeniz gerekenleri, neye ihtiyaç duyduğunuz gibi araştırmanız gerekenleri ve sınırlılıkları yazınız.

Tasarım Probleminin Tanımlanması

Bilmem Gerekenler	İhtiyaç Duyduklarım	Sınırlılıklar
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.
5.	5.	5.

Aşağıdaki boşluğa inşa etmeyi düşündüğünüz tasarımı detaylı bir şekilde çizerek çizim üzerine gerekli açıklamaları not ediniz.



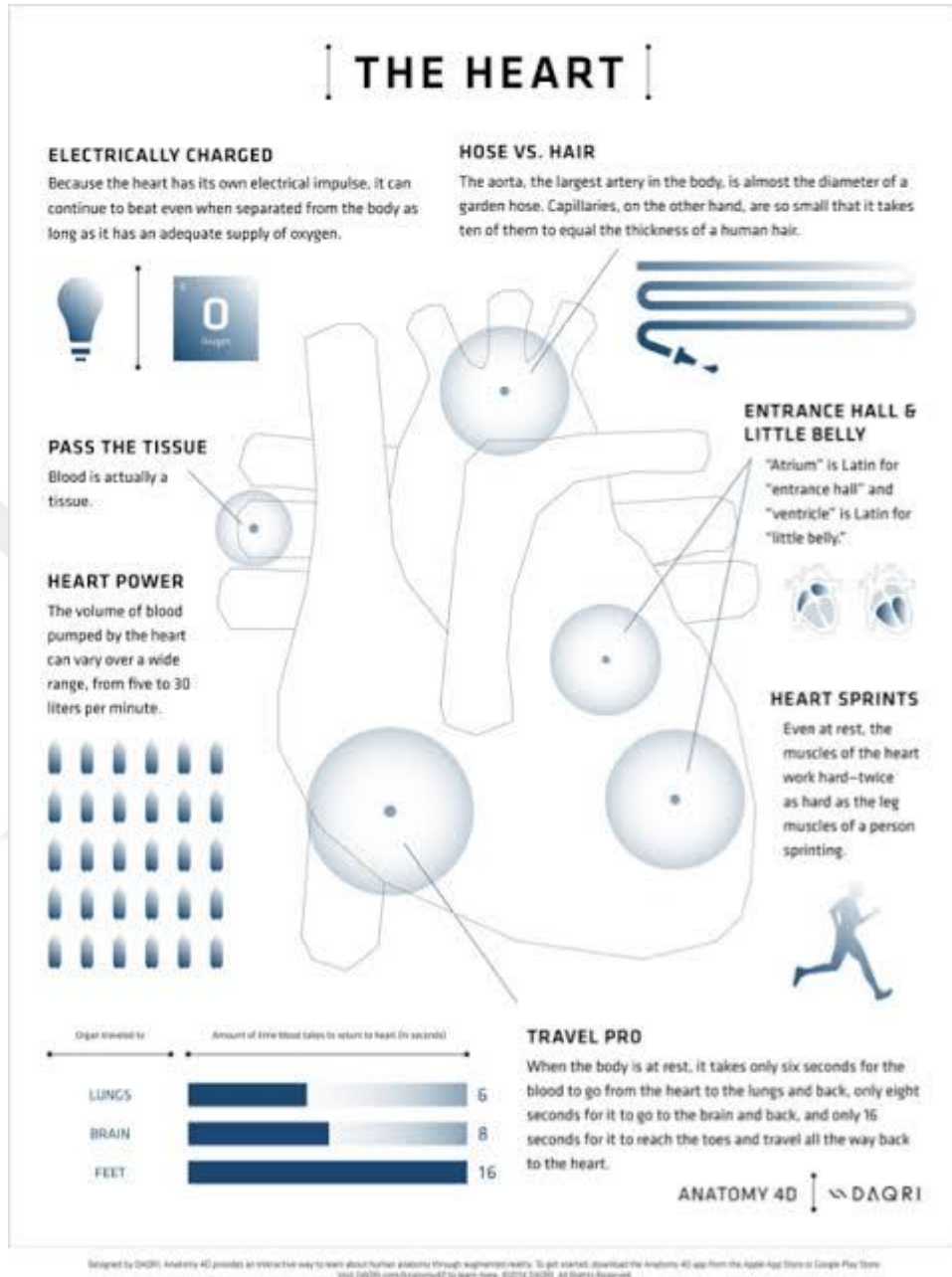
**Olası
Çözümlerin
Araştırılması**

Olası çözüm yolları üretmek için size verilen mini tasarım görevlerini yerine getirin. Böylece zihninizde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluşacaktır. Bu aşamanın sonunda isterseniz ana tasarım göreviniz için gerçekleştirdiğiniz taslak çiziminizde değişiklik yapabilirsiniz.

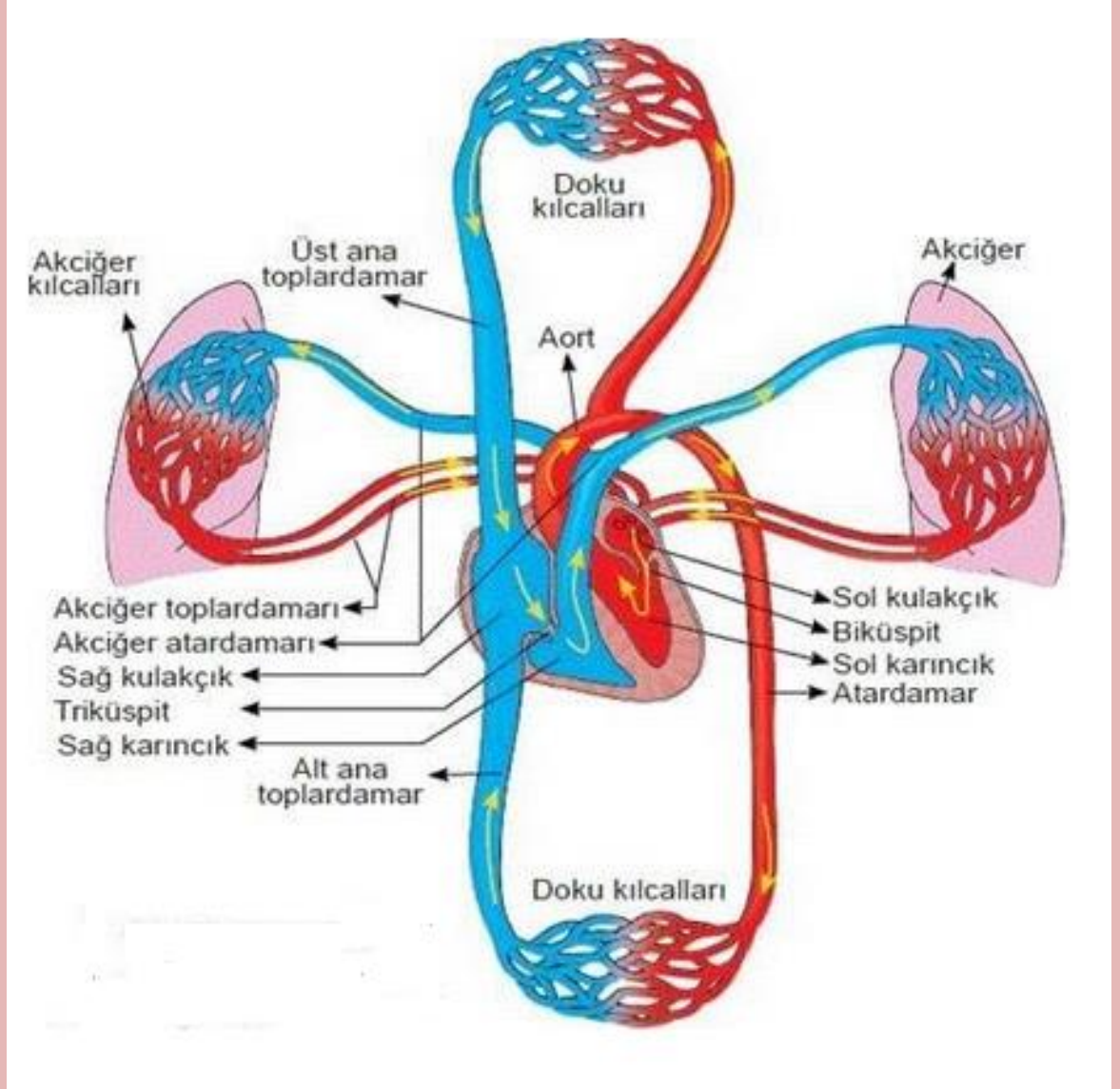
Mini Araştırma 1. Kuşlarda dolaşım sistemini oluşturan yapıları araştıralım. Araştırma sonuçlarınızı aşağıya kaydedelim.



Aşağıda verilen markeri **Anatomy 4D** uygulamasıyla tarayarak inceleyin. AR yardımıyla önceki araştırmalarınızdan da öğrendiklerinizi pekiştirin.



Model İnceleme



Örnek olarak verilen kuşlarda dolaşım sistemi modelini inceleyerek ilgili notlarınızı alınız ve bu notları birbirinizle paylaşınız.

Mini Tasarım Görevi 1: Kuşlarda Kalbin Yapısı ve Damarlar

Arduino kuş kalp modelin daha işlevsel olması için kuşlarda kalp yapısının ve damarların bilinmesi önemlidir. Kalp damarlar sayesinde vücuda temiz kan gönderirken, vücutta oluşan kirli kan da damarlar yoluyla kalbe geri gelir. Şimdi kuşlarda kalp yapısını ve damarları gösteren bir model tasarlayalım.

Mini Araştırma: Kuşlarda kalp yapısı ve damarlar hakkında detaylı bir araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıdaki kısma not ediniz.



Şuana kadar yapmış olduğunuz araştırmalar ve çalışmalar sonucunda, ana tasarım görevinize ilişkin yapmak istediğiniz değişiklikler olabilir. Aşağıdaki alana yapmak istediğiniz değişiklikleri ve neden bu değişikliği yaptığınızı açıklayınız.

Ana Tasarım Görevine İlişkin Yeni Çizimim

Yeni Çizimde Yaptığım Değişiklikler ve Sebepleri



Önerdiğiniz çözüm yollarını grup olarak gereklilik ve sınırlılıkları göz önüne alarak değerlendirip, en uygun çözüm yolunu seçiniz.

Grubunuzda bulunan üyelerle birlikte büyük tasarım görevine ilişkin hazırladığınız tasarım çizimlerini inceleyiniz. Grup üyeleriyle birlikte ortak bir karar vermek için çözüm önerilerinizi aşağıdaki alana yazıp, gereklilik ve sınırlılıklarına göre yanına işaret koyarak, kıyaslama yapıp son kararı veriniz.

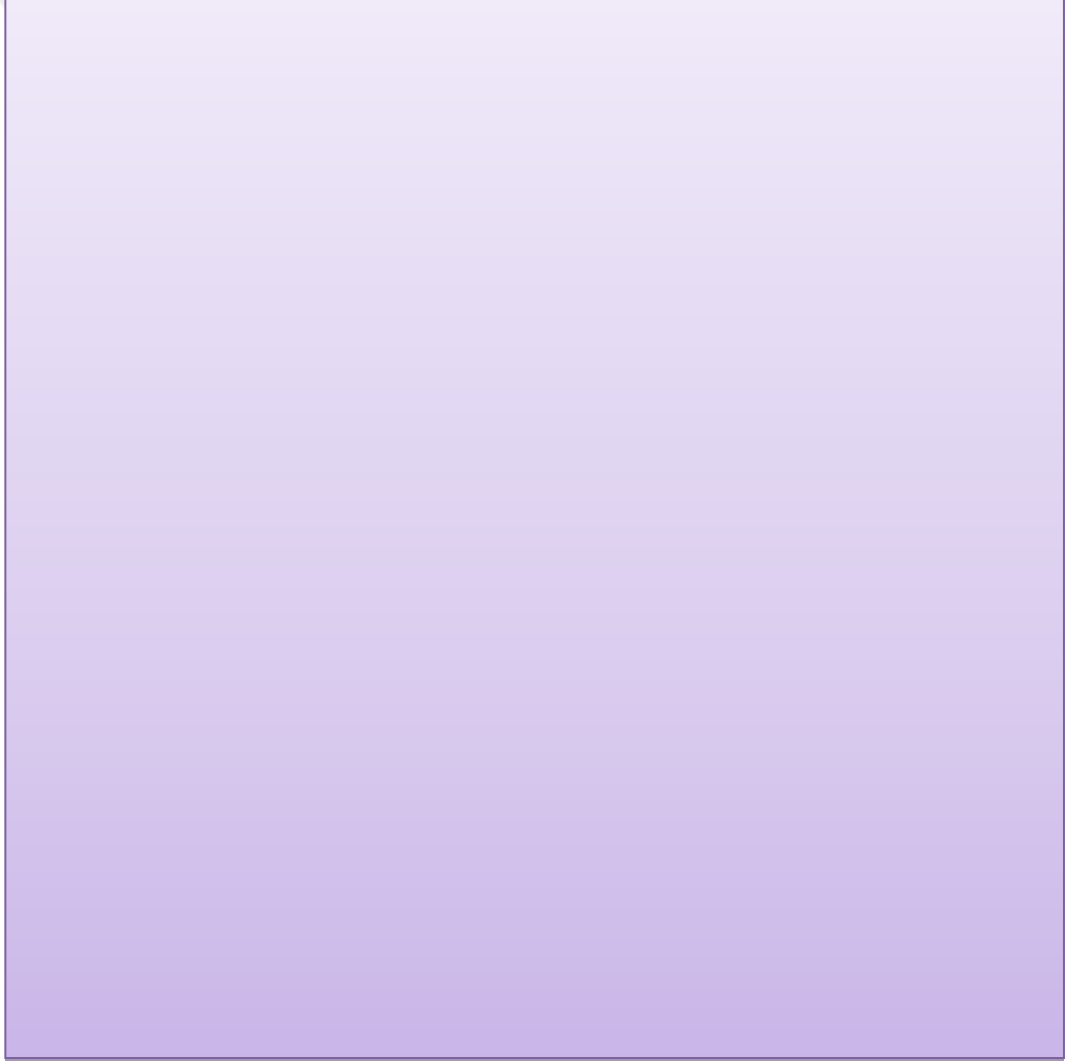
	Çözüm1	Çözüm2	Çözüm3	Çözüm4	Çözüm5
Gereklilik 1					
Gereklilik 2					
Gereklilik 3					
Kısıtlama 1					
Kısıtlama 2					
Kısıtlama 3					

Grup olarak ana tasarım görevine en iyi çözüm önerisine karar veriniz. Daha sonra çözüm önerinizi açıklayınız. Grup kararınızı veya fikir ayrılığı yaşadığınız bir durum varsa bunları aşağıya detaylı şekilde anlatınız.



