

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**OKUL ÖNCESİ VE TEMEL FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK
DESTEKLİ VE BASİT MALZEMELERLE YAPILAN
STEM UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**Hazırlayan
Ayşe KOÇ**

**Danışman
Prof. Dr. Uğur BÜYÜK**

Doktora Tezi

**Temmuz 2019
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**OKUL ÖNCESİ VE TEMEL FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK
DESTEKLİ VE BASİT MALZEMELERLE YAPILAN
STEM UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI
(Doktora Tezi)**

**Hazırlayan
Ayşe KOÇ**

**Danışman
Prof. Dr. Uğur BÜYÜK**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Birimi tarafından SDK-2015-5989 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Temmuz 2019
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

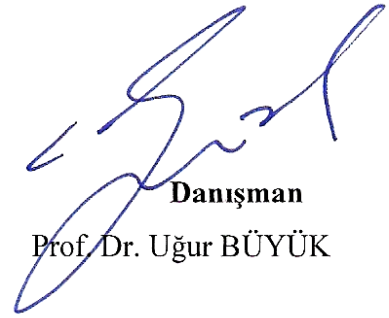


Ayşe KOÇ

“Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle Yapılan STEM Uygulamalarının Karşılaştırılması” adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

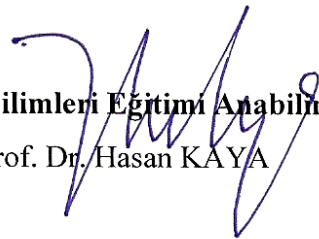


Hazırlayan
Ayşe KOÇ



Danışman
Prof. Dr. Uğur BÜYÜK

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Başkanı
Prof. Dr. Hasan KAYA



Prof. Dr. Uğur BÜYÜK danışmanlığında **Ayşe KOÇ** tarafından hazırlanan “**Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle Yapılan STEM Uygulamalarının Karşılaştırılması**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü **İlköğretim** Anabilim Dalı’nda **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

25 / 07 / 2019

JÜRİ:

Danışman : Prof. Dr. Uğur BÜYÜK

Üye : Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN

Üye : Doç. Dr. Mustafa ÖZTÜRK

Üye : Doç. Dr. Şeyma AKKAYA DEVİREN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi DUYGU METİN PETEN

(Handwritten signatures of the jury members)

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 01./08/ 2019 tarih ve 34-01 sayılı kararı ile onaylanmış olup, öğrencinin mezuniyet tarihi 31./07/ 2019’dur.

(Handwritten signature of Prof. Dr. Cevdet KIRPIK)

Prof. Dr. Cevdet KIRPIK
Enstitü Müdürü





Canım Anne ve Babama...

ÖNSÖZ

*“Seni diğerlerinden farksız yapmaya tüm gücüyle gece gündüz çalışan bir dünyada,
kendin olarak kalabilmek, dünyanın en zor savaşını vermek demektir.*

Bu savaş başladı mı, artık hiç bitmez!...”

E. E. Cummings

Hayatımın en sıkıntılı ve en zorlu altı yılını içeren, ama herşeye rağmen bana çok şey öğreten ve güç katan çok uzun bir yolculuğun sonundayım. Bu yolculuk devam ederken çok zor zamanları arka arkaya yaşamış olsam da kendime olan inancımı hiç kaybetmedim, pes etmedim ve hep yoluma devam ettim. Bu zorlu yolculukta bana eşlik eden, yolumu aydınlatan, hiçbir zaman yardımını esirgemeyen ve ne olursa olsun hep yanımda olan çok değerli insanlar vardı etrafımda...

2010 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda lisansüstü eğitime başladığım günden itibaren bilgi ve deneyiminden faydalandığım, akademik çalışmalarımda bana yol gösteren, özellikle yaşadığım en zor dönemlerde bazen bir ağabey, bazen de bir usta sıcaklığıyla yaklaşarak sonsuz destek olan, her yönüyle örnek almaya çalıştığım ve öğrencisi olmaktan her daim büyük onur ve gurur duyduğum, bu tezin gerçek mimarı sevgili danışmanım Prof. Dr. Uğur BÜYÜK hocama gerçekten minnettarım...

Araştırma sürecinde Doktora Tez İzleme Komitesi'nde yer alarak bu araştırmaya önemli katkılar sağlayan ve bana yol gösteren değerli Doç. Dr. Mustafa ÖZTÜRK ve Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ hocalarıma çok teşekkür ediyorum. Doktora eğitimim süresince kendilerinden ders alma şansını yakaladığım, ufkumu açan ve üzerimde emeği olan tüm kıymetli hocalarıma da ayrıca teşekkürlerimi sunuyorum.

Araştırmamın uygulanması aşamasında göstermiş oldukları anlayış ve yardımlarından dolayı Osman Kavuncu Ortaokulu eski müdürü Cengiz ERCİYAS hocama, çalışma arkadaşım Mehpere ERASLAN GÜNEY'e, çalışmalarım sırasında bana yardımlarını hiç esirgemeyen Osman Kavuncu Ortaokulu'ndaki tüm öğretmen arkadaşlarıma ve yapılan uygulamalarda emeği geçen tüm öğrencilerime sonsuz teşekkürler...

Ayrıca bu süreçte Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na, tezimi 2211-Yurt içi Doktora Burs Programı kapsamında destekledikleri için ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne SDK-2015-5989 kodlu doktora tez projeme sağladıkları katkılardan dolayı teşekkürlerimi bildiriyorum.

Gelelim en özel kısma... Hayatım boyunca her zaman sonsuz sevgi ve destekleriyle yanımda olan, moral ve motivasyon kaynağım, her sıkıntıyı birlikte aştığımız canım ablalarım, abilerim, yeğenlerim, komşularım, kısacası geniş ailem... Siz olmadan asla başaramazdım, her düştüğümde beni kaldıran el oldunuz, sıkıntılar içinde kaybettiğim beni bulduran söz oldunuz. İyi ki vardınız ve iyi ki varsınız.

Ve son... Büyük bir emek, sabır ve mücadelenin ürünü olan bu tezimi, 2017 yılında duran kalbiyle bir anda dünyamı durduran, bu günlere gelmemde büyük payı olan, benliğimin her zerresinde izlerini taşıdığım, her geçen gün eksikliğini daha fazla hissettiğim ve özlediğim canımın içi annem Hacer KOÇ'a ve hayata karşı duruşunu, mücadelesini ve disiplinini her daim örnek aldığım, eşi bulunmaz mükemmel ötesi insan, hayattaki en büyük azim kaynağım, kıymetli babam Eyüp KOÇ'a ithaf ediyorum, sizi çok seviyorum...

Bu çalışma için yolun sonu olabilir ancak bilimsel alanda kendimi geliştirme ve üretme yolculuğum ilelebet devam edecek...

Şükür ve dua ile...

Ayşe KOÇ
Temmuz 2019, KAYSERİ

OKUL ÖNCESİ VE TEMEL FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK DESTEKLİ VE BASİT MALZEMELERLE YAPILAN STEM UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Ayşe KOÇ

Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tezi, Temmuz 2019
Danışman: Prof. Dr. Uğur BÜYÜK

ÖZET

Dünyadaki STEM eğitimi çalışmalarına bakıldığında karşımıza iki farklı uygulama çıkmaktadır. Bunlar teknoloji entegrasyonunun sağlandığı robotik destekli STEM (RoboSTEM) uygulamaları ve günlük yaşamda kullanılan basit ve ucuz çevresel malzemelerle yapılan STEM (Hands-on STEM) uygulamaları olarak nitelendirilebilir. Bu iki uygulamanın fen eğitimi açısından farklı avantajları bulunmakla birlikte, okul öncesi ve temel fen eğitimi düşünüldüğünde, hangisinin daha avantajlı olabileceği merak konusudur. Bu noktadan hareketle araştırmanın amacı, okul öncesi ve temel fen eğitiminde gündelik yaşamda kullanılan basit ve ucuz çevresel malzemelerle yapılan STEM uygulamaları ile teknolojik malzemelerle robotik destekli olarak yapılan STEM uygulamalarının karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

Araştırmada yarı deneysel yöntemin kontrol gruplu ön test-son test deseni uygulanmıştır. Çalışma grubu, ulaşılabilir (convenience) örnekleme yolu ile seçilen okul öncesi (N=50) ve temel eğitim kademesindeki ortaokul 5. sınıf öğrencilerinden (N=60) oluşmaktadır. Uygulamalarda gerek okul öncesi gerekse ortaokul 5. sınıf öğrencileri için ikisi deney biri kontrol grubu olmak üzere üç ayrı grup oluşturulmuştur. Uygulamalar 2017-2018 eğitim öğretim yılı birinci döneminde yaklaşık dört aylık bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak, *Problem Çözme Becerileri Ölçeği* ve *Akademik Benlik Kavramı Ölçeği* kullanılmıştır. Deneysel çalışma öncesinde gerekli ön testler yapıldıktan sonra, kontrol grubunda geleneksel fen eğitimi, birinci deney grubunda robotik destekli STEM, ikinci deney grubunda ise basit malzemelerle STEM temelli fen eğitimi uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonunda ise gerekli son testler yapılarak çalışma tamamlanmış, elde edilen nicel veriler SPSS paket programı

kullanılarak betimsel ve çıkarımsal istatistikler (MANCOVA ve ANCOVA) ile analiz edildikten sonra ulaşılan bulgular ve sonuçlar sunulmuştur.

Araştırma sonucunda, fen eğitiminde hem basit malzemelerle hem de robotik desteği ile yapılan STEM uygulamalarının okul öncesi ve temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyi olmak üzere iki düzeyde de öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları üzerinde olumlu etkiler yarattığı ortaya çıkmıştır. Bu durum, öğrencilerin işbirliğine dayalı, yaparak yaşayarak, gerçek yaşamla tutarlı, mühendislik tasarım odaklı çalışmaları da içeren ve öğrenme süreçlerini ağırlıklı olarak kendilerinin kontrol ettiği bir sürecin sonucu olarak değerlendirilebilir. Buradan hareketle, pahalı malzemeler olmadan sadece çevresel ve ucuz malzemeler kullanılarak da öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilebileceği, bu konuda teknoloji kullanımının olmazsa olmaz bir unsur olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerin akademik benlik algılarını geliştirmede ise robotik destekli STEM uygulamalarının daha etkili olduğu ifade edilebilir. Öğrenme düzeyini önemli ölçüde etkileyen akademik benlik kavramının bu gibi yollarla geliştirilmesi hem öğrenci başarısını arttıracak hem de öğrencilerin daha sonraki ilgili yaşantılara çok daha olumlu duyuşsal özelliklerle girmelerini sağlayacaktır. Bu nedenle gerek basit malzemelerle gerekse robotik desteği ile yapılan STEM uygulamalarının eğitimin her kademesinde yaygınlaştırılarak kullanılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitimi, Robotik Destekli STEM (RoboSTEM), Basit Malzemelerle STEM (Hands-on STEM).

**THE COMPARISON OF STEM IMPLEMENTATIONS WITH ROBOTIC-
ASSISTED AND SIMPLE MATERIALS IN PRESCHOOL AND BASIC
SCIENCE EDUCATION**

Ayşe KOÇ

**Erciyes University, Institute of Educational Sciences
Ph. D. Thesis, July 2019
Supervisor: Prof. Dr. Uğur BÜYÜK**

ABSTRACT

When we look at the studies of STEM education in the world, two different implementations are emerging. These can be described as robotic-assisted STEM provided by technology integration (RoboSTEM) and STEM implementations done with simple and cheap environmental materials used in daily life (Hands-on STEM). Although these two applications have different advantages in terms of science education, it is wondered which one might be more advantageous when considering pre-school and basic science education. From this point of view, the aim of the research is to compare STEM implementations done with simple and cheap environmental materials used in daily life and STEM implementations done with robotic-assisted technological materials in preschool and basic science education.

Pre-test and post-test design with control group of the quasi-experimental method was implemented in the study. The study group consisted of pre-school students (N = 50) and 5th grade students (N = 60) who were selected by convenience sampling. In the implementations, three different groups were formed for both preschool and 5th grade students, two of which were experimental and one was the control group. Implementations were carried out in the first semester of 2017-2018 academic year in a period of approximately four months. *Problem Solving Skills Scale* and *Academic Self-Concept Scale* were used as data collection tools. After the necessary pre-tests were performed before the experimental study, traditional science education in the control group, robotic-assisted STEM in the first experimental group and STEM based science education implementations with simple materials in the second experimental group were applied. At the end of the implementation, the necessary final tests have been

performed and the study has been completed, the obtained quantitative data has been analyzed with descriptive and inferential statistics (MANCOVA and ANCOVA) using SPSS package program and the findings and results have been presented.

As a result of the study, it was found out that in science education both STEM implementations done with simple materials and robotic-assisted had positive effects on the problem solving skills and academic self-perception of the students at both levels of preschool and basic education (secondary school 5th grade). This situation can be evaluated as a result of a collaborative, including engineering design-oriented studies and consistent with real life process, where students learn by doing and control the learning processes themselves. From this point of view, it can be concluded that students can improve their problem solving skills by using only environmental and cheap materials without expensive materials and that the use of technology is not an indispensable element. On the other hand, it can be stated that robotic-assisted STEM implementations are more effective in improving students' self-perception. Developing the academic self-concept, which significantly affects the level of learning, in such ways will both increase student achievement and enable students to enter into later related experiences with much more positive affective characteristics. For this reason, it is thought that STEM implementations done with simple materials and robotic-assisted should be extended and used in all levels of education.

Keywords: Preschool and Basic Science Education, Robotic-assisted STEM (RoboSTEM), STEM with Simple Materials (Hands-on STEM).

İÇİNDEKİLER

OKUL ÖNCESİ VE TEMEL FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK DESTEKLİ VE BASİT MALZEMELERLE YAPILAN STEM UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK	iii
KABUL VE ONAY	iv
ÖNSÖZ	vi
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
İÇİNDEKİLER	xii
KISALTMALAR	xviii
TABLolar LİSTESİ	xix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xxi
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	6
1.3. Araştırmanın Temel ve Alt Hipotezleri.....	7
1.4. Araştırmanın Önemi.....	9
1.5. Sınırlılıklar ve Varsayımlar	11
1.6. Tanımlar	12
KAVRAMSAL ÇERÇEVE	14
2.1. Fen Eğitimi.....	14
2.1.1. Okul Öncesi Fen Eğitimi.....	15
2.1.2. Temel Fen Eğitimi.....	17
2.2. STEM Eğitimi	18

2.2.1. Türkiye’de STEM Eğitimi	22
2.2.2. Dünyada STEM Eğitimi.....	24
2.2.3. Okul Öncesinde STEM Eğitimi	25
2.3. Fen Eğitiminde Teknoloji Kullanımı	26
2.3.1. Robotik Destekli Öğrenme.....	28
2.3.2. Robotik Eğitim Setleri.....	30
2.3.2.1. Lego WeDo Robotik Eğitim Seti	30
2.3.2.2. Lego Mindstorms EV3 Robotik Eğitim Seti.....	33
2.3.3. Robotik Destekli Fen Eğitimi.....	42
2.4. Robotik Destekli STEM (RoboSTEM) Uygulamaları	44
2.4.1. Robotik Destekli STEM İle İlgili Yapılan Çalışmalar	45
2.5. Basit Malzemelerle Yapararak Öğrenme (Hands-on Learning)	52
2.5.1. Basit Malzemelerle Fen Eğitimi (Hands-on Science).....	54
2.6. Basit Malzemelerle STEM (Hands-on STEM) Uygulamaları	55
2.6.1. Basit Malzemelerle STEM İle İlgili Yapılan Çalışmalar	56
2.7. Problem Çözme Becerileri	59
2.7.1. Okul Öncesinde Problem Çözme Becerileri	60
2.7.2. Fen Eğitiminde Problem Çözme Becerileri	62
2.7.3. Problem Çözme Becerileri ve STEM Konulu Çalışmalar	63
2.8. Benlik Algısı ve Akademik Benlik Kavramı	72
2.8.1. Okul Öncesinde Akademik Benlik Algısı.....	73
2.8.2. Fen Eğitiminde Akademik Benlik Algısı.....	74
2.8.3. Akademik Benlik Algısı ve STEM Konulu Çalışmalar.....	75
YÖNTEM.....	79
3.1. Araştırmanın Modeli	79
3.2. Evren ve Örneklem	80
3.3. Araştırmanın Değişkenleri	81

3.4. Veri Toplama Araçları	81
3.4.1. Okul Öncesi Öğrencileri İçin Fen Eğitiminde Problem Çözme Ölçeği	82
3.4.2. Okul Öncesi Öğrencileri İçin Akademik Benlik Kavramı Ölçeği	82
3.4.3. Ortaokul Öğrencileri İçin Problem Çözme Becerileri Ölçeği	83
3.4.4. Ortaokul Öğrencileri İçin Akademik Benlik Kavramı Ölçeği	83
3.4.5. Gözlemci Kontrol Listesi	83
3.5. Araştırmanın Planlama ve Hazırlık Aşaması	84
3.6. Araştırmanın Pilot Uygulama Aşaması	87
3.6.1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Pilot Uygulama Çalışmaları	88
3.6.1.1. Birinci Aşama: Ölçme Araçları Pilot Uygulaması	88
3.6.1.2. İkinci Aşama: STEM Temelli Fen Etkinlikleri Pilot Uygulaması	88
3.6.2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Pilot Uygulama Çalışmaları	90
3.6.2.1. Birinci Aşama: Ölçme Araçları Pilot Uygulaması	90
3.6.2.2. İkinci Aşama: STEM Temelli Fen Etkinlikleri Pilot Uygulaması	91
3.7. Araştırmanın Uygulama Aşaması	92
3.7.1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Uygulama Çalışmaları	93
3.7.1.1. Birinci ve İkinci Hafta Uygulamaları	94
3.7.1.2. Üçüncü Hafta Uygulamaları	95
3.7.1.3. Dördüncü Hafta Uygulamaları	97
3.7.1.4. Beşinci Hafta Uygulamaları	99
3.7.1.5. Altıncı Hafta Uygulamaları	101
3.7.1.6. Yedinci Hafta Uygulamaları	103
3.7.1.7. Sekizinci Hafta Uygulamaları	105
3.7.1.8. Kontrol Grubu Uygulamaları	106
3.7.2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Uygulama Çalışmaları	107
3.7.2.1. Birinci ve İkinci Hafta Uygulamaları	108
3.7.2.2. Üçüncü Hafta Uygulamaları	109

3.7.2.3. Dördüncü Hafta Uygulamaları.....	111
3.7.2.4. Beşinci Hafta Uygulamaları.....	113
3.7.2.5. Altıncı Hafta Uygulamaları.....	115
3.7.2.6. Yedinci Hafta Uygulamaları.....	117
3.7.2.7. Sekizinci Hafta Uygulamaları.....	120
3.7.2.8. Kontrol Grubu Uygulamaları.....	120
3.8. Verilerin Analizi.....	121
BULGULAR.....	124
4.1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyine Yönelik Bulgular.....	124
4.1.1. Problem Çözme Becerileri İle İlgili Betimsel İstatistikler.....	124
4.1.2. Akademik Benlik Algısı İle İlgili Betimsel İstatistikler.....	128
4.1.3. Temel ve Alt Hipotezlere Yönelik Çıkarımsal İstatistikler.....	130
4.1.3.1. Ortak Değişkenlerin Belirlenmesi.....	130
4.1.3.2. MANCOVA Analizi Varsayımlarının Test Edilmesi.....	131
4.1.3.3. MANCOVA Analizine İlişkin Bulgular.....	133
4.2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyine Yönelik Bulgular.....	137
4.2.1. Problem Çözme Becerileri İle İlgili Betimsel İstatistikler.....	137
4.2.2. Akademik Benlik Algısı İle İlgili Betimsel İstatistikler.....	139
4.2.3. Temel ve Alt Hipotezlere Yönelik Çıkarımsal İstatistikler.....	141
4.2.3.1. Ortak Değişkenlerin Belirlenmesi.....	141
4.2.3.2. MANCOVA Analizi Varsayımlarının Test Edilmesi.....	141
4.2.3.3. MANCOVA Analizine İlişkin Bulgular.....	144
4.3. Uygulama Sürecinin Gözlemine Ait Bulgular.....	147
4.4. Uygulama Sürecinde Yaşanan Zorluklar.....	149
TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER.....	150
5.1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyine Yönelik Tartışma ve Sonuç.....	150
5.1.1. Problem Çözme Becerilerine İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	150

5.1.2. Akademik Benlik Algısına İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	152
5.2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyine Yönelik Tartışma ve Sonuç.....	154
5.2.1. Problem Çözme Becerilerine İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	154
5.2.2. Akademik Benlik Algısına İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	158
5.3. Uygulama Süreci İle İlgili Genel Değerlendirme	159
5.4. Araştırma Sonuçları İle İlgili Genel Değerlendirme.....	161
5.5. Öneriler	162
KAYNAKÇA	164
EKLER.....	195
EK 1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi İçin Uygulanan Ölçekler	195
EK 1.1. Problem Çözme Becerileri Ölçeği	195
EK 1.2. Demoulin Çocuklar İçin Akademik Benlik Kavramı Ölçeği.....	200
EK 2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi İçin Uygulanan Ölçekler.....	202
EK 2.1. Problem Çözme Becerileri Ölçeği	202
EK 2.2. Fen Bilimleri Akademik Benlik Kavramı Ölçeği.....	203
EK 3. Gözlemci Kontrol Listesi.....	204
EK 4. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Pilot Uygulama Resimleri	205
EK 4.1. Deney-1 Grubu Pilot Uygulama Resimleri.....	205
EK 4.2. Deney-2 Grubu Pilot Uygulama Resimleri.....	207
EK 5. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Pilot Uygulama Resimleri	208
EK 5.1. Deney-1 Grubu Pilot Uygulama Resimleri.....	208
EK 5.2. Deney-2 Grubu Pilot Uygulama Resimleri.....	210
EK 6. Okul Öncesi STEM Temelli Fen Eğitimi Akış Planları	211
EK 6.1. Deney-1 Grubu Akış Planları	211
EK 6.2. Deney-2 Grubu Akış Planları	221
EK 7. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Öğrenci Çalışma Yaprakları.....	231
EK 7.1. Deney-1 Grubu Öğrenci Çalışma Yaprakları	231

EK 7.2. Deney-2 Grubu Öğrenci Çalışma Yaprakları	241
EK 8. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Uygulama Resimleri.....	251
EK 8.1. Deney-1 Grubu Uygulama Resimleri	251
EK 8.2. Deney-2 Grubu Uygulama Resimleri	255
EK 9. Ortaokul 5. Sınıf STEM Temelli Fen Eğitimi Ders Planları	258
EK 9.1. Deney-1 Grubu Ders Planları	258
EK 9.2. Deney-2 Grubu Ders Planları	268
EK 10. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Öğretmen Notları.....	278
EK 11. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Öğrenci Çalışma Yaprakları	289
EK 11.1. Deney-1 Grubu Öğrenci Çalışma Yaprakları	289
EK 11.2. Deney-2 Grubu Öğrenci Çalışma Yaprakları	299
EK 12. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Uygulama Resimleri.....	309
EK 12.1. Deney-1 Grubu Uygulama Resimleri	309
EK 12.2. Deney-2 Grubu Uygulama Resimleri	313
EK 13. Araştırma İzin Yazıları	316
ÖZGEÇMİŞ.....	319

KISALTMALAR

ABKÖ	: Akademik Benlik Kavramı Ölçeği
ANCOVA	: Analysis of Covariance
IEA	: International Educational Assessment
MANCOVA	: Multivariate Analysis of Covariance
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MRC	: Multivariate Regression Correlation
NCISE	: National Center for Improving Science Education
NGSS	: Next Generations Science Standards
NRC	: National Research Council
NSTA	: National Science Teachers Association
NSTC	: National Science and Technology Council
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
PÇBÖ	: Problem Çözme Becerileri Ölçeği
PISA	: Programme for International Student Assessment
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
STEM	: Science-Technology-Engineering-Mathematics
TIMSS	: Third International Mathematics and Science Study
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
YEĞİTEK	: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Lego Mindstorms EV3 diğer teknik parçaları	42
Tablo 3.1. Araştırma deseni	79
Tablo 3.2. Deney ve kontrol grubu dağılımları.....	81
Tablo 3.3. Fen eğitiminde problem çözme ölçeği güvenirlik analizi sonucu	88
Tablo 3.4. Akademik benlik kavramı ölçeği güvenirlik analizi sonucu	88
Tablo 3.5. Problem çözme ölçeği güvenirlik analizi sonucu	90
Tablo 3.6. Akademik benlik kavramı ölçeği güvenirlik analizi sonucu	90
Tablo 3.7. Deney-1 grubu haftalık program.....	93
Tablo 3.8. Deney-2 grubu haftalık program.....	94
Tablo 3.9. Kontrol grubu haftalık program.....	106
Tablo 3.10. Deney-1 grubu haftalık program.....	107
Tablo 3.11. Deney-2 grubu haftalık program.....	107
Tablo 3.12. Kontrol grubu haftalık program.....	120
Tablo 4.1. PÇBÖ ön test ve son test puanları için betimsel istatistikler	124
Tablo 4.2. PÇBÖ açısından grupların kazanç puanları	125
Tablo 4.3. ABKÖ ön test ve son test puanları için betimsel istatistikler	128
Tablo 4.4. ABKÖ açısından grupların kazanç puanları	129
Tablo 4.5. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki analizi sonuçları	130
Tablo 4.6. Regresyon eğimlerinin eşitliği ile ilgili MRC analizi sonuçları	131
Tablo 4.7. Varyansların homojenliği ile ilgili Levene testi sonuçları.....	132
Tablo 4.8. Kovaryans matrislerinin homojenliği ile ilgili Box M testi sonuçları	132
Tablo 4.9. Ortak değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren analiz sonuçları.....	133
Tablo 4.10. Deneysel desenin etkisine ilişkin MANCOVA analizi sonuçları.....	133
Tablo 4.11. Birinci bağımlı değişkene ilişkin ANCOVA analizi sonuçları.....	135
Tablo 4.12. PÇBÖ açısından grupların ikili karşılaştırma sonuçları	135

Tablo 4.13. İkinci bağımlı değişkene ilişkin ANCOVA analizi sonuçları	136
Tablo 4.14. ABKÖ açısından grupların ikili karşılaştırma sonuçları.....	136
Tablo 4.15. PÇBÖ ön test ve son test puanları için betimsel istatistikler	137
Tablo 4.16. PÇBÖ açısından grupların kazanç puanları	138
Tablo 4.17. ABKÖ ön test ve son test puanları için betimsel istatistikler	139
Tablo 4.18. ABKÖ açısından grupların kazanç puanları	140
Tablo 4.19. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki analizi sonuçları	141
Tablo 4.20. Regresyon eğimlerinin eşitliği ile ilgili MRC analizi sonuçları	142
Tablo 4.21. Varyansların homojenliği ile ilgili Levene testi sonuçları.....	142
Tablo 4.22. Kovaryans matrislerinin homojenliği ile ilgili Box M testi sonuçları	143
Tablo 4.23. Ortak değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren analiz sonuçları.....	143
Tablo 4.24. Deneysel desenin etkisine ilişkin MANCOVA analizi sonuçları.....	144
Tablo 4.25. Birinci bağımlı değişkene ilişkin ANCOVA analizi sonuçları.....	145
Tablo 4.26. PÇBÖ açısından grupların ikili karşılaştırma sonuçları	146
Tablo 4.27. İkinci bağımlı değişkene ilişkin ANCOVA analizi sonuçları	146
Tablo 4.28. ABKÖ açısından grupların ikili karşılaştırma sonuçları.....	147
Tablo 4.29. Gözlemci kontrol listesi analiz sonuçları.....	148

Şekil 3.2. Deney-1 grubu etkinlik pilot uygulama çalışmaları.....	89
Şekil 3.3. Deney-2 grubu etkinlik pilot uygulama çalışmaları.....	89
Şekil 3.4. Deney-1 grubu etkinlik pilot uygulama çalışmaları.....	91
Şekil 3.5. Deney-2 grubu etkinlik pilot uygulama çalışmaları.....	91
Şekil 3.6. Akıllı tahterevalli I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	96
Şekil 3.7. Akıllı tahterevalli II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	97
Şekil 3.8. Süper vinç I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	98
Şekil 3.9. Süper vinç II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	99
Şekil 3.10. Hızlı topaç I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	100
Şekil 3.11. Hızlı topaç II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	101
Şekil 3.12. Balerin kuşlar I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	102
Şekil 3.13. Balerin kuşlar II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	103
Şekil 3.14. Güçlü araba I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	104
Şekil 3.15. Güçlü araba II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	105
Şekil 3.16. Akıllı terazi I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	110
Şekil 3.17. Akıllı terazi II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	111
Şekil 3.18. Süper vinç I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	112
Şekil 3.19. Süper vinç II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	113
Şekil 3.20. Hızlı çırpıcı I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	114
Şekil 3.21. Hızlı çırpıcı II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	115
Şekil 3.22. Mekanik köpek I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	116
Şekil 3.23. Mekanik köpek II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	117
Şekil 3.24. Motorlu araba I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	119
Şekil 3.25. Motorlu araba II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2.....	119

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı ve önemi, temel ve alt problemleri, hipotezleri, başarı ölçütleri, sınırlılıkları, varsayımları ve ilgili tanımlar ele alınmıştır.

1.1. Problem Durumu

“Bugünün çocuklarını dünün yöntemleri ile eğitirsek yarınlarından çalarız.”

John Dewey

Bilimsel ve teknolojik devrim çağı olarak nitelendirilen içinde yaşadığımız 21. yüzyılda, fen bilimleri ve teknoloji alanındaki gelişmeler modern yaşamın birçok alanını etkilemekte ve gelecekte yaşanması muhtemel sorunların çözümünde anahtar bir rol üstlenmektedir (Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers, 2008; NRC, 2012). Nitekim teknoloji ve bilgi üretiminde eğitimin öneminin farkında olan ülkeler, bu doğrultuda eğitim sistemlerini yenilemekte, özellikle bilimsel bilgi ve teknoloji ile olan ilişkisi sebebiyle fen eğitimine büyük önem vermektedirler (Bozkurt, 2014). Fen eğitimi, okul öncesinde başlayan ve ömür boyu devam eden bir süreçtir (Akgün, 2000a). Bu nedenle fen eğitimi üzerine çalışan araştırmacılar okul öncesi dönemden başlayarak eğitimin her basamağında fen eğitimine yer verilmesi gerektiğini vurgulamışlardır (Çakmak, 2006).

Okul öncesi dönemdeki fen eğitiminin amacı, çocuğun fen deneyimlerini zenginleştirecek doğal öğrenme ortamları hazırlamak; çevresindeki nesne ve olayları sorgulayarak problem çözme becerisi kazanmasını sağlamak; yaratıcı, kendisine ve çevresine karşı duyarlı, iletişim becerileri gelişmiş, bilimsel düşünen çocuklar yetiştirmektir (Taş, 2010). Oysa okul öncesi dönemde fen eğitimine yönelik yapılan araştırmalara bakıldığında; genellikle öğretmenlerin kullandıkları yöntem ve tekniklerin yetersiz olduğu, etkinliklerin tam olarak amacına ulaşmadığı ya da fen köşesinde kullanılan malzemelerin yetersiz olduğu sonuçları göze çarpmaktadır (Karaer ve Kösterelioğlu, 2005; Parlakyıldız ve Aydın, 2004; Taş, 2010). Bu durum, okul öncesi

fen eğitiminin öğrencilerin temel eğitim kademelerinde (3-8. sınıflar) karşılaşacakları fen bilimleri dersinin çekirdeğini oluşturduğu da düşünüldüğünde, okul öncesi fen eğitimine daha çok önem verilmesi ve çocukların gelişimine uygun farklı yöntem ve tekniklerin kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Öte yandan temel eğitim kademelerinde (3-8. sınıflar) verilen fen eğitiminin amacı, tüm öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesidir (MEB, 2013a). Buna göre; öğrencilerin araştıran-sorgulayan, etkili kararlar verebilen, olumlu benlik algısına sahip, kendine güvenen, günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri problemleri çözüme fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç ve diğer yaşam becerilerini kullanabilen bireyler olması hedeflenmektedir. Ancak OECD'nin yürüttüğü, öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri problemleri çözüme becerilerinin analiz edildiği PISA-2015 (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) sonuçlarına bakıldığında; ülkemizin 422 puanla araştırmaya katılan 35 ülke arasında son sırada yer aldığı görülmektedir (OECD, 2017). Oysa problem çözme becerisine sahip olmak, taşıdığı değer bakımından içinde bulunduğumuz 21. yüzyıla damgasını vurmuş ve fen eğitiminin amaçları arasında kendine önemli bir yer bulmuştur. Bu nedenle günümüzde yeni neslin eğitiminde, bu becerilerin geliştirilmesine yönelik yenilikçi bir fen eğitimi anlayışının gerekli olduğu ortadadır.

Fen eğitiminde bilişsel özellikler kadar öğrenmeyi kolaylaştıran duyuşsal özellikler de oldukça önemlidir. Bloom'a (1998) göre, başarıyı yordama gücü en yüksek duyuşsal özellik, öğrencinin derse karşı kendini olumlu ya da olumsuz algılayış tarzı olarak görülen akademik benlik kavramıdır. Yapılan araştırmalar, fen başarısı ile fene yönelik akademik benlik kavramı arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Lau ve Chan, 2001; Marsh vd., 2005; Sanchez ve Roda, 2003). Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu-IEA'nın, dört yıllık aralıklarla 4. ve 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin fen bilimleri başarılarını değerlendiren TIMSS (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) sonuçlarına bakıldığında; Türkiye'nin fen alanında, 4. sınıf düzeyinde 47 ülke arasında 35. sırada, 8. sınıf düzeyinde ise 39 ülke arasında 21. sırada yer aldığı ve fen eğitimi başarısının genel olarak dünya ortalamasının altında olduğu belirlenmiştir (IEA, 2015). Ülkemizin fen başarısını arttırmak için öncelikle fen eğitiminde olumlu akademik benlik gelişimini sağlamanın gerektiği düşünüldüğünde, öğrencilere feni sevdiren, olumlu yaşantılar yoluyla anlamlı öğrenme fırsatları sunan ve

onların başarılı olacağı inancını artırarak duyuşsal özelliklerini destekleyen uygulamaların varlığı daha da önem kazanmaktadır.

Tüm bu durumlar göz önüne alındığında; öğrencilerin hem 21. yüzyılın en önemli yaşam becerileri arasında yer alan problem çözme becerilerini kazanmaları hem de fene yönelik olumlu akademik benlik geliştirmeleri için yenilikçi fen eğitimi uygulamalarına ihtiyaç duyulduğu daha iyi anlaşılmaktadır. Bu uygulamaların başında ise STEM uygulamaları gelmektedir. STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbiriyle bağlantılı bir şekilde öğretilmesini içeren ve okul öncesinden yüksek öğretime kadar tüm süreci kapsayan disiplinlerarası bir eğitim yaklaşımıdır (Akgündüz vd., 2015). Çorlu, Capraro ve Capraro (2014) STEM eğitimi, merkezde bulunan disipline ait bilgi ve becerilerin öğretilirken, diğer STEM alanlarıyla ilişkilendirilerek öğretilmesi şeklinde tanımlar.

STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalar; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanındaki teorik bilgilerin uygulamaya dönüştürülmesini sağlaması açısından STEM eğitiminin oldukça önemli olduğu sonucunu ortaya koymaktadır (Çorlu, 2013; Erdoğan, 2014; MEB, 2016a). Öyle ki ABD, İngiltere, Güney Kore gibi dünyada gelişmiş birçok ülkede STEM eğitime oldukça önem verilmektedir (Yıldırım, 2018). Uluslararası yayınlanan STEM raporunda da gelecekte ihtiyaç duyulacak mesleklerin STEM alanlarındaki meslekler olacağı, uluslararası sınavlardaki başarısızlığın önlenmesi ve adil, her bireyi kapsayan bir toplum oluşturmak için STEM eğitiminin önemli olduğu vurgulanmaktadır (NSTC, 2013).

STEM eğitimi, yenilikçiliğe temel oluşturması yönüyle ekonomik büyümede de kritik önem arz etmektedir (TÜSİAD, 2017a). Bu nedenle ülkemizde de çağın ihtiyaçları doğrultusunda araştıran, sorgulayan, üreten bir nesil yetiştirmek ve Türkiye'nin 2023 hedeflerine ulaşması amacıyla ülke genelinde STEM eğitimi yaklaşımının benimsenmesi gündeme gelmiştir. Bu kapsamda MEB (2016a) tarafından STEM Eğitimi Raporu yayınlanmıştır. Raporda, ülkemizde STEM eğitime geçiş için yeni bir model önerisinde bulunulmuş, STEM eğitimi merkezlerinin kurulması, öğretmenlerin STEM eğitimi yaklaşımına yönelik olarak yetiştirilmesi, öğretim programlarının bu anlayışa göre güncellenmesi ve okullarda STEM eğitim ortamlarının oluşturulmasında gerekli ders materyallerinin sağlanması gibi konuların üzerinde önemle durulmuştur.

Buna yönelik olarak, MEB bünyesinde STEM uygulamalarının yaygınlaştırılması amacıyla öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitim kursları da düzenlenmeye başlanmıştır.

Dünyada STEM eğitimi alanındaki çalışmalara bakıldığında ise karşımıza iki farklı uygulama çıkmaktadır. Bunlar; teknoloji entegrasyonunun ön plana çıktığı robotik destekli STEM (*RoboSTEM*) uygulamaları ve günlük yaşamdaki basit malzemelerin kullanılmasına dayalı STEM (*Hands-on STEM*) uygulamalarıdır. Bu iki uygulama da fen eğitimi açısından farklı avantajlara sahiptir (Koç ve Büyük, 2019a).

Robotik destekli uygulamalar teknoloji ve mühendislik odaklı bir alt yapıya sahip olması özelliğiyle STEM eğitimini destekler niteliktedir. Bu bağlamda Sullivan'a (2017) göre robotik aynı zamanda mühendislik tasarımı ve programlamayı birlikte içeren disiplinlerarası bir STEM uygulamasıdır.

Günümüzde STEM eğitime artan ilgi ile birlikte robotiğin STEM alanlarının yaparak-yaşayarak öğrenilmesinde mükemmel bir öğrenme aracı olduğu (Mataric, Koenig ve Feil-Seifer, 2007) ve bu alanda yenilikçi bir çözüm olarak görüldüğü (Rockland vd., 2010; Zeidler, 2016) ifade edilmektedir. Gerçek bir STEM eğitimi bireylerin alet, araç-gereç ve mekanizmaların çalışma mantığını anlamalarını sağlayan ve bireylerin teknoloji kullanımını arttıran bir eğitimidir (Bybee, 2010a). Robotik uygulamaları da bu ortak özelliğiyle STEM eğitiminde önemli bir rol oynamaktadır.

Robotik uygulamalarının STEM eğitimini desteklemede önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmesine rağmen, bu uygulamalar Avrupa ülkelerinde eğitim müfredatına henüz dahil edilmemiştir (Alimisis, 2013; Benitti, 2012). Buna yönelik olarak Kim ve arkadaşları (2017), öğretmenlerin derslerinde robotik uygulamalarını nasıl kullanacaklarını öğrenmeleri için RoboSTEM adı altında bir eğitim portalı geliştirmişler ve bu portala katılan öğretmenlerden oldukça olumlu geri dönüşler almışlardır. Yapılan çalışmalar, robotik uygulamalarının öğrencilerin STEM alanındaki konuları öğrenmelerinde ve bu alandaki becerileri kazanmalarında olumlu etkileri olduğunu (Alimisis, 2013; Benitti, 2012; Eguchi, 2010); STEM alanlarına yönelik merak ve ilgiyi, mühendislik kariyer olanaklarını arttırdığını (Burket vd., 2008) ve 21. yüzyılın önemli becerilerinden olan problem çözme becerilerini geliştirdiğini (Nourbakhsh vd., 2004; Petre ve Price, 2004; Robinson, 2005; Rogers ve Portsmore, 2004) göstermektedir.

