T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ROBOTİK ÇALIŞMALARININ STEM UYGULAMASI OLARAK ORTAOKUL FEN LABORATUVAR UYGULAMALARINA ENTEGRASYONU

BARIŞ ELBİR

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ÖMER ÇAKIROĞLU

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI

İSTANBUL-2020

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ROBOTİK ÇALIŞMALARININ STEM UYGULAMASI OLARAK ORTAOKUL FEN LABORATUVAR UYGULAMALARINA ENTEGRASYONU

BARIŞ ELBİR

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ÖMER ÇAKIROĞLU

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI

İSTANBUL-2020

Bu çalışma 24/12/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Programı Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Prof. Dr. Ömer ÇAKIROĞLU (Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi

Prof. Dr. Hülya ÇALIŞKAN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi

Prof. Dr. Nesrin ÖZDENER DÖNMEZ
Marmara Üniversitesi
Atatürk Eğitim Fakültesi

Prof. Dr. Behiye AKÇAY
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi

Prof. Dr. Tufan ADIGÜZEL
Özyeğin Üniversitesi
Rektörlük

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 56045 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Isaac Newton kendi gelişimine katkı sağlayanları "Daha uzağı görebiliyorsam bu benden önceki devlerin omuzlarında durduğum içindir." sözleriyle özetlemiştir. Bende kıymetli hocalarımın ve ailemin desteğini hep yanımda hissettim.

Öncelikle üniversitedeki eğitim hayatım boyunca bana olumlu katkılar sağlayan, her danıştığımda yardımını esirgemeyen, çalışmamın her aşamasında sabrı ve hoşgörüsü ile yanımda olan tez danışmanım saygıdeğer Prof. Dr. Ömer Çakıroğlu'na, tez izleme komite üyelerim Prof. Dr. Hülya Çalışkan ve Prof. Dr. Nesrin Özdener'e teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmam boyunca görüşleriyle ve önerileriyle beni yönlendiren tez jüri üyeleri saygıdeğer Prof. Dr. Tufan Adıgüzel'e, Prof. Dr. Behiye Akçay'a ve öğretmenlik mesleğini bana sevdirip benim bilgi ile donanmamı sağlayan İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa HAYEF Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak her anımda yanımda olarak bana destek veren hayat arkadaşım Zeynep Seda'ya, hayatıma yeni bir anlam katan oğlum Çınar'a, beni büyüten bu günlere gelmemi sağlayan annem Nazife Elbir ve babam Mustafa Elbir'e sonsuz teşekkürler.

Bu çalışmayı

genç yaşta kaybettiğimiz, açmadan solan kardeşim Savaş'a

ithaf ediyorum...

Barış ELBİR

ÖZET

ROBOTİK ÇALIŞMALARININ STEM UYGULAMASI OLARAK ORTAOKUL FEN LABORATUVAR UYGULAMALARINA ENTEGRASYONU

Dünya'da robotik bilimi ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde iki farklı yaklaşım karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki robotik bilimin öğrenilmesine imkân sağlayan robotik öğretimi, ikincisi ise mevcut müfredatın daha iyi öğrenilmesine hizmet eden eğitsel robotik uygulamalarıdır. Özellikle eğitsel robotik uygulamalarının eğitimde kullanımının avantaj ve dezavantajları merak konusudur. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı, klasik fen laboratuvarı malzemeleri ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleri ile yapılan STEM deney etkinliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

Araştırmada karma yöntemin sıralı açıklayıcı deseni kullanılmıştır. Nicel veriler için ön test ve son test kontrol gruplu yarı deneysel desen uygulanırken, nitel veriler için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Çalışma grubu, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden amaçsal örnekleme yöntemiyle seçilmiş temel eğitim kademesi ortaokul 7. sınıf olan öğrencilerinden (N=96) oluşmaktadır. Çalışmada bir deney ve bir kontrol grubu olmak üzere toplam iki ayrı grup oluşturulmuştur. Deney etkinlikleri 2015-2016 eğitim öğretim yılı birinci döneminde toplamda üç ayda gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları olarak, *STEM Tutum Ölçeği, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği, Akademik Başarı Testi, Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu* kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar öncesinde gerekli ön testler yapıldıktan sonra STEM deney etkinlikleri kontrol grubunda klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle, deney grubunda ise teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonunda ise son testler, anketler ve görüşmeler yapılarak çalışma tamamlanmıştır. Elde edilen nitel veriler içerik analizi, nicel veriler ise SPSS paket programı kullanılarak betimsel ve çıkarımsal istatistikler (ANCOVA) ile analiz edildikten sonra ulaşılan bulgular ve sonuçlar sunulmuştur.

Araştırma sonucunda, hem klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle hem de teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM deney etkinlikleri öğrencilerin STEM'e yönelik tutum geliştirmesine olumlu katkılar sunduğu saptanmıştır. Fakat bu iki yöntemin STEM'e yönelik tutum oluşmasında birbirlerine göre üstünlüğünün olmadığı görülmüştür. Buna sebep olarak, her iki grupta malzeme odaklı olmayan mühendislik tasarım temelli etkinliklerin yapılması gösterilebilir. Diğer yandan teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve akademik başarılarına etkisi, klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle yapılan STEM deney etkinliklerine kıyasla daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumun ortaya çıkmasına, blok tabanlı robot setleri kullanılarak yapılan STEM etkinliklerinde

öğrencilerin daha fazla eğlenmeleri, malzemeleri daha teknolojik bulmaları sebebiyle ilgilerinin ve öğrenme isteklerinin yüksek olması, malzemelere karşı merak duyması, robotik laboratuvarında kendilerini daha rahat hissetmesi, her deneyde benzer malzemeler kullanması sebebiyle becerilerini geliştirme şansı bulması, daha önce zor olarak gördüğü bir alanı öğrenmesi sonucunda başarma hissi hissetmesiyle özgüven kazanması, robotik malzemelerinin kişisel tasarımlarını ve fikirlerini daha çok ön plana çıkarması neticesinde yaratıcılık ve hayal güçlerini daha çok geliştirmesi ve derinlemesine düşünme imkânı bulması sebep olmuş olabilir. Son olarak nitel verilerin bulguları nicel verilerin bulgularını destekler niteliktedir. Yapılan görüşmelerde öğrenciler robotik etkinlikleri sayesinde derse daha aktif katıldıklarını, daha çok motive olduklarını, kavramları daha iyi öğrendiklerini ve daha rahat çalışma alanı bulduklarını ifade etmiştir. Bu nedenle teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleriyle yapılan STEM deneylerinin eğitimin diğer kademelerinde de yaygınlaştırılarak kullanılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM, Robotik, Fen Eğitimi, Fen Laboratuvarı

ABSTRACT

INTEGRATION OF ROBOTICS STUDIES AS STEM INTO SECONDARY SCHOOL SCIENCE LABORATORY PRACTICES

When the studies of robotics around the world are examined, two different approaches come up. The first of these is robotics teaching, which enables the learning of robotics, and the second is educational robotics practices that serve to better learn the respective curricula. The advantages and disadvantages of using educational robotics practices in education are particularly curious. From this point of view, the aim of this study is to compare STEM experiments designed with classical science laboratory materials and STEM experiments performed with technology-supported block-based robotic materials.

The sequential explanatory design of the mixed method was used in the study. While pre-test and post-test were applied for collecting quantitative data, interviews were carried out with the students after the experimental activities to collate qualitative data. The study group consists of students (N = 96) from the 7th grade of secondary school. These were selected using the purposeful sampling method which is one of the non-random of sampling methods. In the study, two separate groups, one experimental and one control group, were created. Experimental activities were carried out in three months in total of the first semester of the 2015-2016 academic year. Numerous data collection tools were employed including STEM Attitude Scale, Motivation Scale for Science Learning, Academic Achievement Test, Laboratory Activities Evaluation Questionnaire and semi-structured interview forms. After the necessary pre-tests were carried out before the experimental studies, STEM science experiments were carried out with classical science laboratory materials in the control group, whilst block-based robotic-assisted STEM science experiments were carried out in the experimental group. At the end of the experiments, the work was completed by making the necessary posttests and surveys. The findings and results obtained are presented after analyzing the qualitative data using content analysis and the quantitative data using descriptive and inferential statistics (ANCOVA). The SPSS package program was used for the latter.

As a result of the research, STEM experiment activities performed with both classical science laboratory equipment and technology-supported block-based robotic sets contributed positively to students' attitudes towards STEM. İt indicated that neither method did not have an advantage over the other in forming an attitude towards STEM. As a reason, it can be argued that STEM science experiment activities performed with both robotic assisted and classical science laboratory materials tend to work favourably with engineering design. On the other hand, the effect of STEM activities with technology-supported block-based robotic sets on students' motivation for learning science and their academic achievement was found to be greater than STEM experimental activities performed with classical science laboratory materials. This is due to the fact that students have more fun in STEM activities using block-based robot sets. Their interest and desire to learn is high because they find the

materials more technological, they are curious about the materials, they feel more comfortable in the robotics laboratory and they use similar materials in every experiment. Added to this, students were encourged by opportunities to take chances, they gained self-confidence as a result of learning a field that was percieved to be a difficult area before. They were also able to develop their own designs and ideas relatively easily when working with the robotic materials which resulted in the development of their creativity and imagination. Students found many opportunities to think deeply.

It was observed that STEM science experiments based on robotic activities performed in the experimental group were more effective than the other experiment in improving students' motivation for learning science. This situation can be demonstrated by students' carrying out robotic assisted experiment activities in a more motivated way, thereby adopting the science lesson more and finding the opportunity to transform the theoretical knowledge they learned in the course into practice. Looking at the academic achievement findings, it was concluded that both robotic assisted experiment activities and classical laboratory experiment activities were effective in increasing the academic success of the students. However, it was observed that the robotic assisted STEM science experiment activities performed in the experimental group were more effective in this regard compared to the other activities. Considering the students' views on laboratory experiments, it was discovered that most of the students in both the experimental and control groups had the opinion that robotic activities contributed more to their personal, cognitive and mental development. Finally, the findings of the qualitative data obtained support the findings of the quantitative data. In the interviews, students stated that thanks to robotic activities, they participated in the lesson more actively, they were more motivated, they learned the concepts better and they found a more comfortable working area.Therefore, it is thought that it will be beneficial to use STEM experiments with technology-supported block-based robotic materials by expanding them into the other grades of education.

Keywords: STEM, Robotics, Science Education, Science Laboratory

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **iv**
ÖZET ..... **v**
ABSTRACT ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xii**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xiv**
GRAFİKLER LİSTESİ ..... **xv**
KISALTMALAR VE SEMBOLLER ..... **xvi**
BÖLÜM I: GİRİŞ **1**
1.1. PROBLEM 1
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI 4
1.3. ARAŞTIRMANIN TEMEL HİPOTEZLERİ 5
1.4. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ 5
1.5. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR) 6
1.6. SINIRLILIKLAR 7
1.7. TANIMLAR 7
BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE / ALANYAZIN VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR **8**
2.1. STEM EĞİTİM HAREKETİ 8
2.1.1. STEM Nedir? 8
2.1.2. STEM Eğitiminin Tarihçesi 9
2.1.3. STEM Eğitiminin Önemi 10
2.1.4. STEM Eğitimin Amacı 10
2.1.5. STEM Disiplinlerinin Birbirleriyle Olan İlişkileri 12
2.1.6. STEM ve İstihdam 15
2.1.7. Dünya'da STEM Eğitimi 17
2.1.8. Türkiye'de STEM Eğitimi 22
2.1.9. STEM Eğitiminde Karşılaşılan Sorunlar 24
2.2. ROBOTİK EĞİTİMİ 26
2.2.1. Eğitsel Robotik Nedir? 26
2.2.2. Eğitsel Robotiğin Tarihsel Gelişimi 27
2.2.3. Eğitimde Eğitsel Robotiğin Önemi ve Kullanımı 29
2.2.4. Eğitsel Robotiğin STEM'e Entegrasyonu 32
2.3. FEN LABORATUVAR UYGULAMALARI 34
2.3.1. Fen Bilgisi Öğretiminde Laboratuvar Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar 36
2.4. FEN EĞİTİMİNDE MOTİVASYON 38
2.4.1. STEM ve Motivasyon İle İlgili Yapılmış Çalışmalar 41
2.5. FEN EĞİTİMİNDE TUTUM 47
2.5.1. STEM ve Tutum İle İlgili Yapılmış Çalışmalar 49
BÖLÜM III: YÖNTEM **52**

3.1. ARAŞTIRMA MODELİ 52
3.2. ÇALIŞMA GRUBU 54
3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI 55
3.3.1. STEM Tutum Ölçeği (STÖ) 56
3.3.2. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği (FÖYMÖ) 57
3.3.3. Akademik Başarı Testi (ABT) 58
3.3.4. Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi (LEDA) 61
3.3.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF) 62
3.4. VERİ TOPLAMA ARAÇLARININ GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİ 63
3.5. VERİLERİN TOPLANMASI 64
3.6. ARAŞTIRMANIN PLANLAMA VE HAZIRLIK AŞAMASI 66
3.7. ARAŞTIRMANIN UYGULANMASI 68
3.7.1. Birinci ve İkinci Hafta Uygulamaları 70
3.7.2. Üçüncü Hafta Uygulamalar 71
3.7.3. Dördüncü Hafta Uygulamalar 74
3.7.4. Beşinci Hafta Uygulamalar 77
3.7.5. Altıncı Hafta Uygulamalar 79
3.7.6. Yedinci Hafta Uygulamalar 82
3.7.7. Sekizinci Hafta Uygulamalar 84
3.7.8. Dokuzuncu Hafta Uygulamalar 86
3.7.9. Onuncu, On Birinci, On İkinci ve On Üçüncü Hafta Uygulamalar 87
3.8. VERİLERİN ANALİZİ 87

BÖLÜM IV: BULGULAR 93

4.1. STEM TUTUM TESTİNE YÖNELİK BULGULAR 93
4.1.1. STEM Tutum Ölçeğine İlişkin Betimsel İstatistikler 93
4.2. FEN ÖĞRENMEYE YÖNELİK MOTİVASYON ÖLÇEĞİ BULGULAR 95
4.2.1 Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğine İlişkin Betimsel İstatistik 95
4.3. AKADEMİK BAŞARI TESTİ BULGULAR 97
4.3.1 Akademik Başarı Testine İlişkin Betimsel İstatistik 97
4.4. ÖĞRENCİLERİN DENEY ETKİNLİKLİKLERİNE AİT GÖRÜŞLERİ 99
4.4.1. Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketine İlişkin Betimsel İstatistik 100
4.4.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna İlişkin Betimsel Analiz 103

BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER 109

5.1. NİCEL VERİLERİN SONUÇLARININ TARTIŞILMASI 109
5.1.1. STEM Tutum Ölçeğine İlişkin Tartışma ve Sonuç 109
5.1.2. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğine İlişkin Tartışma ve Sonuç 111
5.1.3. Akademik Başarı Testine İlişkin Tartışma ve Sonuç 113
5.1.4. Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketine İlişkin Tartışma ve Sonuç 115
5.2. NİTEL VERİ SONUÇLARININ TARTIŞILMASI 118

5.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Sorularına İlişkin Tartışma ve Sonuç 118
5.3. ÖNERİLER 119
5.3.1.Uygulamaya Yönelik Öneriler 119
5.3.2.Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler 120
KAYNAKLAR 122
EKLER 158
ÖZGEÇMİŞ 221

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Eğitsel Robotiğin Teknoloji, Öğrenci ve Öğretmene Sağladığı Faydalar (Dorouka, Papadakis ve Kalogiannakis, 2020).....33

Tablo 3-1: Araştırma Deseni 54
Tablo 3-2: Kontrol ve Deney Gruplarının Cinsiyete Göre Dağılımı 55
Tablo 3-3: STEM Tutum Ölçeği Alt Boyutlarının Güvenilirlik Değerleri 56
Tablo 3-4: Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Alt Boyutlarının Güvenilirlik Değerleri 57
T**ablo 3-5:** Akademik Başarı Testini Oluşturan Maddelerin Kapsam Geçerlilik İndexi 59
T**ablo 3-6:** Akademik Başarı Testini Oluşturan Maddelerin Güçlük (Pj) ve Ayırt edicilik (rjx) İndisleri Tablosu 60
Tablo 3-7: Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Formunu Oluşturan Maddelerin Kapsam Geçerlilik İndeksi.....62
Tablo 3-8: Veri Toplama Araçlarına Yönelik Alınan Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri.....63
Tablo 3-9: Kontrol ve Deney Gruplarına Yapılan Uygulamalar 69
Tablo 3-10: Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test Ölçümlerine Ait Çarpıklık Ve Basıklık Katsayıları.....88
Tablo 3-11: Kontrol ve Deney Gruplarının Son Test Ölçümlerine Ait Çarpıklık Ve Basıklık Katsayıları.....88
Tablo 3-12: Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Ölçümlerine Ait Levene Testi Sonuçları 89
Tablo 3-13: Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test ve Son Test Ölçümlerine Ait Basit Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları 90
Tablo 3-14: Başarı Testi Ön Test Puanlarının Ortak Etkisini (Grupxön Test) Gösteren ANCOVA Analizi.....90
Tablo 3-15: Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ön Test Puanlarının Ortak Etkisini (Grupxön test) Gösteren ANCOVA Analizi.....91
Tablo 3-16: STEM Tutum Ölçeği Ön Test Puanlarının Ortak Etkisini (Grupxön test) Gösteren ANCOVA Analizi 91

Tablo 4-1: STÖ Ön Test ve Son Test Puanları İçin Betimsel İstatistikler 93
Tablo 4-2: STÖ Açısından Grupların Kazanç Puanları 94
Tablo 4-3: Grupların STEM Tutum Ölçeği Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları Arasında Anlamlı Farklılık İçin Yapılan ANCOVA Analizi Sonuçları 94
Tablo 4-4: FÖYMÖ Ön Test ve Son Test Puanları İçin Betimsel İstatistikler.....95
Tablo 4-5: FÖYMÖ Açısından Grupların Kazanç Puanları.....95
Tablo 4-6: Grupların Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları Arasında Anlamlı Farklılık İçin Yapılan ANCOVA Analizi Sonuçları.....96
Tablo 4-7: FÖYMÖ Açısından Grupların İkili Karşılaştırma Sonuçları 97
Tablo 4-8: ABT Ön Test ve Son Test Puanları İçin Betimsel İstatistikler 97
Tablo 4-9: ABT Açısından Grupların Kazanç Puanları 98
Tablo 4-10: Grupların Fen Öğrenmeye Akademik Başarı Testi Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları Arasında Anlamlı Farklılık İçin Yapılan ANCOVA Analizi Sonuçları.....99
Tablo 4-11: ABT Açısından Grupların İkili Karşılaştırma Sonuçları.....99
Tablo 4-12: Öğrencilerin Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi Genel Görüş Frekans ve Yüzde Analizi 100

Tablo 4-13: Öğrencilerinin Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi Öğrenmeye Katkı Frekans ve Yüzde Analizi 101
Tablo 4-14: Öğrencilerinin Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi Öğrenciye Katkı Frekans ve Yüzde Verileri 102
Tablo 4-15: Öğrencilerinin Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi Programın Getirileri Frekans ve Yüzde Verileri.....103
Tablo 4-16: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Destekli Fen Laboratuvar Etkinliklerinin Klasik Laboratuvar Etkinliklerine Göre Avantajlarına Yönelik Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri.....103
Tablo 4-17: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Uygulamalarının Yararlarına İlişkin Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri.....104
Tablo 4-18: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Etkinliklerinin Fen Kavramlarını Öğrenmede Sağladığı Kolaylıklar Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri 105
Tablo 4-19: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Laboratuvar Etkinlikleri Yaparken Karşılaştıkları Zorluklar Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri 106
Tablo 4-20: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Etkinliklerine Devam Etme İstekleri Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri.....106
T**ablo 4-21:** Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Etkinliklerini Tavsiye Etme Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri 107
Tablo 4-22: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotiğe Ek Olarak İstedikleri Faaliyetler Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri.....107
Tablo 4-23: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Faaliyetlerini Destekleyip Desteklememek Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri.....108

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2- 1: STEM Modeli (Nall, 2016).....12
Şekil 2- 2: STEM Disiplinlerinin İlişkisi (Vasquez vd., 2013).....13
Şekil 2- 3: İş-İşçi Oranları (Penprase, 2020). 17
Şekil 2- 4: KOFAC STEAM Program Yapısı.....20
Şekil 2- 5: Lego Mindstorms Set ve Motorlar 29
Şekil 2- 6: EV3 Beyin, Sensörler ve Motorlar.....29
Şekil 2- 7: Motivasyon Etkenleri (Carson ve Chase, 2009).....39

Şekil 3- 1: Sıralı Açıklayıcı Desen (Creswell ve Plano Clark, 2017) 53
Şekil 3- 2: Araştırma Yöntemi.....53
Şekil 3- 3: Başarı Testini Oluşturan Soruların Kazanımlara Göre Dağılımı 61
Şekil 3- 4: Veri Toplama Araçlarının Uygulanması 65
Şekil 3- 5: STEM uygulamaları organizasyon Şeması (a) deney-1 (b) Kontrol 67
Şekil 3- 6: Tez Uygulama Adımları.....68
Şekil 3- 7: Lego Mindstorms EV3 Eğitim Seti.....70
Şekil 3- 8: Öğrencilere Ait Çizim ve Kodlama Örneği 71
Şekil 3- 9: Sürtünme Deneyi Malzemeleri 73
Şekil 3- 10: Sürtünme Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri 73
Şekil 3- 11: Kinetik Enerji Deneyi Malzemeleri.....75
Şekil 3- 12: Kinetik Enerji Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri 76
Şekil 3- 13: Sürat Deneyi Malzemeleri 78
Şekil 3- 14: Sürat Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri 79
Şekil 3- 15: Bileşke Kuvvet Deneyi Malzemeleri.....80
Şekil 3- 16: Bileşke Kuvvet Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri.....81
Şekil 3- 17: Soğurma Deneyi Malzemeleri 83
Şekil 3- 18: Soğurma Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri 83
Şekil 3- 19: Yansıma Deneyi Lego Malzemeleri.....85
Şekil 3- 20: Yansıma Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri.....86

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 2-1: Meslek Grupları Yıllık Ortalama Gelir Miktarı (Tomblin ve Mogul, 2020).....16
Grafik 2-2: 2015-2030 Yılları Arası STEM Meslek Grupları Öngörülen Artış Miktarı (Penprase, 2020).....16

KISALTMALAR VE SEMBOLLER

STÖ : STEM Tutum Ölçeği

FÖYMÖ : Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği

ABT : Akademik Başarı Testi

LEDA : Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi

YYGF : Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

BÖLÜM I: GİRİŞ

1.1. PROBLEM

21.yy'da ülkeler endüstri 4.0 devrimine öncülük etmek, katma değeri yüksek ürün üretmek ve teknoloji üreten toplum yaratmak için adeta yarış içerisindedir (Ferreira vd. 2020). Bu yarışta da öncü olmak için eğitim sistemlerinde ciddi reformlar yapılmaktadır (Erdogan ve Ciftci, 2017). Bu eğitim reform hareketlerinin de kuşkusuz en önemlisi öğrencilere aktarılacak eğitim-öğretim içeriklerinin ihtiyacı karşılayacak şekilde hazırlanmasıdır (Asi ve Williams, 2020). İhtiyacı karşılayacak olan eğitim-öğretim içeriklerinde ise ilk olarak öğrencilerden bilgiyi yapılandırması istenmekte ve bu bilgi ile problemlerin çözümünü, analizini ve sentezini yapmaları beklenmektedir (McDonald, 2016). İşte bu noktada dijital çağın gereksinimlerini karşılayan, öğrencilere disiplinlerarası bakış açısı kazandıran ve gelecekteki iş gücüne uygun bireyler yetiştirilmesine fırsat sunan yeni bir eğitim felsefesi olarak karşımıza STEM çıkmıştır (Poole, 2016; Smolentseva, 2015). ABD Ulusal Bilim Vakfı'nın tanımıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği birleştirerek öğrencilere disiplinlerarası bağlantı kurmayı öğreten STEM eğitim modeli, her sınıf seviyesinde formal ve informal eğitim faaliyetlerini kapsamaktadır (Tati, Firman ve Riandi, 2017). STEM eğitimi sadece bu dört disiplini öğretmekle kalmaz, tüm disiplinleri bağlayan yapıya sahiptir (Wells, 2019). STEM'in disiplinlerarası yapısı, teorik bilgilerin günlük hayata uyarlanmasına imkân sağlaması, eleştirel düşünmeyi temel alması ve problem çözme becerilerini benimsetmesi nedeniyle eğitimin kalitesi ve işlevi gelişir (Podobnik, Crawford, Lichtenstein, Lipic, Wild, Zhang ve Stanley, 2020). STEM ayrıca proje tabanlı, işbirlikçi ve gerçek dünya sorunlarının çözümü üzerinde odaklanan bir öğretme ve öğrenme şekli olarak tanımlanmaktadır (Scott, 2012; Sergeyev vd., 2015).

Fakat öğrencilere disiplinlerarası bakış açısını kazandırmak için yapılacak STEM etkinliklerinde öğretmenler temelde iki sorunla karşılaşmaktadır. Bunlardan ilki bu disiplinleri birbirleri ile doğru bir şekilde ilişkilendirip uygun içerik üretmek ve içeriği hem müfredata hem de günlük hayata doğru bir şekilde entegre etmektir (Genek, 2018). Bu sorun öğretmenlerin çabası ve yaratıcılığa bağlı olup mevcut müfredatın günlük hayattaki karşılığını bulduktan sonra çözülmektedir. İkinci ve asıl çözülmesi güç olan sorun gerek formal gerekse informal STEM etkinliklerinde öğrencinin ilgisini ve motivasyonunu sürekli aktif tutmaya çalışmaktır (Sarıcan, 2017).

Literatürde öğrencilerin zamanla STEM etkinliklerine katılma isteklerinin ve motivasyonlarının düştüğü belirtilirmiş ayrıca yapılan etkinliklerin ilgi çekiciliğinin öğrenciler tarafından giderek azaldığı rapor edilmiştir. Dolayısıyla eğitimcilerin asıl çözmesi gereken sorun öğrenci katılımının sürekliliğinin sağlanmasıdır (Wells, 2019). Bunu sağlamak için ise öğrenci motivasyonunu pozitif yönde etkileyen araç ve gereçler kullanılmalıdır. Motivasyonu yüksek öğrenciler gelişimine önem veren, orta derecede risklere girmekte istekli ve sonuçları kolay alınabilecek işlere daha yatkındır (Asi ve Williams, 2020). Dolayısıyla STEM etkinlikleri planlanırken odaklanması gereken önemli noktalardan birisi öğrenci motivasyonun yüksek kalmasını sağlayıcı faktörler bulmaktır (Sapounidis ve Alimisis, 2020).

Çözüm olarak ise eğitsel amaçlı robotlardan faydalanılabilir. Çünkü günümüzde yaşamımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelen robotlar ve sanal zekâ programları spordan sanata, eğitimden sağlığa hayatın her alanında sıkça kullanılmaktadır (Sintema, 2020). Son yıllarda robot setlerinin eğitimde kullanımının öğrencileri öğrenmeye teşvik ettiği yapılan çalışmalarda görülmüştür (Xu, Williams ve Zhang, 2020). Ayrıca alanyazında robotların öğrencilerin bilişsel, dil, sosyal ve ahlaki gelişimlerine olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiş ve bilim ve teknolojinin kapılarını öğrencilere açtığı gibi onların meslek seçimlerine de etki ettiği belirtilmiştir (Margot ve Kettler, 2019). Robotik disiplinlerarası çalışmayı sağlamanın yanında öğrencileri deneysel öğrenmeye özendiren ve motive eden bir öğrenme aracı olduğu yine yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Motivasyonda öğrenci katılımının temeli olduğundan, öğretmenler STEM'i öğretim sürecine dâhil etmek için eğitsel robotları etkili bir eğitim materyali olarak kullanabilir (Sarıcan, 2017).

STEM etkinlikleri sayesinde öğrenciler araştırmaya, sorgulamaya ve keşfetmeye dayalı öğretim etkinliklerine katılırlar (Park, 2015). Öğrencileri araştırmaya, sorgulamaya ve keşfetmeye iten gücün temeli ise bilimsel süreç becerileridir (Özçelik, 2017). Bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması ve uygulanmasında laboratuvar ortamları önem arz etmektedir (Toh vd., 2016). Laboratuvarda gerçekleşen eğitim-öğretim faaliyetleri sayesinde öğrenciler hem bilimsel süreç becerileri kazanırken hem de öğrenme içgüdülerini canlı tutmaktadır (Kelley ve Knowles, 2016).

Literatürdeki çalışmalarda ülkemizde ilk ve ortaöğretim devlet okullarında laboratuvar çalışmalarına gerekli önemin verilmediği, mevcut laboratuvarların gerek öğretmenler gerekse de öğrenciler tarafından yeterince kullanılmadığı ve laboratuvarların da teknolojik donanım açısından iyi olmadığından bahsedildiği görülmektedir (Balbağ vd., 2016). Özellikle eski teknolojiye sahip, yeterli malzeme ve ekipmanı olmayan laboratuvarların eğitimi sınırlandırdığı vurgulanmaktadır. (Çolakoğlu ve Gökben, 2017) Bu nedenle laboratuvarların teknolojik olarak günün koşularına uygun olarak donatılması son derece önemli hale gelmiştir (Saxton vd., 2014). Çünkü yapılan çalışmalarda teknolojik olarak araç-gereç ile donatılan laboratuvarların öğrenciler için ilgi çekici hale gelmesiyle kullanımlarının arttığı ifade edilmiştir (Goto vd., 2020). Bu sayede yapılan eğitim faaliyetlerinin eğitimi sıkıcı olmaktan kurtardığı ve öğrenciler tarafından sevilir hale dönüştüğünü ifade edilmiştir (Murray, 2019). Bu teknolojik dönüşüm sayesinde bilime olan ilginin ve merakın artması sağlanarak öğrencilerin daha fazla bilimsel süreç becerileri kazandığı bildirilmiştir (Çolakoğlu ve Gökben, 2017). Bu sebeple eğitsel amaçlı robotlardan faydalanmak teknolojisi eski olan laboratuvarların günümüz teknolojisi ile donatılmasına yardımcı olacaktır.

Eğitsel robotlar ile donatılmış bir laboratuvarın STEM faaliyetlerinde kullanılmasının eğitsel amaçlı robotların olmadığı fakat teknolojik olarak iyi özelliklere sahip bir laboratuvardan diğer bir farkı ise özellikle blok tabanlı montaj setlerinin fen, mühendislik, matematik ve teknolojiyi harmanlayarak disiplinlerarası çalışmaya olanak sağlamasıdır (Sapounidis ve Alimisis, 2020). Öğrenciler mevcut sorunların çözümüne yönelik blok tabanlı robotik montaj setlerini kullanarak bir yandan mühendislik becerilerin geliştirebilir, diğer yandan matematiksel hesaplar yapabilir, öğrendiği bilgileri günlük hayatta birleştirip fen kazanımları edinebilir ve mevcut robot teknolojisi sayesinde teknoloji formasyonunu artırabilir (Setiawan ve Saputri, 2019). Bu sebeple eğitsel robotların disiplinlerarası çalışmaya elverişli oluşu STEM etkinlikleri yapılırken kullanımına uygun olacağı kanısındayız.

Ayrıca ülkemizde robotik alanında yapılan çalışmalarda genellikle öğrencilerin akademik başarıları ve fen bilimlerine olan tutumlarına etkisi araştırılmıştır (Yolcu ve Demirer, 2017). Bu çalışmada diğer yapılmış çalışmalardan farklı olarak teknoloji

destekli blok tabanlı robot setleriyle ve klasik fen laboratuvar malzemeleriyle yapılan STEM fen etkinliklerin birbirine göre üstünlükleri kıyaslanmıştır.

Bu doğrultuda bu çalışmanın problem cümlesini:

"Klasik laboratuvar malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robot setleriyle yapılan STEM fen deney etkinliklerinin STEM'e yönelik tutum, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve akademik başarı gibi değişkenlerinin oluşmasında birbirlerine kıyasla üstünlüğü var mıdır?" ve "Öğrencilerin klasik fen laboratuvar malzemeleri ve teknoloji destekli blok tabanlı robot setleri ile yapılan etkinlikler ile ilgili düşünceleri nelerdir?" soruları oluşturmaktadır**.**

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleri ile yapılan STEM fen deneylerinin 7. sınıf öğrencilerin STEM'e yönelik tutumları, fen öğrenmeye yönelik motivasyonları ve akademik başarıların etkisinin araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda alt problemleri ise şu şekildedir:

1. Klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleriyle yapılan STEM fen etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutum oluşturmasında birbirlerine kıyasla anlamlı bir üstünlükleri var mıdır?
2. Klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleriyle yapılan STEM fen etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon oluşturmasında birbirlerine kıyasla anlamlı bir üstünlükleri var mıdır?
3. Klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleriyle yapılan STEM fen etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarının artmasında birbirlerine kıyasla anlamlı bir üstünlükleri var mıdır?
4. Öğrencilerinin klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle yapılan STEM fen deneyleri ile teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleriyle yapılan STEM fen deneyleri hakkındaki duygu, düşünce ve görüşleri nelerdir?

1.3. ARAŞTIRMANIN TEMEL HİPOTEZLERİ

Araştırmada yer alan temel ve alt problemler doğrultusunda aşağıdaki hipotezler kurulmuştur:

H1: Teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney etkinlikleri, öğrencilerin STEM'e yönelik olumlu tutum oluşturmasında klasik laboratuvar malzemeleriyle yapılmış STEM etkinliklerine kıyasla daha etkilidir.

H2: Teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney etkinlikleri, öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyon kazanmasında klasik laboratuvar malzemeleriyle yapılmış STEM etkinliklerine kıyasla daha etkilidir.

H3: Teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney etkinlikleri, öğrencilerin akademik başarılarını artırmada klasik laboratuvar malzemeleriyle yapılmış STEM etkinliklerine kıyasla daha etkilidir.

1.4. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Bu araştırmada klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleriyle yapılan STEM fen deneyleri karşılaştırılmıştır. İlgili alanyazın incelendiğinde robotik malzemeleri kullanılmadan yapılan STEM etkinliklerinin öğrencilerin tutumlarını (Dedetürk, 2018; Gülen ve Yaman, 2018; Aydın, Saka ve Guzey, 2017; Yıldırım ve Selvi, 2017; Tabaru, 2017; Taştan ve Akdağ, 2017; Alan, 2017; Irkıçatal, 2016; Ceylan, 2014), akademik başarılarını (Karakaya, Avgın ve Yılmaz, 2018; Bahar, Yener, Yılmaz, Emen ve Gürer, 2018; Gazioğlu, 2018; Gülhan ve Şahin, 2018; Açıkgöz, 2018; Doğanay, 2018; Pekmez, Yılmaz, Alaçam Akşit ve Güler, 2017; Karakaş, 2017; Konca Şentürk, 2017; Damar, Durmaz ve Önder, 2017; Dönmez, 2017; Sarıcan, 2017; Yıldırım, 2016) ve motivasyonlarını (İnce, Mısır, Küpeli ve Fırat, 2018; Seren ve Veli, 2018; Karcı, 2018; Soros, Ponkham ve Ekkapim, 2018; Yıldırım ve Selvi, 2018; Çiftçi, 2018; Salman Parlakay, 2017; Güven, Selvi ve Benzer, 2018; Karakaya, 2017; Yılmaz, Yiğit Koyunkaya, Güler ve Güzey, 2017; Koç, 2017; Gülhan, 2016;) konu alan çeşitli çalışmalar olduğu görülmektedir.

Öte yandan bu araştırmada klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleriyle yapılan STEM fen deneylerinin

öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve akademik başarılarına etkisi ele alınmıştır. Alanyazında robotik malzemeleriyle yapılan STEM etkinliklerinin öğrencilerin tutumlarını (Kırtay, 2019; Çam, 2019; Selçuk, 2019; Aydın, 2019; Özel, 2018; Küçük ve Şişman, 2017; Akıncı ve Tüzün, 2017; Çankaya, Durak ve Yünkül, 2017; Zengin, 2016; Şişman, 2016; Kuş, 2016; Kaloti-Hallak, Armoni ve Ben-Ari, 2015; Karim ve Mondada, 2015; Resinovic, 2015; Ruf vd., 2014; Okkesim, 2014; Rubio vd., 2013), akademik başarılarını (Chen vd., 2017; Elkin, Sullivan ve Bers, 2016; Kazez ve Genc, 2016; Sullivan ve Bers, 2016; Berland ve Wilensky, 2015; Chung, Cartwright ve Cole, 2014) ve motivasyonlarını (Kim vd., 2015; Koç Şenol ve Böyük, 2015; Scaradozzi, Sorbi vd., 2014; Özdoğru, 2013; Üçgül, 2013; Eguchi, 2013; Ludi, 2012; Maxinez vd., 2012; Yalçın, 2012; La Pagila, Rizzo ve La Barbera, 2011; Çayır, 2010) konu alan çeşitli çalışmalar olduğu görülmektedir. Ancak bu araştırma hem klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle hem de teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM uygulamalarını STEM'e yönelik tutum, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve akademik başarı değişkenlerini birlikte ele alarak karşılaştırması bakımından yapılan diğer çalışmalara göre çok yönlü bir çalışma özelliği taşımaktadır.

Sonuç olarak, gerek klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle gerekse teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney etkinliklerinin fen eğitimindeki yeri düşünüldüğünde, bu uygulamaların fen eğitimi sürecine katkısının araştırılması ve süreçteki etkilerinin karşılaştırılmasının büyük önem taşıdığı ortadadır. Bu nedenle bu araştırmanın fen eğitimindeki STEM uygulamalarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

1.5. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR)

Bu çalışmada,

1. Yer alan çalışma grubunun evreni temsil ettiği,
2. Çalışma grubunun veri toplama araçlarındaki sorulara tarafsız ve samimi cevap verdikleri,
3. Öğretim açısından, Kontrol ve Deney grupları arasındaki tek farkın, uygulanan öğretim yöntemi olduğu varsayılmaktadır.

1.6. SINIRLILIKLAR

Bu araştırma;

1. 2015-2016 öğretim yılı 1. döneminde Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı bir özel okulda 7. sınıfta öğrenim gören toplam 96 öğrenci ile,
2. Fen Bilimleri dersi, "Kuvvet ve Hareket", "Isı ve Sıcaklık" ve "Işık" üniteleri ile,
3. Araştırmada kullanılan "STEM Tutum Ölçeği", "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği", araştırmacı tarafından geliştirilen "Başarı Testi", "Laboratuvar etkinlikleri Değerlendirme Anketi" ve "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu'nun kapsadığı niteliklerle ile sınırlıdır.

1.7. TANIMLAR

STEM: Science (Fen) Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) alanlarının baş harflerinden oluşan ve bu alanların birbirine birleştirilmesi gerektiği anlamına gelmektedir (Afari ve Khine, 2017).

Robotik: Robotların tasarlanması, üretilmesi ve tasarlanması basamaklarını içeren bilim dalıdır (Wells, 2019).

Lego Mindstorms EV3: Lego firması ve MIT tarafından 2013 yılında geliştirilen programlanabilir parçalar ve bir yazılımdan oluşan, robotların çalışmasını gerçekleştirmek için kullanılan robot setidir.

Bilimsel Süreç Becerileri: Öğrenmeyi kolaylaştıran ve kalıcı hale getiren, öğrencilerin aktif rol aldığı, sorumluluk alma duygularının geliştiği temel becerilerdir (Utgaard, 2014).

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE / ALANYAZIN VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. STEM EĞİTİM HAREKETİ

2.1.1. STEM Nedir?

STEM; Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kavramlarının baş harflerinin kısaltılmasıyla oluşturulan ve bu alanlara yoğunlaşan bir eğitim müfredatıdır (Buckley, O'Connor, Seery, Hyland ve Canty, 2019). Bir başka deyişle, STEM eğitimi, çocukların bugünün toplumunda en uygun beceriye sahip olmalarını sağlamak ve bilgiye hız kazandırmak amacıyla genel eğitim sistemi için uzun süredir devam eden bir güncellemedir (Margot ve Kettler, 2019). STEM, sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde değil, dünyanın her yerinde eğitimde giderek büyüyen bir harekettir (Moomaw, 2013).

Literatürde STEM kavramının farklı tanımlarına da rastlamak mümkündür. McGee (2020) STEM'i "Öğrencilerin gerçek hayatta karşılaştıkları problemleri çözmelerine imkân ve fırsatlar sağlayan, yenilik peşinde koşan bir eğitim sistemidir." diye tanımlarken, Murphy, MacDonald, Danaia ve Wang (2020) ise "Tüm öğretmenlerin eğitim ve öğretime bütünleşmiş bir yaklaşımla bakmasını sağlayan, disiplinlerarası çalışma fırsatı yaratan, dinamik, akılcı bir eğitim modelidir." diye tanımlamaktadır. Tsupros, Kohler ve Hallinen, (2014) STEM için "Ekonomik alanda rekabetin kalitesini artıran, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği yaparak ve yaşayarak öğrenmelerine imkân sağlayan disiplinlerarası bir yaklaşımdır." ifadelerini kullanırken, Tezel ve Yaman (2017) öğrencilere iletişim kurma, takım çalışması yapma, yaratıcı düşünebilme, araştırma yapma, sorgulama, üretme ve günlük hayat problemlerini çözebilme gibi birtakım becerilerin kazandırılmasını amaçlayan disiplinlerarası bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlamaktadır. Tanımlar ve yaklaşımlar farklı olsada hepsinde hâkim olan ortak görüş fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin her birinin merkeze alınmasıdır (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios ve Vílchez-González, 2019). İşte bütün bu disiplinlerin aynı anda aktarılması esasına dayanan STEM eğitimi bilim, matematik, teknoloji ve mühendislik arasındaki ilişkinin önemini vurgulayan bütünleştirici bir yapıya sahiptir (Siregar vd., 2019).

2.1.2. STEM Eğitiminin Tarihçesi

STEM eğitimi konuşulmaya başlandığı 1990'lı yıllardan itibaren ülkelerin kalkınmasında önemli olduğu vurgusu yapılmaktadır (Dawes vd., 2015. Yapılan araştırmalar ve hazırlanan raporlarda görülmektedir ki ülkeler de eğitim politikalarını bu görüşü destekleyecek şekilde değiştirmektedir (Aris ve Orcos 2019). Günümüzde ABD, İngiltere, Almanya, Güney Kore ve Finlandiya başta olmak üzere birçok ülkede STEM eğitimi oldukça önemsenmektedir (Hassan vd., 2019).

STEM eğitimin ortaya çıkışı ise aslında çeşitli tarihsel olayların sonucudur (Akgündüz vd., 2015). Bunlar içerisinden en önemlilerini; çoğunlukla tarımsal eğitim üzerine odaklanan ancak mühendislik temelli eğitim programlarıyla arazilerin geliştirilmesinden üniversitelerin sorumlu olmasını kapsayan 1862 tarihli Morril Yasası ve II. Dünya Savaşı, Sovyetler Birliği ve ABD'nin uzay çalışmaları oluşturmaktadır (Yıldırım ve Selvi, 2015). 1957 yılında NASA tarafından aya iniş denemeleri STEM eğitimi için dönüm noktasıdır. Diğer yandan 1960 yılında İngiltere'de eğitim alanında faaliyet yapan Nuffield Vakfı bilim projelerine destek vermek için fizik, kimya ve biyoloji alanında öğrencilere ve öğretmenlere yönelik proje kılavuzları hazırlamıştır (Mikropoulos ve Bellou, 2013). Buna ilaveten 1975 yılında İngiltere'de ve Kuzey İrlanda'da öğrencilerin başarılarını test etme ve gelişmelerini takip etmek için Performans Değerlendirme Birimi kurarak fen eğitim müfredatını ikinci kez gözden geçirmiştir (Yıldırım, 2018). 21. yy'da ise ülkeler arasındaki teknolojik yarış hızlanmış sahaya Çin gibi yeni oyuncular çıkmıştır. Özellikle savunma ve teknoloji alanında yarışa hızlı başlayan yeni devletlerin oyuna dâhil olması ülkeleri fen, mühendislik ve teknolojiye ciddi yatırımlar yapmaya zorlamıştır (Yıldırım, 2018).

STEM kavramı ilk olarak ABD'li Prof. Dr. Judith Ramaley tarafından SME&T şeklinde ifade edilmiştir. 2001 yılına gelindiğinde ise STEM kavramı Amerika Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation) tarafından hazırlanan raporda kullanılmıştır. Raporda gelişmiş OECD ülkelerinde sayısal alanlara olan ilginin ve bu alanlara ait meslek gruplarını seçen birey sayısında azalmaya karşın ABD'de önlemler almak, eğitim ve öğretimin içeriğini bu anlamda revize etmek amaçlanmıştır. Amerika Ulusal Bilim Kurumu STEM eğitim felsefesini "ilkokul ve ortaokuldan üniversiteye,

yetişkinlik dönemi dâhil öncelikli olarak desteklenmesi ve güçlendirilmesi hedeflenen programlardır.” diye tanımlamıştır (Valko vd., 2020).

2.1.3. STEM Eğitiminin Önemi

21. yy’da endüstri devrimini yakalayabilmek için STEM iş gücüne sahip bireyler yetiştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Latip vd., 2020). Son on yıldır gündemde olan STEM eğitim felsefesinin öneminin giderek arttığına literatürde sıkça rastlanmıştır (Adıguzel vd., 2014; Aydın vd., 2019; Aytekin, 2018; Bakırcı ve Kutlu 2018). Tüm bu çabanın temelde amacı gelecek nesli bu becerilere göre yetiştirmek ve gelecekteki iş gücü ihtiyacını karşılamaya çalışmaktır (Li, Schoenfeld, Graesser, Benson, English ve Duschl, 2020). Bu iş gücünü yetiştirmek için başta Avrupa’da olmak üzere birçok bölgede STEM felsefesinin daha çok yaygınlaşması için adımlar atılmıştır. Öncelikli olarak eğitim öğretim programları yenilenmiş, okul içi ve okul sonrası eğitim programları oluşturulmuştur (Gao, Li, Sun, 2020). Bu sayede STEM eğitiminin ilk ve ortaöğretim düzeyinden başlanarak yükseköğretim düzeyine kadar uygulanmasıyla, amaçlanan bilgi beceri ve tecrübeye sahip bireylerin yetişmeleri amaçlanmıştır (Maass, Geiger, Ariza, Goos, 2019).

STEM becerilerinin eğitim müfredatına entegrasyonu ülkelerin ve insanlığın geleceği için oldukça önemlidir. STEM her yerdedir ve günlük deneyimlerimizi şekillendirmektedir (Maass, Geiger, Ariza, Goos, 2019). Öğrenci odaklı bir öğretim yaklaşımı olan STEM eğitiminde öğrenciler bir yandan STEM becerilerini geliştirirken diğer yandan da gerçek hayatta karşılaştıkları problemlerle ilgilenme fırsatı kazanırlar. Ayrıca soru sorma, problem çözme, iş birliği ve teoriden çok pratik uygulamalarla meşgul olurlar. Yapılan STEM eğitimi sonrasında uzman olan öğrenciler karşılaştıkları gerçek hayat problemlerine yanıt aramaya çalışırlar, küresel problemleri keşfedebilirler (Murray, 2019).

2.1.4. STEM Eğitimin Amacı

STEM eğitimi, yaşadığımız dijital çağda öğrencilere çocukluk döneminden itibaren disiplinlerarası görüş açısı kazandırmayı ve bilgiyi günlük hayattaki problemlerin çözümünde kullanmayı amaçlamaktadır (Murray, 2019). STEM eğitimi bilimsel ve teknolojik gelişimin desteklemesinin yanı sıra yenilikçiliğin sürdürülebilmesinde de önemli etkiye sahiptir (Lee, Chai ve Hong, 2019). Günümüzde

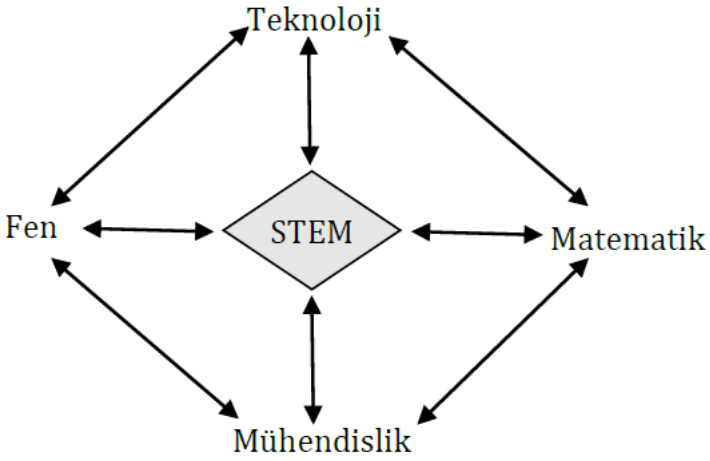
bireylerin bilgiyi nasıl kullanması gerektiğini bilmesinin yanı sıra araştırma yapmak, mantıksal akıl yürütebilmek ve durağan bilgisini verimli hale dönüştürmek için işbirlikçi çalışma gibi bilgi ve becerile sahip olması gerekmektedir (Blom ve Bogaers, 2019). Bu yüzden günümüz gençleri sadece fen alanlarında kariyer kovalamak yerine kritik düşünme becerisine sahip, yaratıcı problem çözebilen ve yaptıkları mesleklere bakmaksızın yenilikçi yaklaşımlar yakalamaya çalışan bireyler olmaya çalışmalıdırlar (Anıl vd., 2015).

Durağan bilginin pratiğe dönüşmesinde ve öğrencilere pratiklik kazanma fırsatları yaratılmasında STEM eğitimi önemli bir araçtır. Yaşadığımız çağda bireyler yaratıcı olmalıdır ve buna STEM becerileri öncülük edebilir (Setiawan ve Saputri, 2019). STEM eğitimi sayesinde geleceğin mühendisleri, kimyagerleri, biyologları, biyokimyacıları, astronomları, uzay bilimcileri gibi çeşitli dallarda bilim insanı yetiştirmek mümkündür. Dolayısıyla yürütülen STEM uygulamaları sayesinde günün koşullarına uygun beceriler ve bilgiler ile donatılmış, tüketmek yerine üretmeyi önemseyen nesiller yetiştirilmiş olacaktır (Rifandi ve Rahmi, 2019).

NRC'nin (2011), STEM eğitiminin amaçlarını; 21.yüzyılda toplumda ihtiyaç duyulacak meslekleri seçmeyi hedefleyen öğrencilerin sayısını artırmak, bu disiplinlere dikkat çekmek, STEM'de yetenekli iş gücünü ve STEM okuryazarlığını artırmak, öğrencilerin küresel pazarda başarılı olmalarını sağlamak için gerekli STEM becerilerinin geliştirilmesini sağlamak olarak açıklarken, Yusuf ve Widyaningsih (2019) ise STEM eğitimiyle iki ana amaç hedeflendiğini belirtmiştir. İlk olarak üniversitelerde STEM mesleklerini tercih eden öğrencilerin sayısını artırmak, ikinci olarak ise STEM'i oluşturan dört disiplini temel düzeyde her bireyin kazanmasını sağlayarak iyi birer problem çözücüler yetiştirmeyi sağlamak olarak açıklamıştır. Sonuç olarak gelecekte ülkelerin yönetiminde söz sahibi olacak yetenekli öğrencilerin yetişmesi STEM eğitiminin başlıca amacıdır (Agustina ve Setiawan, 2019).

2.1.5. STEM Disiplinlerinin Birbirleriyle Olan İlişkileri

STEM terimi, orijinal dilinde science (fen), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) disiplinlerinin baş harflerinin bir araya gelmesiyle oluşur (Karakaya, Avgın ve Yılmaz, 2018). Alanyazında STEM eğitiminin sadece bu dört disiplinden ibaret olmadığı ve farklı disiplinlerin de STEM ile bütünleştirilebileceğine dikkat çekilmektedir (Yıldırım ve Selvi, 2018). STEM'e sanat (Art) eklenmesiyle STEAM, girişimcilik (Entrepreneurship) eklenmesiyle STEM+E ve bunlara da tasarım kavramının eklenmesiyle STEAMED şeklinde farklı alanların eklendiği görülmektedir (Açıkgöz, 2018). Nall (2016) tarafından STEM alanlarının birbirleri ve STEM eğitimi yaklaşımını oluşturmalarını Şekil 2-1'de şematize edilmiştir.



Şekil 2- 1: STEM Modeli (Nall, 2016)

STEM modeli incelendiğinde dört disiplinin bütüncül bir şekilde STEM'i oluşturduğu ayrıca bu disiplinlerin birbiriyle ilişki içinde olduğu görülmektedir. Bu dört disiplinin içerik olarak uyarlanması veya birinin merkeze alınıp diğer alanların merkezde yer alan disiplinin öğretilmesi için kullanılması, STEM eğitiminde bütünleştirmenin bir bağlam olarak kullanıldığını göstermektedir (Tabaru, 2017). 21. yüzyılda teknoloji ve mühendislik ürünleri yaşamımızda sıklıkla kullanılmaktadır. Fen bilimlerinin ve matematiğin ise bu ürünlerin ortaya çıkmasındaki rolü büyüktür (Resinovic, 2015). Bu durum bu alanların birbirini etkilediğini yani disiplinlerarası bir yaklaşımın kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. STEM etkinliklerinde disiplinlerin birbiriyle olan ilişkisini Vasquez vd., (2013) "STEM lesson essentials" kitabında aşağıdaki gibi (Şekil 2-2) tablo halinde verilmiştir.



Şekil 2- 2: STEM Disiplinlerinin İlişkisi (Vasquez vd., 2013)

Şekil 2.2'de görüldüğü gibi fen ile teknoloji disiplinleri işbirliği içerisindedir. Bu durum iki alanın birbiriyle yakından bağlantılı olduğunu göstermektedir. Etkili bir STEM eğitimi için dört disiplinin her birinin bilgi ve becerisi kullanılmalıdır (Vasquez vd., 2013). Günümüz dünyasında bilimsel okuryazarlık ve üreten bir sanayi için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi önemlidir. Bu açıdan STEM'i oluşturan dört disiplin alanı aşağıda sırasıyla açıklanmıştır (Nall, 2016).

a) Fen Bilimleri:

Fen bilimleri yaşadığımız Dünya'daki olgu ve olayları kavramayı sağlamasının yanında, toplumların gelişmesinde önemli olan endüstri ve sanayi devriminin gerçekleştirilmesinde de etkilidir. Teknolojinin gelişmesinde fen bilimleri rol oynarken, gelişen teknoloji de fen bilimlerinin gelişimine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla karşılıklı fayda söz konusudur (Hasanah ve Tsutaoka, 2019). Fen bilimlerinin mühendislik ile ilişkisine bakıldığında, mühendisliğin temelinde ve tasarım sürecince fen bilimlerinin izlerini görmek mümkündür. Bu sebeple mühendislik bilimiyle uğraşanların fen bilimlerini ile ilgili yeterli düzeyde bilgiye sahip olmaları gerekmektedir (Chai, 2019). Mühendislik, teknoloji ve fen bilimlerinin birleştirilmesi sayesinde yapılan Hubble Uzay Teleskobu veya 1957 yılında yörüngeye fırlatılan Sputnik uydusu bu kavramların birbiri ile ne kadar yakın ilişki içerisinde olduğuna örnek olarak verilebilir (Kanadlı, 2019).

b) Teknoloji

Geçmişte insanlar kendi isteklerinin ve ihtiyaçların giderilmesinde teknolojiyi kullanmış, kullandığı teknoloji yetmediğinde ise onu geliştirmeye yönelmiştir. Tarih boyunca bilim insanlarınca yapılan araştırmalar esnasında yeni bilgi keşfedilmeye çalışılırken teknoloji kullanılmış, yeni bilgi keşfedilmesi ise mevcut teknolojinin gelişmesine imkân sağlamıştır. Bu durum teknoloji ve bilimsel bilginin birbiriyle bağlantılı olduğunu göstermektedir (Murphy, 2020).

Günümüzde de sıkça karşılaşılan problemlerin anlaşılması, çözümün keşfedilmesi ve uygulanması için kullanılan teknolojik ürünlerin hazırlanmasında fen, matematik ve mühendislikten bilimlerinden destek alınmaktadır (Hallström, 2020). Günümüzde üretilmiş veya üretilme aşamasında olan bütün modern teknoloji ürünleri fen, matematik ve mühendisliğin ürünüdür (Ogbonna, 2020). Örneğin günümüz dünyasında karşı karşıya kaldığımız en büyük global tehdit olan küresel ısınmanın anlaşılması, sebeplerinin ortaya çıkarılması ve sonuçlarının analiz edilmesinde bilgisayar temelli simülatörler kullanılmaktadır. Dolayısıyla insanlığın yaşadığı doğayı anlaması ve onu daha sürdürülebilir hale getirmesi için teknolojinin diğer disiplinlerle iç içe olması gerekmektedir (Stables, 2020).

c) Mühendislik

Yapılan çalışmalarda mühendislik eğitiminin anaokulundan liseye kadar her yaş düzeyinde uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir (Rodriguez ve Shim, 2020). Özellikle öğrencilerin problem çözme, muhakeme yapma, işbirlikçi çalışma, sistematik ve eleştirel düşünme, çalışma becerilerini kazanmasında mühendislik eğitiminin öneminin oldukça fazla olduğu belirtilmektedir (Zheng, Xing, Zhu, Chen, Zhao ve Xie, 2020). Ayrıca mühendisliğin STEM eğitimine sağladığı fayda bunlarla sınırlı değildir. Mühendislik becerisi sayesinde öğrenme kalıcı ve hızlı olmaktadır (Rushton ve King, 2020). Örneğin öğrenciler fen bilimleri, teknoloji ve matematikte öğrenmeyi gerçekleştirirken mühendislik tasarımlarından faydalanmaktadır (Hasanah, 2020). Sadece öğrenciler değil gökbilimciler uzayı gözlemlerken, matematikçiler sonsuzlukta denklem çözümleri yaparken, doktorlar virüslerle mücadele ederken, mühendisler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını üzerinde çalışırken ve

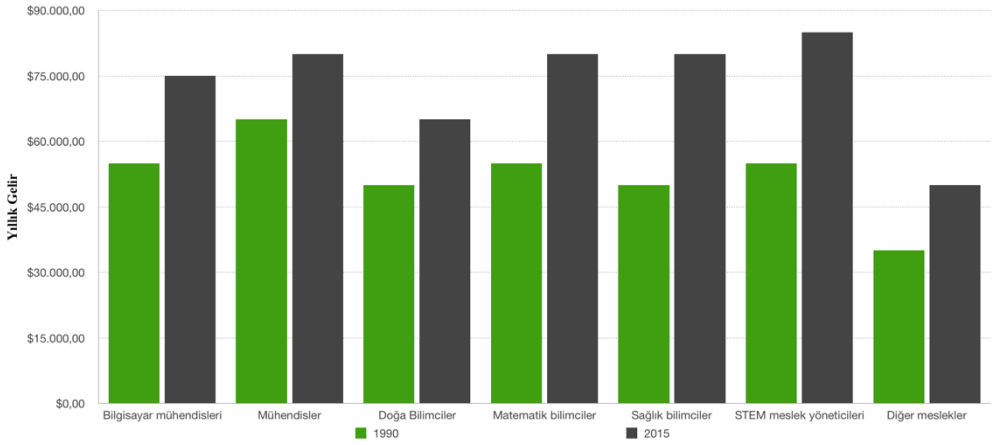
otomobillerdeki motor verimini arttırmanın yollarını ararken mutlaka mühendislik ürünlerini ya direkt ya da dolaylı yoldan kullanmaktadır (Rushton ve King, 2020).

d) Matematik

STEM disiplinlerinden olan matematik "modeller, miktar, sayılar ve şekiller arasındaki ilişkinin bir çalışmasıdır." diye tanımlanabilir (Dorouka, Papadakis ve Kalogiannakis, 2020). Matematik; geometri, cebir, aritmetik, hesaplama, türev gibi özel alanların yanı sıra; endüstride, iş dünyasında, müzikte, politikada, tarihte, tıpta, fende, sporda, sosyal ve doğa bilimlerinde ve mühendislikte vb. birçok alanda kullanılmaktadır. Bu yüzden matematik tüm bireyler için önemli olan evrensel bir dildir (Priatna, Lorenzia ve Widodo, 2020). Mühendislik ve teknoloji ile yakın ilişkisi bulunan matematik, verilerin kavranması ve analiz edilmesinin yanı sıra problem çözme becerilerini de geliştirmektedir (Sırakaya ve Alsancak Sırakaya, 2020).