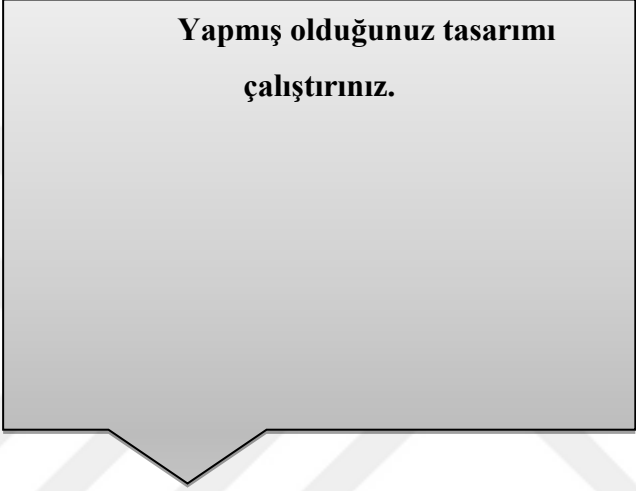
Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız.

Bir önceki aşmada grup olarak en uygun çözüm yöntemine karar vermiştiniz. Şimdi aşağıda verilen boşluğa gerçekleştirmek istediğiniz tasarımı tüm detaylarıyla birlikte çizin ve tasarımını yapınız.



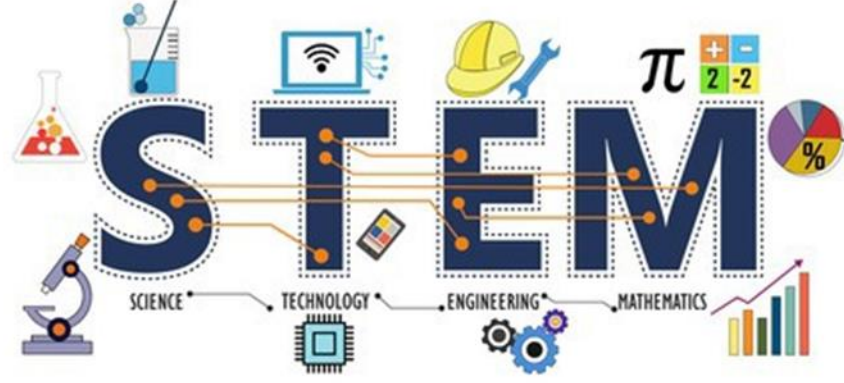
**Prototipi
Test Etme ve
Sunma**

Tasarımını gerçekleştirdiğiniz prototipin kodlamasını yaparak prototipinizi deneyin. Değerlendirme formunu doldurarak başarı durumuzu ölçün.



**Yapmış olduğunuz tasarımı
çalıştırınız.**

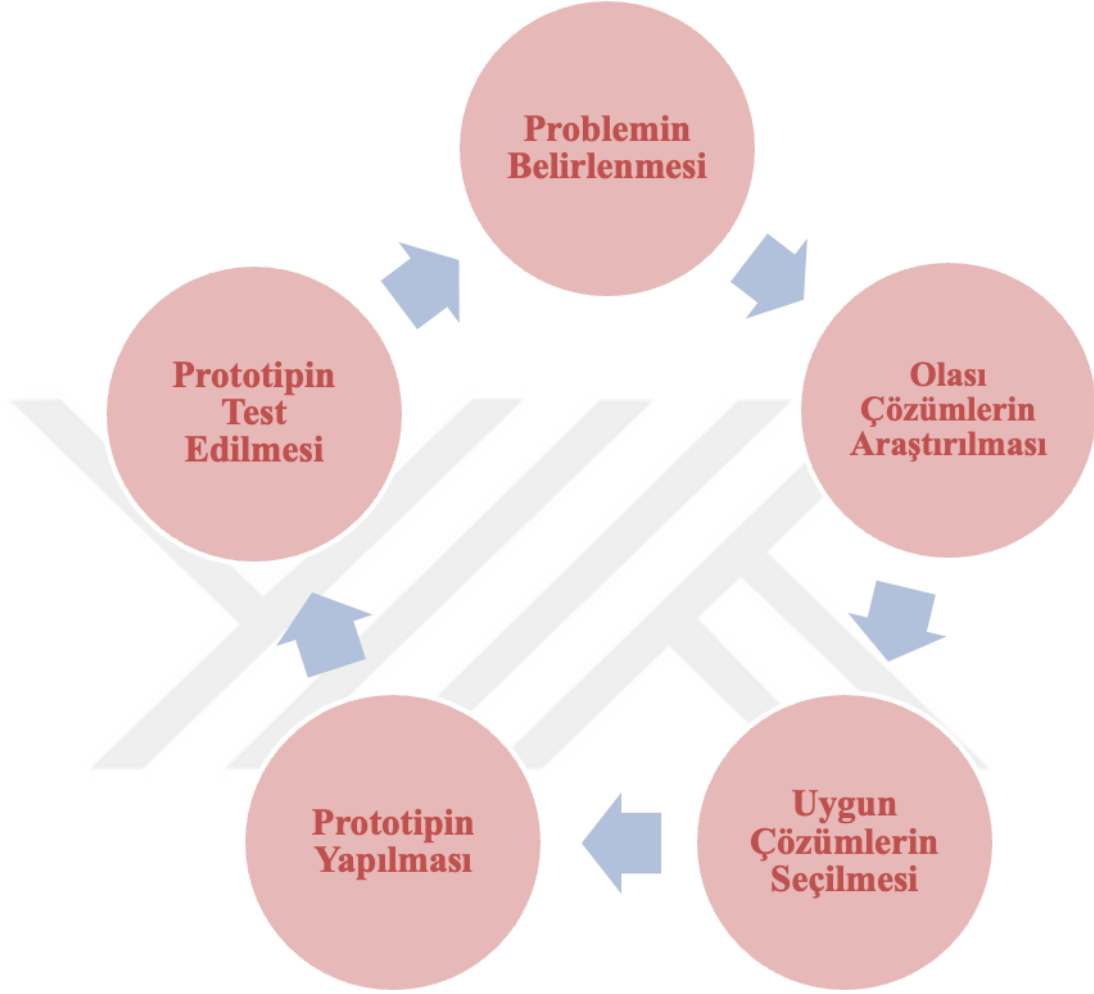
Ek 5. Karduino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Sürüngen Kalbi



**KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA
STEM UYGULAMA MODÜLÜ-SÜRÜNGEN
KALBI**

DOLAŞIM SİSTEMİ

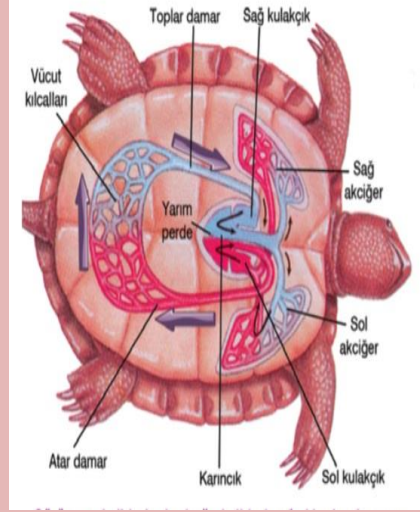
KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA STEM UYGULAMA MODÜLÜ-SÜRÜNGEN KALBI



Problemin Belirlenmesi

Ana tasarım görevini inceleyerek problem durumunu belirleyin. Problem durumunun çözümüne yönelik gereklilikleri ve sınırlılıkları keşfedin. Tasarımınızı detaylı bir şekilde taslak olarak çizin.

ANA TASARIM GÖREVİ: ARDUINO SÜRÜNGEN KALP MODELİ



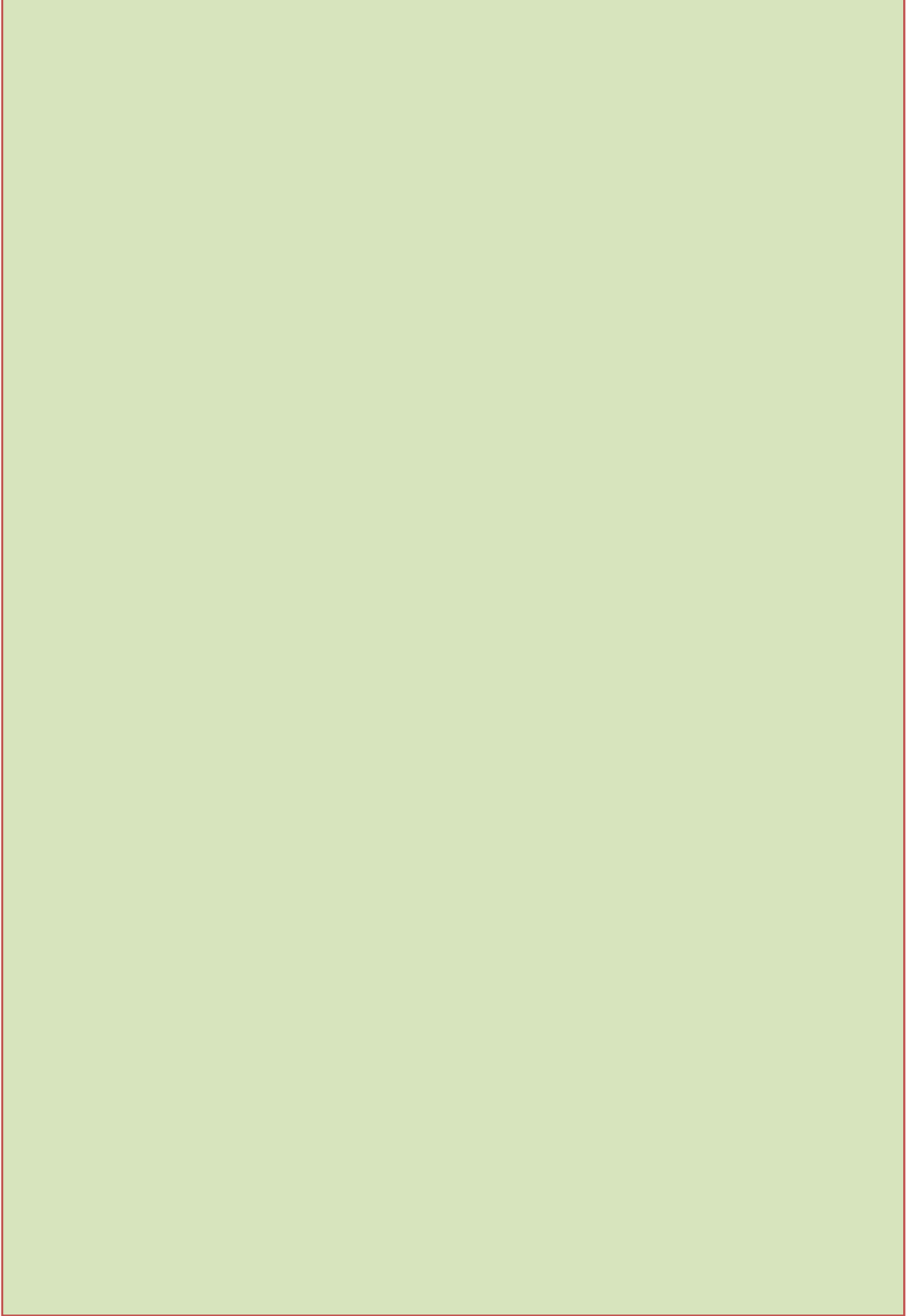
Ece, sürüngenlerin dolaşım sisteminde önemli görevi olan kalp ve damar sistemini arduino ile birleştirerek arduino sürüngen kalp modelini tasarlamak istemektedir. Fakat arduino kalp modelini hazırlarken zorlanmıştır. Çünkü sürüngenlerin kalp ve damar yapıları konusunda eksikleri vardır. Ece sizden yardım beklemektedir.

Aşağıdaki alana problem durumu ile ilgili bilmeniz gerekenleri, neye ihtiyaç duyduğunuz gibi araştırmanız gerekenleri ve sınırlılıkları yazınız.

Tasarım Probleminin Tanımlanması

Bilmem Gerekenler	İhtiyaç Duyduklarım	Sınırlılıklar
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.
5.	5.	5.