Ülkemizde de robotik ve STEM eğitimi için Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış doğrudan bir eylem planı bulunmamakla birlikte, bu eğitimlerin güçlendirilmesine yönelik faaliyetler bulunmaktadır. Bu kapsamda, 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri öğretim programına *Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları* bölümünün eklenmesiyle, STEM eğitime geçiş kapsamında ilk adım atılmıştır. Yine 2018 yılında 5. ve 6. sınıflarda robotik uygulamaları kapsamında kullanılabilen bir *Kodlama Kılavuz Kitabı* ve 2019 yılında okul öncesi ve ilköğretim düzeyinde kullanılabilen *Kazanım Merkezli Örnek STEM Uygulamaları Kitabı* yayımlanmıştır. Ancak bu uygulamalar müfredata tam olarak entegre edilmediği için ders dışı faaliyet olarak oldukça sınırlı kalmaktadır. Oysa eğitimde robotik uygulamalarının öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgi ve becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir potansiyele sahip olduğu düşünüldüğünde, bu konudaki çalışmaların yaygınlaştırılması artık bir gerekliliktir.

STEM eğitimi kapsamında yapılan robotik uygulamalarında robotik eğitim setleri kullanılmaktadır. Bu setlerde bulunan hazır bir mikroişlemci, motor ve sensörler ile birçok plastik parçanın birleştirilmesiyle robotun mekanik yapısı; robotun kendine özgü yazılımıyla da programlanması kolay bir şekilde yapılabilmektedir (Lin vd., 2009). Ancak bu hazır teknolojik materyallerin kullanımı STEM uygulamaları için her ne kadar etkili ve ilgi çekici olsa da, temin edilmesi pahalı ve zor olabilmektedir. Günümüzde yapılan STEM eğitimi uygulamalarında bu tür malzemelerin kullanımına oldukça yoğun bir yönelim olduğundan, yapılan araştırmalar öğretmenlerin STEM uygulamalarında malzeme sıkıntısı yaşadığını (Eroğlu ve Bektaş, 2016) ve STEM eğitiminin olumlu imajını etkili bir şekilde destekleyemediğini göstermektedir. Halbuki STEM eğitimi araç-gereç odaklı bir yaklaşım olmadığı için; pahalı, hazır materyaller olmadan, günlük yaşamda kullanılan basit ve ucuz çevresel malzemelerle de bir çok STEM (Hands-on STEM) uygulaması yapabilmek mümkündür (Koç ve Büyük, 2019b). STEM eğitiminde çok basit bir materyalin bile kullanılabilmesi, öğrencilerin sadece hazır elektronik malzeme setleriyle değil sıradan malzemelerle de ürün geliştirebileceği (Donnelly, Magnani ve Robinson, 2016; Stollmann, Moore ve Roehrig, 2012) düşünüldüğünde; STEM uygulamalarında basit, ucuz ve etkili tasarım etkinlikleri önermek bu eğitimin yaygınlaşması açısından daha da önem kazanmaktadır (Barry, Kanematsu ve Kobayashiy, 2009).

Basit malzemelerle yapılan STEM (*Hands-on STEM*) uygulamalarının robotik destekli uygulamalar gibi fen eğitimi açısından birçok avantajı bulunmaktadır. Günlük hayatın içinde var olan bu uygulamaların, fen bilimlerini öğrenciler için heyecan verici, anlamlı ve zevkli bir hale getirdiği söylenebilir (Koç ve Büyük, 2019b). Burada, robotik destekli uygulamalardan farklı olarak, kullandığı malzemeleri her an karşı karşıya olduğu nesnelere seçen öğrenci, fen ile çevreyi bütünleştirerek elde ettiği sonuçları daha çok benimseyip içselleştirebilmektedir. Aynı zamanda, basit malzemelerle yapılan STEM uygulamaları günlük hayattan temini kolay ve ucuz araç-gereçlerle yapıldığı için, sosyo-ekonomik düzeyine bakılmaksızın tüm öğrencilere eşit deneyim olanağı sunması yönüyle daha sürdürülebilir uygulamalardır.

Sonuç olarak, gerek robotik destekli gerekse basit malzemelerle yapılan STEM uygulamalarının fen eğitimindeki yeri düşünüldüğünde, bu uygulamaların okul öncesi dönemden itibaren fen eğitimi sürecine katkısının araştırılması ve süreçteki etkilerinin karşılaştırılmasının büyük önem taşıdığı ortadadır. Bu nedenle hem okul öncesi hem temel eğitimi kapsayan bu araştırmanın fen eğitimindeki STEM uygulamalarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, okul öncesi ve temel fen eğitiminde gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM uygulamaları ile robotik destekli yapılan STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarına etkisinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın temel problemleri ve alt problemleri ise şu şekildedir:

1. Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, bütüncül olarak problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 1.1. Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin

karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, problem çözme becerileri son test puanlarına anlamlı bir etkisi var mıdır?

- 1.2. Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi var mıdır?
2. Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, bütüncül olarak problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 2.1. Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, problem çözme becerileri son test puanlarına anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 2.2. Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi var mıdır?

1.3. Araştırmanın Temel ve Alt Hipotezleri

Araştırmada yer alan temel ve alt problemler doğrultusunda aşağıdaki sıfır (null) hipotezleri kurulmuştur:

H₀₁: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen

eğitiminin karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, bütüncül olarak problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

H02: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, problem çözme becerileri son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

H03: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

H04: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, bütüncül olarak problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

H05: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, problem çözme becerileri son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

H06: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme

becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

1.4. Araştırmanın Önemi

Bu araştırmada fen eğitiminde basit malzemelerle ve teknolojik malzemelerle yapılan STEM uygulamaları karşılaştırılmıştır. İlgili alan yazın incelendiğinde, fen eğitiminde basit malzemelerle STEM uygulamaları ile ilgili (Baran, Bilici, Mesutoğlu ve Ocak, 2016; Barry, Kanematsu ve Kobayashiy, 2009; Bayazıt, Akaygün, Demir ve Tutak, 2018; Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae, 2013; Doğan, Gencer ve Bilen, 2017; Donnelly, Magnani ve Robinson, 2016; Gencer, 2015; Gülhan ve Şahin, 2018; Mayasari, Kadarohman, Rusdiana ve Kaniawati, 2016; Yılmaz, Gülgün ve Çağlar, 2017) ve robotik destekli gerçekleştirilen STEM uygulamaları ile ilgili (Acar vd., 2018; Afari ve Khine, 2017; Benitti ve Spolaôr, 2017; Chalmers, 2017; Chen ve Chang, 2018; Fernandes ve Martins, 2018; Holmquist, 2014; Gerber vd., 2017; Goh ve Ali, 2014; Grubbs, 2013; Kaya, Newley, Deniz ve Yeşilyurt, 2017; Khanlari, 2013; Khine, 2017; Kim vd., 2017; McKay, Lowes, Tirthali ve Camins, 2015; Nall, 2016; Spikol, Friesel ve Ehrenberg, 2016; Susilo vd., 2016) çeşitli çalışmalara rastlanmasına rağmen, bu iki uygulamanın STEM eğitimi anlayışı çerçevesinde karşılaştırıldığı deneysel bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan çalışma özgün niteliktedir. Ayrıca robotiği STEM eğitimi anlayışı kapsamında ele alan araştırmalara bakıldığında, araştırmaların çoğunluğunun uluslararası yazına ait olduğu; robotik, STEM ve problem çözme becerilerini birlikte konu alan çalışmaların (Barak ve Assal, 2016; Ebel, 2012) ise sınırlı sayıda olduğu belirlenmiştir. Bu bakımdan da çalışmanın özgün olduğu söylenebilir.

Öte yandan bu araştırmada basit malzemelerle ve teknolojik malzemelerle yapılan STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarına etkisi ele alınmıştır. İlgili alan yazın incelendiğinde, STEM uygulamaları ile problem çözme becerilerini (Acar, 2018; İnce, Mısır, Küpeli ve Fırat, 2018; Sarıcan ve Akgündüz, 2018; Pekbay, 2017; Soros, Ponkham ve Ekkapim, 2018); STEM uygulamaları ile akademik benlik algısını (Beier ve Rittmayer, 2009; Flowers, Raynor ve White, 2013; Ertl, Luttenberger ve Paechter, 2017; Rinn, Miner ve Taylor, 2013; Van Soom ve Donche, 2014) birlikte konu alan; robotik uygulamaları ile problem çözme becerilerini (Adams vd., 2018; Agatolio, Moro, Menegatti ve Pivetti, 2018; Altın ve

Pedaste, 2013; Avcı ve Şahin, 2019; Barak ve Zadok, 2009; Blanchard, Freiman ve Lirrete-Pitre, 2010; Flowers ve Gossett, 2002; Huang, Varnado ve Gillan, 2013; Kırkan, 2018; Komis, Romero ve Misirli, 2017; Korkmaz, 2016; Özer-Şanal ve Erdem, 2017; Silik, 2016; Sullivan, 2017; Taylor, 2016; Turner ve Hill, 2007; Turner ve Hill, 2008) ve robotik uygulamaları ile akademik benlik algısını (Agatolio vd., 2018; Çayır, 2010) birlikte konu alan çeşitli çalışmalar olduğu görülmektedir. Ancak bu araştırma hem basit malzemelerle hem teknolojik malzemelerle yapılan STEM uygulamalarını hem de problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları değişkenlerini birlikte ele alarak karşılaştırması yönüyle bu araştırmalardan farklılık göstermektedir.

Bununla birlikte araştırma kapsamında hem okul öncesi hem de ortaokul 5. sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Okul öncesi eğitim örgün eğitimin başlangıcı iken, 5. sınıf ise 2. kademeye geçişin ilk sınıfıdır. Bu dönemlerde öğrencilerin yaşayacağı fene yönelik olumlu deneyimler sonraki eğitim yaşamında öğrenmeye ve kendi becerilerine dair geliştireceği tutumları ve okul başarısını etkileyecektir (MEB, 2013b). Hal böyleyken, araştırmalar okul öncesi öğretmenlerinin çağdaş fen eğitimi ile tutarlı fen etkinlikleri planlama ve yürütmede sıkıntılar yaşadıklarını, çocukların fen öğrenmeye yönelik kapasitelerini geliştirme noktasında kısıtlı fırsatlar sunduklarını göstermektedir (Saçkes, Trundle, Bell ve OConnell, 2011). Bu durum, bu dönemlerde gerçekleştirilecek STEM eğitiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle araştırmada hem okul öncesi hem de ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin örneklem olarak seçilmesi araştırmanın diğer önemli bir özelliği olmuştur.

Okul öncesi eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında, gerek robotik uygulamaları (Ramírez-Benavides, López ve Guerrero, 2016; Bers vd., 2002; Elkin, Sullivan ve Bers, 2014; Johnson, 2003; Keren, Ben-David ve Fridin, 2012; Komis ve Misirli, 2016; Misirli ve Komis, 2014; Stiehl, Chang, Wistort ve Breazeal, 2009) gerekse teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM uygulamaları (Bers, Seddighin ve Sullivan, 2013; Çetin ve Demircan, 2018; Jung ve Won, 2018; Strawhacker ve Bers, 2015; Sullivan, 2016; Sullivan ve Bers, 2015; Sullivan ve Bers, 2017; Sullivan, Strawhacker ve Bers, 2017) ile ilgili çeşitli çalışmalar olduğu görülmektedir. Ancak bu araştırma temel eğitim düzeyinde olduğu gibi okul öncesi düzeyinde de hem basit malzemelerle hem de teknolojik malzemelerle yapılan STEM

uygulamalarını birlikte ele alması bakımından yapılan bu çalışmalara göre çok yönlü bir çalışma özelliği taşımaktadır.

Bilhassa ülkemizde ilgili alan yazın incelendiğinde; okul öncesi öğrenci ve öğretmenleri ile gerçekleştirilen uygulamaya yönelik STEM eğitimi araştırmalarının oldukça az olduğu, araştırmaların daha çok okul öncesi dönemde STEM yaklaşımı ile ilgili tarama türünde (Ata-Aktürk ve Demircan, 2017; Ata-Aktürk, Demircan, Şenyurt ve Çetin, 2017; Balat ve Günşen, 2017; Soylu, 2016) yoğunlaştığı belirlenmiştir. Okul öncesi öğrenci ve öğretmenleri ile gerçekleştirilen az sayıda uygulamaya yönelik STEM eğitimi çalışmalarında ise (Akgündüz ve Akpınar, 2018; Uğraş ve Genç, 2018) okul öncesi öğrenci, öğretmen, öğretmen adayı ve veli görüşleri araştırma konusu olmuştur. Dolayısıyla yapılan bu araştırma ülkemizde okul öncesi STEM eğitimi açısından alan yazındaki bu boşluğu dolduracak niteliktedir.

Basit malzemelerle ve teknolojik malzemelerle yapılan STEM uygulamalarının hem okul öncesi hem de temel eğitim düzeyinde öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarına etkisinin karşılaştırıldığı geniş kapsamlı bu araştırma, alan yazına önemli veriler sunmaktadır. Araştırmadan elde edilen sonuçların; fen eğitiminde yapılan STEM uygulamalarında teknoloji kullanımının gerçekten bir gereksinim olup olmadığı, aynı uygulamaların basit ve ucuz çevresel malzemelerle de yapılarak öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algısı kapsamında aynı kazanımları elde edip edemeyeceği konusuna ışık tutacağı ve bu alandaki araştırmacı ve uygulayıcılara yön vereceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak ifade edilen bütün noktalar dikkate alındığında, geliştirilen bu araştırma, gerek fen eğitiminde STEM uygulamalarına teknolojinin katkısının belirlenmesi gerekse okul öncesi ve temel eğitim düzeyinde öğrencilerin farklı STEM uygulamaları ile tanışarak bilgi çağı becerileri olarak nitelendirilen 21. yüzyıl becerilerini kazanmaları açısından ayrı bir değere sahiptir.

1.5. Sınırlılıklar ve Varsayımlar

Bu araştırmanın sınırlılıkları ve varsayımları şu şekilde sıralanabilir:

1. Araştırma, 2017-2018 eğitim öğretim yılı Kayseri İli Melikgazi İlçesi Osman Kavuncu Sementi'nde bulunan bir okulda öğrenim gören 50 okul öncesi ve 60 beşinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir.
2. Yapılan STEM eğitimi uygulamaları "Basit Makineler" konusunu kapsamaktadır.
3. Basit malzemelerle yapılan STEM eğitimi uygulamaları; mukavva, pipet, lastik, pet şişe kapakları, dikiş makarası, ip, plastik bardak, misketler, ahşap çubuklar, kürdan, tahta parçaları gibi çevresel malzemelerle sınırlıdır.
4. Robotik destekli yapılan STEM eğitimi uygulamaları; beş adet Lego Mindstorms EV3 ve üç adet Lego Wedo robotik eğitim seti, ayrıca okul öncesi ve temel eğitim düzeyi için ayrı ayrı olmak üzere beşer adet Lego Basit Makineler temalı eğitim seti ile sınırlıdır.
5. Araştırmada deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin veri toplama aracındaki soruları objektif ve içtenlikle cevapladıkları varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Okul Öncesi Eğitim: 0-72 aylar arasını kapsayan ve çocukların bedensel, psikomotor, sosyal-duygusal, zihinsel ve dil gelişimlerinin büyük ölçüde tamamlandığı, kişiliğin şekillendiği, ailelerde ve kurumlarda verilen eğitim sürecidir (Aral, Kandır ve Can-Yaşar, 2011).

Temel Eğitim: 6-14 yaş arasını kapsayan ve çocuklara en temel bilgi ve becerileri kazandıran, devlet okullarında parasız olan zorunlu eğitim düzeyidir.

Fen Eğitimi: Bireylere günlük hayatlarında karşılaştıkları sorunların çözümünde bilimsel yöntem ve teknikleri kullanma yollarının öğretildiği, gerek doğal gerekse toplumsal çevreye daha kolay uyum sağlayabilme becerilerinin kazandırıldığı eğitimidir (Taş, 2010).

STEM: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbiriyle entegre bir şekilde öğretilmesini içeren ve okul öncesinden yüksek öğretime kadar tüm süreci kapsayan disiplinlerarası bir eğitim yaklaşımıdır (Akgündüz vd., 2015).

Robotik: Robotların çalışma ve kullanımını ifade eden, robot tasarlanması ile uğraşan bir teknoloji dalıdır (Koç ve Büyük, 2013).

Basit Malzemelerle STEM (Hands-on STEM): Günlük yaşamdan basit ve ucuz çevresel malzemelerin kullanıldığı STEM uygulamasıdır (Koç ve Büyük, 2019b).

Robotik Destekli STEM (RoboSTEM): Mühendislik tasarımı ve programlamayı birlikte içeren disiplinlerarası bir STEM uygulamasıdır (Sullivan, 2017).

Problem Çözme Becerisi: Çözümü açık olmayan bir problem durumunda, bireyin bu durumu anlama ve bilişsel süreçler yardımı ile çözme kapasitesidir (Yılmaz vd., 2011).

Akademik Benlik Algısı: Öğrencilerin derslere veya akademik disiplinlere ilişkin kendilerini görüş ve algılayış biçimleridir.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde okul öncesi ve temel fen eğitimi, STEM temelli fen eğitimi, fen eğitiminde teknoloji kullanımı, robotik destekli öğrenme ve robotik eğitim setleri, robotik destekli STEM (*RoboSTEM*) ve basit malzemelerle STEM (*Hands-on STEM*) uygulamaları, problem çözme becerileri, akademik benlik algısı ve konu ile ilgili yapılmış çalışmalar ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

2.1. Fen Eğitimi

Fen, hayatımızın büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Fen bilimlerinin ne olduğunu anlamak, fen eğitimi tanımlamak ve doğru anlamak adına önem taşımaktadır. Fen bilimleri insanın kendisini ve doğal çevresini keşfetmeye yönelik merakı ile ortaya çıkmış ve gelişimini sürdürmüştür. Fen bilimlerinin en önemli işlevi, bireylerin bilim okuryazarı olarak yetişmelerini sağlamasıdır. Bilim okuryazarı olarak yetişen bireyler, bilimsel yöntem ve teknikleri kullanarak günlük yaşamda karşılaştıkları sorunlara yönelik somut ve akılcı çözüm yolları önerirler; bilgiye daha hızlı ulaşabilir, yeni bilgiler üretebilir, çağdaş teknolojileri etkili ve verimli kullanabilir, yeni sistem ve teknolojiler geliştirebilirler (Kaptan, 1998).

Fen eğitimi ise, bireylere günlük hayatlarında karşılaştıkları sorunların çözümünde bilimsel yöntem ve teknikleri kullanma yollarının öğretildiği, gerek doğal gerekse toplumsal çevreye daha kolay uyum sağlayabilme becerilerinin kazandırıldığı eğitimidir (Taş, 2010). Fen eğitimi Ulcay'ın (1989) belirttiği gibi; çocuğun nesnelere, olaylar ve bunların ilişkilerini gözlemleyip, araştırması ve sonuçlara varması olarak da tanımlamak mümkündür. Gürdal (1988) ise fen eğitimi, çocuğun çevresindeki çekici ve şaşırtıcı zenginliğin; yediği besinin, içtiği suyun, soluduğu havanın, vücudunun, beslediği hayvanın, bindiği arabanın, kullandığı elektriğin, ışığın, güneşin eğitimi olarak ifade etmektedir. Bu anlamda aslında fen eğitimi; çocuğun ilgi ve ihtiyaçları, gelişim düzeyi,

istekleri, çevre imkanları göz önüne alınarak, uygun yöntem ve tekniklerle yapılması gereken, kolay ve somut bir eğitimidir (Gürdal (1988).

Fen bilimleri yaşamımızın ayrılmaz bir parçasıdır ve ülkelerin gelişmesinde, ekonomik kalkınmasında önemli bir yere sahiptir. Bundan dolayı ülkeler bilimsel ve teknolojik olarak geri kalmamak ve ilerlemenin sürekliliğini sağlamak için bilgi ve teknoloji üretebilen bireyler yetiştirmek amacıyla fen eğitimine özel önem göstermektedir (Ünal, 2003).

Fen eğitimi konusu, okul öncesi ve temel fen eğitimi olmak üzere aşağıda iki ayrı bölüm olarak açıklanmaktadır.

2.1.1. Okul Öncesi Fen Eğitimi

Okul öncesi eğitim, 0-72 aylar arasını kapsayan ve çocukların bedensel, psikomotor, sosyal-duygusal, zihinsel ve dil gelişimlerinin büyük ölçüde tamamlandığı, kişiliğin şekillendiği, ailelerde ve kurumlarda verilen eğitim sürecidir (Aral, Kandır ve Can Yaşar, 2011). Doğuştan bilim insanına benzetilen okul öncesi dönem çocukları; meraklı, çevrelerini gözlemleyerek bilgi sahibi olmaya çalışan, çeşitli aletlerin nasıl çalıştığını araştıran ve nesnelere oynayarak ne olacağını görmeye çalışan bireyler olarak tanımlanmaktadır (Ünal ve Akman, 2006).

Okul öncesi eğitim; duygu ve düşüncelerini özgürce ifade edebilen, araştırmacı, meraklı, girişimci, karşılaştığı problemlere alternatif çözümler üretebilen, kendi kararlarını kendi verebilen, başkalarının haklarına saygılı, sahip olduğu potansiyeli ve yeteneklerini en iyi şekilde kullanabilen, özdenetime sahip bireyler yetiştirebilmeyi amaçlamaktadır. 0-6 yaşlar çocuğun gelişim hızı ve öğrenme kapasitesinin en yüksek olduğu kritik yıllardır (Oktay, 2010). Öyle ki, bu tesadüflere bırakılmayacak kadar ciddi, bilimsel ve sistematik bir organizasyon ile yönlendirilmesi gereken kritik dönem, tüm eğitim sisteminin en can alıcı dönemi olarak görülmektedir (Arı, 2005). Bu nedenle bu dönemde verilecek fen eğitimi ve çocukların yaşayacağı fene yönelik olumlu deneyimler, onların sonraki yaşamında yeni öğrenmelerinin temelini oluşturacağı için ayrı önem taşımaktadır. Nitekim alan yazın incelendiğinde, etkin bir fen eğitimine erken çocukluk döneminde başlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Aktaş-Arnas, 2002; Alisinanoğlu, İnan, Özbey ve Uşak, 2012; Brunton ve Thornton, 2010; Ünal ve Akman,

2006). Çünkü; ancak bu erken dönemde başlanan bir fen eğitimi ile çocukların dünyayı sorgulaması, sorunları çözmesi, düşünme becerilerinin gelişmesi ve problem çözme becerilerinin desteklenmesi sağlanabilir (Samarapungavan, Patrick ve Mantzicopoulos, 2011).

Fen eğitimi, çocuğun doğumu ile başlayan ve yaşamı boyunca devam eden bir süreçtir. Bu nedenle fen eğitimi ilk önce ailede başlar. Çocuğun ilk fen deneyimlerini yaşamasına destek olan kişiler yine çocuğun anne ve babasıdır. Örnek olarak, çocuğun sağlığı için tehlike oluşturacak sıcak cisimlere ve elektrikli aletlere dokunmamasının öğretilmesi veya çeşitli seslere dikkatini çekerek sesin kaynağının nereden geldiğine dair oyunlar oynatılması, çocuğa verilen ilk fen eğitiminin temelini oluşturur (Aktaş-Arnas, Günay-Bilaloğlu ve Aslan, 2007).

Okul öncesi fen eğitimi, çocukların doğal araştırma ve meraklarını kullanarak çevrelerini tanımalarına yardımcı olmakla birlikte, çocukların psikomotor, duygusal, sosyal ve bilişsel gelişimlerine önemli katkılar sağlayan bir eğitimidir. Başka bir ifadeyle okul öncesi dönemdeki fen eğitimi, çocukların dünya ile ilişkili temel kavrayışlarını genişletmesi ve temel bilimsel süreçleri takip ederek uygulayabilmesi için verilen bir eğitimidir (Brewer ve Bocan, 2001; Akt: Alisinanoğlu, Özbey ve Kahveci, 2011).

Okul öncesi dönemde fen eğitiminin amacı; fen bilimlerine ilişkin bilgilerin çocuğa aktarılmasından ziyade, çocuğun bunları farkındalık kazanarak kendi yaşantısı yoluyla öğrenmesidir (Uluçınar-Sağır ve Karamustafaoğlu, 2014). Nitekim ezbere dayalı bir fen eğitiminin çocuğun bilişsel gelişimine katkı sağlamadığı bilinmektedir (Kıldan ve Pektaş, 2009). Bu sebeple okul öncesi fen eğitimi ile asıl amaçlanan, çocukların dünyaya daha sorgulayıcı ve daha heyecan dolu bakabilmelerini sağlamaktır. Bu bağlamda, süreçte uygulanacak eğitim programının da çocukların gelişim aşamalarına uygun kazanımlar içermesi gerekmektedir (Aktaş-Arnas, 2002; Taner-Derman ve Başal, 2010).

Worth ve Grollman (2003), okul öncesi dönem fen eğitimi programlarının çocuğun gelişimi için oldukça önemli olduğunu vurgulamakta, ancak tek başına uygulanabilir ve yeterli içerikte bir okul öncesi fen eğitimi programının henüz oluşturulmadığını belirtmektedir. İçeriği zengin ve uygulanabilir bir fen eğitiminde olması gereken hususları ise şu şekilde sıralamaktadır:

1. Okul öncesi fen eğitimi, erken çocukluk eğitimi kuramları temelinde çocukların geçmiş deneyimleri dikkate alınarak inşa edilmelidir.
2. Okul öncesi fen eğitimi, çocukların ilgisini çeken, merakını arttıran, soru sorma cesareti kazanmalarını sağlayan ve kendi düşüncelerini geliştirmelerine fırsat veren bir yapıda olmalıdır. Bu aşamada öğretmenin çocukların düşünme becerilerini geliştirecek sorular sorması çok önemlidir. Örneğin bu dönemde, “Gökyüzü niçin mavidir?” sorusu çocukların sorgulamalarını sağlayacak en iyi sorulardan biridir.
3. Okul öncesi fen eğitiminde, konunun derinlemesine araştırılması için çocuklara yeterli zamanın verilmesi gerekmektedir.
4. Okul öncesi fen eğitimi, çocukların diğer arkadaşları ile düşüncelerini tartışmasına, deneyimlerini paylaşmasına imkan sağlamalıdır.
5. Okul öncesi fen eğitimi çocukların günlük yaşamıyla, oynadıkları oyunlarla ve diğer çalışmalarlarıyla ilişkili olmalıdır.
6. Okul öncesi fen eğitimi, bütün çocukların ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde düzenlenmelidir (Akt: Alabay, 2013).

2.1.2. Temel Fen Eğitimi

Temel eğitim, 6-14 yaş arasını kapsayan ve çocuklara en temel bilgi ve becerileri kazandıran, devlet okullarında parasız olan zorunlu eğitim düzeyidir. Bu dönemdeki eğitim, bireyi hayata ve bir üst öğrenime de hazırlamaktadır.

Nitelikli insan gücüne ihtiyacın her an arttığı ülkemizde, temel eğitim döneminde fen eğitiminin önemli bir yeri bulunmaktadır (Korkmaz, 2002). Öğrencilerin dünyayı tanıması, yorumlaması ve çevresindeki işleyişi keşfedebilmesi için temel fen eğitimi anahtar bir rol oynamaktadır. Öğrenciler bu dönemde Fen Bilimleri dersi ile ilk kez tanışır ve yaparak-yaşayarak çevreyi daha iyi keşfetmek için aktif olarak katılabilecekleri etkinliklere ihtiyaç duyarlar (Çavaş, 2005).

Bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesini amaçlayan temel fen eğitiminin amaçları, 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda şu şekilde ifade edilmiştir:

1. Biyoloji, fizik, kimya, astronomi, yer bilimleri, fen ve mühendislik uygulamaları ile ilgili temel bilgiler kazandırmak,
2. İnsan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması ve doğanın keşfedilmesi sürecinde

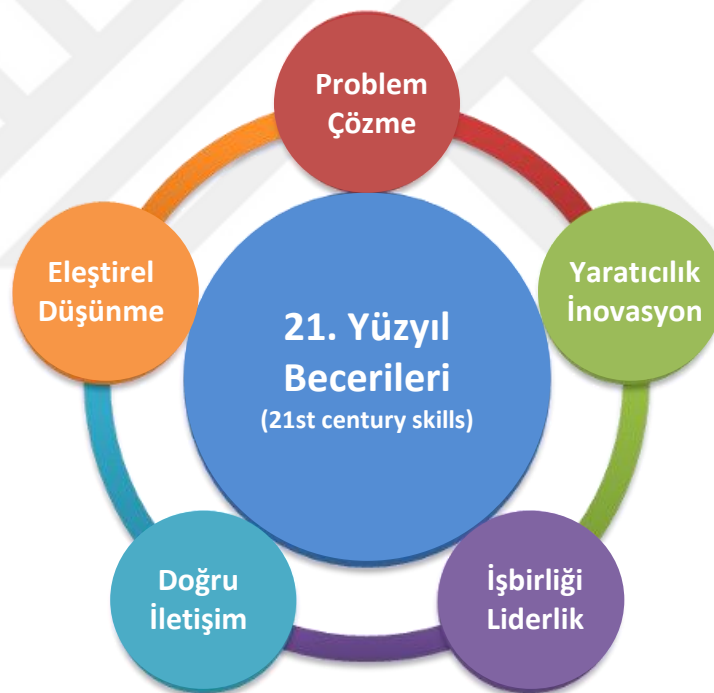
- bilimsel araştırma yöntemini kullanarak karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek,
3. Birey, toplum ve çevre arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplumsal, ekonomik ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek,
 4. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınarak, bu sorunları çözmeye fen bilimlerine ilişkin bilgi ve becerilerin kullanılmasını sağlamak,
 5. Fen bilimleri ile ilgili girişimcilik becerilerini ve kariyer bilincini geliştirmek,
 6. Bilim insanları tarafından oluşturulan bilimsel bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak,
 7. Doğada meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek,
 8. Bilimsel çalışmalarda güvenli çalışma bilinci kazandırmak,
 9. Sosyobilimsel konuları kullanarak karar verme becerilerini, bilimsel düşünme ve sorgulama yeteneğini geliştirmek,
 10. Millî ve kültürel değerler, evrensel ahlak değerleri ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak (MEB, 2018b).

2.2. STEM Eğitimi

STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbiriyle bağlantılı bir şekilde öğretilmesini içeren ve okul öncesinden yüksek öğretime kadar tüm süreci kapsayan disiplinlerarası bir eğitim yaklaşımıdır (Akgündüz vd., 2015). Çorlu, Capraro ve Capraro (2014) STEM eğitimi, merkezde bulunan disipline ait bilgi ve becerilerin öğretilirken, diğer STEM alanlarıyla ilişkilendirilerek öğretilmesi şeklinde tanımlar.

Yamak, Bulut ve Dündar'a (2014) göre; Fen Bilimleri (*Science*), Teknoloji (*Technology*), Mühendislik (*Engineering*) ve Matematik (*Mathematics*) bilimlerinin ilk harflerinin birleştirilmesinden oluşan ve Türkçe karşılığı FeTeMM olan bu eğitimde, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri gerçek yaşam problemleri ile içerik arasında ilişki kurularak kaynaştırılmaya çalışılır. STEM eğitimi, fen ve matematik derslerinin birleştirilerek çok disiplinli eğitime doğru geçiş olarak da tanımlanabilmektedir (Riechert ve Post, 2010). Yıldırım ve Altun'a (2015) göre burada özellikle "science" sadece fen olarak algılanmamalı, bu kavramın psikoloji, sosyoloji ve diğer birçok bilim dalını içeren geniş bir anlam taşıdığı göz ardı edilmemelidir.

STEM eğitimi 2000’li yıllardan itibaren ortaya çıkan ve son yıllarda oldukça önem kazanan bir yaklaşımdır (Turner, 2013). STEM eğitimin bu kadar ilgi çekmesinin temelinde, Endüstri 4.0 denilen akıllı üretim teknolojilerinin (yapay zeka, 3D yazıcılar, robotik vb.), siber-fiziksel sistemlere dayalı üretimin, sanal tesis ve simülasyon modellerinin devreye girdiği son sanayi devrimine geçişle birlikte, STEM disiplinleriyle ilgili iş alanlarında ihtiyacın artması yatmaktadır. İş alanlarında ihtiyacın artmasıyla ise, “21. yüzyıl becerileri” olarak ifade edilen becerilere sahip bireylere olan ihtiyaç da artmıştır. Keleşoğlu ve Kalaycı’ya (2017) göre, eleştirel düşünme, inisiyatif kullanabilme, kompleks problem çözme, liderlik yeteneği, esneklik, adaptasyon, girişimcilik, doğru iletişim kurabilme, merak ve hayal gücü, yaratıcılık ve inovasyon bu becerilerden bazılarıdır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Yirmibirinci yüzyıl becerileri

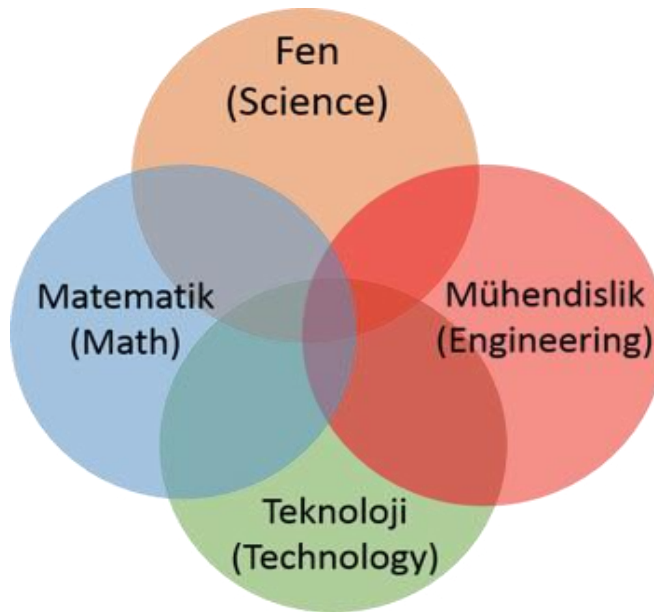
Bazı kaynaklarda “hayatta kalma becerileri (*survival skills*)” olarak ifade edilen bu becerilerin, önümüzdeki yıllarda bireysel sanayi dönemine geçilmesiyle öneminin daha da artacağı ifade edilmektedir (Akgündüz vd., 2015). STEM eğitimi ise bireylere bu becerilerin kazandırılması noktasında oldukça önemli görülmektedir.

STEM eğitimi, problemlere çok yönlü bakış açısıyla bakma, aktif öğrenme, eleştirel ve sistemli düşünme, bilgi transferi yapabilme, işbirliği yapabilme, doğru karar verebilme,

gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesini amaçlamakla beraber; öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında uzmanlaşmalarına da imkan sağlamaktadır. (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Yıldırım ve Altun, 2015). Bu nedenle STEM eğitimi almış öğrenciler; yenilikçi, yüksek özgüvene sahip, problem çözebilen, fen ve teknoloji okuryazarı bireyler olmalarının yanı sıra bütüncül bir şekilde STEM alanlarıyla ilgili kariyer yapabilecek kapasiteye sahip olacaklardır (Bahar vd., 2018; Bybee, 2010b; NRC, 2012).

Öte yandan STEM alanlarına yönelik mesleklerin gelecekte ülkelerin gelişmişlik seviyelerini üst düzeye çıkarmada en gözde meslekler olacağı öngörülmektedir (Langdon vd., 2011). Bu yüzden bir ülkenin hem ekonomik hem bilimsel anlamda gelişimi ve devamlılığı için, STEM eğitiminin desteklenerek STEM alanlarına yönelik mesleki farkındalığın oluşturulması oldukça önemlidir.

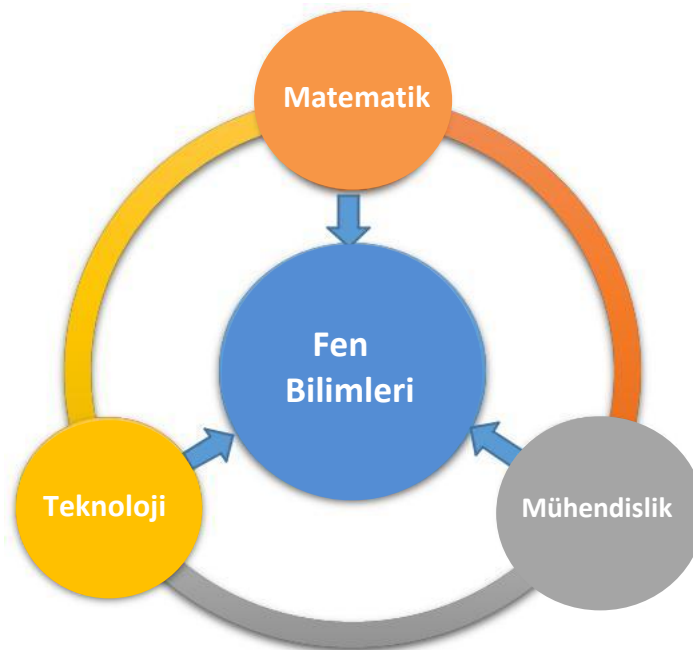
STEM eğitimi ile ilgili uygulama yaklaşımlarına bakıldığında, disiplinlerin ayrı ayrı ele alındığı veya en az iki disiplinin birbiriyle ilişkilendirildiği (bütünleşik uygulamalar) görülmektedir (Morrison, 2006) (Şekil 2.2). Buna yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, STEM eğitiminde disiplinlerin bütünleşik olarak öğretilmesinin daha etkili bir yol olduğu vurgulanmaktadır (Erduran, 2013; Gencer, 2015).



Şekil 2.2. Bütünleşik STEM eğitimi (Akgündüz vd., 2015).

Bütünleşik STEM uygulamaları; uygulamalara tüm disiplinlerin birlikte dahil edildiği *tam bütünleşik STEM* ve disiplinlerin kademeli olarak sürece dahil edildiği *kademeli bütünleşik STEM* yaklaşımı olarak iki farklı şekilde ele alınmaktadır (Yıldırım ve Altun, 2015). Bu çalışmada genel olarak bütünleşik STEM yaklaşımı esas alınmış olup, STEM disiplinlerinin tamamı her ders sürece dahil edilmemiş ve kademeli bütünleşik STEM yaklaşımı temelinde ders planları oluşturulmuştur.