2.1.6. STEM ve İstihdam

STEM eğitimi gelecek nesil için önemlidir. STEM sayesinde çocuklar geleceğin dünyasında ihtiyaç duyulacak meslek gruplarına uygun donanıma sahip bireyler olma şansı elde eder (Ho, La, Nguyen, Pham, Vuong, Vuong ve Vuong, 2020). 2015 yılında ABD iş bulma kurumu tarafından hazırlanan raporda, gelecekte ihtiyaç duyulacak on meslekten sekiz tanesinin STEM alanlarıyla ilgili olduğu belirtilmiştir. Buna ilaveten STEM meslek gruplarındaki istihdamın büyüme oranı %17, diğer meslek gruplarının %9.8 olacağı vurgulanmıştır. Raporda dikkat çeken diğer bir nokta ise meslek gruplarının yıllık kazançlarıdır. Bu kazançlar aşağıdaki grafikte verilmiştir (Tomblin ve Mogul, 2020).

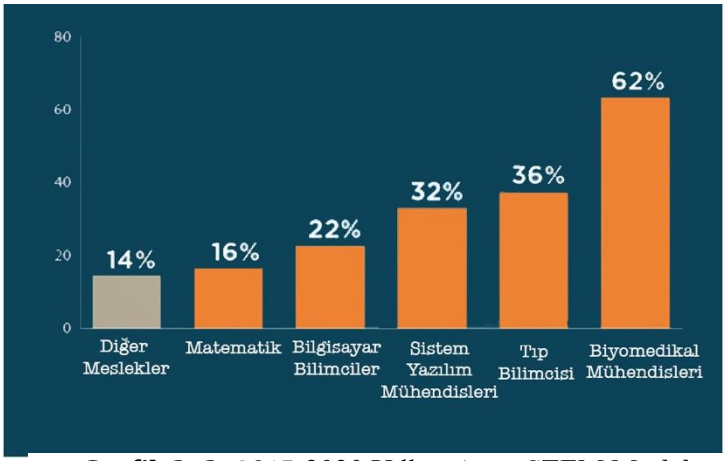


Grafik 2- 1: Meslek Grupları Yıllık Ortalama Gelir Miktarı (Tomblin ve Mogul, 2020).

Grafik incelendiğinde STEM meslek gruplarında çalışan işçilerin çalışmayanlara göre daha fazla yıllık gelir elde ettiği görülmektedir.

Toplumların endüstri 4.0 devrimini yakalaması için STEM meslek grupları önemli role sahiptir. Bu meslekler tüketen toplumdan üreten toplumlara dönüşmede etkili rol oynar ve bu mesleklere sahip insanlar günümüz dünyasının ve gelecek neslin problemlerinin çözümünden sorumlu bireyler olur (Penprase, 2020).

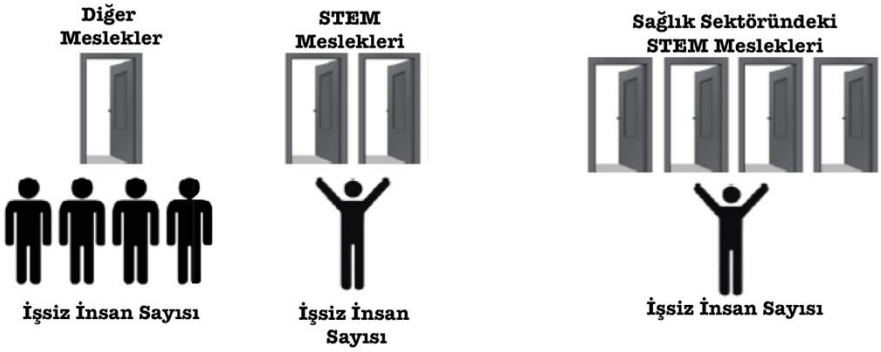
Artan işsizlik genç neslin yaşadığı problemlerin başında gelmektedir. STEM eğitimiyle STEM branşlarında donanımlı insan sayısının artması sayesinde, global ekonomilerin önemi artacak ve ülkelerdeki ekonomik krizin azalması sağlanmış olacaktır. STEM eğitiminin bir başka önemi de ileriki yıllarda gençlerin iş bulmasını kolaylaştıracak bilgi, beceri ve donanımı kazandırmasıdır. Aşağıdaki tabloda 2015-2030 yılları arasında oluşacak istihdam alanları gösterilmiştir (Penprase, 2020).



Grafik 2- 2: 2015-2030 Yılları Arası STEM Meslek Grupları Öngörülen Artış Miktarı (Penprase, 2020).

Grafik incelendiğinde 2030 yılına kadar STEM meslek grupları dışında kalan mesleklerdeki istihdam artışı %14, STEM meslek gruplarındaki büyüme matematiğe dayalı meslek gruplarında %16, bilgisayar bilimlerine dayalı mesleklerde %22, sistem yazılımına dayalı meslek gruplarında %32, tıbbi bilimlerde %36 ve son olarak biyomedikal bilimlerde ise %62 olacağı tahmin edilmektedir (Penprase, 2020).

Teknoloji önümüzdeki on yıl içinde de meslek popülerliğini belirleyen en önemli unsurlar arasında olacak ve artan dünya nüfusuyla birlikte iş bulmak giderek zorlaşacaktır. OECD raporunda STEM meslek gruplarının gelecekte öneminin artacağı ve bu alanlarda kendisini geliştiren bireylerin daha kolay iş sahibi olacağını belirtilmiştir (Penprase, 2020). Bu raporda hazırlanan iş-işçi oranları aşağıda verilmiştir.



Şekil 2- 3: İş-İşçi Oranları **(**Penprase, 2020).

Yukarıdaki şekil incelendiğinde STEM becerileri gerektirmeyen meslek gruplarında çalışabilecek dört işsiz için sadece bir iş imkânı bulunurken, STEM mesleklerinde çalışabilecek bir işsiz için iki adet iş imkânı bulunmaktadır. Bu oran STEM becerileri gerektiren sağlık bilimleri mesleklerinde daha iyi durumdadır. Bu meslek gruplarında bir işsiz insan için dört adet iş imkânı bulunmaktadır (Hanson, ve Krywult-Albańska, 2020).

2.1.7. Dünya'da STEM Eğitimi

20. yüzyılın son çeyreğine bakıldığında birçok ülke, geleceğe dair kalkınma planları yapmış, endüstri 4.0 devrimini yakalamak, tüketen toplumlardan üreten toplumlara dönüşümü sağlamak için STEM eğitimi ve iş gücü üzerinde yoğunlaşmaları gerçeğini kavramış ve öğrencilerin STEM disiplinlerine olan ilgilerini artırmak için çeşitli çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalar kapsamında şu anda

Amerika, Avrupa, Hollanda, Hindistan ve Finlandiya gibi ekonomisi güçlü olan ülkelerde eğitimin her kademesinde STEM uygulanmaya başlamıştır (Leshner ve Scherer, 2018). Bu ülkelerden bazıları hakkındaki araştırmalar aşağıda verilmiştir.

a. ABD

ABD'de yapılan çalışmalarda yetişen neslin geleceğin ekonomisine yön verecek donanımda olmadığı tespit edilmiş, bilim ve teknolojide öncü olmanın STEM eğitiminden geçtiği belirtilmiştir (Leshner ve Scherer, 2018). Bilim ve Teknoloji Danışmanları Başkanlık Konseyi'nin yapmış olduğu çalışmaya göre ABD'de üniversite mezunlarının %35'i STEM disiplinlerini okurken, Finlandiya'da bu oran 54, Japonya'da ise %64 oranındadır (Bybee, 2010). ABD'de yapılan başka bir çalışmada üniversitelerde fen ve mühendislik meslek gruplarını seçme oranları Avrupa Birliği ülkelerinde %25, Güney Kore'de %45, Çin'de %55 iken Amerika'da ise bu oranın %16 olduğu belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde yakın gelecekte ABD'de bilim insanı ve mühendis sayısında sıkıntılar yaşanacağı vurgulanmış olup önlem olarak STEM eğitim vizyonu planlanmıştır (NSTC, 2013)

STEM eğitiminin bir devlet politikası haline gelmesi gerektiğini düşünen ABD'de ülke yöneticileri ifade ettikleri şu sözlerle STEM eğitiminin önemini vurgulamıştır. Başkan Obama; "Fen bilimleri bir okul dersinden, periyodik tablodan ya da dalgaların özelliklerinden fazlasıdır. Dünyayı, anlamak, keşfetmek, sahiplenmek ve değiştirmek için bir yoldur." (Başkan Barack Obama, Mart 23, 2015). Başkan Trump ise "İyi bir STEM eğitimi Amerikalı işçiler ve aileleri için iyi bir kazanç demektir. Amerikalı yetenekli gençlerin bu meslek alanlarını seçmelerini, iyi hayat sürmelerini, toplumlarını kalkındırmalarını ve Amerikan rüyasını gerçekleştirmelerini istiyoruz." (Başkan Donald Trump, Eylül, 2017) sözleriyle STEM eğitiminin önemini vurgulamışlardır.

Amerika'da çok sayıda üniversite ve okulun destek verdiği STEM merkezleri açılmıştır. Öğrenciler okul sonrası veya hafta sonlarında bu merkezlere giderek çeşitli STEM, tasarım, çizim, robotik, kodlama ve maker aktiviteleri yaparken, takım çalışması, yaratıcılık, gibi becerileri geliştirme imkânı bulmaktadır (STEM Akademi, 2017)

Ayrıca ABD'de belirli bir sınava ya da kriterlere bağlı olmadan öğrenci kabul eden STEM okullarının giderek yaygınlaştığı görülmüştür (Jang, 2016). Bu okullarda öğrencilerden atölyelerde teknoloji kullanarak ürünler üretmektedir (Özdemir, 2018).

Özetle ABD'de STEM eğitiminin okullara entegrasyonu mühendisliğin bağlayıcı disiplin olarak müfredata eklenmesi ve yetenekli ve istekli öğrencilere eğitim veren STEM okullarının açılmaya başlaması ile gerçekleşmiştir (Jang, 2016).

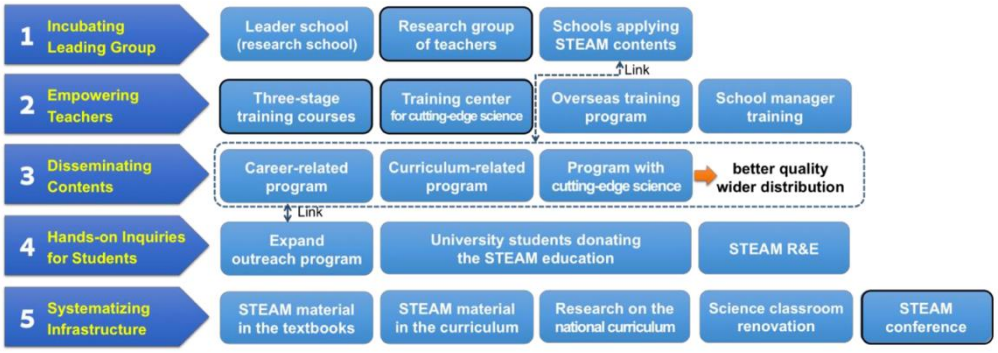
b. İngiltere

2002 yılında İngiltere gelecekte bilim insanı ve mühendis sayısında yaşanacak azalma endişesi sebebiyle İngiltere'de yenilik ve verimlilik performansı geliştirme stratejisi kapsamında mevcut eğitim isteminde uygulanan fen ve mühendislik müfredat ve kazanımlarının incelenmesini başlatmıştır. Hazırlanan ön raporda bilim, mühendislik ve teknoloji alanlarında yetişen genç elemanların sayısının yeterli olmadığı tespit edilince SET (Fen, Mühendislik ve Teknoloji) İngiltere politika sözlüğüne eklenmiştir. Ayrıca yenilikçi ekonominin sürdürülmesinde matematiğin öneminin vurgulanmasıyla 2004 yılında matematiğin de dâhil edilmesi önerilmiştir. Yapılan incelemeler sonrasında İngiltere Millî Eğitim Bakanlığı devlet okullarına ve özel okullara STEM becerilerini öğrencilere etkili ve verimli bir şekilde aktarılabilmeleri için maddi destek vermiştir. Bu kapsamda Ulusal Bilim Öğrenme Merkezi gençleri STEM eğitimine özendirmek için çeşitli bilim ve mühendislik fuarları (STEMNET) ve hayatının yaradılışı (creation of your life) gibi programlar düzenlenmiştir (Catania, 2020).

c. Kore

KOFAC (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity) Kore'li öğrencilerin TIMSS ve PISA sınavlarında yüksek skor elde etmelerine rağmen fen ve matematik alanlarında meslek eğilimlerinin giderek azaldığını tespit etmiştir. Bu sorunu çözmek için fen, mühendislik, matematik ve teknoloji eğitiminin ayrı ayrı verilmesi yerine bütünleşik yaklaşımla küçük yaştan itibaren verilmesi kararlaştırılmıştır. Bu çalışmalara ek olarak gerekli altyapılar sağlanmış, bu konuda

lider olması planlanan okullar seçilmiş, öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilmiş ülke çapında festivaller düzenlenmiştir (NSTC, 2013).



Şekil 2- 4: KOFAC STEAM Program Yapısı

Programın yapısı incelendiğinde lider gruplar, öğretmenlerin güçlendirilmesi, içeriğin oluşturulması ve yaygınlaştırılması, öğrenciler için araştırma merkezleri ve altyapının sistematikleştirilmesi gibi beş ana bölümden oluştuğu görülmektedir (KOFAC, 2015a).

d. Avustralya

2015 yılında Avustralya Federal Hükümeti yayınladığı bildiride anaokulundan üniversiteye kadar tüm öğrencilerin STEM ile ilgilenmesi gerektiğini duyurmuştur. Yapılan program kapsamında öğretmenlerin bu konudaki hizmet içi eğitimleri ve sınıf içerindeki STEM etkinlikleri için ödenek olarak 65 milyon dolar kullanılmıştır. Buna ilaveten 2014-2015 bütçesinin 5 milyon doları ilk bağlantılar ve yaparak bilim adlı STEM programları için kullanılmıştır. Yapılan bu yatırımların ardından üniversitelerde de müfredat değişikliğine gidilmiştir, bazı üniversitelerin ilköğretim ve anaokulu bölümlerine girişte bilim uygulamaları dersi zorunlu hale getirilmiştir. Tüm bunlara ek olarak kodlama dersi ilköğretimde belirli yaş dönemine kadar okutulmaya başlanmıştır (Smolentseva, 2015).

e. Çin

Eski çağlardan beri özellikle fen bilimlerine büyük önem vermiş bir toplum olan Çin, toplumların gelişmesinde fen bilimlerinin önemli olduğunu düşünmektedir. Bilim öğretimi Çin toplumunda daima önemli bir konumda olmuştur. Çin lise müfredatı STEM eğitiminin biyoloji, kimya ve matematik derslerine akredite edilmesiyle güncellenmiş ve zorunlu hale getirilmiştir. Özellikle üniversitelerde

STEM eğitimi ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmiş, STEM eğitiminin gelişmesi için çeşitli çözümler araştırılmıştır. Liselerde öğrencilerin STEM uygulamalarına katılmaları ve bu alanda öğrencilerde farkındalık yaratmak için müfredatta birçok yenilik yapılmıştır. Tüm bunlara ilaveten eğitim fakültelerinde öğretmenlik bölümlerinin müfredatına STEM disiplinleri eklenmiştir (Gao, 2015).

f. Rusya

Gelecek eğitim stratejisinde öncelikle olarak yükseköğretim kurumlarında yenilenmeye giden Rusya'da öncelikli olarak eksiklerin giderilmesine çalışılmıştır. Rusya hükümeti yapmış olduğu bu eğitim reformunda kendine amaç olarak;

a) Daha kaliteli mühendislik programları oluşturmayı
b) Matematik eğitimini daha fazla yaygınlaştırmayı
c) Özellikle fen bilimleri, tıp ve mühendislik yükseköğretim programlarını üniversitelerle iş birliği içerisinde geliştirmeyi hedeflemiştir (Smolentseva, 2015).

g. Norveç

Norveç'te 2002 yılında "STEM of Course" adı altında bir plan hazırlanmıştır. Norveç eğitim sisteminde aşağıdakiler hedeflenmiştir (Catania, 2020).

1. STEM müfredatlarını yenileyerek, öğrencilerin motivasyonlarını bu alanlara çekmek
2. Matematik eğitiminin önemine vurgu yaparak, düşük matematik düzeyindeki öğrencilere takviye çalışmalar yapmak,
3. STEM alanlarında becerisi yüksek gençlerin sayısını artırmak
4. STEM uygulamalarını anaokulundan yükseköğretime kadar yaygınlaştırmak

h. Fransa

2011 yılında Fransa'da hazırlanan yeni eğitim-öğretim eylem planına göre ilk ve orta öğretimdeki öğretim programlarına bilim ve teknoloji disiplinleri eklenmiştir. Buna ilaveten STEM eğitimi kapsamında disiplinlerarası projeler hazırlanarak öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının artırılması hedeflenmiştir. Yapılan eylem planında ayrıca öğretmenlerin de bu alanlarda kendilerini geliştirmeleri kapsamında

çeşitli yarışmalar ve fuarlar düzenlenmesine karar verilmiştir (Catania, 2020).

i. İrlanda

İrlanda'da 2010 yılında hazırlanan eylem planına göre hedeflenen STEM becerileri aşağıdaki başlıklarda toplanmıştır.

1. İş adamlarının STEM eğitimini geliştirmek için önderlik etmesini sağlamak
2. STEM eğitimine yönelik karşılaşılan kısıtlamalara önlem bulmak
3. STEM eğitiminde esnekliği artırmak
4. Hükümetin STEM eğitimine destek olmasını sağlamak (Catania, 2020).

j. Finlandiya

Finlandiya'da uygulanan STEM eğitimi uygulanan en geniş eğitim modeli olarak karşımıza çıkmaktadır. 2014 yılında hazırlanan eğitim programına göre genç neslin STEM meslek gruplarına karşı ilgi ve motivasyonları artırmak için çalışma grupları oluşturulmuş ve bu grupların ülke çapında eğitim faaliyetlerinde yönetici olması amaçlanmıştır. Bunlara ilaveten üniversiteler ve özel STEM merkezleri kendilerine ait eğitim stratejileri geliştirmiştir (Turley, 2020).

2.1.8. Türkiye'de STEM Eğitimi

Araştırmalar ve çalışmalar incelendiğinde zamanının koşullarına göre STEM'i en iyi uygulayan kurumlara Türkiye'ye özgü bir eğitim hamlesi olan Köy Enstitüleri örnek verilebilir. Tarıma müsait geniş toprakları bulunan bölgelere veya yakınına kurulan Köy Enstitüleri'nde Türkçe, matematik, fizik, biyoloji, tarih ve yurttaşlık bilgisi gibi temel derslerin yanında çeşitli kültür dersleri, teknoloji destekli uygulamalı sağlıkçılık, modern tarım ve ziraat dersleri, mühendislik uygulamalarına dayanan inşaatçılık, demircilik, terzilik, balıkçılık, arıcılık, bağcılık ve marangozluk gibi meslek dersleri de okutulmuştur. Fen bilimleri, teknoloji ve matematik disiplinlerine ek olarak her sene 25 adet klasik roman okuma zorunluluğu olan Köy Enstitüleri öğrencileri, sabahın erken saatlerinde çeşitli yöresel dans oyunları oynayıp sabah sporu yaparak, kendilerini spor ve sanatsal faaliyetlerde de geliştirmiştir. Klasik müzik enstrümanları ve geleneksel saz eğitimi alan öğrenciler spordan sanata kadar birçok

farklı dalda eğitim almıştır. Disiplinlerarası bir yaklaşım izleyerek eğitim gören öğrenciler öğrendikleri bilgileri gerçek hayatta karşılaştıkları problemlerin çözümünde kullanma fırsatı yakalamış, çağın gereksinimlerini karşılamada oldukça başarı oldukları görülmüştür (Köy Enstitüleri, 2017).

1950'li yıllardan günümüze gelindiğinde Türkiye'de STEM eğitimi son yıllarda tekrardan önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle TIMMS ve PISA sınavlarında alınan olumsuz sonuçlar ülkenin eğitim sisteminde bir değişim yapılması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır. MEB yetkilileri harekete geçmiş, Türkiye'nin STEM eğitimi için özel bir plan hazırlanmasada "2015-2019 Stratejik Planı" STEM eğitimini destekleyen bazı hedefler belirlemiştir. Hacettepe, İstanbul, Orta Doğu Teknik, Bahçeşehir ve İstanbul Aydın üniversiteleri öğrenciler ve öğretmenler için özel programlar sunan STEM merkezleri inşa etmek için ilk adımları atmıştır. Ayrıca YEGİTEK fen eğitimindeki teknoloji kullanımını ve öncü örnekleri yaygınlaştırmayı sağlamak için 2014 yılında 40'a yakın Avrupa ülkesinin dâhil olduğu fen eğitimi için topluluk projesi oluşturulmuştur (MEB, 2016).

Millî Eğitim Bakanlığı ise 2016 yılında yayımladığı 2017 Performans Programı'nda ekonominin ihtiyaç duyduğu özgürlükçü, üretken ve rekabetçi bir nesil için yeni bir eğitim sistemi geliştirmeyi amaçladığını belirtmiştir. Performans programı kapsamında ulusal müfredatın içeriğini de değiştiren MEB, öğrenciyi hayatın her alanına hazırlayan, yeteneklerini ortaya çıkarmasını sağlayan, ebeveynlerin eğitim sürecinin her aşamasına katmayı sağlayan bir mekanizma oluşturmak istemiştir. Bu programa paralel olarak, Şubat 2017'de, MEB 2017- 2018 öğretim yılında ilk, orta ve lise seviyesinde ilk sınıflardan başlayarak kademeli olarak uygulanacak K-12 eğitimi için bir taslak müfredat yayınlamıştır. Bu müfredat 21. yüzyıl becerisi olarak adlandırılan becerilerinin geliştirilmesi, öğrencileri yenilikçi ve eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim, iş birliği, bilgi okuryazarlığı, medya, bilişim teknolojisi, girişimcilik, üretkenlik, sorumluluk gibi konularda öğrencileri desteklemeyi amaçlanmıştır (MEB, 2016).

MEB bir yandan yasal içerik düzenlemesi yaparken bir yandan da pilot uygulamalara başlamıştır. Kayseri ilinde birkaç pilot okul seçilerek başlatılan ve kısa sürede 30'a yakın okula yayılan STEM etkinliklerinin yakın bir tarihte bölgede MEB'e

bağlı ilköğretim ve ortaöğretim kurumlarının tamamında uygulanması planlanmıştır (MEB, 2016).

Üniversitelerde uygulanan STEM ile ilgili çalışmalara ve projelere bakıldığında ise yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır. Özellikle eğitim fakültelerinde okuyanların STEM eğitim becerilerini artırmak için yapılan çalışmaların istenilen düzeye henüz ulaşmadığı belirtilmiştir (Akgündüz vd., 2015). Akgündüz vd. (2015) hazırlamış oldukları diğer bir raporda ülkemizde STEM eğitiminin yaygınlaşması için aşağıdaki önerileri getirmiştir.

a) STEM merkezlerinin öğrenci ve öğretmenlerin kolay şekilde ulaşması ve faydalanması için sayısı artırılmalı

b) STEM eğitiminin uygulanması ve müfredata entegre edilmesinde bu merkezlerle ortak çalışmalar, görüşmeler ve fikir alışverişleri yapılmalı

c) Açılan STEM merkezlerinde STEM eğitimi araştırmaları, program geliştirme çalışmaları yapılmalı.

d) STEM merkezleri ülkenin tüm il ve ilçelerine kadar yayılmalı.

Bu reformlar anaokulundan başlayarak üniversiteye kadar tüm seviyelerde uygulanmalıdır. Tüm bu sonuçlar göstermektedir ki Türkiye'nin iyi bir STEM reformuna ihtiyacı vardır. Ayrıca tüm bu değişiklikleri yaparken öğretmen eğitimlerinin ve hükümetin politikalarının da önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Akgündüz vd., 2015).

Özetle, Türkiye STEM eğitimini teşvik etmek için bazı başlangıç adımlar atmış ancak ülkenin her yerinde STEM eğitimi için öğretim stratejileri, çalışmaları ve uygulamaları yapmak için daha kapsamlı uygulamalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

2.1.9. STEM Eğitiminde Karşılaşılan Sorunlar

21. yüzyıl bilgi ve becerilerine sahip nesiller yetiştirmek için; öğrencilerin eğitim yoluyla STEM alanlarında bilgi ve beceriler kazanmaları gerektiğine yönelik ortak bakış açısı olmasına rağmen bu disiplinlerden bir ya da ikisine daha fazla ağırlık verilmektedir. Bu durum STEM eğitimindeki başlıca sorunlardan biri olmakla birlikte ve tüm disiplinlerin öğretim programlarına birlikte entegre edilmesi uzmanlar tarafından belirtilmektedir (Dönmez ve Gülen, 2020).

NRC tarafından 2013 yılında NGSS (Next Generation Science Standarts) adında K-12 için "Fen Eğitimi Çerçevesi: Uygulamalar, Kesişen Kavramlar ve Temel Konular" adlı raporda yeni fen eğitimi standartları oluşturulmuştur. Bu raporda mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin fen eğitimine entegre edilmesi gerektiği savunulmuştur (Do Prado ve Silva, 2020). ABD'de bazı okulların STEM disiplinlerine tamamen yer vermelerine rağmen bu disiplinleri ayrı ayrı ele aldıkları, aralarındaki bağlantılara çok az yer verdikleri görülmüştür (Hagerer, Treffers, Hoffmann, Richly, Baier ve Welpe, 2020). Bu durum günlük hayatta karşılaştığımız problemlerin çözümü için farklı disiplinlerden profesyonel kişilerin bir araya gelmesi performans açısından olumsuz durumlar yaratmıştır (Hashim, Ali, Samsudin ve Shodiqi, 2020). Oysa STEM eğitimi sayesinde bu alanlardaki becerilerinin bir bireyde toplanması hedeflenmektedir (Thibaut, Ceuppens, Loof, Meester, Goovaerts, Struyf ve Depaepe, 2018). Dolayısıyla STEM yaklaşımı bu dört farklı disiplin arasındaki sınırlılıklarının kaldırılması gerektiğini ve disiplinlerin birbirleri içerisine entegre edilmesi ile bireylere aktarılması gerektiğini savunmaktadır (Niazi, Asghar ve Ali, 2018).

Bu dört farklı disiplinin birbirine entegre edilmesiyle oluşturulan öğretim programının resmi eğitim kapsamında daha zor olacağı düşünülmektedir (Hagerer, Treffers, Hoffmann, Richly, Baier ve Welpe, 2020). Özellikle okulların fiziki ve ekonomik altyapısı ve öğretim programlarının kapsam ve değerlendirme yaklaşımlarının bu entegrasyona elverişli olmadığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Guido, 2018). Bu durum STEM yaklaşımında farklı yöntemlerin kullanılmasını sağlamıştır. Fakat bu dört branştan bir ya da ikisi üzerine odaklanılmasının STEM felsefesinin kavratılmasında yeterince etkili olmadığı vurgulanmıştır (Altan ve Tan, 2020). Rosengrant vd., (2019) yapmış oldukları çalışmada STEM yaklaşımını hedef alarak yapılan bazı öğretim programlarının teknoloji ve mühendislik becerilerinin diğer iki disiplinin gerisine itildiğini belirtmiştir. Teknoloji ve mühendisliği geri plana iten bir öğretim programı ile STEM eğitimine yönelik hedeflerin karşılanmasının mümkün olmayacağı yine yapılan çalışmada belirtilmiştir (Rosegrant, 2019). Fakat bunun yerine STEM disiplinlerinden birinin müfredatına diğerlerinin eklenmesi daha uygun bir yaklaşım olarak önerilmiştir. Örneğin fen bilimleri dersi bağlamında gerçekleştirilecek etkinliklere diğer disiplinlerin entegrasyonu gösterilebilir (Wells, 2019). Buna örnek olarak ilk ve ortaöğretim seviyesinde eğitim-öğretim müfredatında yer alan fen bilimleri ve matematik dersleri içeriklerine diğer STEM disiplinlerinin

dâhil edilmesinin en uygun yöntem olduğu ifade edilmektedir (York, Lavi, Dori ve Orgill, 2019).

2.2. ROBOTİK EĞİTİMİ

2.2.1. Eğitsel Robotik Nedir?

Robotlar en yaygın tanımıyla karmaşık birçok görevi yerine getirmek için bilgisayar tarafından görevlendirilebilen makine anlamına gelmektedir (Keane, Chalmers, Williams ve Boden, 2016). 1942 yılında Amerikalı yazar İsaac Asimov tarafından ilk defa kaleme alınan robotik ise robotların tasarımı, yapımı, çalışması ve uygulanması ile uğraşan teknoloji dalıdır (Boyarinov ve Samarina, 2020). Günümüzde robot teknolojisinin eğitimde kullanılması ise eğitsel veya eğitimsel robotik diye adlandırılmaktadır (Catania, 2020). Eğitsel robotik öğrenciler için anlamlı bir buluş tasarlama, inşa etme ve programlama fırsatı sağlamasının yanı sıra üst düzey düşünme becerilerini geliştirme fırsatı sağlar (Keane, Chalmers, Williams ve Boden, 2016). Ayrıca robotik sayesinde mühendislik becerilerini geliştiren öğrenciler günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri yapay ortamlarda çözme imkânı bulmaktadır (Jang, 2016).

Eğitsel robotiği, robotların öğrenilmesini sağlayan robotik öğretimiyle karıştırmamak gerekir (Penprase, 2020). Eğitsel ve eğitimsel robotik mevcut müfredatın daha iyi bir şekilde öğrenilmesine hizmet ederken, robotik öğretimi robotların öğrenilmesine olanak sağlar. Bu terimleri daha açık hale getirmek için eğitimciler bu terimleri robotik eğitimi ve robotlarla öğretim olarak isimlendirmiştir (Kidd, Kaipa, Gutierrez, Pazos, Ayala ve Ringleb, 2020).

Maxinez vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, eğitsel robotlar aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

Android: İnsan görünümlü robot (kafa),

Zoomorfik: Hayvan görünümlü robot,

Mobil: Tekerlekli veya yerinden taşınabilir kapasiteli robot,

Poli Eklemli: Eklemleriyle yer değiştirebilen robot,

Hibrit: Daha öncekilerin karışımı olan karmaşık yapıya sahip robot.

2.2.2. Eğitsel Robotiğin Tarihsel Gelişimi

M.Ö. 285'te yaşayan, Yunan mühendisliği ekolünün ilk ve önemli temsilcilerinden olan Ktesibius, yaşadığı çağın önünde olan çalışmalarıyla robotik biliminin kurucusu sayılmaktadır. Dünya'da büyük ilgi gören ve Türkiye'de Mekatronik adıyla anılan robotiğin eğitimde kullanımı ilk defa ABD'de başlamıştır. 1980 yıllarını takiben robotik ABD dışında Edinburgh, Avusturya ve Finlandiya gibi ülkelerde eğitimde kullanılmaya başlanmıştır (Tena, Almadhkhori ve Ruiz, 2020).

Küçük sınıflarda eğitsel robotik eğitimi kavramını ilk ortaya atanın Microworlds ve Logo bilgisayar dilini geliştiren Seymour Papert olduğu literatürde belirtilmektedir (Ferrari, Macauda, Soriani ve Russo, 2020). 1967'de Papert, bir grup meslektaşıyla birlikte, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT); bilim, matematik ve sanat alanlarındaki fikirlerini bir bilgisayar vasıtasıyla yaygınlaştırmak, sorunlara yönelik çözümleri test etmeye izin vermek, yapay zekâlarda çalışmak üzerine kurulan robotu kontrol etmek ve onu ileri, geri, sağa ve sola hareket ettirmek için logo programlama dilini kurmuştur (Tena, Almadhkhori ve Ruiz, 2020). Logo bilgisayar dili basitçe, LİSP olarak tanımlanan bir dizi bilgisayar programlama diline dayanmaktadır (Daniela ve Lytras, 2019).

Günümüzde 160'ın üzerinde logo dili vardır. Çoğunlukla birbirleriyle uyuşmazlar ve her dil benzersiz bir amaca hizmet etmektedir (Boyarinov ve Samarina, 2020). Bununla birlikte, Macintosh ve Windows işletim sisteminin bulunduğu bilgisayarlarda kullanılan birçok logo sürümü vardır (Tena, Almadhkhori ve Ruiz, 2020).

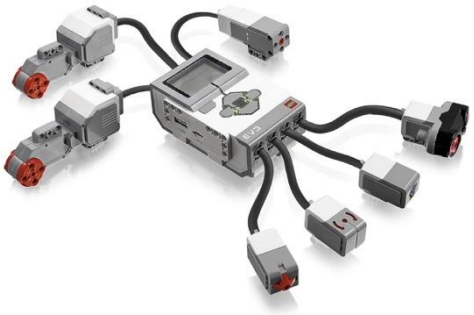
Robotların sınıflarda kullanılması LEGO şirketinin ortaya çıktığı 1980'lerin ortasında gerçekleşmiştir. O yıllarda bilgisayar ekranı ile sınırlandırılmaktan kurtulan robotlar legodan yapılmış, elle kullanılan bir nesne haline dönüştürülmüştür (Daniela ve Lytras, 2019). Bu sayede eğitim robotları ile öğrenmeye yönelik ortaya çıkan yeni yaklaşım öğrencilerin bir bilgisayar programı aracılığıyla robotun kendi kendine çalışabilme yeteneğine ek olarak çeşitli materyaller kullanarak kendi tasarımlarını oluşturmasına da izin vermiştir (Valiant, 2012).

1990'lı yıllara gelindiğinde, LCSI tarafından Turtle Math ve LEGO gibi çeşitli şirketler tarafından üretilen logo yazılımının yüzlerce versiyonu üretilmiştir (Papadakis ve Kalogiannakis, 2020). Daha sonra bilgisayar teknolojisinde yeniliklerin ortaya çıkmasıyla birlikte, eğitim alanında uluslararası düzeyde kullanılan pek çok yeni nesil robotlar üretilmiştir (Rusk vd., 2008; Almeida ve Magalhaes Netto, 2019). İlkokul seviyesinde logo programlama, Java ve C+ yerine artık tıkla ve sürükle modeli kullanılmaya başlanmıştır (Daniela ve Lytras, 2019).

Daha sonra Logo şirketi ile Lego şirketi iş birliğiyle logo dili ile Lego ürünleri birleştirilerek yeni materyaller üretilmiş, akıllı tuğla olarak bilinen Lego Mindstorms kitlerinin temelleri atılmıştır. Bu hamleden sonra Lego parçaları ticari olarak kullanılır hale gelmiş ve Dünya'da yayılması hızlanmıştır. 1998 yılında ise şirket Lego Mindstorms RCX setleri üretmiştir (Scaradozzi, Screpanti ve Cesaretti, 2019). Kısa süre sonra Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde çalışan bilim insanları bilgisayar tarafından kolay programlanabilen ve bağımsız hareket etme yeteneği olan Robotics Invention System (RIS) robot setlerini icat etmişlerdir (Koç ve Böyük, 2013). Çalışmalarına ara vermeden devam eden şirket kısa süre sonra üçüncü nesil robotunu Las Vegas'ta tüm dünyanın beğenisine sunmuştur. Lego Mindstorms EV3 Home Edition Seti diğer setlere göre; daha kullanışlı, popüler olma, kolay programlanabilme, farklı mekanik tasarımlara dönüşme vb. özelikleri sebebiyle kullanıcılar tarafından daha fazla tercih edilmiştir (Fullan, 2015)

LEGO Mindstorms setleri olarak adlandırılan bu setler 30 yılı aşkın süredir eğitimde kullanılmaktadır (Keane vd., 2016). LEGO Mindstorms setleri ve Robolab yazılımı matematik, fen, teknoloji ve mühendislik alanındaki kavramların öğrenilmesini sağlayan temel bileşenlere sahiptir (Talib vd., 2020). LEGO Mindstorms setleri önemli projelere katılmak için gerekli tüm parçaları içermektedir. Bağımsız bir set olmasına rağmen, bileşenler uçlu tasarıma izin verecek kadar esnek tasarıma sahiptir. Malzemeleri, tekrar tekrar kullanılabilir ve dayanıklıdır. Ayrıca öğrencilerin ve öğretmenlerin sürekli olarak yeni çalışmalara uyum sağlayan anaokulundan üniversiteye kadar geniş bir yaş aralığına hitap eden uygulamalara izin vermektedir (Scaradozzi, Screpanti ve Cesaretti, 2019). Üç ana bileşenden oluşan robotik setleri, kullanıcıların tasarımlarını nispeten hızlı ve kolay bir şekilde oluşturmalarına olanak tanırken ele alınan içeriği öğrenmek için fazla zaman

harcanmasına engel olmaktadır (Keane, Chalmers, Williams ve Boden, 2016).



Şekil 2- 6: EV3 Beyin, Sensörler ve Motorlar



Şekil 2- 5: Lego Mindstorms Set ve Motorlar

LEGO Mindstorms setleri öğrencilerin lego blokları, sensörler ve motorları kullanarak bir robot inşa etmesini sağlar ve sürükle bırak yöntemiyle veya C kodu ile programlanabilir. Massachussetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) çalışanları tarafından çizilip, Lego tarafından üretilmiş olan Lego Mindstorms EV3 ve NXT robot setleri, bilgisayar ile kontrol edilen bir çip, ışık, ses, mesafeye ve temasa duyarlı sensörler, dişliler, kamalar, makaralar, döndürme mili ve hareketi sağlayan motorlardan oluşan bir dizi mühendislik malzemesi içermektedir (Scaradozzi, Screpanti ve Cesaretti, 2019).

Lego Mindstorms akıllı tuğla üzerinde sensörler ve motorlar için 4 giriş bulunmaktadır. Motor bağlantıları A, B, C ve D portlarına takılırken, dokunma, ses, ışık ve mesafe sensörü 1., 2., 3., ve 4. portlara takılmaktadır. LEGO Mindstorms EV3 Home Edition seti 300 Mhz ARM9 Kontrolör işlemciye sahip olup, Windows, Macintosh, Android ve Apple işletim sistemlerinde programlanabilmektedir (Catlin, 2012). Ulaşım, kullanım kolaylığı ve zorluk düzeyi göz önüne alındığında, Lego Mindstorms setleri lise öğrencilerine daha uygun görünse de ilköğretim seviyesinde de kullanılabilmektedir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016).

2.2.3. Eğitimde Eğitsel Robotiğin Önemi ve Kullanımı

Dünya'da robotik uygulamalarının eğitimde kullanımının son yıllarda arttığı görülmektedir (Mikropoulos ve Bellou, 2013; Barker, Nugent ve Grandgenett, 2014; Dawes vd., 2015). 1990'lı yılların sonlarından itibaren ABD, Japonya, Portekiz,

Kanada ve Avustralya başta olmak üzere birçok ülkede çeşitli robotik malzemeleri kullanılarak robotik destekli öğrenme ortamları hazırlanmıştır (Khanlari, 2013; Koç ve Büyük, 2013). Türkiye'de ise eğitsel robotik 2000'li yılların başından itibaren pilot uygulama olarak bazı devlet okullarında ve özel okullarda kulüp çalışması ve robot tasarım yarışmaları şeklinde kullanılmış olsa da henüz istenilen seviyeye ulaşmadığı yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (Karahoca vd., 2011). Fakat Dünya geneline baktığımızda Birleşmiş Milletler Ekonomik Komisyonu ve benzeri kurumlar hazırladıkları raporlarda robotların eğitim alanında kullanım payının hızlı bir şekilde arttığını belirtmiştir (Latip, Andriani, Purnamasari ve Abdurrahman, 2020). Birçok ülkede çeşitli kurumlar tarafından desteklenerek yapılan robot yarışmaları ve etkinlikler çocuklara bilim ve teknolojiyi sevdirmek için düzenlemektedir. Bu etkinliklere örnek olarak Genç Birinci Lego Ligi (JFLL) [6-9 yaş], Birinci Lego Ligi (FLL) [9-16 yaş], RoboFiesta [12 -14 yaş], RobCup Junior [6-18 yaş] ve Dünya Robot Olimpiyatları (WRO) verilebilir (Koç ve Böyük, 2013).

Robotiğin öğrenmeyi desteklediği düşüncesini ilk ileri süren bilim insanı Papert'tir (Blackley ve Howell, 2019). Farklı şekillerde karşımıza çıkan eğitsel robotiğin sınıf içerisinde matematik, fen bilimleri ve dil eğitiminde kullanımı giderek artmaktadır (Toma ve Greca, 2018). Eğitsel robotik etkinlikleri bir yandan inşa etme, tasarım ve kodlama becerilerinin gelişmesini sağlarken bir yandan da öğrencilerin bir matematikçi, bilim insanı ve programcı gibi problem becerilerini geliştirip birbirleriyle deneyimlerini paylaşmalarına imkân tanımaktadır (Aris ve Orcos, 2019).

STEM eğitimi kapsamında da kullanılan ve popülerliği son yıllarda artan robotik etkinlikleri okul müfredatlarına entegre edilmiş durumdadır (Afari ve Khine, 2017; Agatolio, 2018). Son 20 yıl içerisinde robotların eğitim alanında kullanımını artırmaya yönelik yarışmalar, kurslar ve girişimler yapılmaktadır (Alimisis, 2019). Eğitsel robotik problem çözme ve içeriğe dayalı öğrenmeyi teşvik eden bir ortam yaratma konusunda oldukça etkilidir (Tiwari, 2019). Robotların eğitim ve öğretimde kullanımı öğretmenleri klasik öğretim yaklaşımından uzaklaştırarak yapılandırmacı yaklaşımı kullanmalarına imkân sağlamaktadır (Fullan, 2015). Eğitsel robotik sayesinde zenginleştirilen eğitim ortamları yaparak ve yaşayarak öğrenmeye imkân sağladığından dokunma duyusunu da faaliyete sokmaktadır (Brahim vd., 2012).

Dolayısıyla eğitim öğretim faaliyetleri öğrenciler için daha zevkli ve kalıcı hâle gelmektedir (Kazakoff, Sullivan ve Bers, 2013; Pedersen, Larsen ve Nielsen, 2019).

Motivasyon artırıcı eğitim ortamları hazırlanmasına da imkân tanıyan eğitsel robotik etkinlikleri öğrencilerin bilişsel becerilerinin gelişimine de katkı sağladığını görülmektedir (Aris ve Orcos, 2019). Eğitsel robotlar farklı yaş düzeylerine uygun tasarlanabildiğinden her öğrencinin bilişsel gelişimine uygun hazırlanan gerçek dünyadaki uygulamaları taklit edecek problem durumlarına çözüm getirmek için kullanılabilmektedir (Alimisis, 2019). Ayrıca eğitsel robotik öğrencinin grup hâlinde çalışmasına izin vererek işbirlikçi becerilerinin gelişmesine olanak tanımaktadır (Hudson, 2012). Robotik etkinlikleri sayesinde öğrenciler bir yandan sorgulama, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirirken diğer yandan da kolay bir şekilde gözlem yapma ve veri toplama gerçekleştirdiğinden zamandan tasarruf etme fırsatı yakalamaktadır (Koç ve Böyük, 2013; Sadler, Eilam, Bigger ve Barry, 2016). Ayrıca robotik etkinlikleri sayesinde öğrencilerin teknolojiyi kullanma düzeylerinde ve teknolojiyi kullanma isteklerinde artış sağladığına literatürde rastlanmıştır (Greenberg, Thiruvathukal ve Greenberg, 2019).

Catlin'e göre (2012), öğretim ortamlarında eğitsel robotik kullanımının avantajları aşağıdaki gibi sıralamıştır.

1. Öğrencilerin sürece katılmasını sağladığı için öğretmenlerin öğrencileri gözlemleyebilmesine olanak sağlar. Bu sayede öğretmen, öğrencilerin bilişsel düzeylerini belirleyebilir.
2. Öğretmenlerin öğrencilerinin kendi akranlarıyla birlikte çalışma yapacağı problem durumları oluşturmasına olanak sağlar.
3. Öğrencilerin STEM'e karşı olumlu bir tutum geliştirmesine olanak sağlar.
4. Öğrenciye konuşarak bildirim vermesi, öğrenmeyi güdüler.
5. Öğrencilerin soyut ile somut kavramlar arasında bağlantıyı kurmasını sağlar.
6. 21.yüzyıl becerilerini canlı tutar ve özgün hâle getirir.

Yukarıda özellikleri verilen eğitsel robotik, öğrencilerin disiplinlerarası çalışmasına fırsat sağlamasının yanında, onların STEM etkinlikleriyle tanışmasını sağlar (Thibaut

vd., 2018).

2.2.4. Eğitsel Robotiğin STEM'e Entegrasyonu

Teknolojinin hayatın her alanında yer alması sonucunda sınıflarda da kullanılması sonrasında STEM etkinliklerinin yapılması için robotik etkinliklerinden daha fazla faydalanıldığı görülmektedir (Kaygısız, Üzümcü ve Uçar, 2020). İlk ve orta öğretimde STEM odaklı müfredat hazırlamak için robotik etkinliklerinin etkili bir araç olduğu yapılan çalışmalarda da rapor edilmektedir. Robotik etkinlikleri mühendislik ve teknolojinin birleşmesine olanak sağlarken bir yandan da bilim ve matematiğin soyutluğunun kaldırılmasına yardımcı olmaktadır (Boyarinov ve Samarina, 2020). Bu nedenle eğitsel robotiğin temelini oluşturan öncüler, STEM becerilerinin kazandırılmasında eğitsel robotiğin önemli bir rol oynadığını savunmaktadır (Chalmers vd., 2014; Siouli, Dratsiou, Antoniou ve Bamidis, 2019).

Yapılan çalışmalar robotik etkinliklerinin daha çok okul sonrası yaz programlarında uygulandığını göstermiştir (Dorouka vd., 2020; Lathifah, Budiyanto ve Yuana, 2019). Oysa STEM eğitimine ve meslek gruplarına daha fazla öğrenci kazandırmak için STEM'e ilgisi olmayan veya ilgisi olduğu hâlde ulaşma fırsatı olmayan öğrencilere ulaşmak gerektiğinden robotik çalışmalarının müfredat kazanımlarına bağlanması gerekmektedir (Blackley ve Howell, 2019). Bu sebeple öğretmenler hem değişen dünyaya ayak uydurabilen nesiller yetiştirebilmek hem de 21. yüzyıl becerilerini ve STEM becerilerini öğrencilerine kazandırmak ve gelecekte ihtiyaç duyulacak STEM meslek gruplarına yönlendirmek için robotik eğitimine önem vermelidirler (Ahmed ve La, 2019; Di Lieto vd., 2017).

İlköğretimde STEM uygulamaları yapılırken robotik etkinliklerinin etkili bir şekilde kullanılması için aşağıda verilen iki özelliğe dikkat edilmelidir.

1. Hazırlanacak etkinlikler bireylerin bilişsel gelişim düzeyine uygun olmalı.
2. Kazandırılacak bilgi ve beceriler öncelik sırasına göre dizilmeli.

Leshner ve Scherer, (2018) yapmış olduğu çalışmada STEM eğitimlerinde hazırlanacak eğitsel robotik etkinliklerin üstün özelliklerini şöyle sıralamaktadır:

Kendini İfade Edebilir: Eğitsel robotlar öğrencilerin yeni fikirler

keşfetmelerine olanak sağlarken, bu fikirleri kendi kişisel yaratıcılarıyla ifade etmelerine yardımcı olur.

Esnek Kullanıma Uygundur: Robotlar, öğretim durumunun ve öğrencinin ihtiyaçlarına göre uyarlanabilir.

Bilişsel Gelişime Uyarlanabilir: Eğitim robotlarının kademeli zorluk düzeyleri mevcuttur. Robotlar yapılandırmacı eğitimi destekler ve öğrencilerin kendi düzeyine uygun problemler yaratarak kendi kendine öğrenme fırsatları yaratır.

Çok Yönlü Öğretim Yapabilir: Robotlar, kinestetik, görsel, mekânsal, işitsel ve dokunsal gibi çok sayıda öğretme stilini kullanabilirler.

Papert tarafından kurulmuş yapımcılığın yapıtaşlarına dayanan eğitsel robotlarla yapılan etkinliklerin teknoloji, öğrenci ve öğretmene sağladığı faydalar da aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 2- 1: Eğitsel Robotiğin Teknoloji, Öğrenci ve Öğretmene Sağladığı Faydalar (Dorouka, Papadakis ve Kalogiannakis, 2020)

Teknoloji	Zekâ	Eğitsel robotlar, eğitim faaliyetlerine etkili bir şekilde katılmak için zekaya sahip olabilirler.
	Etkileşim	Öğrenciler eğitsel robotlar sayesinde çoklu etkileşimler kurabilen aktif öğrenicidirler.
	Somutlaştırma	Eğitim robotları uzay ve zaman gibi soyut kavramları somutlaştırmaya yardımcı olurlar.
Öğrenci	Sorumluluk	Eğitim robotları, öğrencilerin öğrenme deneyiminin kalitesini ve derinliğini yükseltebilir, olumlu öğrenme tutumlarının ve ortamlarının oluşturulmasını teşvik edebilir, olumlu duygusal durumları ve sosyal ilişkileri geliştirebilir.
	Sürdürülebilir Öğrenme	Eğitsel robotlar, üst biliş, öğrenen öz-bilgisi gibi yaşam becerileri geliştirilerek uzun vadede öğrenmeyi artırabilir.
	Kişiselleştirme	Eğitimsel robotları, öğrenme ortamını öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre kişiselleştirebilir.
	Pedagoji	Öğrenme bilimi, etkili öğrenme senaryoları yaratmak için uygun şekilde tasarlanmış eğitim robotları ile birlikte kullanılabilen çok çeşitli yöntemleri destekler.
	Müfredat ve Değerlendirme	Eğitim robotları; iyi öğretim uygulamalarını destekleyerek geleneksel müfredat alanlarında öğretme, öğrenme ve değerlendirmeyi kolaylaştırabilir.

Öğretmen	Eşitlik	Eğitim robotları, yaş, cinsiyet, yetenek, ırk etnik köken, kültür, sosyal sınıf, yaşam tarzı, politik durumu ve öz nitelik ayrımı yapmaksızın eğitim verilmesine olanak sağlar.
	Pratiklik	Eğitsel robotlar hem resmi hem de gayri resmi öğrenim durumlarında eğitim organize etme ve bunları sunma konusunda pratiktir.

Tablo incelendiğinde robotik uygulamalarının teknolojiyle ilişkili ilkeleri robotların öğretimde odak noktası olmak yerine öğrenmeye yardımcı bir araç olduğu görülmektedir. İlkelerin öğrencilerle ilişkisi incelendiğinde ise robotik uygulamaların rolü öğrencilerle anlamlı etkileşimler yoluyla aktif öğrenmeyi teşvik etmek olduğu belirtilmiştir. Robotik etkinliklerinin öğretmene sağladığı katkı ise öğrenme ortamını kolaylaştırmaya yardımcı olmasıdır (Hasanah, 2020).

Tüm bunlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, robotik etkinliklerinin öğrenci öğretmen arasındaki iletişimin güçlenmesine ve farklı disiplinlerin bir arada öğretilmesine imkân sağladığı görülmüştür. Özellikle öğrencilerin eğitimsel robotlar aracılığıyla STEM becerilerini gerçek hayatla ilişkilendirme fırsatı bulmaları, öğrendikleri teorik bilgileri gerçekten kullanıp kullanamadıklarını test edebilmeleri robotiği STEM eğitimi için uygun kılmaktadır (Kallakurchi ve Banerji, 2019). Dolayısıyla STEM eğitimini daha aktif ve uygulanabilir hâle getirmek için, STEM eğitimine eğitsel robotların entegre edilmesinin; ilkokuldan üniversiteye kadar her seviyeden öğrencinin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik temellerini keşfetmelerine ve anlamalarına büyük katkı sağlayacağı kanısındayız.

2.3. FEN LABORATUVAR UYGULAMALARI

Çağımızda teknolojinin hızla gelişmesi; sorgulayan toplum oluşmasına, toplumların bilgi üretimine, bilimsel düşünce yapısına ve teknolojiyi kullanarak üretim yapmasına katkı sağlamıştır (Tomblin ve Mogul, 2020). Bilgi toplumu oluşmasında en önemli adım değişen ve gelişen dünyaya uyum sağlayabilecek nesiller yetiştirmektir (Lee, Liang, Wu, Chiou, Hsu, Wang ve Tsai, 2020). Bu da ancak öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmenin gerçekleştirildiği ortamların oluşturulması ile mümkündür (Hofstein, 2017). Bunun için ise en uygun ortam, öğrencilerin yaparak yaşayarak ve beyin, el ve görsel becerilerin birlikte gelişimini destekleyen en önemlisi de yasa ve deneyleri beraber öğrendikleri fen laboratuvarlarıdır (Antonio, 2018).

Fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımı en etkili öğretim yöntemidir. Öğrenciler laboratuvar çalışmaları sayesinde deney yaparak ve yaşayarak öğrenme şansı elde eder (Qing, Jing ve Yan, 2010). Önceki yıllarda bilimsel olguların doğruluklarını test etmek için kullanılan laboratuvarlar, son yıllarda araştırmaya dayalı öğrenme için kullanılmaktadır (Schmidt, Rosenberg ve Beymer, 2018). Laboratuvar çalışmaları sayesinde öğrenciler olay ve olgular arasında bağıntıları keşfederken diğer yandan gözlem yapmayı, fikir üretmeyi ve yorum yapmayı öğrenmektedir. Bu sayede akıl yürüten, bilimsel bakış açısına sahip ve eleştirel düşünebilen bireyler yetişmektedir (Srisawasdi, Pondee ve Bunterm, 2018).

Fen eğitiminde laboratuvar kullanımının önemi birçok çalışmada vurgulanmış ve verimli laboratuvar çalışmalarının öğrencinin akademik başarısını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Meyrick, 2011). Tüm bu laboratuvar sürecini başarılı bir şekilde devam ettirebilmek için öğretmenlere büyük görevler düştüğü yapılan çalışmalarda vurgulanmaktadır (Drage, 2012; Stein ve Lédeczi, 2019). Özellikle öğretmenlerin laboratuvar etkinliklerinin içeriğinin, amacının ve öneminin öğrencilere doğru şekilde aktarılması gerektiği belirtilmiştir (Surasmi, Suparto, Tresnaningsih, Sambada, Setyowati, Faqih ve Setiani, 2018). Öğretmenlerin bu etkinlikler esnasında öğrencilerde sürekli ilgi ve merak uyandırması, uygun laboratuvar koşulları hazırlaması, öğrencileri araştırmaya yöneltmesi ve sonuçlara öğrencilerin kendilerinin ulaşmalarına yardımcı olmasının bu amaca ulaşmada en önemli yapı taşları olduğu belirtilmektedir (Niazi, Asghar ve Ali, 2018).

PISA 2017 sonuçlarına göre ülkemiz fen bilimleri alanında 72 ülke arasından 50. sırada yer almış, önceki sonuçlara göre de sıralaması gerilemiştir. Yaşanan bu olumsuz duruma program eksikliği, çok sık müfredat değişmesi, öğretmen eğitimindeki aksaklıklar, okullardaki imkânların sınırlılığı, kalabalık sınıflar ve akademik öğretimdeki aksaklıklar gibi faktörlerin sebep olduğu söylenebilir (PISA testi: Türkiye 72 ülke içinde 50'nci sırada, 2017). Tüm bunlara ek olarak laboratuvar çalışmalarına yeterince önem vermeyip sınav sistemi nedeniyle öğrencilerin teste yönlendirilmesi de bu duruma sebep olan faktörlerdendir (Sarı, 2011). Eğitimciler bu durumu kısa vadede tersine çevirmek için klasik sınıfların yerine hem kazanımlara ilişkin teorik bilgilerin verildiği hem de uygulamalı eğitimin yapıldığı donanımlı sınıfların olması gerektiğini savunmaktadır (Bayraktar vd., 2006).

Laboratuvar çalışmaları yapılırken öğretmenlerin dikkat etmesi gereken noktalar aşağıda belirtilmiştir (Duban, Aydogdu, Yüksel, (2019).

- Deney öncesinde öğrencilerin yapılacak etkinlikler hakkında ön bilgiye sahip olması sağlanmalıdır.
- Kavram yanılgıları oluşmaması için çalışmalara temel bir kavram ve soru ile başlanmalıdır.
- Deney malzemeleri hakkında öğrencilere bilgiler verilmelidir.
- Öğrencilerin yorum yapması sağlanmalı, onlara açık uçlu sorular sorulmalıdır.
- Öğrencilerin grup çalışması yapması sağlanmalıdır.
- Tüm sonuçlar sınıfça / grupça paylaşılmalıdır.
- Her öğrencinin sürece dâhil olması sağlanmalı, mümkün olduğunca az yönlendirme yapılmalıdır.
- Araştırmacıya göre de en önemlisi okuduğunu çok iyi anlayan ve düşündüğünü doğru ifade edebilen erken yaş eğitimi çok önemlidir.