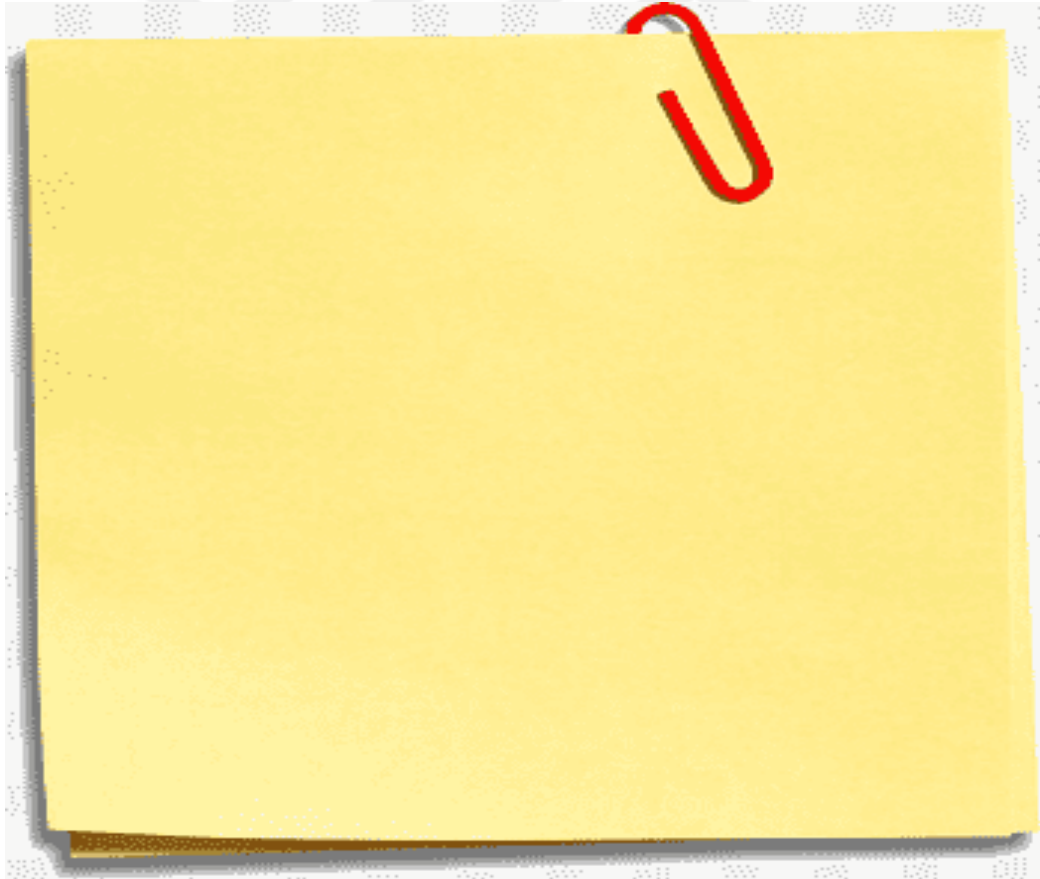
Aşağıdaki boşluğa inşa etmeyi düşündüğünüz tasarımı detaylı bir şekilde çizerek çizim üzerine gerekli açıklamaları not ediniz.



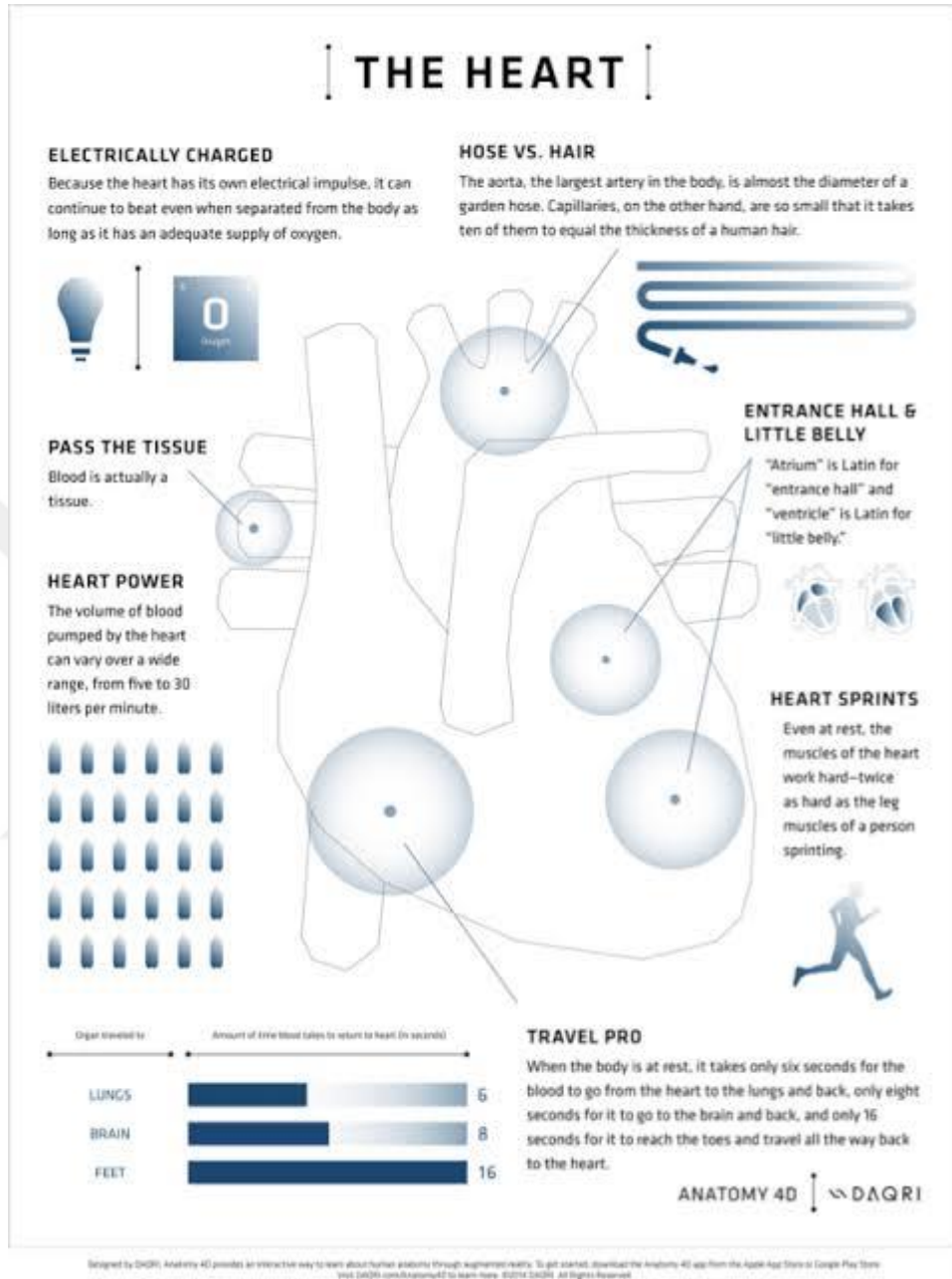
**Olası
Çözümlerin
Araştırılması**

Olası çözüm yolları üretmek için size verilen mini tasarım görevlerini yerine getirin. Böylece zihninizde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluşacaktır. Bu aşamanın sonunda isterseniz ana tasarım göreviniz için gerçekleştirdiğiniz taslak çiziminizde değişiklik yapabilirsiniz.

Mini Araştırma 1. Sürüngelede dolaşım sistemini oluşturan yapıları araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıya kaydedelim.



Aşağıda verilen markeri **Anatomy 4D** uygulamasıyla tarayarak inceleyin. AR yardımıyla önceki araştırmalarınızdan da öğrendiklerinizi pekiştirin.



Model İnceleme



Örnek olarak verilen sürüngenlerde dolaşım sistemi modelini inceleyerek ilgili notlarınızı alınız ve bu notları birbirinizle paylaşınız.

Mini Tasarım Görevi 1: Sürüngeerde Kalbin Yapısı ve Damarlar

Arduino sürünge kalp modelin daha işlevsel olması için sürüngeerde kalp yapısının ve damarların bilinmesi önemlidir. Şimdi sürüngeerde kalp yapısını ve damarları gösteren bir model tasarlayalım.

Mini Araştırma: Sürüngeerde kalp yapısı ve damarlar hakkında detaylı bir araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarını aşağıdaki kısma not ediniz.



Şuana kadar yapmış olduğunuz araştırmalar ve çalışmalar sonucunda, ana tasarım görevinize ilişkin yapmak istediğiniz değişiklikler olabilir. Aşağıdaki alana yapmak istediğiniz değişiklikleri ve neden bu değişikliği yaptığınızı açıklayınız.

Ana Tasarım Görevine İlişkin Yeni Çizimim

Yeni Çizimde Yaptığım Değişiklikler ve Sebepleri



Önerdiğiniz çözüm yollarını grup olarak gereklilik ve sınırlılıkları göz önüne alarak değerlendirip, en uygun çözüm yolunu seçiniz.

Grubunuzda bulunan üyelerle birlikte büyük tasarım görevine ilişkin hazırladığınız tasarım çizimlerini inceleyiniz. Grup üyeleriyle birlikte ortak bir karar vermek için çözüm önerilerinizi aşağıdaki alana yazıp, gereklilik ve sınırlılıklarına göre yanına işaret koyarak, kıyaslama yapıp son kararı veriniz.

	Çözüm1	Çözüm2	Çözüm3	Çözüm4	Çözüm5
Gereklilik 1					
Gereklilik 2					
Gereklilik 3					
Kısıtlama 1					
Kısıtlama 2					
Kısıtlama 3					

Grup olarak ana tasarım görevine en iyi çözüm önerisine karar veriniz. Daha sonra çözüm önerinizi açıklayınız. Grup kararınızı veya fikir ayrılığı yaşadığınız bir durum varsa bunları aşağıya detaylı şekilde anlatınız.



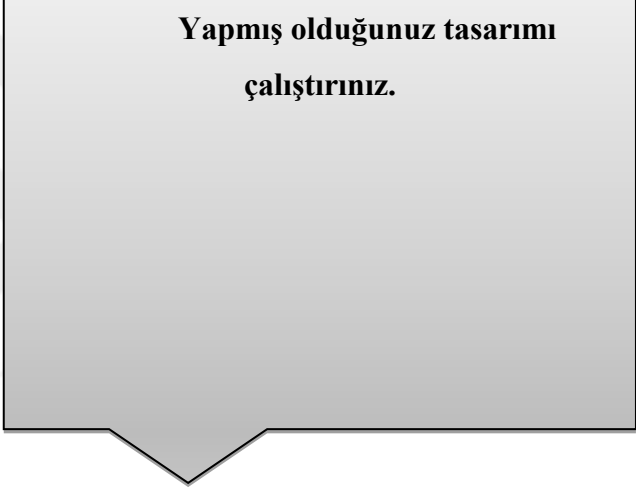
Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız.

Bir önceki aşmada grup olarak en uygun çözüm yöntemine karar vermiştiniz. Şimdi aşağıda verilen boşluğa gerçekleştirmek istediğiniz tasarımı tüm detaylarıyla birlikte çizin ve tasarımını yapınız.



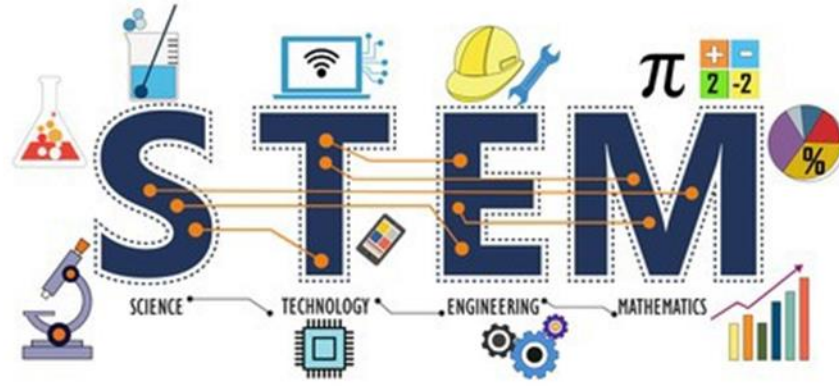
**Prototipi
Test Etme
ve Sunma**

Tasarımını gerçekleştirdiğiniz prototipin kodlamasını yaparak prototipinizi deneyin. Değerlendirme formunu doldurarak başarı durumuzu ölçün.



**Yapmış olduğunuz tasarımı
çalıştırınız.**

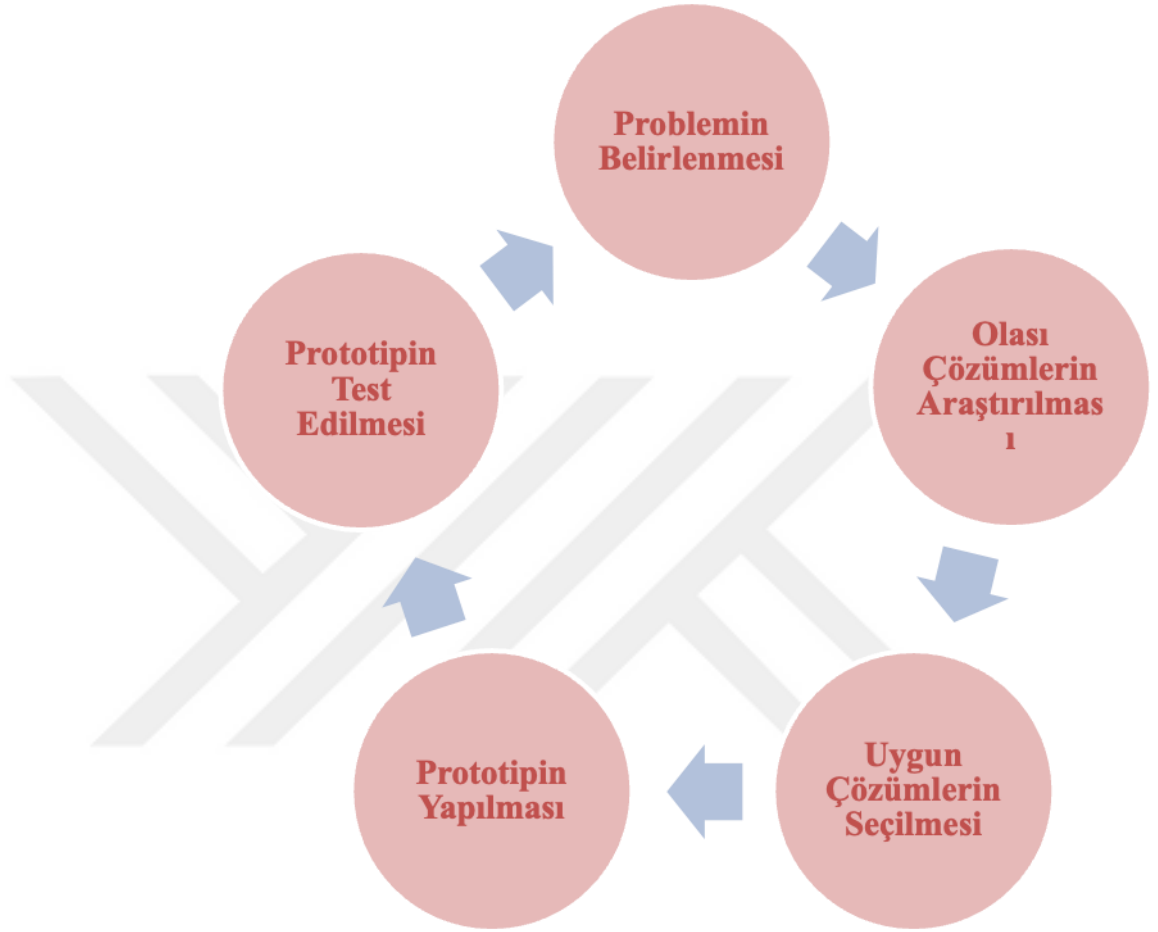
Ek 6. Karduino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Kurbağa Kalbi



**KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA
STEM UYGULAMA MODÜLÜ-KURBAĞA
KALBI**

DOLAŞIM SİSTEMİ

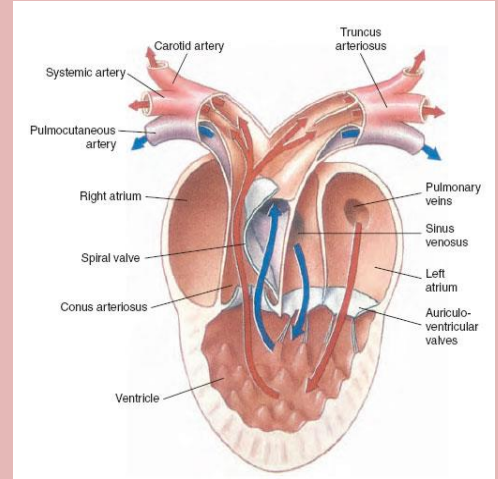
KARDUINO ROBOTİK- KODLAMA STEM UYGULAMA MODÜLÜ-KURBAĞA KALBI



Problemın Belirlenmesi

Ana tasarım görevini inceleyerek problem durumunu belirleyin. Problem durumunun çözümüne yönelik gereklilikleri ve sınırlılıkları keşfedin. Tasarımınızı detaylı bir şekilde taslak olarak çizin.