STEM eğitim yaklaşımı ile ilgili en önemli noktalardan biri de, öğretmenlerin ders entegrasyonlarını nasıl gerçekleştireceği konusudur. Moore ve arkadaşlarına (2014) göre STEM eğitimi, isminde geçen dört disipline ait içerikleri birbirine uyumlu hale getirip, disiplinleri kaynaştırarak öğrencilerin günlük hayat problemlerine çözüm önerileri üretmelerine olanak sağlar. Bu kaynaştırma işlemi *içerik entegrasyonu* (dört disiplinin birden içeriklerinin ilişkilendirilmesi) veya *bağlam entegrasyonu* (bir disiplinin merkezde yer alması ve diğer disiplinlerden de faydalanılması) şeklinde ortaya konulabilir (Moore vd., 2014). Bu çalışmada da STEM yaklaşımı derslere entegre edilirken Fen Bilimleri disiplini merkeze alınmıştır. Bunun yanına diğer disiplinler (Teknoloji, Matematik ve Mühendislik) dahil edilerek bağlam entegrasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. STEM yaklaşımında bağlam entegrasyonu (fen disiplini merkezde)

STEM disiplinlerinin bağlam entegrasyonu mühendislik tasarım süreci çerçevesinde de gerçekleştirilebilmektedir (Daugherty, 2012; Strong, 2013). Zira teknolojilerin üretim süreci olarak tanımlanabilecek mühendislik tasarım süreci; temel mühendislik bilgi ve becerileri ile fen ve matematik prensiplerinin birlikte kullanımını gerekli kıldığı için STEM disiplinlerinin entegrasyonunu doğal olarak sağlamaktadır (Householder ve Hailey, 2012; NRC, 2011). Mühendislik tasarım süreci, STEM eğitim yaklaşımı için gerçek yaşam ilişkisi kurarak anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesine imkan tanıyan ve fen eğitimi bağlamında diğer STEM disiplinlerinin entegrasyonunu sağlayan pedagojik bir araç olarak nitelendirilmektedir (Felix, Bandstra ve Strosnider, 2010; Akt: Ercan, 2014). Bu çalışmada da fen eğitiminde mühendislik tasarım yöntemi kullanılarak STEM uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Türkiye’de STEM Eğitimi

STEM eğitimi, yenilikçiliğe temel oluşturması yönüyle ekonomik büyümede kritik önem arz etmektedir (TÜSİAD, 2017a). Bu nedenle ülkemizde de çağın ihtiyaçları doğrultusunda araştıran, sorgulayan, üreten bir nesil yetiştirmek ve Türkiye’nin 2023 hedeflerine ulaşması amacıyla ülke genelinde STEM eğitimi yaklaşımının benimsenmesi gündeme gelmiştir (Bayazıt, Akaygün, Demir ve Tutak, 2018). Bu doğrultuda, 2014 yılında STEM alanlarında işgücüne duyulan ihtiyacı ve STEM eğitiminin önemini vurgulamak amacıyla “STEM Zirvesi” gerçekleştirilmiştir. Zirveye iş dünyasından temsilciler, öğrenciler, eğitimciler ve politikacılar katılmışlardır (TÜSİAD, 2014). Ardından 2016 yılında “TÜSİAD STEM Kiti ve Öğretmen Eğitimi Projesi” adı altında bir proje başlatılmıştır. Projede; liderlik potansiyeli taşıyan genç fen ve matematik öğretmenlerinin yenilikçi öğrenme ortamları tasarlayarak çeşitli STEM uygulamaları yapmalarını ve deneyimlerini diğer meslektaşları ile paylaşımlarını sağlayacak sürdürülebilir bir öğretmen eğitimi programı geliştirmek amaçlanmıştır (TÜSİAD, 2017b).

STEM eğitimi konusunda Milli Eğitim Bakanlığı tarafından da birtakım çalışmalar gerçekleştirilmektedir. 2014 yılında MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK), Avrupa Okul Ağı (*European Schoolnet*) tarafından yürütülen ve amacı Avrupa’da STEM eğitimini yaygınlaştırmak olan *Scientix Projesi*’ne dahil olmuştur. Proje kapsamında YEĞİTEK tarafından çeşitli illerde *Scientix STEM Eğitimi*

Çalıştayları düzenlenerek STEM branşlarındaki öğretmenler için STEM projeleri geliştirme ve paylaşma ortamı oluşturulmuştur. Proje ile STEM eğitimi alan öğretmenler için bir topluluk oluşturulmuş ve bu öğretmenler tarafından araştırma, sorgulama, üretim ve buluş yapabilme becerilerine sahip, yetenekli, meraklı ve ilgili öğrencilerin belirlenerek üniversitelerin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönlendirilmesi hedeflenmiştir (MEB, 2014).

2016 yılında ise Milli Eğitim Bakanlığı tarafından STEM eğitimi ile ilgili bir rapor yayımlanmıştır (MEB, 2016a). Raporunda, ülkemizde STEM eğitime geçilmesi amacıyla yeni bir model önerisinde bulunulmuş, STEM eğitimi merkezlerinin kurulması, öğretmenlerin STEM eğitimi yaklaşımına yönelik olarak yetiştirilmesi, öğretim programlarının bu anlayışa göre güncellenmesi ve okullarda STEM eğitim ortamlarının oluşturulması için gerekli ders materyallerinin sağlanması gibi konuların üzerinde önemle durulmuştur. Buna yönelik olarak, MEB bünyesinde STEM uygulamalarının yaygınlaştırılması kapsamında öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitim kursları düzenlenmeye başlanmıştır.

Hazırlanan STEM eğitim raporunda, öğretim programlarının yeniden düzenlenmesinin gerekçelerinin başında STEM eğitiminin gerekliliği: “Ülkemizde STEM eğitime geçiş için öncelikle Fen ve Matematik Eğitimi Öğretim Programları’nda yer alan ders içerikleri STEM etkinliklerine zaman kalacak şekilde azaltılmalı ve sınav sistemi buna uygun olarak yeniden şekillendirilmeli; okullardaki fen laboratuvarları STEM eğitime göre düzenlenerek öğrencilerin araştırma ve sorgulama, ürün geliştirme ve buluş yapma gibi üst düzey becerileri ön plana çıkarılmalıdır.” sözleriyle vurgulanmıştır (MEB, 2016a).

Yine Milli Eğitim Bakanlığı’nın 2017 yılında öğretmenlerin okullarında STEM eğitimi uygulamalarına destek olması ve kaynak oluşturması amacıyla bir *STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı* ve 2019 yılında okul öncesi ve ilköğretim düzeyinde kullanılabilecek *Kazanım Merkezli Örnek STEM Uygulamaları Kitabı* yayımladığı görülmektedir. Ancak bu uygulamalar müfredata tam olarak entegre edilmediği için ders dışı faaliyet olarak oldukça sınırlı kalmaktadır.

2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile STEM eğitime giden yolda ilk adımların atıldığı söylenebilir. Yeni programda STEM eğitimi ile ilgili

olarak fen ve mühendislik uygulamalarına, ortaokulun son iki yılında ise STEM+E (girişimcilik) ye geçişin sağlanmasına vurgu yapıldığı görülmektedir (Çepni, 2017). Programa dahil edilen fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları kapsamında, öğrencilerden ünitelerde yer alan kavramlara ilişkin bir problemi tanımlama ve çözmeye yönelik ürün geliştirmeleri ve daha sonra geliştirdikleri ürünleri bilim şenliği atmosferinde okul ortamında sergilemeleri beklenmektedir (MEB, 2018b). Bunun dışında ülkemizdeki birçok üniversite bünyesinde STEM eğitime yönelik proje çalışmaları yürütülmekte ve öğretmen eğitimleri yapılmaktadır. İstanbul Aydın Üniversitesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Muş Alparslan Üniversitesi'nin bu konuda girişimleri bulunmaktadır.

2.2.2. Dünyada STEM Eğitimi

STEM eğitimi yaklaşımı ilk olarak 1990'lı yıllarda konuşulmaya başlanmıştır (Bybee, 2013) ve o yıllardan bu yana bu yaklaşımın ülkelerin ekonomik kalkınması adına önemli olduğu düşünülmektedir (Lacey ve Wright, 2009). Yapılan araştırmalar, yayınlanan raporlar ve ülkelerin değişen eğitim politikaları bu görüşü destekler niteliktedir. Bugün Amerika, Almanya, Avusturya, İngiltere, Finlandiya, Güney Kore, Çin başta olmak üzere dünyadaki birçok ülke STEM eğitimini oldukça önemsemektedir (Dugger, 2010; Norris, 2010; Akt: Yıldırım, 2016). Öyle ki, ABD 1996 yılında, öğrencilerin sorgulayıcı ve araştırmacı bireyler olarak yetiştirilmesi amacıyla hazırlanmış, yenilenmiş bir müfredat programı yayınlamıştır (NRC, 1996). Bu program ülke çapında karşılık bulmuş ve şu anda okulların büyük bir kısmında uygulanmaktadır (Akgündüz vd., 2015). 2010 yılında Barack Obama, STEM eğitimini, ülkesinin bir devlet eğitim politikası haline getirmiş ve gelecekteki liderliğin özellikle fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında bugün verilecek eğitime bağlı olduğunu ifade etmiştir. 2013 yılında ise, yine ABD'de "Gelecek Nesil Fen Standartları (*Next Generation Science Standarts*)" adlı yayında STEM eğitiminin üzerinde durulmasıyla birlikte bu alanda yapılan çalışmaların arttığı görülmüştür (Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015; Yager ve Brunkhorst, 2014).

Dünyada STEM eğitimi ile ilgili durum değerlendirildiğinde, pek çok ülkenin STEM eğitimine ayrılmış ulusal bir stratejiye veya bir eylem planına sahip olduğunu söylemek mümkündür (Kearney, 2016). Dünyada STEM eğitimi alanındaki çalışmalara

bakıldığında ise karşımıza iki farklı uygulama çıkmaktadır. Bunlar; teknoloji entegrasyonunun ön plana çıktığı robotik destekli STEM (*RoboSTEM*) uygulamaları ve günlük yaşamdaki basit malzemelerin kullanılmasına dayalı STEM (*Hands-on STEM*) uygulamalarıdır (Koç ve Böyük, 2019a). Bu iki farklı uygulama ilerleyen kısımlarda ayrı başlıklar altında açıklanmaktadır.

2.2.3. Okul Öncesinde STEM Eğitimi

Okul öncesi dönem çocukları meraklı, araştırmacı, sorgulayıcı, güçlü bir hayal gücüne sahip bir kişilik özelliği sergilerler (NSTA, 2014). Günlük yaşamda karşılaştıkları olayların nedenleri ve sonuçları arasında ilişki kurmaya çalışır ve sürekli soru sorarlar. (Aktaş-Arnas, 2003; Küçükturan, 2005). Aynı zamanda hem bilim insanı hem de mühendis gibi çalışmalar gerçekleştirebilirler. Bundan dolayı STEM eğitiminin başlama zamanı için en uygun dönemin okul öncesi dönem olduğu kabul edilmektedir (Allen, 2016).

Okul öncesi öğrencileri için STEM eğitiminin en önemli amacı, çocukların bağımsız hareket ederek ilgi, istek ve merakları doğrultusunda klasik eğitim anlayışı dışında rehberlik görevini üstlenen öğretmen ile araştıran, sorgulayan, üreten bireyler olarak yetişmesidir (Aydınlı ve Demir, 2017). Çocuklar bu dönemde çeşitli basit malzemelerle köprüler, binalar inşa ederken fen, mühendislik ve matematik ile ilgili kavram ve süreç becerilerini, kaba ve ince motor becerilerini, dil becerilerini geliştirebilirler (Akgündüz vd., 2015; Balat ve Günşen, 2017; Gonzalez ve Freyer, 2014).

Yurtdışında okul öncesi öğretmenlerinin STEM eğitimi ile ilgili kapasitelerinin artırılması için çeşitli eğitimler gerçekleştirilmektedir. Bunlardan birisi Amerika’da bulunan Central Florida Üniversitesi’nde yürütülen “Bilim ve Teknolojiyi Küçük Çocuklara Öğretmek” adındaki derslerdir (Bornfreud, 2011; Akt: Balat ve Günşen, 2017). Ülkemizde de İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından kurulan STEM Okulu bünyesinde okul öncesi dönem STEM eğitimi ile ilgili olarak öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik eğitimler yapılmaktadır (Akgündüz ve Akpınar, 2018).

Çocukların okul öncesi dönemden itibaren yaşadıkları tecrübelerin sonraki hayatlarını şekillendireceği düşünüldüğünde; bu dönemde öğrencilerin STEM eğitimi almalarının ilerleyen dönemlerde STEM alanlarına yönelmelerini de sağlayacağı bir gerçektir

(Gonzalez ve Freyer, 2014). Bu nedenle hem STEM öğrenmeye temel oluşturmak ve hem de yaşam boyunca STEM okuryazarlığını desteklemek için, STEM eğitiminde okul öncesi dönemin ihmal edilmemesi gerekmektedir (Jipson, Callanan, Schultz ve Hurst, 2014).

STEM eğitiminin okul öncesi dönemden itibaren başlaması gerektiği vurgulanmasına rağmen öğretmenlerin okullarda STEM eğitimine mesafeli durduğunu (Parette, Quesenberry ve Blum, 2010) ve STEM eğitimi için önemli bir kademe olan okul öncesi dönemde yapılan çalışma sayısının yok denecek kadar az olduğunu söylemek mümkündür (Balat ve Günşen, 2017; Uğraş ve Genç, 2018). Ayrıca Milli Eğitim Bakanlığı tarafından temel eğitim müfredatında STEM eğitime yönelik adımlar atılmaya başlanmasına rağmen, okul öncesi müfredatında bu eğitime yönelik herhangi bir girişimin bulunmadığı görülmektedir.

2.3. Fen Eğitiminde Teknoloji Kullanımı

Günümüzde teknolojinin hızlı gelişim göstermesi, eğitim alanında da etkin olarak kullanım gerekliliğini ortaya koymaktadır. Teknoloji, bilimsel ilke ve yeniliklerin sorunların çözümüne uygulanması ve yaşamın kolaylaştırılmasıdır (Erdemir, Bakırcı ve Eyduran, 2009). Başka bir deyişle teknoloji, bilimin bir uygulamasıdır. Bu bağlamda eğitime teknolojik bir nitelik kazandırma ve teknolojinin tüm imkanlarını eğitimde etkin bir şekilde kullanmanın eğitimin kalitesini ciddi anlamda etkilediği söylenebilir (Kol, 2012). Nitekim Woolf (2010), eğitim teknolojilerinin ve öğrenme ortamlarının gelişmesi sonucunda eğitimde önemli değişimlerin olacağını öngörmektedir. Bu nedenle uzun süredir okulların teknolojiyle tanıştırılmasının eğitimdeki değişimin lokomotif olduğu savunulmakta ve uzun vadede kaliteli bireyler yetişmesi açısından, fen bilimlerinde ve diğer derslerde teknoloji entegrasyonunun sağlanmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Fen sınıflarında teknoloji entegrasyonunun gerçek anlamda yer alması 20. yüzyıla dayanmaktadır (Kartal, 2017). Slayt, video kaydedici, projeksiyon, bilgisayar ve internetin okullarda kullanılmaya başlanmasıyla fen bilimleri derslerine teknoloji entegre edilmiş ve bu şekilde yapılan öğretimin diğer öğretim yöntemlerine kıyasla öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır (Köse, Ayas ve Taş, 2003; Yenice, Sümer, Oktaylar ve Erbil, 2003).

Fen eğitiminde teknoloji kullanımının birçok yönden önemli olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin; fen derslerinde laboratuvarda yapılması tehlikeli deneylerin yapılmasında, verilerin doğru, hızlı şekilde elde edilmesinde, işlenmesinde ve anında geri bildirim sağlamada teknoloji kullanımı oldukça kolaylık sağlamaktadır. Öte yandan, fen derslerinde bazı kavramlar soyut ve anlaşılması zordur (Büyükkol-Köse ve Çetin, 2018). Teknoloji kullanımı bu soyut kavramların somut ve daha anlaşılır hale getirilmesini sağlamaktadır.

Ülkemizde ise, son yirmi yılda meydana gelen baş döndürücü teknolojik değişimlere ve bunun eğitim alanında yarattığı dönüşümlere uyum sağlamak ve küresel rekabette geride kalmamak iddiasıyla, eğitim alanında teknoloji kullanımını öngören birtakım projeler uygulanmıştır. Bu amaçla; 2010 yılında Milli Eğitim Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı'ndan da aldığı destekle “Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH)” projesini hayata geçirmiştir. Bu proje ile uzun vadede öğretmenlere ve öğrencilere tablet bilgisayarlar verilmiş, sınıflara akıllı (etkileşimli) tahta vb. bilgisayar teknolojileri kazandırılmıştır (Güllüpinar vd., 2013). 2012 yılında ise bu proje kapsamında Eğitim Bilişim Ağı (EBA) adı verilen bir platform kurularak öğretmen ve öğrencilerin kullanması için e-içerik modülleri oluşturulmuştur. FATİH projesi ile birlikte okullarda Fen bilimleri derslerinde akıllı tahtalarla ders işlenmeye başlanmıştır.

Teknolojik gelişmelere paralel olarak fen eğitiminde yeni teknolojilerin kullanımı da artmıştır. Element 4D, Anatomy 4D, Space 4D gibi arttırılmış gerçeklik teknolojileri; Karekod, Aurasma gibi Web 2.0 araçları, üç boyutlu yazıcılar, sanal gözlükler, simülasyon ve animasyonlar fen derslerindeki soyut kavramların öğretimini kolaylaştıran ve fen derslerini daha eğlenceli ve ilgi çekici hale getiren yenilikçi teknolojilerden bazılarıdır.

Fen eğitiminde kullanılan teknoloji tabanlı uygulamalardan birisi de robotik teknolojisidir. Robotik teknolojisi kullanarak sınıf içi ve dışı fen eğitiminde birçok uygulama gerçekleştirmek mümkündür. Robotik destekli öğrenme uygulamaları ile bu uygulamalarda yaygın olarak kullanılan ve çok çeşitli görevler için programlanabilme özelliğine sahip robotik eğitim setleri aşağıda ayrı başlıklar altında açıklanmaktadır.

2.3.1. Robotik Destekli Öğrenme

Robotik, robotların çalışma ve kullanımını ifade eden bir terimdir. Rus asıllı Amerikalı bilim adamı ve yazar Isaac Asimov, 1940'lı yılların başlarında robot kelimesinden, robot teknolojisiyle ilgili bütün alanları kapsayan “robotik” kelimesini türeterek ilk kez kullanmıştır. Elektronik, mühendislik, mekanik gibi alanlar başta olmak üzere birçok alanda robot tasarlanması ile uğraşan bir teknoloji dalı olan robotik, günümüzde eğitim alanında da kullanılmaktadır (Koç ve Büyük, 2013).

Robotik alanı incelendiğinde, temellerinin 1990 yılların sonlarına dayandığı görülmektedir. Ancak ülkemizde eğitim alanında kullanımı göz önüne alındığında ülkemiz için yeni bir teknoloji olduğunu söylemek mümkündür (Koç-Şenol, 2012). Robotiğin eğitim alanında kullanılmasında asıl amaç; bilim ve teknoloji ile bütünleştirilmiş bir öğretim sunmak ve eğitimde gelişmiş teknoloji uygulamaları gerçekleştirerek öğrenmenin daha anlamlı ve kalıcı olmasını sağlamaktır (Wood, 2003).

Robotik destekli öğrenme ise robotiğin teknoloji tabanlı bir öğrenme aracı olarak kullanılması olarak tanımlanabilir. Robotik destekli öğrenme, okul öncesi dönemden üniversite düzeyine kadar tüm eğitim seviyelerinde kullanılmakla birlikte (Yolcu ve Demirer, 2017); her seviyedeki çocuğa kendi ürününü tasarlayabileceği bir ortam sağlayarak, onun yaparak-yaşayarak öğrenmesini desteklemektedir (Jung ve Won, 2018).

Robotik destekli öğrenme yapılandırmacı bir kuramsal çerçeveye sahiptir. Bu nedenle bu öğrenme sürecinde öğretmenler;

- öğrenme ortamını düzenleyen,
- öğrenciler tarafından çözülecek soru ve problemi gündeme getiren,
- çalışmalar için gerekli yazılım ve donanımı sunan,
- ne zaman ve nerede olursa olsun, yaratıcılık ve hayal gücü ile bağımsız çalışmaya olanak tanıyan,
- değerlendirme aşamasını organize eden bir rehber olmalıdırlar (Alimisis, 2013).

Cheng, Huang ve Huang'a (2013) göre; robotik destekli öğrenme uygulamaları, çocukların derse olan motivasyonunu ve ilgisini arttıran, işbirlikli öğrenmeyi destekleyen teknolojik eğitim uygulamalarıdır. Yapılan birçok araştırma sonucu bu

durumu destekler niteliktedir (Alimisis, 2013; Eguchi, 2010; Karim, Lemaignan ve Mondada, 2015; Liu vd., 2013; Numanoglu ve Keser, 2017). Yine birçok çalışmada robotlarla çalışmanın öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı düşünme gibi beceriler üzerinde olumlu etkileri olduğu ifade edilmektedir (Gerecke ve Wagner, 2007; Korkmaz, Altun, Usta ve Özkaya, 2014; Liu, Lin ve Chang, 2010).

Robotik destekli öğrenme uygulamaları, öğrencilerin teknolojinin gerçek yaşamda kullanım alanlarını fark etmelerini sağlarken (Eguchi, 2014); onların teknolojiye olan ilgilerini arttırarak (Liu vd., 2013) bilgi işlemsel düşünme becerilerini de geliştirmektedir (Lee vd., 2011; Repenning, Webb ve Ioannidou, 2010). Bununla birlikte, robotik destekli öğrenme etkinliklerinin, anında geri dönüt alınabilmesi yönüyle, öğrencilerin soyut kavramları anlayabilmelerine büyük katkı sağladığı belirtilmektedir (Üçgöl, 2017).

Dünyada robotiğin eğitimde kullanımı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; özellikle Amerika, Japonya, Portekiz, Yeni Zelanda, Kanada ve Avustralya'da bu alandaki çalışmaların yoğun olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, bilimsel ve teknolojik olarak ilerlemekte olan tüm ülkelerin robotiği eğitimde lokomotif unsur olarak gördüğü ve robotik teknolojisine çok önem verdiği açıktır (Koç ve Büyük, 2013). Birçok ülkenin robotik teknolojisini kullanarak eğitim sistemlerini daha verimli hale getirmek için üstün çabaları söz konusu iken, ülkemizde robotik destekli öğrenme uygulamaları müfredata tam olarak entegre edilmediği için belirli alanlar (bilişim teknolojileri gibi) çevresinde sınırlı kalmakta ve çoğunlukla ders dışı faaliyet (kulüp ve atölye çalışmaları, özel kurs eğitimleri) şeklinde yürütülmektedir. Bunun temel sebebi, bu konuda gerekli eğitim ortamlarının yeterince oluşturulamaması ve yeterli maddi desteğin sağlanamamasıdır. Milli Eğitim Bakanlığı ise son yıllarda öğretmenlere yönelik robotik ve kodlama hizmet içi eğitim kursları düzenleyerek bu uygulamaları desteklemektedir (YEĞİTEK, 2018).

Robotik destekli öğrenme uygulamalarında yaygın olarak robotik eğitim setleri kullanılmaktadır. Bu setlerin çoğunluğunu ise lego tabanlı setler oluşturmaktadır.

2.3.2. Robotik Eğitim Setleri

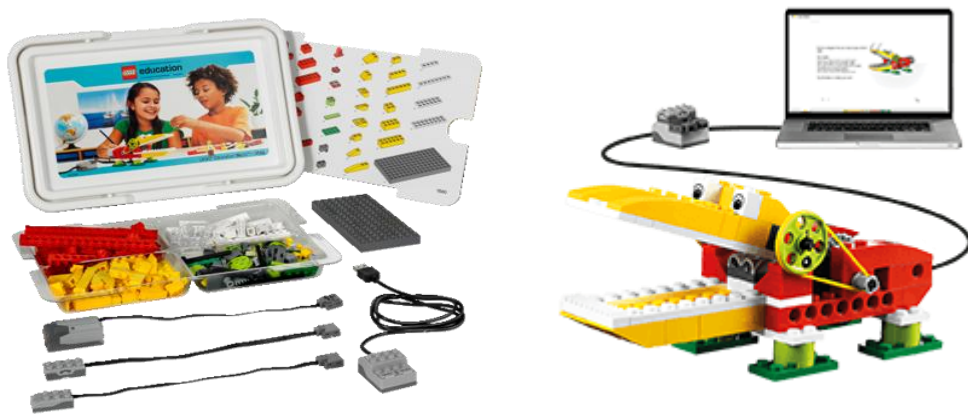
Robotik eğitim setleri, farklı renkte ve boyutta, birbirine monte edilebilen plastik parçalardan oluşan, çeşitli sensörler ve motorlar içeren ve programlanabilir robotlar tasarlamamıza imkan sağlayan setlerdir. Setin içinde bulunan sensörler, canlıların duyu organlarına benzer görevleri yerine getirmektedir. Sensörler dış dünyadan algıladıkları verileri, mikro-denetleyiciye iletmektedir ve burada yorumlanan veriler robotun komuta uygun olarak hareket etmesini sağlamaktadır (Küçük ve Şişman, 2017).

Robotik eğitim setleri, öğrencilerin tasarım, inşa etme ve programlama becerilerini geliştirmek için kullanılacak eğlenceli, yaratıcılığı geliştirici eğitsel setlerdir (Gerecke ve Wagner, 2007; Lin vd., 2009). Eğitimde kullanılmaya başlanan ve hızla kullanımı artan bu setlerin STEM (Science, Technology, Engineering, Math) alanları üzerindeki etkililiği önemli bir araştırma konusudur (Sullivan ve Bers, 2015).

Aşağıda bu çalışma kapsamında kullanılan iki farklı robotik eğitim seti tanıtılmaktadır.

2.3.2.1. Lego WeDo Robotik Eğitim Seti

Lego WeDo robotik eğitim seti, Lego firması tarafından okul öncesi ve ilkökul öğrencileri için üretilen programlanabilir eğitsel robotik eğitim setidir. Beş yaş grubundan başlayarak kullanılan Lego WeDo robotik eğitim seti, başlangıç robotik eğitimleri ve temel programlama becerileri için oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Lego Mindstorms WeDo seti içinde, programlanabilir akıllı tuğla, motor, hareket sensörü, eğim sensörü, dişliler, tekerlekler ve birçok lego parçası vardır (Şekil 2.4).

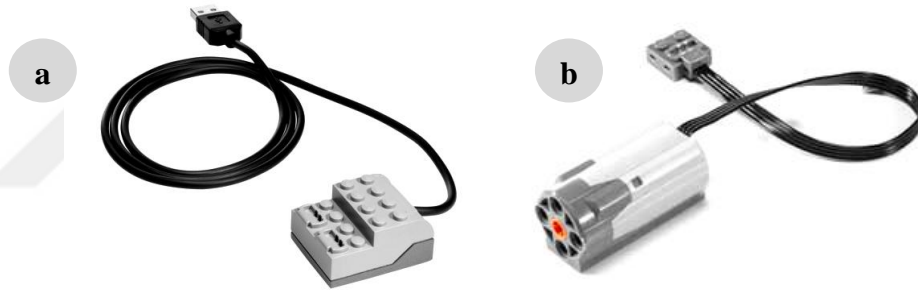


Şekil 2.4. Lego WeDo robotik eğitim seti

Çocuklar Lego WeDo seti ile yaptıkları modelleri WeDo yazılım programını veya Scratch yazılımını kullanarak kolaylıkla programlama imkanı bulurlar. Aşağıda Lego WeDo robotik eğitim seti içindeki ana parçaların ve yazılım programının özellikleri açıklanmaktadır:

Lego WeDo Akıllı Tuğla ve Motor Parçaları

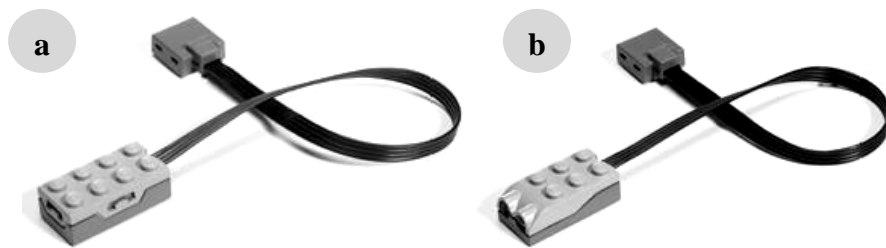
Lego WeDo akıllı tuğla (*USB hub*), programlama ile sensörleri ve motorları kontrol eder. Akıllı tuğlada bulunan iki port sayesinde güç ve veriler bilgisayara aktarılır. Lego WeDo motoru ise ileri veya geri şekilde dönecek ve farklı güç seviyelerinde hareket edecek şekilde programlanabilir. Motor için güç, bilgisayarın USB portundan (5V) gelen voltaj ile beslenir. Motora akslar veya diğer lego parçaları bağlanabilir (Soykan, 2018) (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Lego WeDo (a) akıllı tuğla (b) motor parçası

Lego WeDo Eğim ve Hareket Sensörü

Lego WeDo eğim sensörü (*tilt sensörü*) robotun eğildiği yönü bildirir ve altı farklı konumdaki değişiklikleri algılayabilir. Hareket sensörü ise robotun tasarımına bağlı olarak 15 cm'ye (yaklaşık 6 inç) kadar olan nesnelere algılayabilmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Lego WeDo (a) eğim sensörü (b) hareket sensörü

Lego WeDo Yazılım Programı

Lego WeDo yazılımı, lego materyallerini ve sensörleri yönetmek için blok temelli programlamaya sahip bir platformdur (Eguchi, 2016). Yazılım, Lego WeDo akıllı tuğlayı ve buna bağlı tüm motorları ve sensörleri otomatik olarak algılamaktadır. Program sayesinde çocuklar sürükle bırak yöntemiyle renkli kod bloklarını taşıyarak basit düzeyde teknolojiyi kullanma ve kodlama yapma deneyimi kazanırlar (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Lego WeDo yazılımı program arayüzü

Son yıllarda blok tabanlı programların gelişimi ile birlikte küçük yaşlardan itibaren programlama eğitimi ve robotik kitlerin kullanımı ile ilgili birçok araştırma yapılmaktadır (Berland ve Wilensky, 2015). Bu programlar sürükle bırak yapıları sayesinde diğer programlar gibi karmaşık kod bloklarından farklı olarak, küçük yaştaki öğrencilerin algoritma ve programlama öğrenmesini kolaylaştırmaktadır. Yapılan araştırmalar blok tabanlı programların, küçük yaştaki öğrencilerin algoritma ve programlama kavramlarını içeren görevlerin büyük bir kısmını yerine getirdiklerini ortaya koymuştur (Strawhacker ve Bers, 2015). Bu nedenle, bu araştırmanın okul öncesi eğitim düzeyi deney-1 grubu uygulamalarında Lego WeDo robotik eğitim seti kullanılmış, yapılan etkinlikler aynı zamanda Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti ile de desteklenmiştir. Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti okul öncesi öğrencilerinin dişli çark, makara, aks ve tekerlekleri kullanarak mekanik modeller inşa edebileceği bir eğitim setidir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Lego Duplo basit makineler temalı eğitim seti

2.3.2.2. Lego Mindstorms EV3 Robotik Eğitim Seti

Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim seti, Lego firması tarafından 10 yaş ve üzeri için üretilen, programlanabilir eğitsel bir robotik eğitim setidir.

Lego Mindstorms robotik eğitim setleri serisi ilk olarak 1980'lerde Amerika'da bulunan Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT)'ndeki bir grup bilim adamınının, Seymour Papert ve Michael Resnick öncülüğünde, Lego firması çatısı altında eğitsel bir robot geliştirme düşüncesi ile ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda ilk olarak 1998'de programlanabilen Lego Mindstorms RCX seti üretilmiştir (Noble, 2013). Daha sonra 2006 yılında RCX yerini ikinci jenerasyon olan NXT'ye bırakmıştır. Lego Mindstorms ürününün üçüncü ve en son jenerasyonu EV3 ismiyle 2013'te ortaya çıkmıştır (Danahy vd., 2013). Lego Mindstorms EV3, öğrencileri gerçek yaşam problemlerini çözmeye teşvik eden eğitsel bir araç olarak tanıtılmaktadır (Lego Education, 2014).

Lego Mindstorms EV3 seti içinde, Android ve Apple ile uyumlu bilgisayar tarafından kontrol edilebilir bir mikroişlemci (beyin), sürükle bırak mantığı sayesinde kolay bir şekilde programlamayı sağlayan grafik arayüzüne sahip 3D açıklamalı bir yazılım, gelişmiş özellikli dokunmaya, uzaklığa, farklı renklere, yön ve eğim değişikliklerine duyarlı sensörler (algılayıcılar), tasarlanan robotun hareketini sağlamak için gerekli motorlar ve lego teknik tuğlaları bulunmaktadır (Şekil 2.9).

Aşağıda Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim seti içindeki ana parçaların ve yazılım programının özellikleri açıklanmaktadır:



Şekil 2.9. Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim seti

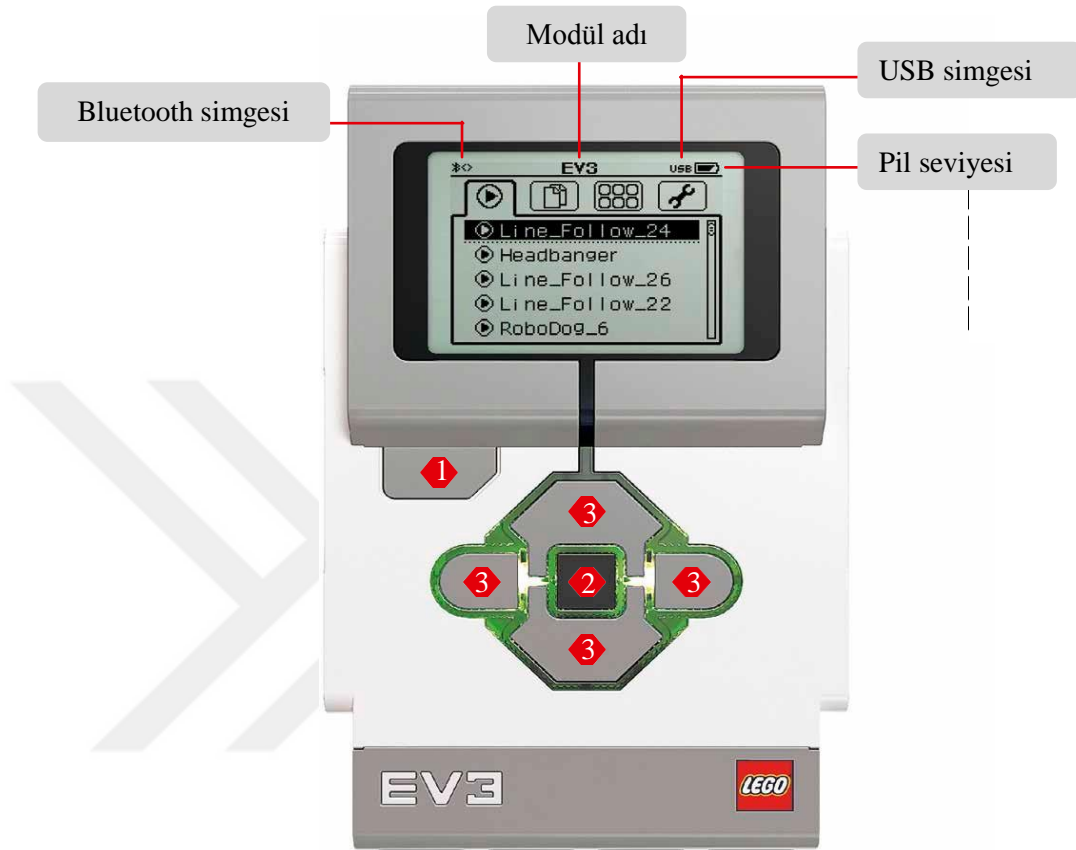
Lego Mindstorms EV3 Merkezi Modül

Lego Mindstorms EV3 merkezi modül mikroişlemci olarak görev yapar ve tasarlanan robotun kontrol merkezi başka bir ifadeyle beyni olarak kabul edilir. Programlama ile sensörleri ve motorları kontrol eder, güç istasyonu rolü görür. Bir bilgisayar programı ile ya da doğrudan komutlar ile programlanabilir. Robotun performansı bu modül üzerinden gerçekleştirilen programlama ile ortaya çıkacaktır. Modül entegre bluetooth ve USB 2.0 arayüzü sayesinde bilgisayar ile iletişim sağlayabilmektedir. Modüldeki 1 numaralı düğme işlemleri geri almak, çalışan bir programı iptal etmek ve modülü kapatmak için kullanılır. 2 numaralı düğme kapatma, istenen ayarları seçme veya programda seçilen bloklar gibi çeşitli sorulara onay vermeyi sağlar. 3 numaralı düğmeler ise program menüsünü sağa sola, aşağı yukarı hareket ettirmek için kullanılmaktadır (Şekil 2.10).

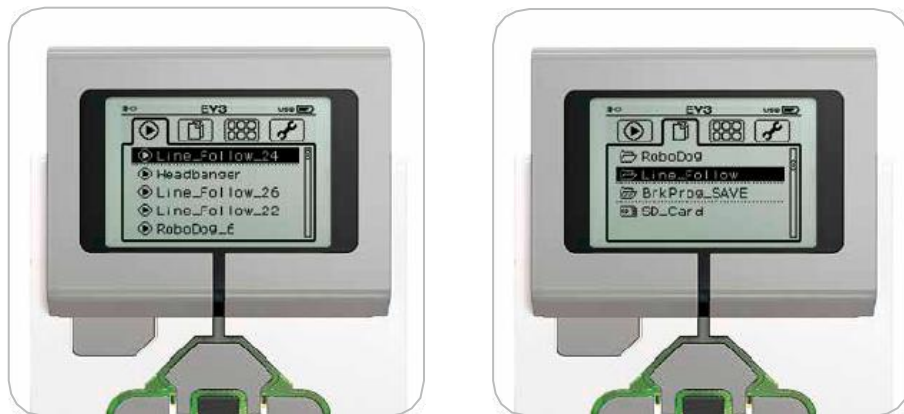
Lego Mindstorms EV3 merkezi modül içinde dört farklı ana menü karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; “Son Kullanılanlar”, “Dosyalar”, “Uygulamalar” ve “Ayarlar” menüleridir. Şekil 2.11’de görülen *Son Kullanılanlar* ekranında en son çalıştırılan programlar görüntülenir. *Dosyalar* bölümünde merkezi modülde kayıtlı tüm dosyalara erişim sağlanır ve bu dosyalar yönetilir.

Uygulamalar ekranında önceden kurulmuş ve kullanıma hazır dört uygulama (port görünümü, motor kontrolü, kızılötesi kontrol ve dahili programlama uygulaması) bulunmaktadır. Bu uygulamaların dışında modüle yüklenen tüm uygulamalar da bu

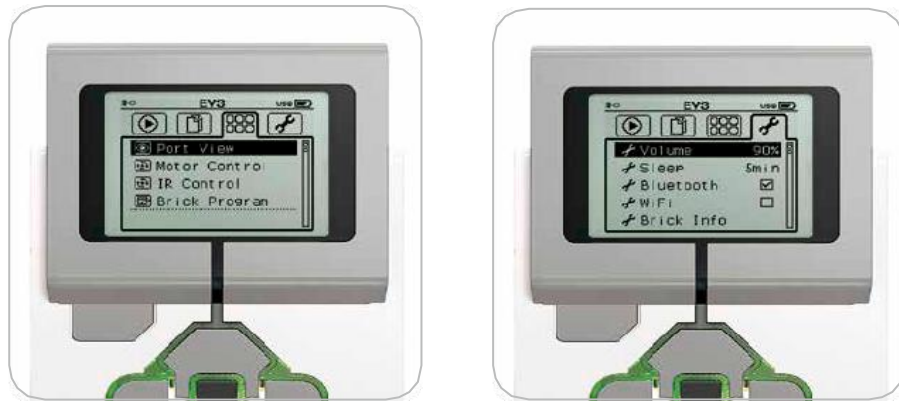
ekranda görüntülenir. *Ayarlar* bölümünden ise ses ayarı, uyku modu, bluetooth ve wi-fi bağlantısı gibi modül ile ilgili genel ayarlar yapılabilmektedir (Şekil 2.12).