2.3.1. Fen Bilgisi Öğretiminde Laboratuvar Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar

Fen bilimleri öğretiminde laboratuvarlarda farklı yöntemler kullanılır. Bunlar:

- Doğrulama yaklaşımı,
- Tümevarım yaklaşımı,
- Bilişsel süreç becerileri yaklaşımı,
- Teknik beceriler yaklaşımı,
- Buluş yaklaşımıdır.

a) Doğrulama Yaklaşımı

Bu yaklaşım ilke, yasa ve hipotezlerin öğretmenler ya da öğrenciler tarafından laboratuvarda ispatlanması esasına dayanır (Malik, Aliah, Susanti, Ubaidillah ve Sururie, 2020).

Doğrulama yaklaşımda deney basamakları ve deney sonucunda elde edilecek sonuçlar önceden bilinmektedir. Dolayısıyla eğitmenin deneylerin doğru sonuç

vermesi için dikkatli olması gerekmektedir (Malik, Aliah, Susanti, Ubaidillah ve Sururie, 2020).

b) Tümevarım Yaklaşımı

Bulunan sonuçların sınıf ortamında tartışıldığı ve elde edilen sonuçlara yönelik bilgiler verilerek konunun öğrenilmesi tamamlandığı tümevarım yaklaşımında; öğrenciler bireysel olarak ilke, kavram ve bilimsel olguları kendi başlarına öğrenmeye çalışır. Deneyde kullanılan malzemelerin öğretmen tarafından hazırlandığı bu yaklaşımda deneyin yapılması, verilerin toplanması ve açıklanması öğrenciler tarafından yapılır (Uzezi ve Zainab, 2017).

c) Bilişsel Süreç Becerileri Yaklaşımı

Bu yaklaşım karşılaştırma, inceleme, analiz etme, tarif etmek, çıkarımda bulunma, gözden geçirme, verileri tasnif etme, kontrol etme ve deneyleri uygulama gibi bilişsel beceriler kazanmasının sağlanması amacıyla laboratuvar kullanılır (Hofstein, 2017).

d) Teknik Beceriler Yaklaşımı

Özel deney malzemelerinin ve deney mekanizmalarının öğrenilmesi ile ilgili teknik yatkınlığın ilerlemesine olarak sağlayan bu yaklaşım sayesinde öğrenciler fen bilimleri etkinliklerini gerçekleştirebilme becerileri kazanırlar. Öğrencilerin laboratuvara yeni gelen malzemelerin kullanımının kavratılmasında bu yaklaşım kullanılır (Raviv, Cohen ve Aflalo, 2019).

e) Buluş Yaklaşımı

Öğrencilerin bilimsel bir olguyu kendi programladıkları bir deney mekanizması sayesinde araştırdıkları bu yaklaşımda, ihtiyaç duyulan malzemelerin tamamı öğretmen tarafından verilir ve hatta bazı araç gereçleri öğrencilerin kendilerinin edinmesi istenir. Zihinsel becerileri yüksek olan üstün zekâlı özelliklere sahip olan öğrencilerin bulunduğu gruplara uygulanması daha doğru olan bu yaklaşımın, geleceğin problem çözücülerinin yetişmesini sağlanabilir (Hofstein, 2017).

2.4. FEN EĞİTİMİNDE MOTİVASYON

Kökeni Latincede "movere" kelimesinden gelen, İngilizce "motivation" kelimesinin değişmesiyle Türkçe'de motivasyon olarak kullanılan sözcük canlıyı harekete geçiren içsel enerji anlamına gelmektedir (Uğraş, 2018). Eğitimde kullanımı ise öğrencinin eğitim-öğretim sürecinde etkin rol almasını sağlayan ve çalışma verimliliğini destekleyecek süreç olarak kabul edilmektedir (Sarıer, 2016). Öğrenmenin de önemli bir belirleyici faktörü olan motivasyon, anlamlı ve kalıcı bir öğrenme için bireyde yüksek düzeyde bulunmalıdır (Chua ve Karpudewan, 2017). Yüksek motivasyon öğrenmeyi ve anlamayı hızlandırarak akademik başarıyı ve derse karşı tutumu artırırken, düşük motivasyon ise derse olan ilgi ve isteğin azalmasına, isteksizliğe ve başarısızlığa sebep olmaktadır (Wood, 2019). Motivasyon temelde iç ve dış kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Zavala ve Hand, 2019). Sevme, ilgi duyma ve yapmaktan hoşlanma gibi duygulara sahip bireylerde içsel motivasyon görülürken, yapılacak işin devamı için itici güç desteğine ihtiyaç duyan durumlar ise dışsal motivasyon olarak sınıflandırılabilir (Chua ve Karpudewan, 2017).

İçsel motivasyon , bireylerin dışarıdan bir etkiye gerek duymadan süreçten ilgi ve memnuniyet duymalarına olanak sağlayan kendiliğinden ortaya çıkan güç olarak tanımlanabilir (Wood, 2019). İçsel motivasyona sahip bireylerde sorumluluk alma, öğrenmeye hevesli olma ve gruba dâhil olma isteği herhangi bir itici güce gerek olmadan kendiliğinden gerçekleşmektedir (Abdioğlu ve Çevik, 2018). Tamamen gönüllülük esasına dayalı davranışların oluşmasından etkili olan içsel motivasyona bireyin başarılı olmak için çalışması, dil becerilerini geliştirmek için yurtdışına gitmek istemesi ve daha iyi resim yapmak için kursa gitmeye istekli olması gibi olaylar örnek verilebilir. Akademik başarının artışında dış motivasyona göre daha etkili olan içsel motivasyon dörde ayrılmaktadır (Akçay 2018; Karcı 2018).

1. Uğraştırıcı Motivasyon
2. Kontrollü Motivasyon
3. Merak Ve Yenilik Motivasyonu
4. Estetiksel Motivasyon



Şekil 2- 7: Motivasyon Etkenleri (Carson ve Chase, 2009).

Bazı durumlarda motivasyon çevresel uyarılara bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Wood, 2019). Örneğin motivasyon sınavlardan yüksek not alma, maddi ödüller veya kariyer sahibi olma gibi dış faktörler sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Dış kaynaklı motivasyon ödül ve ceza gibi bazı dış kaynaklı sonuçlardan kaçınma veya sahip olmak için davranışlar oluşturmaktır (Goto, Nakanishi ve Kano, 2018). Örneğin dışsal motivasyona sahip bir birey okulda yüksek notlar elde etmek için çok çalışırken, içsel motivasyona sahip birey ise ders içeriklerinden hoşlandığı için çalışabilir (Perkmen ve Cevik, 2010). Dışsal ve içsel motivasyonlar zaman içerisinde birbirine dönüşebilir. Birbirine dönüşebilen motivasyon öğrenmeyi desteklerken öğrenme amaçları ve ortamları, strateji, yöntem ve teknik gibi bazı faktörlerden etkilenmektedir. Jiang, Simpkins ve Eccles (2020) çalışmalarında motivasyonu etkileyen faktörlerin başında derse karşı tutumların, inançların, programın içeriğinin, sosyo-kültürel yapının ve ailenin geldiğini belirtmiştir. Öğrenme etkinliklerinin vazgeçilmez bir parçası olan motivasyon eksikliğinde öğretmen nitelikleri, okulun fiziki yapısı ve kaynakları maalesef eğitim öğretim faaliyetlerinin verimliliğini düşürmektedir (Goto, Nakanishi ve Kano, 2018). Bu sebeple planlanan eğitim-öğretim faaliyetleri kadar öneme sahip diğer bir faktörde öğrencilerin motivasyonlarıdır. Eğitim-öğretim ortamları planlanırken öğrencilerin motivasyonlarını artıracak önlemlerde alınmalıdır. Bu önlemlere de örnek olarak günlük hayatta var olan ceza ve ödül sistemleri kullanılabilir (Shanmugam ve Balakrishnan, 2019). Ayrıca sonuç odaklı değerlendirmeler yerine biçimlendirici değerlendirmenin öğrencinin öğrenme motivasyonunu artırarak fen başarısını artırıcı etkisinin olduğu düşünülmektedir (Goto, Nakanishi ve Kano, 2018).

Öğrencilerin öğrenme motivasyonlarının yükseltilmesi için aşağıdaki basamaklar uygulanmalıdır (Guido, 2018).

1. Öğrencinin eğitim-öğretim sürecini sahiplenmesine imkân verilmelidir.
2. Öğrencilerin seviyelerine uygun görevler verilmelidir.
3. Ödüllendirmeler aşama aşama yapılmalıdır.
4. Süreç öğretmenin kontrolünde gerçekleşmelidir.
5. Etkinlik iyi planlanmalı ve öğrencilerle paylaşılmalıdır.
6. Etkinlikler sonucunda ulaşılması gereken hedef açıkça ifade edilmelidir.
7. Öğrenci motivasyonunu düşürmeyecek aktivite ve davranışlar sergilenmelidir.
8. Fiziki çevre öğrenci motivasyonunu destekleyici olarak düzenlenmelidir.
9. Hedefler öğrenci seviyesine uygun olmalıdır.

Günlük yaşamın bir parçası olan fen bilimleri çocukların en çok merak ettikleri, araştırdıkları ve soru sordukları alanların başında gelmektedir (Chan ve Norlizah, 2017). Bu noktadan hareketle, öğrencilere fen alanını sevdirmek, bilimsel yöntemin temel ilkelerinin farkına varmalarını sağlamak, öğrenme merak ve zevkinin devamını gerçekleştirmek, kişilerde bulunması beklenen bilimsel süreç becerilerini kazandırmak ve ileride fenle ilgili uygun bir alanla kariyer yapmalarına imkân sağlamak hedeflenmelidir (Taşdemir, 2013; Yıldırım, 2020). Fen bilimleri dersinin hedefleri içerisinde bireylerin günlük yaşamında gerçekleşen olay ve olgular arkasındaki fen kavramlarını anlamaları, olayları birbirleri ile ilişkilendirmeleri ve yaşam boyunca bilimin doğasına uygun çıkarımlar yapması vardır (MEB, 2016). Bu hedeflere ulaşmak için fen eğitiminde bilişsel öğeler kadar duyuşsal öğelerde önemlidir (Shin vd., 2019). Fen eğitimi alanında yapılan çalışmalarda yapılan etkinliklerin, bireysel farklılıkların, bilişsel ve duyuşsal özelliklerin, kullanılan yöntem ve tekniklerin akademik başarı ile ilişkisi sıkça çalışan bir konudur (Yıldırım, 2020). Duyuşsal öğeler içerisinde de ön plana çıkan motivasyon fen bilimleri dersinde öğrencilerin öğrenmelerinde önemli bir rol oynamaktadır (Chan ve Norlizah, 2017; Bal-Taştan vd., 2018).

Motivasyon öğrenci başarısını artırmada kullanılabilecek en iyi araçlardandır (Zavala ve Hand, 2019; Arıkurt vd., 2015). Motivasyon öğrencilerin nasıl ve niçin öğrendiklerini etkilediği gibi, performanslarını da etkilemektedir (Yenice, Saydan ve Telli, 2012). Dolayısıyla öğrencilerin daha motive olmaları için etkinliklerin

planlanması, hazırlanması ve uygulanması zorunluluğu ortaya çıkacaktır (Sırakaya ve Sırakaya, 2018). Motivasyon bu faktörler dışında eğitimin yapıldığı ortamlar ve kullanılan yöntemler, teknikler, öz yetenek algısı, test kaygısı ve bireysel öğrenme amaçları gibi birçok faktörden etkilenen yapıdadır (Yılmaz ve Çavaş, 2014; Spector, Leard ve Stone, 2019).

Motivasyonun öğretimdeki etkisi incelendiğinde yurtiçi ve yurt dışında fene yönelik motivasyon ile fen başarısı arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Atay, 2014; Bryan, Glynn ve Kittleson, 2011; Cavaş, 2011; Demir, Öztürk ve Dökme, 2012; Nolen, 2003; Özkan, 2003; Sevinç, Özmen ve Yiğit, 2011; Singh, Granville ve Dika, 2002; Sungur ve Güngören, 2009; Şenler ve Sungur, 2009). Yapılan araştırmalar incelendiğinde farklı yaş grupları ve özelliklere sahip çalışma gruplarından elde edilen bulguların birbiri ile örtüşmediği görülmüştür.

2.4.1. STEM ve Motivasyon İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Alanyazında motivasyon ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak bu araştırma konusu doğrultusunda, bu çalışmalardan "STEM, Robotik, Robotik Destekli STEM," konularıyla ilgili olanlar (Mcwhorter, 2008; Ribeiro vd., 2008; Ludi, 2012; Rubio vd., 2013; Eguchi, 2013; Ruf vd., 2014; Kaloti-Hallak, Armoni ve Ben-Ari, 2015; Resinovic, 2015; Özdoğru, 2013; Koç Şenol ve Böyük, 2015; Kazez ve Genç, 2016; Zengin, 2016; Şişman, 2016; Küçük ve Şişman, 2017; Akıncı ve Tüzün, 2017; Dönmez, 2017; Taştan Akdağ ve Güneş, 2017; Özel, 2018; Akgül ve Yıldırım, 2018; Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bolatlı ve Koruyucu, 2018; Kırtay, 2019; Çam, 2019; Selçuk, 2019;) incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

Mcwhorter (2008), üniversite öğrencileri ile yaptığı doktora tez çalışmasında "Programlamaya Giriş" dersi kapsamında uyguladığı Lego Mindstorms robotik kodlama etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Yapılan nicel veri analizinde kontrol ve deney grubu öğrencilerinin motivasyonları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Buna neden olarak ise etkinlikler esnasında karşılaşılan teknik problemlerin, robot setlerinin sınırlılıklarının ve robot setlerinin fiyatından ötürü dışarıda bulunma durumlarından kaynaklandığı rapor etmiştir. Fakat yapılan öğrenci görüşmelerinde öğrencilerin süreçte eğlendiklerini belirttikleri görülmüştür. Son olarak Lego Mindstorms robot setlerinin üniversite seviyesinde uygun olmadığını ve daha küçük yaş gruplarında kullanılmasının uygun olduğu vurgusu yapılmıştır.

Ribeiro vd. (2008), çalışmalarında Lego Mindstorms robot setleri kullanarak ilköğretim seviyesindeki öğrenci grubuna 5 haftalık bir yaz programı tasarlamıştır. Çalışmada robotik etkinliklerinin öğrencilerin motivasyona, kritik düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca ders etkinliklerinde video ile kayıt yapılarak dersler gözlenmiştir. Çalışmada sonuç olarak ders dışı yapılan robotik etkinliklerinin motivasyon, kritik düşünme ve problem çözme becerilerine olumlu etkilediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca cinsiyetin etkisinin araştırıldığı çalışmada kız ve erkek öğrencilerin eşit puanlara sahip olduğu rapor edilmiştir. Bunlara ek olarak robotik etkinliklerinin disiplinlerarası etkisine vurgu yapılarak, öğrencilerin farklı disiplinleri birleştirerek bir bütün olarak kullanmalarında robotiğin etkili olduğu gözlenmiştir.

Ludi (2012), tarafından yapılan çalışmada ise robotiğin STEM faaliyetlerine katılımı destekleyen iyi bir motivasyon aracı olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca Robotik etkinliklerinin, öğretmenlerin STEM'e yönelik öğrenme ve öğretme konusundaki ilgilerini çeken etkili bir araç olarak kullanılabileceği göstermiştir. Son olarak robotik etkinliklerinin öğretmenlere tasarım, yapım ve programlama becerilerini geliştirmede yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Rubio vd. (2013), çalışmalarında Arduino robot setleri ile yapılan etkinlikler ile geleneksel yöntem ile yapılan etkinliklerin öğrencilerin tutumlarına, öğrenmelerine ve ders motivasyonlarına etkisini araştırmıştır. Çalışma sonrasında Arduino robot setleri ile çalışan öğrencilerin programlama seviyeleri diğer gruba göre daha fazla artmıştır. Ayrıca robotik etkinlikleri sayesinde deney grubundaki öğrencilerin tutumlarında ve motivasyonlarında pozitif artış görülmüştür.

Eguchi (2013), New Jersey de çoğunlukla yoksul nüfusun ikamet ettiği bir bölgedeki okulda yapmış olduğu çalışmasında disiplinlerarası çalışmalar kapsamında öğrencilere Lego Mindstorms ile yapılan robotik derslerinin öğrencilerin iş birliği becerilerinin ve iletişim becerilerinin ve motivasyonlarının arttığını keşfetmiştir.

Ruf vd. (2014), yaptıkları çalışmada blok temelli programlama ve kod temelli programlamanın 7. sınıf öğrencilerinin motivasyon ve öz düzenleme becerine etkisi araştırmıştır. Sonuç olarak Scratch yani blok temelli kodlama eğitimi alan sınıftaki motivasyon düzeyinin kod temelli eğitim alan sınıfa göre yüksek olduğu belirlenirken,

öz düzenleme becerilerinin ise öncekinin tam tersine kod temelli sınıfta yüksek , blok temelli sınıfta ise kısmen daha düşük olduğu saptanmıştır. Scratch uygulamalarının kodlamayı daha görsel hale getirerek eğlenceli hale getirmesin motivasyonda daha etkili olduğu vurgulanmış ve öz düzenleme becerilerin kod temelli eğitim alan sınıfta yüksek çıkmasını ise gerçek hayat ile bağlantısının olabileceğinin vurgusunu yapılmıştır.

Kaloti-Hallak, Armoni ve Ben-Ari (2015), yaptıkları çalışmada First Lego League turnuvalarına katılan 13-15 yaş grubu öğrencilerinin robotiğe ve STEM'e karşı tutum ve motivasyonlarındaki değişimi incelemiştir. Karma yöntemin kullanıldığı araştırmada çeşitli demografik özeliklerin de (yaş, cinsiyet vb.) motivasyon üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonrasında ise robotik faaliyetlerinin öğrenci motivasyonu üzerinde etkisi olmadığı grubun motivasyonunun ön test ve son testlerde yüksek çıktığı vurgulanmıştır. Ayrıca kızlardaki artışın erkeklerden daha fazla olduğunu saptamıştır.

Resinovic (2015), çalışmasında Nao insansı robot kullanarak programlama dili öğrenmenin hızlı ve kolay olabileceğini ortaya koymuştur. Küçük yaş grubu üzerine yaptığı çalışmada insanı robot kullanarak yaptığı öğretimin öğrencilerin motivasyonlarında ve işlem becerilerinde de pozitif etkiye sahip olduğunu keşfetmiştir.

Özdoğru (2013), 6.sınıfa giden 52 öğrenci ile yapmış olduğu çalışmasında Lego Mindstorms setleri ile yapılan etkinliklerin öğrencilerin zihinsel süreç yatkınlıkları, akademik başarıları, fen bilimleri ve teknolojiye yönelik tutumları üzerinde olumlu etkisi olduğunu ortaya çıkmıştır. Ayrıca yapılan eğitimin öğrencilerin derse olan motivasyonlarını önemli bir şekilde artırdığı saptanmıştır.

Koç Şenol ve Böyük (2015), çalışmasında robotik destekli fen laboratuvar uygulamalarının 7. sınıfta okuyan öğrencilerin bilimsel süreç yatkınlıklarına ve Fen Bilimleri dersine yönelik motivasyonlarına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, robotik destekli etkinliklerin uygulandığı deney grubunun bilimsel süreç eğilimleri ile fene yönelik motivasyonları kontrol grubuna göre daha çok artmıştır.

Kazez ve Genç (2016), eğitimde lego ve robotik kullanımını araştırarak doküman analizi çalışmasını gerçekleştirmiştir. 45 adet yüksek lisans ve doktora tezini

incelenmiş ve sonuç olarak lego ve robotik kullanımının öğrencilere motivasyon ve güven aşıladığı, kız öğrencilerde matematik ve fen bilimlerine karşı olan endişeyi yok ettiği ve toplumsal cinsiyet kalıplarını yok etmede pozitif çıktılar sağladığı sonuçlarına ulaşmıştır.

Zengin (2016), yüksek lisans tez çalışmasında ilkokuldan liseye kadar farklı yaş seviyelerine sahip öğrencilerle yapmış olduğu çalışmada, disiplinlerarası eğitimde robotik etkinlikleri yaparak öğrencilerin görüşlerini incelemiştir. Sonuç olarak öğrenciler robotik etkinliklerinin disiplinlerarası etkinliklerde kullanımının uygun olacağını belirterek, robotik etkinliklerinin kapsamının genişletilerek diğer derslere de entegre edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca yapılan etkinliklerin öğrencilerim ilgilerinin artışına sebep olduğunu, verimli ders işlediklerini, derse yönelik motivasyonlarının arttığını belirtilmiştir.

Şişman (2016), Scratch ile yapılan kodlama eğitiminin Arduino ile somutlaştırılmasının öğrenciler üzerine etkisini incelemiştir. Bir devlet okulunda 6. sınıfta okuyan 53 öğrenci ile yapılan çalışma sonuçlarına göre, Scratch ve Arduino'nun, yapılan derse eğlence kattığı, öğrencilerin kendisini geliştirmesine imkân sağladığı, derse karşı motivasyonlarının artışına sebep olduğu belirtilmiştir.

Küçük ve Şişman (2017), ilkokul öğrencileriyle gerçekleştirdikleri durum çalışmasında yarı yapılandırılmış görüşme formu sayesinde öğrencilerden veri toplamıştır. Yapılan görüşmeler sonucunda sonuca odaklanma çabası, robotların mekanik etkileri, süreci tetikleyen pekiştireç kullanmanın motivasyon üzerinde olumlu etkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca yapılan robotik etkinliklerinin öğrenci seviyesine uygun düzeyde olması gerektiğinin önemini vurgulamışlardır. Sonuç olarak, robotik etkinliklerinin eğlenceli, verimli, motivasyon ve dikkat arttırıcı özelliklerinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Akıncı ve Tüzün (2017), programlama eğitiminde robot kullanımını öğrenci görüşleri açısından değerlendirmiştir. Bir dönem boyunca 35 öğrenci ile robot tasarımı ve kodlanması üzerine yapılan etkinlikler sonucunda öğrencilerden yansıma raporları hazırlamaları istenmiştir. Sonuç olarak yansıma raporlar incelendiğinde, öğrenciler olumlu geribildirimde bulunmuş, robot etkinliklerini beğendiklerini ifade etmiş, etkinlikler sayesinde motivasyonlarının yüksek olduğunu bildirmiştir ve küçük

aksaklıklar olmasına rağmen revize edildiğinde robot kullanımına devam edilmesine devam etmek istediklerini belirtmiştir.

Dönmez, (2017) robotik turnuvasına katılmış toplam 15 öğrenci ve 3 takım koçu ile gerçekleştirdiği çalışmasında, katılımcıların turnuva süreci, robot tasarımı, programlama ve işbirliği hakkındaki görüşlerini belirlemeyi hedeflemiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerde robot kitlerinin eğlenceli ve fonksiyonel olduğu, öğrencilerin ilgisi çektiği, motivasyonlarını arttırdığı, araştırmaya ve bilimsel çalışmalara karşı ilgilerini arttırdığı rapor edilmiştir.

Taştan Akdağ ve Güneş (2017), lisede eğitim göre 30 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmalarında enerji ünitesi çerçevesinde yapılan STEM uygulamaları ile ilgili öğretmen ve öğrenci değerlendirmeleri amaçlanmıştır. Sonuçta STEM uygulamaların öğrencilerin öğrenmelerine ve ders motivasyonlarına katkı sağladığı saptanmıştır. Süreçte öğrencilerin bilgilerini daha aktif olarak kullanma fırsatı buldukları tespit edilmiştir.

Akgül ve Yıldırım (2018), çalışmalarında STEM SOS modelinin öğrencilerin farklı değişkenler üzerine etkilerinin neler olduğu araştırmıştır. 10. sınıfta öğrenim görmekte olan 21 lise öğrencisi ile yapılan İçerik analizi sonucunda, öğrencilerin STEM SOS modeline uygun olarak hazırlanan projeleri faydalı bulduğu, bu projelerin birçok faydasının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin hazırladıkları projeleri sunmaları sırasında ise heyecanlandıkları, mutlu oldukları ve onu duydukları gibi birçok özelliğinde kazanılmasına katkı sağladığı görülmektedir.

Bakırcı ve Kutlu (2018), Fen Bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerini belirlediği çalışmada veriler yarı yapılandırılmış görüşme formuyla toplanmıştır. Sonuç olarak öğretmenler FeTeMM yaklaşımının, öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını ve ilgilerini artıracağını, çok yönlü düşünmelerini sağlayacağını, laboratuvar kullanımını artıracağını ve karar verme becerilerini geliştireceğini dile getirmişlerdir.

Bolatlı ve Koruyucu (2018), çalışmalarında Web 2.0 araçları ile desteklenmiş FeTeMM etkinliklerinin geliştirilmesi ve öğrencilerin işbirlikçi öğrenme yöntemiyle dersin işlenmesine yönelik görüşlerinin incelenmesi amaçlamıştır. 7.Sınıfa devam eden 6 kız ve 6 erkek ortaokul öğrencisinden oluşan çalışmada sonuç olarak

öğrencilerin geliştirilen öğretim ortamında Web 2.0 araç kullanırken ve grup çalışması yaparken eğlendikleri belirtilmiştir. Ayrıca animasyon yaparken grup çalışmasının faydalı olduğunu rapor edilmiştir. Son olarak Web 2.0 araç kullanımı öğrencilerin derse olan dikkatlerini ve isteklerini arttırdığı görülmüştür.

Özel (2018), yüksek lisans tez çalışmasında bir devlet okulunda 8. sınıfta okuyan 48 öğrenciye "Işık ve Ses", "Yaşamımızdaki Elektrik" ve "Deprem ve Hava Olayları" konularına ilişkin robotik etkinlikleri hazırlayıp uygulamıştır. 8 hafta süren etkinlikler sonrasında öğrencilerin akademik başarılarını, STEM'e yönelik tutumlarını ve teknolojiye yönelik tutumlarını belirleyen Özel (2018), her hafta uyguladığı öğrenci günlükleriyle de öğrenci görüşlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmıştır. Sonuç olarak robotik etkinlikleri sayesinde öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı ilgilerinin ve motivasyonlarının artığını, yaratıcılık ve eleştirel düşünme gibi özelliklerinin pozitif yönde geliştiğini rapor etmiştir.

Kırtay (2019), yapmış olduğu "Eğitiminde Robotik Uygulamaların Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri ve Fen Eğitimine Yönelik Motivasyonuna Etkisi" adlı çalışmasında robotik uygulamaların 7.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve fen eğitimine yönelik motivasyona etkisi araştırmıştır. 10 hafta süren robotik etkinlikleri sonrasında deney ve kontrol grupları arasında bilimsel süreç becerileri açısından deney grubunu lehine anlamlı fark ortaya çıkmış fakat fene yönelik motivasyon açısından gruplarda benzer puanlar elde bulmuştur.

Çam (2019), yapmış olduğu doktora tez çalışmasında Mindstorms ve Robotc programla diliyle hazırlamış olduğu etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerisi, akademik başarı ve motivasyona etkisini araştırmıştır. Ayrıca öğrencilerin görüşme formu ve öğrenci günlükleri vasıtasıyla görüşleri alınmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu BÖTE bölümünde 2016-2017 eğitim öğretim yılı Güz yarıyılı Programlama Dilleri I dersini alan 50 üniversite öğrencisi oluşturmuştur. Araştırma sonucunda, problem çözme becerileri düzeylerinde, akademik başarı düzeylerinde ve motivasyon düzeylerine deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmeler sonrasında robotik etkinliklerinin eğlenceli ve zevkli ve ilgi çekici olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan öğrenci görüşmeleri sayesinde programlama bilgisi olmayan öğrencilerin ön yargılarının yıkılması sağlanmış ve başarısız olma korkuları kırılmıştır.

Selçuk (2019), doktora tez çalışmasında eğitsel robotik uygulamalarının öğrencilerin ders motivasyonlarını, robotik tutumlarını ve başarılarını araştırmıştır. Ayrıca yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğretmen günlük kayıtları sayesinde görüşler alınmıştır. Karma yöntemlerden iç içe desenin kullanıldığı çalışmanın araştırma grubunu Tuzla'da bulunan bir devlet okulunda 6. sınıfta öğrenim gören 112 öğrenci oluşturmuştur. 8 hafta süresince boyunca Arduino eğitim seti ile blok tabanlı Mblock programı kullanılarak robotik etkinlikleri yapılmıştır. Uygulama sonucunda robotik etkinliklerinin derse yönelik motivasyon düzeyinin artışında anlamlı bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca cinsiyetin motivasyon, robotik tutum ve başarı üzerinde bir etkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

2.5. FEN EĞİTİMİNDE TUTUM

Latince kökenli olan tutum, bireyin durumlar karşısında sergilediği ön tepkiler bütününe denir (Tavşancıl, 2014). Başka bir deyişle bireylerin çevresinde bulunan canlı veya cansız nesnelere karşı takındığı olumlu ya da olumsuz davranışlar bütünü de denilmektedir (Sarı, Alıcı ve Şen, 2018). Bir disiplinde başarıyı etkileyen temel faktörlerden birisi de bireyin o disipline karşı göstermiş olduğu tutumdur. Tutum her ne kadar gözlemlenemeyen ögelerden oluşmuş olsa da, bireyin sergilemiş olduğu hal ve hareketlerden veya davranışlarından tutumları hakkında tahminler yapılabilir (Sarı, Alıcı ve Şen, 2018). Han (2017)'a göre tutumun özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Tutumlar sonradan kazanılır.
- Tutumlar zaman içerisinde değişebilir.
- Tutumlar birey ve çevre ilişkinin şekillenmesinde görev alır.
- Tutumlar nesnelerin birbirleri ile karşılaştırılması sonucu oluşabilir.
- Toplumlarında kendine özel tutumları vardır.
- Davranışların olumlu veya olumsuz olması tutumlara bağlıdır.
- Tutumlar tepkilere neden olur.

Bireylerin derslerdeki başarısında etkili bir unsur olan tutumun doğru olarak ölçülmesi önemlidir. Çünkü derslere karşı pozitif tutum geliştiren öğrencilerde motivasyon artışı ve beceri gelişimi gerçekleşmektedir (Adıgüzel, 2014). Aksine tutumların göz ardı edildiği eğitim ortamlarında yapılan eğitim-öğretim faaliyetlerinde istenilen amaca uygunluk görülmemektedir. Bu sebeple eğitim-öğretim faaliyetleri

planlanırken hedeflenen başarıya ulaşmak öğrenci tutumlarının bilinmesi ile sağlanır (Ball, Huang, Cotten ve Rikard, 2017).

Öğrenciler bazen becerilerinin olmadığını, bazen de dersin sıkıcı, zor ve karmaşık olduğunu düşündüklerinden fen dersine karşı olumsuz tutum geliştirmektedirler (Beier vd., 2019). Oysa istenilen durum bireylerin fen dersine karşı olumlu tutum ve davranış geliştirmeleridir. Oluşturulan pozitif tutum ve davranışta beraberinde başarı artışını getirecektir. Tutumların temelinde iki temel faktör bulunmaktadır.

1. Uzun süreli olma
2. Duyuşsal, davranışsal ve bilişsel içeriğe sahip olma

Bireylerin takındıkları tutumlar sadece davranış oluşmasına sebep olmaz, aynı zamanda çevresinin de etkilenmesini sağlar. Aynı zamanda çevre de bireyin tutumunu etkileyen faktörler arasındadır (Sosyal Psikoloji, 2016). Bireylerin davranışları, derse katılım performansları, sahip oldukları tutum ile ilişkilidir. Dolayısıyla fen bilimlerine karşı tutumlarının bilinmesi fen dersi başarılarını etkileyecektir (Han, 2017). Bu sebeple fen bilimlerine yönelik tutumların incelenmesi gerekmektedir (Yıldırım, 2016).

Alanyazında pek çok çalışmada rastladığımız popüler bir kavram olan "fene karşı tutum" bilime, fen dersine veya bilimsel bir ürüne karşı hissedilen inanç ve değerler bütünü olarak tanımlanabilir (Toma ve Greca, 2018; Finnerty, 2013). Ayrıca tutum bireylerin duygularını bilgi ve inançları çerçevesinde ifade etmesi olarak tanımlamak mümkündür (Vennix vd. 2018; Jaworsky, 2013).

Yapılan çalışmalarda günlük yaşamla ilişkisi diğer disiplinlere göre çok olan fen bilimleri öğrencilerin en çok zorlandıkları, başarısız oldukları ve olumsuz tutum sergiledikleri derslerden biri olarak belirtilmiştir (Korkmaz, 2012; Vennix, Den Brok ve Taconis, 2018). Oysa her derste olduğu gibi ilgili fen bilimleri dersine karşı olumlu tutumlar oluşturulmasını sağlamak dersin amaçlarından biridir (Schmidt ve Kelter, 2017). Fen bilimleri dersine karşı olumsuz tutuma sahip öğrenciler zaman içerisinde öğrenme ortamlarında başka sorunlara yol açacağından tutumu olumluya çevirmek için farklı yöntemler ve teknikler üzerine çalışmak önem arz etmektedir (Korkmaz, 2012; Lin ve Schuun, 2016). Literatürde bireylerin fene yönelik tutumlarının ilkokul

ve ortaokulda geliştiği belirtilmiştir (Yalçın, 2010; Toma ve Greca, 2018). Dolayısıyla erken yaşlardan itibaren öğrencilerde fen bilimlerine yönelik tutum geliştirmenin önemli olduğu sonucu çıkmaktadır (Aydın, Saka ve Guzey, 2017; Schmidt ve Kelter, 2017).

Tutum tanımı ile STEM'e yönelik tutum arasında ilişkiye bakıldığında ise bireyde STEM disiplinlerine yönelik ortaya çıkması beklenen davranışlarına STEM'e yönelik tutum denir (Yıldırım, 2016). STEM'e yönelik tutum oluşturmada en temel öğelerden biri STEM'e yönelik bilgi ve becerilerin artırılmasıdır (Thomassian, 2012). Bu becerilerin artması öğrencilerin kariyer seçimlerinde STEM meslek gruplarını tercih etmeleri ülkelerin kalkınması ve gelişmesine katkı sağlayacaktır (Alıcı, 2018).

2.5.1. STEM ve Tutum İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Alanyazında tutum ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak bu araştırma konusu doğrultusunda, "STEM, Robotik, Robotik Destekli STEM," konularıyla ilgili olanlar (Beisser, 2005; Çavaş ve Huyugüzel Çavaş, 2005; Klein, 2009; Scaradozzi, Sorbi vd., 2014; Okkesim, 2014; Kim vd., 2015; Karim ve Mondada, 2015; Kuş, 2016; Çankaya, Durak ve Yünkül, 2017; Aydın, 2019) incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

Beisser (2005), 1. ve 5. sınıf seviyelerinde bulunan 99 öğrenci ile yapmış olduğu çalışmada kızların ve erkeklerin bilgisayar programlamaya karşı tutumları araştırılmıştır. Sonuç olarak kız öğrencilerin teknolojiyi etkin bir şekilde kullanamadıkları belirtilmiştir. Fakat dijital eğitim materyalleri ile zenginleştirilmiş okullarda öğrenim gören kız öğrencilerin teknoloji kullanımında artış saptanmıştır.

Klein (2009), yarı deneysel olarak yürüttüğü çalışmasında robotik eğitiminin ortaokul 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik etkisini araştırmıştır. Yapılan etkinlikler sonucunda nicel verilerin analizinde robotik etkinliklerinin öğrencilerim tutumlarında anlamlı bir fark oluşturmadığını saptamıştır. Fakat yaptığı gözlemler ve öğretmen görüşmeleri sonucunda robotik etkinliklerinin tutumu pozitif katkısı olduğunu vurgulamıştır. Özellikle derse olan ilginin çekilmesi ve sınıf içerisinde oluşabilecek disiplin problemlerinin en aza inmesinde robotik etkinliklerin başarılı olduğunu vurgulamıştır.

Scaradozzi, Sorbi vd. (2014), robotik etkinliklerinin anaokullarında yenilikçi

bir yaklaşım olarak uygulanmasını araştırmıştır. Sonuç olarak robotik etkinliklerin öğrencilerin iş birliği ve takım çalışması becerilerinin, teknolojiye, robot bilimine ve fen bilimlerine olan tutumlarını geliştirmiştir. Ayrıca robotlarla yapılan eğitimin anaokulu öğrencilerinin dil ve zihinsel gelişimlerine büyük katkılar sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Kim vd. (2015), üniversitede okuyan 16 öğretmen adayı ile yapmış olduğu çalışmada robotik etkinlikleri sayesinde öğretmen adaylarının STEM eğitimine olan bakış açılarında iyi anlamda değişme olduğunu belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM'e olan inançları ve tutumlarının arttığı vurgulanmıştır.

Karim ve Mondada (2015), çalışmalarında STEM eğitiminde robot kullanımının öğrencilerin, motivasyon, tutum, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisini araştırmıştır. Bu kapsamda dersliklerin STEM eğitimine uygun hale getirilmesini teşvik edecek çözümler üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak robotik eğitimi ile yapılan matematik ve fizik derslerinde öğrencilerin derslere karşı olumlu tutum kazanmasını, problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirici role sahip olduğu vurgusu yapılmıştır.

Çavaş ve Huyugüzel Çavaş (2005), 5. ve 6. sınıfa giden 17 öğrenciden oluşan grupla yapmış olduğu çalışmalarda robotik etkinlikleri sayesinde öğrenmenin yaparak, yaşayarak ve eğlenceli bir şekilde gerçekleştiğinde veriminin arttığı, bilgisayar sayesinde robot programlama becerilerinin ilköğretim seviyesinde geliştirilmesinde görsel ve somutlaştırma materyallerinin verimli olduğu belirtmiştir. Ayrıca kulüp çalışmalarının öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojisine yönelik bilgi, beceri ve tutumlarını geliştirdiği keşfetmiştir.

Okkesim (2014), 8. sınıf öğrencileriyle yapmış olduğu çalışmasında maddenin halleri ve ısı ünitesi kapsamında planladığı robotik etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve fen bilimlerine yönelik tutumlarına etkisini araştırmıştır. Yedi haftalık eğitim sonrasında bilimsel süreç becerileri ve fene yönelik tutumda robotik destekli deneylerin yapıldığı deney grubu lehine bir artış gerçekleşmiştir.

Kuş (2016), yüksek lisans tez çalışmasında "Kuvvet ve Hareket" ünitesi kapsamında hazırladığı lego robotik etkinliklerinin devlet okulunda okuyan 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, fen bilimlerine yönelik tutumlarına ve

motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Toplamda 5 hafta süren etkinliklerin sonucunda lego robotik etkinlikleri yapan deney grubu lehine akademik başarıda, tutum ve motivasyonda artış gözlenmiştir.

Çankaya, Durak ve Yünkül (2017), çalışmalarında robotlarla programlama etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıları ve görüşlerine etkisini araştırmıştır. Nitel ve nicel verilerin toplanmasına imkân sağlayan karma yöntemin kullanıldığı çalışmada ortaokul öğrenci ile çalışılmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin akademik başarı testi puanlarına göre yapılan robot programlama etkinliklerin başarıya etkinin olduğu bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen nitel veriler neticesinde öğrencilerin genel olarak olumlu tutuma sahip oldukları belirtilmiştir.

Aydın (2019), yüksek lisans tez çalışmasında STEM temelli robotik etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimlerine karşı tutumlarında, problem çözme, zihinsel risk alma, duygu, düşünce ve davranışlarına etkisini araştırmıştır. 2017-2018 eğitim- öğretim yılında 44 ortaokul öğrencisinin katılımı ile yapılan çalışmada öğrencilere 14 hafta boyunca etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin görüşlerinin belirlenmesi için yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Sonuç olarak STEM temelli robotik etkinliklerinin öğrencilerin fene karşı tutumlarına, problem çözme ve risk alma becerine olumlu katkılar sağladığı tespit edilmiştir.

BÖLÜM III: YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması, araştırmanın uygulanması ve verilerin analizi başlıklarına yer verilmiştir.

3.1. ARAŞTIRMA MODELİ

İlköğretim 7. sınıf seviyesinde klasik fen laboratuvarı malzemeleri ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleri ile yapılan deney etkinliklerinin öğrencilerin; STEM'e yönelik tutumlarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve akademik başarılarına etkisinin araştırıldığı çalışmada karma yöntem araştırmalarından sıralı açıklayıcı desen kullanılmıştır. Bir bağımsız değişkeni sorgularken tek bir yöntem yerine birbirini tamamlayan iki daha fazla yöntemin birlikte kullanılmasına imkân sağlayan karma yöntem bir araştırmanın güçlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Büyüköztürk vd., 2017; Denzin, 2017). Ayrıca karma yöntem, nicel ve nitel verilerin birlikte toplanıp değerlendirilmesi ve çıkan bulguların bir bütün olarak yorumlanmasına imkân sağlar (Creswell ve Plano Clark, 2017).

Karma yöntem araştırmalarının tercih edilme sebebi olarak hem davranışları, duyguları ve düşünceleri kaydetmeyi hem de kelimeleri ve sayıları kullanarak elde edilen verileri birleştirip tek bir çatı altında toplamayı sağlamasıdır. Bu yöntem sayesinde tek başına nitel veya nicel verilerle cevaplanmayacak olan soruların çözümünü bulmak kolaylaşmıştır (Creswell ve Plano Clark, 2017).

Çalışmalarda kullanılacak karma yöntem desenlerine karar vermek için dört temel ölçüt belirlenmiştir (Creswell ve Plano Clark, 2017).

1. Nitel ve nicel veriler arasındaki etkileşim seviyesinin belirlenmesi
2. Toplanacak verilerde nitel ve nicel önceliğinin saptanması
3. Nitel ve nicel verilerin uygulama önceliğinin / zamanlarının belirlenmesi
4. Nitel ve nicel verilerin hangi aşamada harmanlanacağının belirlenmesi

Yukarıda verilen temel ölçütler dikkate alındığında bu araştırmada; nitel ve nicel arasında etkileşim seviyesi "bağımsız" olarak belirlenmiş, aşamaların önceliğinde "nicel" tercih edilmiş, verilerin zamanlaması "sıralı" kararlaştırılmış ve veriler "yorumlama" ve "tartışma" esnasında birleştirilmiştir. Tüm bu aşamalar göz

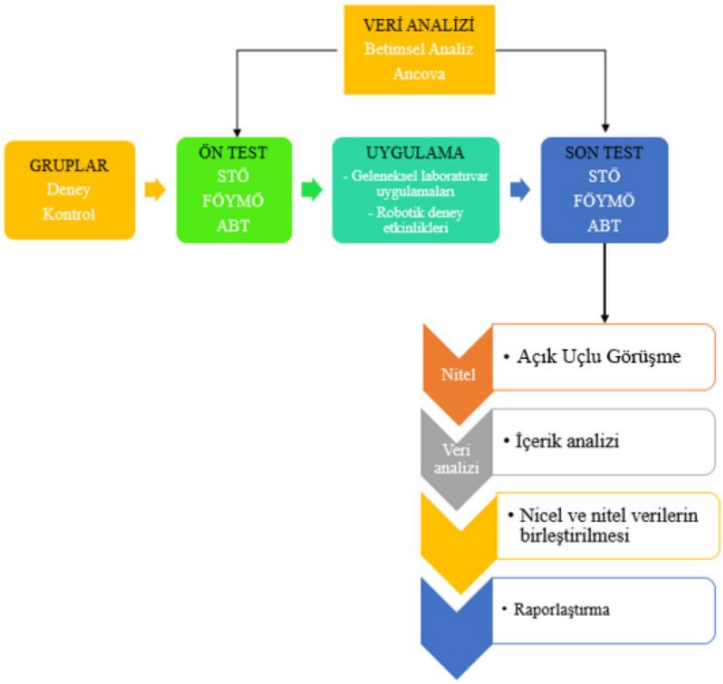
önüne alındığında araştırma karma yöntemin "sıralı açıklayıcı" desenin kullanılmasına karar verilmiştir. Sıralı açıklayıcı desende, araştırmacının ihtiyacı doğrultusunda önce nicel veriler, daha sonra nitel veri toplanır veya tam tersi de olabilmektedir. Verilerin birleştirilmesi genelde sonuç ve tartışma bölümünde gerçekleşir. Bu tasarım geniş çaplı bakış açısına imkân sağlaması, araştırmaya katılanları desteklemesi ve mevcut durumu daha iyi anlamayı sağlaması bakımından tercih edilmektedir (Baki ve Gökçek, 2012).

Şekil 3-1' incelendiğinde sıralı açıklayıcı desende araştırmacı, nicel bir çalışma sonrasında durum çalışması gibi nitel bir süreci araştırmaya dâhil edebilir (Creswell ve Plano Clark, 2017).



Şekil 3- 1: Sıralı Açıklayıcı Desen (Creswell ve Plano Clark, 2017)

Şekil 3-2'de görüldüğü üzere nicel veriler için ön test son test uygulamaları yapılmış, nitel veriler için uygulama sonrasında öğrencilerle görüşme yapılmıştır. Elde edilen tüm veriler analiz edildikten sonra birlikte yorumlanarak raporlaştırılmıştır.



Şekil 3- 2: Araştırma Yöntemi

Çalışmada nicel verilerinin tasarımında ön test - son test gruplu yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Tablo 3-1'de görüldüğü gibi okuldaki 7. sınıf öğrencilerinin bulunduğu 96 kişiden oluşan dört sınıftan ikisinde klasik fen laboratuvarı malzemeleri destekli STEM fen deneyleri yapılırken diğer iki sınıfta ise teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle STEM fen deney etkinlikleri yapılmıştır. Her iki gruba uygulama öncesinde STEM Tutum Ölçeği (STÖ), Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği (FÖYMÖ) ve Akademik Başarı Testi (ABT) uygulanmış 9 haftalık uygulama sonrasında ise aynı testler yeniden uygulanmıştır. Daha sonra gruplar yer değiştirmiş ve 3 hafta sonrasında ise Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi (LEDA) uygulanmış ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Tablo 3- 1: Araştırma Deseni

Grup	Öğretim Uygulaması	Ön test	Son test
Kontrol Grubu	Klasik Laboratuvar Destekli Fen Öğretimi	STÖ, FÖYMÖ, ABT	STÖ, FÖYMÖ, ABT, LEDA, YYGF
Deney Grubu	Robotik Laboratuvarı Destekli Fen Öğretimi		

STÖ: STEM Tutum Ölçeği, FÖYMÖ: Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği, ABT: Akademik Başarı Testi, LEDA: Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi, YYGF: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Ön test - son test deneysel desene göre oluşturulan çalışmanın bağımlı değişkenlerini STEM'e yönelik tutum, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve akademik başarı puanı oluştururken bağımsız değişkenlerini ise klasik fen laboratuvarı malzemeleri ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleri oluşturmaktadır.

Durum çalışması yapılan araştırmanın nitel kısmında robotik destekli deney etkinliklerine yönelik öğrencilerin duygu ve düşünceleri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Araştırmanın nitel verilerini yarı yapılandırılmış görüşmeler sırasında toplanan veriler oluşturmaktadır.

3.2. ÇALIŞMA GRUBU

Çalışmada nicel ve nitel verilerin toplandığı kontrol ve deney grubu adında iki çalışma grubu vardır. Bu gruplar seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerimden amaçsal örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Araştırmacı çalışma yapacağı okulu

seçerken ulaşımın kolay olması, okul idaresinin ve ders öğretmenlerinin çalışmaya ve katkı sunmaya gönüllü olması gibi noktaları göz önünde bulundurmuştur.

Bu doğrultuda araştırmanın çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim-öğretim yılının 1. döneminde İstanbul ili, Başakşehir ilçesinde özel bir okulda öğrenim görmekte olan 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Uygulama süreci bizzat araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Araştırmacı, aynı okulda iki yıldır fen bilgisi öğretmeni olarak görev yapmakta olup aynı zamanda çeşitli maker kulüplerinde robotik ve kodlama dersi vermektedir. Bunlara ilaveten araştırmacı her yıl robotik kulübünde çalıştırdığı öğrencilerle çeşitli robotik yarışmalarına katılmış ulusal ve uluslararası başarılar elde etmiştir.

Araştırmada toplam 96 öğrenci ile çalışılmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin hepsi 2003 doğumludur. Çalışmaya katılan öğrencilerin gruplandırılmış cinsiyet dağılımı Tablo 3-2'de verilmiştir.

Tablo 3- 2: Kontrol ve Deney Gruplarının Cinsiyete Göre Dağılımı

Cinsiyet	Kontrol Grubu	Deney Grubu	Toplam
Kız	23	26	49
Erkek	25	22	47
Toplam	48	48	96

Araştırmanın nitel verilerinin toplanması için seçilen öğrenciler bütün öğrenciler içerisinden tabakalı örneklemesi dikkate alınarak seçilmiştir. Bu yöntemin seçilmesinde amaç farklı grupların ortak görüşlerini ortaya çıkarmaktır (Büyüköztürk vd., 2017). Nitel veriler için seçilen öğrenciler belirlenirken başarı testi puanları baz alınmış ve her gruptan düşük, orta ve yüksek puana sahip öğrenciler seçilmiştir. Toplamda 16 öğrencinin yarı yapılandırılmış görüşmeler sayesinde görüşleri alınmıştır.

3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırma verileri; STEM Tutum Ölçeği, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği, Akademik Başarı Testi, Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu kullanılarak toplanmıştır.

3.3.1. STEM Tutum Ölçeği (STÖ)

Araştırmada kullanılan STEM Tutum Ölçeği'nin orijinali Friday Institute (2012) tarafından 4.-5. sınıflar için hazırlanmıştır. 5'li likert tipinde hazırlanmış orijinal anket matematik-fen-mühendislik, teknoloji, 21. yüzyıl becerileri, Meslek seçimi ve demografik bilgilerin toplandığı beş bölümden oluşmaktadır. Bu araştırmada ilk iki bölüm kullanılmıştır.

Orijinal dili İngilizce olan ölçeğin Türkçe uyarlama çalışması Özcan ve Koca (2018) tarafından yapılmıştır. Ölçeğin Türkçe'ye uyarlama çalışmasında Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde yer alan 3 büyükşehrin merkez ilçesine bağlı ortaokulların 6, 7 ve 8. sınıflarında öğrenim görmekte olan öğrencilerden (n=1323) oluşan örneklem seçilmiş ve ölçeğin güvenirliği, ölçeğin tamamı ve faktörleri için iç tutarlılık katsayısı ile kontrol edilmiştir. Elde edilen Cronbach Alpha katsayısı ölçeğin tamamı için 0.91; matematik faktörü için 0.86; fen faktörü için 0.87; mühendislik ve teknoloji faktörü için 0.86; 21. yüzyıl becerileri faktörü için 0.88 olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca ölçek çalışma grubu içerisinde olmayan ve 48 kişiden oluşan 7. sınıf öğrencilerine uygulanmış ve Cronbach Alpha güvenirlik katsayıları sırasıyla; Matematik için 0.87; Fen için 0.91, Mühendislik için 0.83 ve teknoloji için 0.89 belirlenmiştir (Tablo 3-3).

Tablo 3- 3: STEM Tutum Ölçeği Alt Boyutlarının Güvenilirlik Değerleri

Test alt boyutu	Güvenirlik değerleri
Matematik	0.87
Fen	0.91
Mühendislik-teknoloji	0.83
21. yüzyıl becerileri	0.89
Testin tümü	0.88

Ölçek matematik, fen, mühendislik-teknoloji ve 21.yüzyıl becerileri olmak üzere dört bölümden ve 37 maddeden oluşan ölçekte her maddeye verilen cevap "Kesinlikle katılmıyorum", "Katılmıyorum", "Kararsızım", "Katılıyorum" ve "Kesinlikle katılıyorum" şeklinde 5'li likert şeklinde derecelendirilmiş ve olumlu maddeler "Kesinlikle katılmıyorum"=1, "Katılmıyorum"=2, "Kararsızım"=3,

"Katılıyorum"=4 ve "Kesinlikle katılıyorum"=5 olacak şeklinde puanlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Olumsuz maddelerde ise puanlama işlemi ters yapılmıştır.

3.3.2. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği (FÖYMÖ)

Çalışmada veri toplamak amacıyla kullanılan ölçeklerden biri de "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği"dir. Ölçek, Dede ve Yaman (2008) tarafından geliştirilmiş 5'li likert tipindedir. Ölçeğin, "Araştırma Yapmaya Yönelik Motivasyon", "Performansa Yönelik Motivasyon", "İletişime Yönelik Motivasyon", "İşbirlikçi Çalışmaya Yönelik Motivasyon" ve "Katılıma Yönelik Motivasyon" olmak üzere 5 alt boyutu vardır (Dede ve Yaman, 2008). Dede ve Yaman (2008) yaptıkları güvenilirlik çalışmaları sonucunda, tüm ölçeğin Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısının 0.80 olduğunu belirtmiştir.

Ayrıca çalışma grubu içerisinde olmayan 48 kişiden oluşan 7. sınıf öğrencilerine yapılan güvenirlik çalışmaları sonucunda, tüm ölçeğin Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısının 0.81 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ölçme aracının her alt boyutu için iç tutarlılık katsayıları da incelenmiştir. Yapılan bu analizler sonunda, alt faktörlerin Cronbach Alpha güvenirlik katsayıları sırasıyla; "Araştırma Yapmaya Yönelik Motivasyon" için 0.83, "Performansa Yönelik Motivasyon", için 0.80, "İletişime Yönelik Motivasyon", için 0.86, "İşbirlikçi Çalışmaya Yönelik Motivasyon" için 0.82 ve "Katılıma Yönelik Motivasyon" için 0.81 belirlenmiştir (Tablo 3-4).

Tablo 3- 4: Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Alt Boyutlarının Güvenilirlik Değerleri

Test alt boyutu	Güvenirlik değerleri
Araştırma Yapmaya Yönelik	0.83
Performansa Yönelik	0.80
İletişime Yönelik	0.86
İşbirlikçi Çalışmaya Yönelik	0.82
Katılıma Yönelik	0.81
Testin tümü	0.82

24 maddeden oluşan ölçekte her maddeye verilen cevap "Kesinlikle katılmıyorum", "Katılmıyorum", "Kararsızım", "Katılıyorum" ve "Kesinlikle katılıyorum" şeklinde 5'li likert şeklinde derecelendirilmiş ve olumlu maddeler "Kesinlikle katılmıyorum"=1, "Katılmıyorum"=2, "Kararsızım"=3, "Katılıyorum"=4

ve “Kesinlikle katılıyorum”=5 olacak şeklinde puanlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Olumsuz maddelerde ise puanlama işlemi ters yapılmıştır.

3.3.3. Akademik Başarı Testi (ABT)

Öğrencilerin başarılarını ölçmek için 20 sorudan oluşan çoktan seçmeli “Akademik Başarı Testi” kullanılmıştır. Akademik başarı testi ilköğretim 7. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programındaki kazanımlara uygun olarak hazırlanmıştır. Akademik başarı testindeki sorular, MEB tarafından hazırlanıp yayınlanan geriye dönük üç yıllık arşiv testleri incelenerek hazırlanmıştır.

Testin kapsam geçerliliğinin tespiti için beş fen bilimleri dersi öğretmeni ve bir ölçme değerlendirme uzmanından oluşan bir ekip oluşturulmuştur. Fen bilimleri öğretmenleri öncelikle soruların bilimsel, kazanımsal ve yaş düzeyine uygunluğuna bakmıştır. Daha sonra kapsam geçerliliği için Davis (1992) tekniği kullanılmış ve sırasıyla aşağıdaki aşamalar izlenmiştir.

1. Hazırlanan taslak başarı testi fen bilgisi öğretmenlerine gönderilmiş ve her soruyu anlaşıla bilirliği, hedef kitleye uygunluğu vb. gibi amacıyla değerlendirmeleri ve maddelere yönelik görüşlerini “a=Uygun, b=Oldukça uygun (madde hafifçe gözden geçirilmeli), c=Biraz uygun (madde ciddi olarak gözden geçirilmeli), d=Uygun değil” şeklinde belirtmeleri istenmiştir.
2. Uzmanlardan alınan geri dönüşler ile her test maddesinin kapsam geçerlilik indeksleri hesaplanmıştır.
3. Elde edilen kapsam geçerlilik oranları 0.80 düzeyinde değerlendirilmiştir.

Uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda maddelerin kapsam geçerlilik indeksleri Tablo 3-5’te verilmiştir.

Tablo 3- 5: Akademik Başarı Testini Oluşturan Maddelerin Kapsam Geçerlilik İndeksi

Sorular	Kapsam Geçerlilik İndexi
1	1.0
2	1.0
3	0.8
4	1.0
5	1.0
6	0.6
7	0.8
8	1.0
9	1.0
10	1.0
11	0.8
12	1.0
13	0.8
14	1.0
15	1.0
16	1.0
17	1.0
18	1.0
19	1.0
20	0.6

Maddeleri değerlendiren beş uzmandan Davis tekniğine göre alınan görüşler doğrultusunda maddelerin kapsam geçerlilik indeksleri 0.6-1.0 arasında olduğu görülmüştür. Kapsam geçerlilik düzeyinin altında kalan 6. ve 20. sorular tekrar gözden geçirilerek testin son şekli verilmiştir.

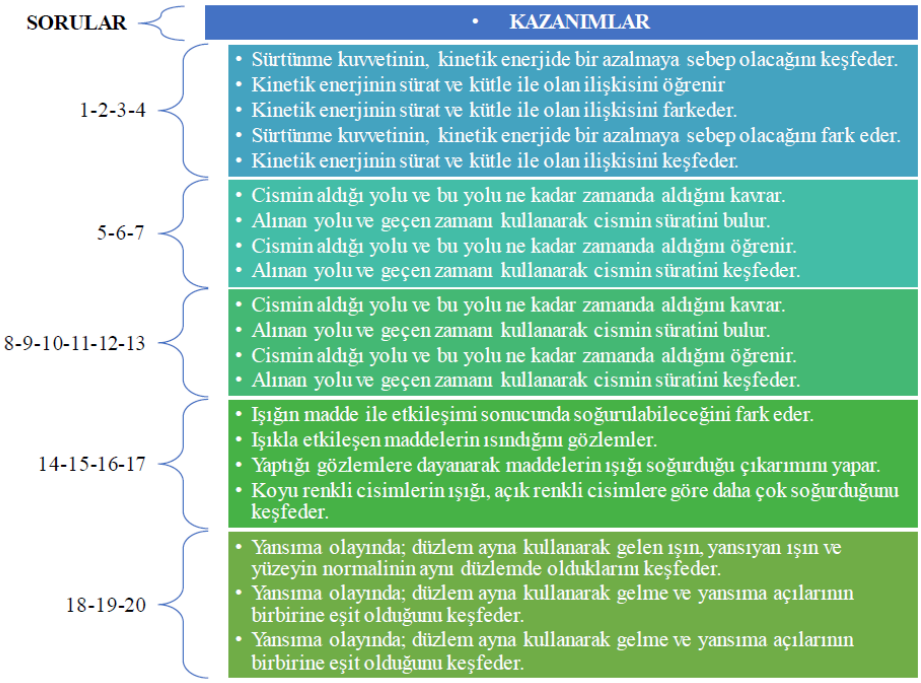
Daha sonra farklı eşdeğer bir okulda okuyan 7. sınıfta öğrenim gören 48 öğrenci ile pilot çalışma yapılarak testin güçlük, ayırt edicilik ve güvenirlik analizleri yapılmıştır. Öğrenciler verdikleri doğru cevap sayısına göre, boş bırakılan sorular ve hatalı işaretlemeler 0, doğru yanıtlar ise 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Tüm bunların doğrultusunda hazırlanan başarı testinin ön test değerlendirmelerinin sonucunda öğrencilerden elde edilen veriler doğrultusunda test sorularının güçlük ve ayırt edicilik indeksleri hesaplanmış, testin güvenirliği (KR-20) 0.88 olarak bulunmuştur. Güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 3-6'da verilmiştir.