ANA TASARIM GÖREVİ: ARDUINO KURBAĞA KALP MODELİ



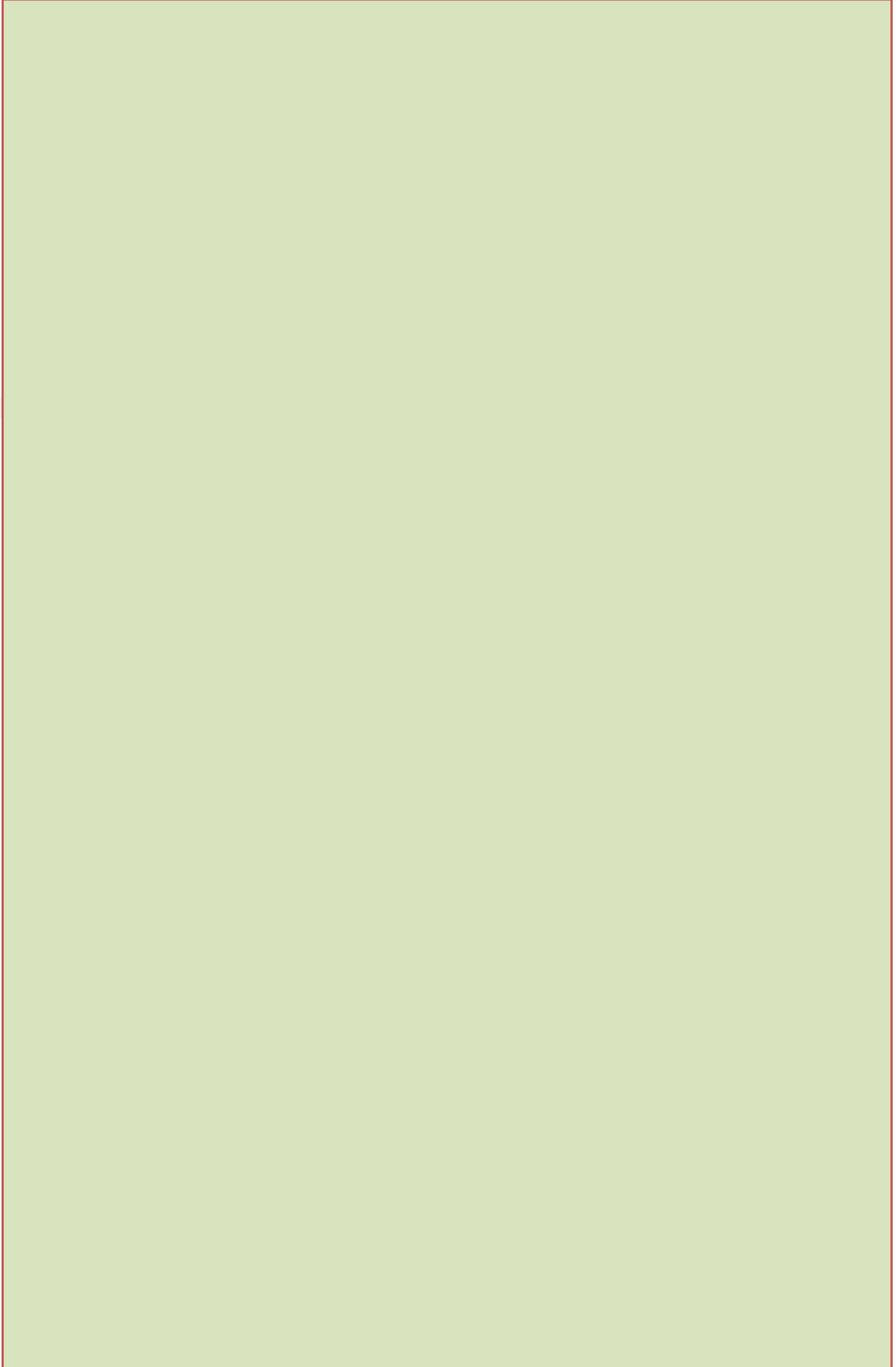
Ece, kurbağaların dolaşım sisteminde önemli görevi olan kalp ve damar sistemini arduino ile birleştirerek arduino kurbağa kalp modelini tasarlamak istemektedir. Fakat arduino kalp modelini hazırlarken zorlanmıştır. Çünkü kurbağaların kalp ve damar yapıları konusunda eksikleri vardır. Ece sizden yardım beklemektedir.

Aşağıdaki alana problem durumu ile ilgili bilmeniz gerekenleri, neye ihtiyaç duyduğunuz gibi araştırmanız gerekenleri ve sınırlılıkları yazınız.

Tasarım Probleminin Tanımlanması

Bilmem Gerekenler	İhtiyaç Duyduklarım	Sınırlılıklar
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.
5.	5.	5.

Aşağıdaki boşluğa inşa etmeyi düşündüğünüz tasarımı detaylı bir şekilde çizerek çizim üzerine gerekli açıklamaları not ediniz.



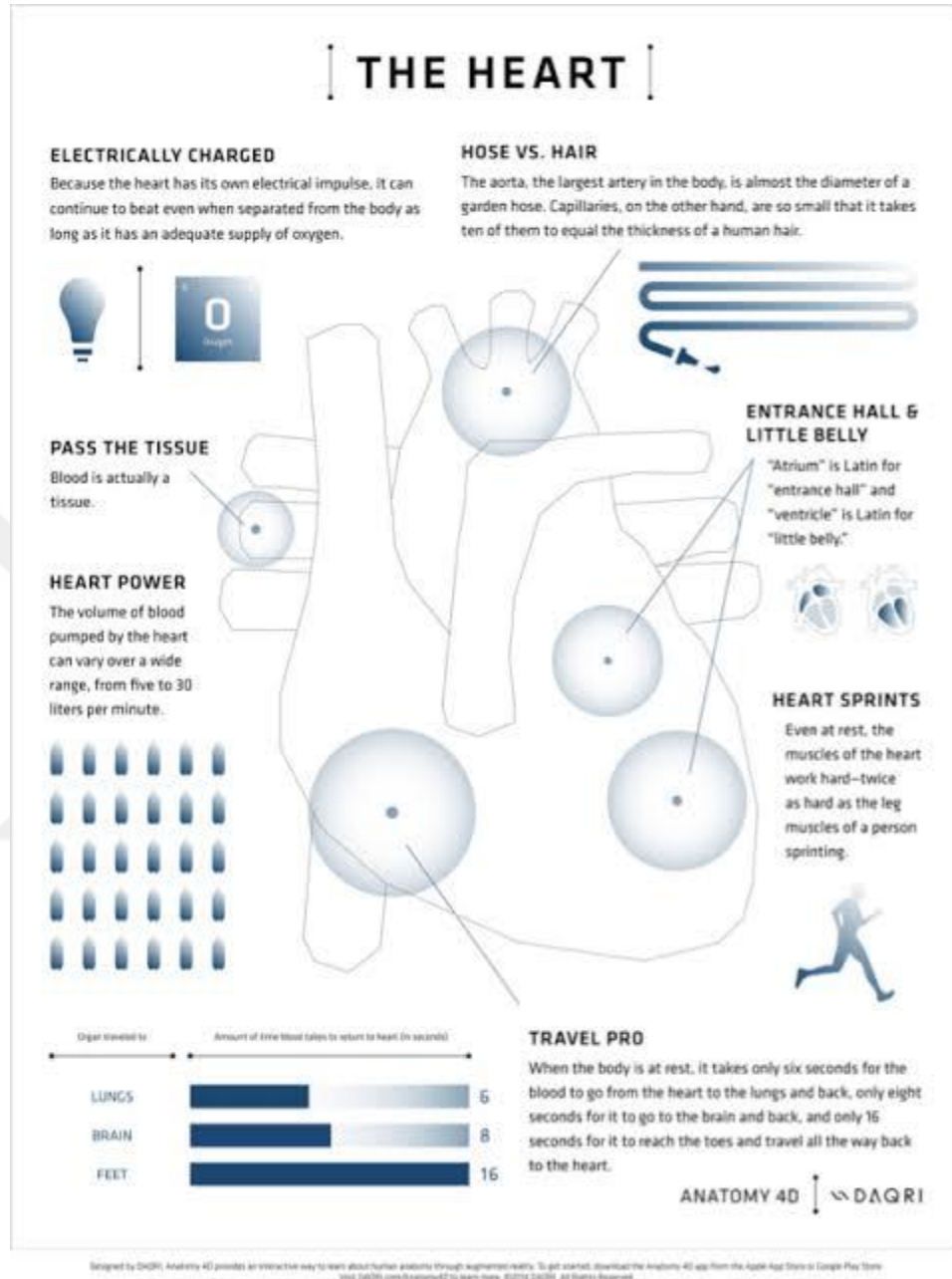
**Olası
Çözümlerin
Araştırılması**

Olası çözüm yolları üretmek için size verilen mini tasarım görevlerini yerine getirin. Böylece zihninizde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluşacaktır. Bu aşamanın sonunda isterseniz ana tasarım göreviniz için gerçekleştirdiğiniz taslak çiziminizde değişiklik yapabilirsiniz.

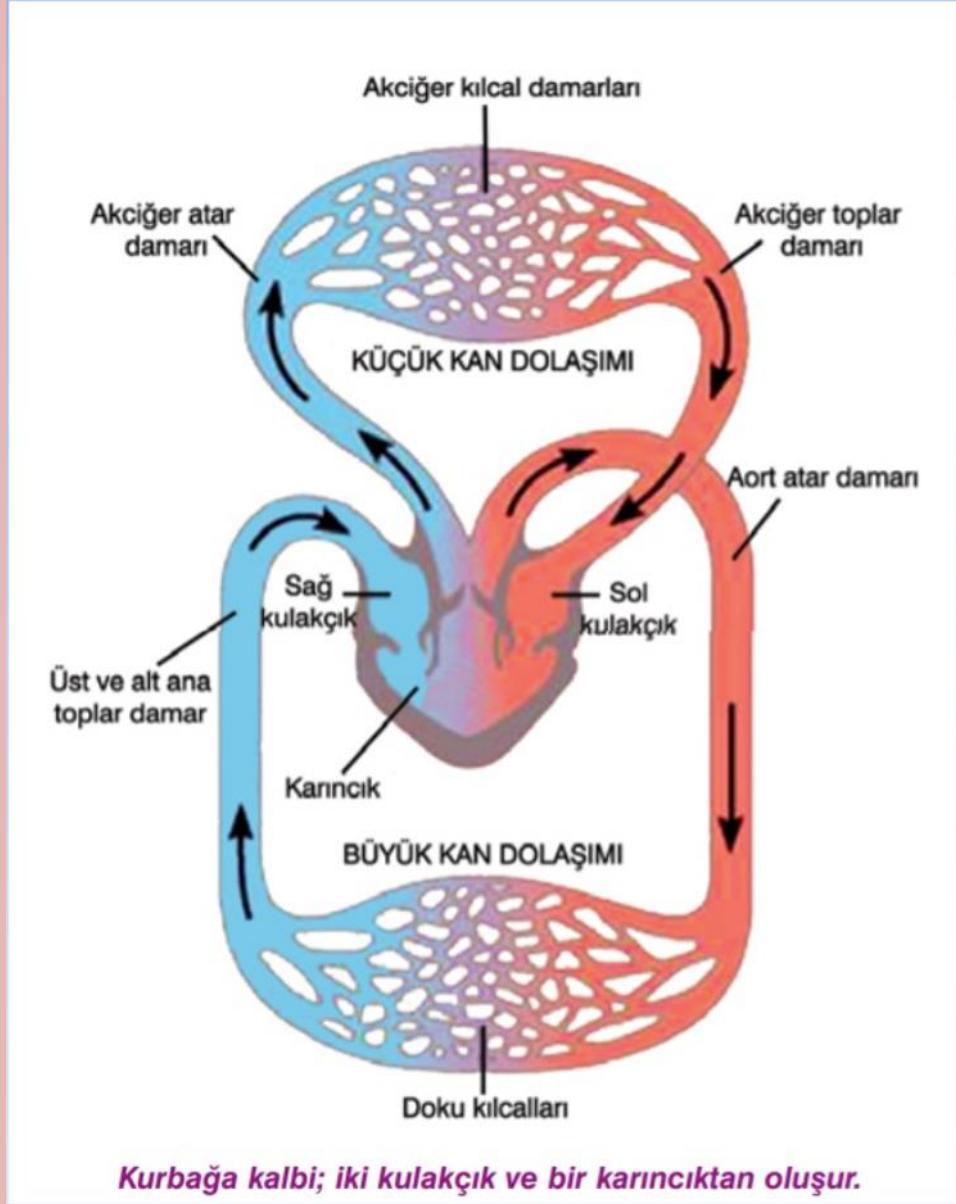
Mini Araştırma 1. Kurbağaların dolaşım sistemini oluşturan yapıları araştıralım. Araştırma sonuçlarınızı aşağıya kaydedelim.