Şekil 2.10. Lego Mindstorms EV3 merkezi modül

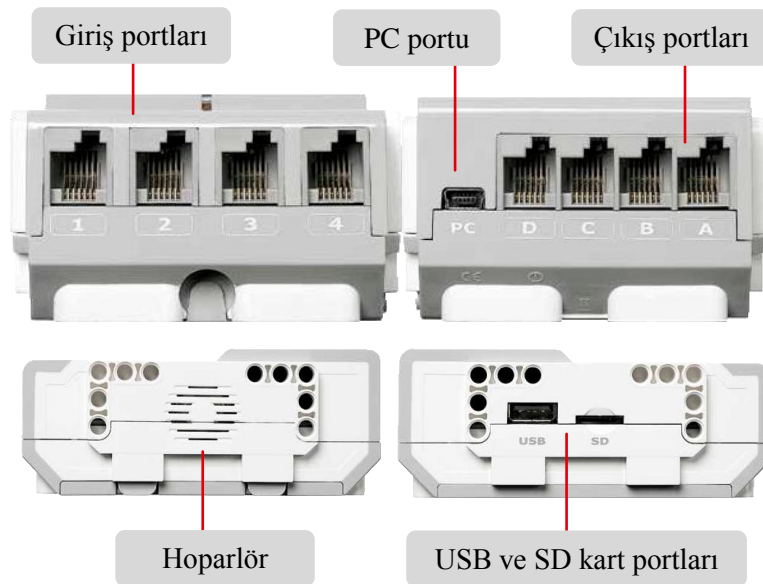


Şekil 2.11. Lego Mindstorms EV3 son kullanılanlar ve dosyalar ekranı



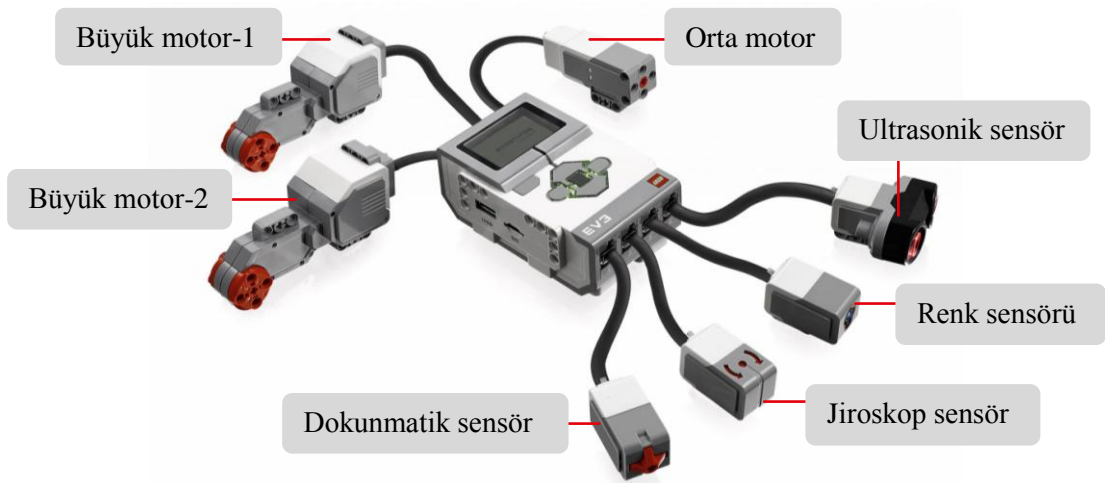
Şekil 2.12. Lego Mindstorms EV3 uygulamalar ve ayarlar ekranı

Merkezi modül üzerinde 4 adet sensör giriş ve 4 adet motor çıkış portu bulunmaktadır. Giriş portları 1, 2, 3 ve 4; sensörleri merkezi modüle bağlamak için kullanılır. D portunun yanında yer alan mini PC portu ile modül bilgisayara bağlanır. Çıkış portları A, B, C ve D ise motorları bağlamak için kullanılmaktadır (Şekil 2.13). Merkezi modülde ayrıca programlamada kullanılan ses efektlerinin çıktığı bir hoparlör; birden fazla merkezi modülü birbirine bağlamak için kullanılan USB portu ve modülün belleğini maksimum 32 GB'a kadar yükseltebilen bir SD kart portu da bulunmaktadır.



Şekil 2.13. Lego Mindstorms EV3 merkezi modül bağlantı noktaları

Şekil 2.14'de görüldüğü gibi; standart olarak 1. girişe dokunmatik sensör, 2. girişe jiroskop sensörü, 3. girişe renk sensörü ve 4. girişe ultrasonik sensör, A girişine orta motor, B ve C girişlerine ise büyük motorlar takılmaktadır.

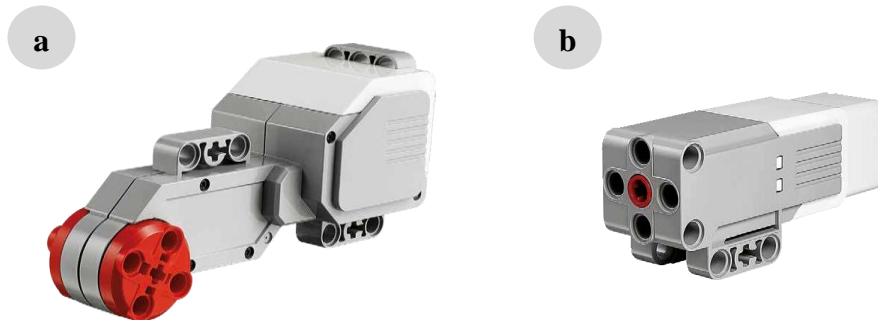


Şekil 2.14. Lego Mindstorms EV3 motor ve sensör sistemi

Öte yandan programlama yaparken sensörlerin ve motorların takıldıkları yerlere dikkat edilmelidir. Kullanılan sensör ve motorlar hangi bağlantı noktasına takıldıysa programlama bölümünde o bağlantı noktası seçilmelidir. Aksi halde bağlanan motor veya sensör işlevini yerine getiremez ve istenen verileri kaydedemez (Koç-Şenol, 2012).

Lego Mindstorms EV3 Motor Parçaları

Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim setinde iki farklı motor bulunmaktadır. Şekil 2.15'de görüldüğü gibi bunlardan biri büyük diğeri ise orta motordur. Büyük motor yavaş ama güçlü bir akıllı motordur. Orta motor ise büyük motordan daha küçük, hafif ve az güçlüdür; ancak ona göre daha hızlıdır. Motorların birincil işlevi robota hareketlilik vermektir. İkinci işlevleri ise rotasyon sensörleri gibi çalışarak robotun yaptığı hareketleri kaydetmektir. Motorun kaç derece, hangi yöne, hangi güçle dönmesi isteniyorsa ona göre programlama yapılabilir.



Şekil 2.15. Lego Mindstorms EV3 (a) büyük motor (b) orta motor

Lego Mindstorms EV3 Sensör Sistemi

Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim seti dört farklı sensörden oluşmaktadır. Bunlar; dokunmatik sensör, jiroskop sensör, renk sensörü ve ultrasonik sensördür. Aşağıda bu sensörlerin özellikleri tanıtılmaktadır:

Dokunmatik Sensör: Robotların bir cismi alma hareketlerini gerçekleştirme veya butona basıldığı anda çeşitli hareketlerde bulunması için kullanılır (Lego Education, 2014). Dokunulduğu anda harekete geçer. Sensöre basıldığında iç elektrik devresi kapanır ve akım geçer. Böylece robota dokunma ile ilgili bilgi verir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Lego Mindstorms EV3 dokunmatik sensör

Jiroskop Sensör: Şekil 2.17’de görülen bu sensör robotun hareketini, hareket yönünü veya eğimini algılayabilir. Jiroskop sensör sayesinde iki tekerlek üzerinde dengede duran robotlar oluşturmak mümkündür. +/-3 derecelik yanılma payı ile saniyede 440 derecelik açı değişimini büyük bir hassasiyet ile algılama özelliğine sahiptir.



Şekil 2.17. Lego Mindstorms EV3 jiroskop sensör

Renk Sensörü: Şekil 2.18’de görülen yüzeyindeki küçük pencereden giren ışık yoğunluğunu veya rengi tespit edebilen dijital bir sensördür. Üç farklı modda çalışabilir. Bunlar renk modu, yansıyan ışık yoğunluğu modu ve ortam ışığı yoğunluğu modudur.

Renk modunda yedi farklı rengi (siyah, mavi, yeşil, sarı, kırmızı, beyaz, kahverengi) algılayabilir. Renkleri ayırt edebilme kabiliyeti ile robot renkli toplar veya blokları ayıracak, tespit edilen renklerin adını söyleyecek veya belirlenen rengi gördüğünde işlemi durduracak şekilde programlanabilir (Lego Education, 2014). Yansıyan ışık yoğunluğu modunda, kırmızı ışık yayarak farklı renklerdeki yüzeylerden yansıyan ışığın yoğunluğunu ölçerken, ortam ışığı yoğunluğu modunda ortamdaki ışığı algılayarak ışık seviyesini belirler. Işık sensörü ile elde edilen değerlere göre robot farklı görevler için programlanabilir.



Şekil 2.18. Lego Mindstorms EV3 renk sensörü

Ultrasonik Sensör: Bu sensör uzaklığa duyarlıdır. Robotun ses dalgaları ile karşısındaki objeyi algılamasını ve ona olan mesafesini ölçmesini sağlar. Sensör iki farklı mod kullanarak çalışabilir. Mesafe ölçme modunda 250 cm'ye kadar ölçüm yapabilir, dinleme modunda etrafındaki diğer ultrasonik sensör kullanan robotları algılayabilir ve otomatik olarak bir programı aktif hale getirebilir (Lego Education, 2014). (Şekil 2.19).

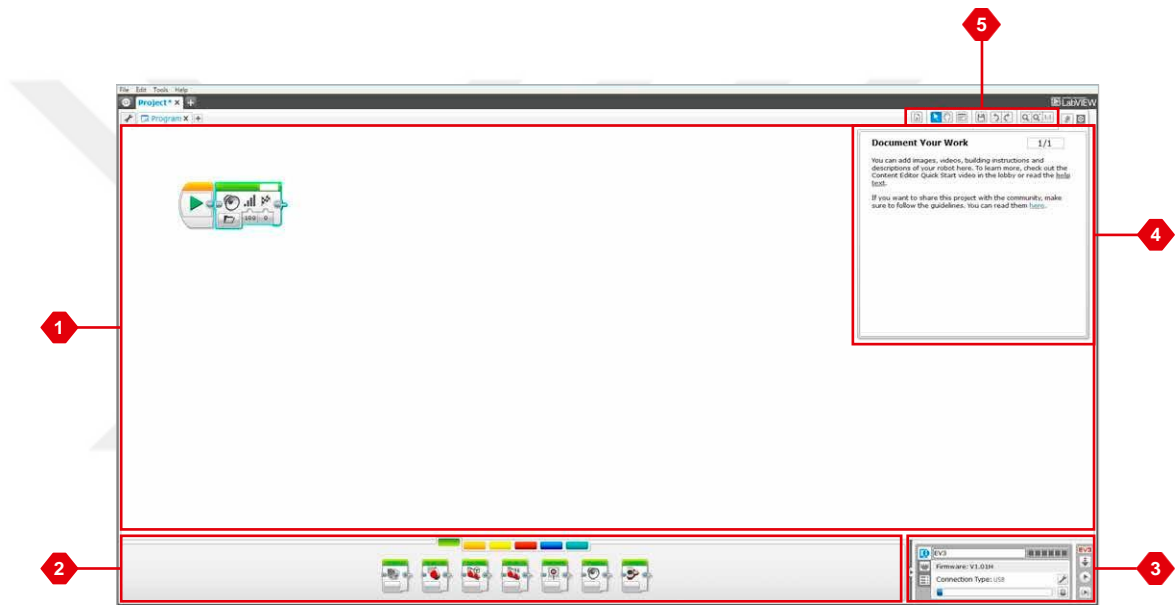


Şekil 2.19. Lego Mindstorms EV3 ultrasonik sensör

Lego Mindstorms EV3 Yazılım Programı

Lego Mindstorms EV3 robotlarının programlanması için *National Instruments* LabVIEW teknolojisine dayanan bir yazılım kullanılmaktadır. Bu programlama dili çeşitli talimatlara uygun blokları sürükle-bırak mantığı ile çalışan oldukça kolay ve anlaşılır bir arayüze sahiptir.

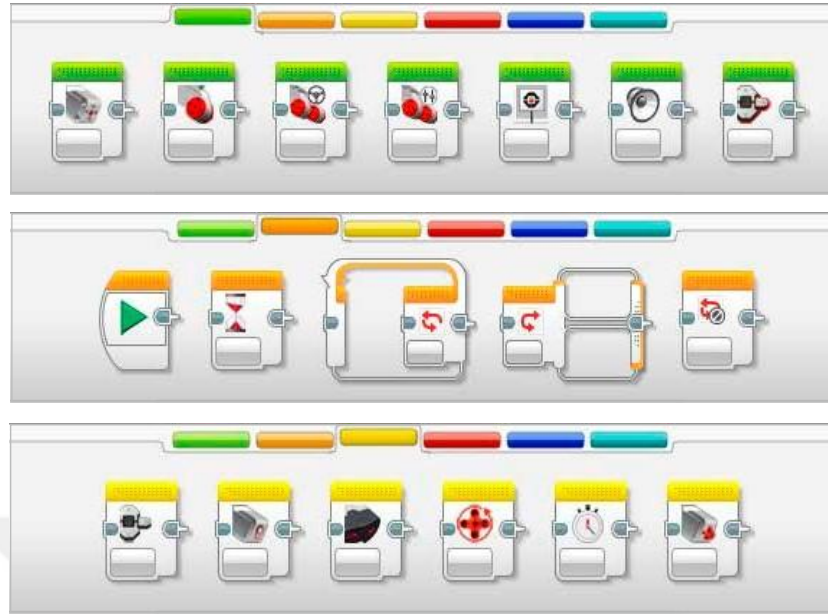
Programın görüntüsü Şekil 2.20'deki gibidir. Buradan gerekli bloklar program paletine eklenir. Belirtilen tuşa basılarak programın robota geçmesi ve çalışması sağlanır.



Şekil 2.20. Lego Mindstorms EV3 yazılımı programlama arayüzü

Programlama arayüzündeki ana kısımlar: *1-Programlama tuvali*, *2-Programlama paletleri*, *3-Donanım sayfası*, *4-İçerik düzenleyici*, *5-Programlama araç çubuğu* şeklindedir. *Programlama paletinde* programlama blokları bulunmaktadır. Burdan istenen bloklar programlama tuvaline sürükle-bırak yöntemiyle eklenerek programlama işlemi yapılır. Seçilen her bir blok için ayarlar yapıldıktan sonra program merkezi modüle aktarılır ve robotun çalışması sağlanır.

Yazılımda altı farklı kategoride programlama blokları bulunmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanları Şekil 2.21'de gösterilen sırasıyla hareket, akış ve sensör bloklarıdır.



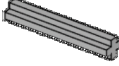






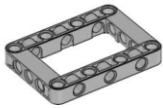
Şekil 2.21. Lego Mindstorms EV3 yazılımı programlama blokları

Lego Mindstorms EV3 Diğer Teknik Parçalar

Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim setini bir robot haline getirmek için her lego ürünüde olduğu gibi küçük veya büyük birçok parçayı birleştirmek gerekir. Tablo 2.1’de de gösterildiği gibi bu parçalar içinde dişliler, eklem olarak kullanılabilir çeşitli parçalar, çeşitli uzunluktaki çubuklar ve daha birçok parça bulunmaktadır (Koç ve Böyük, 2013). Bu parçaların işlevlerinin bilinerek birleştirilmesi robotun daha sağlam olması yönünden önemlidir. Nerede hangi parçanın kullanılacağını bilmek ise mühendislik becerisine sahip olmayı gerektirmektedir.

Bu araştırmanın ortaokul 5. sınıf düzeyi deney-1 grubu uygulamalarında da, Lego Mindstorms EV3 seti kullanılmış, yapılan etkinlikler aynı zamanda Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ile desteklenmiştir. Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ise, dişli çarklar, tekerlekler, akslar, kaldıraçlar, manivela gibi basit makineler konusunda mühendislik tasarım odaklı problem çözme aktiviteleri için kullanılmaktadır (Şekil 2.22).

Tablo 2.1. *Lego Mindstorms EV3 diğer teknik parçaları*

Resim	Parça ismi	Parçanın işlevi
	Akslar	Parçaları sabitlemek için kullanılır.
	Burçlar	Kiriş ve tekerlekleri tutturmak için kullanılır.
	Cıvatalar	Parçaları bağlamada kullanılır.
	Dişliler	Hızı artırmak veya azaltmak için kullanılır.
	Kiriş düğmeleri	Motoru destekler, robotun yapısını oluşturur.
	Açısal kirişler	Robotun yapısını oluşturur.
	Düz kirişler	Robota form vermede kullanılır.
	Çerçeve	Merkezi modülü desteklemede kullanılır.



Şekil 2.22. Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti

2.3.3. Robotik Destekli Fen Eğitimi

Günümüzde robotik destekli öğrenme, fen eğitimi açısından üzerinde önemle durulması gereken bir alan haline gelmiştir (Koç ve Büyük, 2013). Robotik ile desteklenen fen öğrenme ortamlarında öğrencilerin yaparak-yaşayarak öğrenme, eleştirel düşünme,

problem çözüme, karar verme, kendi yeteneklerinin farkına varma, teknolojiyi etkin kullanma gibi birçok kazanım elde ettikleri görülmüştür (Costa ve Fernandes, 2004).

Robotik destekli fen eğitimi ile ilgili yurtdışındaki çalışmalar incelendiğinde; robotiğin özellikle laboratuvar uygulamalarında kullanıldığı ve daha çok fizik ve kimya deneylerine entegre edildiği görülmektedir (Koç ve Büyük, 2013). Nitekim robot teknolojisi laboratuvar uygulamalarının gözlem yapma ve veri elde etme aşamalarında birçok kolaylık sağlayarak zaman kaybını önlerken, aynı zamanda öğrencilerin bilimsel yöntemin doğasına uygun bir anlayışla deney yapmaları ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeleri için önemli fırsatlar sunmaktadır (Cameron, 2005; Datteri, Zecca, Laudisa ve Castiglioni, 2013). Bununla birlikte robotik sayesinde geleneksel deney araçlarıyla alınamayan hassas ölçümler alınabilmekte, eş zamanlı olarak deney grafikleri çizilebilmekte ve kullanıcıdan kaynaklanan ölçme hataları en aza indirilmektedir (Koç ve Büyük, 2013).

Fen bilimleri ve robotiğin bütünleştirilmesi ile anlaşılması zor soyut fen kavramlarının somutlaştırılarak, fen öğreniminin daha anlamlı ve kalıcı olması sağlanabilir. Buradan hareketle, fen bilimleri derslerinde robotik destekli birçok uygulama yapabilmek mümkündür. Özellikle müfredatta yer alan “Kuvvet ve Hareket”, “Işık ve Ses”, “Elektrik”, “Madde ve Isı”, “Yenilenebilir Enerji” gibi fizik ve kimya ağırlıklı konular robotik uygulamaları için oldukça uygundur. Örneğin; robotik sayesinde bir kütleyle uygulanan kuvvet ve kütle kazandığı ivme arasında doğrusal bir ilişki olduğu çok kolay bir şekilde gözlemlenebilir. Robotik teknolojisi kullanılarak kurulan bir eğik düzlem sisteminde mekanik enerji, iş kanunu, enerjinin korunumu kanunu ile ilgili deneyler gerçekleştirilebilir (Koç-Şenol, 2012). Burada tasarlanan robotun kaydettiği verilerden mekanik enerji (kinetik ve potansiyel) değişimi ile korunumsuz kuvvetlerin yaptığı iş kolaylıkla hesaplanabilir. Bunların dışında robotik ile farklı maddelerin hal değiştirme sıcaklıkları, ısı iletkenlikleri, ışığı soğurma ve yansıtma durumları karşılaştırılabilir, pH dereceleri ölçülebilir, eş zamanlı olarak sıcaklık-zaman grafikleri oluşturularak özısı-sıcaklık ve sıcaklık-kütle ilişkileri belirlenebilir (Okkesim, Koç-Şenol ve Büyük, 2015); güneş ve rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çeşitli etkinlikler uygulanabilir (Koç-Şenol, Büyük, Tanık ve Eraslan Güney, 2015).

Robotiğin günümüzde oldukça gelecek vadeden bir teknoloji olduğu göz önüne alındığında, özellikle okul öncesinden başlamak üzere, fen eğitiminde robotiğin kullanılarak çağımızın teknolojik gelişmelerinin fen eğitimi ile entegrasyonunun sağlanmasının önemli bir gereklilik olduğu ve bu alanda yapılacak çalışmaların büyük önem taşıdığı söylenebilir.

2.4. Robotik Destekli STEM (RoboSTEM) Uygulamaları

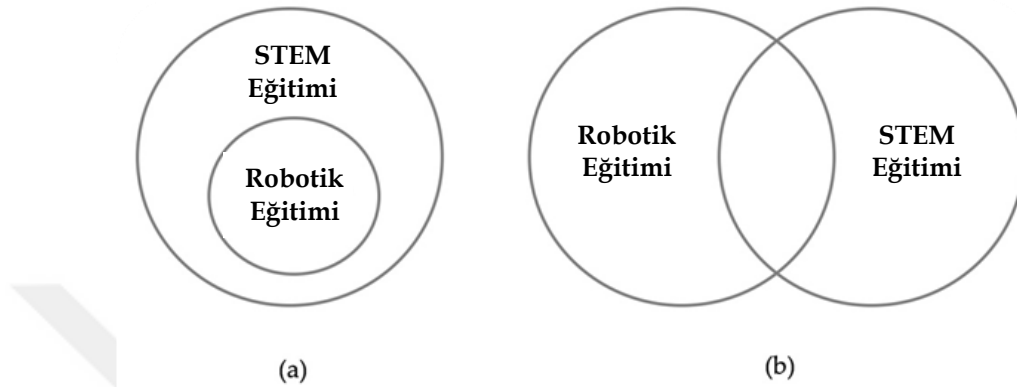
Gerçek bir STEM eğitimi bireylerin alet, araç-gereç ve mekanizmaların çalışma mantığını anlamalarını sağlayan ve bireylerin teknoloji kullanımını arttıran bir eğitimidir (Bybee, 2010a). Robotik uygulamaları ise bu ortak özelliğiyle STEM eğitiminde önemli bir rol oynamaktadır.

Aydın (2017)'ye göre STEM yaklaşımı, robotiğin eğitim programlarına eklenmesi sayesinde farklı bir koldan hayat bulabilir. Nitekim robotik uygulamaları; teknoloji ve mühendisliğe vurgu yapan bir alt yapıya sahip olması yönüyle STEM eğitimi destekler nitelikte olup, temel fen ve mühendislik ilkelerini öğretmede, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına olan ilgi, motivasyon ve bilgilerini arttırmada olumlu etkilere sahiptir (Koç ve Böyük, 2013). Bu bağlamda; robotik destekli STEM (*RoboSTEM*), mühendislik tasarımı ve programlamayı birlikte içeren disiplinlerarası bir STEM uygulaması olarak tanımlanabilir (Sullivan, 2017). Eguchi'ye (2014) göre ise robotik destekli STEM, okullarda proje tabanlı öğrenmeler için kullanılan, içinde STEM yaklaşımını, kodlamayı, bilgi işlemsel düşünmeyi ve mühendislik becerilerini barındıran etkili bir öğrenme aracıdır.

Robotik destekli öğrenme uygulamaları son yıllarda artarak STEM yaklaşımında kullanılmaktadır (Yolcu ve Demirer, 2017). Yapılan çalışmalar; robotiğin öğrencilerin STEM disiplinlerini öğrenme ve 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarında potansiyel bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Benitti, 2012; Eguchi, 2010; Akt: Alimisis, 2013). Ancak bu uygulamaların STEM eğitimi desteklemede önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmesine rağmen, Avrupa ülkelerinde eğitim müfredatına henüz dahil edilmediği görülmektedir (Alimisis, 2013; Benitti, 2012; Küçük ve Şişman, 2017).

Robotiğin STEM'le olan bağlantısı açıklanırken bu konuda yapılan çalışmalarda iki farklı bakış açısı bulunduğu görülmektedir. Bunlardan ilki, robotik eğitimi STEM

eğitiminin bir alt disiplini olarak görürken (Şekil 2.23a); ikincisi ise robotik eğitimi STEM eğitimi ile birçok ortak öğretim içeriğini paylaşan ancak farklı öğretim içeriği ve özelliklerine sahip ayrı bir disiplin olarak ele almaktadır (Şekil 2.23b) (Jung ve Won, 2018). Bu çalışma birinci bakış açısı doğrultusunda yürütülmüştür.



Şekil 2.23. (a) STEM eğitiminin bir parçası olarak robotik eğitimi
(b) Ayrı bir disiplin olarak robotik eğitimi

2.4.1. Robotik Destekli STEM İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırma boyunca çalışılan alana dair detaylı bir alanyazın taraması yapılmıştır. İlk olarak okul öncesi dönem çalışmaları incelenmiştir. Alanyazın incelendiğinde; okul öncesi dönem robotik destekli STEM uygulamaları ile ilgili (Bers, Seddighin ve Sullivan, 2013; Çetin ve Demircan, 2018; Jung ve Won, 2018; Strawhacker ve Bers, 2015; Sullivan, 2016; Sullivan ve Bers, 2015; Sullivan ve Bers, 2017; Sullivan, Strawhacker ve Bers, 2017) çeşitli çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar şu şekildedir:

Bers, Seddighin ve Sullivan (2013), robotik kullanarak STEM'in T ve E'sini (teknoloji ve mühendislik) okul öncesi dönemde erkenden bir araya getirmenin önemini vurguladıkları çalışmalarında; 32 okul öncesi öğretmenin bu konuda 3 günlük profesyonel bir gelişim çalıştayına katılarak ve robotik, mühendislik, programlama ve bunları çocuklara aktarma noktasında pedagojik bilgilerinin artırılmasını amaçlamışlardır. Sonuçlar, öğretmenlerin teknolojik, pedagojik ve robotik içerik bilgisinde hem bilgi düzeyinde hem de tutum noktasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucundan hareketle, teknoloji odaklı ve etkili mesleki gelişim çalıştayları tasarlanmasının etkileri tartışılmıştır.

Sullivan ve Bers (2015), erken çocukluk dönemi STEM müfredatındaki T ve E'nin eksikliğinden yola çıkarak 8 hafta süren ve KIWI robot setinin kullanıldığı bir çalışma yürütmüşlerdir. Erken çocukluk döneminde olan 60 çocukla gerçekleştirilen çalışma sonucunda, anaokulundan başlayarak çocukların temel robotik ve programlama becerilerinde ustalaşabildikleri, yaşça büyük çocukların robotik setini kullanarak daha karmaşık ürünler geliştirebildikleri belirlenmiştir. Robotiğin çocukların erken yaşlarda temel teknoloji ve mühendislik kavramlarıyla ilgilenmeleri için eğlenceli ve somut bir yol sunduğu ifade edilmiştir.

Sullivan (2016), "STEM klişesini kırmak" isimli doktora tezinde STEM alanlarındaki cinsiyet eşitsizliğinden yola çıkarak, küçük çocukların (5-7 yaş) teknoloji ve mühendislikle ilgili cinsiyet kalıplarını değiştirmek için robotik kullanımını araştırmıştır. Çalışma kapsamında KIWI robot setini kullanarak bir kadın öğretmen bir de erkek öğretmen tarafından ayrı ayrı 7 hafta süren bir robotik öğretim programı uygulanmış, uygulama sonunda kız ve erkek öğrencilerin teknoloji ve mühendislik konusundaki tutum ve görüşleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, uygulayıcının kadın olduğu deney grubundaki kız öğrencilerin "mühendis olmaktan hoşlanacakları" konusunda olumlu görüşleri artmış ve bu konuda cinsiyete göre bir farklılaşma görülmemiştir. Ancak uygulayıcının erkek olduğu deney grubunda, erkek öğrencilerin özellikle ileri programlama görevlerinde kızlardan önemli ölçüde daha iyi performans gösterdikleri ve cinsiyete göre bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçta çocukluk döneminde cinsiyete bağlı müdahale ve önyargıların etkili olduğu düşünülmüştür.

Sullivan, Strawhacker ve Bers (2017), küçük çocuklara STEM kavramlarını öğretmek için robotik ve sanatı bütünleştirdikleri çalışmalarında, KIBO robot setini kullanarak disiplinlerarası bir robotik müfredatı uygulamışlar, sonuçta öğrencilerin temel teknolojik fikirleri keşfederken aynı zamanda müziğe, görsel sanatlara ve edebiyata ilgisini çeken çocuk odaklı bir robotik eğitim yaklaşımı ortaya koymuşlardır.

Sullivan ve Bers (2017), robotiği STEM öğretiminde eğlenceli ve işbirlikli bir yol olarak ifade ettikleri çalışmalarında, Singapur'da 98 okul öncesi öğrencisinin katılımıyla 7 haftalık bir STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) KIBO robotik müfredatı uygulamışlar, çocukların erken dönemde temel teknoloji ve

mühendislik kavramlarıyla tanışmalarını sağlamışlardır. KIBO robot setinin kullanıldığı çalışmada öğrencilerin temel programlama becerilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda, özellikle küçük yaştaki öğrencilere robotiği daha fazla uygulama imkanı verilerek bazı üst düzey becerilerin kazandırılabilceği ifade edilmiştir. Strawhacker ve Bers (2015) de bu yönde yaptıkları çalışmada, 35 okul öncesi öğrencisi ile Lego WeDo robot seti kullanarak 9 haftalık bir robotik öğretim programı gerçekleştirmişler ve çalışma sonucunda araştırmaya katılan öğrencilerin programlama becerileri üzerinde olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Çetin ve Demircan (2018), robotik ile okul öncesi dönem STEM eğitimindeki teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin güçlendirilmesini konu alan literatür taraması şeklindeki çalışmalarında 23 araştırmayı incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, robotiğin okul öncesi dönem STEM eğitiminde, teknoloji ve mühendisliğin entegrasyonu için potansiyel bir katkısı ortaya konulmuş ve bu konuda umut verici bir uygulama olduğu belirtilmiştir. Jung ve Won (2018) da benzer şekilde okul öncesi dönem robotik eğitimi ile ilgili bir tarama çalışması gerçekleştirmiş, çalışma sonucunda robotiğin sadece STEM eğitimi desteklemek için kullanılan bir araç olmadığını, bu konuda ayrı bir robotik müfredatının hazırlanarak eğitimlerin verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışmaların dışında da farklı düzeylerde robotiği STEM bağlamında ele alan (Acar vd., 2018; Afari ve Khine, 2017; Akçay, 2018; Benitti ve Spolaôr, 2017; Chalmers, 2017; Chen ve Chang, 2018; Eguchi, 2014; Fernandes ve Martins, 2018; Hinton, 2017; Holmquist, 2014; Gerber vd., 2017; Goh ve Ali, 2014; Grubbs, 2013; Kaya, Newley, Deniz ve Yeşilyurt, 2017; Khanlari, 2013; Khanlari, 2014; Khine, 2017; Kim vd., 2017; McKay, Lowes, Tirthali ve Camins, 2015; Nall, 2016; Ortiz, 2010; Özel, 2018; Spikol, Friesel ve Ehrenberg, 2016; Susilo vd., 2016; Üçgül, 2013; Whitehead, 2010) birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışmalardan dikkat çekici olan bazıları ise şunlardır:

Ortiz (2010), 5. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmasında deney ve kontrol grupları oluşturmuş, deney grubuna robotik eğitim setleriyle entegre edilmiş bir matematik-mühendislik öğretim programı; kontrol grubuna ise ders kitabındaki şekliyle matematik öğretimi sunmuştur. Çalışmanın başında öğrencilere uygulanan ön testler arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir fakat uygulanan son testlerde deney grubu

öğrencileri kontrol grubundaki öğrencilerden anlamlı düzeyde uzaklaşmıştır. Bu çalışmada, robotik ile entegre edilmiş matematik öğretim programının ders kitabına kıyasla çok daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Whitehead (2010), 10 farklı okul ve toplam 107 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirdiği çalışmada robotik biliminin eğitime entegre edilmesinin, öğrencilerin STEM'e yönelik ilgi ve inançlarına olan etkisi araştırmıştır. Sonuçlar, öğretim programlarına robotik etkinliklerin entegre edilebileceğini ve bunun STEM'e olan ilgiyi olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

Khanlari (2013), robotiğin öğrencilerin STEM öğrenme deneyimleri üzerindeki etkileri ve STEM konularına olan ilgileri hakkında öğretmen görüşlerini incelemiştir. Çalışmanın sonuçları, alınan öğretmen görüşlerine göre robotiğin öğrencilerin STEM konularını öğrenmelerine yardımcı olduğunu ve STEM konularına ilgilerini arttırdığını ortaya koymaktadır.

Üçgül (2013), "Lego Mindstorms NXT'lerin Tarihi ve Eğitsel Potansiyeli" başlıklı tarama çalışmasında, son zamanlarda eğitimcilerin ilgisini çeken robotların eğitsel amaçlarla kullanımına yönelik araştırmaları incelemiştir. Çalışmada, robotların eğitsel amaçlarla kullanımının uluslararası robot turnuvalarının popülerlik kazanması ile arttığı, robotların en çok STEM eğitimini desteklemede kullanıldığı, bu konuda yapılan araştırmaların büyük bir bölümünde ise robotların STEM eğitime pozitif yönde etkisinin belirlendiği aktarılmıştır.

Khanlari (2014), ilkökul öğretmenlerinin robotiği STEM eğitimi için yararlı bir araç olarak algılayıp algılamadıklarını araştırdığı yüksek lisans tezinde, 11 öğretmenin görüşünü almıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, öğretmenler robotiği öğrencilerin yaşam boyu öğrenme becerileri üzerinde olumlu etkileri olan, fen bilimleri konularının öğrenilmesini kolaylaştırma potansiyeline sahip bir araç olarak görürken, matematik öğrenimi için kullanışlı olduğunu düşünmemişlerdir. Ayrıca öğretmenler robotiği öğretim etkinliklerine entegre ederken karşılaştıkları engelleri ve bu konuda desteğe ihtiyaç duyduklarını dile getirmişlerdir. Çalışma sonuçlarından hareketle; robotik çok disiplinli doğası ile STEM disiplinlerini bütünleştiren ve STEM eğitime açılan bir kapı olarak kabul edilmiştir.

Goh ve Ali (2014), “STEM öğrenmede bir araç olarak robotik” başlıklı çalışmalarında robotiğin eğitimde kullanılmasının STEM öğrenimine nasıl fayda sağladığını araştırmışlardır. Malezya’da bulunan 44 öğrenci ile yaptıkları deneysel çalışmada, Lego Mindstorms NXT robotik eğitim setlerini kullanarak soyut fizik kavramlarını öğretmede robotik destekli etkinlikler gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada *STEM Semantik Farklılık Ölçeği* ve *STEM Kariyer İlgisi Ölçeği* uygulamışlardır. Çalışmanın son-test sonuçları öğrencilerin ilk duruma göre STEM’e yönelik ilgi ve inançlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluştuğunu göstermiştir.

Eguchi (2014), çalışmasında K-12 öğrencilerinin müfredat programına eğitsel robotik uygulamalarının teknoloji tabanlı bir öğrenme aracı olarak entegre edilmesinin önemini aktarmayı amaçlamıştır. Çalışmada STEM, kodlama, bilgi işlemsel düşünme ve mühendislik becerilerini içeren üç farklı eğitsel robotik uygulamasından bahsedilmiştir. Çalışma sonucunda eğitimde robotik uygulamalarının, gelecekteki nitelikli işgücü için gerekli olan tüm önemli bilgi ve becerileri öğrencilere kazandırması açısından önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca robotik uygulamalarının öğrencilerin gelecekteki başarısını desteklemede hepsi bir arada olan bir eğitsel araç gibi düşünülebileceği ve okuldaki eğitim programlarında daha fazla yer alması gerektiği ifade edilmiştir.

Nall (2016), “Sınıfta Robotik: STEM Eğitiminde Robotik Tabanlı Müfredatın Etkililiği” başlıklı tez çalışmasında, elektrik devreleri konusunda hazırlanan yapılandırmacı robotik müfredatının lise öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak, geleneksel eğitim müfredatının uygulandığı öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri ile robotik müfredatının uygulandığı öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. Bu durum, çalışmada robotik müfredatının ders dışı aktivite olarak uygulanmasına ve süreçteki biçimlendirici değerlendirmenin iyi yapılamamasına bağlanmıştır.

Kim ve arkadaşları (2017), öğretmenlere STEM eğitiminde robotik kullanımını teşvik etmek, robotiği derslerde nasıl uygulayacaklarını göstermek için RoboSTEM adı altında bir eğitim portalı geliştirmişler ve bu portalın etkililiğini katılımcı 13 öğretmen ve öğretmen adayı görüşmeleri ve anketlerle değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda RoboSTEM portalının kullanılabilirlik anketi sonuçlarının oldukça olumlu olduğu,

öğretmenlerin örnek uygulamalar gerçekleştirmelerinde önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir.

Benitti ve Spolaôr (2017), “Robotlar STEM öğretimini nasıl destekler?” isimli sistematik literatür taraması şeklindeki çalışmalarında 2013’ten itibaren yayınlanan 60 araştırmayı incelemişlerdir. İnceleme sonunda, robotiğin teknoloji ve mühendislik konularını birleştirerek fen ve matematik kavramlarını somutlaştırmada öğretmenlere yardımcı olduğu; birçok becerinin geliştirilmesinde uzun vadeli olumlu etkileri bulunduğu ifade edilmiştir. Ayrıca robot uygulamalarının okul müfredatıyla nasıl ilişkilendirileceği, hangi yaş gruplarında kullanılabileceği ve nasıl değerlendirileceği konularında bilgiler verilmiştir.

Chalmers (2017), “Öğretmenleri robotik ile STEM’i öğretmeye hazırlamak” isimli çalışmasında, öğretmenlerin STEM’e ilgi duymalarını teşvik etmeyi amaçlayan üniversite düzeyinde robotik tabanlı bir destek eğitim programını değerlendirmiştir. Toplamda 153 öğretmen, program kapsamında mesleki gelişim atölyelerine katılarak robot programlamayı öğrenmiş, aynı zamanda sınıflarında robotik tabanlı STEM etkinliklerini nasıl geliştirip uygulayabileceklerini görmüşlerdir. Her atölye çalışması sonrası anketler doldurulmuş ve öğretmenlerin programa ilişkin görüşleri belirlenmiştir. Çalışmada, uygulanan programın öğretmenlerin robot oluşturma ve programlama becerilerini geliştirdiği ve robotik tabanlı STEM etkinliklerini uygulama kapasitelerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Hinton (2017), 7. sınıf öğrencileriyle robotik etkinlikler gerçekleştirerek öğrencilerin STEM’e yönelik tutumlarını ve robotik etkinliklerin eğitimde kullanımını araştırmıştır. Odak grup görüşmeleri, sınıf gözlemleri ve açık uçlu sorulardan oluşan anketlerle toplanan verilerin sonucunda, öğrencilerin STEM’e yönelik ilgilerinin ve öz yeterliklerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Acar ve arkadaşları (2018), eğitsel robot setlerinden Lego Mindstorms EV3 tabanlı etkinliklerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Fen ve Teknoloji dersine karşı tutumlarına ve STEM beceri düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Yarı deneysel desene sahip çalışmada, verilerin toplanması için *Fen ve Teknoloji Dersi Tutum Ölçeği* ve *STEM Beceri Düzeyleri Algı Ölçeği* kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, deneysel sürecin fen,

teknoloji ve mühendislik alt disiplinlerine ilişkin temel STEM beceri düzeylerine anlamlı düzeyde ve derse dönük tutumlara ise kısmen katkı sağladığı ortaya çıkmıştır.