Tablo 3- 6: Akademik Başarı Testini Oluşturan Maddelerin Güçlük (Pj) ve Ayırt edicilik (rjx) İndisleri Tablosu

Sorular	Güçlük (Pj)	Ayırt edicilik (rjx)
1	0.17	0.42
2	0.22	0.55
3	0.37	0.20
4	0.42	0.55
5	0.55	0.40
6	0.25	0.35
7	0.40	0.50
8	0.55	0.35
9	0.57	0.20
10	0.42	0.20
11	0.40	0.25
12	0.57	0.40
13	0.72	0.50
14	0.42	0.55
15	0.57	0.35
16	0.15	0.20
17	0.42	0.35
18	0.32	0.35
19	0.42	0.35
20	0.57	0.55
Ortalama	**0.42**	**0.37**

Tablo 3-6'ya göre 20 soruluk başarı testinin ortalama güçlüğü 0.42 ve ortalama ayırt ediciliği 0.37 olarak bulunmuştur. Bu araştırmada kullanılan Akademik Başarı Testi orta zorlukta bir test olarak değerlendirilebilir.

Akademik başarı testi sorularının kazanımlara göre dağılımı Şekil 3-3'te verilmiştir.



Şekil 3- 3: Başarı Testini Oluşturan Soruların Kazanımlara Göre Dağılımı

3.3.4. Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi (LEDA)

"Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi" hazırlanırken Moss vd., (2007) tarafından yapılan matematik ve fen derslerindeki laboratuvarın yeri ve önemi adlı çalışmasında kullandığı anketle, Levy (2000) tarafından yapılan akıllı tahta uygulamalarına karşı öğrenci ve öğretmenlerin tutumu adlı çalışmasında kullandığı anketlerden faydalanılmıştır. Daha sonra uygulayıcı tarafından dört bölümden oluşan taslak anket hazırlanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilerek kullanılan bu anketin kapsam geçerliliği için beş adet uzman görüşüne başvurulmuştur. Hazırlanan anketin kapsam geçerliliği için aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

1. Hazırlanan taslak fen bilgisi öğretmenlerine verilmiş ve her maddeyi "a=Uygun, b=Oldukça uygun (madde hafifçe gözden geçirilmeli), c=Biraz uygun (madde ciddi olarak gözden geçirilmeli), d=Uygun değil" şeklinde belirtmeleri istenmiştir.
2. Uzmanlardan alınan geri dönütlerden maddeler için a ve b'yi işaretleyenler dikkate alınarak kapsam geçerlilik indeksi hesaplanmıştır.
3. Elde edilen kapsam geçerlilik oranları 0.80 düzeyinde değerlendirilmiştir.

Uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda maddelerin kapsam geçerlilik indeksleri Tablo 3-7'de verilmiştir.

Tablo 3- 7: Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Formunu Oluşturan Maddelerin Kapsam Geçerlilik İndeksi

Soru	Kapsam Geçerlilik İndeksi	Soru	Kapsam Geçerlilik İndeksi	Soru	Kapsam Geçerlilik İndeksi	Soru	Kapsam Geçerlilik İndeksi
1	1.0	11	1.0	21	1.0	**31**	**0.6**
2	0.8	12	1.0	22	1.0	32	0.8
3	1.0	13	0.8	23	0.8	33	1.0
4	1.0	14	1.0	24	1.0	34	1.0
5	1.0	15	0.8	25	1.0	35	0.8
6	0.8	16	1.0	26	1.0	36	1.0
7	1.0	17	1.0	27	1.0	37	1.0
8	**0.4**	18	1.0	28	0.8	38	0.8
9	1.0	19	0.8	29	1.0	39	1.0
10	0.8	**20**	**0.4**	30	1.0	40	1.0

Maddeleri değerlendiren uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda maddelerin kapsam geçerlilik indeksleri 0.4-1.0 arasında olduğu görülmüştür. Kapsam geçerlilik düzeyinin altında kalan 8., 20. ve 31. sorular anketten çıkarılmıştır. Taslak anket çalışma grubunda olmayan aynı yaş düzeyinde olan öğrencilere okutturulmuş ve sorulardan ne anladıkları tek tek irdelenmiştir. Yapılan kelime değişikliklerinden sonra anketin son hali hazırlanmıştır. Taslak anket çalışma grubunda olmayan 48 7. sınıf öğrencisine uygulanmış ve Cronbach (A) güvenirlik katsayısı 0.84 olarak hesaplanmıştır.

3.3.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF)

Öğrencilerin robotik laboratuvar etkinliklerine ilişkin görüşlerini öğrenmek maksadıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde öğrencilerin robotik laboratuvar etkinlikleri hakkında genel olarak ne düşündükleri, memnuniyet durumları, eğitimin avantaj ve dezavantajları hakkındaki düşüncelerinin neler olduğu, süreçte ne tür roller üstlendikleri, yaşadıkları sorunları, dersleri bu yöntem ile alma konusundaki tercihleri ve eğitimin eğitsel etkililiği ile ilgili görüşleri araştırılmıştır. Öğrencilerin yanıtları bir form aracılığıyla kaydedilip rapor haline

getirilmiştir. Görüşme soruları araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme soruların görünüş geçerliliği için iki öğretim üyesinin görüşüne başvurulmuştur**.**

3.4. VERİ TOPLAMA ARAÇLARININ GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİ

Yapılan bilimsel çalışmalarda kullanılan ölçme araçlarının geçerlilik ve güvenilirlik gibi iki temel niteliği olmalıdır. Aksi halde ölçme sonuçları tüm çabayı değersiz kılmaktadır. Çünkü verilerden elde edilen sonuçlar ölçme araçlarından çıkan bulgulara dayanmaktadır. Geçerlilik ve güvenilirliği uygun olmayan ölçme aracını yardımıyla elde edilen verilerin kalitesi ve doğruluğu kabul edilmeyecek kadar hatalıdır (Karasar, 2017).

Ölçme aracında olması gereken iki temel niteliği incelediğimizde geçerlilik, ölçme aracının ölçülmek istenen özelliği ne şekilde doğru ölçtüğüyle ilişkili iken, güvenilirlik ise, yapılan ölçümdeki hatayı azaltması, ölçüm esnasında benzer süreçlerin izlenmesi halinde aynı sonuçların alınması esasına dayanmaktadır. Güvenilirlik, geçerliliğe nazaran daha teknik bir özelliktir. Güvenilirliği ispatlanmış bir ölçme aracı tesadüfi hatalardan arınık olması sayesinde ölçme aracının tutarlılığının bir göstergesidir. Geçerlilik ise daha çok ölçme aracının ölçülmek istenen özelliğe uygunluğunun ölçüsüdür (Karasar, 2017). Bu kapsamda çalışmada kullanılan ölçme araçlarının geçerlilik ve güvenirlik çalışmaları doğrultusunda yapılanlar Tablo 3-8'de verilmiştir.

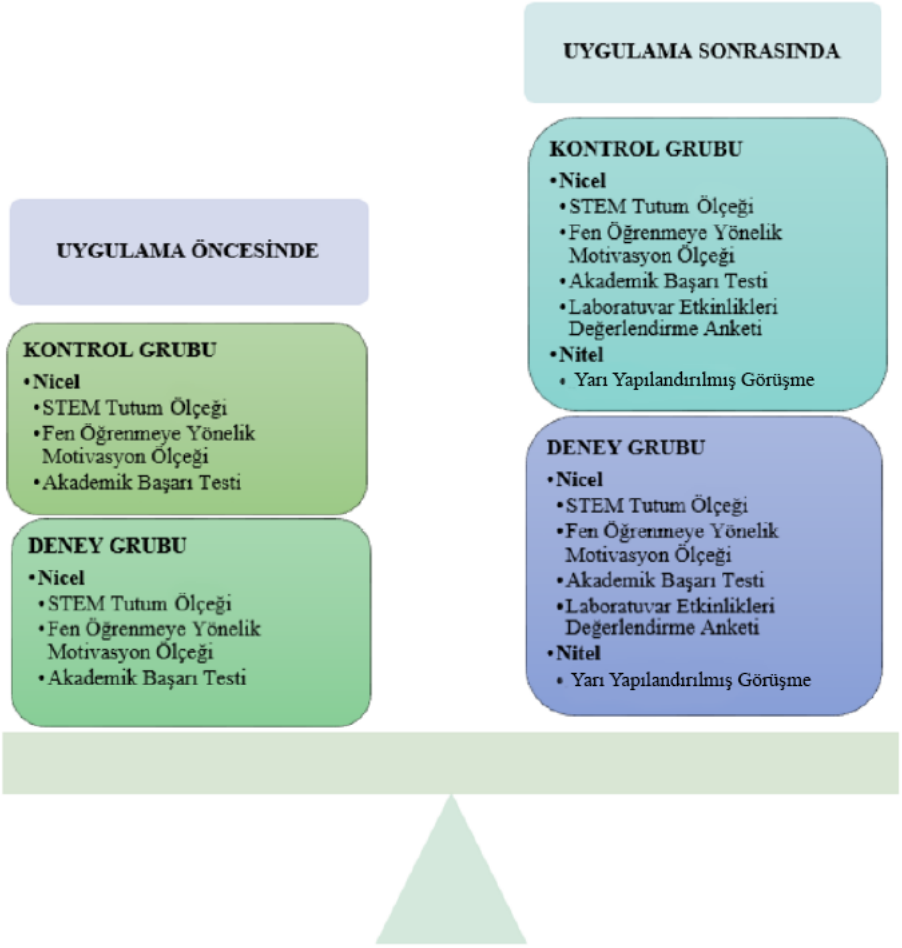
Tablo 3- 8: Veri Toplama Araçlarına Yönelik Alınan Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri

	Geçerlik Önlemleri	**Güvenirlik Önlemleri**
STEM Tutum Ölçeği	Friday Institute (2012)'nin geliştirdiği "STEM Tutum Ölçeği" (STEM Attitude Scale) alan yazında kabul görmüş bir ölçektir.	Friday Institute tarafından geliştirilen ölçeğin güvenirlik ölçümleri (cronbach alfa: 0.84 ile 0.86) yapılmıştır. Orijinal dili İngilizce olan ölçeğin Türkçe uyarlama çalışması Özcan ve Koca (2018) tarafından yapılmış ve Alpha katsayısı ölçeğin tamamı için 0.91 olarak hesaplanmıştır. Araştırmacı güvenirlik analizleri gerçekleştirmiştir. (cronbach alfa: 0.83 ile 0.91)

Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği	Dede ve Yaman (2008)'nin geliştirdiği "STEM Tutum Ölçeği" (STEM Attitude Scale) alan yazında kabul görmüş bir ölçektir.	Dede ve Yaman (2008) tarafından geliştirilen ölçeğin güvenirlik ölçümleri yapılmıştır. (cronbach alfa: 0.80) Araştırmacı tarafından güvenirlik analizleri gerçekleştirmiştir. (cronbach alfa: 0.83 ile 0.91)
Başarı Testi	Test, belirlenen konulara ait kazanımları ölçmeye yönelik sorular içermektedir. Testin kapsam ve görünüş geçerliliği için bir ölçme değerlendirme uzmanı ile 5 fen bilimleri öğretmeninin uzman görüşüne başvurulmuştur. Kapsam geçerlilik indeksi hesaplanmış 0.6- 1 arasında olduğu bulunmuştur.	Testin duyarlılığını artırmak amacıyla yeterli sayıda soruya yer verilmiştir. Çalışma grubu dışında olan 7. sınıfta öğrenim gören 48 öğrenci ile pilot çalışma yapılarak testin güçlük, ayırt edicilik ve güvenirlik analizleri yapılmıştır. (KR-20) 0.88, güçlüğü 0.42 ve ayırt ediciliği 0.37 olarak bulunmuştur.
Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi	Moss vd., (2007) geliştirdiği "Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi" alan yazında kabul görmüş bir veri aracıdır. Araştırmacı tarafından elde edilen kapsam geçerlilik oranları 0.80 düzeyinde değerlendirilmiştir.	Moss vd., (2007) tarafından geliştirilen ölçeğin güvenirlik ölçümleri (cronbach alfa: 0.84 ile 0.86) yapılmıştır. Çalışma grubu dışında olan 7. sınıfta öğrenim gören 48 öğrenci ile pilot çalışma yapılarak testin güçlük, ayırt edicilik ve güvenirlik analizleri yapılmıştır. (KR-20) 0.84 hesaplanmıştır.
Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Görüşme formundaki sorular nicel araştırma sorularını açıklayıcı ve destekleyici nitelikte olması sağlanmıştır. Görüşme formu bir ölçme değerlendirme uzmanı ve iki öğretim üyesinin görüşüne başvurularak uygulamaya hazır hale getirilmiştir.	Görüşme soruları araştırma soruları baz alınarak ve alan yazından yararlanılarak oluşturulmuştur.

3.5. VERİLERİN TOPLANMASI

Araştırma verileri; "STEM Tutum Ölçeği", "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği", "Akademik Başarı Testi", "Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi" ve "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu" kullanılarak toplanmıştır.



Şekil 3- 4: Veri Toplama Araçlarının Uygulanması

Şekil 3-5 incelendiğinde kullanılan nicel ölçme araçları olan "STEM Tutum Ölçeği", "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği", "Akademik Başarı Testi" soruları uygulamanın başında ön test, sonunda son test olarak, "Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi" ve "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu" ise sadece uygulama sonrasında hem kontrol hem deney grubuna uygulanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 21 programı ile analiz edilmiştir.

Nitel veri kaynağı olarak çalışmanın sonunda kontrol ve deney grubundan tesadüfen seçilen 16 öğrenciyle görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin verdikleri yanıtlar gruplanarak çözümlenmiştir.

3.6.ARAŞTIRMANIN PLANLAMA VE HAZIRLIK AŞAMASI

Araştırmanın planlama ve hazırlık aşamasında sırasıyla şu işlemler planlanmış ve sonrasında gerçekleştirilmiştir:

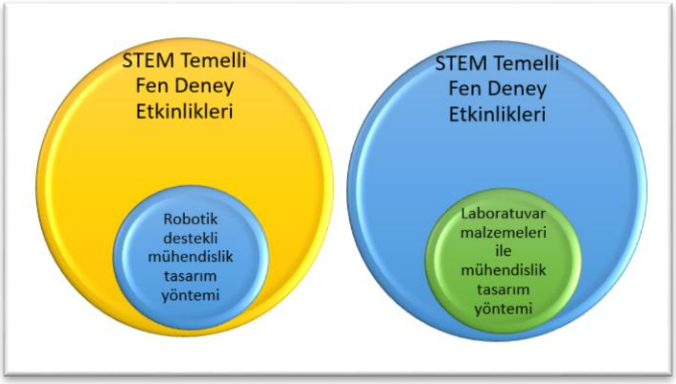
1. Fen laboratuvarında ve robotik laboratuvarında yapılan STEM temelli fen deneyleri ilgili ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Sonuç olarak araştırma kapsamında kullanılacak robotik ve fen laboratuvarında yapılabilecek STEM temelli fen deney etkinlikleri için "Kuvvet ve Hareket" ve Işık ve Ses" konuları seçilmiştir.

2. "Kuvvet ve Hareket ve "Işık ve Ses" üniteleri ile ilgili alan yazın taraması yapılarak daha önce yapılan çalışmalar incelenmiş ve ortaokul seviyesine uygun STEM kazanımları belirlenmiştir. Kazanımlar belirlenirken ayrıca ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programından da yararlanılmıştır. Sonrasında ise belirlenen kazanımlara yönelik kontrol ve deney grubu için ayrı ayrı STEM temelli deney etkinlikleri hazırlanmıştır.

3. Belirlenen STEM kazanımları doğrultusunda ilgili literatür taranarak deney ve kontrol grubu için STEM temelli deney planları ve çalışma yaprakları oluşturulmuş ve uygulama öncesinde uzman görüşüne sunularak hazır hale getirilmiştir.

4. Hazırlanan STEM temelli fen deney etkinlikleri konu, kavramlar, süre, ana disiplin ve diğer disiplinlere ait kazanımlar, yöntem, araç-gereçler ve uygulama süreci kısımlarından oluşturulmuştur.

5. Uygulamalar STEM eğitim anlayışına oldukça uygun olan mühendislik tasarım sürecine göre düzenlenmiştir. Buna göre süreç problemin tanımlanması, araştırılması, tasarıma karar verme, tasarımı çizme, ürünü oluşturma, ürünü test etme, ürünü geliştirme, paylaşım ve değerlendirme olmak üzere sekiz aşamadan oluşmaktadır. Bu doğrultuda kontrol ve deney gruplarında uygulanan STEM deney etkinliklerinin organizasyon şeması şekil 3-5'te verilmiştir.



Şekil 3- 5: STEM uygulamaları organizasyon Şeması (a) deney-1 (b) Kontrol

6. Uygulama süresince STEM yaklaşımı deneylere aktarılırken fen bilimleri disiplini merkeze alınmıştır. Diğer disiplinler ise fenin yanına dâhil edilerek entegrasyon gerçekleştirilmiştir.

7. Araştırmada kullanılacak olan veri toplama araçları için (STEM Tutum Ölçeği, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği, Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Formu ve Akademik Başarı Testi) ilgili alan yazın incelenmiştir. İnceleme sonrasında kullanılması kararlaştırılan veri toplama araçları EK-1, EK2, EK3 ve EK4' te verilmiştir.

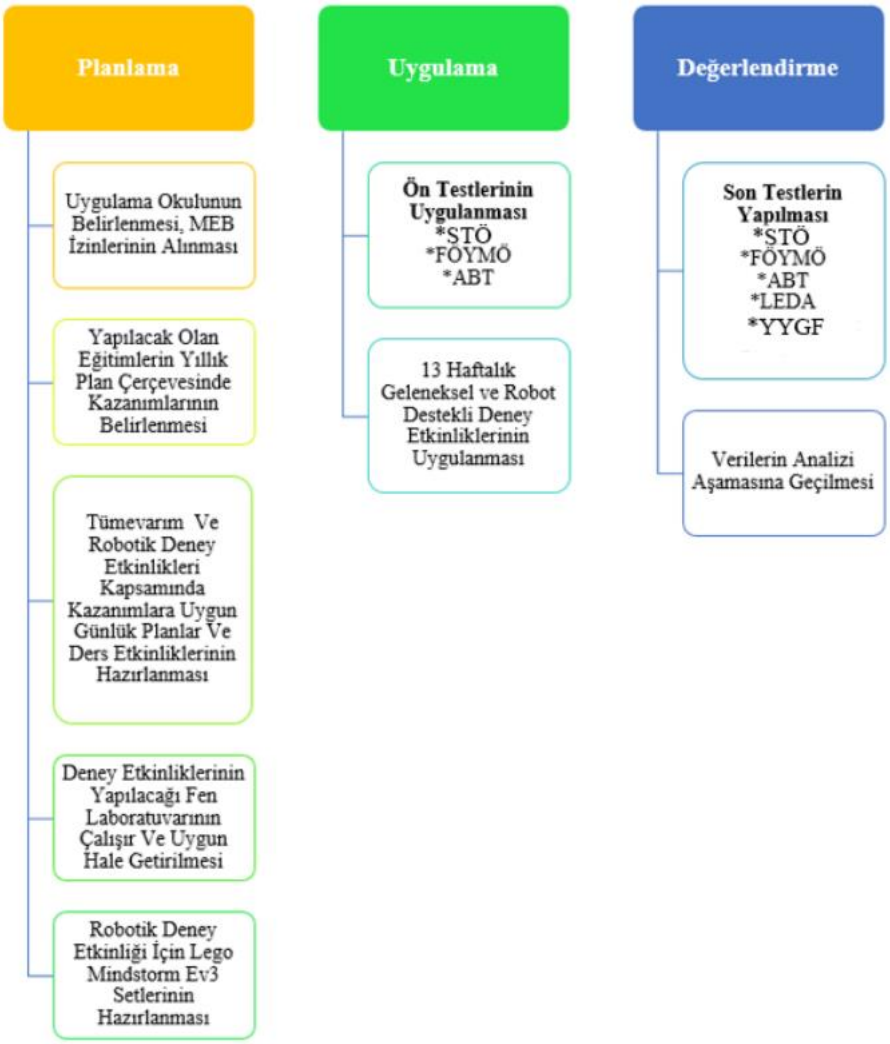
8. STEM temelli deney etkinlikleri ve veri toplama araçları hazırlandıktan sonra çalışmanın yapılacağı okul ile iletişime geçilmiş ve uygulamayı gerçekleştirmek maksadı ile Başakşehir İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü, Okul idaresi ve araştırmaya katılacak öğrenci velilerinden gerekli izinler alınmıştır.

9. Her hafta öğrencilerle paylaşılacak dokümanlar ders öncesinde çoğaltılarak hazır hale getirilmiştir. Uygulamalar grup etkinliği şeklinde yapılmış ve çalışma kâğıtları öğrenciler tarafından ders esnasında ve ders sonrasında doldurulmuştur. Doldurulan çalışma kâğıtları daha sonra toplanarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

10. Dokuzuncu hafta sonrasında STÖ, FÖYMÖ ve ABT son testleri gruplara uygulandıktan sonra deney ve kontrol gruplarının laboratuvarları değiştirilerek bazı deneyler tekrar edilmiştir. 13. hafta sonunda ise tüm öğrencilere LEDA uygulanarak uygulama tamamlanmıştır.

3.7. ARAŞTIRMANIN UYGULANMASI

Bu araştırma ölçme değerlendirme süreçleri de dâhil olmak üzere 13 hafta boyunca araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Şekil 3-6'te tezin uygulama adımları gösterilmektedir.



Şekil 3- 6: Tez Uygulama Adımları

Karma model olarak tasarlanan çalışmada deney grubunda robotik laboratuvarında, kontrol grubuna klasik fen laboratuvarında deneyler yapılmıştır. Kontrol ve Deney gruplarına yapılan deney uygulamaları Tablo 3-9'da verilmiştir.

Tablo 3- 9: Kontrol ve Deney Gruplarına Yapılan Uygulamalar

Haftalar	Deney Etkinlikleri		Süre (dk.)
	Kontrol Grubu	**Deney Grubu**	
1	Bilgilendirme. (STEM, FÖYMÖ ve ABT ön testleri uygulanır. Deneysel etkinliklerle ilgili bilgilendirme yapıldı.)	Bilgilendirme. (STEM, FÖYMÖ, ABT ön testleri ve uygulandı. Robotik ve Lego Mindstorms EV3 eğitim seti tanıtıldı.	80
2	Hazırlık Aşaması (Gruplar oluşturuldu. Gruplardan iş bölümü yapmaları istendi.)	Hazırlık Aşaması (Gruplar oluşturuldu. Robotikle ilgili çeşitli gösteri etkinlikleri gerçekleştirildi. Basit tasarımların yapılması istendi.)	80
3	Sürtünme Deneyi	Sürtünme Deneyi	80
4	Kinetik Enerji Deneyi*	Kinetik Enerji Deneyi*	80
5	Sürat Deneyi*	Sürat Deneyi*	80
6	Bileşke Kuvvet Deneyi*	Bileşke Kuvvet Deneyi*	80
7	Soğurma Deneyi	Soğurma Deneyi	80
8	Yansıma Deneyi	Yansıma Deneyi	80
9	Değerlendirme (STEM, FÖYMÖ ve ABT son testleri uygulandı.)	Değerlendirme (STEM, FÖYMÖ, ABT Son testleri ve uygulandı.	80
10	Kinetik Enerji Deneyi*	Kinetik Enerji Deneyi*	80
11	Sürat Deneyi*	Sürat Deneyi*	80
12	Bileşke Kuvvet Deneyi*	Bileşke Kuvvet Deneyi*	80
13	Değerlendirme (LEDA ve YYGF uygulandı.)	Değerlendirme (LEDA ve YYGF Uygulandı.)	80

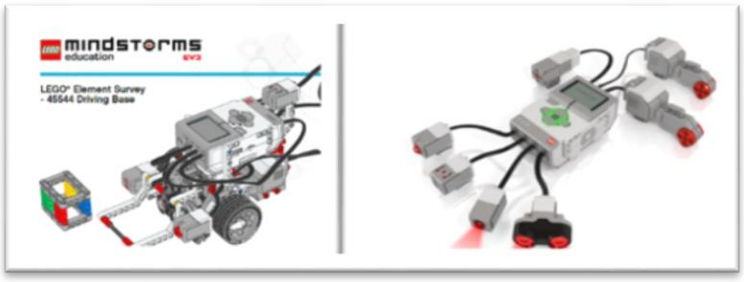
"*" işaretli deneyler yer değiştirmiştir.

Tabloda da görüldüğü gibi kontrol grubuna klasik fen laboratuvar malzemeleriyle STEM fen deneyleri, deney grubuna ise teknoloji destekli blok tabanlı robot setleriyle toplamda 6 adet deney yapılmıştır. Yıldız (*) sembolüyle işaretli deneyler grupların yer değiştirmesi ile tekrar yapılmıştır. Yani kontrol grubu öğrencileri deneyleri Lego Mindstorms EV3 seti ile deney grubu öğrencileri ise klasik fen laboratuvarı malzemeleri ile yapmıştır. Etkinliklerin 9. haftası STEM, FÖYMÖ ve ABT son testleri her iki gruba uygulandıktan sonra tekrar deneyleri gruplara laboratuvarlar değiştirilerek 3 hafta daha yapılmış ve LEDA ve YYGF uygulanarak çalışma 13 haftada tamamlanmıştır. Öğrencilere yapacakları etkinlikler öncesinde yönergelerin yazılı olduğu kâğıtlar verilmiştir. Hazırlanan etkinlikler fen eğitimi

uzmanları tarafından yapılan incelemeler sonucunda son şeklini aldıktan sonra mühendislik tasarım becerileri" temaları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Yapılacak her uygulama için hazırlanan robotik destekli ve klasik laboratuvar malzemeleri destekli STEM temelli fen eğitimi ders planları (EK-7, EK-8) kullanılmıştır. Aşağıda deney ve kontrol grupları ile gerçekleştirilen STEM deney etkinlikleri ayrıntılı olarak anlatılmaktadır:

3.7.1. Birinci ve İkinci Hafta Uygulamaları

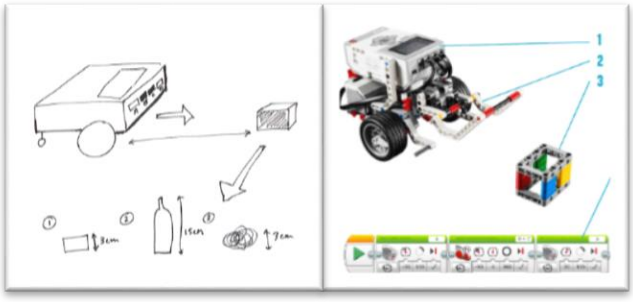
Hazırlık ve bilgilendirme: Bu aşamada deney ve kontrol grubu öğrencilerine süreç hakkında genel bilgi aktarımı yapılır. 13 hafta sürecek olan STEM deney faaliyetlerinin detaylarına girmeden yüzeysel olarak ana hatlarından bahsedilir. Daha sonra kontrol grubuna fen laboratuvarı deney malzemeleri, deney grubuna ise robotik seti tanıtılır ve tüm öğrencilere laboratuvar kuralları aktarılır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinden 4'er kişilik gruplar oluşturulur. Kontrol grubunun laboratuvar malzemelerini, deney grubunun ise robot setindeki sensörleri, parçaları ve motorları incelemeleri istenir.



Şekil 3- 7: Lego Mindstorms EV3 Eğitim Seti

Deney grubu öğrencileri yapım basamakları verilen basit bir arabayı yaptıktan sonra, arabayı ileri geri hareket ettirme ve sağa sola dönüş hareketlerini yapması için basit kodlama yapar. Kodlama yapmadan önce robotun hareketinin nasıl gerçekleşeceğini hakkında basit model çizimleri yapmaları istenir. Kontrol grubu ise

verilen deney malzemelerini kullanarak deney düzenekleri kurmayı ve sökmeyi öğrenirler. Son olarak gruplara STÖ, FÖYMÖ, ABT ön testleri uygulanır.



Şekil 3- 8: Öğrencilere Ait Çizim ve Kodlama Örneği

3.7.2. Üçüncü Hafta Uygulamalar

Bu deneyde amaç sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu faktörleri ve farklı yüzeylerdeki sürtünme kuvvetleri arasındaki bağlantıyı bulmaktır. Bu etkinliğin deney ve kontrol grupları için oluşturulan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait kazanımları EK-7 ve EK-8'de verilmiştir.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere sürtünme kuvvetinin hayatımızdaki yeri hakkında bir video izletilir. Ardından günlük hayatta sürtünme kuvvetinin faydaları ve zararları hakkında çeşitli resimler gösterilerek öğrencilerin konu hakkında fikir edinmeleri sağlanır. Öğrencilere günlük hayatta sürtünme kuvvetinin etkisini azaltmak veya artırmak için yapılanlara örnek vermeleri istenir (STEM fen boyutu). Sürtünme kuvveti hakkında genel bilgilendirme yapıldıktan sonra bu konudaki öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Deney grubu öğrencilerine bu aşamada farklı yüzeylerdeki sürtünme kuvvetleri arasındaki bağıntıyı bulmalarını sağlayacak etkinlik için robotik eğitim seti verilirken kontrol grubuna ise tekerlekli araçlar, cetvel, farklı yüzeyler ve yükseklikler verilmiştir. Tüm gruplara çalışma kâğıtları dağıtılarak problemle ilgili yönergeler, kapsam ve sınırlılıklar açıkça ifade edilir.

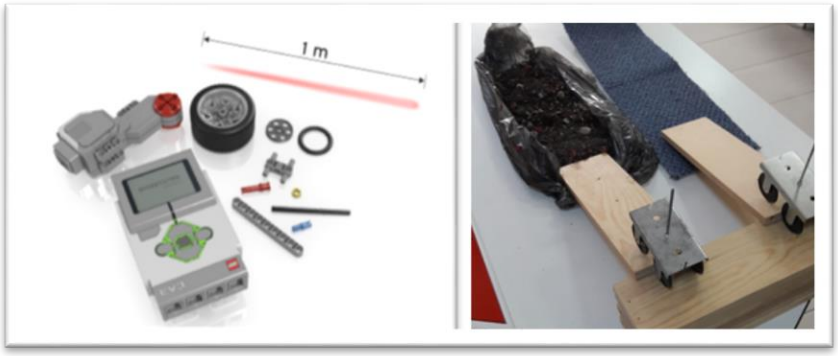
Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yapar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirir. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm

önerilerini oluşturur. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları, problem ile ilgili internetten bilgi toplamaları (STEM teknoloji boyutu) ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşırlar. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verir. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinle ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Öğrenciler bu aşamada belirledikleri probleme yönelik buldukları çözümün tasarımını çalışma kâğıdına çizer (STEM Mühendislik boyutu). Öğretmen hızlıca çalışma kâğıtlarındaki çizimlere bakar ve gerekirse öğrenciye birtakım geribildirimler verir.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada kontrol grubu öğrencileri verilen laboratuvar malzemeleri ile problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar. Yapım aşamasında aracı farklı zeminlerde ilerleyebilecek donanıma hazır hale getirir. Ayrıca sürtünme kuvvetine etki edecek faktörleri belirlemek için aracın tasarımına uygun parçalar ekler (STEM mühendislik boyutu). Deney grubu öğrencileri ise kendilerine verilen robotik setlerini kullanarak tasarımlarına paralel olarak hazırlayacakları model aracı farklı zeminlerde gidebilecek şekilde oluşturmaya başlar (STEM mühendislik boyutu). Yapım aşamasında robotun farklı zeminlerde ilerlemesini kolaylaştıracak parçalar için tahminlerde bulunur. Ayrıca robotun ağırlığını artıracak çeşitli parçaları tasarlar (STEM mühendislik boyutu). Öğretmen deney ve kontrol gruplarının yaptığı tasarımları gezerek inceler ve gerekli gördüğü eksiklikleri gidermek amacıyla öğrencilere bazı teorik bilgiler verir. Ayrıca deney grubu öğrencileri robot tasarımını bitirdikten sonra kodlamaya başlar. Kodlama sürecinde öğretmen öğrencilere sorular sorarak kodlama konusunda öğrencilere rehberlik eder.



Şekil 3- 9: Sürtünme Deneyi Malzemeleri

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada kontrol grubu öğrencileri tasarladıkları tekerli arabayı aynı ve farklı yüksekliklerden bırakır ve aracın zeminlerde aldığı yolu ölçer (STEM matematik ve mühendislik boyutu). Daha sonra aynı deneyi tasarladıkları araçlara farklı kütleler ekleyerek gerçekleştirir. Elde ettikleri verileri tablo halinde kaydederek tahminleriyle kıyaslar (STEM matematik ve fen boyutu). Deney grubu öğrencileri ise hazırladıkları robotları farklı zeminlerde hareket ettirir. Bu hareketler sonrasında tekerleklerin sıcaklığını sıcaklık sensörü ile ölçerek tabloya kaydeder (STEM matematik, fen ve teknoloji boyutu). Daha sonra hazırladıkları kütleleri robotlarına entegre ederek robotları aynı zeminlerde yeniden hareket ettirerek tekerleklerin sıcaklık verilerini ölçer. Öğrenciler elde ettikleri verileri tahminleri ile kıyaslar. Her iki grup sürtünmenin bağlı olduğu faktörleri veya azaltmak için neler yapılabileceğini tartışır (STEM fen boyutu). Sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu faktörler hakkında çıkarım yapar. Sürtünme sonucunda enerjinin neye dönüştüğünü tahmin eder (STEM fen boyutu).

Ürünü Geliştirme: Öğrencilere bu aşamada ek görevler verilir. Her iki gruptaki öğrencilerinden araçların hareket ettiği zeminlerin daha kaygan hale getirmemeleri istenir. Daha sonra ise tasarladıkları araçlarda sürtünme kuvvetinin etkilerini en aza

indirmek için gerekli hazırlıkları yapmaları istenir (STEM mühendislik ve fen boyutu). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.



Şekil 3- 10: Sürtünme Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler tasarladıkları deneyler sonrasında elde ettikleri verileri arkadaşları ile paylaşır. Hem elde ettiği verilerin doğruluğu hem de problemin çözümüne yönelik hipotezleri doğru çıkan gruplar birinci ilan edilir. Sonuç olarak sürtünme kuvvetinin cismin sahip olduğu hareket enerjisinin bir kısmının ısı enerjisine dönüştüğü, kütle ile sürtünme kuvveti arasında ilişki ve farklı zeminlerdeki sürtünme kuvvetinin farklı olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

3.7.3. Dördüncü Hafta Uygulamalar

Bu deneyin amacı, kinetik enerjinin sürat ve kütle ile olan ilişkisini belirlenmeye çalışmaktır. Bunun için kontrol ve deney grubu öğrencileri örnek olaydan yola çıkarak problemin çözümüne yönelik tasarım yapacaklardır. Kontrol grubu öğrencileri eğik düzlem oluşturacak donanım, sürtünmesiz araç, çeşitli kütlede ağırlıklar, sürükleme için tahta takoz ve cetvel kullanırken, deney grubu öğrencileri ise robotik seti kullanacaktır. Bu etkinliğin deney ve kontrol grupları için oluşturulan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait kazanımları EK-7 ve EK-8'de verilmiştir.

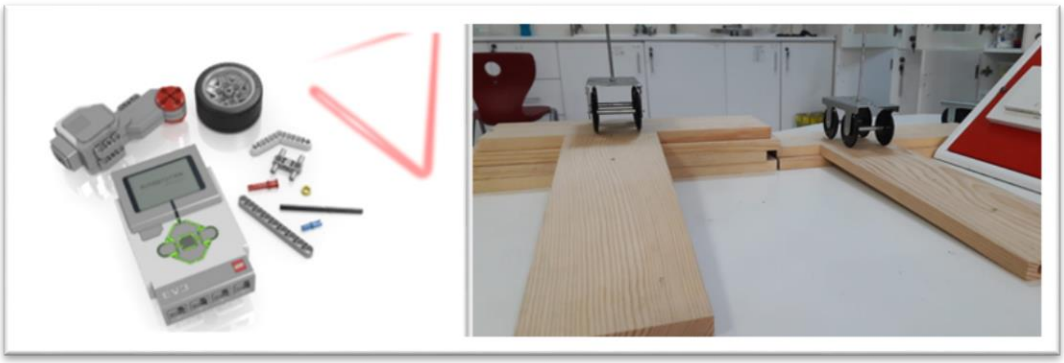
Hazırlık ve Bilgilendirme: Öğrencilere bu aşamada İstanbul boğazında bir günde geçen gemilerin hızlandırılmış videosu izletilir. Ardından çeşitli resimler gösterilerek hangi resimlerin kinetik enerjileri olup olmadığı sorularak öğrencide merak uyandırılır. Öğrencilerden sabah okula gelirler gözlemledikleri kinetik enerjileri olan canlı veya cansız varlıklara örnek vermeleri istenir (STEM fen boyutu).

Öğrencilerin verdikleri örneklere geri dönütler verilir ve kinetik enerji hakkında genel bilgilendirme yapılır.

Problemin Tanıtımı: Öğrencilere bu aşamada etkinlik ile ilgili çalışma kâğıtları dağıtılır. Problemle ilgili yönergeler, kapsam ve sınırlılıklar açıkça ifade edilir. Öğrencilerden mevcut problem hakkında kendi aralarında tartışma yapmaları istenir. Son olarak her grubun hipotezler oluşturması istenir.

Ardından problemin araştırılması, tasarıma karar verme ve tasarımı çizme aşamaları bir önceki hafta uygulamasında anlatıldığı gibi aynen tekrarlanır.

Ürün Oluşturma: Bu aşamada kontrol grubu öğrencilerine tahta bloklar, yükseklikler, oyuncak araba, tahta levha, cetvel, bant ve makas verilir. Daha sonra öğrenciler oyuncak arabayı farklı yüksekliklerden üzerinde farklı kütleler olacak şekilde deney düzeneği tasarlar (STEM mühendislik boyutu). Deney grubunda ise öğrenciler robotik setleri yardımıyla robot araç tasarlar (STEM mühendislik boyutu). Ayrıca öğrenciler oluşturulacak robot aracın üstüne takılması için farklı kütleler hazırlar. Öğretmen her grubun tasarımını inceler ve geri dönütler verir. Kontrol grubunda tasarıma yönelik, deney grubunda ise hem tasarım hem de kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara teorik bilgiler verir.



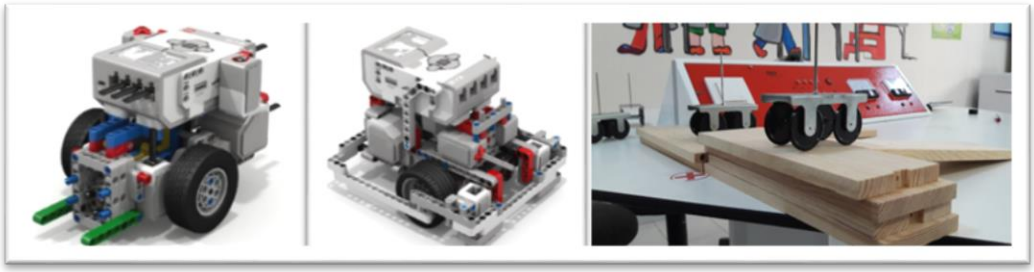
Şekil 3- 11: Kinetik Enerji Deneyi Malzemeleri

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir**.**

Ürünü Test Etme: Bu aşamada kontrol grubu öğrencileri iki adet takozu üst üste koyarak levhayı bir ucu yerde bir ucu takozların üzerine yerleştirip eğimli bir yol

oluşturur (STEM mühendislik boyutu). Daha sonra tahta bloğu belirli uzaklığa bıraktıktan sonra oyuncak arabayı takozlar üzerinden serbest bıkarak tahta bloğu hareketini inceler (STEM fen boyutu). Son olarak tahta bloğun araç ile çarpıştıktan sonra yatayda aldığı yolu cetvel yardımıyla ölçer (STEM matematik boyutu). Deney farklı yükseklik seviyelerinde farklı ağırlığa sahip arabayla tekrar edilir ve elde edilen veriler tabloya kaydedilir (STEM fen ve matematik boyutu). Öğrenciler verileri deney öncesi tahminleriyle kıyaslarlar (STEM matematik boyutu). Deney grubu öğrencileri ise hazırladıkları robotu belirli motor hız değerleri ile strafor köpüğe çarpacak şekilde kodlar (STEM teknoloji boyutu). Daha sonra robotta herhangi bir değişiklik yapmadan sadece motor hız verilerini değiştirerek strafor köpükte meydana gelen değişimi kaydederler (STEM matematik boyutu). Son olarak ise motor hız verilerini değiştirmeden aynı deneyleri hazırladıkları kütleleri robotlarına entegre ettikten sonra tekrarlar. Öğrenciler elde ettikleri verileri tahminleri ile kıyaslar (STEM fen ve matematik boyutu). Strafor köpükteki hareketi baz alarak bir cismin sahip olduğu hareket enerjisinin hangi faktörlere sahip olduğunu tartışır. Kinetik enerjinin hız ve kütle ile ilişkisini tahmin eder (STEM fen boyutu).

Ürünü Geliştirme: Öğrencilere bu aşamada ek görevler verilir. Her iki gruptaki öğrencilerinden kinetik enerjinin oluşumunda süratin mi yoksa kütlenin mi daha önemli olduğunu keşfetmeleri için tasarım yapmaları istenir (STEM mühendislik, matematik ve fen boyutu). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.



Şekil 3- 12: Kinetik Enerji Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada deney ve kontrol grubu öğrencileri elde ettikleri deney sonuçlarını ve deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Elde ettiği verilerle hipotezini doğru ispatlayan grup birinci seçilir. Sonuç olarak cismin hareket enerjisinde hem kütlenin hem de süratinin etkisinin

olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

3.7.4. Beşinci Hafta Uygulamalar

Bu deneyde amaç yol, zaman ve sürat arasındaki bağıntıyı keşfetmektir. Bunun için kontrol ve deney grubu öğrencileri örnek olaydan yola çıkarak problemin çözümüne yönelik tasarım yapacaklardır. Kontrol grubu öğrencileri bu deneyde kronometre, adaptör, cetvel, farklı güç seçenekleriyle çalışabilecek motora sahip bir basit oyuncak araba kullanırken, deney grubu öğrencileri ise robotik seti kullanacaktır. Bu etkinliğin deney ve kontrol grupları için oluşturulan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait kazanımları EK-7 ve EK-8'de verilmiştir.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Öğrencilere bu aşamada Arabalar-3 filminin fragmanı izletilir**.** Öğrencilerden fragman sonrasında yarışı kazanan aracın yarışı tamamlama süresi ve sürat değeri hakkında fikir yürütmeleri istenir (STEM fen boyutu). Daha sonra konunun günlük hayatla ilişkisini kurmaları için öğrencilere sabah okula gelirken servise kaçta bindiklerini kaçta okulda oldukları sorularak konu hakkında merak uyandırılır (STEM fen boyutu). Öğrencilerin söyledikleri bilgiler neticesinde sürat kavramı üzerinden genel bilgilendirme yapılır.

Problemin Tanıtımı: Deney ve kontrol grubu öğrencilere bu aşamada içinde örnek olay bulunan deney ile ilgili çalışma kâğıtları dağıtılır. Problemle ilgili yönergeler, kapsam ve sınırlılıklar açıkça ifade edilir. Öğrencilerden mevcut problem hakkında kendi aralarında tartışma yapmaları istenir. Son olarak her grubun hipotezler oluşturması istenir.

Ardından problemin araştırılması, tasarıma karar verme ve tasarımı çizme aşamaları bir önceki hafta uygulamasında anlatıldığı gibi aynen tekrarlanır.

Ürün Oluşturma: Bu aşamada kontrol grubu öğrencileri farklı güç seçenekleriyle çalışabilen basit oyuncak aracın cetvel yardımıyla ölçüp belirledikleri mesafeler arasındaki hareketini ölçecek şekilde deney düzeneği hazırlar (STEM matematik, fen ve mühendislik boyutu). Deney grubuna ise robotik seti verilir. Öğrenciler setler yardımıyla robot araç tasarlamalar (STEM mühendislik boyutu). Öğretmen kontrol grubunun hazırladıkları deney düzeneklerini, deney grubunun ise

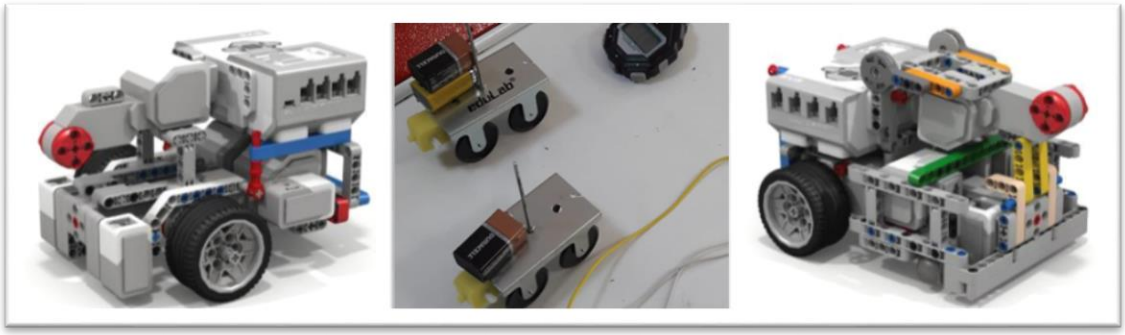
hem deney düzeneklerini hem de kodlamayı inceleyerek geri dönütler verir. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara teorik bilgiler verir. Tasarım süreci bittikten sonra kodlama aşamasında sorun yaşayan öğrenciler öğretmen rehberliğinde çözüme yönelik tahminlerde bulunur.



Şekil 3- 13: Sürat Deneyi Malzemeleri

Ürünü Test Etme: Bu aşamada kontrol grubu öğrencileri cetvel yardımıyla belirledikleri mesafeler arasında aracı hareket ettirerek hareketin süresini ölçer ve elde ettikleri verileri tabloya kaydeder (STEM fen ve matematik boyutu). Aynı olay motorun güç seçeneklerinin değiştirilmesiyle tekrar eder (STEM teknoloji ve matematik boyutu). Deney grubu öğrencileri ise tasarladıkları robot aracı belirledikleri iki nokta arasına 20 cm aralıklarla işaretler koyup hareket etmesini sağlamak için kodlar (STEM matematik ve teknoloji boyutu). Daha sonra aracın aynı mesafeyi farklı bir sürat değeriyle gitmesi için kodlamayı değiştirir. Daha sonra tüm bu araç hareketleri tamamladıktan sonra arabanın aldığı yolu ve bilgisayarın kaydettiği zaman değerlerini inceleyip tablo yapar (STEM matematik, fen ve teknoloji boyutu). Son olarak deney ve kontrol grubu öğrencileri elde ettikleri verileri tahminleri ile kıyaslar (STEM matematik ve fen boyutu). Aracın sürat değerleriyle belirlenen iki mesafeyi alma süreleri arasındaki ilişkiyi keşfeder. Süratin, zaman ve yol ile ilişkinini tahmin eder (STEM fen ve matematik boyutu).

Ürün Geliştirme: Öğrencilere bu aşamada ek görevler verilir. Her iki gruptaki öğrencilerinden aracın hareketi esnasında aniden süratinin artırılması ve azaltılması istenir. Buradan hareketle süratteki değişimin alınan yol ve zamana etkisinin incelenmesi istenir. (STEM mühendislik, teknoloji ve fen boyutu). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.



Şekil 3- 14: Sürat Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir**.**

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada deney ve kontrol grupları tasarladıkları araçların farklı süratlerle hareket eden araçların belirlenen iki mesafe arasındaki hareket sürelerini kıyaslayarak elde ettiği sonuçları, grafikleri ve deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Elde ettiği verilerle hipotezini doğru ispatlayan grup birinci seçilir. Sonuç olarak süratin, yol ve zaman ile ilişkisi keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

3.7.5. Altıncı Hafta Uygulamalar

Bu deneyde amaç bileşke kuvvetin varlığı keşfetmektir. Ayrıca dengelenmiş ve dengelenmemiş cisimlerdeki bileşke kuvveti kavramaktır. Bu etkinliğin deney ve kontrol grupları için oluşturulan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait kazanımları EK-7 ve EK-8'de verilmiştir.

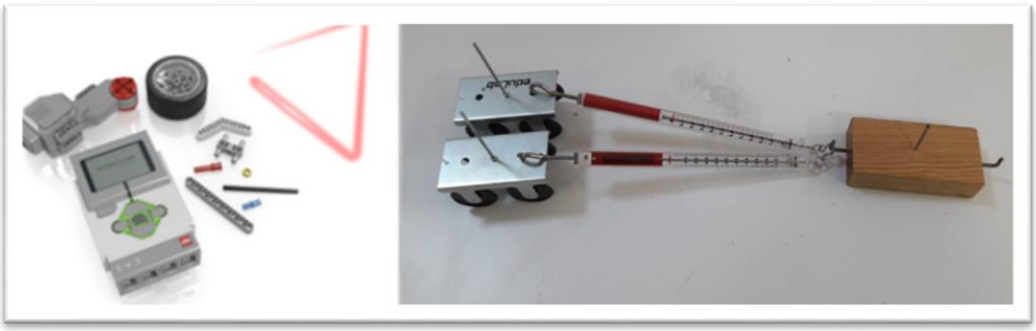
Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere ip çekme oyunu oynayan çocukların videosu izletilir. Öğrencilerden grubun neden yenişemediği sorulur. Daha sonra öğrencilerden kuvvet uygulamalarına rağmen hareket ettiremeyecekleri nesnelere örnek vermeleri istenir. Daha sonra öğrencilere bilek güreşi videosu izletilir.

Öğrencilerden videoda birbirini yenmekte zorlanan insanların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler hakkında yorum yapmaları istenir (STEM fen boyutu). Tüm bu beyin fırtınası sonucunda bileşke kuvvet hakkında genel bilgilendirme yapılır.

Problemin Tanıtımı: Deney ve kontrol grubu öğrencilere bu aşamada içinde örnek olay bulunan deney ile ilgili çalışma kâğıtları dağıtılır. Problemle ilgili yönergeler, kapsam ve sınırlılıklar açıkça ifade edilir. Öğrencilerden mevcut problem hakkında kendi aralarında tartışma yapmaları istenir. Son olarak her grubun hipotezler oluşturması istenir.

Ardından problemin araştırılması, tasarıma karar verme ve tasarımı çizme aşamaları bir önceki hafta uygulamasında anlatıldığı gibi aynen tekrarlanır.

Ürün Oluşturma: Bu aşamada kontrol grubu öğrencilerine ağırlıklar, ip ve dinamometreler verilir. Öğrenciler ipin bir ucuna ağırlıkları diğer ucuna ise dinamometreleri farklı açılardan bağlar (STEM fen boyutu). Dinamometreleri aynı yönlü ve zıt yönlü kullanarak düzeneğini hazırlar (STEM mühendislik boyutu). Deney grubuna ise robotik seti verilir. Öğrenciler setler yardımıyla arkasına dinamometre bağlanan robot araç tasarlar (STEM mühendislik boyutu). Bu aşamasında öğrenciler hangi motor ve dişliler kullanarak daha güçlü araç tasarlanacağı ile ilgili tahminlerde bulunur (STEM fen ve teknoloji boyutu). Öğretmen kontrol grubunun tasarımlarını, deney grubunun ise hem tasarımlarını hem de kodlarını inceler ve geri dönütler verir. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara teorik bilgiler verir. Tasarım süreci bittikten sonra kodlama aşamasında sorun yaşayan öğrenciler öğretmen rehberliğinde çözüme yönelik tahminlerde bulunur.



Şekil 3- 15: Bileşke Kuvvet Deneyi Malzemeleri

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir**.**

Ürünü Test Etme: Bu aşamada kontrol grubu öğrencileri aynı yönde bağladığı dinamometrelere ağırlıkları harekete geçirecek kadar kuvvet uygulayarak dinamometredeki değerleri ölçerek tabloya kayıt eder (STEM fen ve matematik boyutu). Daha sonra deney dinamometreler zıt takılarak tekrarlanır ve veriler yeniden tabloya kaydedilir (STEM fen boyutu). Deney grubu öğrencileri ise tasarladıkları robot aracı bir ucu sabitlenmiş dinamometreye takar ve farklı hız güç seçenekleriyle robotu hareket ettirmek için kodlar (STEM matematik ve teknoloji boyutu). Araç hareket etmeye çalıştığında dinamometredeki uzama miktarlarını kaydeder. Aynı olayı farklı güç seçenekleri ile deneyen öğrenciler tüm verilerden tablo yapar(STEM fen ve matematik boyutu). Daha sonra ikili takım kuran gruplar robot araçları birbirine bağladıktan sonra dinamometre denemelerindeki güç seçenekleriyle kodlama yaparak araç çekme oyunu oynar (STEM teknoloji boyutu). Güç ile bileşke kuvvet arasındaki bağıntıyı keşfetmeye çalışır (STEM fen ve matematik boyutu).

Ürünü Geliştirme: Öğrencilere bu aşamada ek görevler verilir. Her iki gruptaki öğrencilerinden dinamometreleri aynı yön ve doğrultuda olmayacak şekilde tutmalarını ve oluşabilecek bileşke kuvvet değerlerini tahmin etmeleri istenir. (STEM matematik ve fen boyutu). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.



Şekil 3- 16: Bileşke Kuvvet Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada kontrol ve deney grupları dinamometrelerde elde ettikleri uzama miktarlarını kıyaslayarak elde ettiği sonuçları, grafikleri ve deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Hipotezi doğrulamak için doğru veri analizi yapan, aynı zamanda en fazla kuvvet uygulayan araç tasarımını yaparak diğer araçlarla olan çekme yarışını kazanan grup

birinci seçilir. Sonuç olarak bileşke kuvvetin ne olduğunu öğrenciler tarafından keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

3.7.6. Yedinci Hafta Uygulamalar

Bu deneyde amaç ışığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfetmektir. Bu etkinliğin deney ve kontrol grupları için oluşturulan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait kazanımları EK-7 ve EK-8'de verilmiştir.

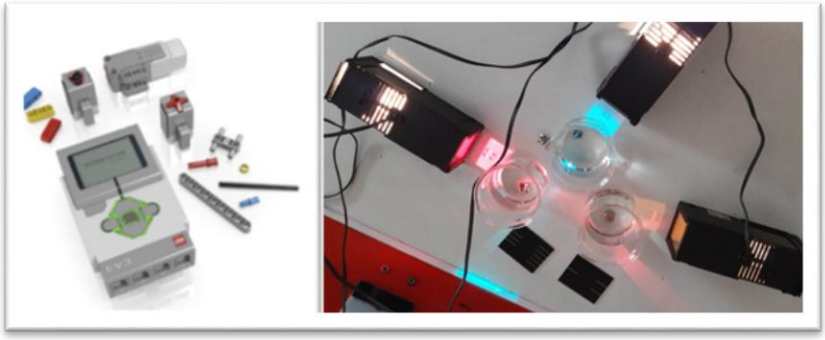
Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere radyometre ile ilgili video izletilir. Radyometrenin yapraklarının neden siyah beyaz olduğu ve dönüş hareketinde siyah ve beyaz rengin etkisinin neler olduğu sorulur. Daha sonra öğrencilere yazlık ve kışlık kıyafetlerindeki renkler sorulur. Bu kıyafetlerdeki renklerin mevsimle ilişkisi sorgulanır (STEM fen boyutu). Son olarak Muğla'nın Bodrum ilçesine ait ev manzarası resimleri gösterilir. Öğrencilere resimlerdeki meşhur Bodrum taş evlerinin renkleriyle ilgili düşüncelerinin neler olduğu sorulur. Tüm bu soru cevap etkinliği sonrasında ışığın soğurulması hakkında genel bilgilendirme yapılır.

Problemin Tanıtımı: Deney ve kontrol grubu öğrencilere bu aşamada içinde örnek olay bulunan deney ile ilgili çalışma kâğıtları dağıtılır. Problemle ilgili yönergeler, kapsam ve sınırlılıklar açıkça ifade edilir. Öğrencilerden mevcut problem hakkında kendi aralarında tartışma yapmaları istenir. Problemin araştırılması ve tasarıma karar verme ve tasarımı çizmeleri istenir. Son olarak her grubun hipotezler oluşturması istenir.

Ardından problemin araştırılması, tasarıma karar verme ve tasarımı çizme aşamaları bir önceki hafta uygulamasında anlatıldığı gibi aynen tekrarlanır.

Ürün Oluşturma: Bu aşamada kontrol grubuna madeni paralar, termometre, kronometre, su ve cam kaplar verilir. Öğrenciler cam kapları ve madeni paraları güneş gören ve görmeyen şekilde düzenek kurar (STEM mühendislik boyutu). Deney grubuna ise robotik setleri verilir. Öğrenciler setler kullanılarak üzerinde renk sensörleri bulunan bir araç tasarlar (STEM mühendislik boyutu). Öğretmen kontrol grubunun deney tasarımlarını, deney grubunun ise hem tasarımlarını hem de kodlamayı inceler ve geri dönütler verir. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında

öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara rehberlik eder. Tasarım süreci bittikten sonra kodlama aşamasında sorun yaşayan öğrenciler öğretmen rehberliğinde çözüme yönelik tahminlerde bulunurlar.