Aşağıda verilen markeri **Anatomy 4D** uygulamasıyla tarayarak inceleyin. AR yardımıyla önceki araştırmalarınızdan da öğrendiklerinizi pekiştirin.



Model İnceleme

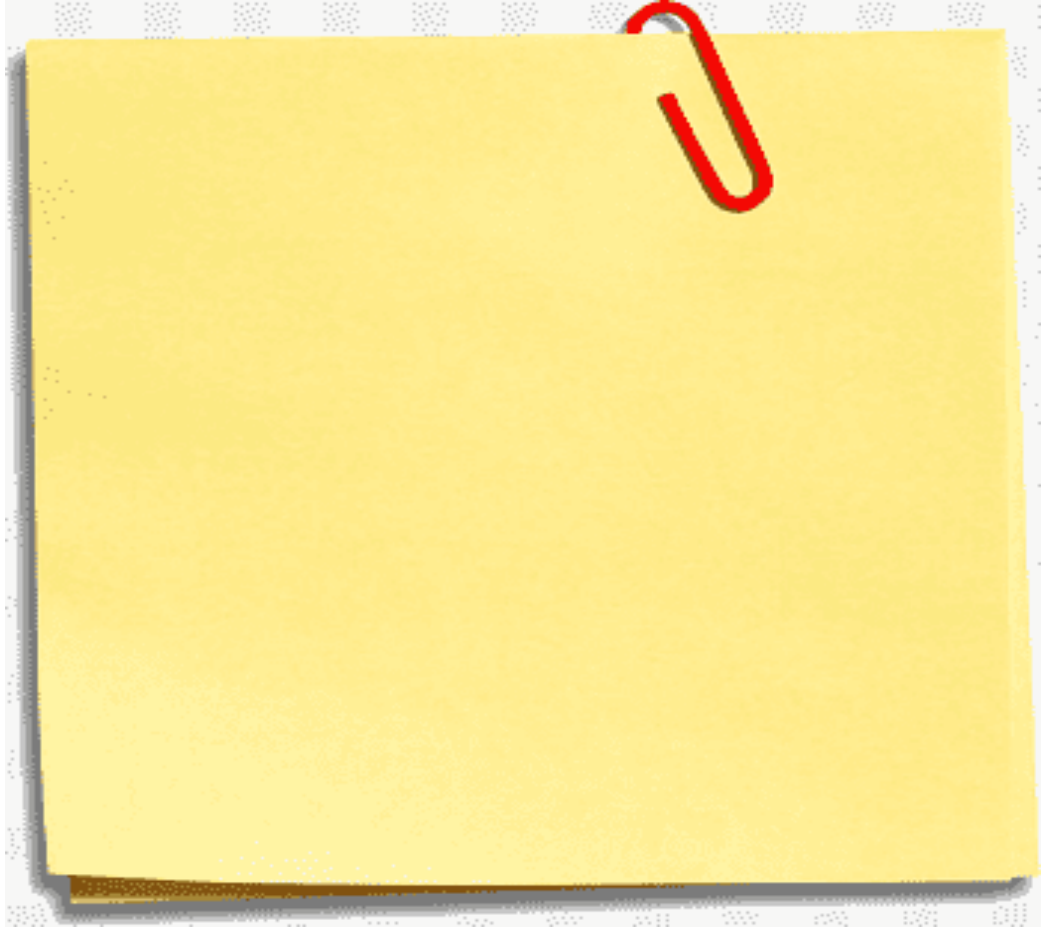


Örnek olarak verilen kurbağaların dolaşım sistemi modelini inceleyerek ilgili notlarınızı alınız ve bu notları birbirinizle paylaşınız.

Mini Tasarım Görevi 1: Kurbağalarda Kalbin Yapısı ve Damarlar

Arduino kurbağa kalp modelin daha işlevsel olması için kurbağalarda kalp yapısının ve damarların bilinmesi önemlidir. Şimdi kurbağalarda kalp yapısını ve damarları gösteren bir model tasarlayalım.

Mini Araştırma: Kurbağalarda kalp yapısı ve damarlar hakkında detaylı bir araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıdaki kısma not ediniz.



Şuana kadar yapmış olduğunuz araştırmalar ve çalışmalar sonucunda, ana tasarım görevinize ilişkin yapmak istediğiniz değişiklikler olabilir. Aşağıdaki alana yapmak istediğiniz değişiklikleri ve neden bu değişikliği yaptığınızı açıklayınız.

Ana Tasarım Görevine İlişkin Yeni Çizimim

Yeni Çizimde Yaptığım Değişiklikler ve Sebepleri



Önerdiğiniz çözüm yollarını grup olarak gereklilik ve sınırlılıkları göz önüne alarak değerlendirip, en uygun çözüm yolunu seçiniz.

Grubunuzda bulunan üyelerle birlikte büyük tasarım görevine ilişkin hazırladığınız tasarım çizimlerini inceleyiniz. Grup üyeleriyle birlikte ortak bir karar vermek için çözüm önerilerinizi aşağıdaki alana yazıp, gereklilik ve sınırlılıklarına göre yanına işaret koyarak, kıyaslama yapıp son kararı veriniz.

	Çözüm1	Çözüm2	Çözüm3	Çözüm4	Çözüm5
Gereklilik 1					
Gereklilik 2					
Gereklilik 3					
Kısıtlama 1					
Kısıtlama 2					
Kısıtlama 3					

Grup olarak ana tasarım görevine en iyi çözüm önerisine karar veriniz. Daha sonra çözüm önerinizi açıklayınız. Grup kararınızı veya fikir ayrılığı yaşadığınız bir durum varsa bunları aşağıya detaylı şekilde anlatınız.



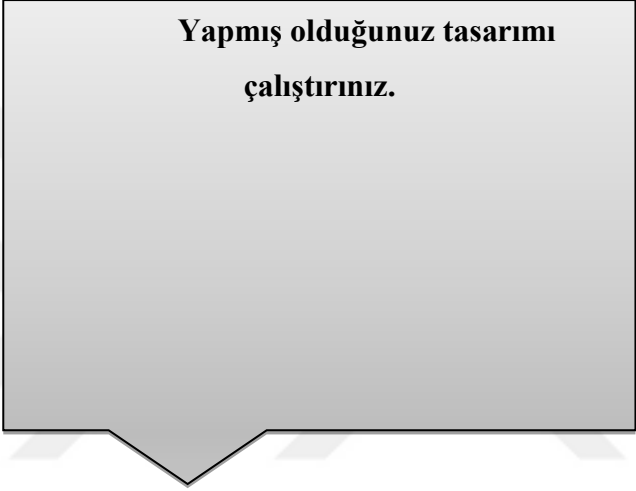
Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız.

Bir önceki aşmada grup olarak en uygun çözüm yöntemine karar vermişsiniz. Şimdi aşağıda verilen boşluğa gerçekleştirmek istediğiniz tasarımı tüm detaylarıyla birlikte çizin ve tasarımını yapınız.



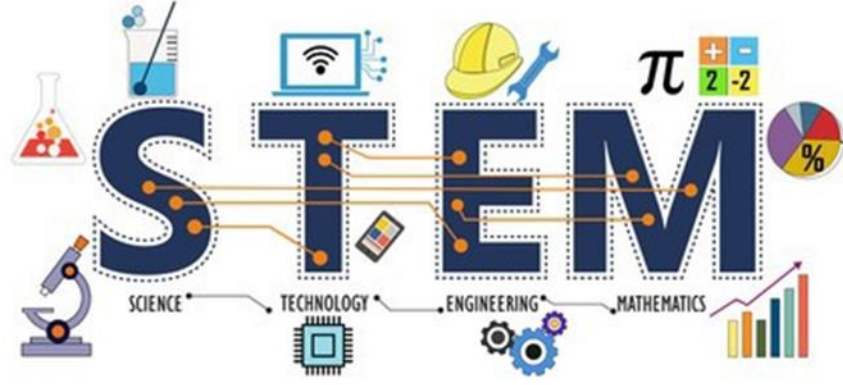
**Prototipi
Test Etme
ve Sunma**

Tasarımını gerçekleştirdiğiniz prototipin kodlamasını yaparak prototipinizi deneyin. Değerlendirme formunu doldurarak başarı durumuzu ölçün.



**Yapmış olduğunuz tasarımı
çalıştırınız.**

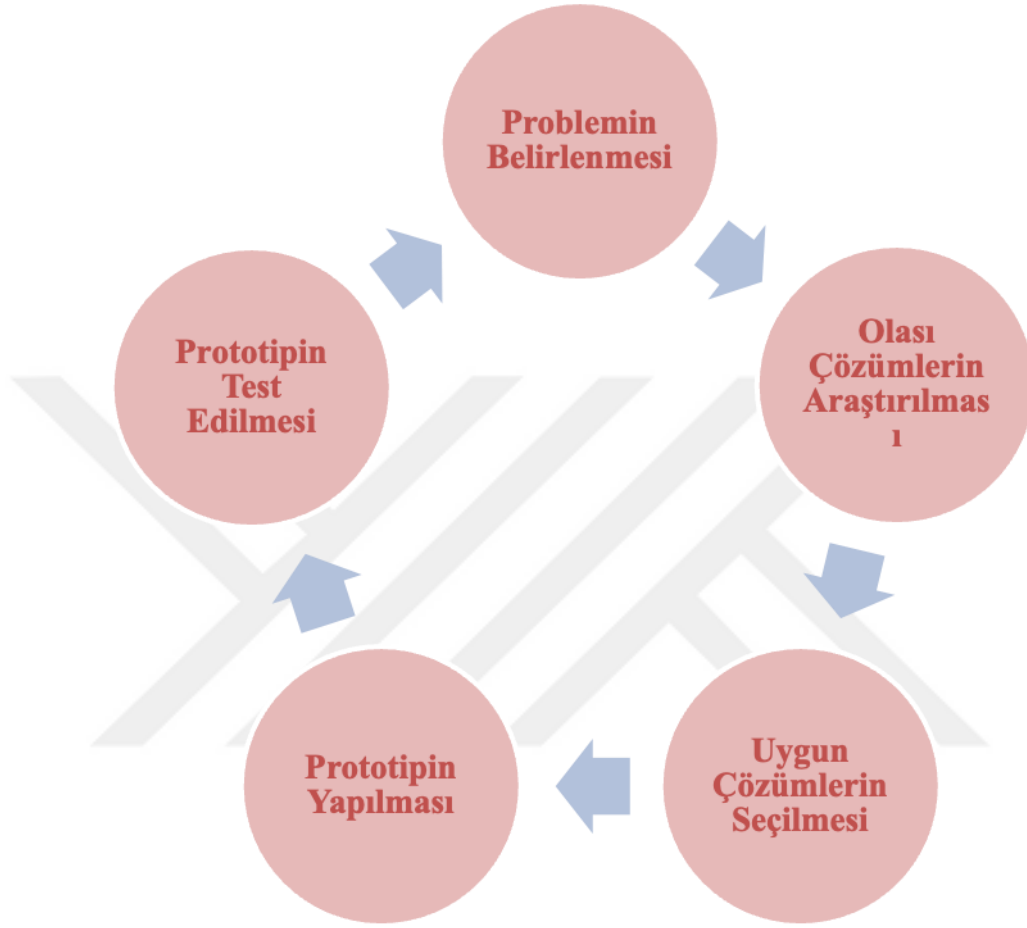
Ek 7. Karduino Robotik-Kodlama STEM Uygulama Modülü-Balık Kalbi



**KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA
STEM UYGULAMA MODÜLÜ-BALIK
KALBI**

DOLAŞIM SİSTEMİ

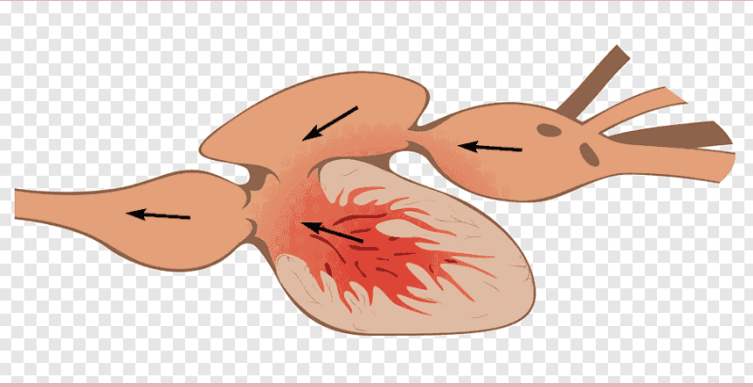
KARDUINO ROBOTİK-KODLAMA STEM UYGULAMA MODÜLÜ-BALIK KALBI



Problemin Belirlenmesi

Ana tasarım görevini inceleyerek problem durumunu belirleyin. Problem durumunun çözümüne yönelik gereklilikleri ve sınırlılıkları keşfedin. Tasarımınızı detaylı bir şekilde taslak olarak çizin.