Chen ve Chang (2018), STEM disiplinlerini yüksek oranda entegre eden bir robotik müfredatı geliştirmiş ve bu müfredatın lise öğrencilerinin STEM'e yönelik öğrenme çıktıları, ilgileri ve algıları üzerindeki etkilerini test etmiştir. Robotik müfredatının öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgisini çekmek için en yaygın ve popüler müfredatlardan biri olduğunun ifade edildiği deneysel çalışma, 10. sınıfta öğrenim gören 82 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda bütünleştirilmiş STEM'i içeren robotik müfredatı, kontrol grubunda ise geleneksel robotik müfredatı uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen nicel ve nitel veriler, deney grubunun STEM alanlarına yönelik bilgilerinin arttığını, ilgi ve kariyer yöneliminin güçlendiğini, algılarının ise olumlu yönde değiştiğini ortaya koymuştur.

Özel (2018), 8. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'na robotik biliminin entegre edilmesinin sonuçlarını ortaya koyduğu çalışmada tek gruplu ön-test son-test zayıf deneysel yöntem kullanmıştır. Çalışmada Fen Bilimleri 8. sınıf konularından "Basit Makineler", "Işık ve Ses", "Yaşamımızdaki Elektrik" ve "Deprem ve Hava Olayları" kazanımlarına yönelik robotik etkinlikler hazırlanarak 8 hafta boyunca İstanbul'daki bir devlet okulunda öğrenim gören 48 öğrenciye uygulanmıştır. Adı geçen konuları içeren *Fen Bilimleri Başarı Testi*; robotik etkinliklerin öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumlarına etkisini ölçmek amacıyla *Teknoloji Tutum Ölçeği*; STEM'e yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla ise *STEM Tutum Ölçeği* aynı çalışma grubuna ön-test son-test olarak uygulanmıştır. Ayrıca haftalık olarak gerçekleştirilen etkinliklerin sonrasında, öğrenciler görüşlerini ifade ettikleri öğrenci günlüklerini doldurmuşlardır. Fen bilimleri başarı testi, teknoloji ve STEM tutum ölçeklerinden elde edilen veriler bağımlı-t testi ile analiz edilmiş; öğrenci günlüklerinden elde edilen veriler ise betimsel analize tabi tutulmuştur. Araştırma sonucunda, 8. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'na robotik biliminin entegre edilmesinin sonucunda, öğrencilerin akademik başarılarının anlamlı düzeyde artış gösterdiği, teknolojiye ve STEM'e yönelik tutumlarında ise olumlu yönde değişiklik olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrenci günlüklerinin analizi sonucunda ise; robotik etkinliklerinin öğrencilerde fen bilimleri dersine karşı ilgi ve motivasyonu arttırdığı, işbirlikli çalışma, yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiştir.

Akçay (2018), Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adayları ile (n=42) Lego Mindstorms EV3 eğitsel robotik setlerini kullanılarak, böcek yaşamını taklit eden robotlar tasarlamak ve programlamak amacıyla deneysel bir araştırma tasarlamıştır. Deneysel araştırma; Lego Mindstorms EV3 eğitsel robotik seti hakkında teknik bilgilerin verilmesi, programlama ve kodlama ile ilgili eğitimin verilmesi, böceklerin sahip olduğu spesifik yaşamsal özellikleri içeren modüller üzerinde çalışmalar yapılması, öğretmen adaylarının gruplar halinde çalışarak robot tasarımlarını gerçekleştirmeleri, programlama ve robotların çalıştırılması süreçlerini içermektedir. Deneysel araştırmada; “Robotik FeTeMM” uygulamalarının, öğretmen adaylarının “akademik başarıları”, “bilimsel süreç becerileri” ve “derse yönelik motivasyonları” üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucu olarak; “Robotik FeTeMM” uygulamaları ile öğretmen adaylarının bilimsel bilgilerinin artarak geliştiği, kodlama ve programlama becerileri kazandıkları, bilimsel süreçleri uygulama ile ilgili bilgi ve becerilerinin arttığı, derse yönelik motivasyonlarının artarak geliştiği tespit edilmiştir. Ayrıca “Robotik FeTeMM” tasarım sürecinde öğretmen adaylarının aktifleştikleri, eğlenerek öğrendikleri ve böylece derse yönelik motivasyonlarının olumlu etkilendiği, işbirliği içinde çalışma ve iletişim becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmaların dışında yapılan birçok çalışma da benzer şekilde, robotik uygulamalarının öğrencilerin STEM alanındaki konuları öğrenmelerinde ve bu alandaki becerileri kazanmalarında olumlu etkileri olduğunu (Alimisis, 2013; Benitti, 2012; Eguchi, 2010), STEM alanlarına yönelik merak ve ilgiyi, mühendislik kariyer olanaklarını arttırdığını (Burket vd., 2008) ve 21. yüzyılın önemli becerilerinden olan problem çözme becerilerini geliştirdiğini (Nourbakhsh vd., 2004; Petre ve Price, 2004; Robinson, 2005; Rogers ve Portsmore, 2004) göstermektedir.

Öte yandan incelenen araştırmalarda; robotiği STEM eğitimi anlayışı kapsamında ele alan araştırmaların çoğunluğunun uluslararası yazına ait olduğu belirlenmiştir. Bu bakımdan bu çalışma ülkemiz açısından ayrı bir değer taşımaktadır.

2.5. Basit Malzemelerle Yapararak Öğrenme (Hands-on Learning)

Basit malzemelerle yaparak öğrenme (*hands-on learning*), öğrencilerin günlük yaşamda kullandığı basit malzemelerle oluşturduğu ürünler yardımıyla, bir olayı ya da olguyu

gözlemleyebilmesi, açıklayabilmesi, kavrayabilmesi ve olay üzerinde düşünmesi süreçlerini kapsayan bir yöntemdir (NCISE, 1995; Akt: Koç ve Böyük, 2012).

Basit malzemelerle yaparak öğrenme yönteminin tarihsel süreçteki varlığının, 1910'larda John Dewey'in yaparak öğrenme esasına dayalı yaklaşımı doğrultusunda ders kitaplarının içeriğinde daha çok uygulamaya dönük düzenlemeler yapılmasıyla başladığı söylenebilir (Kaptan, 1998).

Yöntemin öne çıkan özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Etkinliklere konu olan problemler gerçek hayat problemleridir.
- Etkinliklerde kullanılacak malzemeler, öğrencinin günlük yaşamından tanıdığı malzemelerden oluşmaktadır.
- Basit malzemelerle yaparak öğrenme (hands-on learning) etkinlikleri, öğrencileri bilim yapma sürecine yönlendirerek, bilimsel bilgiyi kendi araştırmaları sonucunda elde etmelerini destekleyecek niteliktedir (Başdaş, 2007).

Alanyazın incelendiğinde; basit malzemelerle yaparak-yaşayarak öğrenme uygulamalarının hem eğitim ortamına hem de öğrencilere pek çok katkısı olduğu belirtilmektedir (Satterthwait, 2010; Uzal, Erdem, Önen ve Gürdal, 2010). Öğrencilerin çevrelerini bir atölye olarak algılamalarını sağlayan bu yöntemde; kullanılan malzemeler temin edilirken, bireyler yaratıcılıklarını kullanarak; ilaç şişesinden ispirto ocağı, patlamış ampulden deney tüpü, konserve kutularından eşit kollu terazi, süt şişesinden barometre ve daha bunun gibi pek çok ürün geliştirebilirler (Akgün, 2000b). Bu nedenle hazır ve pahalı malzemelerle yapılan uygulamalara göre daha erişilebilir ve sürdürülebilir uygulamalar olduklarını söylemek mümkündür.

Çevreden kolay bulunabilen basit malzemelerle yapılan uygulamalar, soyut kavramların somutlaştırılmasına, derslerin sınıf dışına aktarılmasına ve çevre imkanlarının sınıf içine getirilmesine, özellikle sosyoekonomik düzeyi düşük bölgelerde malzeme sıkıntısı nedeniyle yapılamayan birçok etkinliğin yapılabilmesine imkan sağlar. Öte yandan çevresel malzemeleri aktivite amaçlı olarak toplayabilmek, eğitimci açısından yeterli alan bilgisine sahip olmayı gerektirir. Malzemeleri bulup seçerek eğitsel materyallere dönüştürmek veya öğrenciler tarafından dönüştürülmesine rehberlik etmek, yapılandırmacı eğitim anlayışında da önerilen bir durumdur. Bu nedenle, her

eğitimcinin okulun doğal ve sosyolojik çevresini etkinlik üretme amacı ile inceleme-araştırma sahası olarak kabul etmesi gerekir (Çeken, 2010).

2.5.1. Basit Malzemelerle Fen Eğitimi (Hands-on Science)

Basit malzemelerle fen eğitimi, psikomotor beceriler (*hands-on*) ile zihin etkinliğinin (*minds-on*) etkin katılımıyla fen kavramlarının keşfedilerek öğrenilmesine dayanan uygulamaları içermektedir (Nersessian, 1989). Özel araç-gereç ve ortama gerek duymayan bu uygulamalar, öğrencilerin çoklu denemeler yaparak basit ürünler tasarlayabilmeleri için bilgi ve beceri kazanmalarını, ürünlerini oluştururken fen bilimlerinin doğasını, temel kavramlarını, ilkelerini ve yasalarını daha iyi kavramalarını sağlamaktadır (Uzal, Erdem, Önen ve Gürdal, 2010).

1960 ve 1970'lerin başında neredeyse tüm fen dallarındaki müfredat gelişmeleri basit malzemelerle yaparak öğrenme yöntemiyle zenginleştirilmiştir. Dünyada pek çok ülkede basit malzemelerle yaparak öğrenme yöntemi (*hands-on learning*) kullanılmaktadır. Bu konuda her yıl düzenlenen “Uluslararası Hands-on Science Konferansı”; Fransa’da “Eller Hamurda Programı” (La Main à la Pâte); Amerika, Latin Amerika, Çin ve Hindistan’da “HOICS Programı” (Hands-on Inquiry Based Science Education System) gibi proje örnekleri basit malzemelerle yaparak öğrenme yönteminin fen eğitimi açısından uluslararası önemini göstermektedir (Başdaş ve Kirişçiöğlü, 2006).

Bugün çoğu okulda pahalı olduğu için birçok eğitsel malzeme temin edilememektedir. Oysa istenirse fen derslerindeki etkinliklerin büyük bir çoğunluğu, pahalı malzemelerle yapılan etkinliklerin yerini tutacak şekilde basit ve ucuz malzemelerle de yapılabilir. Böylece özel imkanlara gereksinim duyulmadan yapılan fen etkinlikleri büyük kentlerdeki okulların yanı sıra, ülkemizin her yerinde, köy okullarında da uygulanabilir hale gelerek her öğrenciye eşit deneyim fırsatı sağlayabilir.

Basit malzemelerle yapılan yaparak-yaşayarak öğrenme uygulamalarıyla;

- Öğrenciler kendi yaptıkları ürünlerle ezberlemeden, gözlem ve çıkarım yaparak öğrenirler. Böylece öğrencilerin pratik el becerileri de gelişir.
- Fen dersleri öğrenciler için daha eğlenceli hale gelir. Böylece başarısız ya da fene karşı ilgisiz olan öğrencilerin olumlu tutum kazanmalarını sağlar.

- Öğrenciler fen kavramlarını yakın çevreleri ile bütünleştirerek günlük hayatla ilişkilendirirler. Bu durum öğrenmeye olumlu katkıda bulunur.
- Ekonomik düzeye bakılmaksızın tüm öğrencilere eşit deneyim imkanı sağlanır ve öğrencilerin fenle ilgili mesleklere yönelme potansiyeli artar.
- Öğrencilere problem çözme ve araştırma yapma fırsatı sunulur. Böylece kavramlar arası kurulan bağlantılar daha anlamlı hale gelerek kalıcı öğrenme sağlanır.
- Çoklu denemeler yapabilen öğrenci bu denemeler sonucunda basit ürünler tasarlayabilecek ölçüde bilgi ve beceri kazanır (Hırça, 2012).

Basit malzemelerle yaparak öğrenme ile ilgili yapılan farklı araştırmalar incelendiğinde; bu yöntemin fen eğitiminde kullanılması ile birçok çalışmada öğrencilerin akademik başarısının arttığı (Başdaş, 2007; Çeken, 2007; Karamustafaoğlu, Çostu ve Ayas, 2005; Wiggins, 2006) ve fene yönelik tutumlarının geliştiği (Bilgin, 2006; Karamustafaoğlu, 2003; Koç ve Böyük, 2012) görülmüştür.

2.6. Basit Malzemelerle STEM (Hands-on STEM) Uygulamaları

Günümüzde yapılan STEM uygulamalarında gerek kullanılan yöntem gerekse malzeme açısından birtakım farklılıklar bulunmaktadır. Basit malzemelerle STEM (*Hands-on STEM*), günlük yaşamda kullanılan basit ve ucuz çevresel malzemelerle yapılan mühendislik odaklı, kolay uygulanabilir ve ekonomik STEM uygulamalarını kapsar. Basit malzemelerle yapılan STEM uygulamaları, STEM eğitiminde malzeme teminiyle ilgili yaşanan sıkıntıların giderilmesinde iyi bir çözüm yolu olarak görülmekle birlikte; Fen Bilimleri Öğretim Programı uygulama esaslarında vurgulanan “araştırma-sorgulama sürecinde yapılacak olan etkinliklerde, kolay ulaşılabilen, maliyeti düşük, kullanımı kolay araç-gereç ve malzemelerin kullanılması” önerisine de uygun düşmektedir (MEB, 2013a).

Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae (2013) bu tür uygulamaların öğrenme ve öğretme ortamlarında kullanılması sonucunda:

- STEM disiplinlerin bütünleştirilmesinin sağlanması,
- Bilim ve mühendislik odaklı kariyer alanlarına ilginin artması,
- Sorgulamaya dayalı öğrenme sağlanarak öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi,

- Özellikle kız öğrencilerin fen ve mühendislik alanlarına yönelik ilgi, beceri ve tutumlarının artması,
- Fen eğitiminde mühendislik biliminin, günlük yaşam ve fiziksel dünyayı anlamada önemli olduğu konusunda farkındalık uyandırması gibi birçok hedefe ulaşılabileceğini aktarmaktadır.

2.6.1. Basit Malzemelerle STEM İle İlgili Yapılan Çalışmalar

İlgili alanyazın incelendiğinde, basit malzemelerle STEM uygulamaları ile ilgili (Baran, Bilici, Mesutoğlu ve Ocak, 2016; Barry, Kanematsu ve Kobayashiy, 2009; Bayazıt, Akaygün, Demir ve Tutak, 2018; Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae, 2013; Doğan, Gencer ve Bilen, 2017; Donnelly, Magnani ve Robinson, 2016; Gencer, 2015; Gülhan ve Şahin, 2018; Mayasari, Kadarohman, Rusdiana ve Kaniawati, 2016; Yılmaz, Gülgün ve Çağlar, 2017) çeşitli çalışmalara rastlanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda açıklanmaktadır:

Barry, Kanematsu ve Kobayashiy (2009), “Alüminyum folyo kullanarak yaratıcı mühendislik tasarım etkinliği” başlıklı çalışmaları kapsamında Japonya’da 27 ilkokul öğrencisi ile çeşitli atölye uygulamaları gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada öğrenciler sabit ebatlarıdaki alüminyum folyo tabakalarını kullanarak kendi teknelerini tasarlamış ve batmadan en fazla yükü taşıyan tekneyi oluşturmak için birbirleriyle yarışmışlardır. Böylece öğrencilere mühendislik eğitimi için ucuz, yaratıcı ve uygulamalı bir etkinlik önerisi sunulmuştur.

Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae (2013), Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı tarafından bütçelendirilen *ENGINEER Projesi* kapsamında geliştirilen öğretim materyallerinin tanıtımını yaptıkları çalışmalarında, basit ve ucuz malzemeler kullanarak ve *Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)* izlenerek öğrenme üniteleri geliştirmişlerdir. Çalışma kapsamında, daha fazla sayıda genç bireyin STEM alanında kariyer düşüncelerinin geliştirilmesini hedefleyen proje ile ilgili bilgilerin yanı sıra, mühendislik tasarım süreci ve örnek üniteler sunulmuştur.

Gencer (2015), “Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak etkinliği” başlıklı ile bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki temel farkları ortaya koyduğu çalışmasında, 30 yedinci sınıf öğrencisi ile basit malzemeler kullanarak mühendislik

tasarım sürecinin temel ilkelerini uygulamıştır. Çalışmada uygulayıcı olan öğretmen ve öğrencilerden yazılı olarak alınan görüşler doğrultusunda, birinci elden bilim ve mühendislik deneyimleri yaşayan öğrencilerin yeni programın vizyonunda tanımlanan fen okuryazarı bireyler olarak fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değerleri kazanmalarının yanı sıra fen bilimleri alanında kariyer bilinci geliştirmelerine katkı sağlandığı ifade edilmiştir.

Donnelly, Magnani ve Robinson (2016), “optik” konusunun hazır setler olmadan, ucuz ve yaygın olarak bulunan materyaller kullanılarak öğretilmesine dayanan bir pilot çalışma yapmışlardır. Çalışmada hazır eğitsel setlerin temini için yeterli maddi kaynağın bulunamaması ve gerçekte uygulanması güç, pratik olmayan kullanımlara sahip olması gibi olumsuz yönlerine dikkat çekilmiş, bu doğrultuda yapılan pilot uygulama sonuçları aktarılmıştır.

Basit malzemelerle STEM çalışmalarına örnek teşkil eden başka bir çalışma da, Doğan, Gencer ve Bilen (2017) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada öğrencilerin STEM kazanımlarını birlikte deneyimlemelerine olanak sağlayan *Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması* etkinliği uygulanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet ortaokulunun 7. sınıfında öğrenimlerini sürdüren 5 kız, 7 erkek öğrenci olmak üzere 12 öğrenci oluşturmuştur. Sınıf dışı etkinlik olarak 5 günde her gün iki ders saati olmak üzere toplam 10 saat olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, nitel desenlerden durum çalışması kullanılmıştır. Araştırmada, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı açık uçlu sorular ile elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; öğrenciler malzeme temini ve takım çalışmasındaki güçlükleri belirtse de, etkinliğin eğlenceli olduğunu, bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki benzerlik ve farklılıklara ilişkin fikir edindiklerini, mühendislik tasarım döngüsünü uygulamaktan hoşlandıklarını ifade etmişlerdir

Yılmaz, Gülgün ve Çağlar (2017), 7. sınıf düzeyindeki öğrencilere Fen Bilimleri dersi *Kuvvet ve Enerji* ünitesinin kazanımlarına yönelik olarak daha etkili bir eğitim sunabilmek amacıyla, bir dizi basit malzemelerle STEM etkinlikleri tasarlamış ve bu etkinliklerin öğrencilerin kavramsal ve kuramsal öğrenme düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Durum çalışması ve tasarım tabanlı öğrenme süreçleri takip edilerek yapılan çalışmada, basit malzemelerle STEM etkinlikleri kullanılarak yapılan öğretimin

7. sınıf öğrencilerinin *Kuvvet ve Enerji* ünitesinin kuramsal ve kavramsal öğreniminde olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.

Bayazıt, Akaygün, Demir ve Tutak (2018) STEM alanlarında görev yapmakta olan 25 öğretmen ve onların okullarından 65 öğrencinin katılımıyla 2 günde gerçekleştirdikleri bir başka çalışmada, basit malzemelerle yapılan *Yenebilir Arabalar* etkinliği hakkında öğretmenlerin deneyim ve görüşlerini incelemiştir. Sonuçta, öğretmenlerin genel olarak olumlu görüş bildirdikleri, etkinliğin merak uyandıran, ekonomik, eğlenceli, disiplinlerarası, takım çalışması için uygun, mühendislik becerilerini pekiştirici olduğunu düşündükleri görülmüştür. Ayrıca, farklı branşlardan gelen öğretmenlerin etkinlikte küçük değişiklikler yaparak vurgulamak istedikleri kavramları öne çıkarabileceklerini düşünmüş olmaları göz önüne alınarak, uygulanan etkinliğin STEM alanı ders ya da ders dışı etkinliklerinde kullanılması önerilmiştir.

Gülhan ve Şahin (2018) yaptıkları araştırmada, 7. sınıf Fen Bilimleri dersindeki *Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması* ünitesine yönelik 30 öğrenci ile 5 hafta boyunca STEM eğitimi 5E modeline dayalı etkinlik uygulamaları gerçekleştirmiştir. Etkinliklerde basit malzemeler kullanılarak kaleydoskop, yansıtıcı heykel, güneş fırını, spektroskop ve ışık gösterisi aracı tasarımları yapılmıştır. Araştırmada yapılan gözlem ve görüşmeler sonucunda, öğrencilerin olabildiğince yaratıcı tasarımlar ortaya çıkardıkları belirlenmiş ve etkinliklerle uğraşmayı sevdiklerine yönelik olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Özetle ilgili alanyazına bakıldığında, basit malzemelerle STEM uygulamalarının kolay, pratik, uygulanabilir ve ulaşılabilir özelliği ile sosyoekonomik düzeye bakılmaksızın STEM eğitiminde eşit deneyim imkanı sunması yönüyle son derece önemli olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Öte yandan alanyazında robotik destekli ve basit malzemelerle STEM üzerine yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde; STEM alanında robotik uygulamalarının basit malzemelerle yapılan uygulamalara göre daha yaygın olduğu görülmüş ve bu iki uygulamanın STEM eğitimi anlayışı çerçevesinde karşılaştırıldığı deneysel bir araştırmaya ise rastlanmamıştır. Bu bakımdan bu çalışma özgün niteliktedir.

2.7. Problem Çözme Becerileri

Problem çözme becerisinden bahsetmeden önce problem ve problem çözme üzerinde durmak gerekir. Problem kavramı birçok kaynakta farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bingham (1983) problemi, bir kişinin istenilen bir amaca varmak için o süreçte karşısına çıkan engel olarak adlandırırken; Dewey (2007) ise problemi, bireylerin zihnini kurcalayan ve ona meydan okuyan herşey olarak tanımlamıştır.

Literatürde problemlerin çeşitli sınıflandırmaları vardır. En çok kullanılan sınıflandırma Jonassen ve Kwon'a aittir (Sezgin, 2011). Jonassen ve Kwon (2001) tarafından problem türleri iyi yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak ikiye ayrılır. Yapılandırılmış problemler; çoğunlukla fen ve matematik derslerinde ünite ve konu sonlarında yer alan sorularken, yapılandırılmamış problemler günlük hayatta sıklıkla karşılaşılan problemlerdir (Yu, She ve Lee, 2010). Günlük hayat problemleri, bireylerin hayatlarında çok fazla yer aldığı için bireyler günlük hayat problemleri ile başa çıkmaya çalışırlar ve bu problemleri çözme ihtiyacı duyarlar (Tambychik ve Meerah, 2010).

Problem çözme, bir amaç doğrultusunda karşılaşılan güçlüklerle baş edebilme sürecidir. Heppner (1988) bu kavramı problemlerle başa çıkma olarak tanımlarken, Mayer (1990) verilen problem durumunu istenen duruma aktarmada gerçekleşen bilişsel süreç olarak tanımlamaktadır (Akt: Pekbay, 2017). Problem çözme, fen, matematik ve mekanik problemlerini çözmeden; bilişsel, mantıksal ve sosyal problemlerin çözümüne kadar oldukça geniş bir alanı kapsayan bir kavramdır (Bullock, 1988). Problem çözme becerisi ise, çözümü açık olmayan bir problem durumunda bireyin bu durumu anlama ve bilişsel süreçler yardımı ile çözme kapasitesi olarak ifade edilmektedir (Yılmaz vd., 2011). Bu beceri, tüm diğer beceriler gibi öğrenilebilir bir beceridir (Aydoğan, 2004).

Problem çözme kavramının eğitimde kullanılmaya başlaması, John Dewey tarafından yapılan çalışmalara dayanmaktadır. Dewey'in (2007) problem çözme süreci; bir sorun ile başlar, problemin tanımlanması, olası çözüm getiren hipotezlerin önerilmesi, uygun verilerin toplanması, hipotezlerin test edilmesi ve problemin çözülmesi ve sonuçların raporlaştırılması ile son bulur. Bu süreç devamlılık isteyen, öğrenilebilir ve geliştirilebilir bir süreçtir (Düzgün, 2011). Bir adım gerçekleştirilmeden öteki adıma geçiş söz konusu değildir.

Problem çözme süreci; problemin tanımlanması, alternatif çözümler üretilmesi, çözümlerin değerlendirilmesi, karar verme süreci ve verilen kararın uygulamaya konulması şeklinde de ifade edilmekte ve sürecin en önemli kısmının karar verme olduğu düşünülmektedir. Nitekim çözüme giden yolda karar verme sürecinde yaşanabilecek bir kararsızlık bütün sonucu olumsuz etkileyebilir (Kasımoğlu, 2013). Bu süreçte öğretmenin rolü, öğrencilerin ilgi ve gereksinimlerine göre problemin çözümü için yol gösterici olmaktır.

Birçok ülkenin eğitim programlarının temel amaçlarından biri, öğrencilere problem çözme becerisinin kazandırılmasıdır. Problem çözme becerisi gelişmiş bireyler hayatı boyunca karşılaştıkları problem durumları karşısında olayı görmezden gelmeyip, problemleri çözmek için birçok girişimde bulunan, karar verme aşamasında zorlanmayan, olaylar arasında çözüme yönelik detayları ilişkilendiren, bu ilişkilendirme sonunda sorunu basitleştirip uygun çözüm önerileri üretebilen bireyler haline gelirler. Öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, bireyin içinde yaşadığı çevreye daha iyi şekilde uyum sağlamasına, çok yönlü, eleştirel ve yaratıcı düşünmesine katkı sağlar (Dow ve Mayer, 2004).

Öğrencileri problemi çözmeye teşvik eden, grup olarak çalışma ortamı sağlayan, iletişimi arttıran süreç, günlük yaşam problemlerini de kullanan güçlü bir sınıf ortamındaki öğrenmedir (Aydoğdu, 2012). Bu noktada son yıllarda önemli ölçüde gündemde olan STEM eğitimi ile öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin geliştiği ve özellikle öğrencilerin günlük yaşamla ilgili problemleri çözebildikleri vurgulanmaktadır (Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013).

2.7.1. Okul Öncesinde Problem Çözme Becerileri

Problem çözme becerisi, çocuğun doğuştan getirdiği en önemli becerilerden birisidir. Bu becerinin gelişmesi için bebeklik döneminden itibaren uygun ortamın sağlanması gereklidir (Arslan, 2012). Problem çözme, küçük yaşlardan başlanarak geliştirilmesi gereken bir beceri olması yönüyle, okul öncesi dönemde özel bir öneme sahiptir. Çocukların okul öncesi dönemle birlikte problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesi, gerçek yaşama uyum göstermelerini ve çok yönlü gelişmelerini sağlar (Zembat ve Unutkan, 2005).

Çocuklar, çok erken yaşlarda birçok problem durumu ile karşılaşır ve bu problem durumlarını çözme davranışları sergilerler. İki yaşındaki bir çocuğun üç küpü üst üste koymaya çalışması, bir probleme çözüm aramasının sonucudur. Ayakkabı giyme üç yaşındaki bir çocuk için, oyuncak arabanın tekerinin nasıl döndüğü ise altı yaşındaki bir çocuk için çözülmesi gereken bir problemdir. Örneklerde görüldüğü gibi problem çözme, çocuğun günlük davranışı haline gelmekte ve çocuk, gün içerisinde kendisi ve uğraşları ile ilgili pek çok probleme çözüm bulmaya çalışmaktadır (Aydoğan ve Ömeroğlu, 2004).

Okul öncesi dönemde problem çözme, çocuğun hem iç hem dış kaynaklardan nasıl faydalanacağını öğrenmesine yarayan bir yoldur. Problem çözme, çocuğun yeteneklerinin, benlik saygısının ve özgüven duygularının gelişimini hızlandırır (Bingham, 1983; Akt: Oğuz, 2012). İyi bir problem çözücü olarak yetişen çocuk, ileride karşılaşabileceği pek çok kişisel, mesleki ve sosyal problemi bilişsel yeteneklerini kullanarak kolayca çözebilir (Ömeroğlu, Büyüköztürk, Aydoğan ve Özyürek, 2009).

Okul öncesi dönemde problem çözme, ilkokul ve daha ileri yıllara göre farklılık gösterebilmektedir. Nitekim öğretim ve etkinlik ortamlarının farklılığı problem çözme etkinliklerinin okul öncesi döneme göre özel bir tasarımla sunulması gerekliliğini ön plana çıkarır (Çetin, 2016). Bu nedenle okul öncesi eğitim programlarında uygulanan stratejiler ve sınıf içerisinde yapılan tüm etkinlikler çocukların problem çözme davranışlarını okul içinde ve dışında uygulayabilecekleri şekilde düzenlenmelidir (Duman, 2009). Bu dönemde öğretmen çocuğu ne kadar çok problemle karşı karşıya bırakır ve çözüm yollarını bulma şansı verirse, çocuğun yeni problemleri çözme olasılığı da o kadar artacaktır. Özellikle, esnek bir programın uygulandığı ve zengin uyarıcıların bulunduğu çevrede çocuklar, araştırma yapmaları ve görüşlerini söylemeleri için cesaretlendirilirse iyi birer problem çözücü olabilirler (Güven, 2005).

Okul öncesi dönemde problem çözme becerileri birçok farklı etkinlikle desteklenebilir. Bu kapsamda yapılacak fen etkinliklerinin, çocukların bilimsel düşünme, problemleri sınıflama, çözümler üretme ve çözümleri uygulama becerilerini oldukça geliştirdiği belirtilmektedir (Yaman ve Yalçın, 2005).

2.7.2. Fen Eğitiminde Problem Çözme Becerileri

Günümüzde problem çözme becerisi gelişmiş bireylerin yetişmesi eğitimin en önemli hedeflerinden biridir. Fen eğitimi ise bu becerilerin geliştirilmesinde kritik bir öneme sahip olup, aktif bir rol oynamaktadır (Bozan ve Küçüközer, 2008).

Ünal ve Aral'a (2014) göre, fen eğitiminin kazanımlarından biri olan problem çözme becerisi, çocukların yaparak yaşayarak uyguladıkları fen etkinlikleriyle öğrenilmekte ve geliştirilmektedir. Başka bir ifadeyle, fen dersindeki etkinlikler çocuğun önce kendisini, sonra çevresini tanımasını sağlarken; gözlem yapma, araştırma ve sorgulama, neden-sonuç ilişkisi kurma gibi süreçleri sayesinde çocuklara problem çözme becerisi kazandırmaktadır (Ünal ve Akman, 2006; Ünal ve Aral, 2010). Bu sayede problem çözme becerileri gelişen çocukların analiz, sentez ve çok yönlü düşünme yetenekleri de gelişmektedir (Zembat ve Unutkan, 2005).

Problem çözme becerisi kazandırmaya yönelik fen etkinlikleri yapılırken, ortamda modeller, teknolojik araç ve gereçler, basit makineler, inşa malzemeleri ve araştırma yapmak için gerekli çeşitli materyallerin bulunması gerekir. Bu materyallerle yapılan çalışmalara konu olan problemler aynı zamanda gerçek yaşamdaki problemleri de içermektedir. Böylece çocukların günlük yaşamda karşılaşılan problemleri basit yöntem ve araçları kullanarak çözebileceklerini görmeleri, problemlerin çözülebileceğine inanmalarını ve kendilerine güvenmelerini de sağlayacaktır (Ergin, Pekmez ve Erdal, 2005; Ünal ve Aral, 2010; Ünal ve Aral, 2014).

2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda da problem çözme becerilerinin geliştirilmesine önem verildiği görülmektedir. Nitekim öğrencilerin günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk almaları ve bu sorunları çözmeye fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç ve diğer yaşam becerilerini kullanmaları programın hedefleri arasındadır. Programda ayrıca öğrencilerin *Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları* kapsamında ünitelerde ele alınan konularla ilgili günlük hayattan bir problem tanımlamaları, problemin çözümünde alternatif çözüm yollarını karşılaştırarak belirli kriterler kapsamında uygun olanı seçmeleri, seçtikleri çözüme yönelik planlama yaparak sonraki aşamada ürünlerini ortaya koymaları ve sunmaları beklenmektedir (MEB, 2018b).

2.7.3. Problem Çözme Becerileri ve STEM Konulu Çalışmalar

Araştırmanın ana konusu olan STEM eğitiminin literatürde fen bilimleri, sosyal bilimler ve beşeri bilimler alanında sıkça karşılaştığımız 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan becerilerin gelişmesine katkı sağladığı düşünülmektedir (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Bu becerilerin başında ise problem çözme becerileri gelmektedir.

Alanyazında problem çözme becerileri ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Araştırma konusu doğrultusunda, bu çalışmalardan “STEM, Robotik, Robotik Destekli STEM (*RoboSTEM*) ve Basit Malzemelerle STEM (*Hands-on STEM*)” konularıyla ilgili olanlar dört şekilde gruplandırılarak incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur. Bu kapsamda öncelikle problem çözme becerileri ile STEM’i genel olarak birlikte konu alan bazı çalışmalardan (Acar, 2018; İnce, Mısır, Küpeli ve Fırat, 2018; Pekbay, 2017; Sarıcan ve Akgündüz, 2018; Soros, Ponkham ve Ekkapim, 2018) bahsedilecektir:

Pekbay (2017) yapmış olduğu doktora tez çalışmasında, STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisini incelemiştir. Çalışmada ayrıca öğrencilerin STEM ve STEM etkinlikleri ile ilgili ve uygulanan süreç ile ilgili görüşleri alınmıştır. Araştırmada nitel ve nicel desenlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem desenlerinden iç içe desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, Bilim Uygulamaları dersini alan 35 deney ve 36 kontrol grubu olmak üzere toplam 71 ortaokul öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır. Nitel veriler; öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasındaki STEM ile ilgili görüşlerini ve uygulama sonrasında ise STEM etkinlikleri ile ilgili görüşlerini derinlemesine incelemek için, nicel veriler ise grupların kendi içinde ve gruplar arası karşılaştırılması amacı için kullanılmıştır. *Günlük Yaşama Dayalı Problem Çözme Becerileri Testi* ile *STEM Alanlarına İlgili Ölçeği* nicel veri toplama araçlarını oluştururken; etkinlik çalışma kağıtları, etkinlik ile STEM alanları ilişki kağıdı, öğrenci günlükleri, uygulamalar süresince gerçekleştirilen gözlemler sonucu elde edilen alan notları, sürece yönelik düşünceler formu ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler nitel veri toplama araçlarını oluşturmuştur. Araştırma sonucunda, STEM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin STEM’e yönelik ilgilerinde de olumlu yönde bir gelişim olmuştur. Araştırmanın nitel verilerinden elde edilen bulgular ise uygulama

sürecinin öğrencilerin STEM'e yönelik görüşlerinde olumlu bir değişikliğe sebep olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda öğrenciler Bilim Uygulamaları dersinin STEM etkinlikleri ile işlenmesine yönelik olumlu görüş bildirmişlerdir. Öğrencilerin etkinlik ile ilgili olumlu görüşleri arasında en çok; etkinliğin eğlenceli olması, etkinlikte grup çalışması olması ve etkinlikte fen kavramlarını öğreniyor olmaları yer almıştır. Diğer taraftan öğrenciler ürün tasarlarırken bazı malzeme kaynaklı yaşadıkları zorlukları etkinliğin olumsuz yönleri olarak belirtmişlerdir.

İnce, Mısır, Küpeli ve Fırat (2018), Fen Bilimleri dersi “Yer Kabuğunun Gizemi” ünitesi kapsamında bütünleştirilmiş STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerilerine ve akademik başarılarına etkisini tespit etmişlerdir. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenden oluşan ve altı hafta süren çalışmaya, 58 beşinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Veriler *Problem Çözme Envanteri* ve *Yer Kabuğunun Gizemi Başarı Testi* ile toplanmış olup, çalışma sonucunda STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarını ve problem çözme becerilerini olumlu yönde etkileyebileceği ortaya çıkmıştır.

Sarıcan ve Akgündüz (2018) yaptıkları çalışmada, bütünleştirilmiş STEM eğitiminin akademik başarıya ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine ve fen eğitiminde öğrenme kalıcılığına etkisini araştırmışlardır. Ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel modeldeki çalışma, 6. sınıfta okuyan 44 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda yapılandırmacı eğitim, deney grubunda bütünleşik STEM eğitimi uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak *Akademik Başarı Testi* ve *Problem Çözmeye Yönelik Yansıtıcı Düşünme Ölçeği* kullanılmıştır. Sonuç olarak, bütünleştirilmiş STEM eğitiminin yapılandırmacı eğitime göre akademik başarıyı, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerini ve öğrenme üzerindeki kalıcılığı sınırlı düzeyde arttırdığı görülmüştür. Bu durum, akademik başarı açısından yapılan STEM eğitiminin süreç odaklı olması ancak sonuç odaklı bir başarı testi ile değerlendirilmesi şeklinde yorumlanmıştır. Problem çözmeye yönelik ulaşılan sonucun ise beklenmedik bir sonuç olduğu vurgulanmıştır.

Soros, Ponkham ve Ekkapim (2018), *Kuvvet ve Hareket* konusunda yapılan STEM eğitiminin başarı, öğrenme memnuniyeti, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 10. sınıfta okuyan 37 öğrenci ile

gerçekleştirilen çalışma sonucunda, yapılan son-testlerde öğrencilerin başarı, öğrenme memnuniyeti, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir.

Acar (2018), STEM eğitiminin fen bilimleri ve matematik derslerindeki akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri üzerine etkisini belirlemek için karma yöntemle sahip bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, Niğde ili merkezinde yer alan benzer sosyoekonomik düzeydeki iki ayrı ilkokulda bulunan, fen bilimleri ve matematik başarısı bakımından birbirine denk olan deney-1, deney-2 ve kontrol grubu olmak üzere üç ayrı sınıfta bulunan ilkokul 4. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmanın deney-1 ve deney-2 gruplarında, STEM etkinlikleriyle hazırlanan ders planlarına göre ders işlenirken, kontrol grubunda Milli Eğitim Bakanlığı tarafından önerilen ders ve çalışma kitaplarına göre ders işlenmiştir. Öğretme-öğrenme süreci, deney-1 grubunda sınıf öğretmeni tarafından, deney-2 grubunda araştırmacı tarafından, kontrol grubunda ise sınıf öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Araştırma 45 ders saati (yaklaşık 13 hafta) olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın verileri, fen bilimleri ve matematik derslerine yönelik akademik başarı testi, problem çözme ve eleştirel düşünme becerisi ölçekleri ile elde edilmiştir. Bununla birlikte, nitel verilerin elde edilmesinde, deney grubu öğrencilerinin sürece yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla, yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmadaki nicel veriler için ANOVA analizi, nitel veriler için ise içerik analizi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda; STEM eğitiminin, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri ve matematik derslerindeki akademik başarılarını, eleştirel düşünme ve rutin olmayan problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin sürece yönelik görüşlerinde etkinliklerden keyif aldıkları, hem matematik hem de fen bilimlerine yönelik bilgilerinin arttığı, gelecekte meslek olarak mühendisliği seçebilecekleri ve bundan sonraki dersleri de STEM etkinlikleriyle işlemek istedikleri belirlenmiştir.

Alanyazında robotik uygulamalarının problem çözme becerilerine etkisi konusunda da birçok çalışma olduğu (Adams vd., 2018; Agatolio, Moro, Menegatti ve Pivetti, 2018; Altın ve Pedaste, 2013; Avcı ve Şahin, 2019; Barak ve Zadok, 2009; Blanchard, Freiman ve Lirrete-Pitre, 2010; Flowers ve Gossett, 2002; Huang, Varnado ve Gillan, 2013; Kırkan, 2018; Komis, Romero ve Misirli, 2017; Korkmaz, 2016; Özer-Şanal ve

Erdem, 2017; Silik, 2016; Sullivan, 2017; Taylor, 2016; Turner ve Hill, 2007; Turner ve Hill, 2008; Wang, Kinzie, McGuire ve Pan, 2010) görülmektedir. Bu çalışmalardan dikkat çekici olan bazıları şunlardır:

Turner ve Hill (2008) yaptıkları çalışmada, Lego Mindstorms robotik setlerini kullanarak problem çözmenin öğretildiği ve programlamanın yapıldığı bir modülde öğretim deneyimlerini ele almışlardır. Sekiz hafta süren araştırmada, öğrencilerden robotik kullanarak problem çözme konusunda olumlu geri bildirimler alınmıştır. Ayrıca kullanılan robotik setlerinin sayı olarak yetersiz ve sürekli kullanım imkanı olmaması bakımından araştırmayı sınırlandırdığı, alternatif olarak ücretsiz robotik simülatörü olan *Microsoft Robotics Studio* kullanılarak robotik materyalleri geliştirildiği ifade edilmiştir.