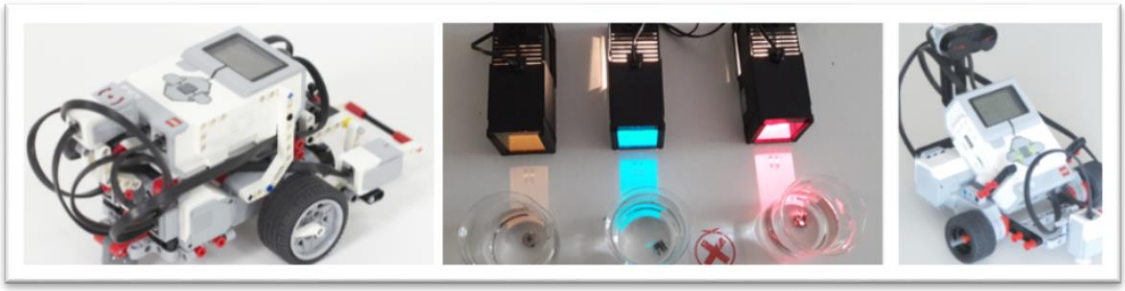


Şekil 3- 17: Soğurma Deneyi Malzemeleri

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir**.**

Ürünü Test Etme: Bu aşamada kontrol grubu öğrencileri aynı sıcaklıklara sahip madeni ve su dolu bardakları güneş gören ve görmeyen yerlere yerleştirir. Daha sonra süreölçer ile 10 dakika ölçtükten sonra madeni paralarının ve bardaktaki suların sıcaklık değerlerini ölçer (STEM fen ve matematik boyutu). Elde ettiği ilk ve son sıcaklık değerlerini tabloya kaydeder (STEM fen ve matematik boyutu). Deney grubu öğrencileri ise üzerinde ışık sensörleri bulunan aracı zemine yapıştırdıkları renkli bantlar üzerine gitmesi için kodlar (STEM teknoloji boyutu). Araç renkli bantlar üzerinde ilerlerken renk sensöründen gelen veriler öğrenciler tarafından kayıt edilir. Aynı deney farklı renk bantlarda tekrarlanır. Elde edilen soğurma verileri ve renkler arasındaki bağıntıyı keşfeder (STEM fen ve matematik boyutu).

Ürün Geliştirme: Öğrencilere bu aşamada ek görevler verilir. Kontrol grubundaki öğrencilerinden cisimlerin üzerlerini farklı renkteki selefon kâğıtları ile kapladıktan sonra sıcaklık değişimlerini tekrardan ölçmeleri ve bu konuda tahmin yürütmelerini ister. (STEM matematik ve fen boyutu). Deney grubu öğrencilerinden ise aynı deneyi bantların üzerine ışık kaynağı tuttuktan sonra tekrar etmelerini ve renk sensöründen gelen verileri daha önceki verilerle kıyaslamalarını ister (STEM matematik ve fen boyutu). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.



Şekil 3- 18: Soğurma Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada kontrol ve deney grupları elde ettikleri verileri ve deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Hipotezi doğrulamak için doğru veri analizi yapan, aynı zamanda ışık sensörünü dışardan gelen ışığa karşı en doğru şekilde tasarlamış ve kalibrasyona gerek kalmadan doğru ölçümler yapan grup birinci seçilir. Sonuç olarak farklı renklerin ışığı soğurma miktarlarının farklı olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

3.7.7. Sekizinci Hafta Uygulamalar

Bu deneyde amaç ışığın farklı yüzeylerde farklı şekilde yansıdığını ve yansımanın kanunları öğrenmektir. Bu etkinliğin deney ve kontrol grupları için oluşturulan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait kazanımları EK-7 ve EK-8'de verilmiştir.

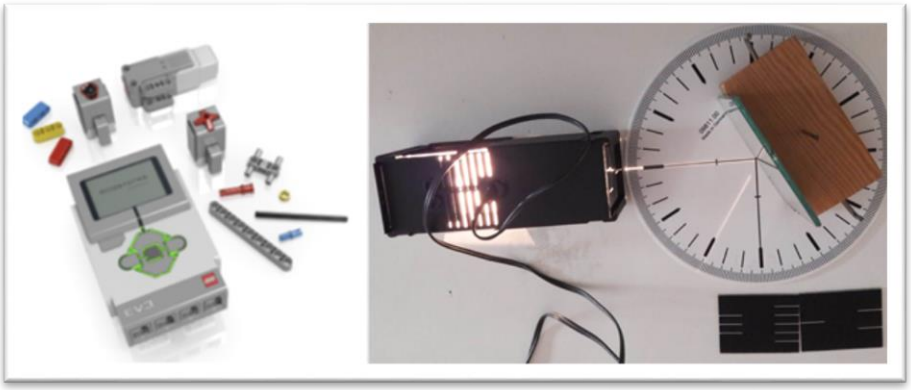
Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere çölde gerçekleşen serap olayı ile ilgili bir video izletilir. Serap olayında aslında göründüğü yerde olmayan su birikintisinin oraya nasıl geldiği konusunda öğrencilerle beyin fırtınası yapılır. Daha sonra öğrencilere mavi ve kızıl gökyüzü fotoğrafları, dağ ve göl manzara fotoğrafları gösterilir ve fotoğraflardaki yansımanın nasıl gerçekleştiği hakkında fikir üretmeleri istenir (STEM fen boyutu) Tüm bu soru cevap etkinliği sonrasında yansıma hakkında genel bilgilendirme yapılır.

Problemin Tanıtımı: Deney ve kontrol grubu öğrencilere bu aşamada içinde örnek olay bulunan deney ile ilgili çalışma kâğıtları dağıtılır. Problemle ilgili yönergeler, kapsam ve sınırlılıklar açıkça ifade edilir. Öğrencilerden mevcut problem hakkında kendi aralarında tartışma yapmaları istenir. Problemin araştırılması ve

tasarıma karar verme ve tasarımı çizmeleri istenir. Son olarak her grubun hipotezler oluşturması istenir.

Ardından problemin araştırılması, tasarıma karar verme ve tasarımı çizme aşamaları bir önceki hafta uygulamasında anlatıldığı gibi aynen tekrarlanır.

Ürün Oluşturma: Bu aşamada kontrol grubu öğrencilerine kareli kâğıt, el feneri, güç kaynağı, açıölçer ve tekli ve üçlü yarıklar verilir. Öğrenciler ışık kaynağı kullanarak tekli ve üçlü yarıklar vasıtasıyla kareli kâğıdın üzerinde bulunan düz aynaya ışık göndermek için düzenek hazırlar (STEM Mühendislik boyutu). Deney grubu öğrencilerine ise robotik seti verilir. Öğrenciler setleri kullanılarak üzerinde renk ve rotasyon sensörleri bulunan bir araç tasarlar (STEM mühendislik boyutu). Öğretmen kontrol grubunun deney tasarımlarını, deney grubunun ise hem deney tasarımlarını hem de kodlamalarını inceler ve geri dönütler verir. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara rehberlik eder. Tasarım süreci bittikten sonra kodlama aşamasında sorun yaşayan öğrenciler öğretmen rehberliğinde çözüme yönelik tahminlerde bulunur.



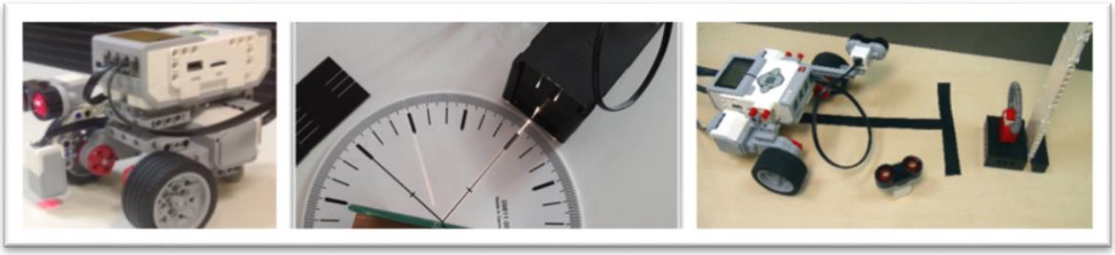
Şekil 3- 19: Yansıma Deneyi Lego Malzemeleri

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir**.**

Ürünü Test Etme: Bu aşamada kontrol grubu öğrencileri ışık kaynağını el fenerine bağlayarak çalıştırır. Elde ettiği paralel ışın demetlerini düz aynaya dik olacak şekilde farklı açılarla gönderir. (STEM fen ve matematik boyutu). Yansıyan ışığı keşfeder. Daha sonra aynı deneyi farklı açılarla ışın göndererek tekrar eder. (STEM matematik ve fen boyutu). Deney grubu öğrencileri ise ellerinde bulunan lazeri bir

aynaya tutarlar ve yansımasını inceler. Daha sonra ellerindeki siyah bant ile aynaya giden lazer ışınının ve aynadan yansıyan lazer ışınının izlediği yolu işaretler. Sonrasında öğrenciler üzerinde ışık ve rotasyon sensörleri bulunan aracı zemine yapıştırdıkları renkli bantları takip edecek şekilde kodlar (STEM teknoloji boyutu). Kodlama sonrasında araç hareket ederken bilgisayarda kayıt edilen rotasyon verilerini kaydedilir. Aynı deney lazeri farklı açılardan ayna üzerine tutarak tekrar edilir. Tüm bu rotasyon verilerinden gelen ışın, yansıyan ışın, gelme açısı ve yansıma açısı arasındaki bağıntı keşfedilir (STEM fen ve matematik boyutu).

Ürün geliştirme: Öğrencilere bu aşamada ek görevler verilir. Kontrol grubundaki ellerindeki düz aynaya dik olacak şekilde ışın yollamalarını ve yansıyan ışınla gelen ışın arasındaki açıyı bulmalarını ister (STEM matematik ve fen boyutu). Deney grubu öğrencilerinden ise robotun takip ettiği siyah bantın üzerine ara ara sarı, kırmızı , beyaz ve mavi bantlar yapıştırmalarını ve renk sensöründen gelen verileri ve robotun hareketini izlemelerini ister (STEM matematik ve fen boyutu). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.



Şekil 3- 20: Yansıma Deneyi Öğrenci Tasarım Örnekleri

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada deney ve kontrol grupları gruplar elde ettikleri verilerini kullanarak keşfettikleri yansıma kurallarını, deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Hipotezini ispatlamak için doğru analiz yapmış, elde ettiği verilerle bunu gösterebilmiş olan grup birinci ilan edilir. Sonuç olarak yansıma kanunları keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

3.7.8. Dokuzuncu Hafta Uygulamalar

Bu hafta deney ve kontrol grubu öğrencileri ile dokuz haftalık süreç boyunca yaptıkları deney etkinlikleri değerlendirilmiştir. Son olarak STEM, FÖYMÖ ve ABT son testleri uygulanmıştır.

3.7.9. Onuncu, On Birinci, On İkinci ve On Üçüncü Hafta Uygulamalar

Bu aşamada deney ve kontrol grubu öğrencileri yer değiştirmiştir. Kinetik Enerji, Sürat ve Bileşke kuvvet deneyleri öğrencilere yeniden uygulanmıştır. Deney grubu öğrencileri aynı deneyleri klasik fen laboratuvarında daha önce kontrol grubunda yapıldığı gibi yapmıştır. Uygulama sonrasında öğrencilere Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi (LEDA) ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak çalışma tamamlanmıştır.

3.8. VERİLERİN ANALİZİ

Araştırmadaki nicel verilerin analizinde SPSS 21 programından yararlanılmıştır. Öncelikle her iki grubun ön test son test puanları için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri ile betimsel istatistikler incelenmiştir. Sonrasında ise klasik laboratuvar etkinliklerine ve robotik laboratuvar etkinliklerine dayalı fen deneylerinin karşılaştırmalı olarak 7. sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve akademik başarılarına etkisinin belirlenmesi için ANCOVA uygulanmıştır. ANCOVA testi yapılmadan önce analiz için sağlanması gereken varsayımların belirlenmesi için aşağıdaki işlemler sıra ile yapılmıştır.

ANCOVA'nın ilk şartı normal dağılımlı olmadır. Bu sebeple önce deney ve kontrol gruplarından ayrı ayrı elde edilen STEM Tutum Ölçeği alt boyutları, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği alt boyutları ve Başarı Testi ön test son test puanlarının normal dağılımlı olup olmadığını belirlemek için "çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayıları" hesaplanmıştır.

Tablo 3- 10: Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test Ölçümlerine Ait Çarpıklık Ve Basıklık Katsayıları

Grup	Ölçek	Alt Boyut	Çarpıklık	Basıklık
Kontrol	STÖ	Fen	-.238	-.610
		Teknoloji	.071	-.839
		Mühendislik	-.568	-.074
		Matematik	-.658	1.387
	FÖYMÖ		-.692	-.245
	ABT		-.488	-.617
Deney	STÖ	Fen	-.245	-.672
		Teknoloji	.572	.012
		Mühendislik	.015	-.142
		Matematik	-.098	-.891
	FÖYMÖ		.057	-1.480
	ABT		-.513	-.279

ANCOVA' nın normallik varsayımı için, deney ve kontrol gruplarından alınan STEM Tutum Ölçeği, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği ve Akademik Başarı Testi ön test puanlarının normal dağılıma uygunluğu "çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis)" katsayı değerlerine göre incelendiğinde; bu değerlerin -2 ve +2 arasında olduğu durumlarda dağılımın normal olarak kabul edildiği bilinmektedir.

Tablo 3- 11: Kontrol ve Deney Gruplarının Son Test Ölçümlerine Ait Çarpıklık Ve Basıklık Katsayıları

Grup	Ölçek	Alt Boyut	Çarpıklık	Basıklık
Kontrol	STÖ	Fen	-.507	.577
		Teknoloji	-.658	1.387
		Mühendislik	.071	-.839
		Matematik	-.997	.913
	FÖYMÖ		-.385	-.009
	ABT		-.355	-.179
Deney	STÖ	Fen	-.741	.939
		Teknoloji	.487	.424
		Mühendislik	-1.087	.475
		Matematik	-.088	-.061
	FÖYMÖ		-.274	-.635
	ABT		-.355	-.179

ANCOVA' nın normallik varsayımı için, deney ve kontrol gruplarından alınan STEM Tutum Ölçeği, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği ve Akademik Başarı Testi son test puanlarının normal dağılıma uygunluğu "çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis)" katsayı değerlerine göre incelendiğinde; bu değerlerin -2 ve +2

arasında olduğu durumlarda dağılımın normal olarak kabul edildiği bilinmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2015).

ANCOVA analizinin varsayımlarından bir diğeri ise bağımlı değişkenlere ait puanların varyanslarının homojenliği olan Levene testidir (Can, 2016). Deney ve Kontrol gruplarından ayrı ayrı elde edilen STEM Tutum Ölçeği, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği ve Akademik Başarı Testi son test puanlarının varyans homojenliği sonuçları Tablo 3-12'de verilmiştir.

Tablo 3- 12: Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Ölçümlerine Ait Levene Testi Sonuçları

Ölçek	Alt Boyut	F	P
STEM Tutum Ölçeği	Fen	6.510	.749
	Teknoloji	3.375	.082
	Mühendislik	.698	.076
	Matematik	.487	.091
Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği		4.527	.271
Akademik Başarı Testi		5.648	.175

Kontrol ve deney gruplarından ayrı ayrı elde edilen STEM Tutum Ölçeği alt boyutları, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği ve Başarı Testi son test puanlarının varyanslarının homojenliği varsayımı sonucu yapılan Levene testi sonucunda testin sonuçların anlamlı düzeyde olmaması ($p>0.05$) homojenliğin tüm bağımlı değişkenler için gerçekleştiğini göstermektedir (Seçer, 2015).

ANCOVA analizinin diğer şartı ise bağımlı değişken ile kontrol değişeni arasındaki regresyondur (Can, 2016). Bu doğrusal ilişkiye bakmak için kontrol ve deney gruplarında elde edilen STEM Tutum Ölçeği alt boyutları, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği ve Akademik Başarı Testi ön test ve son testlerinden elde edilen puanlar arasındaki regresyonun anlamlı olup olmadığının test edilmesi amacıyla doğrusal regresyon analizi yapılmıştır.

Tablo 3- 13: Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test ve Son Test Ölçümlerine Ait Basit Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları

Ölçek	Alt Boyut	Grup	N	r	p
STÖ	Fen	Kontrol	48	.342	.045
		Deney	48	.555	.001
	Teknoloji	Kontrol	48	.467	.033
		Deney	48	.731	.000
	Mühendislik	Kontrol	48	.460	.028
		Deney	48	.456	.001
	Matematik	Kontrol	48	.385	.040
		Deney	48	.562	.001
FÖYMÖ		Kontrol	48	.761	.000
		Deney	48	.644	.000
ABT		Kontrol	48	.403	.039
		Deney	48	.562	.002

STEM Tutum Ölçeği, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği ve Akademik Başarı Testi ön test ve son testlerinden elde edilen puanlar arasındaki regresyonun anlamlı olup olmadığının test edilmesi amacıyla doğrusal regresyon analizi sonucunda kontrol ve deney grupları arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ve ($p<.05$) doğrusal bir ilişkinin olmadığı görülmüştür.

Son olarak regresyon doğrularının eğimlerinin homojenliği varsayımını test etmek amacıyla bağımsız değişken ile STEM Tutum Ölçeği alt boyutları, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon ölçeği, Başarı testi ön test puanlarının ortak etkisini (GrupXÖn test) gösteren ANCOVA analizi yapılmıştır.

Tablo 3- 14: Başarı Testi Ön Test Puanlarının Ortak Etkisini (Grupxön Test) Gösteren ANCOVA Analizi

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	97.401	1	97.401	.831	.353
Ön ABT	982.935	1	982.935	8.885	.004
Grup * Ön-ABT	341.839	1	341.839	3.055	**.084**
Hata	10293.728	92	111.888		
Toplam (Düzeltilmiş)	12423.958	95			

Regresyon doğrularının eğimlerinin homojenliği için yapılan ANCOVA sonuçlarına göre, öğrencilerin akademik başarı testi son test puanları üzerinde GrupXÖn-ABT ortak etkisinin anlamlı olmadığı görülmektedir (F(1-95)=.831, p>0.05). Sonuç olarak tablodan regresyon doğrularının eğimlerinin homojen olduğu görülmektedir.

Tablo 3- 15: Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ön Test Puanlarının Ortak Etkisini (Grupxön test) Gösteren ANCOVA Analizi

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	70. 705	1	70.705	1.086	.300
Ön FÖYMÖ	14548.184	1	14548.184	223.450	.000
Grup * Ön FÖYMÖ	.048	1	.048	.001	**.978**
Hata	5989.848	92	65.107		
Toplam (Düzeltilmiş)	21647.240	96			

Regresyon doğrularının eğimlerinin homojenliği için yapılan ANCOVA sonuçlarına göre, öğrencilerin Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon testi son test puanları üzerinde GrupXÖn-FÖYMÖ ortak etkisinin anlamlı olmadığı görülmektedir (F(1-96)=1.086, p>0.05). Sonuç olarak tablodan regresyon doğrularının eğimlerinin homojen olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3- 16: STEM Tutum Ölçeği Ön Test Puanlarının Ortak Etkisini (Grupxön test) Gösteren ANCOVA Analizi

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	1.182	1	1.182	.020	.889
STEM Fen ÖN	8022.674	1	8022.674	132.618	.000
Grup * STEM fen Ön	.305	1	.305	.005	**.944**
Hata	5565.520	92	60.495		
Toplam (Düzeltilmiş)	14236.740	96			

Regresyon doğrularının eğimlerinin homojenliği için yapılan ANCOVA sonuçlarına göre, öğrencilerin STEM Tutum Ölçeği son test puanları üzerinde GrupXÖn-STÖ ortak etkisinin anlamlı olmadığı görülmektedir ($F_{1-96}=1.182$, $p>0.05$). Sonuç olarak tablodan regresyon doğrularının eğimlerinin homojen olduğu öğrenilmiştir.

Yukarıda bahsedilen işlemler doğrultusunda, tüm temel varsayımlar tüm değişkenler için sorgulandıktan sonra ANCOVA yapılması için gerekli varsayımların karşılandığı görülmektedir. Araştırmadan edilen veriler 0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiş ve sonuçlar bulgular bölümünde sunulmuştur. Çalışmaya ait dördüncü araştırma sorusunun yanıtlanabilmesi için frekans ve yüzde değerleri dikkate alınmıştır. Nitel verilerin analizi için ise içerik analizi yapılmıştır. Veriler analiz edilirken öğrencilerin isimleri verilmemiş bunun yerine kontrol grubu K1-K16, deney grubu ise D1-D16 arasında kodlanmıştır. Elde edilen veriler belirlenen temalara göre özetlenmiş ve yorumlanmıştır.

BÖLÜM IV: BULGULAR

Bu bölümde 7. sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına, akademik başarılarına ve laboratuvar etkinlikleri hakkındaki görüşlerine yönelik elde edilen bulgularla ilgili betimsel, çıkarımsal istatistikler ve betimsel analizler yer almaktadır.

4.1. STEM TUTUM TESTİNE YÖNELİK BULGULAR

4.1.1. STEM Tutum Ölçeğine İlişkin Betimsel İstatistikler

Bu bölümde 7. sınıf öğrencilerinin STEM Tutum Ölçeği'ne yönelik bulgular kapsamındaki betimsel istatistikler sunulmaktadır. Tablo 4-1'de deney ve kontrol gruplarında "STEM Tutum Ölçeği" (STÖ) ön test ve son test puan ortalamalarının gruplar arası karşılaştırması, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri görülmektedir.

Tablo 4- 1: STÖ Ön Test ve Son Test Puanları İçin Betimsel İstatistikler

	N	**X**	**SS**	**Min**	**Max**
Ön-STÖ					
Deney	48	94.60	11.17	70	115
Kontrol	48	94.06	9.84	65	115
Son-STÖ					
Deney	48	104.00	9.01	80	119
Kontrol	48	97.31	11.85	65	117

Tablo 4-1 incelendiğinde uygulama öncesinde deney grubu STÖ puan ortalaması (X=94.60), kontrol grubu STÖ puan ortalaması (X= 94.06) yakın bulunmuştur. Uygulama sonrasında ise, deney grubu STÖ puan ortalaması (X=104.00) kontrol grubu puan ortalamasına (X=97.31) göre yüksek olduğu bulunmuştur. Yani uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarında artış varken, kontrol grubunda bu artış nispeten düşüktür.

Uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarının son test ve ön test puan ortalamalarındaki farkı gösteren kazanım puanları Tablo 4-2'de verilmiştir. Buna göre; STÖ puanları açısından, deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. (X_{fark}=6.15)

Tablo 4- 2: STÖ Açısından Grupların Kazanç Puanları

	Gruplar	Kazanım Puanları (Son test-Ön test)
STÖ	Deney	9.4
	Kontrol	3.25

Öte yandan uygulama öncesinde 7. sınıf öğrencilerinin STÖ cevaplarına bakıldığında; hem deney hem de kontrol grubunda *"Matematikte üst düzey çalışmalar yapabileceğime inanıyorum.", "Matematikte iyi notlar alabilirim.", "Gelecekteki çalışmalarım için fene ihtiyacım olacak.", "Gelecekteki çalışmalarımda yaratıcılık ve yenilik kullanmak istiyorum.", "Mühendislikle ilgili bir kariyerde başarılı olabileceğime inanıyorum."* gibi soruların puanlarının 5 üzerinden 2 puan olduğu görülmüştür. Uygulama sonunda ise özellikle deney grubunda yukarıda verilen sorularda puanların orta düzeyin üstünde olacak şekilde değiştiği, bu artışın robotik destekli fen deneyleri yapan deney grubunda daha belirgin olduğu görülmüştür.

Kullanılan yöntemin öğrencilerin STÖ son test puanları (birinci bağımlı değişen) üzerindeki etkilerini incelemek için (Hipotez-1) yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4-3'de verilmiştir.

H1: Teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney etkinlikleri, öğrencilerin STEM'e yönelik olumlu tutum oluşturmasında klasik laboratuvar malzemeleriyle yapılmış STEM etkinliklerine kıyasla daha etkilidir.

Tablo 4- 3: Grupların STEM Tutum Ölçeği Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları Arasında Anlamlı Farklılık İçin Yapılan ANCOVA Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	Sd	KO	F	p	η2
Ön Test Puanı (reg)	8502.90	1	8502.90	142.07	.000	.604
Grup	235.89	1	235.89	3.94	.050	.041
Hata	5565.82	93	59.84			
Toplam	924693.00	96				

KT: Kareler toplamı, Sd: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, η2: Etki büyüklüğü

Tablo 4-3 incelendiğinde, Hipotez-1 reddedilmiştir. Öğrencilerin STEM'e yönelik tutum geliştirilmesinde klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle yapılan STEM fen deneylerinin, teknoloji destekli blok tabanlı robot setleriyle yapılan STEM fen deneylerine göre anlamlı bir üstünlüğünün olmadığı görülmektedir ($F=3.94$; $p>0.05$).

4.2. FEN ÖĞRENMEYE YÖNELİK MOTİVASYON ÖLÇEĞİ BULGULAR

4.2.1 Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğine İlişkin Betimsel İstatistik

Bu bölümde 7. sınıf öğrencilerinin Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği bulguları kapsamındaki betimsel istatistikler sunulmaktadır. Tablo 4-4'de deney ve kontrol gruplarında "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği" (FÖYMÖ) ön test ve son test puan ortalamalarının gruplar arası karşılaştırması, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri görülmektedir.

Tablo 4- 4: FÖYMÖ Ön Test ve Son Test Puanları İçin Betimsel İstatistikler

	N	X	**SS**	**Min**	**Max**
Ön-FÖYMÖ					
Deney	48	64.27	12.71	45	80
Kontrol	48	67.08	11.61	45	90
Son-FÖYMÖ					
Deney	48	78.02	16.03	45	100
Kontrol	48	71.58	13.49	45	90

Tablo 4-4'de göre uygulama öncesinde deney grubu FÖYMÖ puan ortalaması (X=64.27), kontrol grubu FÖYMÖ puan ortalaması (X= 67.08) yakın bulunmuştur. Yani gruplar arası fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarının uygulama öncesinde birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, deney grubu FÖYMÖ puan ortalaması (X=78.02) kontrol grubu puan ortalamasına (X=71.58) göre yüksek olduğu bulunmuştur. Yani uygulama sonrasında hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarında artış görülmüştür fakat deney grubundaki artış kontrol grubuna göre nispeten daha fazla olmuştur.

Deney etkinlikleri sonrasında deney ve kontrol gruplarının son test ve ön test puan ortalamalarındaki farkı gösteren kazanım puanları Tablo 4-5'te verilmiştir. Buna göre; FÖYMÖ puanları açısından, deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. (X_{fark}=7.25)

Tablo 4- 5: FÖYMÖ Açısından Grupların Kazanç Puanları

	Gruplar	**Kazanım Puanları (Son test-Ön test)**
FÖYMÖ	Deney	13.75
	Kontrol	6.5

Öte yandan uygulama öncesinde 7. sınıf öğrencilerinin FÖYMÖ cevaplarına bakıldığında; hem deney hem de kontrol *grubunda "Öğretmenin sınıfta anlattığı*

bilgilerden daha fazlasını araştırmak isterim.", "Yüksek not aldığımda öğretmeninim sınıfta bunu ilan etmesini isterim.", "Fen dersinde gösterdiğim çabaların öğretmenim tarafından takdir edilmesini isterim.", "Öğretmenimin konuyu öğretirken detaylı açıklama yapmasını isterim.", "Grup etkinliği yaparken arkadaşlarımın çalışmak için beni seçmelerini isterim." gibi soruların puanlarının orta düzeyde (5 üzerinden 3) olduğu görülmüştür. Uygulama sonunda ise özellikle deney grubunda yukarıda verilen sorularda puanların orta düzeyin üstünde olacak şekilde değiştiği, bu artışın robotik destekli fen deneyleri yapan deney grubunda daha belirgin olduğu belirlenmiştir.

Kullanılan yöntemin öğrencilerin Son-FÖYMÖ puanları (ikinci bağımlı değişen) üzerindeki etkilerini incelemek için (Hipotez-2) yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4-6'da verilmiştir.

H2: Teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney etkinlikleri, öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyon kazanmasında klasik laboratuvar malzemeleriyle yapılmış STEM etkinliklerine kıyasla daha etkilidir.

Tablo 4- 6: Grupların Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları Arasında Anlamlı Farklılık İçin Yapılan ANCOVA Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	Sd	KO	F	p	η2
Ön Test puanı (reg)	9897	1	9897	227.656	.000	.710
Grup	1209.872	1	1209.872	27.828	.000	.230
Hata	4043.357	93	43.477			
Toplam	428225.000	96				

KT: Kareler toplamı, Sd: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, η2: Etki büyüklüğü

Tablo 4-6 incelendiğinde, Hipotez-2 doğrulanmıştır. Teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleri ile yapılan STEM fen deneylerinin klasik fen laboratuvar malzemeleri ile yapılan STEM fen deneylerine göre öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonun geliştirilmesinde birbirlerine göre anlamlı bir üstünlüğünün olduğu görülmektedir ($F=27.828$; $p<0.05$). Bulunan eta-kare değeri, Cohen d etki büyüklüğü indeksine göre değerlendirildiğinde; sonuçlar, gruplar üzerinde uygulanan deneysel işlemin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyon test puanları

üzerinde orta düzeyde etkiye (η2=0.230) sahip olduğunu ve bağımlı değişkendeki değişimin %23'ünün uygulanan yöntemden kaynaklandığını belirtmektedir. Araştırmada uygulanan klasik fen laboratuvar malzemeleri ile yapılan STEM deney etkinliklerinin ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deneylerinin hangisinin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını geliştirmede daha etkili olduğunu belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 4-7'de verilmiştir.

Tablo 4- 7: FÖYMÖ Açısından Grupların İkili Karşılaştırma Sonuçları

Puan	**Gruplar**	**N**	**X**	**SS**	**SH_x**	**t testi**		
						t	**Sd**	**p**
FÖYMÖ (Son Test)	Kontrol	48	71.58	13.49	1.94	-6.437*	94	.036
	Deney	48	78.02	16.03	2.31			

*p<.05

Tablo 4.7'ye göre deney grubunda uygulanan teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleri destekli STEM fen deneylerinin, kontrol grubunda uygulanan klasik fen laboratuvar malzemeleri destekli STEM fen deney etkinliklerine kıyasla öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarının artmasında daha etkili olduğu görülmektedir.

4.3. AKADEMİK BAŞARI TESTİ BULGULAR

4.3.1 Akademik Başarı Testine İlişkin Betimsel İstatistik

Bu bölümde 7. sınıf öğrencilerinin Akademik Başarı Testi'ne yönelik bulgular kapsamındaki betimsel istatistikler sunulmaktadır. Tablo 4-8'de deney ve kontrol gruplarında "Akademik Başarı Testi" (ABT) ön test ve son test puan ortalamalarının gruplar arası karşılaştırması, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri görülmektedir.

Tablo 4- 8: ABT Ön Test ve Son Test Puanları İçin Betimsel İstatistikler

	N	X	**SS**	**Min**	**Max**
Ön-ABT					
Deney	48	45.62	15.42	10	70
Kontrol	48	44.06	14.24	10	65
Son-ABT					
Deney	48	73.85	12.12	40	90
Kontrol	48	68.43	10.11	45	80

Tablo 4-8 incelendiğinde uygulama öncesinde deney grubu ABT puan ortalaması (X=45.62), kontrol grubu ABT puan ortalaması (X= 44.06) yakın

bulunmuştur. Yani gruplar arası akademik başarının uygulama öncesinde birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, deney grubu ABT puan ortalaması (X=73.85) kontrol grubu puan ortalamasına (X=68.43) göre yüksek olduğu bulunmuştur. Yani uygulama sonrasında hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarılarında artış görülmüştür.

Uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarının son test ve ön test puan ortalamalarındaki farkı gösteren kazanım puanları Tablo 4-9'da verilmiştir. Buna göre; ABT puanları açısından, deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. (X_{fark}=3.86)

Tablo 4- 9: ABT Açısından Grupların Kazanç Puanları

	Gruplar	**Kazanım Puanları (Son test-Ön test)**
ABT	Deney	28.23
	Kontrol	24.37

Uygulama öncesinde 7. sınıf öğrencilerinin ABT yanıtlarına bakıldığında öğrencilerin testte bulunan sürat ile ilgili kazanım içeren 2. ve 5. sorulara, sürtünme kuvveti kazanımı içeren 4. soruya, kuvvet ile ilgili kazanımlar içeren 10. ve 11. sorulara ve ışığın soğurulması ve yansıması ile ilgili kazanımlar içeren 17. ve 18. sorulara yanlış yanıt verdikleri görülmüştür. Fakat uygulama sonrasında aynı sorulara özellikle teknoloji destekli blok tabanlı robot setleriyle STEM den deneyleri yapan robotik deney grubu öğrencilerin ve klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle STEM fen deneyleri yapan kontrol grubu öğrencilerinin doğru yanıtlar verdiği görülmüştür. Fakat deney grubundaki doğru artışının kontrol grubuna göre biraz daha belirgin olduğu saptanmıştır.

Kullanılan yöntemin öğrencilerin Son-ABT puanları (üçüncü bağımlı değişen) üzerindeki etkilerini incelemek için (Hipotez-3) yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4-10'da verilmiştir.

H3: Teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney etkinlikleri, öğrencilerin akademik başarılarını artırmada klasik laboratuvar malzemeleriyle yapılmış STEM etkinliklerine kıyasla daha etkilidir.

Tablo 4- 10: Grupların Fen Öğrenmeye Akademik Başarı Testi Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları Arasında Anlamlı Farklılık İçin Yapılan ANCOVA Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	Sd	KO	F	p	η2
Ön Test	1084.225	1	1084.225	9.481	.003	.093
Grup	612.557	1	612.557	5.356	.023	.054
Hata	10635.566	93				
Toplam	498350.000	96				

KT: Kareler toplamı, sd: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, η2: Etki büyüklüğü

Tablo 4-10 incelendiğinde, Hipotez-3 doğrulanmıştır. Klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle yapılan STEM fen deneyleri ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deneylerinin öğrencilerin akademik başarısının artmasında birbirlerine göre anlamlı bir üstünlüğünün olduğu görülmektedir ($F=5.356$; $p<0.05$). Eta-kare değeri ($\eta2=0.54$) ise orta düzeyde bir etki olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmada uygulanan klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle yapılan STEM fen deneyleri ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setiyle yapılan STEM fen deneylerinin hangisinin öğrencilerin akademik başarılarını geliştirmede daha etkili olduğunu belirlemek için uygulanan t-testi sonuçları Tablo 4-11'de verilmiştir.

Tablo 4- 11: ABT Açısından Grupların İkili Karşılaştırma Sonuçları

Puan	Gruplar	N	X	SS	SH_x	t testi		
						t	Sd	p
ABT (Son Test)	Kontrol	48	73.85	10.11	1.45	-2.377*	96	.020
	Deney	48	68.43	12.12	1.75			

*p<.05

Tabloya 4-11'e göre deney grubunda yapılan teknoloji destekli blok tabanlı robotik seti ile yapılan STEM fen deneylerinin diğer uygulamaya kıyasla öğrencilerin akademik başarılarının artmasında daha etkili olduğu görülmektedir.

4.4. ÖĞRENCİLERİN DENEY ETKİNLİKLİKLERİNE AİT GÖRÜŞLERİ

Bu bölümde araştırmanın dördüncü alt problemine yanıt aramak için 7. sınıf öğrencilerinin laboratuvar etkinlikleri değerlendirme anketine yönelik bulgular kapsamındaki betimsel istatistikler incelenmiştir. Ayrıca öğrenciler yapılan yarı

yapılandırılmış görüşmeler sonucunda elde edilen veriler nitel bulgular görüşme sorularına uygun tema ve kodlar altında incelenerek analiz edilmiştir.

4.4.1. Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketine İlişkin Betimsel İstatistik

Bu bölümde araştırmanın dördüncü alt problemine yanıt aramak için 7. sınıf öğrencilerinin laboratuvar etkinlikleri değerlendirme anketine yönelik bulgular kapsamındaki yüzde ve frekans değerleri analiz edilmiştir. Ankette "Genel Görüş", "Öğrenmeye Katkı", "Öğrenciye Katkı" ve "Programın Getirileri" olmak üzere dört kısım bulunmaktadır.

Tablo 4- 12: Öğrencilerin Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi Genel Görüş Frekans ve Yüzde Analizi

	Genel Görüş	**Robotik**		**Klasik**	
	Hangi laboratuvar etkinlikleri……	**Frekans**	**%**	**Frekans**	**%**
1.	yapmak daha çok hoşunuza gitti?	72	75	24	25
2.	daha etkili bir öğrenme ortamı sağladı?	68	71	28	29
3.	bilişsel alan basamakları olan bilgi, kavrama uygulama, analiz ve sentezi kullanmanda daha etkili oldu?	55	57	41	43
4.	yapmak daha zordu?	68	71	28	29
5.	daha kısa sürede tamamlandı?	28	29	68	71
6.	veri toplamada daha kolaylık sağladı?	81	**84**	15	16
7.	derse daha aktif katılımını sağladı?	82	85	14	15
8.	dersi daha ilgi çekici hale getirdi?	80	**83**	16	17

Öğrencilerinin laboratuvar etkinlikleri hakkındaki görüşlerinin alınması amacıyla uygulanan anketin bu bölümünde öğrencilerin %84'ü deney verilerinin toplanmasında robotik etkinliklerinin daha etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin %83'ü robotik etkinliklerinin derse daha ilgi çekici hale getirdiğini düşündüklerini belirtmiştir. Son olarak öğrencilerin %71'i klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle yapılan STEM fen etkinliklerinin daha kısa sürede tamamlandığını ifade etmiştir.

Tablo 4- 13: Öğrencilerinin Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi Öğrenmeye Katkı Frekans ve Yüzde Analizi

	Öğrenmeye Katkı				
		Robotik		**Klasik**	
	Hangi laboratuvar etkinlikleri....	**Frekans**	**%**	**Frekans**	**%**
9.	Kavramları daha kolay öğrenmene yardımcı oldu?	65	68	31	32
10.	Öğrenmeyi kalıcı ve eğlenceli hale dönüştürdü?	81	**84**	15	16
11.	Derse daha iyi konsantre olmanı sağladı?	60	63	36	37
12.	Dersi daha planlı ve organize bir hale getirdi?	69	**72**	27	28
13.	Bilimsel süreç becerilerinizi (gözlem yapma, sınıflandırma, veri toplama, verileri kaydetme, sonuç çıkarma, hipotez kurma gibi beceriler) geliştirmende daha etkili oldu?	71	74	25	26
14.	Konuya olan ilginin ve motivasyonunun daha fazla artmasına neden oldu?	58	60	38	40
15.	Dersi monotonluktan daha fazla kurtardı?	64	**67**	32	33
16.	Soyut kavramların öğrenilmesinde daha etkili oldu?	63	66	33	34
17.	Günlük hayatla ilişki kurmanda fazlaca etkili oldu?	54	**56**	42	44
18.	Arkadaşlarınızla tartışmana, bilgi alışverişinde bulunmana daha fazla imkân verdi?	63	66	33	34
19.	Öğretmen ve öğrenciyi arasındaki etkileşimin daha güçlü olmasını sağladı?	65	68	31	32
20.	Öğrenmeyi daha az kaygılı ve stresli hale dönüştürdü?	47	49	49	51

Etkinliklerin öğrenmeye katkısının belirlendiği anketin bu bölümünde öğrenciler olumlu soruların çoğunda robotik seçeneğini işaretlemişlerdir. Öğrencilerin %84'ü robotik destekli etkinliklerin diğer uygulamaya kıyasla öğrenmeyi daha kalıcı hale dönüştürdüğünü belirtmiş. Robotik destekli deney etkinlikleri dersi monotonluktan kurtardı diyenlerin oranı ise %67'dir. Öğrenmeyi daha az kaygılı ve stresli hale dönüştürme noktasında ise öğrenciler arasında net bir görür ortaya çıkmamıştır.

Tablo 4- 14: Öğrencilerinin Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi Öğrenciye Katkı Frekans ve Yüzde Verileri

	Öğrenciye Katkı	**Robotik**		**Klasik**	
	Hangi laboratuvar etkinlikleri……gelişmesine daha fazla katkıda bulundu?	**Frekans**	**%**	**Frekans**	**%**
21.	kişisel becerilerinin	56	58	40	42
22.	eleştirel beceri yeteneğinin	75	78	21	22
23.	iletişim becerilerinin	70	73	26	27
24.	yaratıcılık becerilerinin	85	**89**	11	11
25.	çıkarım yapma becerilerinin	66	69	30	31
26.	hayal gücünün	83	**86**	13	16
27.	gözlem yapma becerilerinin	60	63	36	37
28.	zihinsel becerilerinin	87	**91**	9	9
29.	yorum yapma yeteneğinin	54	56	42	44
30.	fikir üretme yeteneğinin	75	78	21	22
31.	fene olan ilginin	72	75	24	25
32.	matematiğe olan ilginin	50	52	46	48
33.	teknolojiye olan ilginin	88	**92**	8	8
34	mühendisliğe olan ilgini	85	**89**	11	11

Etkinliklerin öğrenciye katkısının sorulduğu bu bölümde öğrencilerin %89'u yaratıcılık becerilerinin, %86'sı hayal güçlerinin, %91'i zihinsel becerilerinin, %92'si teknolojiye olan ilgilerinin ve son olarak %89'u mühendisliğe olan ilgilerinin artmasında robotik etkinliklerine dayalı etkinlerin daha etkili olduğunu vurgulamıştır. Fakat matematik dersine ilgilerinin ve yorum yapma becerilerinin artmasını sağlayan etkinlikler noktasında ise öğrenciler arasında kesin bir görüş ortaya çıkmamıştır.

Tablo 4- 15: Öğrencilerinin Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketi Programın Getirileri Frekans ve Yüzde Verileri

	Programın Getirileri				
	Gelecekte……	**Robotik Frekans**	**%**	**Klasik Frekans**	**%**
35.	öğretmen olsan, fen deneylerini öğrencilerine hangi laboratuvarda yaptırmak istersin?	64	67	32	33
36.	imkân bulursan hangi laboratuvarı kullanarak çalışmalarına devam etmek istersin?	73	**76**	22	24
37.	fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında meslek seçmende hangi laboratuvardaki etkinlikler sizi daha fazla etkiledi?	83	**86**	13	14

Etkinliklerin geleceğe etkilerinin araştırıldığı bu bölümde öğrencilerin % 76'sı etkinlikleri robotik laboratuvarında yapmaya devam etmek istediğini belirtmiş ve sadece %33'ü öğretmen olduğunda öğrencilerine fen deneylerini fen laboratuvarında yaptırmak istediğini belirtmiştir. Son olarak STEM disiplin alanlarında bir meslek seçmelerinde robotik etkinlikleri daha etkili oldu diye görüş bildirenlerin oranı ise % 86'dır.

4.4.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna İlişkin Betimsel Analiz

Bu bölümde deney ve kontrol grubundan rastgele seçilen 16 öğrenci ile yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Toplanan veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi sonucunda elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4- 16: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Destekli Fen Laboratuvar Etkinliklerinin Klasik Laboratuvar Etkinliklerine Göre Avantajlarına Yönelik Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema	**Kategori**	**Alt kategori**	**Örnek İfadeler**	**F**	**%**
Avantaj	Öğrenme	Konuyu Anlama	"Robotik sayesinde daha iyi öğrendiğimi düşünüyorum" (K7)	15	93.75
		Kalıcı Öğrenme	"Uygun tasarımı yapmak için sürekli denedik. Bu konuyu çok iyi öğrendiğimi düşünüyorum" (D11)	3	18.75
		Geri Bildirim Alma	"Robot görevi yapamayınca hata verdi. Bizde hemen hatayı bulup düzelttik. Dolayısıyla bize çok yardımcı oldu."(K3)	2	12.5
			"Bende robotik etkinliklerini sevdim. Bir kere daha eğlenceli geldi bana. Başarılı olmamızı da sağlıyor. Mesela ben önce robotu çalıştıramadım fakat sonra deneyerek buldum doğrusunu.		

	İşbirlikçi Öğrenme	Aktif Katılım	Böylece derse aktif şekilde katılım yapmış oldum.” (D9)	12	75
	Motivasyon	Eğlenceli Olma	“Robotu kullanırken ise hiç sıkılmadık. Komik tasarımlar yaptık. Çok eğlenceli geçti ders.” (K7)	8	50

Tablo 4-16 incelendiğinde öğrencilerin robotik destekli deney uygulamalarının klasik laboratuvar malzemeleri destekli deney uygulamalarına göre avantajları ile ilgili görüşleri öğrenme, işbirlikçi öğrenme ve motivasyon kategorilerinde toplandığı görülmektedir. Öğrenme kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %93.75’i konuyu anlama, %18’i kalıcı öğrenme ve %12’si geri bildirim alma alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir. İşbirlikçi öğrenme kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %75’i aktif katılım alt kategorisi ile ilgili düşüncelere sahiptir. Son olarak motivasyon kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %50’si eğlenceli olma alt kategorisi ile ilgili düşüncelere sahiptir.

Tablo 4- 17: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Uygulamalarının Yararlarına İlişkin Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema	Kategori	Alt kategori	Örnek İfadeler	F	%
Yarar	Öğrenme	Kalıcı Öğrenme	“Konuları asla unutmayacağım. Çünkü öğrendiğim bilgiler kalıcı oldu.” (K1)	8	50
		Konuyu Anlama	“Çok yararlı buldum robotik deneylerini. Daha iyi kavradım konuları” (D3)	7	44
		Günlük Hayatla İlişkilendirme	“Günlük hayatta karşımıza çıkan örneklerle öğrendiğimiz bilgileri kıyaslama şansı elde ettim.” (K10)	3	19
	İşbirlikçi Öğrenme	Ekip Çalışmasını Sağlama	“Tüm grup arkadaşlarımla birlikte bir ekip olmanın ne demek olduğunu hissettim. Diğer gruplarla rekabet içerisinde olmak çok keyif vericiydi” (D2)	5	31
	Motivasyon	Başarma Hissi	“Buda konuya olan ilgimi ve merakımı hep canlı tuttu.” (D11)	2	13

Tablo 4-17 incelendiğinde robotik uygulamalarının yararlarına ilişkin görüşleri öğrenme, işbirlikçi öğrenme ve motivasyon kategorilerinde toplandığı görülmektedir. Buna göre öğrenme kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %50’si kalıcı öğrenme, %44’ü konuyu anlama ve %19’u günlük hayatla ilişkilendirme alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir. İşbirlikçi kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %31’i ekip çalışmasını sağlama alt kategorisi ile ilgili düşüncelere sahiptir. Son olarak motivasyon kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %13’ü başarma hissi alt kategorisi ile ilgili düşünceye sahiptir.

Tablo 4- 18: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Etkinliklerinin Fen Kavramlarını Öğrenmede Sağladığı Kolaylıklar Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema	Kategori	Alt kategori	Örnek İfadeler	F	%
Kolaylıklar	Öğrenme	Derse Aktif katılım	Fen sıkıcı gelir bana. Fakat robotik etkinlikleri sayesinde feni daha iyi anladığımı düşünüyorum." (K9)	4	25
		Veri Toplama	"Verilerin bilgisayar tarafından hesaplanması işimizi kolaylaştırdı." (K3)	9	56
		Zaman Tasarrufu	"Bizim sadece deneyi tasarlayıp işi bilgisayara ve robota yaptırmamız işimizi çok kolaylaştırdı. Zaman tasarrufu sağladığını düşünüyorum" (D5)	4	25
		Kalıcı Öğrenme	Ders çalışırken de teknolojiyi kullanmak motivasyonumu artırıyor. Bu sayede dersi daha iyi anlıyorum ve derslerimde başarılı oluyorum" (K8)	4	25
	İşbirlikçi Öğrenme	Ekip Çalışmasına İmkân Sağlama	"Hem ben hem de grup arkadaşlarım çok iyi motive olduk." (K1)	3	19
	Motivasyon	Odaklanma	"Derse karşı isteksiz olan bazı arkadaşlarım robot sayesinde derse katıldı. Onları motive ettiğini düşünüyorum." (D16)	5	31

Tablo 4-18 incelendiğinde öğrencilerin robotik etkinliklerinin fen kavramlarını öğrenmede sağladığı kolaylıklara ilişkin görüşlerinin öğrenme, işbirlikçi öğrenme ve motivasyon kategorilerinde toplandığı görülmektedir. Buna göre öğrenme kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %25'i derse aktif katılım, %56'sı veri toplama, %25'i zaman tasarrufu ve %25'i kalıcı öğrenme alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir. İşbirlikçi kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin %19'u ekip çalışmasına imkân sağlama alt kategorisi ile ilgili düşüncelere sahiptir. Son olarak motivasyon kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %31'i odaklanma alt kategorisi ile ilgili düşüncelere sahiptir.

Tablo 4- 19: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Laboratuvar Etkinlikleri Yaparken Karşılaştıkları Zorluklar Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema	Kategori	Alt kategori	Örnek İfadeler	F	%
Zorluklar	Yazılım	Kodlama	"En zorlandığımız nokta kodlama aşamasıydı. Sürükle bırak mantığıyla blok halinde kodlanıyor fakat gerçekten bizi çok zorladı." (K11)	10	63
		Bilgisayar Verilerini Anlama	"En çok bilgisayardan verileri alırken zorlandık. Çünkü sürekli robot tarafından veri geliyordu bilgisayara. Grafik çizerken hangi veriyi kullanacağımızı anlayamadım bazen."(K14)	2	13
	Mekanik	Sensör Kullanımı	"Sensörleri kullanmak bence en zor kısmıydı. Sensörler kullanarak robotu yönlendirmek gerçekten zorlandığımız kısım oldu." (K7)	6	38
		Uygun Tasarım Yapma	"En çok robotu tasarlarken zorlandım. Lego parçaları ile küçüklüğümden beri oynuyorum fakat yine de uygun tasarımı yapmak beni çok zorladı." (K10)	7	44
		Lego Parçalarını Kullanma	"Lego parçalarını kullanırken zorlandık. İstediğimiz dizaynı kurmak hangi parçaları kullanmamız gerektiğini bilemedik." (D3)	3	19

Tablo 4-19 incelendiğinde öğrencilerin robotik laboratuvar etkinlikleri yaparken karşılaştıkları zorluklar hakkındaki görüşlerinin yazılım ve mekanik kategorilerinde toplandığı görülmektedir. Buna göre yazılım kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %63'ü kodlama, %13'ü bilgisayar verilerini anlama alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir. Mekanik kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %38'i sensör kullanımı, %44'ü uygun tasarım yapma, %19'u Lego parçalarını kullanma alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir.

Tablo 4- 20: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Etkinliklerine Devam Etme İstekleri Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema	Kategori	Alt kategori	Örnek İfadeler	F	%
Devam Etme	Motivasyon	Eğlenceli Olma	"İsterdim. Çünkü grup arkadaşlarımla hem eğlendim hem de öğrendim." (K8)	13	81
		İlgi Çekici Olma	"Daha önce robotik uygulamaları yapmadım. Hep bir korkum vardı. Ama ilgimi çekti. Kendi setimi almak istiyorum evime."(D13)	2	13
	Öğrenme	Derse Katılım	"Devam etmek isterim. Normal sınıfta sıkılırken burada sıkılmadım."(K16)	6	32
		Kalıcı Öğrenme	"Keşke bütün dersleri robotik ile yapma imkânımız olsaydı. Bu sayede dersi daha iyi anladığımızı düşünüyorum." (D8)	3	19

Tablo 4-20 incelendiğinde öğrencilerin robotik etkinliklerine devam etme istekleri hakkındaki görüşlerinin motivasyon ve öğrenme kategorilerinde toplandığı

görülmektedir. Buna göre motivasyon kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %81'i eğlenceli olma, %13'ü ilgi çekici olma alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir. Öğrenme kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %32'si derse katılım, %19'u kalıcı öğrenme alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir.

Tablo 4- 21: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Etkinliklerini Tavsiye Etme Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema	Kategori	Alt kategori	Örnek İfadeler	F	%
Tavsiye	Öğretim	Dersi Kolaylaştırma	"Kolay bir şekilde fen kavramlarını öğrenmemizi sağladığını söyler, katılmasını önerirdim." (K3)	14	88
		Öğretici Olma	"Kesinlikle öneririm. Ders çok eğlenceli geçti. Çok şey öğrendim deneylerde. Konuları günlük hayattaki problemlerle bağdaştırabildim." (D10)	8	50
		Derse Aktif Katılma	"Aktif olarak derse katılmamızı sağladığını söyler, katılmasını önerirdim." (K7)	5	31

Tablo 4-21 incelendiğinde öğrencilerin robotik etkinliklerini tavsiye etme hakkındaki görüşlerinin öğretim kategorisinde toplandığı görülmektedir. Buna göre öğretim kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %88'i dersi kolaylaştırma, %50'si öğretici olma, %31'i derse aktif katılma alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir.

Tablo 4- 22: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotiğe Ek Olarak İstedikleri Faaliyetler Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema	Kategori	Alt kategori	Örnek İfadeler	F	%
Ek Faaliyetler	Lego	Kodlama Öğrenme	"Fakat üst düzey kodlama eğitimi almak istiyorum." (D10)	13	81
		Farklı Robot Tasarımları Öğrenme	"Öğretmenim bize daha farklı robot tasarımlarının olduğunu söyledi. Bende bu tasarımları yapmayı öğrenmek istiyorum. (K4)	6	38
	Sosyalleşme	Takım Kurmak	"Okul sonrasında veya hafta sonları robotik kurslarının olmasını isterim. Okulda robotik takımı kurup yarışmalara katılmak isterim." (K13)	7	44
		Yarışmalara Katılmak	"FLL gibi yarışmaların olduğunu öğrendim. Bizim okuldan da bir takım çıkartılıp, yarışmalara katılmak istiyorum." (K5)	8	50
	Aktivite	Daha Fazla Deney Yapmak	"Daha fazla deneyi robotlar ile yapmak isterim." (D6)	3	19

Tablo 4-22 incelendiğinde öğrencilerin robotiğe ek olarak istedikleri faaliyetler hakkındaki görüşlerinin lego, sosyalleşme ve aktivite kategorilerinde toplandığı

görülmektedir. Buna göre lego kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin %81'i kodlama öğrenme, %38'i farklı robot tasarımları öğrenme alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir. Sosyalleşme kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %44'ü takım kurmak, %50'si yarışmalara katılmak ilgili düşüncelere sahiptir. Son olarak aktivite kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %19'u daha fazla deney yapmak alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir.

Tablo 4- 23: Görüşmeye Katılan Öğrencilerin Robotik Faaliyetlerini Destekleyip Desteklememek Hakkındaki Görüşlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

Tema	Kategori	Alt kategori	Örnek İfadeler	F	%
Destekleyip Desteklememek	Olumsuz	Kodlama Zorluğu	"Desteklemiyorum. Robotla çalışmak çok karmaşıktı. Hangi düzeneği yapacağımıza karar veremedik. Kodlaya yaparken de zorlandık."(D14)	3	19
		Tasarım Zorluğu	"Daha önce robotlarla ilgilenmedim. O yüzden doğru parçaları bulamadım. Bu sebeple ilgimi çekmedi."(D11)	2	13
	Olumlu	Derse Aktif Katılma	"Destekliyorum. Dersi iyi öğrendiğimi düşünüyorum. Oldukça keyifli geçti. Hiç sıkılmadan tüm deneyleri yaptık. Kodlama ve tasarım yapma gibi birçok yerde arkadaşlarımla birlikte çalıştık." (D13)	13	81
		Grup Çalışması	"Destekliyorum. Oldukça keyifli bir ders yaptık. Grup çalışması yapmak güzeldi. Dersi çok iyi anladım" (D8)	7	44
		Eğlenme	"Tüm etkinlikler boyunca oldukça keyifli zamanlar geçirdim. Destekliyorum." (K6)	4	25

Tablo 4-23 incelendiğinde öğrencilerin robotik faaliyetlerini destekleyip desteklememek hakkındaki görüşlerinin olumlu ve olumsuz kategorilerinde toplandığı görülmektedir. Buna göre olumsuz kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %19'u kodlama zorluğu, %13'ü tasarım zorluğu alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir. Olumlu kategorisinde, görüşmeye katılan öğrencilerin; %81'i derse aktif katılma, %44'ü grup çalışması, %25'i eğlenme alt kategorileri ile ilgili düşüncelere sahiptir.

BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümünde araştırma bulgularına dayalı olarak elde edilen sonuçlar sırasıyla araştırmanın bağımlı değişkenleri olan STEM Tutum, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve akademik başarı açsından ayrı ayrı ele alınarak ilgili alanyazın çerçevesinde tartışılmıştır. Ayrıca elde edilen bulgular ışığında genel bir değerlendirmeye ve bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara yönelik önerilere yer verilmiştir.

5.1. NİCEL VERİLERİN SONUÇLARININ TARTIŞILMASI

5.1.1. STEM Tutum Ölçeğine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Çalışmadaki araştırma sorularından ilki klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deneylerinin öğrencilerin STEM tutumları üzerindeki etkilerinin karşılaştırılmasına yöneliktir.

Bu kapsamda araştırmada elde edilen betimsel bulgular incelendiğinde; uygulama öncesinde grupların STEM Tutum Ölçeği ön test puanlarının birbirine yakın olduğu, uygulama sonrasında ise hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin STEM Tutum puanlarında ön test puanlarına göre artış gerçekleştiği görülmüştür. Gruplar arasındaki puan farkına bakıldığında ise artışın yakın olduğu saptanmıştır.

Hem klasik fen laboratuvar malzemeleriyle ve teknoloji destekli robotik setleriyle yapılan fen deney uygulamalarının öğrencilerinin STEM' yönelik tutum geliştirmesi alanyazınla örtüşen bir sonuçtur (Chung vd., 2014; Kim vd., 2015; Gomoll, 2016; Leonard, 2016; Özel, 2018; Aydın, 2019). Chung vd., (2014) çalışmalarında başlangıçta ön yargıya sahip öğrencilerin robotik etkinlikleri sayesinde ön yargılarından kurtuldukları ve STEM tutumlarında gelişme olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışma da öğrencilerin STÖ sorularına verdikleri yanıtlarda bu bulguyu desteklemektedir. Nitekim verilen her iki grupta da verilen cevaplar incelendiğinde; hem deney grubu hem de kontrol grubu öğrencileri matematik benim için zordur, birçok derste başarılıyım ama fen yapamıyorum, bir şeyleri inşa ve tamir etmekten hoşlanırım, matematikte üst düzey çalışmalar yapabilirim sorularına uygulama sonrasında olumlu yanıtlar verdikleri görülmüştür.

Yapılan ANCOVA analizi sonucunda ise öğrencilere yönelik elde edilen çıkarımsal bulgular incelendiğinde; deney grubunda uygulanan teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deneylerinin ve kontrol grubunda uygulanan klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle yapılan STEM fen deneylerinin, aralarında anlamlı bir üstünlüğünün olmaksızın STEM'e yönelik tutum geliştirmede eş değerde olduğu görülmüştür. Alanyazında da benzer bulgulara rastlamak mümkündür (Kim vd., 2015; Gomoll, 2016).