ANA TASARIM GÖREVİ: ARDUINO BALIK KALP MODELİ



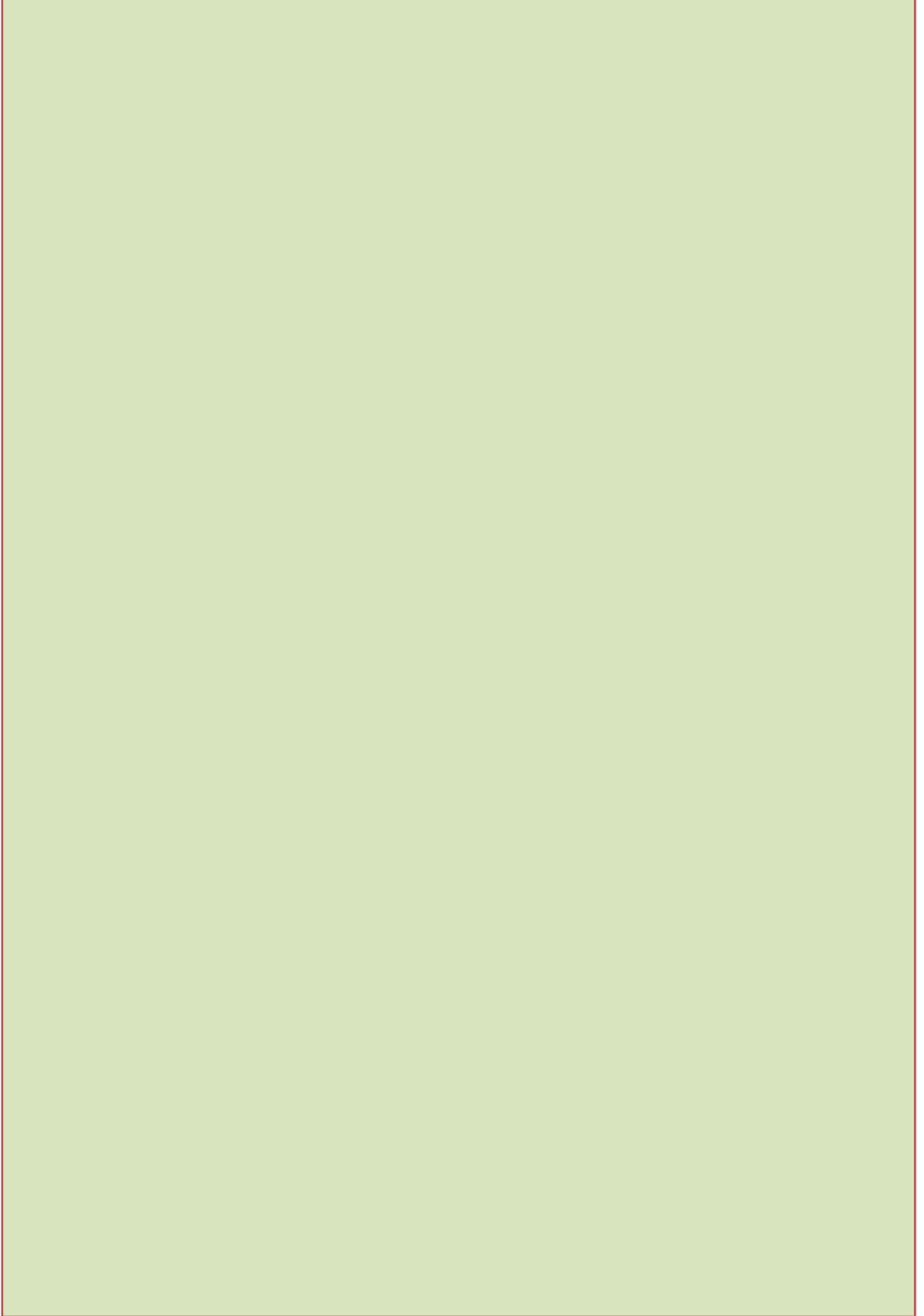
Ece, balıkların dolaşım sisteminde önemli görevi olan kalp ve damar sistemini arduino ile birleştirerek arduino balık kalp modelini tasarlamak istemektedir. Fakat arduino kalp modelini hazırlarken zorlanmıştır. Çünkü balıkların kalp ve damar yapıları konusunda eksikleri vardır. Ece sizden yardım beklemektedir.

Aşağıdaki alana problem durumu ile ilgili bilmeniz gerekenleri, neye ihtiyaç duyduğunuz gibi araştırmanız gerekenleri ve sınırlılıkları yazınız.

Tasarım Probleminin Tanımlanması

Bilmem Gerekenler	İhtiyaç Duyduklarım	Sınırlılıklar
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.
5.	5.	5.

Aşağıdaki boşluğa inşa etmeyi düşündüğünüz tasarımı detaylı bir şekilde çizerek çizim üzerine gerekli açıklamaları not ediniz.



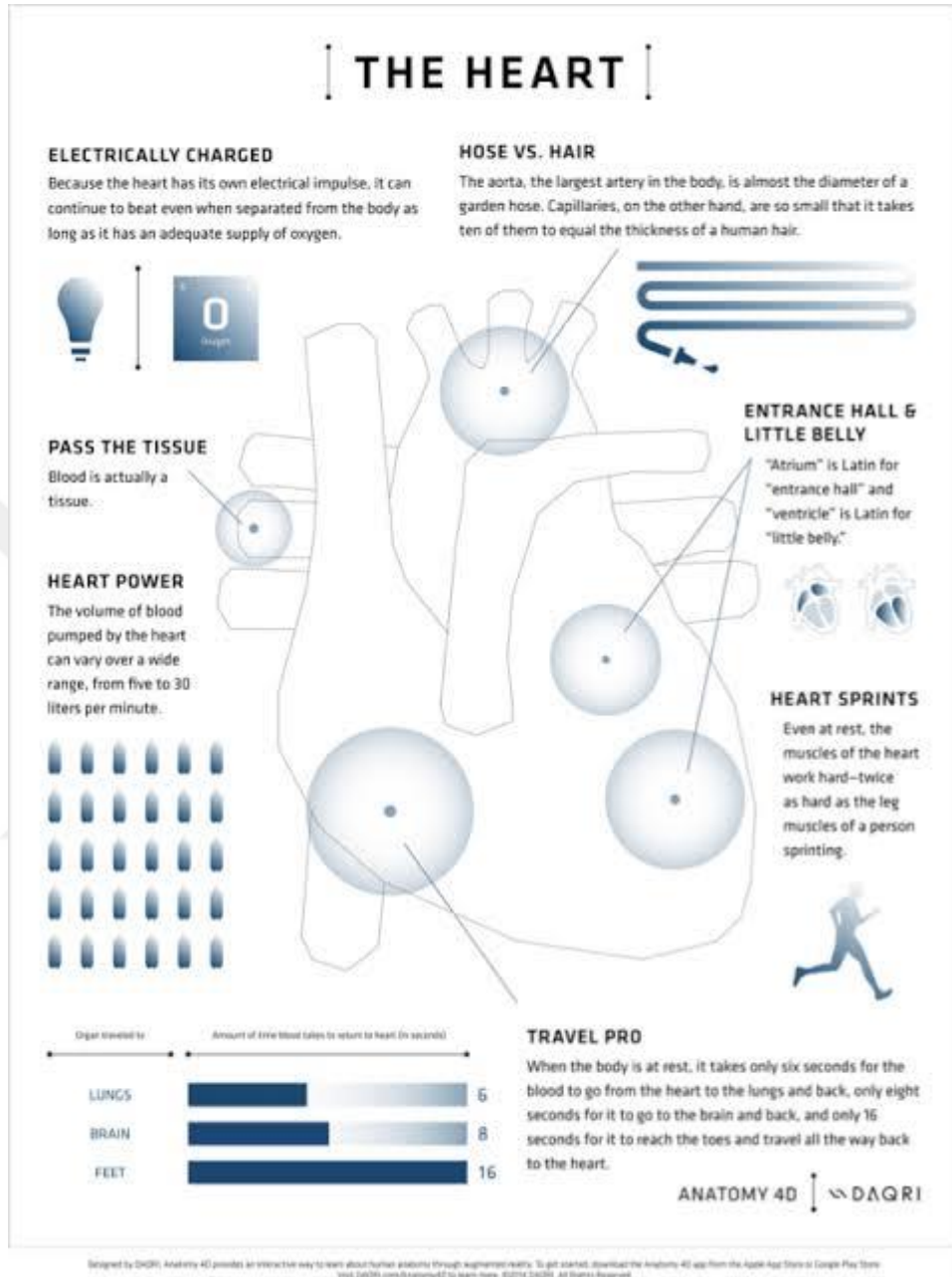
**Olası
Çözümlerin
Araştırılması**

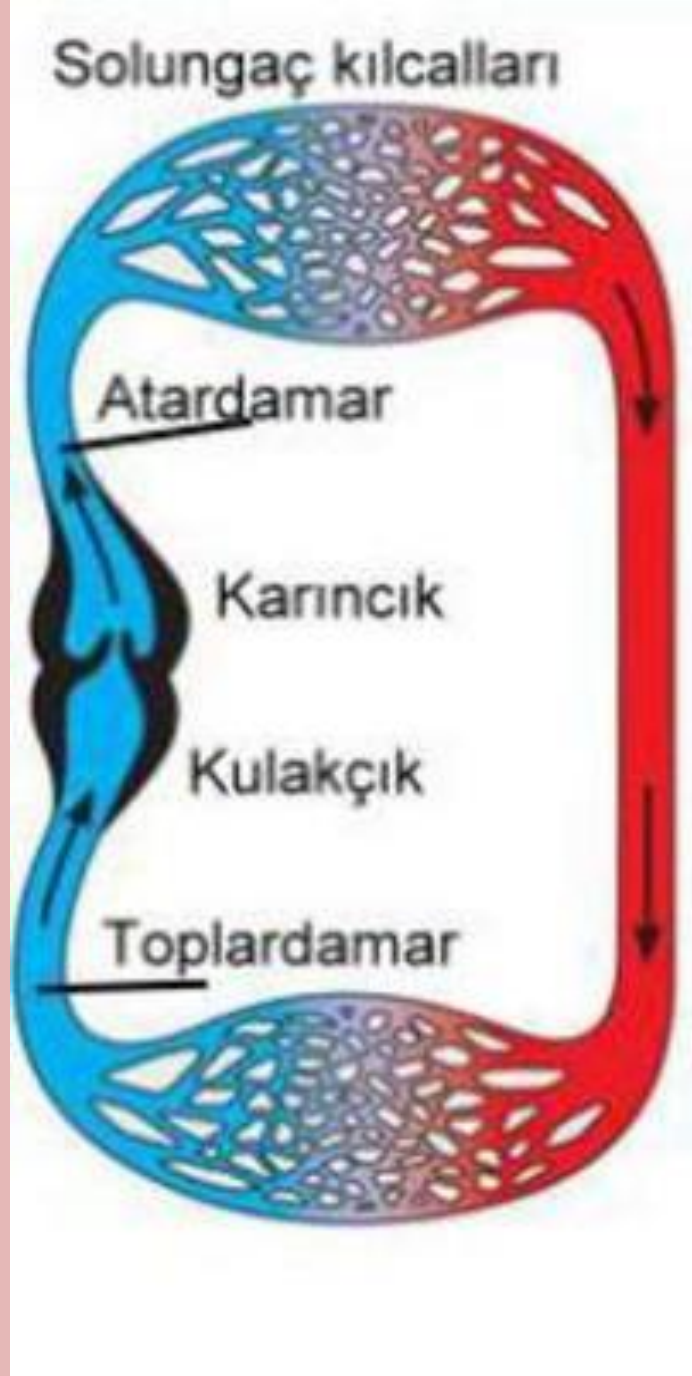
Olası çözüm yolları üretmek için size verilen mini tasarım görevlerini yerine getirin. Böylece zihninizde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluşacaktır. Bu aşamanın sonunda isterseniz ana tasarım göreviniz için gerçekleştirdiğiniz taslak çiziminizde değişiklik yapabilirsiniz.

Mini Araştırma 1. Balıklarda dolaşım sistemini oluşturan yapıları araştıralım. Araştırma sonuçlarınızı aşağıya kaydedelim.



Aşağıda verilen markeri **Anatomy 4D** uygulamasıyla tarayarak inceleyin. AR yardımıyla önceki araştırmalarınızdan da öğrendiklerinizi pekiştirin.



Model İnceleme

Örnek olarak verilen dolaşım sistemi modelini inceleyerek ilgili notlarınızı alınız ve bu notları birbirinizle paylaşınız.

Mini Tasarım Görevi 1: Balıklarda Kalbin Yapısı ve Damarlar

Arduino balık kalp modelin daha işlevsel olması için balıklarda kalp yapısının ve damarların bilinmesi önemlidir. Şimdi balıklarda kalp yapısını ve damarları gösteren bir model tasarlayalım.

Mini Araştırma: Balıklarda kalp yapısı ve damarlar hakkında detaylı bir araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıdaki kısma not ediniz.



Şuana kadar yapmış olduğunuz araştırmalar ve çalışmalar sonucunda, ana tasarım görevinize ilişkin yapmak istediğiniz değişiklikler olabilir. Aşağıdaki alana yapmak istediğiniz değişiklikleri ve neden bu değişikliği yaptığınızı açıklayınız.

Ana Tasarım Görevine İlişkin Yeni Çizimim

Yeni Çizimde Yaptığım Değişiklikler ve Sebepleri

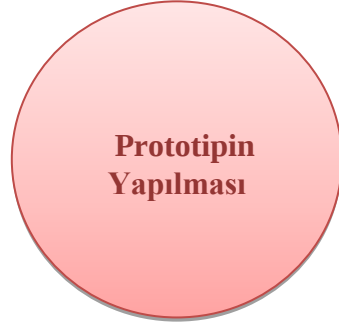


Önerdiğiniz çözüm yollarını grup olarak gereklilik ve sınırlılıkları göz önüne alarak değerlendirip, en uygun çözüm yolunu seçiniz.

Grubunuzda bulunan üyelerle birlikte büyük tasarım görevine ilişkin hazırladığınız tasarım çizimlerini inceleyiniz. Grup üyeleriyle birlikte ortak bir karar vermek için çözüm önerilerinizi aşağıdaki alana yazıp, gereklilik ve sınırlılıklarına göre yanına işaret koyarak, kıyaslama yapıp son kararı veriniz.

	Çözüm1	Çözüm2	Çözüm3	Çözüm4	Çözüm5
Gereklilik 1					
Gereklilik 2					
Gereklilik 3					
Kısıtlama 1					
Kısıtlama 2					
Kısıtlama 3					

Grup olarak ana tasarım görevine en iyi çözüm önerisine karar veriniz. Daha sonra çözüm önerinizi açıklayınız. Grup kararınızı veya fikir ayrılığı yaşadığınız bir durum varsa bunları aşağıya detaylı şekilde anlatınız.