Barak ve Zadok (2009), Lego Mindstorms robotik projelerine katılan lise öğrencilerinin bilim ve teknoloji kavramlarını öğrenme ve problem çözme süreçleri ile ilgili yaptıkları çalışmada, sınıf gözlemleri ve öğrenci görüşmeleri gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin problem çözme sürecinde zorluklarla karşılaştığı, ancak problemlere yaratıcı çözümler sundukları ortaya çıkmıştır.

Blanchard, Freiman ve Lirrete-Pitre (2010), yenilikçi bir öğrenme ortamı sağlayan robotiğin 11-12 yaş arası öğrencilerin karmaşık problemleri çözmelerine yardımcı olacak becerileri geliştirmeleri üzerine yaptıkları durum çalışmasında, sınıf içi gözlem ve görüşme sonuçlarına göre, robotik tabanlı öğrenmenin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirme potansiyeli olduğunu doğrulamışlardır. Ayrıca robotun hareketlerini programlama ve programlama sistemini koordine etme sürecinin üst düzey bilişsel düşünme yeteneği gerektirdiğini ifade etmişlerdir.

Wang, Kinzie, McGuire ve Pan (2010), çocukların sorgulama becerisini, etki alanını ve aralığını genişletmek için robotik ve kodlama gibi bilgi teknolojilerinden yararlanılabileceğini belirttikleri çalışmalarında, bu teknolojilerin erken çocukluk eğitiminde matematik, fen, okuma yazma, dil ve sosyal alanlarda çocukların problem çözme süreçlerini kolaylaştırıcı ve destekleyici olumlu etkiler yarattığını aktarmışlardır.

Castledine ve Chalmers (2011), lego robotiğin etkili bir problem çözme aracı olup olmadığını sorguladığı nitel çalışmasında, robotiğin öğrencilerin problem çözme stratejilerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Çalışmaya 6. sınıfta öğrenim gören 23

öğrenci katılmıştır. Verilerin gözlem ve anket yoluyla toplandığı çalışma sonuçları, robotik etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme kararlarını yansıtmasına yardımcı olduğunu ve sınıfta lego robotiğin etkili bir problem çözme aracı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Altın ve Pedaste (2013), “Fen Eğitiminde Robotik Uygulamak İçin Öğrenme Yaklaşımları” başlıklı tarama türünde bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada eğitsel robotiğin gelişimi ve arkasındaki metodoloji ve fikirlerden bahsedilmiş; robotlarla öğretim için kullanılan farklı yaklaşımlar değerlendirilmiştir. Problem tabanlı, inşacı ve rekabete dayalı öğrenmenin robotların en yaygın kullanım alanı olduğu ifade edilmiş ve bu yaklaşımların olumlu ve olumsuz özelliklerine değinilmiştir. Sonuç olarak, robotiğin fen eğitiminde problem çözme ve sorgulayarak öğrenme için yaratıcı bir araç olabileceği belirtilmiştir.

Taylor (2016), 2015 yılı PISA sınavında oldukça önemsenen işbirlikli problem çözme becerilerini geliştirmede robotik aktivitelerinin etkisini araştırdığı yarı deneysel modeldeki doktora tezinde, 4. ve 5. sınıf öğrencilerinden deneyim seviyesine göre iki ayrı grup (acemi ve tecrübeli olmak üzere) oluşturmuştur. Çalışmaya toplamda 179 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda, robotik sayesinde tüm grupların problem çözme becerilerinde artış yaşandığı, ancak deneyime göre değişen grup rolünün problem çözme becerilerlerinin gelişiminde etkili olduğu ve robotik deneyimi fazla olan öğrencilerin bu konuda daha fazla gelişme kaydettikleri belirlenmiştir.

Silik (2016), Fen Bilgisi öğretmen adayları için uygun bir robotik destekli öğrenme ortamı oluşturmayı ve bu ortamın öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisini araştırmayı amaçladığı karma araştırma türündeki yüksek lisans tezinde, 12 ikinci sınıf ve 3 üçüncü sınıf olmak üzere toplam 15 Fen Bilgisi Eğitimi öğretmen adayı ile 6 hafta boyunca uygulamalar yapmıştır. Uygulamalar her biri 5’er kişiden oluşan 3 farklı grup üzerinde, Lego Mindstorms Ev3 Home Edition seti ile inşa etme, tasarım ve programlama aşamalarını içeren robotik eğitimi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının mevcut problem çözme becerileri ile uygulama sonundaki problem çözme becerileri arasında olumlu yönde bir farklılaşma olduğu; fakat bu farklılaşmanın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacı, ulaşılan bu sonucun uygulama süresinin sınırlı olması ve bu süre içerisinde öğretmen adaylarından

bir kısmının çalışmaya katılmaya devamlılık göstermemesinden kaynaklanmış olabileceğini ifade etmiştir. Öte yandan, öğretmen adaylarının robotik destekli öğrenme ortamı içerisinde problem çözmeye en çok ‘keşif becerileri’, ‘gözlem becerileri’, ‘pratik beceriler’ ve ‘sosyal beceriler’ aşamalarını kullandıkları gözlemlenmiştir.

Korkmaz (2016), Scratch ve Lego Mindstorms EV3 programlama faaliyetlerinin öğrencilerin programlama başarısı, problem çözme ve mantıksal-matematiksel düşünme becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. İki deney grubu ve bir kontrol grubu ile yarı deneysel olan çalışmaya toplam 75 öğrenci katılmıştır. Birinci deney grubuna Scratch tabanlı oyun etkinlikleri; ikinci deney grubuna Lego Mindstorms EV3 tabanlı tasarım etkinlikleri, kontrol grubuna ise C++ editör tabanlı geleneksel öğretim etkinlikleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, Scratch tabanlı oyun etkinliklerinin öğrencilerin mantıksal-matematiksel düşünme becerileri üzerinde; Lego Mindstorms EV3 tabanlı tasarım etkinliklerinin ise öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde daha olumlu bir katkı yaptığı ortaya çıkmıştır.

Sullivan (2017), “Robotik Aktivitelerinin Yaratıcı Doğası: Tasarım ve Problem Çözme” başlıklı tarama türündeki çalışmasında, yaratıcılığın robotikle olan ilişkisinin teorik temeline ve oyunun robotik öğrenimindeki rolüne değinmiş, özellikle açık uçlu tasarım ve programlamanın olduğu robotik aktivitelerinin çocuklarda yaratıcılığı teşvik ederek problem çözmeyi geliştirdiğini vurgulamıştır. Robotik aktivitelerinin öğrenmeyle ilişkisini açıklayarak, öğretmenlerin STEM disiplinlerinde uygulayabilecekleri müfredat önerilerine yer vermiş ve bazı pedagojik tavsiyelerde bulunmuştur.

Özer-Şanal ve Erdem (2017), robotik ve kodlama eğitiminin problem çözme becerileri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri araştırmada, robotik ve kodlama çalışması yapan 4 öğrenci ile robotik ve kodlama çalışması yapmayan 2 öğrenci olmak üzere toplam 6 öğrenci ile çalışmışlardır. Çalışmada öğrencilerden bir teknik ve bir sosyal olmak üzere iki probleme çözüm üretmeleri istenmiştir. Öğrencilere problemler verilmiş ve onlardan sesli düşünme (*think aloud*) gerçekleştirerek problemleri çözmeleri istenmiştir. Öğrencilerin problem çözme süreçleri kayıt altına alınarak, sesli düşünme protokolleri oluşturulmuştur. Protokol analizleri sonucunda elde edilen bulgulara göre; robotik ve kodlama çalışmaları yapan öğrencilerin problem çözme süreçleri ile robotik ve kodlama çalışmaları yapmayan öğrencilerin problem

çözme süreçleri; problemin teknik olması durumunda değişkenlik göstermektedir. Sosyal problemlere yaklaşımları ve önerdikleri çözümler arasında ise dikkate değer farklılıklar belirlenememiştir.

Adams ve arkadaşları (2018), 3-7 yaşları arasındaki 30 dezavantajlı (fiziksel engelli) çocukla yaptıkları çalışmada, yardımcı robotik uygulamalarının problem çözme becerilerine etkisini araştırmışlar, çalışma sonucunda 5 yaş üzeri çocukların problem çözme becerilerinin daha çok geliştiği, yaşı daha küçük olan çocukların zorlandıkları için benzer gelişmeyi kaydedemedikleri ifade edilmiştir. Ayrıca yapılan yardımcı robotik uygulamaların 5 yaş üzeri çocuklar için daha uygun olduğu ve onların problem çözme becerilerini belirlemede alternatif bir değerlendirme aracı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Yine benzer şekilde Agatolio ve arkadaşları (2018) robotiğin problem çözme yeteneği üzerindeki etkisini araştırmışlar, dört ay süren uygulamalar neticesinde robotiğin öğrencilerin problem çözme kapasitelerini geliştirirken üstbilişin rolünün etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kırkan (2018), üstün yetenekli öğrencilerin proje tabanlı temel robotik eğitim süreçlerindeki yansıtıcı düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerileri ile görüşlerini ve davranışlarını incelemiştir. Karma yöntemin kullanıldığı bir durum çalışması olan araştırmaya, Ankara İli'ndeki bir bilim ve sanat merkezindeki (BİLSEM) 12-13 yaş arası 7 öğrenci katılmıştır. Sonuç olarak, proje tabanlı temel robotik eğitiminin, üstün yetenekli öğrencilerin yansıtıcı düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine katkı sağladığı, öğrencilerin aldıkları eğitimin ardından robotik tabanlı ürün geliştirmeye devam ettikleri ve bu konuda olumlu tutum geliştirdikleri ortaya çıkmıştır.

Avcı ve Şahin (2019), Lego Mindstorms robotik projelerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Fen Bilgisi 3. sınıf öğrencisi 20 öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmada nicel veri toplama araçları olarak problem çözme envanteri ve bilimsel yaratıcılık testi; nitel veri toplama aracı olarak ise öğretmen görüş anketi kullanılmıştır. Uygulama süreci 9 hafta süren çalışmada; öğretmen adayları önce yazılımı öğrenmişler, sonra farklı sınıf düzeylerine uygun fen problemlerine yönelik Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim setleri ile çözümler üretmişlerdir. Çalışmanın

sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının robotik eğitim setlerini; yaratıcı, işlevsel, eğitimde uygulanabilir ve geliştirici olarak tanımladıklarını ortaya çıkarmıştır. Robotik eğitim setleri ile yapılan projeler sonucunda öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği görülmüştür.

Bu çalışmaların dışında problem çözme becerileri ile Robotik Destekli STEM (*RoboSTEM*)'i birlikte ele alan (Barak ve Assal, 2016; Ebel, 2012); problem çözme becerileri ile basit malzemelerle STEM (*Hands-on STEM*)'i birlikte ele alan (Akgündüz ve Akpınar, 2018; Stoll, Hamilton, Oxley, Eastman ve Brent, 2012) sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalardan biri Ebel'in (2012) tez çalışmasıdır. Eylem araştırması türündeki çalışmada, 5. sınıfta öğrenim gören 28 öğrenci ile 4 aylık bir süreçte okul sonrası robotik programı uygulanmıştır. Öğrenciler uygulamanın cinsiyet, akademik yetenek, problem çözme ve ekip çalışması açısından analiz edilmesine imkan verecek şekilde üç takıma ayrılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin STEM eğitimine olan ilgilerinin, problem çözme becerilerinin ve ekip çalışmasına verdikleri önemin arttığı ortaya konulmuştur.

Bir diğer çalışma Barak ve Assal'ın (2016) çalışmasıdır. Çalışmada lise öğrencileri için geliştirilen STEM odaklı 30 saatlik robotik kursunun değerlendirilmesi yapılmıştır. 32 öğrencinin katıldığı programda, sınıf etkinlikleri problem çözme yöntemi dikkate alınarak tasarlanmıştır. Veri toplama aracı olarak; kurs kapsamında öğrenilen STEM alanlarındaki kavramsal bilgileri içeren bir final sınavı, ders gözlemleri, öğrenci görüşmeleri ve tutum anketi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, tüm öğrencilerin robotik ve STEM konularını öğrenmek için yüksek motivasyon gösterdiği, robotiğin iyi bir metodoloji ile sunulduğunda STEM eğitimi için çok zengin ve ilgi çekici bir öğrenme ortamı sağladığı ifade edilmiştir.

Stoll ve arkadaşları (2012), "Okul Öncesinde Problem Çözme ve Fizik" konulu tarama türünde bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada problem çözme sürecine ve fizik kavramlarına odaklanılarak, çocukları problem çözme sürecinde destekleyici öğretmen rollerine değinilmiş ve geleneksel yöntemlere göre basit malzemelerin kullanıldığı etkinliklere katılan çocukların problem çözme becerilerinin daha yüksek olduğu vurgulanmıştır.

Akgündüz ve Akpınar (2018), “Okul Öncesi Eğitiminde Fen Eğitimi Temelinde Gerçekleştirilen STEM Uygulamalarının Öğrenci, Öğretmen ve Veli Açısından Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmalarında, okul öncesi eğitiminde basit malzemelerin kullanılarak yapıldığı STEM uygulamalarını öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirmişlerdir. Araştırma modeli olarak nitel araştırma modellerinden durum çalışması kullanılmıştır. Araştırma, okul öncesi 5 yaş grubunda yer alan 9 erkek ve 11 kız olmak üzere toplam 20 öğrencinin katılımıyla 8 haftada 12 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak *Aktivite Değerlendirmeye Yönelik Görüşme Formu*, *Öğretmen Gözlem Formu* ve *Veli Gözlem Formu* kullanılmıştır. Uygulanan bütün formlarda süreçle ilgili sorulara yer verilmiştir. Sonuç olarak; okul öncesi eğitiminde basit malzemelerle yapılan STEM uygulamaları ile öğrencilerin fen ve matematik kazanımları elde ettiği; yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir. Öğretmen ve velilerden alınan görüşler öğrencilerinin görüşlerini doğrulamaktadır.

Shieh ve Chang (2014) ise farklı olarak sadece basit malzemelerle öğrenme ve problem çözme becerilerini konu alan nitel bir çalışma yapmıştır. Çalışmaya Tayvan’da öğrenim gören 24 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler 16 hafta boyunca sekiz takım halinde devam eden uygulamalar kapsamında, basit malzemeler kullanarak motorlu amfibi tekne, hareketli balon araba, yürüyen robot gibi tasarımlar yapmışlardır. Takımlar arası yapılan yarışmalarda bazı takımlar kullandıkları dişli (mekanik) ve motor (elektrik) nedeniyle problem yaşamışlardır. Ayrıca motorlu amfibi tekne yapımı sırasında bazı teknelerin su aldığı ve dengeli hareket edemediği gözlemlenmiştir. Tekerlekler arası eşit olmayan mesafeler, yanlış motor ve dişli bağlantısı, tekerlek sürtünmesi, teknenin itiş gücünün az olması gibi tespit edilen problemler öğretmen rehberliğinde çözülmeye çalışılmıştır. Öğretmen süreci yakından takip ederek “neden, niçin” gibi sorularla yönlendirmeler yapmış, uygulamalar sırasında beyin fırtınası oluşturarak sınıf içi tartışmalardan yararlanmıştır. Çalışmada öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulgulara göre, uygulamalardaki işbirliği ve problem çözme sürecinin takım başarılarını etkilediği, modellerin oluşturulmasında hem fene dair içerik bilgisi hem de uygulama becerisinin gerekli olduğu, bunun gibi bilimsel uygulamaların öğrencilerin yaratıcılıklarını ve problem çözmelerini destekleyebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Gerçekleştirilen alanyazın taraması sonucunda; problem çözme becerileri ve STEM konusunda gerçekleştirilen çalışmalarda, Sarıcan ve Akgündüz (2018) ile Silik (2016) dışında, STEM uygulamalarının problem çözme becerilerini geliştirdiği ortak sonucuna ulaşıldığı görülmektedir.

Öte yandan okul öncesi dönemde STEM, robotik ve basit malzemelerle yapılan aktivitelerin problem çözme becerilerine etkisi konusunda yapılan araştırmaların (Adams vd., 2018; Akgündüz ve Akpınar, 2018; Stoll vd., 2012) sınırlı olduğunu ifade etmek mümkündür. Dolayısıyla yapılan bu araştırma ülkemizde okul öncesi STEM eğitimi açısından alanyazındaki bu boşluğu dolduracak niteliktedir.

2.8. Benlik Algısı ve Akademik Benlik Kavramı

Benlik algısı (*self-concept*), bireyin kendisi ile ilgili bilgi, düşünce, kanaat, algı ve inançlarının tümünün düzenlenmiş durumu veya bir başka deyişle, insanın kendisini görüş ve algılayış biçimi olarak tanımlanır ve bir gelişim süreci içerisinde ele alınır (Bayat, 2003). Bu olgu, psikoloji literatüründe “benlik kavramı”, “benlik tasarımı”, “kendilik anlayışı”; kamuoyunda ve günlük yaşamda “kendine güven” ya da “güven duygusu” olarak isimlendirilen, insan kişiliğinin temelindeki en önemli algı, duygu ve düşüncelerin bir bütünü olarak da ifade edilmektedir. Benlik algısı; temel olarak bireyin öz değerlendirme yaparken sahip olduğu tutumun yönüne bağlıdır. Birey öz değerlendirme yaparken olumlu bir tutum içindeyse benlik algısı yükselmekte; olumsuz bir tutum içindeyse benlik algısı düşmektedir (Öner, 2005).

Akademik benlik kavramı ise, öğrencilerin öğrenme özgeçmişine dayalı olarak derslere veya akademik disiplinlere ilişkin kendilerini algılama biçimleridir (Senemoğlu, 2007). Bu bağlamda akademik benlik; tutum, öz yeterlik, öz saygı gibi motivasyonel özelliklerle yakından ilişkili bir özelliktir ve duyuşsal giriş özellikleri içinde başarıyı belirlemede en önemli etkiye sahip özellik olarak gösterilmektedir. Bu konuda alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde; öğrencilerin akademik benlik kavramlarının genel olarak olumlu olduğu, cinsiyete göre kızların lehine ve sınıf seviyesine göre farklılık gösterdiği, öğrenim görülen sınıf seviyesi arttıkça akademik benlik algısı puanlarının azaldığı tespit edilmiştir (Baran, 2011; Turgut, 2011). Ayrıca birçok çalışmada, öğrencilerin akademik benlik kavramlarının, başarı durumlarına ve ders tutumlarına göre farklılık gösterdiği ve aralarında pozitif bir ilişki olduğu

belirlenmiştir (Boylan, 1996; Brookover vd., 1964; Çağlar, 2010; Hoge ve Renzulli, 1993; Lyon, 1993; Marsh ve Yeung, 1997). Bu sonuca göre akademik başarı, tutum ve akademik benlik arasında genel olarak bir yordama yapılabileceği söylenebilir.

Öğrencilerin akademik benlik durumları okuldaki yaşantılarının bir ürünüdür. Okul yaşantılarındaki başarı ve övgü ya da başarısızlık ve yergi, öğrencilerin kendileri hakkında bazı genel algılara sahip olmalarına neden olacaktır. Bu algıları öğretme-öğrenme sürecinde olumlu hale getirmek mümkündür. Bunu sağlamanın en önemli koşulu, eğitim sürecinde öğrencilerin başarılı olma gereksinimlerini karşılamaktır. Öğrenci başarılı oldukça akademik benlik seviyesi de yükselecektir. Bu amaçla her öğrencinin başarı duygusunu yaşayabileceği, bireysel hızına uygun, seçim yapabileceği çok çeşitli öğrenme-öğretme yolları ile öğrenmesine olanak verilmesi gerekmektedir (Senemoğlu, 2007). Benlik kavramı değiştirilmesi oldukça güç bir kavram olduğu için, bu süreçte seçilen öğrenme-öğretme yollarının olumlu benlik kavramı oluşturmaya yönelik olması çok önemlidir. Dolayısıyla bu noktada öğretmene büyük sorumluluklar düşmektedir. Öğretmenler olumlu, yapıcı ve onaylayıcı davranışlarla ve öğrencilere sunacakları başarı fırsatlarıyla onların benlik kavramlarını olumlu yönde etkileyebilir ve bu yönde yavaş yavaş değişmesine yardım edebilirler (Açıkgöz, 2007).

Temel eğitimde öğrencilerin çeşitli alanlara ilişkin akademik benlik algıları belirlenerek onlara gerekli yönlendirme ve rehberlik hizmetleri sağlamak amaçlanır. Bu amaçla çeşitli disiplinlere yönelik sorular sorularak öğrencilerin hangi alanlarda kendilerini yeterli-yetersiz gördükleri, hangi alanlara karşı ilgili-ilgisiz oldukları, hangi alanlara karşı nasıl bir tutum benimsedikleri belirlenir. Bu sayede öğrencilere gerekli yönlendirme ve rehberlik hizmetleri sağlanmaya çalışılır (Akar, 2007).

2.8.1. Okul Öncesinde Akademik Benlik Algısı

Yaşamın ilk yıllarında çocuğun dünyası, onun yaşantılarından oluşur. Çocuk kendi bedenini çevresinden ayıramaz; büyüyüp geliştikçe kendi varlığına ait olan yaşantıları arasında ayırım yapmaya başlar. Kendi varlığının ve işlerinin bilincine vardıkça, yaşadığı çevre içindeki varlıktan ve işlevlerinden oluşan bir benlik geliştirmeye başlar (Cevher ve Buluş, 2007).

Benlik algısının oluşumunda en önemli devre çocukluk devresidir. Bu dönemdeki yaşantılar kişinin kendi hakkındaki değer ve yargılarını oluşturur. Benlik algısının sağlıklı bir şekilde gelişmesi için yeterli desteğin sağlanmadığı bir çocukluk dönemi, ergenliğin başlangıcından itibaren benlik algısında istenmeyen olumsuz durumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Demoulin, 2000, Akt: Turaşlı, 2006). Nitekim yapılan araştırmalarda benlik algısı düşük olan çocukların öğrenilmiş çaresizlik duygusunu daha fazla yaşadıkları belirlenmiştir (Au ve Watkins, 1997; Akt: Kaytez ve Kadan, 2016).

Okul öncesi eğitim ile birlikte ise çocuklar eğitsel, kişisel ve mesleki eğilim ve özelliklerini biçimlendirecek, bunlara yön verecek ve yıllar boyu sürecek bir akademik süreç içine girerler. Böylece bu ortamlardaki yaşantıları yoluyla benlik görüşünü oluşturan çocuklar, bu oluşumu her türden davranışını sergilerken kullanırlar (Cevher ve Buluş, 2007). Bu dönemde ebeveyn ve eğitimcilerin küçük çocukların akademik benlik algılarını geliştirebilmeleri için onların düzeyine uygun, başarabilecekleri aktiviteler planlama ve uygulama konusunda daha çok yeterliliğe sahip olmaları gerekmektedir.

2.8.2. Fen Eğitiminde Akademik Benlik Algısı

Fen eğitiminde akademik benlik, bir öğrencinin kendi fen yeteneğinin algısıdır (İlgaz, 2006). Diğer bir deyişle öğrencinin fen bilimlerine yönelik becerisinin farkında olmasıdır. Boylan'a göre (1996), ortaokul ve lise yıllarında fen derslerindeki akademik benlik kavramı, bu alanda öğrenci başarısının anlamlı bir tahmin edicisi olmakla birlikte, fen dersine yönelik tutum ve motivasyonu belirleyen en güçlü ve tutarlı değişkenlerden biridir.

Olumlu akademik benlik algısının oluşmasında öğrenci performansının teşvik edilmesi ve desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Marsh (1989), fen eğitimi gibi matematikle bağlantılı alanlarda genellikle erkek öğrencilerin performanslarının teşvik edildiğini, kız öğrencilerin ise performans olarak yeterince teşvik edilmediğini ileri sürmektedir. Bu nedenle fen eğitiminde özellikle kız öğrencilerin desteklenerek akademik benlik algılarının artırılması ayrı önem taşımaktadır. Bu kapsamda 2016 yılında kız çocukları için "Girls in STEM (GIS)" adıyla Türkiye, Güney Kore, Çin ve ABD'nin yer aldığı uluslararası bir STEM projesi başlatılmıştır. Proje amaçlarından biri de özellikle kız

öğrencilerinin fen bilimleri ve matematik konularında akademik özgüven kazanmalarına destek olmaktadır (GIS Project, 2016).

Öte yandan OECD araştırmaları tarafından yürütölen TIMSS (Uluslararası Matematik ve Fen Bilgisi alışmalarındaki Eğilimler) ve PISA'da (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı), ölkemiz öğrencilerinin fen ve matematik becerilerinde uluslararası olarak büyük ölçüde geride oldukları bilinmektedir. Akademik benlik kavramının öğrencilerin akademik ilgi ve başarısını, öğrenme güdüsünü ve çabasını önemli ölçüde etkilediği düşünöldüğünde; günümüz fen eğitiminde, öğrencilerin özgüvenlerini ve benlik algılarını geliştirebilecekleri, nitelikli ürünler ortaya koyabilecekleri çağdaş ve yenilikçi öğrenme-öğretme yaklaşımlarına gereksinim duyulduğu açıktır (Korkmaz ve Kaptan, 2002). Bu çalışma da bu gereksinimlerden yola çıkılarak gerçekleştirilmiştir.

2.8.3. Akademik Benlik Algısı ve STEM Konulu alışmalar

Alanyazında okul öncesi dönem başta olmak üzere akademik benlik algısı ile ilgili yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Araştırma konusu doğrultusunda, bu çalışmalardan *STEM* ve *Robotik* konularıyla ilgili olanlar iki şekilde gruplandırılarak incelenmiş ve aşağda sunulmuştur. Bu kapsamda öncelikle akademik benlik algısı ile STEM'i birlikte konu alan bazı çalışmalardan (Beier ve Rittmayer, 2009; Ertl, Luttenberger ve Paechter, 2017; Flowers, Raynor ve White, 2013; Rinn, Miner ve Taylor, 2013; Van Soom ve Donche, 2014) bahsedilecektir:

Beier ve Rittmayer (2009), "STEM'de Motive Edici Faktörler: İlgi ve Benlik Kavramı" başlıklı tarama türündeki çalışmalarında, STEM disiplinlerine yönelik ilgi ve benlik kavramlarına cinsiyetin etkisi üzerine yapılan araştırmaları incelemişlerdir. Çalışmada, üniversite ve lisansüstü düzeyindeki STEM disiplinlerinde erkek ve kadınlar arasındaki başarı farkının azaldığı, ancak kadınların STEM'le ilişkili kariyer alanlarında, özellikle mühendislikte temsil oranlarının çok düşük olduğu ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, cinsiyet farklılıklarının STEM disiplinlerine yönelik ilgi ve benlik kavramlarını, STEM performansını ve STEM alanları ile ilgili çalışma ve kariyer seçimini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Flowers, Raynor ve White (2013), çevrimiçi (online) ve geleneksel (yüz yüze) yapılan temel seviye STEM kurslarının lisans öğrencilerinin akademik benlik durumlarına etkisini araştırmışlardır. Toplam 4 yılda 670 kurs öğrencisinin katıldığı araştırmada, veri toplama aracı olarak *Akademik Benlik Kavramı Ölçeği* uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, çevrimiçi STEM kursu alan öğrencilerin geleneksel STEM kursu alan öğrencilere göre daha yüksek akademik benlik algısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Rinn, Miner ve Taylor (2013), lisans düzeyindeki STEM'in matematik alanına yönelik akademik benlik algılarını cinsiyet değişkenini ele alarak incelemişlerdir. Araştırmaya ABD'de bulunan büyük bir araştırma üniversitesinin 499 öğrencisi katılmıştır. Sonuçlar, erkeklerin matematik alanına yönelik akademik benlik algılarının kadınlardan daha yüksek olduğunu, bu durumda ailenin sağladığı sosyal desteğin önemli rol oynadığını göstermiştir.

Van Soom ve Donche (2014), STEM alanlarına yönelik akademik benlik ve akademik başarı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma Belçika'da STEM alanlarında üniversite okuyan 1400 birinci sınıf öğrencisi ile anket yoluyla gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, akademik benlik kavramı ve motivasyon düzeyi yüksek öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ertl, Luttenberger ve Paechter (2017), Almanya'da lisans düzeyindeki kız öğrencilerin STEM alanları ile ilgili akademik benlik durumlarına yönelik bir anket çalışması yapmışlardır. Çalışmaya fizik, mühendislik, bilgisayar bilimleri başta olmak üzere STEM alanlarında okuyan 296 kız öğrenci katılmıştır. Araştırma sonuçları, STEM'de iyi derecelere sahip olsalar da, kız öğrencilerin STEM alanlarına yönelik akademik benliklerinin aile ve toplum temelli bazı kalıp yargılardan olumsuz etkilendiğini ortaya koymuştur.

Alanyazında robotik uygulamalarının akademik benlik algısına etkisi konusunda ulaşılan çalışma (Agatolio vd., 2018; Çayır, 2010) sayısı ise oldukça sınırlıdır. Bu çalışmalardan biri Çayır'ın (2010) tez çalışmasıdır. Ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen modelindeki çalışmada, robotik ile desteklenmiş öğrenme ortamının 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmaya 40 öğrenci ile 16 hafta boyunca yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar robotik ile desteklenmiş öğrenme ortamının, öğrencilerin gelişimi için son

derece önemli olan bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bir diğer araştırma Agatolio ve arkadaşlarının (2018) robotların öğrencilerin öğrenme becerileri konusundaki inançlarını nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlayan çalışmalarıdır. 6. ve 7. sınıfta okuyan toplam 36 öğrenci ile gerçekleştirilen ve 4 ay süren deneysel çalışmada, öğrenciler Lego Mindstorms NXT ve EV3 robotik setlerini kullanmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, robotların öğrencilerin akademik benlik algıları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öte yandan alanyazına bakıldığında, akademik özyeterlik ve özgüvenin akademik benlik algısının bir yordayıcısı olduğu belirtilmektedir (Altun ve Yazıcı, 2013). Bu nedenle ulaşılan çalışma sayısını arttırmak ve bu konuda daha iyi değerlendirme yapabilmek adına robotiğin akademik özyeterlik ve özgüven üzerindeki etkisini konu alan çalışmalar da incelenmiştir. Bu çalışmalardan biri Bers ve arkadaşlarının (2002) “Okul Öncesi Eğitime Robotik Entegrasyonu” başlıklı nitel çalışmalarıdır. Çalışmada öğretmenlerin robotiği sınıfa entegre etmeleri için bir metodoloji sunulmuş ve 12 çocuğun katılımıyla uygulamalar yapılmıştır. Çalışma sonunda, robotiğin erken çocukluk döneminde yenilikçi bir deneyim sunduğu ve çocukların özgüvenlerini geliştirdiği ifade edilmiştir.

Diğer bir çalışma Janka (2008) tarafından yapılmıştır. Çalışmada okul öncesi eğitimde programlanabilir bir robot teknolojisi olan Bee-Bot kullanılarak 11 öğrencinin katılımıyla bazı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Sonuçta Bee-Bot ile öğrencilerin teknolojiyi kullanarak ve eğlenerek öğrendikleri, utangaç öğrencilerin ise özgüvenlerinin arttığı dile getirilmiştir.

Hall-Lay (2018) ise robotik programlarının lise öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik özyeterliklerini nasıl etkilediğini araştırdığı doktora tezinde iki farklı grup oluşturmuştur. 155 öğrenciden oluşan birinci grup bir dönem boyunca robotik destekli STEM programına katılırken, 145 öğrenciden oluşan ikinci grup robotiğin uygulanmadığı bir STEM programına katılmıştır. Çalışma sonucunda, robotik destekli STEM programına katılan öğrencilerin STEM alanları ile ilgili daha yüksek akademik özyeterliğe sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan alanyazın taraması değerlendirildiğinde; akademik benlik algısı, STEM ve robotik konulu çalışmaların çoğunluğunun uluslararası yazına ait olduğu, bu çalışmalarda yapılan STEM ve robotik uygulamalarının akademik benlik algısına olumlu yönde etki ettiği, basit malzemelerle yapılan uygulamalar ve akademik benlik algısı konusunda ise herhangi bir çalışmaya rastlanmadığı belirlenmiştir.

Öte yandan oldukça detaylı gerçekleştirilen alanyazın taraması sonucunda, okul öncesi ve temel fen eğitiminde hem basit malzemelerle hem de robotik destekli yapılan STEM uygulamalarını birlikte ele alarak, gerek problem çözme becerileri gerekse akademik benlik algıları açısından karşılaştıran çok yönlü ve kapsamlı bir çalışmaya rastlanmadığı da ifade edilebilir. Bu özelliğiyle farklılık gösteren bu çalışmanın alanyazına önemli veriler sunacağı, alandaki araştırmacı ve uygulayıcılara yön vereceği düşünülmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Okul öncesi ve temel fen eğitiminde basit malzemelerle ve robotik destekli yapılan STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarına etkisinin karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmanın bu bölümünde, araştırmanın modeli, evren ve örneklem, araştırmanın değişkenleri, veri toplama araçları, araştırmanın planlama, hazırlık, pilot uygulama ve asıl uygulama aşamaları ve verilerin analizi konuları bulunmaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada yarı deneysel yöntemin kontrol gruplu ön test-son test deseni uygulanmıştır. Deneysel desenler, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini belirleyebilmek amacıyla kullanılan araştırma desenleri olarak nitelendirilmektedir (Büyüköztürk, 2012). Yarı deneysel desen ise örneklemin rastgele atama (*randomization*) ile seçilmemesi yönüyle farklılık göstermektedir (Karasar, 2013). Araştırma deseni Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. *Araştırma deseni*

Grup	Ön test	Deneysel süreç	Son test
Deney-1	Problem çözme becerileri ölçeği	Teknolojik malzemelerle (robotik destekli) STEM temelli fen eğitimi	Problem çözme becerileri ölçeği
Deney-2	Akademik benlik kavramı ölçeği	Günlük yaşamda kullanılan basit malzemelerle STEM temelli fen eğitimi	Akademik benlik kavramı ölçeği
Kontrol		Geleneksel fen eğitimi	

Buna göre; araştırma için hem okul öncesi hem de ortaokul 5. sınıf düzeyinde teknolojik malzemelerle (robotik destekli) STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının yapıldığı deney-1 grubu, gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının yapıldığı deney-2 grubu ve geleneksel fen eğitiminin yapıldığı kontrol grubu olmak üzere üç ayrı grup oluşturulmuştur. Her üç gruba da deneysel sürecin öncesinde problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarını ortaya çıkaracak ölçekler ön test olarak uygulanmıştır. Deneysel süreç tamamlandıktan sonra ise aynı ölçekler son test kapsamında tekrar uygulanarak araştırmanın uygulama aşaması tamamlanmıştır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın hedef evrenini 2017-2018 eğitim-öğretim yılı Kayseri İli Melikgazi İlçesi'nde öğrenim görmekte olan tüm okul öncesi ve temel eğitim kademesindeki 5. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Bilindiği üzere hedef evren, ulaşılması neredeyse imkansız olan evrendir ve araştırmacının ideal seçimidir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2014). Araştırmanın ulaşılabilir ve genellenebilir evreni ise Kayseri İli Melikgazi İlçesi Osman Kavuncu Sempti'nde bulunan tüm okul öncesi ve tüm ortaokul 5. sınıf öğrencileridir.

Bir araştırmada örneklem belirlenirken bazı dikkat edilecek durumlar vardır. Karasar'a (2013) göre örneklem dış geçerliliğin sağlanabilmesi için ulaşılabilir evrenin en az %10'unu temsil etmelidir. Bu durum göz önünde bulundurularak; araştırmanın örneklemini Kayseri İli Melikgazi İlçesi Osman Kavuncu Sempti'ndeki bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan okul öncesi ve 5. sınıf öğrencileri olarak belirlenmiştir.

Okul öncesi eğitim örgün eğitimin başlangıcı iken, 5. sınıf ise 2. kademeye geçişin ilk sınıfıdır. Bu dönemlerde öğrencilerin yaşayacağı fene yönelik olumlu deneyimler sonraki eğitim yaşamları açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle araştırmada örneklem olarak hem okul öncesi hem de ilkokuldan ortaokula geçiş sınıfı olan 5. sınıf seçilmiştir.

Tablo 3.2'de görüldüğü üzere; örneklem 30'u kız, 20'si erkek olmak üzere 5-6 yaş aralığında toplam 50 okul öncesi öğrencisinden ve 30'u kız, 30'u erkek olmak üzere toplam 60 beşinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Kontrol ve deney gruplarının belirlenmesinde, grupların mevcut bilişsel gelişim ve başarı durumları dikkate alınarak

özelliklerinin denk olmasına özen gösterilmiştir. Uygulama için seçilen okul ve öğrenciler rastgele (olasılıklı) olmayan ulaşılabilir (convenience) örnekleme yoluyla seçilmiştir. Bu örnekleme yöntemi araştırmaya hız ve pratiklik kazandırmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Tablo 3.2. *Deney ve kontrol grubu dağılımları*

	Okul öncesi düzeyi			Temel eğitim 5. sınıf düzeyi		
	N(Kız)	N(Erkek)	N(Toplam)	N(Kız)	N(Erkek)	N(Toplam)
Deney-1	9	7	16	8	12	20
Deney-2	12	5	17	11	9	20
Kontrol	9	8	17	11	9	20
Toplam	30	20	50	30	30	60

3.3. Araştırmanın Değişkenleri

Deneysel araştırmalarda bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen olmak üzere üç değişken türü bulunmaktadır. Bağımlı değişken, bir sebep-sonuç ilişkisinde, bağımsız değişkene bağlı olarak değişen ve araştırmanın sonucu durumunda olan değişkendir (Kaptan, 1998). Bu araştırmanın bağımlı değişkenleri; okul öncesi ve 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ölçeği ve akademik benlik kavramı ölçeği son test puanlarıdır.

Bağımsız değişken, bir sebep-sonuç ilişkisinde sebep durumunda olan veya bağımlı değişken üzerindeki etkisinin araştırıldığı nicel ve nitel olabilen değişkendir (Büyüköztürk, 2012). Bu araştırmanın bağımsız değişkenlerini; gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi oluşturmaktadır.

Deneysel araştırmalarda bağımlı değişkendeki etkinin sadece bağımsız değişkenden kaynaklanması için bazı değişkenlerin etkisinin kontrol edilmesi gerekir. Buna göre araştırmanın kontrol edilen değişkenleri; okul öncesi ve 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ölçeği ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları olmuştur.

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak, okul öncesi ve 5. sınıf öğrencileri için “Problem Çözme Becerileri Ölçeği (PÇBÖ)” ve “Akademik Benlik Kavramı Ölçeği (ABKÖ)”

kullanılmıştır. Söz konusu ölçekler gerekli geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları için yapılan pilot çalışma ile uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Çalışmada araştırmacının aynı zamanda tüm gruplarda uygulayıcı olması nedeniyle, bu durumun çalışmanın iç geçerlik açısından bir tehdit oluşturmasını önlemek için, uygulamalar esnasında fen eğitiminde uzman doktora yapan bir öğretmen tarafından dersler “Gözlemci Kontrol Listesi” kullanılarak gözlemlenmiştir. Böylece uygulayıcının belirlenen planlama ve hedefler doğrultusunda çalışmaları etkili bir şekilde yürütüp yürütmediği kontrol edilmiştir. Ayrıca araştırmacıdan kaynaklı ortaya çıkabilecek yanlılıklar da bu yolla engellenmiştir.