Ayrıca kontrol ve deney grubu etkinliklerinin STEM'e yönelik tutum geliştirmede birbirlerine göre üstünlüğün olmayışını her iki grupta yapılan etkinliklerin STEM disiplinleri ile olan bağlarını incelemekte fayda vardır. Her iki grupta malzeme odaklı olmayan mühendislik tasarım temelli etkinlikler yapılmıştır. Bu etkinliklerde öğrencilerin kullandıkları malzemelerin teknolojisi arasında fark olmasına rağmen her iki gruptaki öğrenciler etkinlikler sürecince matematik işlemleri yapmış, mühendislik tasarımları gerçekleştirmiş ve ölçümler için teknolojik aletler kullanmıştır. Dolayısıyla bu ve benzeri işlemler öğrencilerin STEM disiplinlerini kazanmasını sağlamış ve her iki gruptaki öğrencilerin STEM'e karşı benzer tutum sergilemesine sebep olmuş olabilir. Koç (2019), Özel (2018) ve Aydın (2019) çalışmalarında benzer bulgulara rastladığını belirtmiştir.

Diğer yandan blok tabanlı robotik setlerinin teknolojik olarak üstünlüğü bazı dezavantajlı durumların oluşmasına sebep olmuş olabilir. Çünkü nitel veriler incelendiğinde öğrencilerin "*D6; Robotun istediğimiz yönde gitmesi için kodlamakta zorlandık.", "K13; Deneyler kolay fakat sensörleri kullanmakta çok zorlandık."D3;"Lego parçalarını kullanırken zorlandık. İstediğimiz dizaynı kurmak hangi parçaları kullanmamız gerektiğini bilemedik."* gibi ifadeler kullanmaları teknolojiye karşı olumsuz tutum sergilemelerine sebep olmuş olabilir. Alanyazında da benzer çalışmalar mevcuttur. Beug, (2012) arduino eğitimine katılan öğrencilerin etkinlikler sırasında karşılaştıkları zorluklar sebebiyle sıkıldıklarından dolayı ders motivasyonlarını kaybettiklerini ifade etmiştir.

5.1.2. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğine İlişkin Tartışma ve Sonuç

7. sınıf öğrencilerine yönelik araştırma sorularından ikincisi, klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setiyle yapılan STEM fen deney uygulamalarının öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerindeki etkilerinin karşılaştırılmasına yöneliktir.

Bu kapsamda araştırmada elde edilen betimsel bulgular incelendiğinde; uygulama öncesinde grupların FÖYMÖ puanlarının birbirine yakın olduğu, uygulama sonrasında ise deney grubu öğrencilerinin FÖYMÖ puanlarında yüksek bir artış varken, kontrol grubunda ise bu artışın düşük olduğu görülmüştür. Diğer taraftan deney ve kontrol grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında, deney grubu öğrencilerin kontrol grubuna göre FÖYMÖ puanları açısından daha yüksek kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan ANCOVA analizleri sonucunda elde edilen çıkarımsal bulgular incelendiğinde; öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını geliştirmede deney grubunda yapılan robotik etkinliklerine dayalı deneylerin diğer uygulamaya kıyasla daha etkili olduğu görülmüştür. Alanyazın incelendiğinde, robotik destekli uygulamaların öğrencilerin motivasyonlarına etkisi konusunda yapılan benzer (Ribeiro vd., 2008; Mcwhorter, 2008; Bonaccorso vd., 2012; Beug, 2012; Rubio vd., 2013; Özdoğru, 2013; Mikropoulos ve Bellou, 2013; Mubin vd., 2013; Şenol ve Büyük, 2015; Akıncı ve Tüzün, 2017; Şişman, 2016; Zengin, 2016; Afari ve Khine, 2017; Spolaôr ve Benitti, 2017, Küçük ve Şişman, 2017; Özel, 2018; Özdemir, 2018; Selçuk 2019; Çelik, 2019) çalışmaların olduğu görülmüştür.

Blok tabanlı robotik setleriyle deney yapan öğrencilerin, klasik fen laboratuvar malzemeleriyle deney yapan kontrol grubuna göre fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarının yüksek çıkmasının sebebi robotik etkinliklerinde öğrencilerin deneyleri yaparken daha çok eğlenmeleri gösterilebilir. Keza bu durum öğrencilerle yapılan görüşmelerde açıkça ifade edilmiştir. (*"Robotu kullanırken ise hiç sıkılmadık. Komik tasarımlar yaptık. Çok eğlenceli geçti ders." (K7), "Önce deneyleri nasıl yapacağımız konusunda kararsız kaldım. Fakat daha sonra bu işin ne kadar eğlenceli olduğunu gördüm."(D12)*. Eğlenerek öğrenen öğrenciler de derse karşı motivasyon artışı gerçekleşmiş olabilir. Literatürde de benzer çalışmalara rastlanmıştır. Şenol ve

Büyük, (2015) ve Akıncı ve Tüzün (2017) çalışmasında eğlenerek işlenen derslerde öğrencilerin motivasyonlarında ve derse katılımlarında artış olduğunu rapor etmiştir.

Bu durumun ortaya çıkmasının diğer bir sebebi de robotik setlerinin teknoloji olarak klasik fen laboratuvar malzemelerine göre teknolojik üstünlüğü olabilir. Çünkü Z kuşağı olarak adlandırılan bu jenerasyonun teknoloji ile olan bağı önceki kuşaklardan daha fazladır (Tiwari, 2019). Teknolojiyi daha iyi kullanan, teknoloji kullanımı ile arası iyi olan ve teknoloji ile iletişimi daha güçlü olan bu jenerasyon daha teknolojik bulduğu robotik setlerinden daha çok motive olmuş ve deneyleri bu motivasyonla gerçekleştirmiş olabilir. Alanyazında da benzer çalışmalara rastlamak mümkündür. Şişman (2016) ve Zengin (2016) robotik etkinliklerinin öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumlarına olumlu katkılar sunduğunu bildirmiştir.

Diğer yandan teknoloji destekli blok tabanlı robotik malzemeleriyle yapılan etkinliklerin klasik laboratuvar malzemeleriyle yapılan etkinliklere göre motivasyonu daha fazla artırması robotiğin yeni bir alan olması sebebiyle öğrencide merak uyandırmasından kaynaklanmış olabilir. Bilinmeyen ve yeni keşfedilen alanlara duyulan ilgi ve merak insanın genetiğinde var olan bir dürtüdür (Aytekin, 2018). Bu anlamda robotiğin fen deneylerinde kullanılıyor oluşu öğrencide merak uyandırmış ve akabinde motivasyonu artırmış olabilir. Alanyazında doğrudan robotik olarak olmasada yeni alanlarda çalışma yapmanın öğrencide motivasyon artışına sebep olduğu çalışmalara rastlanmaktadır (Toh vd., 2016; Bolatlı ve Koruyucu, 2018).

Motivasyon kaygı ve stres gibi durumlardan etkilenen bir duyuşsal özelliktir (Çelik, 2019). Bu sebeple eğer robotik setleriyle yapılan etkinliklerde motivasyon daha yüksek çıktıysa kaygı ve stresin az olduğunu bahsedebiliriz (Dönmez, 2017). Nitekim öğrencilerle yapılan görüşmelerde bu durumu destekleyen ifadelere rastlamak mümkündür. Nitel bulgularda öğrenciler *"Daha önce robotik uygulamaları yapmadım. Hep bir korkum vardı. Ama ilgimi çekti. Kendi setimi almak istiyorum evime. (D5)", İlk defa teknolojiyi derslerde kullandığımı hissettim. Buda mutlu etti beni." (K13)* gibi ifadelerde bulunmuşlardır. Bu ifadelerden de anlaşılacağı üzere stres ve kaygıdan uzak bir durumda kendisini daha rahat hisseden öğrenciler derse karşı daha çok motive olmuş olabilirler. Literatürde de kaygı ve stressin motivasyon üzerinde negatif etkisi olduğu görülmektedir (Seyis, Yazıcı ve Altun, 2013; Afari ve Khine, 2017; Spolaôr ve Benitti, 2017).

Son olarak blok tabanlı setlerle yapılan deney etkinliklerinin motivasyonu diğer etkinliğe göre artırmasının nedeni olarak öğrencilerin kendilerini daha çok geliştirme şansı elde etmiş olmaları olabilir. Buna sebep olarak, klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle deney yapan öğrenciler hemen hemen her deneyde birbirinden farklı malzemeleri kullanmaktadır. Oysa öğrenci blok tabanlı robotik setlerini her deneyde kullandığı için öğrenciler her hafta bir önceki haftadan daha deneyimli ve antrenmanlı olarak geldiğinden kendisi daha çok geliştirme şansı elde etmiş olabilir. Bu durumda motivasyonunu artırmış olabilir. Beug (2012), Özel (2018) ve Selçuk (2019) çalışmalarında öğrencilerin robotik setleri kullanan öğrencilerin zamanla bu setleri kullanma becerilerinde gelişme olduğunu bildirmiştir.

5.1.3. Akademik Başarı Testine İlişkin Tartışma ve Sonuç

7. sınıf öğrencilerine yönelik araştırma sorularından üçüncüsü, klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisine yöneliktir.

Bu kapsamda çalışmada 7. sınıf öğrencilerinden elde edilen betimsel bulgular incelendiğinde; uygulama öncesinde deney ve kontrol grupları arasında ABT puanlarının birbirine yakın olduğu, uygulamalar sonrasında ise deney grubu öğrencilerinin ABT puanlarında yüksek bir artış varken, kontrol grubu öğrencilerinde ise bu artışın düşük olduğu görülmüştür. Yani ABT puanları açısından deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Öte yandan deney ve kontrol grupları kendi aralarında kıyaslandığında yapılan ANCOVA analizleri sonucunda elde edilen çıkarımsal bulgular incelendiğinde; öğrencilerin akademik başarılarını artırmada deney grubunda robotik destekli malzemelerle yapılan deney etkinliklerinin diğer uygulamaya kıyasla daha etkili olduğu görülmüştür. Literatürde de bu çalışmadaki bulgulara benzer sonuçlara rastlanmıştır (Lindh ve Holgersson 2007; Han ve Jones, 2008; Mikropoulos ve Bellou, 2013; Özdoğru 2013; Ko, 2013; Ospennikova vd., 2015; Park, 2015; Karim vd., 2015; Afari ve Khine, 2017; Özel, 2018; Çam, 2019; Selçuk, 2019; Eraytaç, 2019).

Öncelikle bu durumun ortaya nasıl çıktığını keşfetmek için başarı testinin analizine bakmak gerekir. Nitekim deney grubunun ABT sorularına verdikleri yanıtlar incelendiğinde; uygulama öncesinde hatalı çözdükleri sorulara uygulama sonrasında

doğru yanıtlar verdikleri görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasındaki nedenlerin başında öğrencilerin deney etkinliklerini yaparken daha çok eğlenmeli olabilir. Nitekim görüşmeler sırasında öğrenciler blok tabanlı robot setleriyle deney yaparken daha çok eğlendiklerini belirtmiştir.(D10;*"Ders çok eğlenceli geçti. Çok şey öğrendim deneylerde. Konuları günlük hayattaki problemlerle bağdaştırabildim.", K8; Grup arkadaşlarımla hem eğlendim hem de öğrendim.", "D6; Etkinlikler oldukça eğlenceli görünüyor", "D5; Teknolojiyi bu anlamda kullanmak çok eğlenceliydi.")*. Öğrencilerin robotik setleri sayesinde deneyleri sıkılmadan gerçekleştirmeleri derse olan ilgilerinin uzun kalmasını sağlamış ve odaklanma sürelerini uzatmış olabilir. Alanyazında doğrudan robotik faaliyetleri sonucunda veya eğitimsel faaliyetler sonrasında ilgilileri artan ve daha çok odaklanan bireylerde başarının artığı rapor edilmiştir. (Park, 2015; Kaleci ve Korkmaz, 2018).

Bu durumun ortaya çıkmasını sağlayan olması bir diğer neden ise öğrencilerin önceden zor olduğunu düşündükleri robotik etkinliklerinin kolay olduğunu görmeleri sonucunda büyük işler başarmış gibi hissetmeleri olabilir. Park (2015) mühendislik fakültesi öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmasında robotik etkinlikleri neticesinde öğrencilerin akademik başarılarının artışını kodlamaya karşı önyargılarının kırılması olarak ifade ederek çalışmamızdaki bulguyu desteklemektedir. Ayrıca öğrencilerin hissettiği başarma hissi daha sonra kendilerine olan özgüvenlerinin gelişmesini tetiklemiş olabilir. Özellikle daha önce programlama öğrenmemiş öğrencilerin robotik destekli etkinlikler sonrasında ön yargı ve başarısız olma korkularından kurtulmaları neticesinde derse yönelik motivasyonları artmış, motive oldukları içinde akademik başarılarının artmasına neden olmuş olabilir. Nitel bulgularda bu durumu desteklemektedir *("D10; En çok kodlama kısmında zorlanmıştım. Fakat öğrendikçe robotu kontrol etmesi kolaylaştı.", K4; "Öğretmenim bize daha farklı robot tasarımlarının olduğunu söyledi. Bende bu tasarımları yapmayı öğrenmek istiyorum.").* Alanyazın öğrencilerin başarma hissi yaşandıkça motivasyonlarının ve ilgilerinin arttığı ve sonrasında bu değişimin akademik başarıyı artırdığı rapor edilmiştir (Ko, 2013; Zengin, 2016; Küçük ve Şişman, 2017).

Diğer bir yandan öğrencilerin blok tabanlı robotik setleriyle etkinlikler yaparken kişisel tasarımların ve fikirlerin ön plana çıkması yaratıcılık ve hayal güçlerini daha fazla kullanıyor oluşları da öğrencilerin akademik başarılarına olumlu

katkı sağlamış olabilir. Agatolio vd. (2018) yaratıcılık ve hayal gücünün öğrenme isteğini artırdığını, bununda akademik başarıyı getirdiğini yaptıkları çalışmada rapor etmişlerdir. Tüm bunlara ek olarak bu durum öğrencilerin robotik etkinlikleri gerçekleştirdikleri laboratuvarda daha fazla konfor alanına sahip olmalarından kaynaklanabilir. Çünkü fen bilimleri laboratuvarları fiziki yapısı gereğince etrafta birtakım yanıcı, yakıcı ve tahriş edici kimyasal maddelerin, kırılacak malzemelerini, delici ve kesici ekipmanların bulunduğu bir ortamdır (Korchnoy ve Verner, 2010). Bu ortamda çalışan öğrenciler sınırlı hareket alanlarına sahiptir (Kanadlı, 2018). Dolayısıyla etraftaki malzemelerden dolayı tedirgin davranan ve hata yapmamaya odaklanan öğrenciler deneye çok fazla odaklanamamış olabilirler. Bu dikkat kaybı da ise bilginin kalıcı olarak işlenmesine engel olmuş olabilir. Literatürde dikkat eksikliğinin öğrenmenin önünde engel olduğunu gösteren çalışmalara sıkça rastlanmaktadır (Leonard vd., 2016; Saraç, 2018).

Son olarak blok tabanlı robotik setleriyle deney etkinliklerinin diğer uygulamaya kıyasla akademik başarının artmasındaki etkinliğinin fazla oluşu öğrencileri derinlemesine düşünmeye itmiş olması olabilir. Her ne kadar her iki laboratuvarda da mühendislik tasarım temelli STEM etkinlikleri yapılsa da blok tabanlı robotik setlerinin kullanılması için daha çok bilişsel beceriye ihtiyaç vardır (Yolcu ve Demirer, 2017). Dolayısıyla öğrenciler en basit haliyle robotun hareket etmesi için bile kodlama üzerine derinlemesine düşünmeli, birtakım çıkarımlar yapmalı ve birçok faktörü hesaplamalıdır (Çevik, 2017). İşte bu derece ilgi ve uğraş isteyen robotik etkinlikleri öğrencilerin kendilerini etkinliklere daha vermelerine sebep olarak daha derinlemesine düşünmelerini sağlamış olabilir. Literatürde doğrudan robotik etkinlikleri olmasa da üst düzey bilişsel beceriler gerektiren uğraşlar ile vakit geçiren öğrencilerde bilgilerin daha kalıcı olduğu rapor edilmiştir (Elmalı ve Balkan, 2017; Aygen, 2018).

5.1.4. Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendirme Anketine İlişkin Tartışma ve Sonuç

7. sınıf öğrencilerine yönelik araştırma sorularından dördüncüsü, öğrencilerin klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemeye yöneliktir.

Bu kapsamda çalışmada 7. sınıf öğrencilerinden elde edilen betimsel bulgular incelendiğinde; ilk bölümde hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin çoğunun robotik laboratuvarını daha çok beğendiği fakat çalışma yaparken daha fazla zorlandıklarını belirtmiştir. Bu durumun olası nedenlerine bakıldığında grup içi etkileşimin ve paylaşımın yüksek olması, öğrencilerin yaptıkları etkinliklerde eğlenmelerini sağlamış olabilir. Zorlanmaların sebebi olarak ise ilgili tasarımı yapmak ve kodlamak tamamen öğrencilerin kontrolünde gerçekleşmiş olması gösterilebilir. Benzer bulgular Altin ve Pedaste (2013)'nin çalışmasında da görülmüştür. Altin ve Pedaste (2013) çalışmasında robotik etkinlikleri sonrası öğrenciler ile yaptığı görüşmelerde, öğrencilerin etkinlik esnasında eğlendiklerini söylediklerini bildirmiştir. Ankette öğrenciler robotiğin veri toplamada kendilerine büyük kolaylıklar sağladığını ifade etmiştir. Bu duruma sebep olarak, verilerin bilgisayar tarafından sensörler yardımıyla alınması ve kayıt edilmesi gösterilebilir. Aynı bulgu Şenol ve Büyük (2015)'ün çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Şenol ve Büyük (2015) çalışmalarında robot teknolojisinin laboratuvar uygulamalarında gözlem ve veri toplama, zaman kaybını önleme ve bilimsel yöntemin yapısına uygun deney yapma fırsatları sunduğunu tespit etmiştir. Öğrencilerin çoğu robotik laboratuvar etkinliklerinde derse daha fazla katılma imkânı bulduklarını ve bu sayede dersin daha ilgi çekici hale geldiğini vurgulamıştır. Bu bulgular da literatürde Korherr (2014) ve Ospennikova vd., (2015) çalışmalarına benzerlik göstermiştir**.** Korherr (2014) okul sonrasında Lego Mindstorms setleri ile yaptığı dersler sonrasında öğrencilerin fen dersine olan ilgilerinin arttığını rapor etmiş**,** Ospennikova vd., (2015) ise fizik dersinde deneylerin bir kısmını robotlar ile bir kısmını ise normal deney malzemeleri ile yaptıklarında, robotlarla yaptığı deneylere öğrencilerin daha fazla ilgi gösterdiğini açıklamıştır**.**

Yapılan anketin devamında öğrenciler, robotiğin öğrenmeye katkısı hakkındaki görüşlerini bildirmiştir. Elde edilen bulgularda öğrencilerin büyük çoğunluğun robotik laboratuvarında yapılan etkinliklerin; öğrenmeyi kalıcı hale dönüştürdüğünü, dersi planlı ve organize hale getirdiğini ifade etmiştir. Bu duruma sebep olarak, öğrencilerin robotik etkinlikleri yaparken birbirleriyle daha fazla bilgi alışverişinde bulunmaları ve kendilerini daha özgür ifade etme fırsatı sağlaması gösterilebilir. Literatürde de benzer sonuçlara rastlanmıştır (Koç ve Şenol, 2012; Paraskevov ve Levchenko, 2014; Latip ve Hardinata, 2020). Koç ve Şenol, (2012)

çalışmasında robotik destekli etkinlikler sayesinde fen deneylerinin öğrenciler için daha cazip hale geldiği, Paraskevov ve Levchenko (2014) lise öğrencileri ile yaptıkları çalışmada sınıf içerisinde pek söz hakkı almak istemeyen öğrencilerin robotik etkinlikleri sayesinde derse daha fazla katıldıklarını, Latip ve Hardinata (2020) ise beşinci ve altıncı sınıf öğrencileriyle yapmış olduğu çalışmasında öğrencilerin robotik laboratuvarında ders işlemesi sayesinde işbirlikçi becerilerini geliştirdiklerini rapor etmiştir.

Anketin üçüncü bölümünde öğrencilerin büyük çoğunluğu eleştirel, iletişim, yaratıcılık, psiko-motor ve zihinsel becerilerinin robotik etkinlikleri sayesinde daha çok geliştiğini, fen, teknoloji ve mühendisliğe olan ilgilerinin robotik etkinlikleri sayesinde arttığını ifade etmiştir. Bu sonuçların ortaya çıkmasını öğrencilerin robotik faaliyetleri sırasında lego parçalarını kullanarak kendilerine özel tasarımlar yapmaları, bilgisayar sayesine verileri kolaylıkla toplamaları ve programlama sayesinde robotu istediği gibi kontrol edebilmelerinin sağladığı gösterilebilir. Benzer sonuçlar Ching vd., (2019) çalışmasında da yer almıştır. Ching vd., (2019) çalışmalarında anaokulu öğrencileri ile Lego Mindstorms EV3 kullanarak bazı etkinlikler yapmış ve sonuç olarak çocukların psiko-motor becerilerinde ciddi anlamda gelişme olduğunu bildirmiştir**.**

Anketin son bölümünde öğrencilerin büyük çoğunluğun ileride öğretmen olduklarında fen deneylerini robotik laboratuvarında yapmak istedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler imkân bulduklarında daha fazla robotik aktivitesine katılmak istediklerini açıklamıştır. Bu duruma neden olarak daha önce robotik ve kodlama eğitimine ön yargı ile yaklaşan öğrencilerin bu ön yargıyı kırmaları neticesinde başarma hissine kapılmaları gösterilebilir. Ön yargıları kırılan öğrenciler bu konuda meslek gruplarına yönelim göstermek istemiş olabilir. Önceki araştırmacıların sonuçlarında da benzer bulgular görülmüştür (Mikropoulos ve Bellou, 2013; Litinas ve Alimismis, 2013; Sergeyev vd., 2015). Mikropoulos ve Bellou (2013) çalışmalarında fen dersi kapsamında robotik etkinlikleri gerçekleştirmiş ve öğrencilerin bu konudaki duygu ve düşüncelerini araştırmıştır. Sonuç olarak etkinliklere katılan öğrenci grubunda deneylerin robotik laboratuvarında yapılması yönünde öğrencilerden talep geldiğini vurgulamıştır. Litinas ve Alimismis (2013) ve Sergeyev vd., (2015) çalışmalarında hareket konusunu öğrencilere robotik laboratuvar

etkinlikleri kullanarak aktarmış ve sonuç olarak öğrencilerin bu süreçten mutlu olduklarını, daha fazla robotik çalışması yapmak istediklerini belirttiklerini rapor etmiştir. Özetle Laboratuvar Etkinlikleri Değerlendir formu (LEDA) bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin çoğunluğu robotik etkinliklerinin kişisel, bilişsel ve zihinsel gelişimlerine daha fazla katkı sağladığını düşündüğü ve Sergeyev vd., (2015) vurguladığı gibi robotik eğitiminin 21. yüzyıl bilgi ve becerisine sahip bireyler yetiştirmek için uygun bir model olduğunu sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. NİTEL VERİ SONUÇLARININ TARTIŞILMASI

5.2.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Sorularına İlişkin Tartışma ve Sonuç

7. sınıf öğrencilerine yönelik araştırma sorularından dördüncüsünde ayrıca öğrencilerin klasik fen laboratuvarı malzemeleriyle ve teknoloji destekli blok tabanlı robotik setleriyle yapılan STEM fen deney uygulamaları hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda yapılan görüşmelerde her iki grup öğrencileri robotik etkinlikleri sayesinde derse daha aktif katıldıklarını, derse karşı daha iyi motive olduklarını ve kavramları daha iyi öğrendiklerini belirtmiştir. Ayrıca öğrenciler robotik etkinliklerinde öğrenme sürecinin konforlu bir biçimde sağlandığını belirtmiştir. Her iki grup öğrencileri yapılan görüşmelerde robotik etkinliklerinin sağladığı avantajlara dersi daha iyi kavratmayı öğrenme, dersi eğlenceli hale getirme, derse aktif katılıma fırsat verme ve daha çok motive olma şeklinde fikirlerini beyan etmişlerdir. Bu durum robotik etkinliklerinin üst düzey bilişsel becerileri teşvik etmede faydalı olabileceğini gösterebilir. Paraskevov ve Levchenko (2014) çalışmalarında benzer durumdan bahsederek robotik etkinliklerinin öğrencilerde analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey becerilerini geliştirebildiğini belirtmiştir. Yapılan görüşmelerde öğrenciler, kodlama yapma, robotu kontrol etme, sensörleri kullanma ve bilgisayar verilerini anlamada zorlandıklarını belirtmişler. Bu durum robotik etkinlikleri hazırbulunuşluğu yeterli olmayan öğrencilerde ortaya çıkmış olacağından bu öğrencilerin etkinliklere karşı ön yargılı davranmalarına sebep olmuş olabilir. Afari ve Khine, (2017) çalışmalarında benzer durumdan bahsederek eğitsel robotiği müfredatın içerisinde kullanarak öğrencileri 21.yüzyıl becerilerine ve STEM'e ilgi duymalarını sağlamaya çalışmış, öğrencilerle yaptıkları görüşmelerde bazı öğrencilerin etkinliklere ön yargılı şekilde yaklaştıklarını ve dolayısıyla etkinlikleri istenilen zamanda yetiştiremeyerek istenilen deneyi yapamadıklarını bildirmiştir.

Öğrenciler robotik deney etkinlikleri sonrasında da robotik çalışmalarına devam etmek istediklerini belirtmiştir. Ayrıca öğrenciler FLL (First Lego League) gibi yarışmalara katılmak, ileri düzeyde kodlama bilmek, farklı robot tasarımları öğrenmek ve okulda robotik takımı kurmak gibi isteklerinin olduklarını ifade etmişlerdir. Bu durum robotik deney etkinliklerinin öğrencileri teknolojiye, mühendisliğe yönlendirmesi ve motivasyonu artırması sebebiyle çıkmış olabilir. Ayrıca öğrencilerin teknolojiye merak duyması, mühendislik becerilerini günlük hayata uygulamaya çalışması, bu alanda meslek sahibi olmak için cesaretlenmesi açısından bu tarz uygulamaların ülke genelinde yaygınlaştırılması gerektiği görülmüştür.

Nitel veriler her iki grupta da değerlendirildiğinde nicel verileri destekleyici olmuştur. Hem kontrol grubu hem de deney grubu robotik etkinliklerini beğenmiş, bu etkinliklerde eğlenmiş, öğrenmiş, derse karşı motive olduğunu belirtmiştir. Robotiğin eğitimde kullanımının araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde genel olarak öğrenci görüşlerinin ve memnuniyet düzeylerinin yüksek olduğu verilen yanıtlardan fark edilmiştir. Benzer bulgulara literatürde de rastlanmıştır (Çetin ve Demircan, 2020; Karaahmetoglu ve Korkmaz, 2019; Alimisis, 2019; Wongwatkit vd., 2018; Afari ve Khine, 2017; Barak ve Assal, 2018; Şenol ve Büyük, 2015; Paraskevov ve Levchenko 2014).

5.3. ÖNERİLER

7. sınıf ortaokul öğrencilerine klasik fen laboratuvarında ve robotik laboratuvarında yapılan fen deney uygulamalarının öğrencilerin STEM'e olan tutumlarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve akademik başarılarına etkisinin karşılaştırmalı olarak incelendiği bu çalışmada, elde edilen bulgular ışığında ortaya çıkan öneriler uygulamaya ve gelecek araştırmalara yönelik olmak üzere iki başlık halinde aşağıda sunulmuştur.

5.3.1.Uygulamaya Yönelik Öneriler

- Öğrencilerin motivasyonunu artırmak ve sürekliliğini sağlamak için okullardaki imkân ve olanaklar dâhilinde blok tabanlı robot setlerinden farklı olarak kodlama ve mekanik tasarım yönüyle ortaya çıkan eğitim setleriyle uygulamalar çeşitlendirilebilir.

- Özellikle robotik destekli deney etkinlikleri yapan öğrencilerinin yaşadığı zorlukları azaltmak için uygulama öncesinde basit kodlama ve tasarım etkinlikleri yaptırılması daha sonra karmaşık tasarımlar yapmalarına olanak sağlanabilir.

- Öğrenciler görüşmelerde deney etkinlikleri dışında da robotik faaliyetlerine katılmak istediklerini belirtmiştir. Bu sebeple uygun zaman ve planlama dâhilinde ders dışında istekli öğrencilerle çeşitli projeler hazırlanabilir ve yarışmalara katılım sağlanabilir.
- Robotik deney etkinliklerinde öğrencilerin özellikle kodlama yaparken zorlandıkları görülmüştür. Bu konulara yönelik bilişim öğretmenleri ile iş birliği yaparak disiplinlerarası çalışmalar yapılabilir.
- Zaman ve sınıf yönetiminden kaynaklı zorlukları aşmak için az sayıda kişiden oluşan gruplar oluşturulabilir veya etkinliklerde sınıftaki öğretmen sayısı artırılabilir.

5.3.2.Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

- Bu araştırma bir özel okuldaki 7. sınıfta öğrenim 96 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Daha geniş örneklem ile benzer çalışmalar yapılabilir.

- Robotik deney uygulamalarına yönelik kapsamlı ders içerikleri tasarlanarak öğrenci performanslarını değerlendirmeye yönelik testler geliştirilebilir.

- Uzun süreli boylamsal çalışmalar planlanarak bu tür robotik uygulamalarının öğrencilerin meslek seçimlerindeki etkileri ve bu mesleklerdeki başarılarının nasıl etkilendiği incelenebilir.

- Ortaokul seviyesinde yapılmış bu çalışma ilkokul, anaokulu ve lise gibi farklı eğitim kademeleri ile de yapılarak sonuçları araştırılabilir.
- Uygulanan robotik etkinliklerinin pedagojik etkisi yani öğrencilerin duygusal, zihinsel ve sosyal gelişimleri incelenerek ruh sağlıkları hakkında bilgiler edinmeye çalışılabilir.
- Müfredat içerisinde kullanılan teknolojinin / robotiğin olumlu ve olumsuz yönleri araştırılabilir. Bu şekilde gerçekleştirilecek uygulama ile robotiğin

öğrenciler üzerinde oluşturduğu etkiler daha detaylı bir şekilde gözlemlenebilir.

KAYNAKLAR

Abdioğlu, C., ve Çevik, M., (2018). Bir Bilim Kampının 8. Sınıf Öğrencilerinin STEM Başarılarına, Fen Motivasyonlarına ve Üstbilişsel Farkındalıklarına Etkisinin İncelenmesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*. Cilt(7): 304-327.

Açıkgöz, S. (2018). *Fen eğitiminde okulöncesine yönelik yaklaşımlardan STEM ve Montessori yöntemlerinin öğretmen görüşleri doğrultusunda karşılaştırılması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.

Adıgüzel, A. (2014). Öğretmen Adaylarının Öğrenmeye İlişkin Tutumları İle Bilgi Okuryazarlık Becerileri Arasındaki İlişkinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi, *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 4/7, 13-24.

Adıguzel, T., Şahin, A., ve Ayar, M. C. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri LK* - http://www.estp.com.tr/tr/, 14(1).

Afari, E., & Khine, M. S. (2017). Robotics as an educational tool: Impact of Lego Mindstorms, *International Journal of Information and Education Technology*, *7*(6), 437-442.

Agatolio, F., Moro, M., Menegatti, E., & Pivetti, M. (2018). *A critical reflection on the expectations about the impact of educational robotics on problem solving capability*, Proceedings of the 15th International Conference IAS-15, Baden-Baden, Germany.

Agustina, D., & Setiawan, A. R. (2019). Building Students' Characters through STEM Education and Scientific Literacy.

Ahmed, H., & La, H. M. (2019, March). Education-Robotics Symbiosis: An Evaluation of Challenges and Proposed Recommendations. In *2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 222-229). IEEE.

Akçay, S. (2018). *Robotik FeTeMM Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Motivasyonları Üzerine Etkileri.* Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Muğla, 162 s.

Akgül, N., ve Yıldırım, B. (2018). STEM SOS modelinin farklı değişkenler açısından etkisinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(2), 316–326.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper].* İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.

Akıncı, A., ve Tüzün, H. (2017). *Programlama Eğitiminde Robotların Kullanımı: Bir İçerik Analizi Çalışması,* Anadolu Bilişim Konferansı, s 30-39.

Alan, B. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesi: STEM uygulamalarına hazırlama eğitimi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Alıcı, M. (2018). *Probleme Dayalı Öğrenme Ortamında STEM Eğitiminin Tutum, Kariyer Algı ve Meslek İlgisine Etkisi ve Öğrenci Görüşleri.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.

Alimisis, D. (2019). Teacher training in educational robotics: The ROBOESL Project paradigm. *Technology, Knowledge and Learning*, *24*(2), 279-290.

Almeida, T. O., & de Magalhaes Netto, J. F. (2019, October). Adaptive Educational Resource Model to Promote Robotic Teaching in STEM Courses. In *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.

Altan, E. B., & Tan, S. (2020). Concepts of creativity in design based learning in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-27.

Altin, H. and Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of Baltic Science Education*. 12(3).

Anıl, D., Özkan, Y. Ö. ve Demir, E. (2015). *PISA 2012 Araştırması Nihai Rapor*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Erişim tarihi: 3.06.2018, url: https://drive.google.com/file/d/0B2wxMX5xMcnhaGtnV2x6YWsyY2c/view.

Antonio, V. V. (2018). Science Laboratory Interest and Preferences of Teacher Education Students: Implications to Science Teaching. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research, 6*(3).

Arıkurt, E., Durukan, Ü. G. ve Şahin, Ç. (2015). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin astronomi kavramıyla ilgili görüşlerinin gelişimsel olarak incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *4*(1), 66-91.

Aris, N., & Orcos, L. (2019). Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills. *Education Sciences*, *9*(2), 73.

Asi, Y. M., & Williams, C. (2020). Equality through innovation: Promoting women in the workplace in low-and middle-income countries with health information technology. *Journal of Social Issues*, *76*(3), 721-743.

Atay, A. D. (2014). *Ortaokul öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeylerinin ve üstbilişsel farkındalıklarının incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından elde edildi. (Tez no: 372569).

Atmatzidou, S. and Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems, 75*(Part B), 661-670.

Aydın, E., ve Karslı, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35–52.

Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. (2017). 4-8. Sınıf Öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM= FETEMM) Tutumlarının İncelenmesi. *Mersin University Journal of the Faculty of Education, 13*(2).

Aydın, N. (2019). *STEM ve STEM Temelli Robotik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözmeye Yönelik Yansıtıcı Düşünme, Zihinsel Risk Alma ve Öğrenmede Motive Edici Stratejilerine Etkisi.* Yüksek Lisans Tezi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.

Aygen, M. B. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesine yönelik STEM uygulamaları.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye.

Aytekin, B. (2018). FeTeMM yaklaşımının işlerliğinin artması adına görsel iletişim tasarımı yöntemlerinin eğitim sistemine adapte edilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 6(1), 457–483.

Baki, A., ve Gökçek, T. (2012). Karma Yöntem Araştırmalarına Genel Bir Bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. Cilt 11 , Sayı 42, Sayfalar 1 – 21.

Bakırcı, H., ve Kutlu, E. (2018). Fen Bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT*), 9(2), 367–389.

Balbağ, M. Z., Leblebicier, K., Karaer, G., Sarıkahya, E., & Erkan, Ö. (2016). TÜRKİYE'DE FEN EĞİTİMİ VE ÖĞRETİMİ SORUNLARI.

Ball, C., Huang, K. T., Cotten, S. R., & Rikard, R. V. (2017). Pressurizing the STEM pipeline: An expectancy-value theory analysis of youths' STEM attitudes. *Journal of Science Education and Technology, 26*(4), 372-382.

Bal-Taştan, S., Davoudi, S. M. M., Masalimova, A. R., Bersanov, A. S., Kurbanov, R. A., Boiarchuk, A. V., & Pavlushin, A. A. (2018). The impacts of teacher's efficacy and motivation on student's academic achievement in science education among secondary and high school students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(6), 2353-2366.

Barak, M., & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: Students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, *28*(1), 121-144.

Barker, B. S. And Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*. vol. 39 (3), 200-220.

Barker, B. S., Nugent, G., & Grandgenett, N. (2014). Examining fidelity of program implementation in a STEM-oriented out-of-school setting. *International Journal of Technology & Design Education 24*(1), Erişim Tarihi: 28.06.2017, http://doi.org/10.1007/s10798-013-9245-9

Bayraktar Ş., Ertem, S. ve Aydoğdu, C. (2006). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Laboratuvarın Önemi ve Deneyler, Fen ve Teknoloji Öğretimi. *Pegema Yayıncılık.* Ankara.

Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3-23.

Beisser, S. R. (2005). *An examination of gender differences in elementary constructionist classrooms using Lego/Logo instruction*. Computers in the Schools, 22(3-4), ss. 7-19.

Benitti, F.B.V., & Spolaôr, N. (2017). How have robots supported STEM teaching?, In book Robotics in STEM Education: *Redesigning the Learning Experience*, pp.103-129.

Berland, M., & Wilensky, U. (2015). Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education & Technology*, 24(5).

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.

Beug, A. (2012). *Teaching Introductory Programming Concepts: A Comparison of Scratch and Arduino*. Yüksek Lisans. the Faculty of California Polytechnic State University.

Blackley, S., & Howell, J. (2019). The Next Chapter in the STEM Education Narrative: Using Robotics to Support Programming and Coding. *Australian Journal of Teacher Education*, 44(4), 4.

Blom, N., & Bogaers, A. (2020). Using Linkography to investigate students' thinking and information use during a STEM task. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(1), 1-20.

Bolatlı, Z., ve Korucu, A. T. (2018). Ortaokul öğrencilerinin Web 2.0 araçlarıyla desteklenmiş FeTeMM etkinlikleriyle dersin işlenişine ve işbirlikli öğrenmeye yönelik görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 7(2), 456–478.

Bonaccorso, F., Lombardo, A., Hasan, T., Sun, Z., Colombo, L., & Ferrari, A. C. (2012). Production and processing of graphene and 2d crystals. *Materials today*, 15(12), 564-589.

Boyarinov, D., & Samarina, A. E. (2020). The Potential of Educational Robotics in Teacher Education. *ARPHA Proceedings*, 3, 259.

Brahim, T. B., Weaver, J., and Marghitu, D. (2012). *A survey on robotic educational platforms for K-12*. Paper presented at the World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education. Montreal, Quebec, Canada.

Bryan, R. R., Glynn, S. M., & Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, 95(6), 1049-1065.

Buckley, J., O'Connor, A., Seery, N., Hyland, T., & Canty, D. (2019). Implicit theories of intelligence in STEM education: perspectives through the lens of technology education students. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(1), 75-106.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). Bilimsel Araştırma Yöntemleri. *23. Baskı, Pegem Akademi Yayınevi*. Ankara.

Can, A. (2016). SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi (4. baskı). *Ankara: Pegem Akademi.*

Carson, R. L. ve Chase, M. A. (2009). An examination of physical education teacher motivation from a self-determination theoretical framework. *Physical Education & Sport Pedagogy,* 14(4), 335-353.

Catania, C. (2020). *Fostering creativity as a 21st century skill through stem: a policy perspective,* Master's thesis, University of Malta.

Catlin, D. (2012) Maximizing the effectiveness of educational robots through the use of assessment for learning methodologies. *A Paper Presented at the TRTW Conference*. Riva La Garda, Italy

Cavas, P. (2011). Factors affecting the motivation of turkish primary students for science learning. *Science Education International*, 22(1), 31-42.

Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Chai, C. S. (2019). Teacher professional development for science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A review from the perspectives of technological pedagogical content (TPACK). *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 5-13.

Chalmers, C., Wightman, B. and Nason, R. (2014). Engaging students (and their teachers) in STEM through robotics. *In STEM 2014 Conference, 12-15 July 2014*, Vancouver, Canada. Erişim Tarihi: 20.05.2018. url: https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/CAL/article/viewFile/12063/11406.

Chan, Y. L., & Norlizah, C. H. (2017). Students' motivation towards science learning and students' science achievement. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 6(4), 2226-6348.

Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming, *Computers & Education,* 109, 162-175.

Ching, Y. H., Yang, D., Wang, S., Baek, Y., Swanson, S., & Chittoori, B. (2019). Elementary school student development of STEM attitudes and perceived learning in a STEM integrated robotics curriculum. *TechTrends,* 63(5), 590-601.

Chua, K. E., & Karpudewan, M. (2017, December). The role of motivation and perceptions about science laboratory environment on lower secondary students' attitude towards science. *In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 18, No. 2, pp. 1-16). Hong Kong Institute of Education. 10 Lo Ping Road, Tai Po, New Territories, Hong Kong.

Chung, C. C., Cartwright, C., & Cole, M. (2014). Assessing the impact of an autonomous robotics competition for STEM education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(2), 24-35.

Cresswell, J. W., ve Plano Clark, V. L. (2017). Designing and conducting mixed methods research. *Sage Publications,* Thousand Oaks, CA.

Cumhur, T. ve Kalkan, H. (2015). Astronomy attitude scale: Development, validity and reliability. *Journal of Studies in Education,* 5(4), 23-50.

Çam, E. (2019). *Robotik Destekli Programlama Eğitiminin Problem Çözme Becerisi, Akademik Başarı ve Motivasyona Etkisi*, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çankaya, S., Durak, G. ve Yünkül, E. (2017). Programlama Eğitiminde Robot Kullanımı Hakkındaki Öğrenci Görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry. 8(4)*, ss. 428–445.

Çavaş, B. ve Huyugüzel Çavaş, P. (2005). *Technology based learning: ''Robotics club''*. Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

Çayır, E. (2010). *Lego-Logo ile desteklenmiş öğrenme ortamının bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerine etkisinin belirlenmesi.* Yayımlanmamış, Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi. Sakarya.

Çelik, Ş. B. (2019). *Robotik Programlama Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi,* Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Çetin, M., & Demircan, H. Ö. (2020). Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: a systematic literature review. *Early Child Development and Care*, 190(9), 1323-1335.

Çevik, M. (2017). Content analysis of stem-focused education research in Turkey. *Journal of Turkish Science Education*. 14(2), 12-26. doi: 10.12973/tused.10195a.

Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi* (Master's thesis, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı).

Çolakoğlu, M. H., & Gökben, A. G. (2017). Türkiye'de eğitim fakültelerinde fetemm (stem) çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi,* 2(2), 46-69.

Damar, A., Durmaz, C. ve Önder, İ. (2017). Ortaokul öğrencilerinin FeTeMM uygulamalarına yönelik tutumları ve bu uygulamalara ilişkin görüşleri. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 1(1), 47-65.

Daniela, L., & Lytras, M. D. (2019). Educational robotics for inclusive education.

Davis L.L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied Nursing Research*, 5, 194-197

Dawes, L. A., Long, S., Whiteford, C. and Richardson, K. (2015). Why are students choosing STEM and when do they make their choice? In Oo, Aman & Patel,

Arun (Eds.). *Proceedings of 26th Annual Conference of the Australasian Association for Engineering*, School of Engineering, Deakin University, Geelong.

Dede, Y. ve Yaman, S. (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED),* 2(2), s.10-25.

Dedetürk, A. (2018). *6. sınıf ses konusunda FETEMM yaklaşımı ile öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi, uygulanması ve başarıya etkisinin araştırılması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye.

Demir, R., Öztürk, N., & Dökme, İ. (2012). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Motivasyonlarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(23), 1-21.

Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods,* Routledge, New York.

Do Prado, J. L., & da Silva, R. R. (2020). STEM: uma inovação no Ensino Superior. *Research, Society and Development,* 9(11), e58391110355-e58391110355.

Doğanay, K. (2018). *Probleme dayalı STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi*. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversiesi, Kastamonu.

Dönmez, Ġ., & Gülen, S. (2020). Discourse patterns and communication approaches used in STEM education. *EDUCCON 2020 Empower Teaching Studies*, 2.

Dönmez, İ. (2017). STEM eğitimi çerçevesinde robotik turnuvalara yönelik öğrenci ve takım koçlarının görüşleri (bilim kahramanları buluşuyor örneği). *Eğitim Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 25–42

Dorouka, P., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2020). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 255-274.

Drage, C. (2012). Break out the batteries-here comes roamer-too! Erişim tarihi: 10 Nisan 2018, url: http://www.agent4change.net/resources/hardware/1630-break-out-the-batteries-here- comes-roamer-too.html

Duban, N., Aydogdu, B., & Yüksel, A. (2019). Classroom Teachers' Opinions on Science Laboratory Practices. *Universal Journal of Educational Research*, 7(3), 772-780.

Eguchi, A. (2013). "Educational Robotics for Promoting21st CenturySkills". *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, VOLUME 8, No: 1.

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools*, 33(3), 169-186.

Elmalı, Ş. ve Balkan Kıyıcı, F. (2017). Türkiye'de yayınlanmış FeTeMM eğitimi ile ilgili çalışmaların incelenmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 684-696.

Eraytaç, Ö.F., (2019). *Robotik Kodlama Eğitiminde Blok Tabanlı Kodlama Yönteminin Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarısına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana

Erdogan, I., & Ciftci, A. (2017). Investigating the Views of Pre-Service Science Teachers on STEM Education Practices. *International Journal of Environmental and Science Education,* 12(5), 1055-1065.

Ferrari, L., Macauda, A., Soriani, A., & Russo, V. (2020). Educational robotics and artificial intelligence education: what priorities for schools?. *Form@ re-Open Journal per la formazione in rete*, 20(3), 68-85.

Ferreira, J. J., Fernandes, C. I., & Ferreira, F. A. (2020). Technology transfer, climate change mitigation, and environmental patent impact on sustainability and

economic growth: A comparison of European countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119770.

Finnerty, V. (2013). *Can participation in a school science fair improve middle school students' attitudes toward science and interest in science careers?* Unpublished doctoral dissertation, University of Massachusetts Lowell. UMI Number: 3570455

Friday Institute for Educational Innovation. (2012). *Student attitudes toward STEM survey-upper elementary school students.* Raleigh, Newyork.

Fullan, M. (2015). Leadership in a digital age ACEL monograph series- *The william walker oration (Vol. 52)*. Sydney, Australia: ACEL.

Gao, F., Li, L., & Sun, Y. (2020). A systematic review of mobile game-based learning in STEM education. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1791-1827.

Gao, Y. (2015). *Report on China's STEM System*. University of Melbourne, Australian.

Gazioğlu, T. (2018). *STEM Uygulamalarının 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Enerji Ünitesindeki Başarılarına ve Fen Bilimleri Dersine Karşı Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

Genek, S.E. (2018). *STEM Eğitimi Uygulanan İlkokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.

Gomoll, A., Hmelo-Silver, C. E., Šabanović, S., & Francisco, M. (2016). Dragons, Ladybugs, and Softballs: Girls' STEM engagement

Goto, T., Nakanishi, K., & Kano, K. (2018). A large-scale longitudinal survey of participation in scientific events with a focus on students' learning motivation for science: Antecedents and consequences. *Learning and Individual Differences*, 61, 181-187.

Greenberg, R. I., Thiruvathukal, G. K., & Greenberg, S. T. (2019, April). Integrating mathematics and educational robotics: Simple motion planning. *In International Conference on Robotics and Education RiE 2017 (pp. 262-269)*. Springer, Cham.

Guido, R. M. D. (2018). Attitude and motivation towards learning physics. *arXiv preprint arXiv:1805.02293.*

Gülen, S. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik ve matematik disiplinlerine dayalı argümantasyon destekli fen öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi.

Gülen, S. ve Yaman, S. (2018). Fen bilimleri dersinde argümantasyon süreci ve STEM disiplinlerinin kullanımı; odak grup görüşmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty)*, 15(1), 1184-1211.

Gülhan, F. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Gülhan, F. ve Şahin, F. (2018). Niçin STEM eğitimi?: ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarındaki kariyer tercihlerinin incelenmesi. *Journal Of STEAM Education Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-23.

Güven, Ç., Selvi, M. ve Benzer, S. (2018). 7E öğrenme modeli merkezli STEM etkinliğine dayalı öğretim uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 73-80.

Hagerer, I., Treffers, T., Hoffmann, A., Richly, C., Baier, S., & Welpe, I. M. (2020, September). PlayMINT-Still Playing or Already Leading? Design of a Digital Learning Game to Promote Female STEM Students' Innovative Work Behavior and Digital Leadership. *In European Conference on Games Based Learning (pp. 808-811).* Academic Conferences International Limited.

Hallström, J. (2020). Embodying the past, designing the future: technological determinism reconsidered in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-15.

Han, J., Jones, V. and Jo, J. H. (2008). Comparative study on the educational use of home robots for children. *Journal of Information Processing Systems*, vol. 4, no. 4, 140-170.

Han, S. (2017). Korean students' attitudes toward STEM project-based learning and major selection. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(2).

Hanson, S. L., & Krywult-Albańska, M. (2020). Gender and access to STEM education and occupations in a cross-national context with a focus on Poland. *International Journal of Science Education*, 1-24.

Hasanah, U. (2020). The Effectiveness of STEM Education for Overcoming Students' Misconceptions in High School Physics: Engineering Viewpoint. *Science Education International*, 31(1), 5-13.

Hasanah, U., & Tsutaoka, T. (2019). An outline of worldwide barriers in science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 193-200.

Hashim, H., Ali, M. N., Samsudin, M. A., & Shodiqi, H. A. (2020). Nourıshıng Students'creatıve Thınkıng Through Exemplar Stem Lesson Embedded Durıng Extracurrıcular Actıvıtıes. *International STEM Journal*, 1(1), 27-37.

Hassan, M. N., Abdullah, A. H., Ismail, N., Suhud, S. N. A., & Hamzah, M. H. (2019). Mathematics Curriculum Framework for Early Childhood Education Based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). *International electronic journal of mathematics education*, 14(1), 15-31.

Ho, M. T., La, V. P., Nguyen, M. H., Pham, T. H., Vuong, T. T., Vuong, H. M., ... & Vuong, Q. H. (2020). An analytical view on STEM education and outcomes: Examples of the social gap and gender disparity in Vietnam. *Children and Youth Services Review*, 119, 105650.

Hofstein, A. (2017). The role of laboratory in science teaching and learning. *In Science education (pp. 355-368*). Brill Sense.

Hudson, K. (2012). Roamer discovery at every turn. Valiant Technologies. Erişim tarihi: 03.03.2018. Url: http://www.roamer-robot.com/public/maths.

İnce, K., Mısır, M. E., Küpeli, M. A. ve Fırat, A. (2018). 5. sınıf fen bilimleri dersi yer kabuğunun gizemi ünitesinin öğretiminde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisi ve akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Journal Of STEAM Education - Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 64-78.

Irkıçatal, Z. (2016). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve FETEMM algıları üzerine etkisi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye.

Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of science education and technology*, 25(2), 284-301.

Jaworsky, B. A. (2013). *The effects of science fairs on students' knowledge of scientific inquiry and interest in science.*

Jiang, S., Simpkins, S. D., & Eccles, J. S. (2020). Individuals' math and science motivation and their subsequent STEM choices and achievement in high school and college: A longitudinal study of gender and college generation status differences. *Developmental Psychology,* 56(11), 2137.

Kaleci, D. & Korkmaz, Ö. (2018). STEM education research: Content analysis. *Universal Journal of Educational Research,* 6(11), 2404-2412. doi: 10.13189/ujer.2018.061102.

Kallakurchi, J. V. R., & Banerji, P. (2019, August). Use of Robotics Laboratory Programs in Improving STEAM Outcomes in India. *In International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (pp. 183-188).* Springer, Cham.

Kaloti-Hallak, F., Armoni, M. ve Ben-Ari, M. M. (2015). Student's attitudes and motivation during robotics activities, *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, pp, 102-110.

Kanadlı, S. (2018). A meta-summary of qualitative findings about STEM education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976.

Karaahmetoglu, K., & Korkmaz, Ö. (2019). The Effect of Project-Based Arduino Educational Robot Applications on Students' Computational Thinking Skills and Their Perception of Basic Stem Skill Levels. *Online Submission*, 6(2), 1-14.

Karahoca, D., Karahoca, A. and Uzunboylu, H. (2011). Robotics teaching in primary school education by project-based learning for supporting science and technology courses. *Procedia Computer Science*. İstanbul.

Karakaş, A. (2017). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM) uygulamalarının fen öğretimine yansımaları*. Yayımlanmamış doktora tezi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Karakaya, F. (2017). *Ortaokul öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) mesleklerine yönelik ilgi düzeyleri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

Karakaya, F., Avgın, S. S. ve Yılmaz, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fen-teknoloji-mühendislik-matematik (FeTeMM) mesleklerine olan ilgileri. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi (IHEAD*) 3(1), 36-53.

Karasar, N. (2017). Bilimsel Araştırma Yöntemi, *Nobel Akademik Yayıncılık*, 28. Baskı

Karcı, M. (2018). *STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının (STÖY) öğrencilerin akademik başarıları, meslek seçimleri ve motivasyonları üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, Türkiye.

Karim, M. E. & Mondada, F. (2015). 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).*

Kay, J. S., Moss, J. G., Engelman, S. and McKlin, T. (2014). Sneaking in through the back door: Introducing K-12 teachers to robot programming. *In Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM, Erişim Tarihi: 06.07.2018, http://doi.org/10.1145/2538862.2538972.

Kaya, H,. & Büyük, U. (2011). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine ve fen deneylerine karşı tutumları [Attitudes towards science and technology cours and science experiments of the elementary school's 2nd grade students]. *Türk Bilim Araştırma Vakfı [Turkish Science-Research Foundation] (TÜBAV) Bilim Dergisi*, 4(2),120-130.

Kaygısız, G. M., Üzümcü, Ö., & Uçar, F. M. (2020). The case of prospective teachers' integration of coding-robotics practices into science teaching with STEM approach. *Elementary Education Online*, 19(3), 1200-1213.

Kazakoff, E. R., Sullivan, A. and Bers, M. U. (2013). The Effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Educational Journal*, 41, 229-249.

Kazez, H. ve Genç, Z. (2016). Research Trends in Lego and Robotic Usage in Education: A Document Analysis1. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, Vol 5 No:1, 11-31.

Keane, T., Chalmers, C., Williams, M. and Boden, M. (2016). The impact of humanoid robots on students' computational thinking. *Australian Conference on Computers in Education (ACCE 2016*). Brisbane, Australia.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11.

Khanlari, A. (2013). Effect Of Robotics on 21 st Century Skill., European Scientific Journal edition, vol.9, No.27.

Kidd, J., Kaipa, K., Gutierrez, K., Pazos, P., Ayala, O., & Ringleb, S. (2020, October). "Zooming In" on Robotics during COVID-19: A Preservice Teacher, an Engineering Student, and a 5th Grader Engineer Robotic Flowers via Zoom. *In SITE Interactive Conference* (pp. 503-512). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Kim, C., Kim, M. K., Lee, C., Spector, J. M. and DeMeester, K. (2015). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and Teacher Education*. Erişim tarihi:11.02.2017, url: http://doi.org/10.1016/j.tate.2012.08.005.

Kırtay, A. (2019). *Fen Eğitiminde Robotik Uygulamaların Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri ve Fen Eğitimine Yönelik Motivasyonlarına Etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Klein, A. (2009). *Assessing the Effect of Robotics Education on Student Attitude towards Science.* Master Thesis. South Dakota State University.

Ko, P. (2013, October). A longitudinal study of the effects of a high school robotics and computational thinking class on academic achievement (WIP). In *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 181-183). IEEE.

Koç, A. (2019). *Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle Yapılan STEM Uygulamalarının Karşılaştırılması.* Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri

Koç, A. ve Böyük, U. (2013). Fen ve Teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: Robotik uygulamaları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi,* 10(1), s.100-135.

Koç, Ş., A. & Böyük, U. (2015). Robotik Destekli Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları: Robolab. *Electronic Turkish Studies*, 10(3).

Koç, Y. (2017). *Fen bilimleri dersinde STEM eğitim modeli yaklaşımı kullanarak genç mekatronikcilerin yetiştirilmesi.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul.

Konca Şentürk, F. (2017). *FeTeMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri.*

Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla, Türkiye.

Korchnoy, E., & Verner, I. M. (2010). Characteristics of learning computer-controlled mechanisms by teachers and students in a common laboratory environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(2), 217-237.

Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. (2015a). *Notice of running the training center for cutting-edge science*. Erişim tarihi 15.05.2016, url: http://www.kofac.re.kr/.

Korherr, M. (2014). *Schulklasse testet neue EV3 Physik-Experimente- Eine Entwicklung der htw saar und des Fraunhofer Instituts im Auftrag von LEGO® Education.* Erişim tarihi: 11.08.2017. Url: http://emrolab.htw-saarland.de/index.php/news/154-ev3physikexperimente.

Korkmaz, H. (2012). Making science fair: How can we achieve equal opportunity for all students in science? *Procedia–Social and Behavioral Sciences,* 46, 3078–3082. doi:10.1016/j.sbspro.2012.06.014

Köy Enstitüleri. (2015, 6 Nisan). Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6y_enstit%C3%BCs%C3%BC

Küçük, S. & Şişman, B. (2017). Birebir Robotik Öğretiminde Öğreticilerin Deneyimleri, *Elementary Education Online*, 16(1), ss. 312–325.

Kuş, M. (2016). *Ortaokul Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Ünitesinin Öğretiminde Robotik Modüllerin Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

La Barbera, D., La Paglia, F. and Rizzo, R. (2011). Using robotics kits for the enhancement of metacognative skills of mathematics: A possible approach. *Journal of CyberTherapy and Rehabilitation.* 4 (2), 190-200.

Lathifah, A., Budiyanto, C. W., & Yuana, R. A. (2019, December). The contribution of robotics education in primary schools: Teaching and learning. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2194, No. 1, p. 020053). AIP Publishing LLC.

Latip, A., & Hardinata, A. (2020). Implementation of STEM-Robotics as High School Intracurricular. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 3(1), 11-19.

Latip, A., Andriani, Y., Purnamasari, S., & Abdurrahman, D. (2020, October). Integration of educational robotic in STEM learning to promote students' collaborative skill. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1663, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.

Lee, M. H., Chai, C. S., & Hong, H. Y. (2019). STEM education in Asia Pacific: Challenges and development.

Lee, M. H., Liang, J. C., Wu, Y. T., Chiou, G. L., Hsu, C. Y., Wang, C. Y., ... & Tsai, C. C. (2020). High school students' conceptions of science laboratory learning, perceptions of the science laboratory environment, and academic self-efficacy in science learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 1-18.

Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., & Almughyirah, S. (2016). Using robotics and game design to enhance children's self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills. *Journal of Science Education and Technology*, 6(25), 860-876.

Leshner, A., & Scherer, L. (2018). Graduate STEM Education for the 21st Century. Consensus Study Report. *National Academies Press.* 500 Fifth Street NW, Washington, DC 20001.

Levy, P. (2000). *Interactive whiteboards in learning and teaching in two Sheffield schools: A developmental study*. Erişim tarihi: 2.12.2017, url: http://dis.shef.ac.uk/eirg/projects/wboards.htm.

Li, Y., Schoenfeld, A. H., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). *On computational thinking and STEM education*.