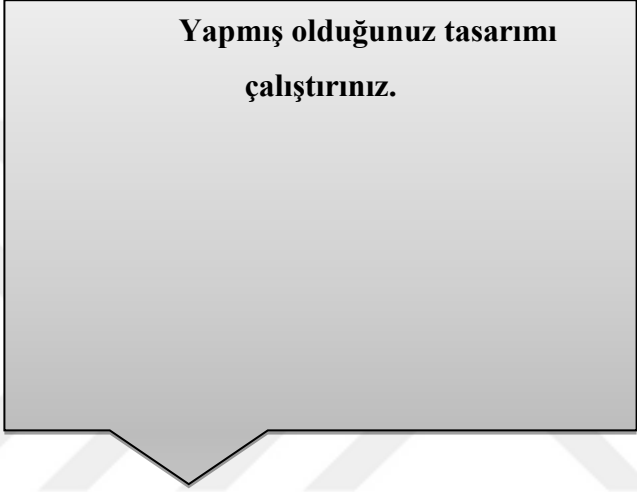
Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız.

Bir önceki aşmada grup olarak en uygun çözüm yöntemine karar vermiştiniz. Şimdi aşağıda verilen boşluğa gerçekleştirmek istediğiniz tasarımı tüm detaylarıyla birlikte çizin ve tasarımını yapınız.



**Prototipi
Test Etme
ve Sunma**

Tasarımını gerçekleştirdiğiniz prototipin kodlamasını yaparak prototipinizi deneyin. Değerlendirme formunu doldurarak başarı durumuzu ölçün.



**Yapmış olduğunuz tasarımı
çalıştırınız.**

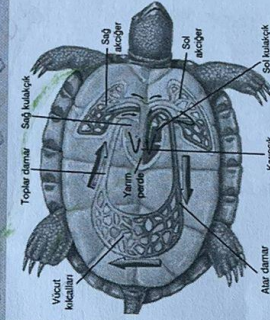
Ek 8. Öğretmen Adayları Tarafından Doldurulan Örnek Sürünge Kalbi Modülü

**Problemin
Belirlenmesi**

Ana tasarım görevini inceleyerek problem durumunu belirleyin. Problem durumunun çözümüne yönelik gereklilikleri ve sınırlılıkları keşfedin. Tasarımınızı detaylı bir şekilde taslak olarak çizin.

ANA TASARIM GÖREVİ: ARDUİNO SÜRÜNGEN KALP MODELİ

Ece, sürünge dolaşım sisteminde önemli görevi olan kalp ve damar sistemini arduino ile birleştirerek arduino sürünge kalp modelini tasarlamak istemektedir. Fakat arduino kalp modelini hazırlarken zorlanmıştır. Çünkü sürünge kalp ve damar yapıları konusunda eksikleri vardır. Ece sizden yardım beklemektedir.

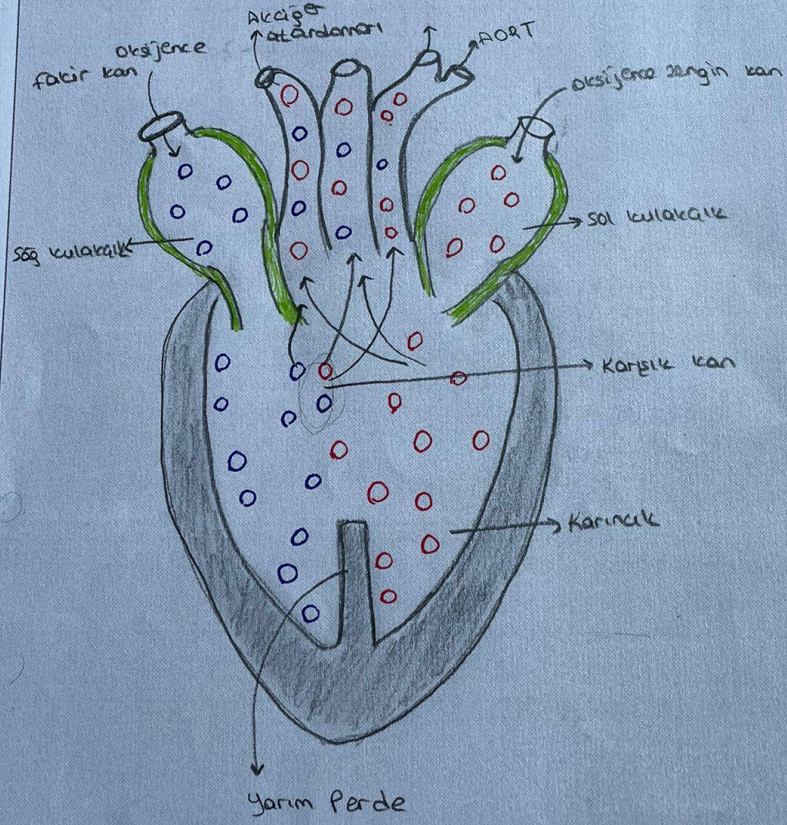


Aşağıdaki alana problem durumu ile ilgili bilmeniz gerekenleri, neye ihtiyaç duyduğunuz gibi araştırmanız gerekenleri ve sınırlılıkları yazınız.

Tasarım Probleminin Tanımlanması

Bilmem Gerekenler	İhtiyaç Duyduklarım	Sınırlılıklar
1. Sürünge kalbinin yapısını bilmemiz gerekir.	1. Sünger	1. malzemenin cinsi
2. Sürünge kalbindeki damarların görevlerini bilmeliyiz.	2. Led lambalar	2. malzemenin kalınlığı
3. Oluşturmaçım modelde kullanacağım malzemeleri	3. Arduino malzemeleri	3.
4. Arduinoda hangi bölümü kullanacağımı	4. mukawa, plastik	4.
5. Sürünge kalbinin dolaşım sistemini bilmeliyim.	5.	5.

Aşağıdaki boşluğa inşa etmeyi düşündüğünüz tasarımı detaylı bir şekilde çizerek çizim üzerine gerekli açıklamaları not ediniz.



ful
pulsu
sarı

Olası Çözümlerin Araştırılması

Olası çözüm yolları üretmek için size verilen mini tasarım görevlerini yerine getirin. Böylece zihninizde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluşacaktır. Bu aşamanın sonunda isterseniz ana tasarım göreviniz için gerçekleştirdiğiniz taslak çiziminizde değişiklik yapabilirsiniz.

Mini Araştırma 1. Sürüngelelerde dolaşım sistemini oluşturan yapıları araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıya kaydedelim.

Sürüngelelerde kalp 2 kulaklık ve yarım perdayle bölünmüş 1 korumak olmak üzere 3 odacıklıdır.

Mini Tasarım Görevi 1: Sürünge Kalbin Yapısı ve Damarlar

Arduno sürünge kalp modelin daha işlevsel olması için sürünge kalp yapısının ve damarların bilinmesi önemlidir. Şimdi sürünge kalp yapısını ve damarları gösteren bir model tasarlayalım.



Mini Araştırma: Sürünge kalp yapısı ve damarlar hakkında detaylı bir araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıdaki kısma not ediniz.

Sürünge kalpde kirli ve temiz kan karışır.

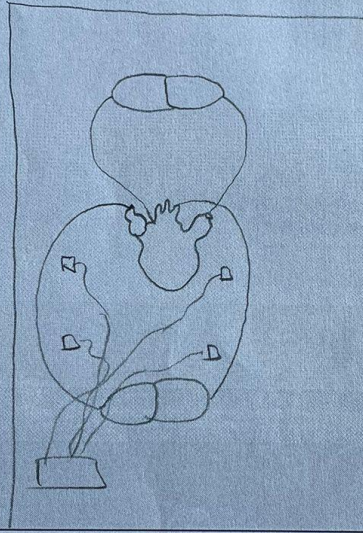
Kirli ve temiz kan karıştığı için soğuk kanlı canlılar der.
Timsah istisnaları bir sürünge kalpdir.
"Yarım perde" sürünge kalpde vardır.

Şuana kadar yapmış olduğunuz araştırmalar ve çalışmalar sonucunda, ana tasarım görevinize ilişkin yapmak istediğiniz değişiklikler olabilir. Aşağıdaki alana yapmak istediğiniz değişiklikleri ve neden bu değişikliği yaptığınızı açıklayınız.

Ana Tasarım Görevine İlişkin Yeni Çizimim

Damarların üzerine led lambalar bağlanmayla hedeflemiştik. Ancak bu fiyörden vazgeçtik çünkü çok fazla kablo olacaktı.

Bütün damarları keçe den yapacaktık daha sonra plastikten yaptık. Sebebi daha kolay yol kat edeceğimizi düşünmekti.



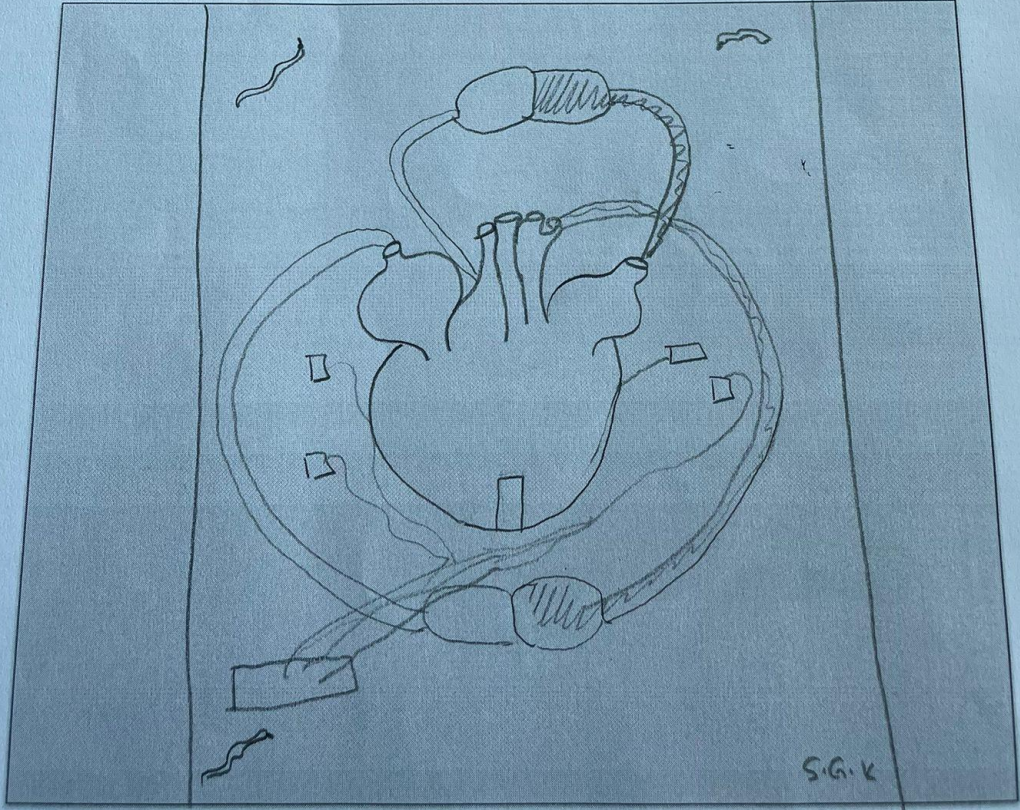
Yeni Çizimde Yaptığım Değişiklikler ve Sebepleri

yukarıdaki alanda belirttik.

Prototipin Yapılması

Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız.

Bir önceki aşmada grup olarak en uygun çözüm yöntemine karar vermişsiniz. Şimdi aşağıda verilen boşluğa gerçekleştirmek istediğiniz tasarımı tüm detaylarıyla birlikte çizin ve tasarımını yapınız.



Ek 9. Öğretmen Adayları Tarafından Doldurulan Örnek Balık Kalbi Modülü

**Problem
Belirlenmesi**

Ana tasarım görevini inceleyerek problem durumunu belirleyin. Problem durumunun çözümüne yönelik gereklilikleri ve sınırlılıkları keşfedin. Tasarımınızı detaylı bir şekilde taslak olarak çizin.

ANA TASARIM GÖREVİ:

ARDUINO BALIK KALP MODELİ

Ece, balıkların dolaşım sisteminde önemli görevi olan kalp ve damar sistemini arduino birleştirerek arduino balık kalp modelini tasarlamak istemektedir. Fakat arduino kalp modeli hazırlarken zorlanmıştır. Çünkü balıkların kalp ve damar yapıları konusunda eksikleri var. Ece sizden yardım beklemektedir.

Aşağıdaki alana problem durumu ile ilgili bilmeniz gerekenleri, neye ihtiyaç duyduğunuz gibi araştırmanız gerekenleri ve sınırlılıkları yazınız.

Tasarım Probleminin Tanımlanması		
Bilmem Gerekenler	İhtiyaç Duyduklarım	Sınırlılıklar
1. (Büyük Kon Dolaşımı) Balıklarda tek dolaşım vardır.	1. Arduino Malzemesi	1. Malzeme
2. (Korincik ve Kulakçık) Kalp iki odacıklıdır.	2. Singer	2.
3. Kon basıncı az ve konin akış hızı düşüktür.	3. Mukavva Karton	3.
4. Arduino Bilgisi	4.	4.
5.	5.	5.



Olası Çözümlerin Araştırılması

Olası çözüm yolları üretmek için size verilen mini tasarım görevlerini yerine getirin. Böylece zihninizde ana tasarım görevinin çözümleri için fikirler oluşacaktır. Bu aşamanın sonunda isterseniz ana tasarım göreviniz için gerçekleştirdiğiniz taslak çiziminizde değişiklik yapabilirsiniz.