Araştırmada kullanılan bütün veri toplama araçları aşağıda açıklanmaktadır:

3.4.1. Okul Öncesi Öğrencileri İçin Fen Eğitiminde Problem Çözme Ölçeği

Fen eğitiminde problem çözme ölçeği, Ünal ve Aral (2014) tarafından 60-72 ay çocukları için hazırlanmıştır (Ek 1). Ölçeğin geliştirilme sürecinde deneme amacıyla öncelikle 30 problem durumunun yer aldığı bir ölçek hazırlanmış, hazırlanan bu ölçek basit tesadüfî örnekleme belirlenen 174 çocuğa uygulanmış ve gerekli geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Ölçeğin Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı 0,75 olarak belirlenmiştir. Geliştirilen ölçeğin son halinde toplam 16 problem durumu yer almaktadır. Ölçekte yer alan problem durumları çocuklara çeşitli resimler kullanılarak sunulmuştur.

Ölçek puanlaması yapılırken, çocuk sunulan problemle ilgili herhangi bir yanıt vermiyorsa veya yanlış çözüm üretiyorsa sıfır; bir çözüm öneriyor ancak probleme odaklanmada sorun yaşıyorsa bir; bir çözüm öneriyor ancak bir sonraki basamakla ilgili bir fikir üretmiyorsa iki; tam bir çözüm üretiyorsa üç puan verilmektedir. Ölçeğin uygulanması her çocuk için ortalama 10-15 dakika sürmektedir.

3.4.2. Okul Öncesi Öğrencileri İçin Akademik Benlik Kavramı Ölçeği

Okul öncesi öğrencileri için akademik benlik kavramı ölçeği, Tennesse Üniversitesi'nden Dr. Donald Demoulin tarafından 1995-1998 yılları arasında “Kendimi Seviyorum” adlı benlik algısını geliştirmeye yönelik bir program çalışmasında ölçme aracı olarak geliştirilmiştir. Turaşlı (2006) tarafından dilimize uyarlanmış, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Çocukların bireysel benlik kavramının sistematik ve

karşılaştırmalı analiz edilmesini sağlayan ve tanı koyan bir ölçme aracıdır. Ölçek 29 sorudan, öz yeterlilik (okula karşı duyarlılık) ve özsaygı (kendine karşı duyarlılık) olmak üzere iki alt ölçekten oluşmaktadır. Cronbach alfa ve Spearman tekniklerine göre güvenirlik katsayısı 0,88 olarak bulunmuştur. Bu araştırmada ölçeğin akademik benlik ile ilgili 14 maddelik alt ölçeği kullanılmıştır (Ek 1). Bu kısmın Cronbach alfa güvenirlik katsayısı ise 0,79 olarak bulunmuştur.

3.4.3. Ortaokul Öğrencileri İçin Problem Çözme Becerileri Ölçeği

Ek 2’de görülen ölçek, ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerini belirlemek amacıyla Ge (2001) tarafından geliştirilmiş ve Coşkun (2004) tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Ölçek, dört problem basamağı ve her bir basamağa ait beş madde olmak üzere toplam 20 maddeden oluşmaktadır. Her bir maddeye verilecek cevap “her zaman”, “sık sık”, “ara sıra”, “pek az” ve “hiçbir zaman” şeklinde beşli likert olarak derecelendirilmiş ve “her zaman”= 5, “sık sık”= 4, “ara sıra”= 3, “pek az”= 2 ve “hiçbir zaman”= 1 puan olacak şekilde puanlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Coşkun (2004) tarafından faktör analizi yapılan ölçeğin tek boyutlu olduğu ve varyansın % 61.24’ünü açıkladığı belirlenmiştir. Ölçekte bulunan 20 maddenin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı ise 0,76 çıkmıştır. Aynı ölçeği Ergin (2010), 6. sınıfta öğrenim gören 81 öğrenci üzerinde uygulamış ve güvenirlik katsayısını 0,72 olarak tespit etmiştir.

3.4.4. Ortaokul Öğrencileri İçin Akademik Benlik Kavramı Ölçeği

Ortaokul öğrencileri için akademik benlik kavramı ölçeği, Brookover ve arkadaşları (1964) tarafından geliştirilmiş olup, Türkçe adaptasyonu Senemoğlu (1989) tarafından yapılmıştır (Ek 2). Şahin-Yanpar, Çakır ve Şahin (2000) tarafından Fen Bilgisi dersine uyarlanan ve öğrencilerin Fen Bilgisi dersi ile ilgili olarak yetenek, sınıf başarısı, derse verilen önem ve dersten öğrenilecek bilgiler bakımından neler hissettiği ile ilgili 8 maddeden oluşan beşli likert tipi ölçeğin iki yarı güvenirlik katsayısı 0,83 olarak bulunmuştur. Öğrencilerin ölçekten alabileceği puan aralığı ise 8-40 arasında değişmektedir.

3.4.5. Gözlemci Kontrol Listesi

Ek 3’te görülen kontrol listesi, araştırmanın amaçları dikkate alınarak ve alan yazındaki benzer çalışmalar incelenerek araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. 20 maddeden oluşan

kontrol listesi, fen eğitiminde uzman üç kişi tarafından incelendikten sonra son halini almıştır. Her bir madde için “daima”, “bazen” ve “hiçbir zaman” seçenekleri bulunmaktadır. Puanlama “daima” = 3, “bazen” = 2, “hiçbir zaman” = 1 puan şeklinde yapılmıştır. Gözlem formunun 8 maddesi (madde 1, 2, 5, 6, 15, 16, 17 ve 18) geleneksel fen eğitimini kapsamaktadır. Bu nedenle kontrol grubu uygulama gözlemleri için sadece bu maddeler dikkate alınmış, deney grupları için ise tüm maddeler değerlendirmeye dahil edilmiştir. Buna göre kontrol grupları için puan aralığı 8-24 arasında, deney grupları için ise 20-60 arasında değişmektedir. Kontrol listesi kullanılarak, hem okul öncesi hem de ortaokul 5. sınıf düzeyindeki uygulamalar ayrı ayrı gözlemlenmiştir.

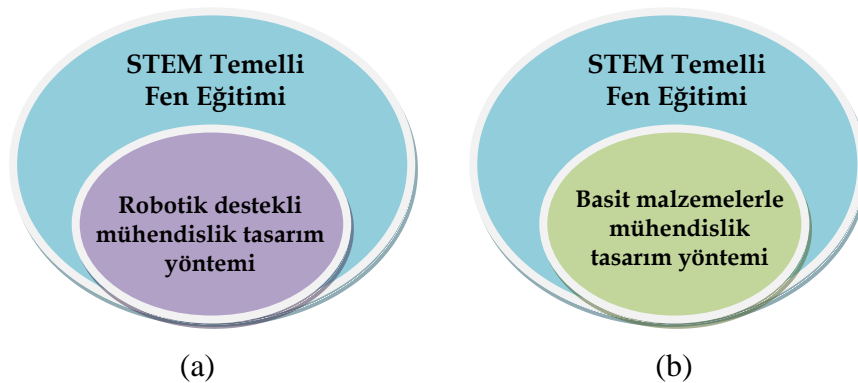
3.5. Araştırmanın Planlama ve Hazırlık Aşaması

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

1. Basit malzemelerle ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi ile ilgili alan yazın taraması yapılarak ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Buna göre konu olarak, araştırma kapsamında kullanılacak robotik eğitim setleri ve basit malzemeler ile hem okul öncesi hem de 5. sınıf düzeyinde yapılabilecek STEM temelli fen etkinlikleri için “Basit Makineler” konusu seçilmiştir.
2. “Basit Makineler” konusu ile ilgili alan yazın taraması yapılarak daha önceki çalışmalar incelenmiş ve bu konu kapsamında okul öncesi ve ortaokul 5. sınıf düzeyine uygun STEM kazanımları belirlenmiştir. Kazanımlar belirlenirken ayrıca güncel Okul Öncesi, Ortaokul Fen Bilimleri, Matematik ve Seçmeli Bilim Uygulamaları Dersi Öğretim Programları’ndan da yararlanılmıştır. Sonrasında bu kazanımlara yönelik hem okul öncesi hem ortaokul 5. sınıf düzeyi deney grupları için ayrı ayrı STEM temelli fen etkinlikleri hazırlanmıştır.
3. Belirlenen STEM kazanımları doğrultusunda ilgili alan yazın taranarak hem okul öncesi hem ortaokul 5. sınıf düzeyi deney grupları için ayrı ayrı STEM temelli fen eğitimi planları ve öğrenci çalışma yapıları oluşturulmuş ve uygulama öncesinde uzman görüşüne sunulularak hazır hale getirilmiştir. Planlarda yer alan kazanımlar, hangi STEM disiplinine aitse ona göre numaralandırılmış ve plan içeriğinde ilgili

kazanımlara atıf yapılmıştır. Hazırlanan tüm planlar ve çalışma yaprakları sırasıyla Ek 6, Ek 7, Ek 9 ve Ek 10'da sunulmuştur.

4. Hazırlanan STEM temelli fen eğitimi planları; konu ve kavramlar, önerilen süre, ana disipline (fen bilimleri) ve diğer STEM disiplinlerine (teknoloji, mühendislik, matematik) ait kazanımlar, kullanılan 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 tanıtımı, problemin araştırılması, tasarıma karar verme, tasarımı çizme, ürünü oluşturma, ürünü test etme, ürünü geliştirme, paylaşım ve değerlendirme olmak üzere sekiz aşama olarak planlanmıştır. Planlar oluşturulurken fen ve mühendislik uygulamaları için beş basamaktan oluşan (sor-hayal et-planla-oluştur-geliştir) mühendislik tasarım döngüsü (Cunningham, 2009); sekiz aşamadan oluşan (problem durumunun belirlenmesi-problem durumunun araştırılması-olası çözüm yollarının bulunması-ideal çözümün bulunması, prototipin yapılması, prototipin denenmesi, revize edilmesi ve son halinin verilmesi) mühendislik dizayn süreci (Mangold ve Robinson, 2013) ve STEM eğitimi öğrenme döngüsü (soru oluştur-ürün/buluş tasarla-ürünü test et-sonuç çıkar-değerlendir-paylaş-yeniden düşün) (MEB, 2016a) dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda deney-1 ve deney-2 gruplarında yapılan STEM uygulamalarına ait organizasyon şeması Şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1. STEM uygulamaları organizasyon şeması (a) deney-1 (b) deney-2

6. Uygulama sürecinde STEM yaklaşımı derslere entegre edilirken Fen Bilimleri disiplini merkeze alınmıştır. Bunun yanına diğer disiplinler (Teknoloji, Matematik ve Mühendislik) dahil edilerek ders entegrasyonu gerçekleştirilmiştir.

7. Araştırmada kullanılacak veri toplama araçları için (problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği) ilgili alan yazın taranmıştır. Alan yazın incelenmesi sonucunda oluşturulan, kullanılmasına karar verilen veri toplama araçları okul öncesi ve ortaokul 5. sınıf düzeyi için sırasıyla Ek 1 ve Ek 2’de sunulmuştur.
8. Veri toplama araçları ve STEM temelli fen etkinlikleri hazırlandıktan sonra çalışmanın yapılacağı aynı zamanda araştırmacının da görev yaptığı okul ile iletişime geçilmiş ve uygulamaları gerçekleştirebilmek amacıyla Melikgazi İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü, Kaymakamlık ve araştırmaya katılacak öğrenci velilerinden gerekli izinler alınmıştır (Ek 13). Sonrasında hem veri toplama araçları için hem de etkinlikler için pilot uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamalar 2015-2016 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde yaklaşık dört aylık bir süreçte tamamlanmıştır. Pilot uygulamalardan elde edilen verilerin analizi ve yorumlanması sonucu, veri toplama araçlarında ve ön uygulaması yapılan STEM temelli etkinliklerde gerekli düzenlemeler yapılmıştır.
9. Pilot uygulamadan sonra, çalışmanın asıl uygulama aşaması için katılımcılar, okul öncesi ve ortaokul 5. sınıf seviyesinde altı ayrı grup olacak şekilde ulaşılabilir örnekleme ile oluşturulmuştur. Bu gruplardan dördü deney, ikisi kontrol grubu olacak şekilde belirlenmiştir. Kontrol ve deney gruplarının belirlenmesinde, grupların mevcut bilişsel gelişim ve başarı durumları dikkate alınarak özelliklerinin denk olmasına özen gösterilmiştir. Gruplar belirlendikten sonra veri toplama araçları (PÇBÖ ve ABKÖ) çalışmanın başında (ön test) uygulanmıştır.
10. Asıl uygulamalar 2017-2018 eğitim öğretim yılı birinci döneminde yaklaşık dört aylık bir süreç için planlanmıştır. Deney-1 gruplarında teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi, deney-2 gruplarında ise gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle STEM temelli fen eğitimi planlarına göre çalışmalar yürütülmüştür. Kontrol grubunda ise geleneksel fen eğitimi uygulanmıştır. Her hafta için planlanan doğrultuda, uygulamalar gerçekleştirilmiş ve uygulama esnasında herhangi bir aksaklık yaşanmamıştır. Uygulamaların bir kısmı öğrencilerin buldukları sınıflarda, diğer bir kısmı ise fen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar şartları yapılacak uygulama için yeniden düzenlenmiştir.
11. Her hafta için planlanan dokümanlar ders öncesi çoğaltılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Uygulamalar grup etkinliği şeklinde yapılmış ve her etkinlikle ilgili

hazırlanan çalışma kağıtları öğrenciler tarafından uygun şekilde tamamlanmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanarak öğrencilere verilen çalışma kağıtlarının bir kısmı öğrenciler tarafından ders uygulaması sırasında ve bir kısmı da uygulama sonrası öğrencilerin kendi araştırmaları doğrultusunda tamamlanmıştır. Uygulama sırasında kullanılan tüm materyalleri öğrencilerin ürün dosya içinde saklamaları istenmiştir. Öğrenciler tarafından hazırlanan bu dosya uygulama sonunda öğrencilerden geri istenilerek ayrıca değerlendirilmiştir.

12. Yapılan tüm uygulamalar araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulamaları gözlemek için fen eğitimi uzmanı olan bir öğretmen gözlemci olarak derslere girmiştir. Gözlemcinin sınıf ortamını doğru değerlendirebilmesi için araştırmacı tarafından bir gözlemci kontrol listesi oluşturulmuş ve bu liste Ek 3'te sunulmuştur.
13. Uygulama esnasında çekilen fotoğraflar, öğrencilerin tasarladıkları ürünler ve modelleme çalışmaları bir araya getirilerek tasnif edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin süreç boyunca tuttıkları ürün dosyaları bir araya getirilerek düzenlenmiştir. Deney grubundaki STEM temelli fen eğitimi etkinliklerinin gerçekleştiğini kanıtlamak amacıyla toplanan bu doküman örneklerine ekler kısmında yer verilmiştir.
14. Veri toplama araçları (PÇBÖ ve ABKÖ) çalışmanın sonunda (son test) tekrar uygulanmış ve elde edilen verilerin uygun istatistik yöntemlerle analizi yapılarak çalışma sonucu ortaya konulmuştur.

3.6. Araştırmanın Pilot Uygulama Aşaması

Araştırmanın pilot uygulama çalışmaları iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ölçme araçlarının ön uygulaması yapılarak güvenilirlik düzeyleri belirlenmiştir. Güvenirliğin sağlanabilmesi için örneklem sayısı belirlenirken kullanılacak ölçekte yer alan madde sayısının en az beş katı kadar kişiye ulaşılması önerilmektedir (Akgül, 2005). Bu nedenle ölçme araçlarının pilot çalışması yapılırken bu kriter göz önünde bulundurulmuştur. İkinci aşamada ise daha önce benzer bir çalışma yapılmamış olması nedeniyle asıl uygulamada aksaklık yaşanmaması için hazırlanan STEM temelli fen etkinliklerinin ön uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Araştırma kapsamındaki pilot uygulamalar 2015-2016 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde yaklaşık dört aylık bir süreçte tamamlanmıştır. Yapılan tüm pilot uygulama çalışmaları ve sonuçları aşağıda sunulmaktadır:

3.6.1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Pilot Uygulama Çalışmaları

3.6.1.1. Birinci Aşama: Ölçme Araçları Pilot Uygulaması

Okul öncesi düzeyi için Ek 1’de görülen Ünal ve Aral (2014) tarafından geliştirilen *Fen Eğitiminde Problem Çözme Ölçeği* ile Demoulin (1999) tarafından geliştirilen ve Turaşlı (2006) tarafından Türkçe uyarlaması yapılan *Akademik Benlik Kavramı Ölçeği*’nin pilot uygulamaları, Kayseri İli Melikgazi İlçesi’nde bulunan bir ortaokul bünyesinde öğrenim görmekte olan okul öncesi öğrencileri (N=82) ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler SPSS programı ile değerlendirilerek güvenirlik analizleri yapılmıştır. Buna göre; ölçme araçlarının güvenirlik analizinde Cronbach alfa katsayısı kullanılmış ve yapılan güvenirlik testi sonucunda *Fen Eğitiminde Problem Çözme Ölçeği* ve *Akademik Benlik Kavramı Ölçeği* için Cronbach alfa değerleri sırasıyla 0,78 ve 0,83 olarak tespit edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te görülmektedir. 0 ile 1 arası değerler alan alfa değerinin sosyal bilimlerde en az 0,70 ve üstü olması arzulanır (Altunışık, Coşkun, Bayraktaroğlu ve Yıldırım, 2005). Bu nedenle çıkan değerler ölçeklerin güvenilir olduğu sonucunu vermektedir.

Tablo 3.3. *Fen eğitiminde problem çözme ölçeği güvenirlik analizi sonucu**

Cronbach α katsayısı	Standardize edilmiş Cronbach α katsayısı	Soru sayısı	Örneklem sayısı
0,783	0,786	16	82

*Bu ölçekten alınabilecek puanlar 0-48 puan aralığındadır.

Tablo 3.4. *Akademik benlik kavramı ölçeği güvenirlik analizi sonucu**

Cronbach α katsayısı	Standardize edilmiş Cronbach α katsayısı	Madde sayısı	Örneklem sayısı
0,832	0,836	14	82

*Bu ölçekten alınabilecek puanlar 14-42 puan aralığındadır.

3.6.1.2. İkinci Aşama: STEM Temelli Fen Etkinlikleri Pilot Uygulaması

Okul öncesi düzeyi için geliştirilen STEM temelli fen etkinliklerinin pilot uygulaması toplamda 24 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar neticesinde etkinlik sayısı, sıra ve içeriğinde bazı değişiklikler yapılarak etkinliklere son şekli verilmiştir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3). Ek 4’te pilot uygulamaların ayrıntılı resimleri görülmektedir.



Şekil 3.2. Deney-1 grubu etkinlik pilot uygulama çalışmaları



Şekil 3.3. Deney-2 grubu etkinlik pilot uygulama çalışmaları

Pilot uygulamalar sırasında yaşanan aksaklıklar ve yapılan bazı revizyonlar şöyle özetlenebilir:

- Uygulamalar sırasında bazı STEM temelli fen etkinliklerinin yapılış süreleri uzun zaman almıştır. Çocuklar yaşları itibariyle dikkat ve ilgilerini etkinlik boyunca devam ettirememiştir. Bu nedenle planlamada tüm etkinlikler iki aşamalı olarak revize edilmiş, birinci ve ikinci aşama arasına çocukların gereksinimlerine göre dinlenme zamanları eklenmiştir.
- Bazı robotik destekli STEM uygulamalarında çocukların gelişim seviyesine bağlı olarak zorlandıkları görülmüştür. Bu durum etkinliklerin amacına ulaşmasını engellemiştir. Bu nedenle planlamada etkinliklerin ilk aşamasında çocukların Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti ile tasarım yaparak ön deneyim kazanmaları, Lego WeDo robotik seti kullanımına ise ikinci aşamada geçmeleri kararlaştırılmış, tüm planlar buna uygun olarak yeniden düzenlenmiştir.
- Uygulamalar sırasında *Obur Timsah* adlı etkinliğin deney-1 ve deney-2 grupları açısından aynı kazanımları tam olarak karşılamadığı, çocukların robotik destekli

STEM etkinliğinde birden fazla basit makine (kaldıraç, dişli, kasnak) kullandığı, basit malzemelerle yapılan STEM etkinliğinin ise sadece kaldıraçlara örnek teşkil ettiği, bu durumda kontrol edilen değişkenler açısından bir eşitsizlik olacağı görüldüğü için bu etkinliklerin çıkarılmasına karar verilmiş ve uygulanacak etkinlik sayısı 5'e düşürülmüştür.

3.6.2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Pilot Uygulama Çalışmaları

3.6.2.1. Birinci Aşama: Ölçme Araçları Pilot Uygulaması

Ortaokul 5. sınıf düzeyi için Ek 2'de görülen Ge (2001) tarafından geliştirilip Coşkun (2004) tarafından Türkçe çevirisi yapılan *Problem Çözme Ölçeği* ile Brookover ve arkadaşları (1964) tarafından geliştirilip Türkçe adaptasyonu Senemoğlu (1989) tarafından yapılan *Akademik Benlik Kavramı Ölçeği*'nin pilot uygulamaları Kayseri İli Melikgazi İlçesi'nde bulunan bir ortaokulda öğrenim görmekte olan 5. sınıf öğrencileri (N=120) ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler SPSS programı ile değerlendirilerek güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Buna göre; ölçme araçlarının güvenilirlik analizinde Cronbach alfa katsayısı kullanılmış ve yapılan güvenilirlik testi sonucunda *Problem Çözme Ölçeği* ve *Akademik Benlik Kavramı Ölçeği* için Cronbach alfa değerleri sırasıyla 0,87 ve 0,82 olarak tespit edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da görülmektedir. Bulunan değerler ölçeklerin güvenilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.5. *Problem çözme ölçeği güvenilirlik analizi sonucu**

Cronbach α katsayısı	Standardize edilmiş Cronbach α katsayısı	Madde sayısı	Örneklem sayısı
0,872	0,878	20	120

*Bu ölçekten alınabilecek puanlar 20-100 puan aralığındadır.

Tablo 3.6. *Akademik benlik kavramı ölçeği güvenilirlik analizi sonucu**

Cronbach α katsayısı	Standardize edilmiş Cronbach α katsayısı	Soru sayısı	Örneklem sayısı
0,821	0,824	8	120

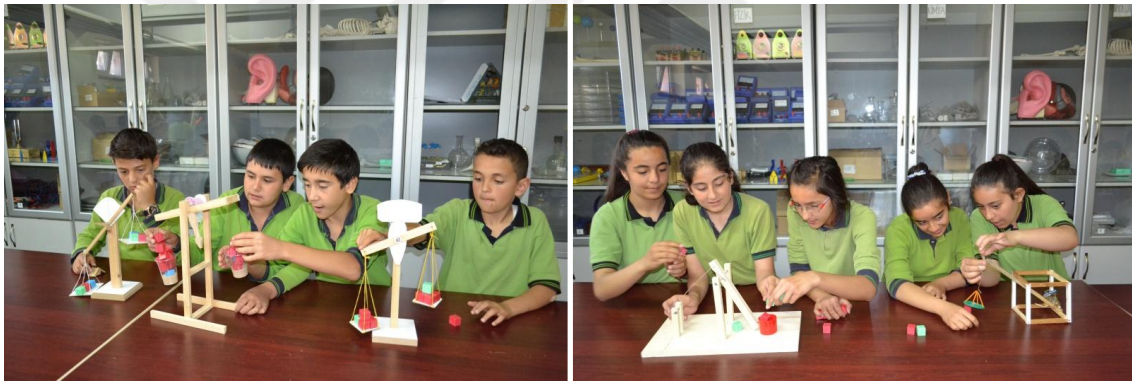
*Bu ölçekten alınabilecek puanlar 8-40 puan aralığındadır.

3.6.2.2. İkinci Aşama: STEM Temelli Fen Etkinlikleri Pilot Uygulaması

Ortaokul 5. sınıf düzeyi için geliştirilen STEM temelli fen etkinliklerinin pilot uygulaması toplamda 56 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Deney-1 grubu etkinlik pilot uygulama çalışmaları



Şekil 3.5. Deney-2 grubu etkinlik pilot uygulama çalışmaları

Bu uygulamalar neticesinde tez danışmanı rehberliğinde etkinlik sayı, sıra ve içeriğinde bazı değişiklikler yapılarak etkinliklere son şekli verilmiştir. Ek 5'te pilot uygulamaların ayrıntılı resimleri görülmektedir.

Pilot uygulamalar sırasında yaşanan aksaklıklar ve yapılan bazı revizyonlar şöyle özetlenebilir:

- Uygulamalar sırasında bazı STEM temelli fen etkinliklerinin yapılış süreleri uzun zaman almıştır. Bu nedenle planlamada tüm etkinlikler iki aşamalı olarak revize edilmiştir.
- Bazı robotik destekli STEM uygulamalarında öğrencilerin zorlandıkları görülmüştür. Bu durum etkinliklerin amacına ulaşmasını engellemiştir. Bu nedenle planlamada

etkinliklerin ilk aşamasında öğrencilerin Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ile tasarım yaparak ön deneyim kazanmaları, Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim seti kullanımına ise ikinci aşamada geçmeleri kararlaştırılmış, tüm planlar buna uygun olarak yeniden düzenlenmiştir.

- Uygulamalar sırasında *Güçlü Çekiç* adlı etkinliğin deney-1 ve deney-2 grupları açısından aynı kazanımları tam olarak karşılamadığı, öğrencilerin robotik destekli STEM etkinliğinde birden fazla basit makine (kaldıraç, dişli, kam) kullandığı, basit malzemelerle yapılan STEM etkinliğinin ise sadece kaldıraçlara örnek teşkil ettiği, bu durumda kontrol edilen değişkenler açısından bir eşitsizlik olacağı görüldüğü için bu etkinliklerin çıkarılmasına karar verilmiş ve etkinlik sayısı 5'e düşürülmüştür.
- Uygulamalar sonucunda doldurulan öğrenci çalışma kağıtları incelendiğinde, kasnaklarla ilgili kazanımların tam olarak karşılanmadığı görüldüğü için *Mekanik Köpek* adlı yeni bir STEM temelli fen etkinliği hazırlanmıştır.
- Uygulamalar sırasında *Çılgın Olta* ve *Süper Vinç* adlı etkinliklerin sabit ve hareketli makaralar ile ilgili aynı kazanımları karşıladığı görüldüğü için tüm deney gruplarında etkinlik sayısını eşitlemek adına sadece vinç etkinliğinin yapılması kararı verilmiştir.

3.7. Araştırmanın Uygulama Aşaması

Araştırmanın uygulama aşamasında kontrol grubu ön test-son test yarı deneysel desen modeline göre, uygulama öncesinde ön testler uygulanmıştır. Daha sonra “Basit Makineler” konusu temel alınarak aynı kazanımları içerecek şekilde hazırlanan STEM temelli uygulamalar birinci deney grubunda robotik desteği ile, ikinci deney grubunda ise çevreden bulunan basit ve ucuz malzemelerle gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise geleneksel fen eğitimine dayalı klasik yöntemler kullanılmıştır. Uygulamalar için “Basit Makineler” konusunun seçilmesinin nedeni; araştırma kapsamında kullanılacak robotik eğitim setlerinin bu konuda hem okul öncesi hem de 5. sınıf düzeyinde STEM temelli fen etkinlikleri gerçekleştirmeye teknik açıdan elverişli olmasıdır.

Araştırma kapsamındaki uygulamalar 2017-2018 eğitim öğretim yılı birinci döneminde yaklaşık dört aylık bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Uygulama süreci STEM eğitim anlayışına oldukça uygun olan mühendislik tasarım yöntemine göre düzenlenmiştir. Buna göre süreç problemin tanıtımı, problemin araştırılması, tasarıma karar verme,

tasarımı çizme, ürünü oluşturma, ürünü test etme, ürünü geliştirme, paylaşım ve değerlendirme olmak üzere sekiz aşama olarak planlanmıştır.

Öğretmenin yönlendirici, öğrencilerin ise aktif oldukları deney gruplarında öğrenciler, tüm uygulamalar boyunca gruplar halinde çalışmışlardır. Uygulama öncesinde öğrencilere hazırlanan çalışma yaprakları dağıtılmıştır. Öğrenciler öğretmenleri rehberliğinde problem durumuna göre ilk önce ürün tasarımlarını çizmişler, sonrasında tasarımlarını inşa ederek test etmiş ve geliştirmişlerdir. Etkinlik sonunda çalışma kağıdındaki sorular cevaplandırılmış ve elde edilen sonuçlar diğer gruplarla paylaşılmıştır. Uygulama süreci sonunda ise son testler yapılarak yarı deneysel çalışma tamamlanmış, uygulamadan elde edilen veriler analiz edilerek gerekli değerlendirmeler yapılmıştır.

3.7.1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Uygulama Çalışmaları

Okul öncesi düzeyindeki deney grupları için basit makineler ile ilgili kaldıraç, makara, dişli, kasnak, tekerlek ve eğik düzlemi kapsayan Tablo 3.7 ve Tablo 3.8’de görülen toplam 5 farklı STEM temelli fen etkinliği hazırlanmıştır.

Tablo 3.7. *Deney-1 grubu haftalık program*

Haftalar	Yapılan Uygulamalar
1. Hafta	BİLGİLENDİRME AŞAMASI (Basit makineler konusu ile ilgili bir çizgi film izletilerek konuya giriş yapılır ve tanıtım kartları eşliğinde bilgilendirme yapılır.)
2. Hafta	HAZIRLIK AŞAMASI (Etkinliklerde kullanılacak olan Lego WeDo robotik eğitim seti ile Lego Duplo basit ve teknik makineler temalı eğitim setleri tanıtılır. Çalışma grupları oluşturulur.)
3. Hafta	ROBOTİK AKILLI TAHTEREVALLİ (Kaldıraçta denge)
4. Hafta	ROBOTİK SÜPER VİNÇ (Makaraların faydası)
5. Hafta	ROBOTİK HIZLI TOPAÇ (Dişlilerin çalışması)
6. Hafta	ROBOTİK BALERİN KUŞLAR (Kasnakların çalışması)
7. Hafta	ROBOTİK GÜÇLÜ ARABA (Tekerlek ve rampa)
8. Hafta	UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 3.8. *Deney-2 grubu haftalık program*

Haftalar	Yapılan Uygulamalar
1. Hafta	BİLGİLENDİRME AŞAMASI (Basit makineler konusu ile ilgili bir çizgi film izletilerek konuya giriş yapılır ve tanıtım kartları eşliğinde bilgilendirme yapılır.)
2. Hafta	HAZIRLIK AŞAMASI (Etkinliklerde kullanılacak olan basit, ucuz, çevresel malzeme setleri tanıtılır. Çalışma grupları oluşturulur.)
3. Hafta	EL YAPIMI AKILLI TAHTEREVALLİ (Kaldıraçta denge)
4. Hafta	EL YAPIMI SÜPER VİNÇ (Makaraların faydası)
5. Hafta	EL YAPIMI HIZLI TOPAÇ (Dişlilerin çalışması)
6. Hafta	EL YAPIMI BALERİN KUŞLAR (Kasnakların çalışması)
7. Hafta	EL YAPIMI GÜÇLÜ ARABA (Tekerlek ve rampa)
8. Hafta	UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hazırlanan etkinlikler fen eğitimi uzmanları tarafından yapılan incelemeler ve pilot uygulamalar sonucunda nihai şeklini aldıktan sonra, MEB (2016b) Okul Öncesi Eğitim Programı'nda yer alan "fen etkinlikleri" kapsamında uygulanmıştır. Yapılacak her uygulama için hazırlanan *Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle STEM Temelli Fen Eğitimi Akış Planları* (Ek 6) ve *Öğrenci Çalışma Yaprakları* (Ek 7) kullanılmıştır. Planlarda STEM disiplinlerine ait öğrenci kazanımları, önerilen süre, yöntem, kullanılacak araç-gereçler, uygulamaların nasıl yapılacağı ayrıntılı olarak yer almaktadır. Kontrol grubunda ise her hafta aynı konular çizgi filmler, tanıtım kartları ve yapılan resimler eşliğinde STEM uygulamaları yapılmadan işlenmiştir. Uygulamalar iki ay boyunca devam etmiştir. Ek 8'de uygulamaların ayrıntılı resimleri görülmektedir.

Aşağıda araştırmada okul öncesi deney-1 ve deney-2 grupları ile basit makineler konusu kapsamında gerçekleştirilen STEM uygulamaları ayrıntılı olarak anlatılmaktadır:

3.7.1.1. Birinci ve İkinci Hafta Uygulamaları

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce basit makinelerle ilgili bir çizgi film (İbi-Makine

Adası) izletilerek çocukların motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve basit makine olarak adlandırılan araçlar görsel olarak tanıtılır. Öğretmen tarafından bir açacak ile gazoz kapağı açma, fındık kıracağı ile fındık kırma, makas ile kağıt kesme gibi etkinlikler yapılarak çocukların dikkati çekilir, basit makine çeşitleri tanıtılır. Basit makinelerin işlerimizi kolaylaştırıp kolaylaştırmadığı üzerine konuşularak yaşamla ilişkilendirme yapılır. Burada öğrencilerin basit makine olarak adlandırılan araçları görünce tanımları ve bu araçların işimizi kolaylaştırdığını farketmeleri beklenmektedir (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra, ikinci hafta deney-1 grubundaki çocuklara etkinliklerde kullanacakları teknolojik malzemeler (Lego WeDo robotik eğitim seti, Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti), deney-2 grubundaki çocuklara ise basit, ucuz ve gündelik malzemeler tanıtılır. Çeşitli gösteri etkinlikleri gerçekleştirilir. Sonraki hafta uygulamaları için 3-4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve malzemeler çocuklara dağıtılarak incelemeleri istenir.

Dinlenme Zamanı: Çocukların gereksinimlerine göre süresi değişebilen molalar verilir.

3.7.1.2. Üçüncü Hafta Uygulamaları

Problem Tanıtımı: Bu aşamada çocuklara basit makine çeşitlerinden kaldıraçlarla ilgili bir çizgi film (Ege ile Gaga-Tahterevalli) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve kaldıraçlar görsel olarak tanıtılır. Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kaldıraçların nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır. Ardından çocukların kaldıraç tanıyarak, kaldıraçtaki denge prensibini (STEM fen boyutu) keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-1 (Akıllı Tahterevalli)* için; deney-1 grubundaki çocuklara etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki çocuklara cetvel, kağıt rulo, misket, pet bardak gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problem Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (STEM teknoloji boyutu) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirmeden paylaşıyor ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar problemin çözümüne yönelik tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (STEM mühendislik boyutu). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada deney-1 grubundaki çocuklar lego parçaları ile, deney-2 grubundaki çocuklar basit malzemeler ile, karar verdikleri tasarımları doğrultusunda, çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak dengeli şekilde hareket edebilecek bir tahterevalli modeli yaparlar. Dengeyi kurarken deney-1 grubu lego parçalarını, deney-2 grubu ise misketleri sayarak modele yerleştirir (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar tahterevallilerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik boyutu) ve kaldıraçtaki denge prensibini keşfederek kıyaslama yoluyla çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (STEM fen ve matematik boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Akıllı tahterevalli I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego WeDo robotik setleri ile programlanabilir bir robotik tahterevalli yapmaları istenir. Çocuklar robotik tahterevalli modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubuna ise yaptıkları tahterevallide ağırlıkları değiştirmeden sadece desteği oynatarak denge sağlanıp sağlanamayacağı sorulur ve çocukların modellerinde desteğin yerini değiştirerek ek bir uygulama yapmaları istenir (STEM fen ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Akıllı tahterevalli II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı tahterevalli tasarımını ve kaldıraçlarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Uygulama süreci sonunda çocukların basit makinelerden kaldıraç görünce tanımları ve kaldıraçtaki denge prensibini keşfetmeleri beklenmektedir. Bu aşamada öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.1.3. Dördüncü Hafta Uygulamaları

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden makaralarla ilgili bir çizgi film (Nane ile Limon-Makaralar) izletilerek ve “Sar Sar Sar Makarayı” adlı çocuk şarkısı söylenerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve makaralar görsel olarak tanıtılır (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra makaraların faydaları hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların makarayı tanıyarak, makaranın faydasını keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-2 (Süper Vinç)* için; deney-1 grubundaki çocuklara etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki çocuklara renkli kağıt, eva sünger kağıt, ip, karton kutu, renkli mukavva, kürdan, pipet, pet bardak, misket gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

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

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada, deney-1 grubundaki çocuklar lego parçaları ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak bir yükü zorlanmadan yukarı çekebilecek üç boyutlu basit bir vinç modeli yaparlar. Deney-2 grubundaki çocuklar ise basit malzemeler ile kağıt üzerinde iki boyutlu yükü aşağı-yukarı hareket eden bir vinç modeli oluştururlar. Modeli oluştururken deney-1 grubu lego parçalarını, deney-2 grubu ise yük olarak kullandığı misketleri sayarak modele yerleştirir (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar vinçlerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik boyutu) ve makaraların nasıl çalıştığını keşfederler ve makara sayesinde yükün ne kadar yukarı çıktığını belirlerler (STEM fen ve matematik boyutu). Öğretmen grupları ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Süper vinç I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego WeDo robotik setleri ile programlanabilir bir robotik vinç yapmaları istenir. Çocuklar robotik vinç modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise kağıt üzerinde yaptıkları iki boyutlu vinç modellerini üç boyutlu hale getirerek ek bir uygulama yapmaları istenir (STEM fen ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Süper vinç II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı vinç tasarımını ve makaralarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Uygulama süreci sonunda çocukların basit makinelerden makaraları görünce tanımaları ve makaraların günlük hayatta işimizi oldukça kolaylaştırdığını keşfetmeleri beklenmektedir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.1.4. Beşinci Hafta Uygulamaları

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden dişlilerle ilgili bir çizgi film (Bulmaca Kulesi-Dişliler) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve dişliler görsel olarak tanıtılır (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra dişlilerin nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların dişlileri tanıyarak, dişlilerin çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-3 (Hızlı Topaç)* için; deney-1 grubundaki çocuklara etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki çocuklara büyük ve küçük pet şişe kapağı, lollipop çubuğu, tahta çöp şiş, tahta parçası, kalın karton gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Probleme ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

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

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada, deney-1 grubundaki çocuklar lego parçaları ile karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak hızlıca dönebilen basit bir topaç modeli yaparlar. Deney-2 grubundaki çocuklar ise basit malzemeler ile hareket eden küçük ve büyük dişli modelleri oluştururlar. Modeli oluştururken kullandıkları dişlilerin benzerlik ve farklılıklarını ifade ederler (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar topaçlarını test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik boyutu) ve neden-sonuç ilişkisi kurarak dişlilerin nasıl çalıştığını (dönme yönlerini ve hızlarını) keşfedip çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (STEM fen ve matematik boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Hızlı topaç I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego WeDo robotik setleri ile programlanabilir bir robotik topaç yapmaları istenir. Çocuklar robotik topaç modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise oluşturdukları dişlilerden yararlanarak hızlıca dönebilen basit bir topaç modeli yapmaları istenir (STEM fen ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Hızlı topaç II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı topaç tasarımını ve dişlilerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizimleri resimler yoluyla paylaşır. Uygulama süreci sonunda çocukların basit makinelerden dişlileri görünce tanımları ve dişlilerin birbirini hareket ettirmesiyle topacın döndüğünü, dişlilerin büyüklüklerine göre de topacın dönüş hızının değiştiğini keşfetmeleri beklenmektedir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.1.5. Altıncı Hafta Uygulamaları

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden kasnaklarla ilgili bir çizgi film (Hapşuu'nun Bisikleti) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve kasnaklar görsel olarak tanıtılır (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kasnakların nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların kasnakları tanıyarak, kasnakların çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-4 (Balerin Kuşlar)* için; deney-1 grubundaki çocuklara etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki çocuklara büyük ve küçük dikiş makarası, eva sünger kağıt, tahta parçası, renkli plastik çubuklar, kürdan, lastik gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Probleme ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

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

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada, deney-1 grubundaki çocuklar lego parçaları ile, deney-2 grubundaki çocuklar basit malzemeler ile, karar verdikleri tasarımları doğrultusunda, çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak aynı yöne ve zıt yöne dönerek hareket edebilen basit kasnak modelleri yaparlar. Her iki grup da modellerini oluştururken kullandıkları kasnakların benzerlik ve farklılıklarını ifade ederler (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar kasnak modellerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik boyutu) ve neden-sonuç ilişkisi kurarak kasnakların nasıl çalıştığını (dönme yönlerini ve hızlarını) keşfedip çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (STEM fen ve matematik boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Balerin kuşlar I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego WeDo robotik setleri ile aynı yöne ve zıt yöne dönerek dans edebilen programlanabilir robotik kuşlar yapmaları istenir. Çocuklar robotik kuş modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise oluşturdukları kasnaklardan yararlanarak aynı yöne ve zıt yöne dönerek dans edebilen kuşlar yapmaları istenir (STEM fen ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.13). Çocuklar öğretmenleri yardımıyla eva sünger kağıtlardan kuşlarını yaparak kasnaklara takarlar ve kasnakları hareket ettirince kuşların dönerek dans ettiğini görürler.