Lin, P-Y., & Schunn, C. D. (2016). The dimensions and impact of informal science learning experiences on middle schoolers' attitudes and abilities in science. *International Journal of Science Education,* 38(17), 2551-2572. doi: 10.1080/09500693.2016.1251631

Lindh, J. and Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, 49(4), 1000-1050.

Litinas, A. and Alimisis, D. (2013). Planning, implementation and evaluation of lab activities using robotic technology for teaching the phenomenon of motion in Proc. *the 3rd Pan-Hellenic Conference Integration and Use of ICT in Educational Process*, Piraeus: HAICTE & University of Piraeus.

Ludi, S. (2012). Educational robotics and broadening participation in STEM for underrepresented student groups. In B. Barker, G. Nugent, N. Grandgenett, & V. Adamchuk (Eds.), *Robots in K-12 Education: A New Technology for Learning Hershey*, PA, 110-139.

Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 1-16.

Malik, A., Aliah, H., Susanti, S., Ubaidillah, M., & Sururie, R. W. (2020). Science Laboratory Activities: A Profile of the Implementation and Constraints of Junior High School Natural Science Teachers. Scientiae Educatia: *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(1), 96-108.

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2.

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822.

Maxinez, D.G., Ferreyra Ramirez, A., Alvarez I.E., Rangel, F.J.S., Tapia, G.C., Noyola, P.B. and Galvan, M.A. (2012). Educational robotics constructivism and modeling of robots using reverse engineering. *World Academy of Science, Engineering, and Technology*, vol. 68, 1550-1580.

McDonald, C.V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.

McGee, E. O. (2020). Interrogating structural racism in STEM higher education. *Educational Researcher*, 49(9), 633-644.

Mcwhorter, W. I. (2008). *The Effectiveness of Using Lego® Mindstorms® Robotics Activities to Influence Self-Regulated Learnıng in a Unıversıty Introductory Computer Programmıng Course.* Doctoral Thesis. University of North Texas.

MEB. (2016). STEM Eğitim Raporu. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK). Erişim tarihi: 10.09.2017 url: http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf

Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian k-12 School Computer Technologies Journal*, 14 (3), 1-10.

Mikropoulos, T. A. and Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themesin Science & Technology Education*. 2013, vol. 6, no. 1, 2-11.

Moss, G., Jewitt, C., Levaãiç, R., Armstrong, V., Cardini, A. and Castle, F. (2007). *The interactive whiteboards, pedagogy and pupil performance evaluation.* Erişim tarihi: 02.03.2018. Url: www.dfes.gov.uk/research/data/uploadfiles/RR816.pdf

Mubin, O., Stevens, C. J. S., Shahid, Al Mahmud, A. and Dong.J-J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1-18.

Murphy, S. (2020). Participation and achievement in technology education: the impact of school location and socioeconomic status on senior secondary technology studies. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(2), 349-366.

Murphy, S., MacDonald, A., Danaia, L., & Wang, C. (2019). An analysis of Australian STEM education strategies. *Policy Futures in Education*, 17(2), 122-139.

Murray, J. (2019). Routes to STEM: nurturing Science, Technology, *Engineering and Mathematics in early years education.*

Nall, M. (2016). Robotics in the classroom: The effectiveness of robotics based curriculum in STEM education, *Graduate Research Papers*, 88.

National Science and Technology Council. (2013). *National science technology, engineering, and mathematics (STEM) education*: 5 year strategic plan. Washington, DC.

Niazi, M. U. R. K., Asghar, M. A., & Ali, R. (2018). Effect of Science Laboratory Environment on Cognitive Development of Students. *Pakistan Journal of Distance and Online Learning*, 4(1), 123-134.

Nolen, S. B. (2003). Learning environment, motivation, and achievement in high school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 347-368.

Ogbonna, O. N. (2020). Virtual Reality: A Tool for Improving the Teaching and Learning of Technology Education. *In Virtual Reality*. IntechOpen.

Okkesim, B. (2014). *Fen ve Teknoloji Eğitimde Robotik Uygulamaları.* Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ospennikova, E.V., Iljin, I.V., Ershov, M.G., Ospennikov, A.A. (2015). *The principle of polytechnic training in teaching physics: modern interpretation and implementation of technology in high school.* Perm: OOO Permckoe knizhnoe izdatel'stvo.

Özcan, H., & Koca, E. (2019). STEM'e yönelik tutum ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 387-401. doi: 10.16986/HUJE.2018045061

Özçelik, A. (2017). *"Üstün/özel yetenekli öğrenciler için okul dışı stem eğitiminin değerlendirilmesi".* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Aydın Üniversitesi. İstanbul.

Özdemir, H. (2018). *Meslek lisesi öğrencilerinin alanlarıyla ilgili mesleki matematik başarısını geliştirmeye yönelik STEM uygulamaları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.

Özdoğru, E. (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

Özel, M. (2018). *Robotik Biliminin Orta Okul 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersine Entegrasyonu,* Yüksek Lisan Tezi. İstanbul Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Özkan, Ş. (2003). *The Roles Of Motıvatıonal Belıefs And Learnıng Styles On Tenth Grade Students'bıology Achıevement* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından elde edildi. (Tez no: 143485)

Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2020). Exploring Preservice Teachers' Attitudes About the Usage of Educational Robotics in Preschool Education. *In Handbook of Research on Tools for Teaching Computational Thinking in P-12 Education* (pp. 335-351). IGI Global.

Paraskevov, A.V. and Levchenko, A.V. (2014). *Sovremennaya robototekhnika v Rossii: realii perspektivy [Modern robotics in Russia: realities and perspectives]*. Politematicheskij setevoj ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, No. 104 (10). Krasnodar: KubGAU.

Park, J. (2015). Effect of Robotics enhanced inquiry based learning in elementary Science education in South Korea. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *34*(1), 71-95.

Parlakay, E. S. (2017). *FeTeMM (STEM) uygulamalarının beşinci sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenmelerine, motivasyonlarına ve 'canlılar dünyasını gezelim ve tanıyalım' ünitesindeki akademik başarılarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

Pedersen, B. K. M. K., Larsen, J. C., & Nielsen, J. (2019, April). The effect of commercially available educational robotics: a systematic review.

In International Conference on Robotics and Education RiE 2017 (pp. 14-27). Springer, Cham.

Pekmez, E., Yılmaz, H., Alaçam Akşit, A. C. ve Güler, F. (2018). İlköğretim öğrencilerinin fen-teknoloji-tasarım süreci ile ilgili becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir eğitim modülü uygulaması. *Ege Eğitim Dergisi / Ege Journal of Education*, 19(1), 135-160.

Penprase, B. E. (2020). The Future of STEM Teaching and Learning. *In STEM Education for the 21st Century* (pp. 121-133). Springer, Cham.

Perkmen, S. ve Cevik, B. (2010). Relationship between pre-service music teachers' personality and motivation for computer-assisted instruction. *Music Education Research*, 12(4), 415-425.

Podobnik, B., Crawford, G. C., Lichtenstein, B., Lipic, T., Wild, D., Zhang, X., & Stanley, H. E. (2020). The new wealth of nations: How STEM fields generate the prosperity and inequality of individuals, companies, and countries. *Chaos, Solitons & Fractals*, 141, 110323.

Poole, M. (2016). *Growing STEM education on the playground: A case study of the factors that influence teachers' use of school gardens*. (Dissertations and Theses). Portland State University Paper 2723

Potvin, P., & Hasni, A. (2014a). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129. doi: 10.1080/03057267.2014.881626

Priatna, N., Lorenzia, S. A., & Widodo, S. A. (2020). STEM education at junior high school mathematics course for improving the mathematical critical thinking skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1173-1184.

Raviv, A., Cohen, S., & Aflalo, E. (2019). How should students learn in the school science laboratory? The benefits of cooperative learning. *Research in Science Education*, 49(2), 331-345.

Resinovic, B. (2015). The use of Nao, a humanoid robot, in teaching computer programming. *The Proceedings of International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives*—ISSEP 2015, p. 63.

Ribeiro, C., Costa M.F.M. ve Rocha, M. (2008). A Study of educational robotics in elementary schools. *4th International Conference on Hands-on Science. Development Diversity and Inclusion in Science Education*, 1, ss. 580–595.

Rifandi, R., & Rahmi, Y. L. (2019, October). STEM education to fulfil the 21st century demand: a literature review. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1317, No. 1, p. 012208). IOP Publishing.

Rodriguez, A. J., & Shim, S. W. (2020). Addressing critical cross-cultural issues in elementary STEM education research and practice: a critical review essay of Engineering in Elementary STEM Education. *Cultural Studies of Science Education*, 1-17.

Rosengrant, D., Hensberry, K. K., Vernon-Jackson, S., & Gibson-Dee, K. (2019). Improving STEM Education Programs through the Development of STEM Education Standards. *Journal of Mathematics Education*, 12(1), 123-140.

Rubio, M. A., Hierro, C. M. ve Pablo, Á.P. M. (2013). Using Arduino To Enhance Computer Programming Courses In Science And Engineering, *Proceedings of EDULEARN13 conference IATED*, Barcelona, Spain, pp. 1-3.

Ruf, A., Mühling, A. ve Hubwieser, P. (2014). Scratch vs . Karel – Impact on Learning Outcomes and Motivation, *WiPSCE*, ss. 50–59.

Rushton, E. A., & King, H. (2020). Play as a pedagogical vehicle for supporting gender inclusive engagement in informal STEM education. *International Journal of Science Education*, Part B, 1-14.

Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., Pezalla-Granlund, M. (2008). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 49-65.

Sadler, K., Eilam, E., Bigger, W. S., & Barry, F. (2016). University-led STEM outreach programs: Purposes, impacts, stakeholder needs and institutional support at nine Australian universities. *Studies in Higher Education*, DOI:10.1080/03075079.2016.1185775

Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2020). Educational Robotics for STEM: A Review of Technologies and Some Educational Considerations. *Science and Mathematics Education for 21st Century Citizens: Challenges and Ways Forward*; *Nova Science Publishers: Hauppauge*, NY, USA, 167-190

Saraç, H. (2018). The effect of science, technology, engineering and mathematics-stem educational practices on students' learning outcomes: A meta-analysis study. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET),* 17(2), 125-142.

Sarı, M. (2011). İlköğretim Fen ve Teknoloji Derslerinin Öğretiminde Laboratuvarın Yeri ve Basit Araç- Gereçlerle Yapılan Fen Deneyleri Konusunda Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin Değerlendirilmesi, *2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, Antalya-Turkey.

Sarı, U., Alıcı, M., & Şen, Ö. F. (2018). The effect of STEM instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinions. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education,* 22(1).

Sarıcan, G. (2017). *Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.

Sarıer, Y. (2016). Türkiye'de Öğrencilerin Akademik Başarısını Etkileyen Faktörler: Bir Meta-Analiz Çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 1-19.

Scaradozzi, D., Screpanti, L., & Cesaretti, L. (2019). Towards a definition of educational robotics: a classification of tools, experiences and assessments. *In Smart Learning with Educational Robotics* (pp. 63-92). Springer, Cham.

Scaradozzi, D., Sorbi, L. & Conte, G. (2014). "Assisted guidance system for Micro ROV in underwater data gathering missions," *Proc. of the 20th Mediterranean Conf. of Control and Automation Barcelona*, pp. 1373-1378.

Schmidt, J. A., Rosenberg, J. M., & Beymer, P. N. (2018). A person-in-context approach to student engagement in science: Examining learning activities and choice. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 19-43.

Schmidt, K. M., & Kelter, P. (2017). Science fairs: a qualitative study of their impact on student science inquiry learning and attitudes toward STEM. *Science Educator*, 25(2), 126-132.

Scott, C. (2012). *An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High Schools in the U.S.*

Seçer, İ. (2015). SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi. Ankara: *Anı yayıncılık.*

Selçuk, N. A. (2019). *Eğitsel Robotik Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Ders Motivasyonları, Robotik Tutumları ve Başarıları Açısından İncelenmeleri.* Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Seren, S. ve Veli, E. (2018). 2005 yılı itibariyle değişen fen bilimleri dersi öğretim programlarında STEM eğitimine yer verilme düzeylerinin karşılaştırılması. *Journal Of STEAM Education-Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 24- 47.

Sergeyev, A., Alaraje, N., Kuhl S., M., Meyer, Kinney M., and Highum, M. (2015). *Innovative curriculum model development in robotics education to meet 21st century workforce needs*. in Proc

Setiawan, A. R., & Saputri, W. E. (2019). STEAM Education: background, framework, and characteristics. *EdArXiv*. December, 27.

Sevinc, B., Özmen, H., & Yigit, N. (2011). Investigation of Primary Students' Motivation Levels towards Science Learning. *Science Education International*, 22(3), 218-232.

Seyis, S , Yazıcı, H , Altun, F . (2013). Ortaöğretim Öğrencilerinin Motivasyonları ve Duygusal Zekaları İle Akademik Başarıları Arasındaki İlişki. *Milli Eğitim Dergisi* , 43 (197) , 51-63.

Shanmugam, K., & Balakrishnan, B. (2019). Motivation in Information Communication and Technology-based science learning in Tamil schools. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia,* 8(1), 141-152.

Shin, D. D., Lee, M., Ha, J. E., Park, J. H., Ahn, H. S., Son, E., ... & Bong, M. (2019). Science for all: Boosting the science motivation of elementary school students with utility value intervention. *Learning and Instruction,* 60, 104-116.

Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002). Mathematics and science achievement: Effects of motivation, interest, and academic engagement. *The Journal of Educational Research,* 95(6), 323-332.

Sintema, E. J. (2020). Effect of COVID-19 on the performance of grade 12 students: Implications for STEM education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education,* 16(7), em1851.

Siouli, S., Dratsiou, I., Antoniou, P. E., & Bamidis, P. D. (2019). Learning with Educational Robotics through Co-Creative Methodologies. *Interaction Design and Architecture (s) Journal,* 42, 29-46.

Sırakaya, M., & Alsancak Sırakaya, D. (2020). Augmented reality in STEM education: a systematic review. *Interactive Learning Environments,* 1-14.

Sırakaya, M., & Sırakaya, D. A. (2018). The effect of augmented reality use in science education on attitude and motivation. *Kastamonu Education Journal,* 26(3), 887-896.

Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2019). The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Program on Students' Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis. International Electronic, *Journal of Mathematics Education,* 15(1), em0549.

Smolentseva, A. (2015). *Between historical advantages and global challenges: Do the STEM disciplines matter in Russia?*, Erişim tarihi: 3.03.2016. Url: http://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.010.

Soros, P., Ponkham, K., & Ekkapim, S. (2018). The results of STEM education methods for enhancing critical thinking and problem solving skill in physics the 10th grade level. *In AIP Conference Proceedings,*1923 (1),

Sosyal Psikoloji Tutum (2016). [online]. (10 Aralık 2015), http://w2.anadolu.edu.tr/aos/kitap/EHSM/1024/unite12.pdf

Spector, B. S., Leard, C., & Stone, D. (2019). *Impact of service-learning in a science methods course: motivation conflicts. errors. Advances in Global Education and Research book series are not copyrighted.*

Srisawasdi, N., Pondee, P., & Bunterm, T. (2018). Preparing pre-service teachers to integrate mobile technology into science laboratory learning: an evaluation of technology-integrated pedagogy module. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 12(1), 1-17.

Stables, K. (2020). Signature Pedagogies for Designing: A Speculative Framework for Supporting Learning and Teaching in Design and Technology Education. *In Pedagogy for Technology Education in Secondary Schools* (pp. 99-120). Springer, Cham.

Stein, G., & Lédeczi, A. (2019, October). Mixed reality robotics for stem education. *In 2019 IEEE Blocks and Beyond Workshop (B&B)* (pp. 49-53). IEEE.

STEM Akademi. (2017). *Dünyada STEM*. Erişim tarihi: 16.05.2018. Url: www. stemakademi.com.tr.

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Gender differences in kindergarteners' robotics and programming achievement. *International journal of technology and design education*, 23(3), 691-702.

Sungur, S., & Güngören, S. (2009). The role of classroom environment perceptions in self-regulated learning and science achievement. *Elementary Education Online*, 8(3), 883-900.

Surasmi, W. A., Suparto, A., Tresnaningsih, S., Sambada, D., Setyowati, T., Faqih, A., & Setiani, R. (2018). Designing laboratory activities in elementary school oriented to scientific approach for teachers SD-Kreatif Bojonegoro. *JPhCS*, 997(1), 012041.

Şenler, B., & Sungur, S. (2009). Parental influences on students' self-concept, task value beliefs, and achievement in science. *The Spanish journal of psychology*, 12(01), 106-117.

Şişman, B. (2016) Eğitimde Robot Kullanımı, In: İşman, A., Odabaşı, H. F. ve Akkoyunlu, B. (ed.), Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016. *Salmat Basım Yayıncılık.* Ankara.

Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2015). Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı (Çeviri Ed. M. Baloğlu), Ankara: *Nobel yayıncılık.*

Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. Sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde.

Talib, C. A., Aliyu, H., Aliyu, F., Malik, A. M. A., Anggoro, S., & Ali, M. (2020). Integration of Robotics into STEM Education for Facilitating Environmental Sustainability. *Solid State Technology*, 63(1s), 767-783.

Taşdemir, S. (2013). *Motivasyon kavramına genel bir bakış, motivasyon araçları ve bilgi teknolojileri ve iletişim kurumu ölçeğinde bir model önerisi.* (Yayımlanmamış İdari Uzmanlık Tezi, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Ankara).

Taştan Akdağ, F., ve Güneş, T. (2017). Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili Fen Lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1643–1656

Tati, T., Firman, H., & Riandi, R. (2017). The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM literacy. *Journal of Physics: Conference Series.* DOI :10.1088/1742-6596/895/1/012157.

Tavşancıl, E. (2006). Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi. *Nobel Yayın Dağıtım.* Ankara.

Tena, M. J. F., Almadhkhori, H., & Ruiz, Y. D. (2020). Impact Of Robotics On The Motivation And Socio-Affectivity Of Secondary School Students. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(8), 97-103.

Tezel, Ö. ve Yaman, H. (2017). FeTeMM eğitimine yönelik Türkiye'de yapılan çalışmalardan bir derleme. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 135-145.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., ... & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.

Thomasian, J. (2011). *Building a Science, Technology, Engineering and Math Education Agenda: An Update of State Actions. Washington, DC: National Governors Association [NGA]*. Center for Best Practices. Retrieved December 20, 2017 from http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf

Tiwari, A. K. (2019). Robotics Module in Enhancing Interactive Stem Education. *Journal of Ravishankar University,* 32(1), 34-37.

Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society, 19*(2), 148-163.

Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education,* 14(4), 1383-1395.

Tomblin, D., & Mogul, N. (2020). STS Postures: responsible innovation and research in undergraduate STEM education. *Journal of Responsible Innovation*, 1-11.

Tsupros, N., Kohler, R. and Hallinen, J. (2014). STEM education: A Project to identify the missing components. Pennsylvania: Intermediate Unit 1: *Center for STEM education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach*. Carnegie Mellon University.

Turley, M. (2020). Redefining the Goal: The True Path to Career Readiness in the 21st Century.

Üçgül, M. (2013). History and Educational Potential of LEGO Mindstorms NXT. *Mersin Üniversitesi Fakülte Dergisi*, Cilt no:9.

Uğraş, M. (2018). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Motivasyon ve Özyetelik İnançlarının Fen Bilimleri Dersindeki Başarılarıyla İlişkisinin İncelenmesi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt(8): 495-508.

Uğraş, M., & Genç, Z. (2018). Investigating preschool teacher candidates' STEM teaching intention and the views about STEM education. *Bartin Üniversitesi Egitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 724-744.

Utgaard, N. S. (2014). *Investigating the effect of a robotic presence compared to a virtual robot in teaching angles and turn measurements to children.* Master Thesis, Norwegian University.

Uzezi, J. G., & Zainab, S. (2017). Effectiveness of guided-inquiry laboratory experiments on senior secondary schools students academic achievement in volumetric analysis. *American Journal of Educational Research*, 5(7), 717-724.

Valiant, U.K. (2012). *I'am Roamer-Too,* Erişim tarihi: 06.08.2017. Url: http://www.valiant-technology.com/archive/about.html

Valko, N. V., Kushnir, N. O., & Osadchyi, V. V. (2020). Cloud technologies for STEM education.

Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, Grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann.

Vennix, J., den Brok, P., & Taconis, R. (2018). Do outreach activities in secondary STEM education motivate students and improve their attitudes towards STEM?. *International Journal of Science Education*, 40(11), 1263-1283.

Wells, J. G. (2019). STEM education: The potential of technology education. *Council on Technology and Engineering Teacher Education.*

Wongwatkit, C., Prommool, P., Nobnob, R., Boonsamuan, S., & Suwan, R. (2018, August). A collaborative STEM project with educational mobile robot on escaping the maze: prototype design and evaluation. *In International Conference on Web-Based Learning* (pp. 77-87). Springer, Cham.

Wood, R. (2019). Students' Motivation to Engage with Science Learning Activities through the Lens of Self-Determination Theory: Results from a Single-Case School-Based Study. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(7), em1718.

Xu, M., Williams, P. J., Gu, J., & Zhang, H. (2020). Hotspots and trends of technology education in the International Journal of Technology and Design Education: 2000–2018. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(2), 207-224.

Yalçın, E. (2010). *5E Öğrenme yönteminin 8. sınıf öğrencilerinin yaşamımızdaki elektrik konusunu anlamalarına ve fene yönelik tutumlarına etkisi*. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.

Yalçın, Y. (2012). *Lego nxt ile robot uygulamaları eğitim materyali geliştirilmesi.* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

Yenice, N., Saydam, G. ve Telli, S. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi,* 13(2), 231-247.

Yıldırım, B. (2016). *7. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Yıldırım, B. (2018). Teoriden pratiğe STEM eğitimi (1. Basım). İstanbul. *Nobel Akademik Yayıncılık.*

Yıldırım, B. and Selvi, M. (2015). Adaptation of STEM attitude scale to Turkish, Turkish Studies- International Periodical for the Languages. *Literature and History of Turkish or Turkic*, 10 (3), 1107- 1120, ISSN: 1308-2140, Erişim Tarihi: 24.12.2017, url: http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.7974, Ankara-Turkey.

Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Journal of Theory and Practice in Education / Eğitimde Kuram ve Uygulama,* 13(2), 183-210.

Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18) 47-54.

Yıldırım, H. I. (2020). The Effect of Using Out-of-School Learning Environments in Science Teaching on Motivation for Learning Science. *Participatory Educational Research,* 7(1), 143-161.

Yılmaz, H. ve Çavaş, P. H. (2014). Fen öğrenimine yönelik motivasyon ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *İlköğretim Online,* 6(3), 430-440.

Yılmaz, H., Yiğit Koyunkaya, M., Güler, F. ve Güzey, S. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) eğitimi tutum ölçeğinin Türkçeye uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi,* 25(5), 1787-1800.

Yolcu, V., & Demirer, V. (2017). A review on the studies about the use of robotic technologies in education. *SDU International Journal of Educational Studies,* 4(2), 127-139.

York, S., Lavi, R., Dori, Y. J., & Orgill, M. (2019). Applications of systems thinking in STEM education. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2742-2751.

Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2019, February). HOTS profile of physics education students in STEM-based classes using PhET media. *In Journal of Physics: Conference Series (*Vol. 1157, No. 3, p. 032021). IOP Publishing.

Zavala, M. D. R., & Hand, V. (2019). Conflicting narratives of success in mathematics and science education: Challenging the achievement-motivation master narrative. *Race Ethnicity and Education*, 22(6), 802-820.

Zengin, M. (2016). İlkokul, Ortaokul ve Lise Öğrencilerin Disiplinlerarası Eğitim ve Öğretiminde Robotik Sistemlerinin Kullanımına Yönelik Görüşleri. *Journal of Gifted Education Research Journal of Gifted Education Research Üstün Yetenekliler Eğitimi Araştırmaları Dergisi,* 4(42), ss. 48–70.

Zheng, J., Xing, W., Zhu, G., Chen, G., Zhao, H., & Xie, C. (2020). Profiling self-regulation behaviors in STEM learning of engineering design. *Computers & Education*, 143, 103669.

EKLER

EK- 1:STEM TUTUM ÖLÇEĞİ

Okuduğunuz maddeye katılma derecenizi 1'den 5'e kadar puanlayarak ilgili kutucuklara (X) işareti koyunuz.	**Kesinlikle Katılmıyorum** → **Kesinlikle katılıyorum**				
Örnek Madde: Okulumu severim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

MATEMATİK						
1.	Matematik en kötü dersim olmuştur.	1	2	3	4	5
2.	Matematikle ilgili bir kariyer seçmeyi düşünürdüm.	1	2	3	4	5
3.	Matematik benim için çok zordur.	1	2	3	4	5
4.	Matematik dersinde iyi bir öğrenciyimdir.	1	2	3	4	5
5.	Çoğu derste iyi olmama rağmen matematikte iyi değilim.	1	2	3	4	5
6.	Matematikte ileri düzey çalışmalar yapabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
7.	Matematikte iyi notlar alabilirim.	1	2	3	4	5
8.	Matematiğim iyidir.	1	2	3	4	5

FEN		1	2	3	4	5
1.	Fen ile uğraşırken kendimden eminim.	1	2	3	4	5
2.	Fen ile ilgili bir kariyer düşünebilirim.	1	2	3	4	5
3.	Feni okul dışında da kullanmayı umuyorum.	1	2	3	4	5
4.	Fen bilmek hayatımı kazanmada bana yardımcı olacaktır.	1	2	3	4	5
5.	Gelecekteki işimde fene ihtiyaç duyacağım.	1	2	3	4	5
6.	Feni iyi yapabileceğimi biliyorum.	1	2	3	4	5
7.	Fen çalışma hayatımda benim için önemli olacaktır.	1	2	3	4	5
8.	Çoğu derste iyi olmama rağmen fende iyi değilim.	1	2	3	4	5
9.	Fende ileri düzey çalışmalar yapabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5

Lütfen soruları cevaplamadan önce paragrafı okuyun.

Mühendisler, insanların hayatını kolaylaştırmak, yeni materyaller üretmek, karşılaşılan problemleri araştırmak ve çözmek için matematik, fen ve yaratıcılık kullanır. Mekatronik, elektronik bilgisayar, mekanik, çevre ve biyomedikal gibi birçok farklı mühendislik türleri vardır. Mühendisler akıllı binalar, ulaşım araçları, nanoteknolojik kumaşlar ve sanal gerçeklik eğlence parkları gibi şeylerin tasarlarımını yapar ve geliştirir. **Teknoloji uzmanları** mühendislerin geliştirdiği tasarımları uygularlar; Ürünleri ve süreçleri inşa eder, test eder ve sürdürürler.

MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ		1	2	3	4	5
1.	Yeni ürünler oluşturmayı hayal etmek hoşuma gider.	1	2	3	4	5
2.	Mühendislik öğrenirsem, insanların her gün kullandıkları şeyleri geliştirebilirim.	1	2	3	4	5
3.	Bir şeyleri tamir etmede iyiyimdir.	1	2	3	4	5
4.	Makinelerin nasıl çalıştıklarını merak ederim.	1	2	3	4	5
5.	Ürünler tasarlamak gelecek iş yaşantım için önemlidir.	1	2	3	4	5
6.	Elektronik aletlerin nasıl çalıştığını merak ederim.	1	2	3	4	5
7.	Gelecek iş yaşantımda yaratıcı uygulamaları kullanmak isterim.	1	2	3	4	5
8.	Matematik ve fenin birlikte nasıl kullanılacağını bilmek yararlı şeyler icat etmemi sağlayacaktır.	1	2	3	4	5
9.	Mühendislik alanında başarılı olabileceğime inanıyorum.	1	2	3	4	5

21. YÜZYIL BECERİLERİ		1	2	3	4	5
1.	Başkalarının bir hedefi gerçekleştirebilmelerine öncülük edebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
2.	Başkalarını, ellerinden gelen her şeyi yapmaya teşvik edebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
3.	Yüksek kalitede işler yapabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
4.	Arkadaşlarımın farklılıklarına saygılı olacağımdan eminim.	1	2	3	4	5
5.	Arkadaşlarıma yardım edebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
6.	Karar alırken başkalarının görüşlerini de dikkate alacağımdan eminim.	1	2	3	4	5
7.	İşler planlandığı gibi gitmediğinde değişiklikler yapabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
8.	Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
9.	Tek başıma çalışırken zamanımı akıllıca kullanabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
10.	Birçok görevim olduğunda, hangisini önce yapmam gerektiğini seçebilirim.	1	2	3	4	5
11.	Geçmiş yaşantıları benimkinden farklı öğrencilerle iyi çalışabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5

EK- 2:FEN ÖĞRENMEYE YÖNELİK MOTİVASYON ÖLÇEĞİ

	Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1	Fendeki yeni fikirleri öğrenmek isterim.					
2	Okulda öğretilmeyen fen konularıyla da ilgilenirim.					
3	Öğretmenin sınıfta anlattığı bilgilerden daha fazlasını araştırmak isterim.					
4	Yeni fen konuları hakkında bilgi edinmek isterim.					
5	Fenle ilgili en son yenilikleri öğrenmeyi severim.					
6	Fen problemlerinin cevaplarını araştırmaktan hoşlanırım.					
7	Yüksek not aldığımda öğretmeninim sınıfta bunu ilan etmesini isterim.					
8	Sınıfta çözdüğümüz problem veya etkinlikleri ilk bitiren kişi olmak isterim.					
9	Fen dersinde gösterdiğim çabaların öğretmenim tarafından takdir edilmesini isterim.					
10	Öğretmenimizin söylediği önemli bilgileri kaçırmamak için çok çaba sarf ederim.					
11	Fen derslerinde öğretmenimin gözüne girmek için çok çalışırım.					
12 13	Öğretmenimin verdiği ev ödevlerinin yapılıp yapılmadığını kontrol etmesini isterim.					
14	Fen bilgisi derslerinde sınıf arkadaşlarıma yardımcı olmaktan hoşlanırım.					
15	Fen derslerinde arkadaşlarımla grup çalışmaları yapmayı severim.					
16	Ev ödevlerini, daha çok bilgi öğrenmeme yardımcı olduğu için severim.					
17	Küçük gruplarda çalışmayı severim.					
18	Fen bilgisiyle ilgili kitap ve ders notlarımı sınıf arkadaşlarıma ödünç vermek istemem.					
19	Grup çalışmalarında, diğer arkadaşlarımın fikirlerini önemsemem.					
20	Fen ödevlerimi en iyi şekilde yapmaya çalışırım.					
21	Öğretmenimin konuyu öğretirken detaylı açıklama yapmasını isterim.					
22	Fen bilgisi dersi sınavlarında en yüksek notu almak isterim.					
23	Sınıf tartışmalarında en iyi fikri ortaya atmak isterim.					
24	Grup etkinliği yaparken arkadaşlarımın çalışmak için beni seçmelerini isterim.					

EK- 3:BAŞARI TESTİ

1. Barış durgunbir market arabasını, T noktasından itmeye başlıyor ve Y noktasına geldiğinde itmeyi kesiyor. Araba, Z noktasına gelerek duruyor.



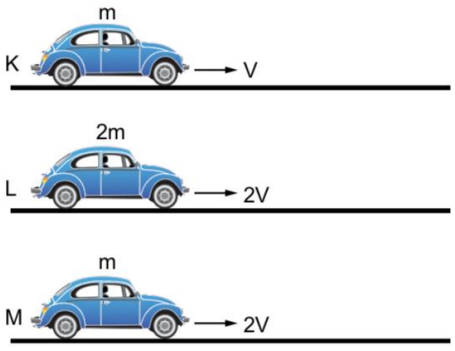
Buna göre;

I. Barış, fiziksel anlamda iş yapmıştır.
II. Araba, T-Y noktaları arasında hareket enerjisi kazanmıştır.
III. Y-Z noktaları arasında arabanın durmasını sürtünme kuvvetindendir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

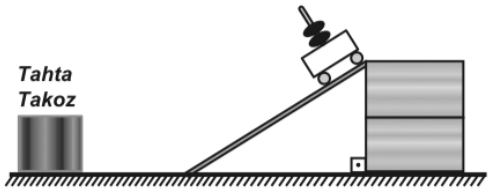
2. Ağırlıkları ve süratleri verilen K, L ve M araçlar aynı yön ve yüzeyde hareket etmektedir.



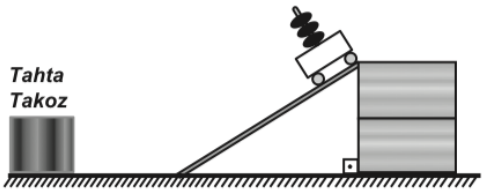
Hareket enerjisinin cismin kütlesine ve süratine bağlı olduğunu gösterebilmek için hangi araçlar seçilmelidir?

	Kütlesine	**Süratine**
A)	K ile L	L ile M
B)	L ile M	K ile M
C)	L ile M	K ile L
D)	K ile M	L ile M

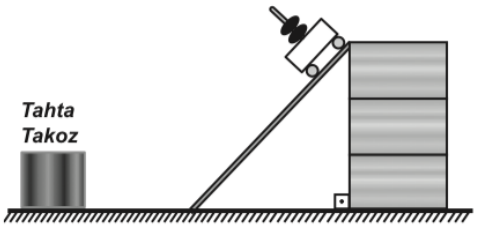
3. Kinetik enerjinin sürat ve kütleye bağlılığını ayrı ayrı görmek isteyen Çınar, özdeş malzemelerle aşağıdaki deney düzeneklerini kuruyor.



I. Düzenek



II. Düzenek

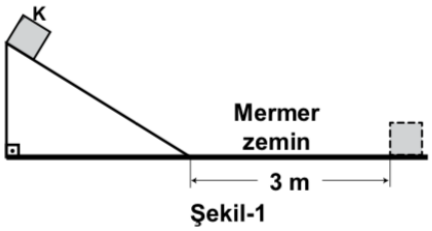


III. Düzenek

Buna göre Çınar, sürat-kinetik enerji ve kütle-kinetik enerji ilişkileri için hangi deney düzeneklerinden elde ettiği verileri birlikte değerlendirmelidir?

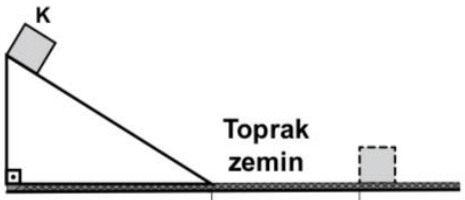
	Sürat-Kinetik Enerji ilişkisi. İçin	**Kütle-Kinetik Enerji ilişkisi İçin**
A)	1-2	1-3
B)	1-3	1-2
C)	1-3	2-3
D)	2-3	1-2

4. K cismi belirtilen yükseklikten serbest bırakıldığında yatay mermer zeminde 3m yol alarak duruyor.



Şekil-1

Daha sonra aynı deney toprak zemin kullanılarak yapılıyor ve cisim 2m yol olarak duruyor.

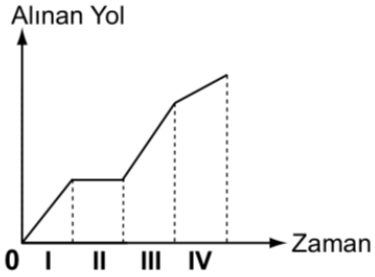


Şekil-2

Buna göre, bu deneylerden sürtünme kuvveti ile ilgili;
I- Hareket yönüne zıttır.
II- Kütlesi büyük olan cisme daha fazla etki eder.
III- Hareket enerjisinde azalmaya sebep olur.
IV- Yüzeylerin cinsine bağlıdır.
yargılarından hangilerine <u>ulaşılamaz?</u>

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

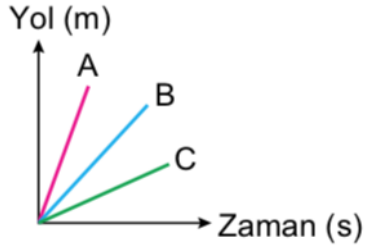
5.



Yukarıda yol-zaman grafiği verilen aracın hangi zaman aralığında aldığı yol sıfırdır?

A) I. B) II. C) III. D)IV.

6. A, B, C hareketlilerine ait yol-zaman grafiği şekildeki gibidir



Bu hareketliler ile ilgili;

1. Süratleri arasında A>B>C ilişkisi vardır.
2. Aynı sürede C hareketlisi daha fazla yol alır.
3. Üç hareketli de sabit süratli hareket yapmaktadır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) 1 ve 2 B) 1 ve 3
C) 2 ve 3 D) 1, 2 ve 3

7.

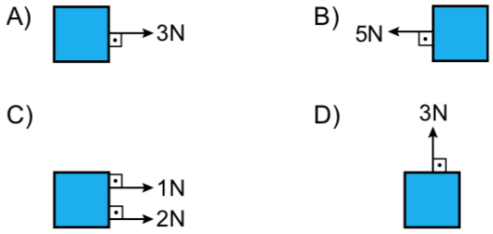


Ankara'dan İstanbul'a gitmek için yola çıkan bir araç, 450 km olan bu mesafeyi ortalama 90km/h süratle giderse kaç saatte alır?

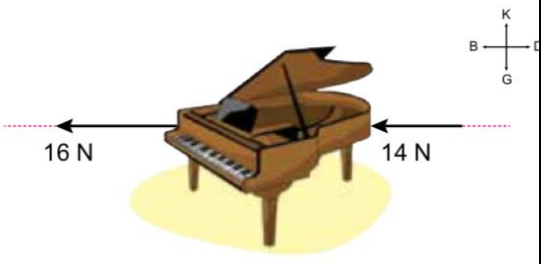
A) 3 B) 4 C) 5 D) 6

8. Bir cisme etki den kuvvetin sahip olduğu üç özellik; yön, doğrultu ve büyüklüktür.

Buna göre aşağıda verilen cisimlerden hangisine farklı doğrultuda bir kuvvet uygulanmıştır?



9. Sürtünmesiz zeminde duran piyanoya etki eden kuvvetler şekilde gösterilmiştir.



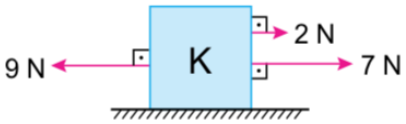
Buna göre bu kuvvetlerin;

1. Büyüklükleri
2. Doğrultuları
3. Yönleri

özelliklerinden hangileri <u>kesinlikle</u> aynıdır?

A) Yalnız 2 B) Yalnız 3.
C) 1 ve 2. D) 2 ve 3.

10. Yatay düzlemde hareket halinde bulunan K cismine etki eden kuvvetler şekildeki gibidir:



Buna göre;

1. K cismine etki eden bileşke kuvvet sıfırdır.
2. Cisim, sabit süratle hareket etmektedir.
3. K cismine uygulanmış bütün kuvvetler aynı doğrultudadır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız 1. B) 1 ve 2
C) 2 ve 3 D) 1,2 ve 3

11. Bir cisme etki eden A, B, C kuvvetlerinin büyüklükleri ve yönleri tabloda verilmiştir.

Kuvvet	Büyüklük (N)	Yön
A	70	Batı
B	80	Doğu
C	60	Doğu



Buna göre cisme uygulanması gereken dengeleyici kuvvetin yönü ve büyüklüğü ne olmalıdır?

A) Batı, 70 N B) Doğu, 80 N
C) Batı, 90 N D) Doğu, 50 N

12. Tabloda bazı cisimlerin bulunduğu durum ile ilgili örnekler verilmiştir.

Dengelenmiş kuvvetlerin etkisi altında mıdır?	Evet / Hayır
1. Duvara asılmış tablo	
2. Daldan düşen elma	
3. Sabit süratle hareket eden otomobil	
4. Masanın üzerindeki tabak	

Bu tabloda sorulan soruya hangi örnekte "Hayır" cevabı verilir?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

13. Şekildeki cisme etki eden kuvvetler gösterilmiştir.



Buna göre, cisme etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü ve yönü aşağıdakilerden hangisidir?

A) 7 N, Kuzey B) 4 N, Doğu
C) 4 N, Batı D) 38 N, Doğu

14. Günlük yaşamdan verilen aşağıdaki örneklerin hangisi ışığın soğurulması ile ilgili değildir?

A) Güneş ocağı kullanarak yemek pişirmek
B) Yazın açık renkli elbiseler giymek
C) Gökkuşağında farklı renkler gözlemlemek
D) Sıcak bölgelerde evlerin dış cephesini beyaza boyamak

15. Bir öğrenci, "Işık ışınları farklı renkteki yüzeyler tarafından farklı miktarlarda soğurulur mu?" sorusuna cevap arıyor.



Bunun için, yukarıdaki gibi siyah bir karton üzerine enerji ile 10 dakika ışık tutarak karton üzerindeki sıcaklık artışını gözlemleyeceği bir deney düzeneği hazırlıyor.

Öğrenci amacına ulaşabilmek için aşağıdaki düzeneklerden hangisini ilave olarak hazırlamalıdır?
(Kullanılan kartonların yalnız renkleri farklı olup el fenerleri özdeştir.)

A)



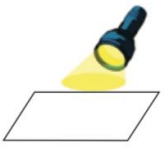
İki el feneri ile kırmızı kartona 15 dk ışık tutmak

B)



Tek el feneri ile koyu mavi kartona 20 dk ışık tutmak

C)



Tek el feneri ile beyaz kartona 10 dk ışık tutmak

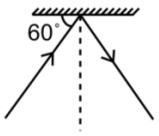
D)



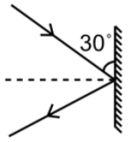
İki el feneri ile koyu gri kartona 20 dk ışık tutmak

16. Aşağıda verilen çizimlerden hangisinde yansıma açısı 30° dir?

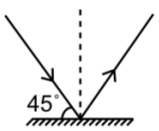
A)



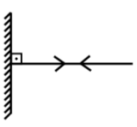
B)



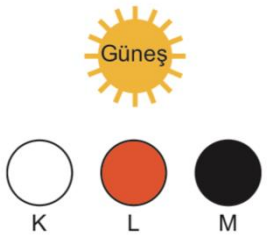
C)



D)



17. İlk sıcaklıkları ve büyüklükleri eşit, aynı plastikten yapılmış farklı renklerdeki K, L ve M topları güneş ışığı altında eşit süre bekletiliyor. Sonra topların sıcaklıkları yeniden ölçülüyor.



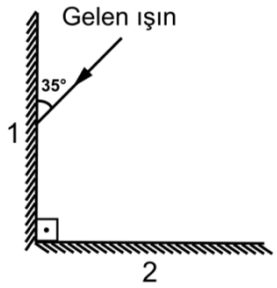
Buna göre;

I. En az sıcaklık artışı K topunda olmuştur.
II. L topundaki sıcaklık artışı K topundan fazladır.
III. Topların sıcaklıklarındaki artış sıralaması, K>L>M şeklindedir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

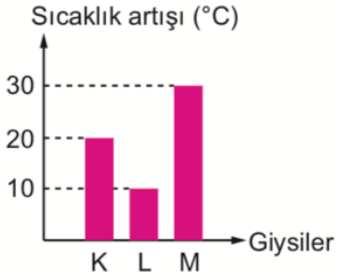
A) Yalnız I B) I ve II
C) II ve III D) I, II ve III

18. 1 ve 2 numaralı düz aynalar şekildeki gibi birbirine dik konumda bulunmaktadır.



1. ayna yüzeyi ile 35°'lik açı yapacak şekilde gelen ışık ışını yansıdıktan sonra 2. Ayna yüzeyine kaç derecelik açı ile gelir?

A) 55 B) 45
C) 35 D)15



19. İlk sıcaklıkları aynı iken güneş ışığı altında eşit süre bekletilen, aynı maddeden yapılmış siyah çorap, beyaz eldiven ve kırmızı atkının sıcaklıklarındaki değişimler yandaki gibi grafikte çizilmiştir.

Buna göre grafikte K, L ve M ile belirtilen giysiler seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

	K	L	M
A)	Siyah Çorap	Beyaz Eldiven	Kırmızı Atkı
B)	Kırmızı Atkı	Siyah Çorap	Beyaz Eldiven
C)	Beyaz Eldiven	Kırmızı atkı	Siyah çorap
D)	Kırmızı Atkı	Beyaz eldiven	Siyah çorap

20. Işık ile madde etkileştiğinde, ışık için;

I. Maddeden geçebilme,
II. Maddeden yansıma,
III. Madde tarafından soğurulma

durumlarından hangileri gerçekleşebilir?

A) Yalnız I. B) I ve II.
C) Yalnız III. D) I, II ve III.

Akademik Başarı Testi Yanıt Anahtarı

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	B	B	B	B	B	C	D	D	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	B	B	C	C	A	B	A	D	D

EK- 4:LABORATUVAR ETKİNLİKLERİ DEĞERLENDİRME ANKETİ

LABORATUVAR ETKİNLİKLERİ DEĞERLENDİRME ANKETİ

Sevgili Öğrenciler ankette elde edilen veriler, bilimsel amaçlarda kullanılacaktır. Anket maddelerine doğrulukla yanıt vermeniz bizim için çok önemlidir. Lütfen, her bir cümle için sizin görüşünüze en uygun kutucuğa (X) işareti koyunuz.

Adınız- Soyadınız: **Sınıf:** **Cinsiyet: E/K**

Genel Görüş			
	Hangi laboratuvar etkinlikleri……..	**Robotik**	**Klasik**
1.	yapmak daha hoşunuza gitti?		
2.	daha etkili bir öğrenme ortamı sağladı?		
3.	bilişsel alan basamakları olan bilgi, kavrama uygulama, analiz ve sentezi kullanmanda daha etkili oldu?		
4.	yapmak daha zordu?		
5.	daha kısa sürede tamamlandı?		
6.	veri toplamada daha kolaylık sağladı?		
7.	derse daha aktif katılımını sağladı?		
8.	dersi daha ilgi çekici hale getirdi?		

Öğrenmeye Katkı			
	Hangi laboratuvar etkinlikleri……..	**Robotik**	**Klasik**
9.	kavramları daha kolay öğrenmene yardımcı oldu?		
10.	öğrenmeyi kalıcı ve eğlenceli hale dönüştürdü?		
11.	derse daha iyi konsantre olmanı sağladı?		
12.	dersi daha planlı ve organize bir hale getirdi?		
13.	bilimsel süreç becerilerinizi (gözlem yapma, sınıflandırma, veri toplama, verileri kaydetme, sonuç çıkarma, hipotez kurma gibi beceriler) geliştirmende daha etkili oldu?		
14.	konuya olan ilginin ve motivasyonunun daha fazla artmasına neden oldu?		
15.	dersi monotonluktan daha fazla kurtardı?		
16.	soyut kavramların öğrenilmesinde daha etkili oldu?		
17.	günlük hayatla ilişki kurmanda fazlaca etkili oldu?		
18.	arkadaşlarınızla tartışmana, bilgi alışverişinde bulunmana daha fazla imkan verdi?		
19.	öğretmen ve öğrenciyi arasındaki etkileşimin daha güçlü olmasını sağladı?		
20.	öğrenmeyi daha az kaygılı ve stresli hale dönüştürdü?		

Öğrenciye Katkı			
	Hangi laboratuvar etkinlikleri…… gelişmesine daha fazla katkıda bulundu?	**Robotik**	**Klasik**
21.	kişisel becerilerinin		
22.	eleştirel becerilerinin		
23.	sosyal becerilerinin		
24.	yaratıcılık becerilerinin		

25.	öğrenme hızının		
26.	hayal gücünün		
27.	gözlem yapma becerilerinin		
28.	psiko-motor ve zihinsel becerilerinin		
29.	yorum yapma yeteneğinin		
30.	fikir üretme yeteneğinin		
31.	fene olan ilginin		
32.	matematiğe olan ilginin		
33.	teknolojiye olan ilginin		
34	mühendisliğe olan ilgini		

	Programın Getirileri		
	Gelecekte……	**Robotik**	**Klasik**
35.	öğretmen olsan, fen deneylerini öğrencilerine hangi laboratuvarda yaptırmak istersin?		
36.	imkan bulursan hangi laboratuarı kullanarak çalışmalarına devam etmek istersin?		
37.	fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında meslek seçmende hangi laboratuvardaki etkinlikler sizi daha fazla etkiledi?		

EK- 5: YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Ad Soyad: **Cinsiyet: E / K**

1. Sence robotik laboratuvar etkinliklerinin klasik laboratuvar etkinliklerine göre avantajları nelerdir?

2. Robotik laboratuvar etkinlikleriyle işlediğimiz fen bilimleri dersinin sana yarar sağladığına inanıyor musun? Sağladıysa hangi açılardan yarar sağladı? Sağlamadıysa neden?

3. Robotik laboratuvar etkinlikleri fen kavramlarını öğrenmende kolaylıklar sağladı mı? Sağladıysa nelerdir? Sağlamadıysa neden?

4. Robotik laboratuvar etkinlikleri yaparken hiç zorluklarla karşılaştın mı? Karşılaştıysan nelerdir?

5. Fen bilimleri dersini robotik laboratuvar etkinlikleri ile öğrenmeye devam etmek ister miydin? Neden?

6. Bir arkadaşın robotik laboratuvar etkinliklerine katılmak istediğini söylese ve senin fikrini sorsa ne cevap verirdin?

7. Fen bilimleri dersini öğrenirken robotik laboratuvar etkinliklerine ek olarak ne gibi etkinliklerin olmasını da isterdin?

8. Robotik laboratuvar etkinliklerini destekleme ya da desteklememe konusunda söylemek istediğin başka bir şey var mı?

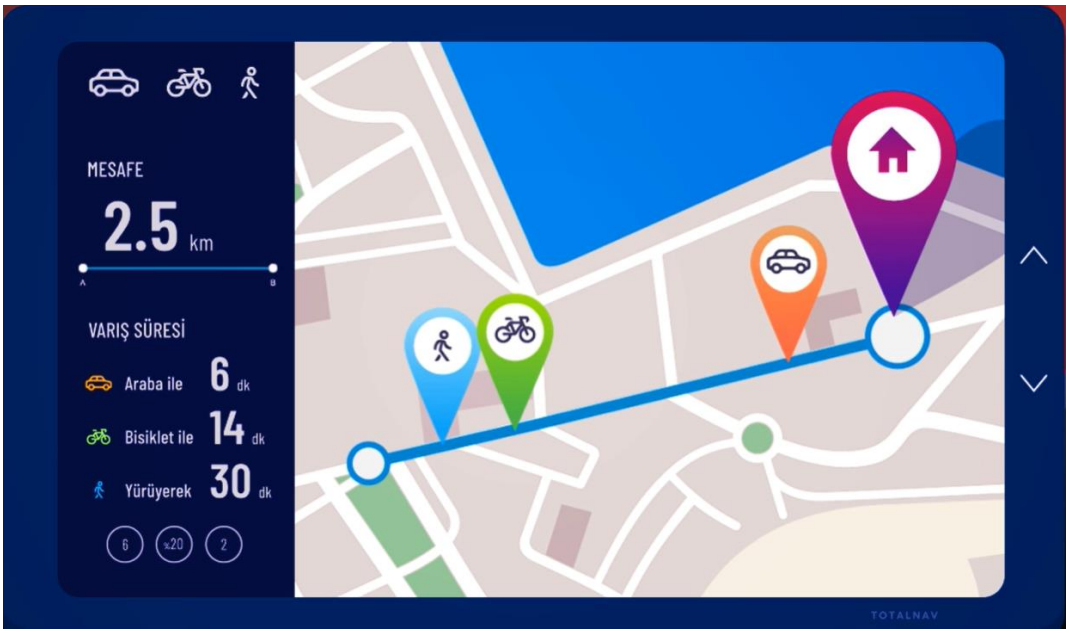
EK- 6: ÇALIŞMA KAĞITLARI

1	**Sürtünme Deneyi**
Önerilen Zaman	2 Ders Saati
Problem	Kış tatili için ailesi ile birlikte Uludağ'a tatile giden Çınar yolda kar nedeniyle iki aracın kaza yaptığını görür. Neyseki kazada ciddi yaralanmalar olmamış fakat arabalar kullanılamaz hale gelmiştir. Çınar sürücülerin neden kar yağdığında daha dikkatli olmaları gerektiğini, araçlara neden kışlık lastik takılması gerektiğini merak eder. Sizce kar yağdığında yollarda nasıl bir değişiklik meydana gelir? Kış lastiği takmak neyi değiştirir. Bu durumu araştırmak için bir deney düzeneği kurun ve Çınar'a bu soruların yanıtlarını bulması için yardımcı olun? 
Anahtar Kelimeler	Sürtünme kuvveti, kinetik enerji, kütle, sürat
Etkinlik için Ön Bilgiler	• Farklı sürtünme kuvvetine sahip yüzeyler oluşturun. • Sürtünme kuvvetinin nelere bağlı olabileceğini kurduğunuz düzeneklerde test edin.
Hipotez	
Değişkenler	
Planlama ve Tasarım	

Gözlemler	
Veriler	
Sonuç	

2	**Kinetik Enerji**
Önerilen Zaman	2 Ders Saati
Problem	Babası ile AVM'ye bowling oynamaya giden Çınar topu nasıl atarsa atsın labutların tamamını bir türlü devirmeyi başaramamıştır. Hatta bazı atışlarında top labutlara çarpmasına rağmen onları devirmemiştir. Sizce Çınar labutların tamamını devirmek için büyük mü yoksa küçük mü top kullanmalı? Ayrıca topu fırtatırken topa nasıl bir hız kazandırırsa tüm labutları devirme ihtimali daha yüksek olur? Topun sahip olduğu enerji hızdan mı daha çok etkileniyor yoksa kütleden mi? 
Anahtar Kavramlar	Sürat, Kinetik enerji, kütle
Etkinlik için Ön Bilgiler	• Kütle ve süratin kinetik enerjideki değişimini ölçebileceğin düzenekler hazırlamalısın.
Hipotez	
Değişkenler	
Planlama ve Tasarım	

Gözlemler	
Veriler	
Sonuç	

3	Sürat
Önerilen Zaman	**2 Ders Saati**
Problem	Sabah okula gitmek için evden çıkan Çınar 2.5 km uzakta olan okuluna nasıl gideceğini görmek için navigasyon cihazına bakar. Navigasyon cihazı Çınar'a okula gitmek için üç farklı alternatif sunar ve sürelerini gösterir. Sizce aynı mesafeyi farklı yöntemlerle farklı sürelerde gideceğini söyleyen navigasyon cihazında yolculuk neden araçta en hızlı, neden yürüyerek en yavaştır? Sürat kavramının bağlı olduğu faktörler nelerdir? 
Anahtar Kelimeler	Sürat, yol, zaman
Etkinlik için Ön Bilgiler	• Belirli mesafeleri aynı ve farklı süratlerde hareket eden araçla giderek sürat hakkında bilgiler toplayın.
Hipotez	
Değişkenler	
Planlama ve Tasarım	

Gözlemler	
Veriler	
Sonuç	

4	**Bileşke Kuvvet**
Önerilen Zaman	**2 Ders Saati**
Problem	Antik Japon ve Çin imparatorluklarında toprak kazanmak için belirli bir zaman hiç savaş yapılmamıştır. Savaşmak yerine her iki tarafta en kuvvetli 250 savaşçısını seçmiş ve bu savaşçılar 167 metre uzunluğundaki halatın uçlarına geçip birbirlerini halat çekme oyununda yenmeye çalışmışlardır. Oyunu kazanan taraf hiç şiddet uygulamadan istediği toprağı elde edermiş. Sizce tüm bu halat çekme yarışında kazanan tarafla kaybeden taraf arasındaki fark nedir? Halat çekme oyununda kazanmak için nasıl kuvvet uygulamalıyız? 
Anahtar Kelime	Bileşke kuvvet, Kuvvet
Etkinlik için Ön Bilgiler	• Aynı ve zıt yönlü kuvvetler oluşturarak ölçümler yapmalısın.
Hipotez	
Değişkenler	
Planlama ve Tasarım	

Gözlemler	
Veriler	
Sonuç	

5	Soğurma
Önerilen Zaman	2 Ders Saati
Problem	Çınar'ın yıl içerisinde çekindiği fotolardan iki tanesini görmektesiniz. Fotolarda yazın tatil için gittiği ülkedeki kule önündeki pozunu ve kışın mahallede köpeğini gezdirmeye çıkardığını andaki pozunu görmektesiniz. Sizce yazlık ve kışık kıyafetlerin renginde bir değişim söz konusu mu? Yazlık ve kışlık kıyafet renk seçiminde Çınar doğru tercihler yapmış mı? Sizce yazlık ve kışlık kıyafetler almaya gittiğiniz mağazalarda kıyafetlerin rengi mevsime göre değişmeli midir? 
Anahtar Kelimeler	Işık, Soğurma, Yansıma,
Etkinlik için Ön Bilgiler	• Güneş ışığının farklı renklerde farklı oranda soğurulduğunu ispatlayabilmelisin.
Hipotez	
Değişkenler	
Planlama ve Tasarım	

Gözlemler	
Veriler	
Sonuç	

6	**Yansıma**
Önerilen Zaman	**2 Ders Saati**
Problem	Aşağıdaki resimde kesilmiş bir elmanın iki yarısının ayna ve buruşmuş alüminyum folyodaki görüntüleri görülmektedir. Oluşan bu görüntülerin farklı olmasının nedeni ne olabilir? Elmadan yansıyıp gelen ışınlarla ayna ve alüminyum folyodan yansıyan ışınlar arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir? Yüzeyin pürüzlü veya düzgün oluşu yansımayı nasıl etkiler? 
Anahtar Kelimeler	Yansıma, Gelme Açısı, Yansıma Açısı, Doğrultu
Etkinlik için Ön Bilgiler	Gelen ve yansıyan ışının yön ve doğrultularını göstermen gerekiyor.
Hipotez	
Değişkenler	
Planlama ve Tasarım	

Gözlemler	
Veriler	
Sonuç	

EK-7: KONTROL GRUBU DERS PLANLARI

Kavramlar: Sürtünme Kuvveti
Ana Disipline Ait Kazanımlar:
Fen Bilimleri: **S1.** Sürtünme kuvvetine günlük hayattan örnekler verir.

S2. Sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu faktörleri kavrar.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:
Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.
Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.

E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar. (*Farklı zeminlerde ilerleyebilecek aracı tasarlar.)*

E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir. *(Tasarladığı aracı farklı zeminler üzerinde bırakır.)*

E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.

Matematik: **M1.** Aracın aldığı yolu ölçer.

M2. Problemle ilgili verileri kaydederek tablo halinde kaydeder.

M3. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Klasik laboratuvar malzemeleriyle mühendislik tasarım yöntemi.
Kullanılan Araç-Gereçler: Kitap, Tahta bloklar, Tekerlekler**,** Cetvel, Farklı Zeminler (Zımpara Kağıdı, Mermer, Kumaş, Kronometre, sıvı yağ,



Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere sürtünme kuvvetinin hayatımızdaki yeri hakkında bir video izletilir. Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere günlük hayatta sürtünme kuvvetinin faydaları ve zararları hakkında çeşitli resimler gösterilerek öğrencilerin konu hakkında fikir edinmeleri sağlanır. Öğrencilere günlük hayatta sürtünme kuvvetinin etkisini azaltmak veya artırmak için yapılanlara örnek vermeleri istenir (S1). Sürtünme kuvveti hakkında genel bilgilendirme yapıldıktan sonra bu konudaki öğrenci görüşleri alınır. Daha sonra öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında

bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yaparlar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirirler. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluştururlar. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları, problem ile ilgili internetten bilgi toplamaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. (T1).