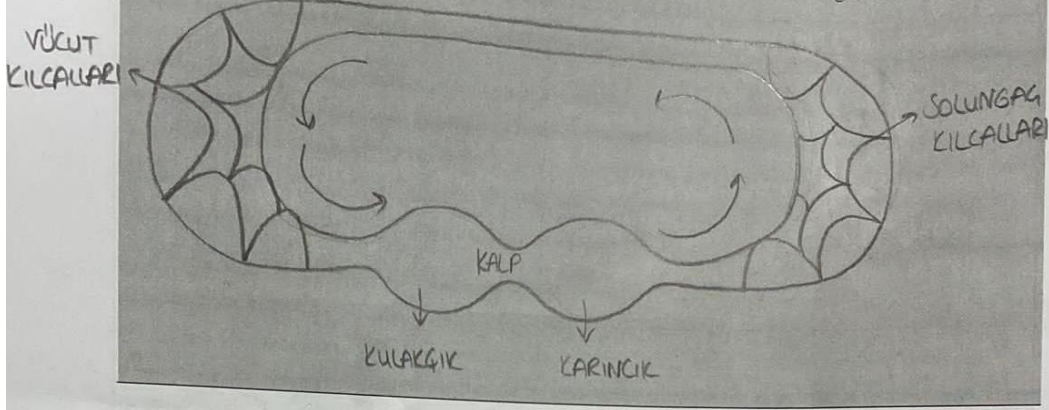
Mini Araştırma 1. Balıklarda dolaşım sistemini oluşturan yapıları araştıralım. Araştırma sonuçlarınızı aşağıya kaydedelim.

BALIKLARDA DOLAŞIM SİSTEMİ

- ✓ Sadece büyük kan dolaşımı görülür. O yüzden Balıklarda dolaşım sistemi kalp ve kılcal damarlardan oluşmaktadır.
- ✓ Kalp yapısını bir kulakçık ve bir karıncık olmak üzere iki odacıklı olarak düşünmektedir.
- ✓ Kirliliği kan kalbin karıncığından çıkarak solungaç kılcalılarına gider ve burada temizlenir. Temizlenen ve oksijenlenen kan kalbe gelmeden dokulara gönderilir. Daha sonra tekrar kirlenen kan kalbin kulakçığına gelir.
- ✓ Kan basıncı az ve kanın akış hızı düşüktür.

Mini Tasarım Görevi 1: Balıklarda Kalbin Yapısı ve Damarlar

Arduino balık kalp modelin daha işlevsel olması için balıklarda kalp yapısının ve damarların bilinmesi önemlidir. Şimdi balıklarda kalp yapısını ve damarları gösteren bir model tasarlayalım.

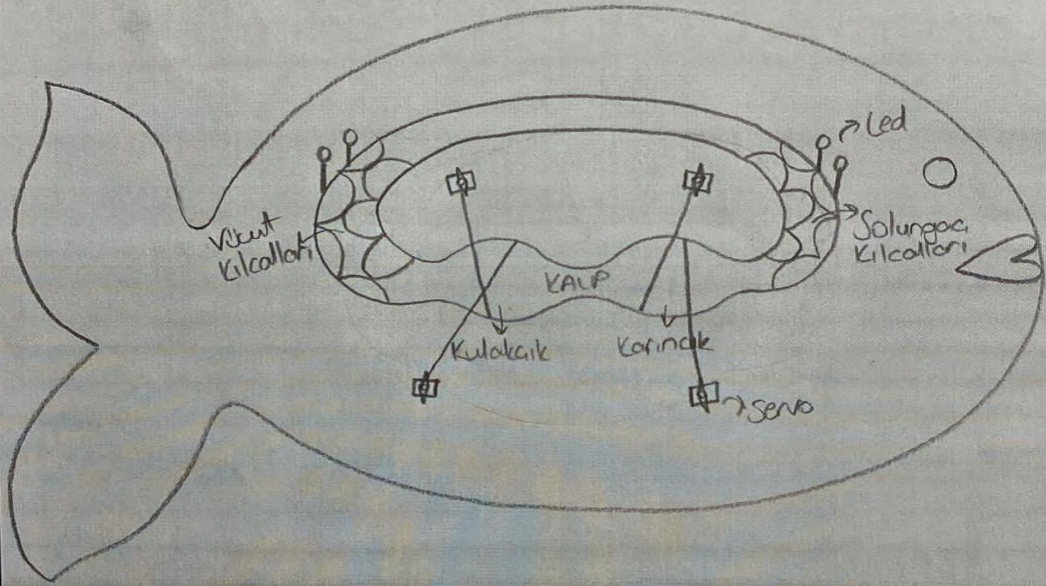


Mini Araştırma: Balıklarda kalp yapısı ve damarlar hakkında detaylı bir araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı aşağıdaki kısma not ediniz.

- ✓ Balıklarda tek dolaşım görülür.
- ✓ Sadece büyük kan dolaşımı vardır.
- ✓ Kalp kulakçık ve karıncık olmak üzere iki odacıktan oluşmaktadır.
- ✓ Kirlili kan kalbin karıncığından çıkarak solungaç kılcalıklarına gider ve burada temizlenir. Temizlenen kan kalbe gelmeden dokulara gönderilir. Daha sonra tekrar kirlenen kan kalbin kulakçığına geri gelir. Bu döngü bu şekilde devam eder.

Şuana kadar yapmış olduğunuz araştırmalar ve çalışmalar sonucunda, ana tasarım görevinize ilişkin yapmak istediğiniz değişiklikler olabilir. Aşağıdaki alana yapmak istediğiniz değişiklikleri ve neden bu değişikliği yaptığınızı açıklayınız.

Ana Tasarım Görevine İlişkin Yeni Çizimim



Yeni Çizimde Yaptığım Değişiklikler ve Sebepleri

Pek bir değişiklik yapmadık. İlk fikir güzel olduğu için o fikir üzerinden ilerledik.

Uygun Çözümleri n Seçilmesi

Önerdiğiniz çözüm yollarını grup olarak gereklilik ve sınırlılıkları göz önüne alarak değerlendirip, en uygun çözüm yolunu seçiniz.

Grubunuzda bulunan üyelerle birlikte büyük tasarım görevine ilişkin hazırladığınız tasarım çizimlerini inceleyiniz. Grup üyeleriyle birlikte ortak bir karar vermek için çözüm önerilerinizi aşağıdaki alana yazıp, gereklilik ve sınırlılıklarına göre yanına işaret koyarak, kıyaslama yapıp son kararı veriniz.

	Çözüm1	Çözüm2	Çözüm3	Çözüm4	Çözüm5
Gereklilik 1	✓	✓	✓		
Gereklilik 2	✓	✓	✓		
Gereklilik 3	✓	✓	✓		
Kısıtlama 1	✓	✓	✓		
Kısıtlama 2	✓	✓	✓		
Kısıtlama 3	✓	✓	✓		

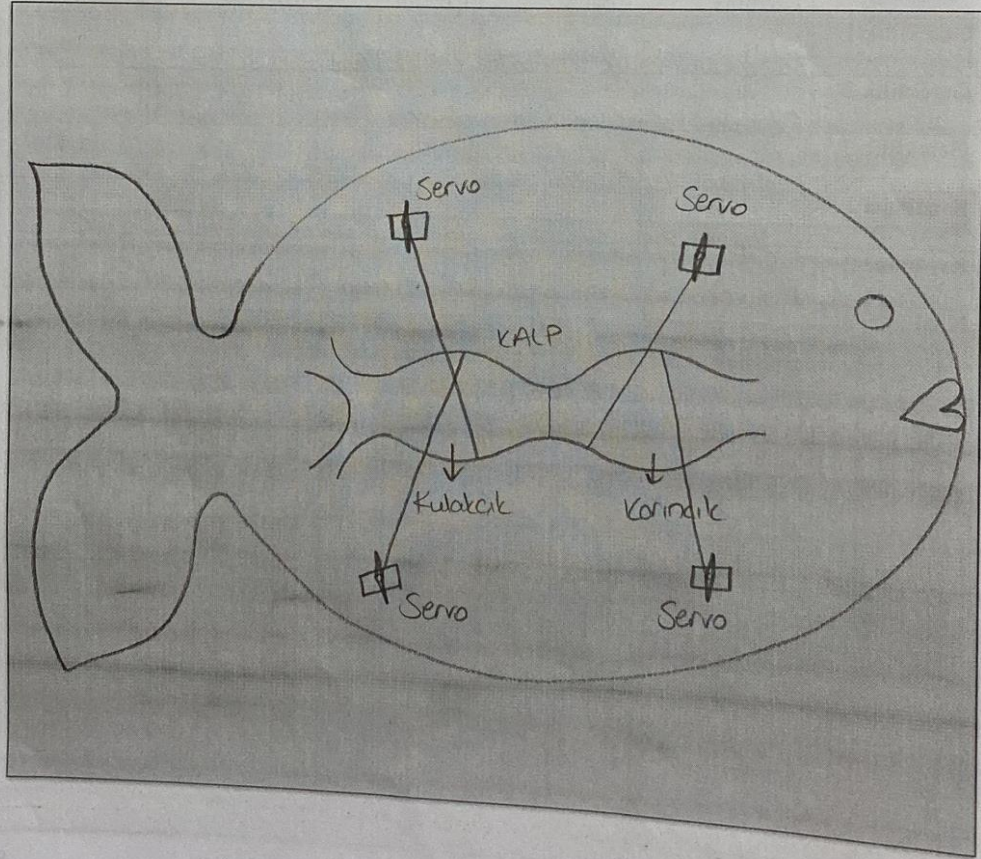
Grup olarak ana tasarım görevine en iyi çözüm önerisine karar veriniz. Daha sonra çözüm önerinizi açıklayınız. Grup kararınızı veya fikir ayrılığı yaşadığınız bir durum varsa bunları aşağıya detaylı şekilde anlatınız.

Tüm çözüm önerilerini ortay, bir fikir olarak ve en iyi fikri seçerek
hep birlikte karar verildi.

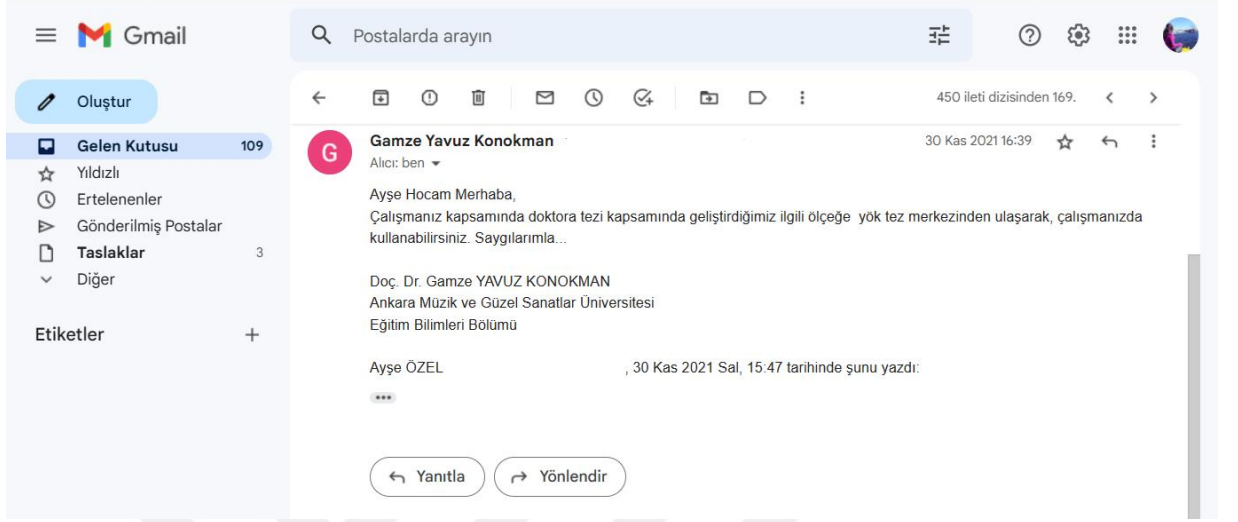
Prototipin Yapılması

Prototipinizin son halini detaylı şekilde çizerek açıklamaları yapınız ve prototipe başlayınız.

Bir önceki aşmada grup olarak en uygun çözüm yöntemine karar vermiştiniz. Şimdi aşağıda verilen boşluğa gerçekleştirmek istediğiniz tasarımı tüm detaylarıyla birlikte çizin ve tasarımını yapınız.



Ek 10. TDDÖ İzni



Ek 11. Etik Kurul Kararı

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU - 1
KARARI

Protokol No : 210096

Karar No : 2

Araştırma Yürütücüsü	Yüksek Lisans Öğrencisi AYŞE ÖZEL
Kurumu / Birimi	MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ / MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BÖLÜMÜ
Araştırmanın Başlığı	OMURGALILARDA KALBİN YAPISI VE ÇALIŞMA SİSTEMİNİN STEM TABANLI KALP ARDUINO ROBOTİK MODEL TASARIMLARI İLE ÖĞRETİLMESİNİN AKADEMİK BAŞARI VE TEKNOLOJİYE YÖNELİK DİRENÇ DAVRANIŞLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Başvuru Formunun Etik Kurula Geldiği Tarih	29.12.2021
Başvuru Formunun Etik Kurulda İncelendiği Tarih	29.12.2021
Karar Tarihi	04.01.2022

KARAR : UYGUNDUR

AÇIKLAMA :Beyan edilen veri formlarının dışına çıkılmaması şartıyla araştırmanın uygulanabilirliği konusunda bilimsel araştırmalar etiği açısından bir sakınca yoktur.

Prof. Dr. Vural HOŞGÖRÜR
Başkan

Prof.Dr. Aylin Çiğdem KÖNE
Üye

Doç.Dr. Aytekin FIRAT
Üye

Doç.Dr. Burçak BOZ YAMAN
Üye

Doç.Dr. Emine ÇİL
Üye

Doç.Dr. Aydan BEKAR
Üye

Doç.Dr. Ali Gürel GÖKSEL
Üye

Doç.Dr. Öner ÇELİKKALELİ
Üye

Ek 12. *Çalışma kapsamında geliştirilen proje videolarının You Tube Linkleri*

<https://youtu.be/BAGzgJxEzII>

<https://youtu.be/sNx1DOnotDw>

https://youtube.com/shorts/VzfDj9Kn_WA

<https://youtu.be/NAJTT1SH0QU>

<https://youtube.com/shorts/FxcO5EHEXHA>

<https://youtube.com/shorts/W8GPHlZX86A>

<https://youtube.com/shorts/ImG5LXZpBrc>

https://youtube.com/shorts/EA2_rEhU3l0

<https://youtube.com/shorts/LodERLcKi5o>

<https://youtu.be/pZAUkMSFiZ8>