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşırlar. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verirler. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler verilen laboratuvar malzemeleri ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar (E2). Yapım aşamasında aracı farklı zeminlerde ilerleyebilecek donanıma hazır hale getirirler. Ayrıca sürtünme kuvvetine etki edecek faktörleri belirlemek için aracın tasarımına uygun parçalar ekler (E3).

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler tasarladıkları tekerli arabayı aynı ve farklı yüksekliklerden bırakır ve aracın zeminlerde aldığı yolu ölçer (M1, S2) Daha sonra aynı deneyi tasarladıkları araçlara farklı kütlelerek ekleyerek gerçekleştir. Elde ettikleri verileri tablo halinde kaydederek tahminleriyle kıyaslar (M2,M3)

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden yatay yolu kaygan hale getirmelerini ve sürtünme kuvvetinin etkilerini en aza indirmek için gerekli hazırlıkları yapar (E4). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada öğrenciler tasarladıkları deneyler sonrasında elde ettikleri verileri arkadaşları ile paylaşırlar. Hem elde ettiği verilerin doğruluğu hem de problemin çözümüne yönelik hipotezleri doğru çıkan gruplar birinci ilan edilir. Sonuç olarak sürtünme kuvvetinin cismin sahip olduğu hareket enerjisinin bir kısmının ısı enerjisine dönüştüğü, kütle ile sürtünme kuvveti arasında ilişki ve farklı zeminlerdeki sürtünme kuvvetinin farklı olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Kavramlar: Enerji, Kütle, Sürat
Ana Disipline Ait Kazanımlar:
Fen Bilimleri: **S1.** Kinetik enerjinin sürat ve kütle ile olan ilişkisini örneklerle açıklar.

S2. Kinetik enerjiye günlük hayattan örnekler verir.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:
Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.
Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.

E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar. (*Farklı zeminlerde ilerleyebilecek aracı tasarlar.)*

E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir. *(Tasarladığı aracı farklı zeminler üzerinde bırakır.)*

E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.

Matematik: **M1.** Yol ve zaman değerlerini kullanarak kinetik enerji çıkarımı yapar.

M2. Problemle ilgili verileri kaydederek tablo halinde kaydeder. *(Verilerden yola çıkarak kinetik enerji hakkında hesaplama yapar.)*

M3. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Klasik laboratuvar malzemeleriyle mühendislik tasarım yöntemi.
Kullanılan Araç-Gereçler: Tahta Bloklar, Takoz, Oyuncan Araba, Tahta Levha, Cetvel, Kronometre, Bant, Makas




Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere İstanbul boğazından bir günde geçen gemilerin hızlandırılmış videosu izletilir. Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere çeşitli resimler gösterilir ve hangi resimlerin kinetik enerjileri olup olmadığı sorularak öğrencide merak uyandırılır. Öğrencilerden sabah okula gelirler gözlemledikleri hareket halinde olan canlı veya cansız varlıklara örnek vermeleri istenir (S2). Daha sonra kinetik enerji hakkında genel

bilgilendirme yapıkdıktan sonra bu konudaki öğrenci görüşleri alınır. Öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yaparlar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirirler. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluştururlar. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları, problem ile ilgili internetten bilgi toplamaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir (T1)

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşır. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verir. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelir (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler verilen laboratuvar malzemeleri ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar (E2). Yapım aşamasında öğrenciler farklı yüksekliklerden serbest bıraktıkları aracın çarpması sonucunda hareket edecen tahta blogu takip eder. Öğrenciler hangi durumda tahta blogun daha ileri hareket etmesi gerektiğini tahminde bulunurlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir. Ayrıca aracın kinetik enerjisine etki edecek faktörleri belirlemek için aracın tasarımına uygun parçalar ekler (E2).

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler iki adet takozu üst üste koyarak levhayı bir ucu yerde bir ucu takozların üzerine yerleştirip eğimli bir yol oluşturur (E3). Daha

sonra tahta bloğu belirli uzaklığa bıraktıktan sonra oyuncak arabayı takozlar üzerinden serbest bıkarak tahta blogu hareketini inceler. Son olarak tahta bloğun araç ile çarpıştıktan sonra yatayda aldığı yolu cetvel yardımıyla ölçer (M1). Deney farklı yükselik seviyelerinde farklı ağırlığa sahip arabayla tekrar edilir ve elde edilen veriler tabloya kaydedilir (M2). Öğrenciler verileri deney öncesi tahminleriyle kıyaslarlar (M3).

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden kinetik enerjinin oluşumunda süratin mi yoksa kütlenin mi daha önemli olduğunu keşfetmeleri için tasarım yapmaları istenir (E4). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada öğrenciler tasarladıkları deneyler sonrasında elde ettikleri verileri arkadaşları ile paylaşırlar. Hem elde ettiği verilerin doğruluğu hem de problemin çözümüne yönelik hipotezleri doğru çıkan gruplar birinci ilan edilir. Sonuç olarak cismin hareket enerjisinde hem kütlenin hem de süratinin etkisinin olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Kavramlar: Sürat, Yol, Zaman
Ana Disipline Ait Kazanımlar:
Fen Bilimleri: **S1.** Sürati tanımlar ve birimini ifade eder.

S2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:
Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.
Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.

E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar.

E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir.

E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.

Matematik: **M1.** Yol ve zaman değerlerini kullanarak sürat hesabı yapar.

M2. Problemle ilgili verileri kaydederek tablo halinde kaydeder.
M3. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar. *(Sürat-Zaman ve Yol-Zaman grafikleri çizer.)*

Kullanılan Yöntem: Klasik laboratuvar malzemeleriyle mühendislik tasarım yöntemi.
Kullanılan Araç-Gereçler: Cetvel, Kronometre, Güç Kaynağı, Farklı Süratlerde Hareket Edebilen Ayarlanabilir Motorlu Araç, İp, Kalem

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere Arabalar-3 filminin fragmanı izletilir**.** Öğrencilerden fragman sonrasında yarışı kazanan aracın yarışı tamamlama süresi ve sürat değeri hakkında fikir yürütmeleri istenir (S1). Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere çeşitli resimler gösterilerek hangi resimdeki ulaşım aracının daha süratli olabileceği sorularak öğrencide merak uyandırılır. Daha sonra konunun günlük hayatla ilişkisini kurmaları için öğrencilere sabah okula gelirken servise kaçta bindiklerini kaçta okulda oldukları sorularak konu hakkında merak uyandırılır (S1). Sürat hakkında genel bilgilendirme yapıldıktan sonra bu konudaki öğrenci görüşleri alınır ve öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yaparlar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri

değerlendirirler. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluştururlar. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları, problem ile ilgili internetten bilgi toplamaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir (T1).

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşırlar. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verirler. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler verilen laboratuvar malzemeleri ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar (E2). Yapım aşamasında öğrenciler farklı güç seçenekleriyle çalışabilen basit oyuncak aracın cetvel yardımıyla ölçüp belirledikleri mesafeler arasını alma süresini ölçecek şekilde deney düzeneyi hazılar. Daha sonra sürat, alınan yol ve zaman arasındaki bağıntıyı tahmin etmeye çalışırlar (M1, M2). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler cetvel yardımıyla belirledikleri mesafeler arasında aracı hareket ettirerek hareketin süresini ölçerler ve elde ettikleri verileri tabloya kaydeder (M2). Aynı olay motorun güç seçeneklerinin değiştirilmesiyle tekrar eder ve elde edilen veriler tabloya kaydedilir. Öğrenciler verileri deney öncesi tahminleriyle kıyaslarlar (M3).

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden aracın hareketi esnasında aniden süratinin artırılması ve azaltılması istenir (S4). Buradan hareketle sürattaki değişimin alınan yol ve zamana etkisinin incelenmesi istenir. Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada öğrenciler tasarladıkları deneyler sonrasında elde ettikleri verileri arkadaşları ile paylaşırlar. Hem elde ettiği verilerin doğruluğu hem de problemin çözümüne yönelik hipotezleri doğru çıkan gruplar birinci ilan edilir. Sonuç olarak cismin hareket enerjisinde hem kütlenin hem de süratinin etkisinin olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Kavramlar: Kuvvet, Bileşke Kuvvet, Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Cisim, Yön ve Doğrultu

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: **S1.** Bileşke kuvvete günlük hayattan örnekler verir.
S2. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti çizimle gösterir.
S3. Bileşke kuvveti yorumlayarak dengeleyen kuvveti bulur.
S4. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını
gözlemleyerek keşfeder.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir. *(Dinamometre kullanarak kuvvet ölçümü yapar.)*

Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.
E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar.
E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir.
E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.

Matematik: **M1.** Farklı güç seviyelerinde yayda gerçekleşen uzama miktarlarını ölçer.
M2. Problemle ilgili verileri kaydederek tablo halinde kaydeder.
M3. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar. *(Sürat-Zaman ve Yol-Zaman grafikleri çizer.)*

Kullanılan Yöntem: Klasik laboratuvar malzemeleriyle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: İp, Ağırlıklar, Dinamometre, Pusula




Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere ip çekme oyunu oynayan çocukların videosu izletilir. Öğrencilerden grubun neden yenişemediği sorulur ve bu konuda fikir yürütmeleri istenir. Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerden kuvvet uygulamalarına rağmen hareket ettiremeyecekleri nesnelere örnek vermeleri istenir. Öğrencilere bilek güreşi videosu izletilir. Öğrencilerden videoda birbirini yenmekte zorlanan insanların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler hakkında yorum yapmaları istenir (S1). Tüm bu beyin fırtınası sonucunda bileşke kuvvet hakkında genel bilgilendirme yapılır.

Sonrasında bu konudaki öğrenci görüşleri alınır ve öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yaparlar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirirler. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluştururlar. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları, problem ile ilgili internetten bilgi toplamaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir (T1).

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşırlar. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verirler. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler verilen laboratuvar malzemeleri ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar (E2). Yapım aşamasında öğrenciler verilen ipin bir ucuna ağırlıkları diğer ucuna ise dinamometreleri farklı açılardan bağlar (S2). Dinamometreleri aynı yönlü ve zıt yönlü kullarak düzeneğini hazırlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler aynı yönde bağladığı dinamometrelere ağırlıkları harekete geçirecek kadar kuvvet uygulayarak dinamometredeki değerleri ölçerek tabloya kayıt eder (M1, S3). Daha sonra deney dinamometreler zıt takılarak

tekrarlanır ve veriler yeniden tabloya kaydedilir (S3). Öğrenciler verileri deney öncesi tahminleriyle kıyaslarlar.

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden dinamometreleri aynı yön ve doğrultuda olmayacak şekilde tutmalarını ve oluşabilecek bileşke kuvvet değerlerini tahmin etmeleri istenir (E4). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada öğrenciler tasarladıkları deneyler sonrasında elde ettikleri verileri arkadaşları ile paylaşırlar. Hem elde ettiği verilerin doğruluğu hem de problemin çözümüne yönelik hipotezleri doğru çıkan gruplar birinci ilan edilir. Sonuç olarak cismin hareket enerjisinde hem kütlenin hem de süratinin etkisinin olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Kavramlar: Soğurma, Işık Enerjisi, Sıcaklık
Ana Disipline Ait Kazanımlar:
Fen Bilimleri: **S1.** Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.
S2. Işık enerjisi içerisinde ısı enerjisi olduğunu keşfeder.
S3. Soğurmaya günlük hayattan örnekler verir.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:
Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir. *(Termometre kullanarak sıcaklık ölçümü, kronometre kullanarak süre ölçümü yapar.)*
Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.
E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar.
E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir.
E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.
Matematik: **M1.** Sıcaklık verilerini kullanarak matematiksel çıkarımlar yapar.
M2. Problemle ilgili verileri kaydederek tablo halinde kaydeder.
M3. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.*(Farklı maddelerdeki sıcaklık değişimlerini karşılaştırır.)*
Kullanılan Yöntem: Klasik laboratuvar malzemeleriyle mühendislik tasarım yöntemi.
Kullanılan Araç-Gereçler: Termometre, Madeni paralar, özdeş cam bardaklar, Kronometre, Su, Farklı renklerde selefon kağıtları



Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere çölde gerçekleşen serap olayı ile ilgili bir video izletilir. Serap olayında aslında göründüğü yerde olmayan su birinkintisinin oraya nasıl geldiği konusunda öğrencilerle beyin fırtınası yapılır (S3). Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere yazlık ve kışlık kıyafetlerindeki renkler sorulur. Bu kıyafetlerdeki renklerin mevsimle ilişkisi sorgulanır. Son olarak Mugla'nın Bodrum ilçesine ait ev manzarası resimleri gösterilir. Öğrencilere resimlerdeki meşhur Bodrum taş evlerinin renkleriyle ilgili düşüncelerinin neler olduğu sorulur (S3). Tüm bu soru cevap etkinliği sonrasında ışığın soğurulması hakkında genel

bilgilendirme yapılır. Bu konudaki öğrenci görüşleri alınır ve öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yaparlar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirirler. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluştururlar. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları, problem ile ilgili internetten bilgi toplamaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir (T1).

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşırlar. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verirler. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler verilen laboratuvar malzemeleri ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar (E2). Yapım aşamasında öğrenciler cam kapları ve madeni paraları güneş gören ve görmeyen şekilde konumlandırırlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

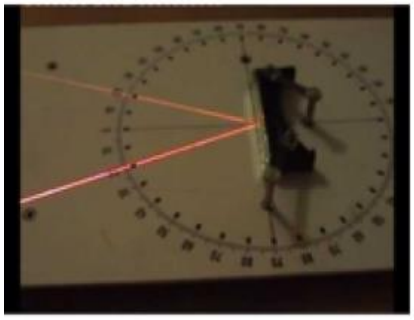
Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler aynı sıcaklıklara sahip madeni para ve su dolu bardakları güneş gören ve görmeyen yerlere yerleştirir. Daha sonra kronometre ile 10 dakika ölçtükten sonra madeni paralarının ve bardaktaki suların sıcaklık değerlerini ölçer (T1, M1). Elde ettiği ilk ve son sıcaklık değerlerini tabloya kaydeder (M2). Öğrenciler verileri deney öncesi tahminleriyle kıyaslarlar (M3).

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden cisimlerin üzerlerini farklı renkteki selefon kağıtları ile kapladıktan sonra sıcaklık değişimlerini tekrardan ölçmeleri ve bu konuda tahmin yürütmelerini ister (S1, S2, E4). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada öğrenciler tasarladıkları deneyler sonrasında elde ettikleri verileri arkadaşları ile paylaşırlar. Hem elde ettiği verilerin doğruluğu hem de problemin çözümüne yönelik hipotezleri doğru çıkan gruplar birinci ilan edilir. Sonuç olarak cismin hareket enerjisinde hem kütlenin hem de süratinin etkisinin olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Kavramlar: Yansıma, Gelme Açısı, Yansıma Açısı
Ana Disipline Ait Kazanımlar:
Fen Bilimleri: **S1.** Yansımaya günlük hayattan örnekler verir.
S2. Işığın yansımasında gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzeyin normali arasındaki ilişkiyi açıklar.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:
Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.
Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.
E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar.
E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir.
E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.
Matematik: **M1.** Açı verilerini kullanarak matematiksel çıkarım yapar
M2. Problemle ilgili verileri kaydederek tablo halinde kaydeder.
M3. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar. *(Gelen ve yansıyan ışın arasındaki bağıntıyı keşfeder.)*
Kullanılan Yöntem: Klasik laboratuvar malzemeleriyle mühendislik tasarım yöntemi.
Kullanılan Araç-Gereçler: Kareli kağıt, düz ayna, ışık kaynağı, düz ayna, açıölçer ve tekli ve üçlü yarıklar.



Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere radyometre ile ilgili video izletilir. Radyometrenin yapraklarının neden siyah beyaz olduğu ve dönüş hareketinde siyah ve beyaz rengin etkisinin neler olduğu sorulur. Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere mavi ve kızıl gökyüzü fotoğrafları, dağ ve göl manzara fotoğraflaı gösterilir ve fotoğraflardaki yansımanın nasıl gerçekleştiği hakkında fikir üretmeleri istenir (S1). Tüm bu soru cevap etkinliği sonrasında ışığın yansıması hakkında genel bilgilendirme yapılır. Bu konudaki öğrenci görüşleri alınır ve öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden

problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yaparlar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirirler. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluştururlar. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları, problem ile ilgili internetten bilgi toplamaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir (T1).

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşırlar. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verirler. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler verilen laboratuvar malzemeleri ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar (E2). Yapım aşamasında öğrenciler ışık kaynağı kullanarak tekli ve üçlü yarıklar vasıtasıyla kareli kağıdın üzerinde bulunan düz aynaya ışık göndermek için düzenek hazırlarlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler ışık kaynağını el fenerine bağlayarak çalıştırır (E3). Elde ettiği paralel ışın demetlerini düz aynaya dik olacak şekilde farklı açılarla gönderir. Yansıyan ışığın izlediği yolu kalemlerle işaretler. Aynı deneyi farklı açılarla ışın göndererek tekrar eder. Tüm bu yansıma olayında düz aynaya gelen ve düz aynadan yansıyan ışınlar arasındaki açıyı açıölçer yardımıyla ölçer (M1). Elde

ettiği ilk ve son sıcaklık değerlerini tabloya kaydeder. Öğrenciler verileri deney öncesi tahminleriyle kıyaslarlar (M2, M3).

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğretmen öğrencilerden ellerindeki düz aynaya dik olacak şekilde ışın yollamalarını ve yansıyan ışınla gelen ışın arasındaki açıyı bulmalarını ister (M1,E4). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada gruplar elde ettikleri rotasyon verilerini kullanarak keşfettikleri yansıma kurallarını, deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Hipotezini ispatlamak için doğru analiz yapmış, elde ettiği verilerle bunu gösterebilmiş olan grup birinci ilan edilir. Sonuç olarak yansıma kanunları keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir. hem kütlenin hem de süratinin etkisinin olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

EK-8: DENEY GRUBU DERS PLANLARI

Konu: Sürtünme

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: **S1.** Sürtünme kuvvetine günlük hayattan örnekler verir.

S2. Sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu faktörleri kavrar.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir. (*Sıcaklık sensörü sayesinde robotun beyninde kayıt edilen verileri ölçer.)*

T2. Lego robotik destekli teknolojik malzemeleri tanır. (M*otordan gelen rotasyon verilerini kullanır.)*

T3. Lego robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama yapar. (*Robotun ilerlemesi için uygun kodlama yapar.)*

Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.

E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar. (*Dişli çarklar, Servo büyük motorlar, birbiriyle bağlantılı tuğlalar ve EV3 brick kullanarak farklı yüzeylerde gidebilecek uygun tasarıma sahip prototip araç tasarlar.)*

E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir. *(Tasarıma uygun kütleler hazırlar.)*

E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.

Matematik: **M1.** Problemle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder. *(Verilerden yola çıkarak kinetik enerji hakkında hesaplama yapar.)*

M2. İki farklı datayı karşılaştırarak yorumlar. (*Sıcaklık değeri ile sürtünme kuvveti arasındaki matematiksel bağıntıyı hesaplar.)*

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, tablet

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere sürtünme kuvvetinin hayatımızdaki yeri hakkında bir video izletilir. Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere günlük hayatta sürtünme kuvvetinin faydaları ve zararları hakkında çeşitli resimler gösterilerek öğrencilerin konu hakkında fikir edinmeleri sağlanır. Öğrencilere günlük hayatta sürtünme kuvvetinin etkisini azaltmak veya artırmak için yapılanlara örnek vermeleri istenir (S1). Sürtünme kuvveti

hakkında genel bilgilendirme yapıldıktan sonra bu konudaki öğrenci görüşleri alınır. Daha sonra öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yaparlar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirirler. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşırlar. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verirler. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler verilen robotik seti ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar. Yapım aşamasında aracı farklı zeminlerde ilerleyebilecek donanıma hazır hale getirir (E2). Ayrıca sürtünme kuvvetine etki edecek faktörleri belirlemek için aracın tasarımına uygun parçalar ekler.



Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler hazırladıkları robotları farklı zeminlerde hareket etmesi için kodlar (T3). Bu hareketler sonrasında tekerleklerin sıcaklığını sıcaklık sensörü ile ölçerek tabloya kaydederler. Daha sonra hazırladıkları kütleleri robotlarına entegre ederek robotları aynı zeminlerde yeniden hareket ettirerek

tekerleklerin sıcaklık verilerini ölçer (T1). Öğrenciler elde ettikleri verileri tahminleri ile kıyaslar (M2). Sürtünmenin bağlı olduğu faktörleri veya azaltmak için neler yapılabileceğini tartışırlar. Sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu faktörler hakkında çıkarım yaparlar. Sürtüme sonucunda enerjinin neye dönüştüğünü tahmin ederler.

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden yatay yolu kaygan hale getirmelerini ve sürtünme kuvvetinin etkilerini en aza indirmek için gerekli hazırlıkları yapmaları istenir (E4). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı robotların farklı zeminlerde farklı kütlelerle hareket etmesi sebebiyle elde ettiği sıcaklık verilerinden elde ettiği sonuçları ve duygu düşüncelerini diğer gruplarla paylaşır. Hem elde ettiği verilerin doğruluğu hem de problemin çözümüne yönelik hipotezleri doğru çıkan gruplar birinci ilan edilir. Sonuç olarak sürtünme kuvvetinin cismin sahip olduğu hareket enerjisinin bir kısmının ısı enerjisine dönüştüğü kütle ile sürtünme kuvveti arasında ilişki olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Konu: Kinetik Enerji

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: **S1.** Kinetik enerjinin sürat ve kütle ile olan ilişkisini örneklerle açıklar.

S2. Kinetik enerjiye günlük hayattan örnekler verir.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir. (M*otor rotasyon, hız ve süre verilerini sensörler sayesinde ölçer.)*

T2. Lego robotik destekli teknolojik malzemeleri tanır.

T3. Lego robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama yapar. (*Robotun ilerlemesi için uygun kodlama yapar.)*

Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.

E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar. (*Dişli çarklar, Servo büyük motorlar, birbiriyle bağlantılı tuğlalar ve EV3 brick kullanarak farklı yüzeylerde gidebilecek uygun tasarıma sahip prototip araç tasarlar.)*

E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir. *(Araçlara takılabilecek farklı ağırlıklara sahip kütleler hazırlar.)*

E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.

Matematik: **M1.** Problemle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder. *(Verilerden yola çıkarak kinetik enerji hakkında hesaplama yapar.)*

M2. İki farklı değişkeni karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Mindstorms EV3 Robotik Seti Ve Yazılımı, Tablet,Strafor

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere istanbul boğazından bir günde geçen gemilerin hızlandırılmış videosu izletilir. Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır (T1). Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere çeşitli resimler gösterilir ve hangi resimlerin kinetik enerjileri olup olmadığı sorularak öğrencide merak uyandırılır (S1). Öğrencilerden sabah okula gelirler gözlemledikleri hareket halinde olan canlı veya cansız varlıklara örnek vermeleri istenir. Daha sonra kinetik enerji hakkında genel bilgilendirme yapıkdıktan sonra bu konudaki öğrenci görüşleri alınır. Öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında

kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yaparlar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirirler. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşır. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verir (T2). Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.



Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler verilen robotik seti ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda problemin çözümüne yönelik tasarım yapmaya başlar (E2). Yapım aşamasında aracı farklı zeminlerde ilerleyebilecek donanıma hazır hale getirirler. Ayrıca sürtünme kuvvetine etki edecek faktörleri belirlemek için aracın tasarımına uygun parçalar ekler.

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler hazırladıkları robotu belirli motor hız değerleri ile strafor köpüğe çarpacak şekilde kodlarlar (T3, E3). Daha sonra robotta herhangi bir değişiklik yapmadan sadece motor hız verilerini değiştirerek strafor

köpükte meydana gelen değişimi kaydederler. Son olarak ise motor hız verilerini değiştirmeden aynı deneyleri hazırladıkları kütleleri robotlarına entegre ettikten sonra tekrarlar (T3). Öğrenciler elde ettikleri verileri tahminleri ile kıyaslar. Strafor köpükteki hareketi baz alarak bir cismin sahip olduğu hareket enerjisinin hangi faktörlere sahip olduğunu tartışırlar. Kinetik enerjinin hız ve kütle ile ilişkisini tahmin ederler (M3).

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden kinetik enerjinin oluşumunda süratin mi yoksa kütlenin mi daha önemli olduğunu keşfetmeleri için tasarım yapmaları istenir (T3, E4). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada her grup tasarladıkları farklı sürat ve kütle değerlerine sahip robot araçların strafor üzerindeki etkisinden elde ettiği sonuçları ve deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Elde ettiği verilerle hipotezini doğru ispatlayan grup birinci seçilir. Sonuç olarak cismin hareket enerjisinde hem kütlenin hem de süratinin etkisinin olduğu keşfedilir.Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Konu: Sürat

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: **S1.** Sürati tanımlar ve birimini ifade eder.

S2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir. (M*otor rotasyon, hız ve zaman verilerini sensörler sayesinde ölçer.)*

T2. Lego robotik destekli teknolojik malzemeleri tanır.

T3. Lego robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama yapar. (*Robotun ilerlemesi için uygun kodlama yapar.)*

Mühendislik: E1. Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.

E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar. (*Dişli çarklar, Servo büyük motorlar, birbiriyle bağlantılı tuğlalar ve EV3 brick kullanarak farklı yüzeylerde gidebilecek uygun tasarıma sahip prototip araç tasarlar.)*

E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir.

E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.

Matematik: M1. Problemle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M2. İki farklı değişkeni karşılaştırarak yorumlar. *(Sürat-Zaman ve Yol- Zaman grafikleri çizer.)*

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, tablet

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere Arabalar-3 filminin fragmanı izletilir**.** Öğrencilerden fragman sonrasında yarışı kazanan aracın yarışı tamamlama süresi ve sürat değeri hakkında fikir yürütmeleri istenir (S1). Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır (T1). Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere çeşitli resimler gösterilerek hangi resimdeki ulaşım aracının daha süratli olabileceği sorularak öğrencide merak uyandırılır. Daha sonra konunun günlük hayatla ilişkisini kurmaları için öğrencilere sabah okula gelirken servise kaçta bindiklerini kaçta okulda oldukları sorularak konu hakkında merak uyandırılır. Sürat hakkında genel bilgilendirme yapıldıktan sonra bu konudaki öğrenci görüşleri alınır ve öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma

karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yapar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirir. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluşturur.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşır. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verir (T2). Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürün Oluşturma: Bu aşamada her gruba 1 adet Lego Mindstorms Ev3 seti verilir. Öğrencilerden bu setler yardımıyla robot araç tasarlar (E2). Öğretmen her grubun tasarımını inceler ve geri dönütler verir. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara teorik bilgiler verir. Tasarım süreci bittikten sonra kodlama aşamasında sorun yaşayan öğrenciler öğretmen rehberliğinde çözüme yönelik tahminlerde bulunurlar.



Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler tasarladıkları robot aracı belirledikleri iki nokta arasına 20 cm aralıklarla işaretler koyup hareket etmesini sağlamak için kodlar (T3, E3). Daha sonra aracın aynı mesafeyi farklı bir sürat değeriyle gitmesi için kodlamayı değiştirir (T3). Daha sonra tüm bu araç hareketleri tamamladıktan sonra arabanın aldığı yolu ve bilgisayarın kaydettiği zaman değerlerini inceleyip tablo yapar

(M2). Öğrenciler elde ettikleri verileri tahminleri ile kıyaslar. Aracın sürat değerleriyle belirlenen iki mesafeyi alma süreleri arasındaki ilişkiyi keşfeder (S2). Süratin zaman ve yol ile ilişkinini tahmin eder (M3).

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden aracın hareketi esnasında aniden süratinin artırılması ve azaltılması istenir (E4). Buradan hareketle sürattaki değişimin alınan yol ve zamana etkisinin incelenmesi istenir. Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada her grup tasarladıkları araçların farklı süratlerle hareket eden araçların belirlenen iki mesafe arasındaki hareket sürelerini kıyaslayarak elde ettiği sonuçları, grafikleri ve deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Elde ettiği verilerle hipotezini doğru ispatlayan grup birinci seçilir. Sonuç olarak süratin, yol ve zaman ile ilişkisi keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Konu: Bileşke Kuvvet
Önerilen Süre: 2 ders saati
Ana Disipline Ait Kazanımlar:
Fen Bilimleri: **S1.** Bileşke kuvvete günlük hayattan örnekler verir.
S2. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti çizimle gösterir.
S3. Bileşke kuvveti yorumlayarak dengeleyen kuvveti bulur.
S4. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder.
Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:
Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir. (*Servo motorlardan gelen güç verilerini brick kullanarak kodlama yoluyla kontrol eder.)*
T2. Lego robotik destekli teknolojik malzemeleri tanır.
T3. Lego robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama yapar. (*Robotun ilerlemesi için uygun kodlama yapar.)*
Mühendislik: **E1.** Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.
E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar. (*Dişli çarklar, Servo büyük motorlar, birbiriyle bağlantılı tuğlalar ve EV3 brick kullanarak farklı yüzeylerde gidebilecek uygun tasarıma sahip prototip araç tasarlar.)*
E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir.
E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.
Matematik: **M1.** Farklı güç seviyelerinde yayda gerçekleşen uzama miktarlarını ölçer.
M2. Problemle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.
M3. İki farklı değişkeni karşılaştırarak yorumlar.
Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.
Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, tablet

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere ip çekme oyunu oynayan çocukların videosu izletilir. Öğrencilerden grubun neden yenişemediği sorulur ve bu konuda fikir yürütmeleri istenir. Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır (T1). Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerden kuvvet uygulamalarına rağmen hareket ettiremeyecekleri nesnelere örnek vermeleri istenir. Öğrencilere bilek güreşi videosu izletilir. Öğrencilerden videoda birbirini yenmekte zorlanan insanların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler hakkında yorum yapmaları istenir (S1). Tüm bu beyin fırtınası sonucunda bileşke kuvvet hakkında genel bilgilendirme yapılır. Sonrasında bu konudaki öğrenci görüşleri alınır ve öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında

konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yapar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirir. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluşturur.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşır. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verir. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.



Ürünü Oluşturma: Bu aşamada her gruba 1 adet Lego Mindstorms EV3 seti verilir. Öğrenciler bu setler yardımıyla arkasına dinamometre bağlanan robot araç tasarlar (E2). Bu aşamasında öğrenciler hangi motor ve dişliler kullanarak daha güçlü araç tasarlanacağı ile ilgili tahminlerde bulunur. Öğretmen her grubun tasarımını inceler ve geri dönütler verir. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara teorik bilgiler verir. Tasarım süreci bittikten sonra kodlama aşamasında sorun yaşayan öğrenciler öğretmen rehberliğinde çözüme yönelik tahminlerde bulunur (T3).

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada her grup tasarladıkları robot aracı bir ucu sabitlenmiş dinamometreye takar ve farklı hız güç seçenekleriyle robotu hareket ettirmek için kodlar (T3). Araç hareket etmeye çalıştığında dinamometredeki uzama miktarlarını kaydeder (M1). Aynı olayı farklı güç seçenekleri ile deneyen öğrenciler tüm verilerden

tablo yapar (M2). Daha sonra ikili takım kuran gruplar robot araçları birbirine bağladıktan sonra dinamometre denemelerindeki güç seçenekleriyle kodlama araç çekme oyunu oynarlar. Güç ile bileşke kuvvet arasındaki bağıntıyı keşfetmeye çalışır (M3).

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden tasarladıkları robot aracı aynı yön ve doğrultuda olmayacak şekilde tutmalarını ve oluşabilecek bileşke kuvvet değerlerini tahmin etmeleri istenir (E4). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder.

***Paylaşım ve Değerlendirme*:**

Bu aşamada her grup farklı güç değerleri uyguladığında dinamometrelerde elde ettikleri uzama miktarlarını kıyaslayarak elde ettiği sonuçları, grafikleri ve deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Hipotezi doğrulamak için doğru veri analizi yapan, aynı zamanda en fazla kuvvet uygulayan araç tasarımını yaparak diğer araçlarla olan çekme yarışını kazanan grup birinci seçilir. Sonuç olarak bileşke kuvvetin ne olduğunu öğrenciler tarafından keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Konu: Soğurma
Önerilen Süre: 2 ders saati
Ana Disipline Ait Kazanımlar:
Fen Bilimleri: **S1.** Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.
S2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.
S3. Soğurmaya günlük hayattan örnekler verir.
Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:
Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir. (*Renk sensöründen gelen verileri ölçer.)*
T2. Lego robotik destekli teknolojik malzemeleri tanır.
T3. Lego robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama yapar. (*Robotun ilerlemesi için uygun kodlama yapar.)*
Mühendislik: E1. Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.
E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar. (*Dişli çarklar, Servo büyük motorlar, birbiriyle bağlantılı tuğlalar ve EV3 brick kullanarak farklı yüzeylerde gidebilecek uygun tasarıma sahip prototip araç tasarlar.)*
E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir.
E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.
Matematik: M1. Soğurma verilerini ve renkleri kullanarak matematiksel olarak çıkarım yapar.
M2. Problemle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.
M3. İki farklı değişkeni karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.
Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Mindstorms EV3 Robotik Seti Ve Yazılımı, Tablet, Işık Kaynağı

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere çölde gerçekleşen serap olayı ile ilgili bir video izletilir. Serap olayında aslında göründüğü yerde olmayan su birinkintisinin oraya nasıl geldiği konusunda öğrencilerle beyin fırtınası yapılır (S1). Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır (T1). Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere yazlık ve kışlık kıyafetlerindeki renkler sorulur. Bu kıyafetlerdeki renklerin mevsimle ilişkisi sorgulanır. Son olarak Mugla'nın Bodrum ilçesine ait ev manzarası resimleri gösterilir. Öğrencilere resimlerdeki meşhur Bodrum taş evlerinin renkleriyle ilgili düşüncelerinin neler olduğu sorulur. Tüm bu soru cevap etkinliği sonrasında ışığın soğurulması hakkında genel bilgilendirme yapılır. Bu konudaki öğrenci görüşleri alınır ve öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yapar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri

değerlendirir. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluşturur.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşır. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verir. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.



Ürünü Oluşturma: Bu aşamada her gruba 1 adet Lego Mindstorms EV3 seti verilir. Öğrenciler setler kullanılarak üzerinde renk sensörleri bulunan bir araç tasarlar (E2). Öğretmen her grubun tasarımını inceler ve geri dönütler verir. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara teorik bilgiler verir. Tasarım süreci bittikten sonra kodlama aşamasında sorun yaşayan öğrenciler öğretmen rehberliğinde çözüme yönelik tahminlerde bulunurlar.

Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler üzerinde ışık sensörleri bulunan aracı zemine yapıştırdıkları renkli bantlar üzerine gitmesi için kodlar (E3, T3). Araç renkli bantlar üzerinde ilerlerken renk sensöründen gelen veriler öğrenciler tarafından kayıt edilir (M2). Aynı deney farklı renk bantlarda tekrarlanır. Elde edilen soğurma verileri ve renkler arasındaki bağıntıyı keşfederler (M3).

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğretmen öğrencilerden aynı deneyi bantların üzerine ışık kaynağı tuttuktan sonra tekrar etmelerini ve renk sensöründen gelen verileri daha önceki verilerle kıyaslamalarını ister (E4, M3).

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada gruplar renkler ve sogurma verilerini kullanarak elde ettikleri verileri ve deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Hipotezi doğrulamak için doğru veri analizi yapan, aynı zamanda ışık sensörünü dışardan gelen ışığa karşı en doğru şekilde tasarlamış ve kalibrasyona gerek kalmadan doğru ölçümler yapan grup birinci seçilir. Sonuç olarak farklı renklerin ışığı soğurma miktarlarının farklı olduğu keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

Konu: Yansıma
Önerilen Süre: 2 ders saati
Ana Disipline Ait Kazanımlar:
Fen Bilimleri: S1. Yansımaya günlük hayattan örnekler verir.
S2. Işığın yansımasında gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzeyin normali arasındaki ilişkiyi açıklar.
Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:
Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir. (*Renk sensöründen gelen verileri ölçer.)*
T2. Lego robotik destekli teknolojik malzemeleri tanır.
T3. Lego robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama yapar. (*Robotun ilerlemesi için uygun kodlama yapar.)*
Mühendislik: E1. Bir problemin çözümüne yönelik taslak çizim yapar.
E2. Bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar. (*Dişli çarklar, Servo büyük motorlar, birbiriyle bağlantılı tuğlalar ve EV3 brick kullanarak farklı yüzeylerde gidebilecek uygun tasarıma sahip prototip araç tasarlar.)*
E3. Tasarladığı ürünü test eder ve değerlendirir.
E4. Test ettiği ürünü değiştirir ve geliştirir.
Matematik: M1. Yansıma verilerini ve renkleri kullanarak matematiksel olarak çıkarımlar yapar.
M2. Problemle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.
M3. İki farklı değişkeni karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.
Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, tablet

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada öğrencilere radyometre ile ilgili video izletilir. Radyometrenin yapraklarının neden siyah beyaz olduğu ve dönüş hareketinde siyah ve beyaz rengin etkisinin neler olduğu sorulur. Genel bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri deney malzemeleri tanıtılır (T2). Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve deney malzemeleri öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere mavi ve kızıl gökyüzü fotoğrafları, dağ ve göl manzara fotoğraflaı gösterilir ve fotoğraflardaki yansımanın nasıl gerçekleştiği hakkında fikir üretmeleri istenir (S1). Tüm bu soru cevap etkinliği sonrasında ışığın yansıması hakkında genel bilgilendirme yapılır. Bu konudaki öğrenci görüşleri alınır ve öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerden çalışma kağıdında bulunan örnek olaydan yola çıkarak problemi belirlemeleri istenir. Son olarak öğrencilerden problem hakkında kendi aralarında konuşmaları ve tasarıma karar vermeleri gerektiğinden bahsedilir. Ayrıca her grubun bu probleme yönelik hipotez kurmaları istenir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrenciler verilen problem durumuna yönelik araştırma yapar. Varsa ilgili probleme benzer problemleri ve mevcut çözümleri değerlendirir. Hem öğretmenin verdiği geri dönütler hem de araştırmaları sonucunda

elde ettikleri bilgiler ışığında birer mühendis gibi düşünerek çözüm önerilerini oluşturur.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada öğrenciler beyin fırtınası yaparak buldukları tüm fikirleri birbirleri ile paylaşır. Fikirleri kendi mantık süzgeçlerinden geçirdikten sonra aralarında değerlendirme yaparak tasarıma karar verir. Öğretmen hızlıca grupları dolaşır, fikirleri dinler ve süreci gözlemler.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizer (E1). Öğretmen grupların yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada her gruba 1 adet Lego Mindstorms EV3 seti verilir. Öğrenciler setleri kullanılarak üzerinde renk ve rotasyon sensörleri bulunan bir araç tasarlar (E2). Öğretmen her grubun tasarımını inceler ve geri dönütler verir. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara rehberlik eder. Gerek tasarım gerekse kodlama aşamasında öğrencilerin karşılaşabileceği muhtemel durumların ortadan kalkması için gerek gördüğü gruplara teorik bilgiler verir. Tasarım süreci bittikten sonra kodlama aşamasında sorun yaşayan öğrenciler öğretmen rehberliğinde çözüme yönelik tahminlerde bulunurlar.



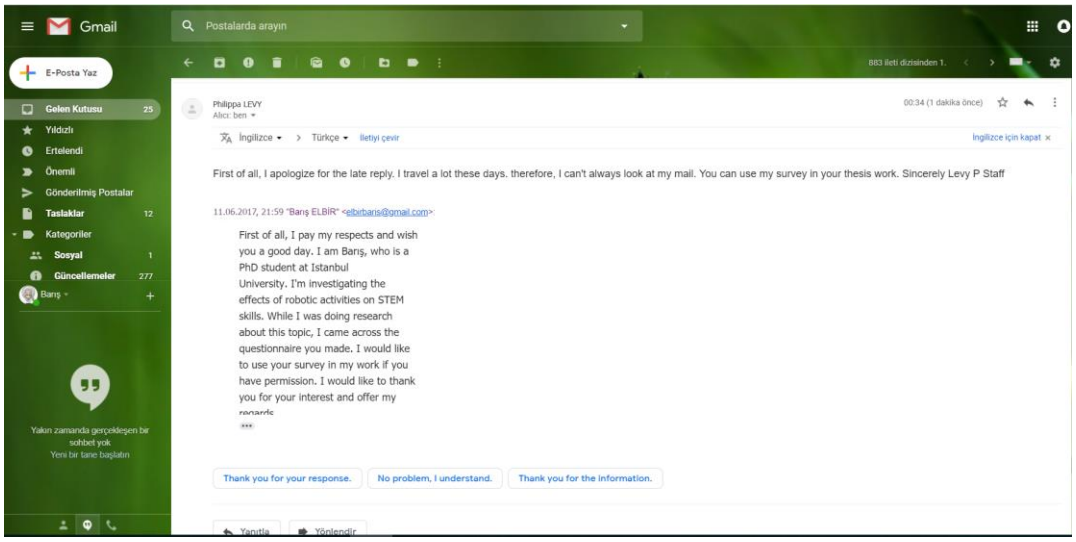
Dinlenme Zamanı: Ürünü geliştirme aşamasından sonra gruplar mola vererek dinlenir.

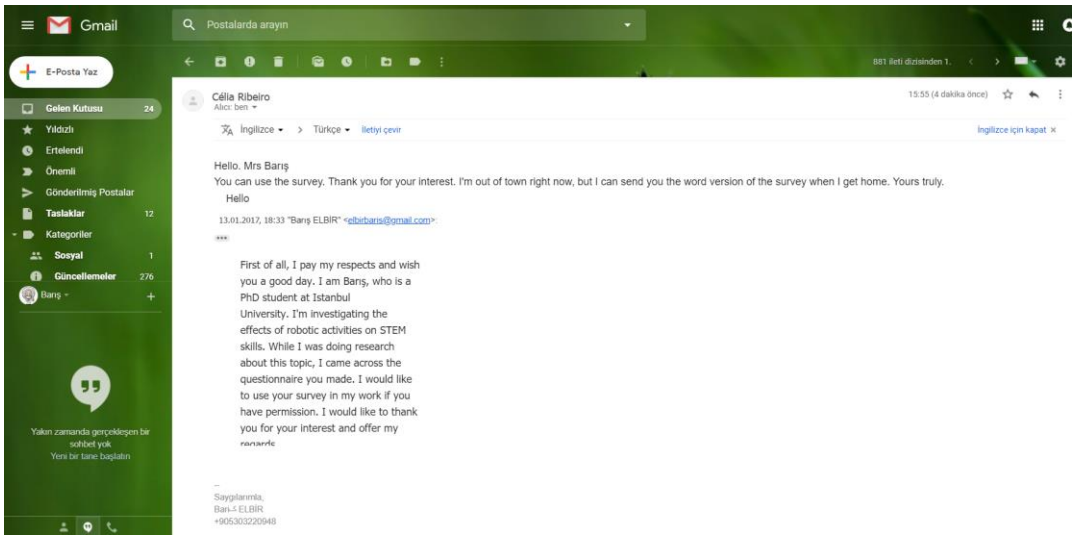
Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler ellerinde bulunan lazeri bir aynaya tutarlar ve yansımasını inceler. Daha sonra ellerindeki siyah bant ile aynaya giden lazer ışınının ve aynadan yansıyan lazer ışınının izlediği yolu işaretler. Daha sonra öğrenciler üzerinde ışık ve rotasyon sensörleri bulunan aracı zemine yapıştırdıkları renkli bantları takip edecek şekilde kodlar (T3). Kodlama sonrasında araç hareket ederken bilgisayarda kayıt edilen rotasyon verilerini kaydedilir. Aynı deney lazeri farklı açılardan ayna üzerine tutarak tekrar edilir. Tüm bu rotasyon verilerinden gelen ışın, yansıyan ışın, gelme açısı ve yansıma açısı arasındaki bağıntı keşfedilir (S2, M3)

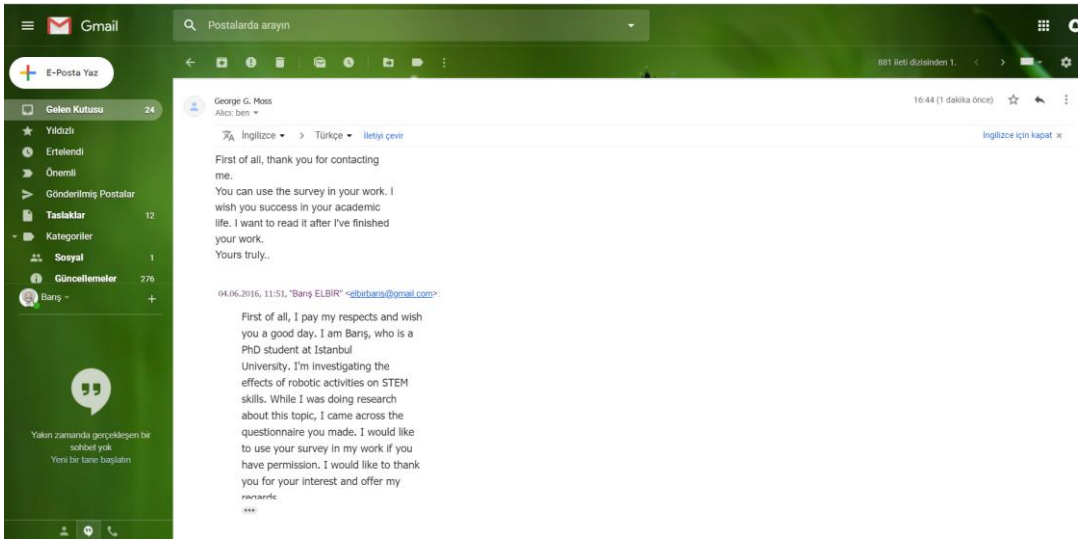
Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğretmen öğrencilerden robotun takip ettiği siyah bantın üzerine ara ara sarı, kırmızı , beyaz ve mavi bantlar yapıştırmalarını ve renk sensöründen gelen verileri ve robotun hareketini izlemelerini ister (E4, M2). Bu süreçte öğretmen grupları dolaşarak öğrencilere rehberlik eder

***Paylaşım ve Değerlendirme*:** Bu aşamada gruplar elde ettikleri rotasyon verilerini kullanarak keşfettikleri yansıma kurallarını, deney ile ilgili duygu, görüş ve düşünceleri diğer gruplarla paylaşır. Hipotezini ispatlamak için doğru analiz yapmış, elde ettiği verilerle bunu gösterebilmiş olan grup birinci ilan edilir. Sonuç olarak yansıma kanunları keşfedilir. Öğrencilere verilen çalışma yaprakları öğretmen tarafından toplanır ve değerlendirilir.

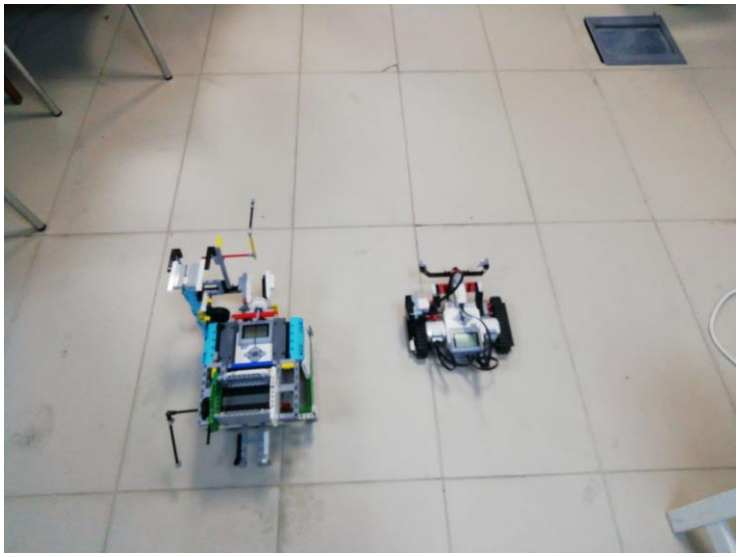
EK- 9: UYGULAMA İZİNLERİ

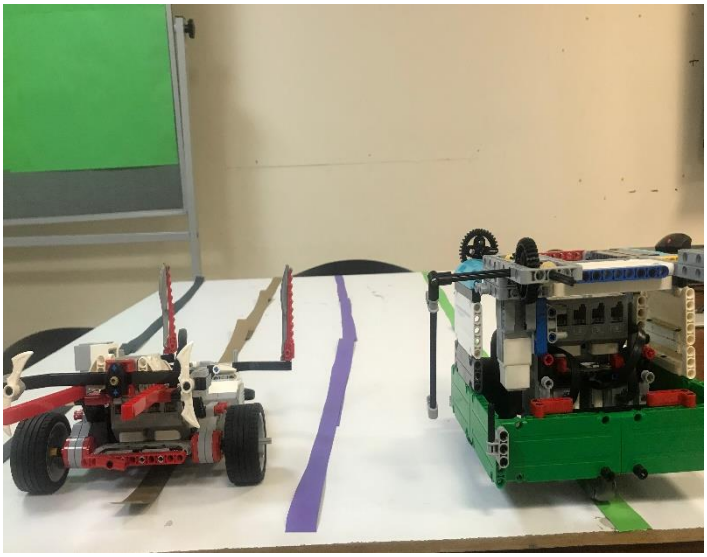


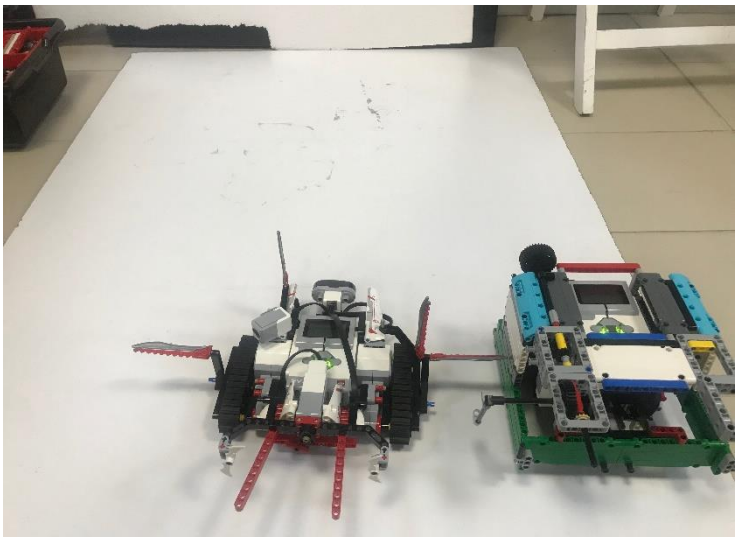


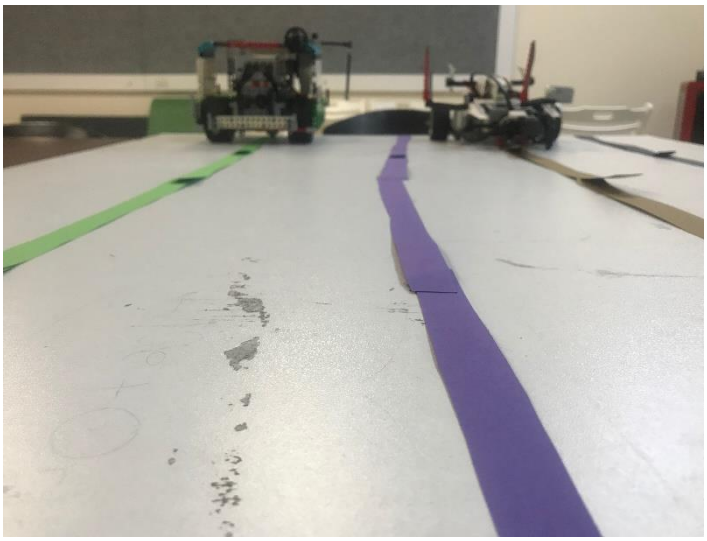


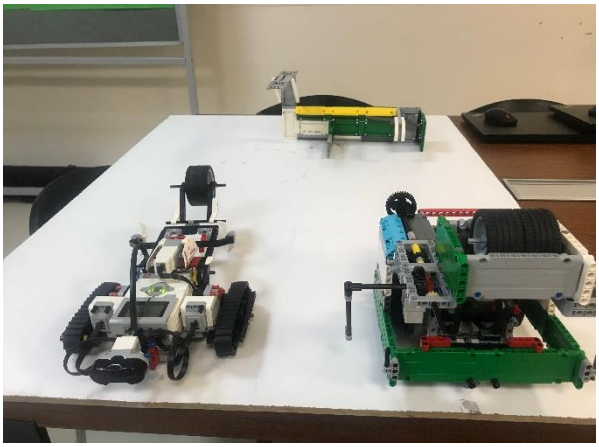
EK- 10: UYGULAMA GÖRÜNTÜLERİ

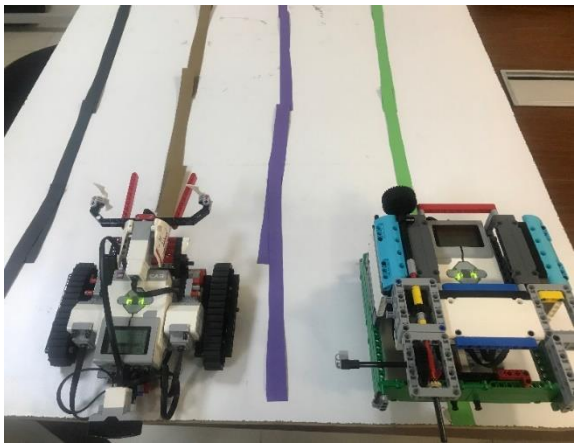


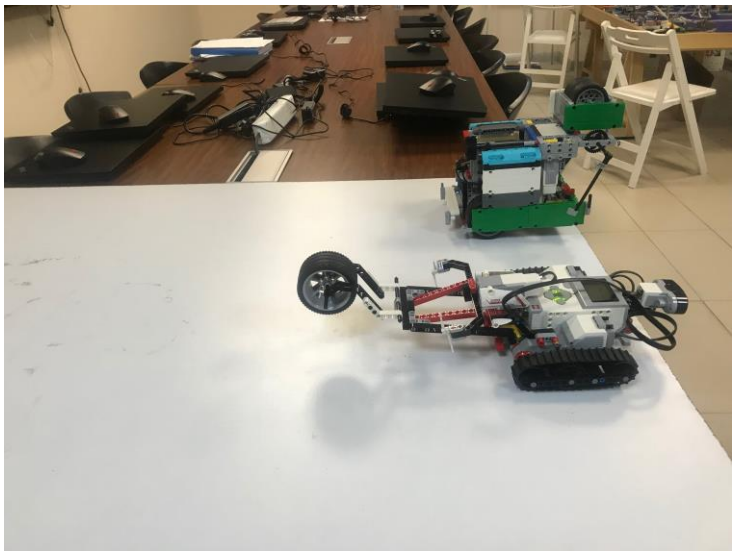




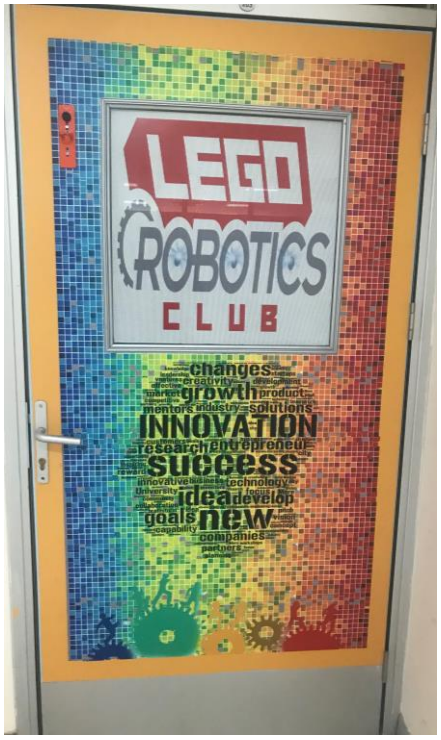









and stay
Positive


LEGO
ROBOTICS
CLUB
changes
creativity
growth
product
mentors
industry
solutions
INNOVATION
research
entrepreneur
success
technology
idea
develop
goals
new
companies

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Barış ELBİR

17 Kasım 1984 tarihinde Tokat'ta doğdu. İlk ve orta okulu Cumhuriyet İlköğretim okulunda, liseyi Tokat Anadolu Lisesi'nde okudu. 2003'te İstanbul Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği'nde başladığı lisans öğrenimini 2007, 2009 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi'nde başladığı yüksek lisans eğitimini 2012 yılında tamamladı. 2013 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi doktora proğramına başladı. Halen FMV Işık Okullarında müdür yardımcısı olarak çalışmaktadır.

Araştırma Alanları

Fizik/Kimya/ Biyoloji

Robotik Uygulamaları

STEM Uygulamaları

Yapay Zeka Uygulamaları

Blockchain Teknolojisi

Metaverse

Android Kodlama

Web3 Teknolojileri

Poster/Sunu ve Yayınları

Elbir, B. ve Cakiroglu, B. (2018). "*Stem Education: Robotics Integration in Science Laboratory*". International Journal of Science and Research (IJSR). Volume 7 Issue 6, DOI: 10.21275/ART20183371

Cakiroglu, Ö ve Elbir, B. (2014). "*A Survey Investigation Of Private Examınation Centres' Contributions To Science Education From The Students' Perspective".* Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt: 11-1, Sayı: 21, 2014-1, s.19-30

Çakiroğlu Ö., Elbir B. (2013). "*A Study On The Effects Of Private Education Institutes On The Science Education In Turkey*", International Conference Education, Reflection, Development, Cluj-Napoca, Romanya, vol.1, no.1, pp.116-122

Kirbaşlar F.G., Atalar A., Elbir B., Orhanlı C., Tuna S. (2010). "*İlköğretim Fen Ve Teknoloji Ders Kitaplarındaki Kimya Konu Ve Kavramlarının İçerik Ve Örnekler Açısından İncelenmesi*", IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, İzmir, Türkiye,

Desteklenen Projeler

"Robotik Çalışmalarının Stem Uygulaması Olarak Ortaokul Fen Laboratuvar Uygulamalarına Entegrasyonu", BAP Arastırma Projesi, 56045, Araştırmacı, Devam Ediyor.

“Özel Dershanelerin İlköretim Fen Bilgisi Eğitimindeki Rolü ve Önemi” BAP Arastırma Projesi, 11801, Araştırmacı, Sonuçlandı.