Şekil 3.13. Balerin kuşlar II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı kasnak tasarımını ve kasnaklarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Uygulama süreci sonunda çocukların basit makinelerden kasnakları görünce tanımaları ve kasnakların büyüklük ve bağlantı şekline göre farklı çalıştığı keşfetmeleri beklenmektedir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.1.6. Yedinci Hafta Uygulamaları

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden tekerlek ve rampa ile ilgili bir çizgi film (Nane ile Limon-İki Tekerlek ve Kuzucuk-Kaydırak) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve tekerlek ile rampa görsel olarak tanıtılır (STEM fen

boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra tekerlek ve rampanın faydaları hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların tekerlek ve rampayı tanıyarak, bu basit makinelerin faydalarını keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-5 (Güçlü Araba)* için; deney-1 grubundaki çocuklara etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki çocuklara kağıt rulo, renkli mukavva, tahta çöp şiş, ip, oyun hamuru gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

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

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada, deney-1 grubundaki çocuklar lego parçaları ile, deney-2 grubundaki çocuklar basit malzemeler ile, karar verdikleri tasarımları doğrultusunda, çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak basit bir araba modeli yaparlar. Her iki grup da modellerini oluştururken geometrik şekilleri birleştirerek yeni şekiller meydana getirirler (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar araba modellerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik boyutu) ve neden-sonuç ilişkisi kurarak tekerleğin hareketi nasıl kolaylaştırdığını keşfederler (STEM fen ve matematik boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Güçlü araba I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego WeDo robotik setleri ile yokuş yukarı kolayca çıkabilen programlanabilir bir robotik araba yapmaları istenir. Çocuklar robotik araba modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise araba modellerini yokuş yukarı kolayca çıkabilecek hale getirmeleri istenir (STEM fen ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.15). Çocuklar bir rampa oluşturur ve el yapımı arabalarını bu kez yokuş yukarı çekerek hareket ettirirler ve arabalarının kolayca yukarı çıkması için çeşitli denemeler yaparlar.



Şekil 3.15. Güçlü araba II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı araba tasarımını, tekerlek ve rampa ile ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizimleri resimler yoluyla paylaşır. Uygulama süreci sonunda çocukların rampayı tanıması ve tekerleklerin arabanın hareketini oldukça kolaylaştırdığını keşfetmeleri beklenmektedir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.1.7. Sekizinci Hafta Uygulamaları

Son hafta, öğrencilerin süreç boyunca tuttıkları ve içerisinde uygulama sırasında kullanılan tüm materyallerin bulunduğu ürün dosyaları öğrencilerden istenerek bir araya getirilmiş ve incelenerek STEM uygulamalarının süreç değerlendirmesi yapılmıştır. Ardından son test uygulamasına geçilmiştir.

3.7.1.8. Kontrol Grubu Uygulamaları

Okul öncesi düzeyindeki kontrol grubu uygulamaları deney gruplarında olduğu gibi araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Buna göre Tablo 3.9’da görülen program, geleneksel fen eğitimi merkeze alınarak uygulanmıştır. Okul Öncesi Eğitim Programı’nda (2016) yer alan “fen etkinlikleri” yönlendirmeleri doğrultusunda yapılan kontrol grubu uygulamalarında, her hafta sırasıyla basit makinelerden kaldıraç, makara, dişli, kasnak, tekerlek ve eğik düzlem konuları günlük hayattan örnekler verilerek ilgili tanıtım kartları, çizilen resimler ve söylenen şarkılar eşliğinde STEM temelli fen etkinlikleri yapılmadan işlenmiştir. Deney gruplarında olduğu gibi konuya giriş yapılırken öğrencilerin dikkatini çekmek amacıyla belirlenen çizgi filmler izletilmiştir. Deney gruplarından farklı olarak sadece herhangi bir STEM uygulama etkinliği yapılmamıştır. Eğitim akışı soru-cevap tekniği ile desteklenmiştir. Son hafta ise genel değerlendirme yapılarak çalışmalar tamamlanmıştır.

Tablo 3.9. Kontrol grubu haftalık program

Haftalar	Yapılan Uygulamalar
1. Hafta	Kontrol grubu ön test uygulamaları gerçekleştirilir.
2. Hafta	İbi-Makine Adası çizgi filmi izletilerek konuya giriş yapılır, tanıtım kartları eşliğinde basit makine çeşitleri tanıtılır ve küçük gruplar halinde eşleştirme oyunu oynanır.
3. Hafta	Ege ile Gaga-Tahterevalli çizgi filmi izletilerek konuya giriş yapılır ve tanıtım kartları eşliğinde kaldıraçlar tanıtılır, kaldıraç ile ilgili resimler çizdirilerek öğrenme desteklenir.
4. Hafta	Nane ile Limon-Makaralar çizgi filmi izletilerek konuya giriş yapılır ve tanıtım kartları eşliğinde makaralar tanıtılır, “Sar Sar Sar Makarayı” adlı çocuk şarkısı öğrenilir, resimler çizilir.
5. Hafta	Bulmaca Kulesi-Dişliler çizgi filmi izletilerek konuya giriş yapılır ve tanıtım kartları eşliğinde dişli çarklar tanıtılır, resimler çizilir.
6. Hafta	Hapşuu’nun Bisikleti çizgi filmi izletilerek konuya giriş yapılır ve tanıtım kartları eşliğinde kasnaklar tanıtılır, resimler çizilir.
7. Hafta	Nane ile Limon-İki Tekerlek ve Kuzucuk-Kaydırak çizgi filmleri izletilerek konuya giriş yapılır ve tanıtım kartları eşliğinde tekerlek ve rampa tanıtılır, resim çizimi ile öğrenme desteklenir.
8. Hafta	Kontrol grubu son test uygulamaları gerçekleştirilir. Öğrencilerle uygulamaların genel değerlendirmesi yapılır. Uygulamalara yönelik öğrencilerin düşünceleri alınır.

3.7.2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Uygulama Çalışmaları

Ortaokul 5. sınıf düzeyinde okul öncesi gruplarında olduğu gibi deney grupları için basit makineler ile ilgili kaldıraç, makara, dişli, kasnak, tekerlek ve eğik düzlemi kapsayan Tablo 3.10 ve Tablo 3.11’de görülen toplam beş farklı STEM temelli fen etkinliği hazırlanmıştır.

Tablo 3.10. *Deney-1 grubu haftalık program*

Haftalar	Yapılan Uygulamalar
1. Hafta	BİLGİLENDİRME AŞAMASI (Basit makineler konusu ile ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır ve görseller eşliğinde bilgilendirme yapılır.)
2. Hafta	HAZIRLIK AŞAMASI (Etkinliklerde kullanılacak olan Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim seti ile Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim setleri tanıtılır. Çalışma grupları oluşturulur.)
3. Hafta	ROBOTİK AKILLI TERAZİ (Kaldıraç çeşitleri)
4. Hafta	ROBOTİK SÜPER VİNÇ (Makara çeşitleri)
5. Hafta	ROBOTİK HIZLI ÇIRPICI (Dişlilerin çalışma prensibi)
6. Hafta	ROBOTİK MEKANİK KÖPEK (Kasnakların çalışma prensibi)
7. Hafta	ROBOTİK MOTORLU ARABA (Tekerlek ve eğik düzlem)
8. Hafta	UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 3.11. *Deney-2 grubu haftalık program*

Haftalar	Yapılan Uygulamalar
1. Hafta	BİLGİLENDİRME AŞAMASI (Basit makineler konusu ile ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır ve görseller eşliğinde bilgilendirme yapılır.)
2. Hafta	HAZIRLIK AŞAMASI (Etkinliklerde kullanılacak olan basit, ucuz, çevresel malzeme setleri tanıtılır. Çalışma grupları oluşturulur.)
3. Hafta	EL YAPIMI AKILLI TERAZİ (Kaldıraç çeşitleri)
4. Hafta	EL YAPIMI SÜPER VİNÇ (Makara çeşitleri)
5. Hafta	EL YAPIMI HIZLI ÇIRPICI (Dişlilerin çalışma prensibi)
6. Hafta	EL YAPIMI MEKANİK KÖPEK (Kasnakların çalışma prensibi)
7. Hafta	EL YAPIMI MOTORLU ARABA (Tekerlek ve eğik düzlem)
8. Hafta	UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hazırlanan etkinlikler fen eğitimi uzmanları tarafından yapılan incelemeler ve pilot uygulamalar sonucunda nihai şeklini aldıktan sonra, Fen Bilimleri ana dersinin seçmeli dersi olan “Bilim Uygulamaları” dersi kapsamında uygulanmıştır. Uygulamalar, MEB (2018a) Seçmeli Bilim Uygulamaları Dersi Öğretim Programı’nda yer alan “günlük yaşam problemlerine uygun ürünler sunma, bilim ve teknoloji, mühendislik tasarım becerileri” temaları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılacak her uygulama için hazırlanan *Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle STEM Temelli Fen Eğitimi Ders Planları* (Ek 9), *Öğretmen Notları* (Ek 10) ve *Öğrenci Çalışma Yaprakları* (Ek 11) kullanılmıştır. Planlarda STEM disiplinlerine ait öğrenci kazanımları, önerilen süre, yöntem, kullanılacak araç-gereçler, uygulamaların nasıl yapılacağı ayrıntılı olarak yer almaktadır. Kontrol grubunda ise her hafta aynı konular görseller eşliğinde klasik yöntemlerle işlenmiştir. Uygulamalar iki ay boyunca devam etmiştir. Ek 12’de uygulamaların ayrıntılı resimleri görülmektedir.

Aşağıda araştırmada ortaokul 5. sınıf deney-1 ve deney-2 grupları ile basit makineler konusunda gerçekleştirilen STEM uygulamaları ayrıntılı olarak anlatılmaktadır:

3.7.2.1. Birinci ve İkinci Hafta Uygulamaları

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makinelerle ilgili bir video (Okuldaki Mucit-Basit Makineler) izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Bir açacak ile gazoz kapağı açma, fındık kıracağı ile fındık kırma, makas ile kağıt kesme gibi etkinlikler yapılarak öğrencilerin dikkati çekilir, basit makine çeşitleri tanıtılır ve bu makinelerin hayatımızı kolaylaştırıp kolaylaştrmadığı üzerinde konuşularak konunun yaşamla ilişkilendirmesi yapılır. Burada öğrencilerin basit makine olarak adlandırılan araçların bir kuvvetin yönünü/büyükliğini değiştirmek için kullanıldığını ve faydalarını farketmeleri beklenmektedir (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra, ikinci hafta deney-1 grubundaki öğrencilere etkinliklerde kullanacakları teknolojik malzemeler (Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim seti, Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti), deney-2 grubundaki çocuklara ise basit, ucuz ve gündelik malzemeler tanıtılır. Çeşitli gösteri etkinlikleri gerçekleştirilir. Sonraki hafta uygulamaları için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve malzemeler öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

3.7.2.2. Üçüncü Hafta Uygulamaları

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere basit makine çeşitlerinden kaldıraçlarla ilgili çeşitli video ve resimler gösterilerek kaldıraçlar hakkında bilgilendirme yapılır. Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan kaldıraçlara örnekler vermeleri istenir (STEM fen boyutu). Ardından öğrencilerin kaldıraç çeşitlerini tanıyarak, çift taraflı kaldıraçların çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-1 (Akıllı Terazî)* için; deney-1 grubundaki öğrencilere etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki öğrencilere pipet, dikiş makarası, ip, plastik bardak, misket, ahşap çubuk gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Probleme ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (STEM teknoloji boyutu) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (STEM mühendislik boyutu). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada deney-1 grubundaki öğrenciler lego parçaları ile, deney-2 grubundaki öğrenciler basit malzemeler ile, karar verdikleri tasarımları doğrultusunda güvenilir ölçümler yapabilen bir terazi modeli yaparlar (STEM mühendislik boyutu). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek terazide yapacakları ölçümlerle ilgili ön tahminlerde bulunur ve tabloya kaydederler (STEM

matematik boyutu). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler terazilerini test ederler ve farklı cisimlerin kütlelerini ölçerek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler. Tahminleri ile ölçüm sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Daha ağır cisimler tartabilmek için neler yapabileceklerini tartışır (STEM fen boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, ölçüm sonuçları ile ilgili bilgi alır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Akıllı terazi I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik terazi yapmaları istenir. Öğrenciler robotik terazi modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırır (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise terazilerinin daha ağır cisimleri tartabilmesi için denge ağırlığında değişimler yapmaları ve buna göre terazi tasarımlarını geliştirmeleri istenir. Öğrenciler el yapımı terazilerini geliştirerek daha ağır cisimleri tartmayı denerler (STEM fen ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.17).

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı terazi tasarımını ve kaldıraçlarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en ağır cismi en doğru şekilde tartabilen grup birinci seçilir. Sonuçta yapılan terazinin çift taraflı bir kaldıraç türü olduğu ve denge ağırlığı arttıkça daha ağır cisimleri tartabileceği belirlenir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.



Şekil 3.17. Akıllı terazi II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

3.7.2.3. Dördüncü Hafta Uygulamaları

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden makaralarla ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek makara sistemleri tanıtılır. Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan makaralara örnekler vermeleri istenir (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra makaraların nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problem Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin makara çeşitlerini tanıyarak, sabit ve hareketli makaraların faydasını ve çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-2 (Süper Vinç)* için; deney-1 grubundaki öğrencilere etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki öğrencilere dikiş makarası, ip, tahta parçası, kağıt rulo, tahta çöp şiş, plastik bardak gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

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

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada deney-1 grubundaki öğrenciler lego parçaları ile, deney-2 grubundaki öğrenciler basit malzemeler ile, karar verdikleri tasarımları doğrultusunda devrilmeden en ağır yükleri yukarı çekebilen bir vinç modeli yaparlar (STEM mühendislik boyutu). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek vinçlerine sabit ve hareketli makaralar yerleştirirler ve hangi durumda yükü daha kolay

yukarı çıkaracakları ile ilgili ön tahminlerde bulunurlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler vinçlerini test ederler ve hangi makaralar kullanıldığında yükün daha kolay yukarı çıktığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler. Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik ve matematik boyutu) (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Süper vinç I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Daha ağır yükleri yukarı kaldırebilmek için neler yapabileceklerini tartışırlar (STEM fen boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik vinç yapmaları istenir. Öğrenciler robotik vinç modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise vinçlerinin daha ağır yükleri taşıyabilmesi için kullandıkları makara sisteminde değişimler yapmaları ve vinçlerine motor bağlayarak otomatik olarak hareket ettirmeleri istenir. Öğrenciler el yapımı vinç modellerini geliştirerek motorla daha ağır yükleri yukarı çıkarmayı denerler (STEM fen ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen motor bağlantısı için gruplara rehberlik eder (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Süper vinç II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı vinç tasarımını ve makaralarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en ağır yükü zorlanmadan yukarı kaldırebilen grup birinci seçilir. Sonuçta yapılan vinçte hareketli makaranın sağladığı kuvvet kazancı sayesinde daha ağır yüklerin daha kolay yukarı çıkarılabileceği keşfedilir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.2.4. Beşinci Hafta Uygulamaları

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden dişlilerle ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek dişli sistemleri tanıtılır. Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan dişli mekanizmalarına örnekler vermeleri istenir (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra dişlilerin nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin farklı büyüklükteki dişli çarkların dönüş hızlarını keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-3 (Hızlı Çırpıcı)* için; deney-1 grubundaki öğrencilere etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki öğrencilere tahta parçası, büyük ve küçük pet şişe kapağı, lolipop çubuğu, pipet, metal çırpıcı ucu gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

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

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada deney-1 grubundaki öğrenciler lego parçaları ile, deney-2 grubundaki öğrenciler basit malzemeler ile, karar verdikleri tasarımları doğrultusunda hızlı dönen ve iyi karıştıran basit bir çırpıcı modeli yaparlar (STEM mühendislik boyutu). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek çırpıcılarına değişik konumlarda büyük ve küçük dişliler yerleştirirler ve hangi durumda çırpıcının daha hızlı karıştırma yapacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydedirler (STEM matematik boyutu). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

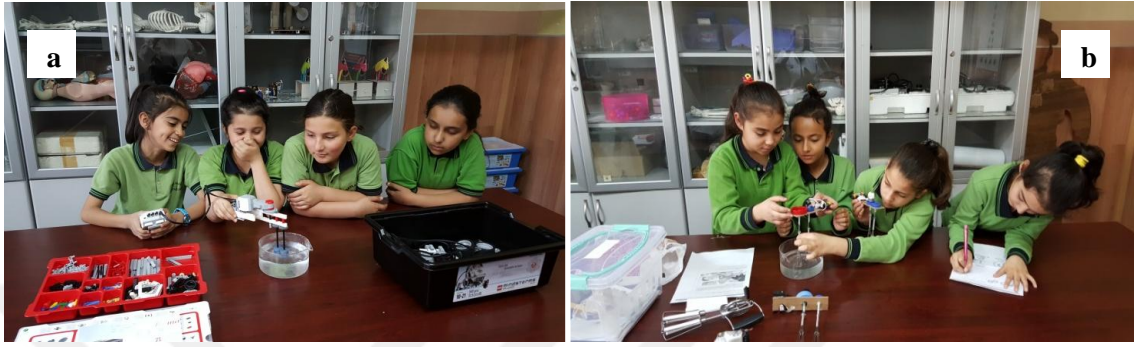
Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler çırpıcılarını test ederler ve boyutları farklı olan dişlileri hangi konumda kullandıklarında çırpıcının daha hızlı karıştırdığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydedirler. Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Daha hızlı karıştırma yapabilmek için neler yapabileceklerini tartışır (STEM fen boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, ölçüm sonuçları ile ilgili bilgi alır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Hızlı çırpıcı I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik çırpıcı yapmaları istenir. Öğrenciler robotik çırpıcı modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırır (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise yaptıkları çırpıcının daha hızlı dönerek daha iyi karıştırması için

kullandıkları dişli sisteminde değişimler yapmaları ve çırpıcılarına motor bağlayarak otomatik olarak hareket ettirmeleri istenir. Öğrenciler el yapımı çırpıcı modellerini geliştirerek motorla daha hızlı karıştırmayı denerler (STEM fen ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Hızlı çırpıcı II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı çırpıcı tasarımını ve dişlilerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en hızlı çırpıcıyı yapan grup birinci seçilir. Sonuçta birbirleriyle bağlantılı dişlilerde büyük dişli kendisine bağlı olan küçük dişliden yavaş fakat daha büyük bir kuvvetle döndüğünden, yapılan çırpıcının daha hızlı dönmesi için döndüren dişlinin büyük, döndürülen dişlinin ise küçük kullanılması gerektiği keşfedilir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.2.5. Altıncı Hafta Uygulamaları

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden kasnaklarla ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek kasnak sistemleri tanıtılır. Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan kasnak mekanizmalarına örnekler vermeleri istenir (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kasnakların nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problem Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin farklı büyüklükteki kasnakların dönüş hızlarını keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-4 (Mekanik Köpek)* için; deney-1 grubundaki öğrencilere etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı

eğitim seti, deney-2 grubundaki öğrencilere mukavva, pipet, ahşap çubuk, kağıt rulo, karton gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da ğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

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

rn Oluşturma: Bu aşamada deney-1 grubundaki öğrenciler lego parçaları ile, deney-2 grubundaki öğrenciler basit malzemeler ile, karar verdikleri tasarımları doğrultusunda kuyruğunu en hızlı sallayan bir mekanik köpek modeli oluşturmaya çalışırlar (STEM mühendislik boyutu). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek köpeğin kuyruk kısmına bağlı değişik konumlarda büyük ve kk kasnaklar yerleştirirler ve hangi durumda köpeğin kuyruğunu daha hızlı sallayacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydederler (STEM matematik boyutu). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

rn Test Etme: Bu aşamada öğrenciler mekanik köpeklerini test ederler ve boyutları farklı olan kasnakları hangi konumda kullandıklarında köpeğin kuyruğunu daha hızlı salladığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (şekil 3.22).



şekil 3.22. Mekanik köpek I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Kuyruğu daha hızlı hareket ettirebilmek için neler yapabileceklerini tartışırlar (STEM fen boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, ölüm sonuçları ile ilgili bilgi alır.

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik mekanik köpek yapmaları istenir. Öğrenciler robotik mekanik köpek modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırlar (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Mekanik köpek II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise yaptıkları mekanik köpeğin kuyruğunu daha hızlı sallayabilmesi için kullandıkları kasnak sisteminde değişimler yapmaları istenir. Öğrenciler el yapımı mekanik köpek modellerini geliştirerek kuyruğunu daha hızlı hareket ettirmeyi denerler (STEM fen ve mühendislik boyutu).

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı mekanik köpek tasarımını ve kasnaklarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda kuyruğunu en hızlı sallayabilen mekanik köpeği tasarlayan grup birinci seçilir. Sonuçta birbirleriyle bağlantılı kasnaklarda büyük kasnak kendisine bağlı olan küçük kasnaktan yavaş fakat daha büyük bir kuvvetle döndüğünden, köpeğin kuyruğunu daha hızlı sallaması için döndüren kasnağın büyük, döndürülen kasnağın ise küçük kullanılması gerektiği keşfedilir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.2.6. Yedinci Hafta Uygulamaları

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden tekerlek ve eğik düzlemle ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek tekerlek ve eğik

düzlemler tanıtılır. Öğrencilerin günlük hayatta tekerlek ve eğik düzlemlerin kullanıldığı yerlere örnekler vermeleri istenir (STEM fen boyutu). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra bu sistemlerin nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin tekerlek ve eğik düzlemin günlük hayatta işlerimizi nasıl kolaylaştırdığını keşfetmelerini sağlayacak *Etkinlik-5 (Motorlu Araba)* için; deney-1 grubundaki öğrencilere etkinlikte kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, deney-2 grubundaki öğrencilere ahşap çubuk, büyük ve küçük pet şişe kapağı, lastik, tahta çöp şiş, pipet gibi basit malzemeler verilir. Her iki gruba da öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

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

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada deney-1 grubundaki öğrenciler lego parçaları ile, deney-2 grubundaki öğrenciler basit malzemeler ile, karar verdikleri tasarımları doğrultusunda yokuş yukarı en fazla yükü en hızlı çıkabilen bir motorlu araba tasarımı oluşturmaya çalışırlar (STEM mühendislik boyutu). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek arabalarına farklı boyutta tekerlekler ve dişliler takarlar ve hangi durumda arabanın daha hızlı ve daha güçlü olacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydederler (STEM matematik boyutu). Ardından arabanın ilerlediği eğik düzlemin boyunu ve yüksekliğini değiştirerek hangi durumda arabanın yükü daha kolay yukarı çıkaracağı ile ilgili denemeler yaparlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler arabalarını test ederler ve hangi boyutta tekerlek, dişli ve eğik düzlem kullandıklarında arabanın zorlanmadan daha fazla yükü daha hızlı yokuş yukarı çıktığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler. Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (STEM mühendislik ve matematik boyutu). Arabanın yokuş yukarı daha kolay çıkması için neler yapabileceklerini tartışırlar (STEM fen boyutu). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, ölçüm sonuçları ile ilgili bilgi alır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Motorlu araba I. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Deney-1 grubundan Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik araba yapmaları istenir. Öğrenciler robotik araba modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (STEM fen, teknoloji ve mühendislik boyutu). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder. Deney-2 grubundan ise yaptıkları arabanın eğik düzlemden yukarı zorlanmadan daha hızlı çıkabilmesi için kullandıkları tekerlek ve aks sisteminde değişimler yapmaları ve arabalarına motor bağlayarak otomatik olarak hareket ettirmeleri istenir. Öğrenciler el yapımı araba modellerini geliştirerek motorla yokuş yukarı daha kolay çıkmasını sağlarlar (STEM fen ve mühendislik boyutu) (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Motorlu araba II. aşama (a) deney-1 (b) deney-2

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı araba tasarımını, tekerlek ve eğik düzlemlerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en güçlü ve hızlı arabayı yapan grup birinci seçilir. Sonuçta büyük tekerlekli, döndüren dişlisi büyük ve yüksekliği az olan eğik düzlemde hareket ettirilen arabanın taşıdığı yükü daha kolay

yukarı çıkarabileceği keşfedilir. Öğretmen, öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

3.7.2.7. Sekizinci Hafta Uygulamaları

Son hafta, öğrencilerin süreç boyunca tuttıkları ve içerisinde uygulama sırasında kullanılan tüm materyallerin bulunduğu ürün dosyaları öğrencilerden istenerek bir araya getirilmiş ve incelenerek STEM uygulamalarının süreç değerlendirmesi yapılmıştır. Ardından son test uygulamasına geçilmiştir.

3.7.2.8. Kontrol Grubu Uygulamaları

Ortaokul 5. sınıf düzeyindeki kontrol grubu uygulamaları deney gruplarında olduğu gibi araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Buna göre Tablo 3.12’de görülen program geleneksel fen eğitimi merkeze alınarak uygulanmıştır.

Tablo 3.12. *Kontrol grubu haftalık program*

Haftalar	Yapılan Uygulamalar
1. Hafta	Kontrol grubu ön test uygulamaları gerçekleştirilir.
2. Hafta	Okuldaki Mucit-Basit Makineler videosu izletilerek konuya giriş yapılır ve görseller (Bilim Çocuk-Simit ve Peynirle Evimizdeki Basit Makine Kartları) eşliğinde basit makine çeşitleri tanıtılır.
3. Hafta	Kaldıraçlar konusu görseller eşliğinde anlatılır. Kaldırıcının günlük hayatta nerelerde kullanıldığı gösterilir. Posterler hazırlanır.
4. Hafta	Makaralar görseller eşliğinde anlatılır. Günlük hayattan örnekler verilerek makara çeşitlerinin avantaj ve dezavantajları tartışılır. Konu posterleri hazırlanır.
5. Hafta	Dişli çarklar görseller eşliğinde anlatılır. Dişli çarkların günlük hayatta nerelerde kullanıldığı gösterilir. Posterler hazırlanır.
6. Hafta	Kasnaklar görseller eşliğinde anlatılır. Kasnakların günlük hayatta kullanım alanlarına örnekler verilir. Konu posterleri hazırlanır.
7. Hafta	Tekerlek ve eğik düzlem görseller eşliğinde anlatılır. Tekerlek ve eğik düzlemin günlük hayatta sağladığı kolaylıklardan bahsedilir. Posterler hazırlanır.
8. Hafta	Kontrol grubu son test uygulamaları gerçekleştirilir. Öğrencilerle uygulamaların genel değerlendirmesi yapılır. Uygulamalara yönelik öğrencilerin düşünceleri alınır.

Ortaokul 5. sınıf “Seçmeli Bilim Uygulamaları” dersi kapsamında yapılan kontrol grubu uygulamalarında, her hafta sırasıyla basit makinelerden kaldıraç, makara, dişli, kasnak, tekerlek ve eğik düzlem konuları günlük hayattan örnekler verilerek görseller eşliğinde anlatılmış ve gruplar halinde konu posterleri hazırlanmıştır. Deney gruplarında olduğu gibi konuya giriş yapılırken öğrencilerin dikkatini çekmek amacıyla belirlenen videolar izletilmiştir. Deney gruplarından farklı olarak herhangi bir STEM etkinliği yapılmamıştır. Anlatım soru-cevap ve tartışma tekniği ile desteklenmiştir. Uygulamalar süresince öğretmen anlattıklarını öğrencilerin not tutmalarını istemiştir. Son hafta ise genel değerlendirme yapılarak çalışmalar tamamlanmıştır.

3.8. Verilerin Analizi

Bu araştırmada uygulamadan elde edilen veriler SPSS 21.00 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre; ilk önce kontrol ve deney grupları ön test ve son test puanları için ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri, minimum ve maksimum değerleri ile betimsel istatistikler sunulmuştur. Daha sonra ise gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan fen eğitimi, teknolojik malzemelerle yapılan fen eğitimi ve düz anlatıma dayalı yapılan geleneksel fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, Kayseri İli Melikgazi İlçesi Kazımkarabekir Sementi’ndeki okul öncesi ve ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarına etkisinin belirlenmesi için çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA), devamında ise ANCOVA (tek yönlü kovaryans analizi) yapılmıştır. Kovaryans analizleri bir araştırmada etkisi test edilen bağımsız değişkenin dışında bağımlı değişken ile ilişkisi bulunan ve ortak değişkenin ya da değişkenlerin istatistiksel olarak kontrol edilmesini sağlayarak, gruplar arası karşılaştırma olanağı veren bir tekniktir (Büyüköztürk, 2012). MANCOVA’da birden fazla bağımsız değişken ile bir ya da daha fazla ortak değişken ve birden fazla bağımlı değişken bulunmaktadır (Cooley ve Lohnes, 1971; Akt: Çer, 2017). Başka bir ifadeyle MANCOVA, bağımlı değişken üzerinde etkisi olabilecek başka bir bağımsız değişkenin (kodeğişken-ortak değişken-kovaryant) etkisinin yok edilmesi için kullanılır (Keskin, 2010) ve aynı analizde iki veya daha fazla bağımlı değişken içerir. Bu araştırmada MANCOVA kullanılmasının sebebi, iki ortak ve iki bağımlı değişken, ikiden fazla bağımsız değişken olması ve bağımsız değişkenler açısından grupların eşitlenerek iç geçerliğin sağlanabilmesidir.

Araştırma sürecinde öncelikle MANCOVA'nın varsayımlarının sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir. Bu varsayımlar şu şekildedir (Büyüköztürk, 2012):

- Bağımlı değişkene ait puanların dağılımı her grup için normaldir.
- Bağımlı değişkene ait puanların varyansları homojendir.
- Gruplar için regresyon doğrularının eğimleri homojendir.
- Gruplarda gerçekleştirilen gözlemler rastgele ve birbirinden bağımsızdır.
- Bağımlı değişken ile ortak değişkenler arasında doğrusal bir ilişki vardır.

MANCOVA ve ANCOVA yapılmadan önce bu analizler için gerekli olan varsayımların test edilmesi amacıyla ise aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmiştir:

MANCOVA'nın ilk ön şartı normal dağılımdır. Bu çalışmada örneklem dağılımlarının normal dağılıma uygunluğunu incelemek için “çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayıları” kullanılmıştır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2014; Tabachnick ve Fidell, 2015). Bazı kaynaklarda çarpıklık ve basıklık katsayı değerlerinin -1 ve +1 değerleri arasında (Büyüköztürk, 2012); bazı kaynaklarda ise -2 ve +2 değerleri arasında olması normal dağılımın ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Karagöz, 2015; Tabachnick ve Fidell, 2015). Öte yandan kovaryans analizi ve buna benzer ileri düzey analizlerde verilerin her grup için normal dağılması gerektiği belirtilmektedir (Kilmen, 2015). Bu bağlamda MANCOVA'nın normal dağılım varsayımı test edilirken, her grup için verilerin normal dağılıp dağılmadığı ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

MANCOVA için ikinci şart, bağımlı değişkenlere ilişkin puanların varyans-kovaryans matrislerinin homojenliğidir. Gruplarda bağımlı değişkenin varyanslarının homojenliği (varyansların eşitliği) kovaryans analizi içindeki “Levene testi” ile kontrol edilmiştir. “Bağımlı değişkene ilişkin gruplardaki hata varyansları arasında anlamlı fark yoktur” şeklindeki yokluk hipotezini sınanan Levene testi sonucunun 0.05'ten büyük yani anlamsız olduğu durumlarda, bu hipotez kabul edilerek varyansların homojenliği varsayımı karşılanmaktadır (Can, 2016; Seçer, 2015). Kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımı için ise “Box M testi” yapılmış ve analiz sonucunda “p” anlamlılık düzeyi değerinin 0.05'ten büyük olması ($p > 0.05$) durumunda bu varsayım kabul edilmiştir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2014).

Ortak değişkenler arası korelasyon MANCOVA'nın uygulanabilmesi için gereken diğer bir ön şarttır. Ortak değişkenler arasında yüksek düzeyde ilişki varsa çoklu bağlantı (multicollinearity) ihtimali artmaktadır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2014). MANCOVA'da karşılaştırılan her bir gruptaki ortak değişkenler arasında $r > 0.90$ ise çoklu bağlantı olasılığının güçlü olduğu ileri sürülmektedir (Pallant, 2016). Eğer yüksek derecede bir ilişki varsa ($r \geq 0.80$) çoklu bağlantıdan kuşulanılmalı ve gerekirse aralarında çoklu bağlantı olan değişkenlerden biri veya birkaçı çıkarılmalıdır (Keskin, 2010; Tabachnick ve Fidell, 2015). Bu nedenle MANCOVA yapılmadan önce, ortak değişkenler arasındaki ilişki "Pearson korelasyon analizi" ile incelenmiş ve değişkenler arasındaki ilişkinin 0.80'den küçük olup olmadığı kontrol edilmiştir. Böylece ortak değişkenler ile bağımlı değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığı da belirlenmiştir.

MANCOVA'nın diğer şartı olan regresyon eğimlerinin eşitliği varsayımını sınamak için kontrol değişkeni (ön testler) ve bağımsız değişkenin (grup) etkileşimlerine bakmak gerekir. Bu etkileşimin etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmaması regresyon doğrularının homojenliği olarak bilinmektedir (Kilmen, 2015; Seçer, 2015). Bu çalışmada gruplar için regresyon doğrularının eşitliği varsayımı "Çok Değişkenli Regresyon Korelasyonu (Multivariate Regression Correlation-MRC)" analizi ile gerçekleştirilmiştir. Bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etki büyüklüğünü belirlemek amacıyla eta-kare (η^2) değerinden yararlanılmıştır. Etki büyüklüğünün yorumlanmasında Cohen (1988) tarafından belirlenen kesim noktaları dikkate alınmıştır. Buna göre; bu değerin 0.01 olması küçük etki büyüklüğü, 0.06 olması orta etki büyüklüğü, 0.14 olması ise geniş etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2012). Öte yandan araştırmalarda gözlenen güç ($1-\beta$) değeri en az 0.80 olarak kabul edildiğinden bu çalışma için de aynı şekilde kabul edilmiştir. 0.90'ın üzerinde olan değerler ise gözlenen gücün büyük olduğunu göstermektedir (Stevens, 2009).

Yukarıda bahsedilen işlemler doğrultusunda, tüm temel varsayımlar tüm değişkenler için sorgulandıktan sonra MANCOVA ve ANCOVA yapılarak elde edilen veriler 0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiş ve ulaşılan sonuçlar bulgular bölümünde sunulmuştur.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde, okul öncesi ve temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyi problem çözme becerileri ve akademik benlik algısına yönelik elde edilen bulgularla ilgili betimsel ve çıkarımsal istatistikler, uygulama sürecinin gözlemine ait bulgular ve uygulama sürecinde yaşanan zorluklar yer almaktadır.

4.1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyine Yönelik Bulgular

4.1.1. Problem Çözme Becerileri İle İlgili Betimsel İstatistikler

Bu bölümde, okul öncesi eğitim düzeyi problem çözme becerilerine yönelik bulgular kapsamındaki betimsel istatistikler sunulmaktadır. Tablo 4.1’de deney ve kontrol gruplarında “Problem Çözme Becerileri Ölçeği (PÇBÖ)” ön test ve son test puan ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması, çarpıklık ve basıklık değerleri, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri görülmektedir.

Tablo 4.1. PÇBÖ ön test ve son test puanları için betimsel istatistikler

	N	\bar{X}	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min	Max
Ön-PÇBÖ							
Deney-1	16	28.35	6.90	0.594	0.037	20	38
Deney-2	17	27.65	5.13	-0.400	-0.722	20	36
Kontrol	17	27.30	6.67	-0.826	0.495	18	36
Son-PÇBÖ							
Deney-1	16	32.50	4.79	0.300	-0.043	22	40
Deney-2	17	30.85	5.21	0.052	-0.976	22	42
Kontrol	17	28.00	5.37	-0.652	0.476	18	38

Buna göre; araştırmanın uygulanması sırasında kayıp veri oluşmamıştır. Uygulama öncesinde, deney-1 grubu PÇBÖ puan ortalaması ($\bar{X}=28.35$), deney-2 grubu PÇBÖ

puan ortalaması ($\bar{X}=27.65$) ve kontrol grubu PÇBÖ puan ortalaması ($\bar{X}=27.30$) yakın bulunmuştur. Yani gruplar arası problem çözme becerilerinin uygulama öncesinde birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, deney-1 grubu PÇBÖ puan ortalaması ($\bar{X}=32.50$) ile deney-2 grubu PÇBÖ puan ortalamasının ($\bar{X}=30.85$) kontrol grubu PÇBÖ puan ortalamasına ($\bar{X}=28.00$) göre yüksek olduğu bulunmuştur. Yani uygulama sonrasında deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerinde yüksek bir artış varken, kontrol grubunda ise bu artış nispeten düşüktür.

Uygulama sonrasında grupların son test ve ön test puan ortalamalarındaki farklılıkları gösteren kazanım puanları Tablo 4.2’de verilmiştir. Buna göre; PÇBÖ puanları açısından, deney-1 ve deney-2 grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Bu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında; deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin PÇBÖ puanları açısından birbirine yakın kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır ($\bar{X}_{\text{fark}}=4.15$ ve $\bar{X}_{\text{fark}}=3.20$).

Tablo 4.2. PÇBÖ açısından grupların kazanç puanları

	Gruplar	Kazanım Puanları (Son test-Ön test)
PÇBÖ	Deney-1	4.15
	Deney-2	3.20
	Kontrol	0.70

Öte yandan uygulamanın başında okul öncesi dönemdeki çocukların fen ve doğa olayları kapsamında açık uçlu PÇBÖ sorularına verdikleri cevaplara bakıldığında; ilk soruda *kardan adamı güneşten korumak* ile ilgili problem durumu için, toplam 50 çocuktan 32’sinin “*buzdolabına koyarım*”, “*serin gölge bir yere koyarım*” şeklinde çözüm önerdiği ancak *kardan adamın bozulmadan nasıl hareket ettirileceği ya da buzdolabına nasıl sığacağı* ile ilgili bir sonraki basamakta düşünce üretmedikleri belirlenmiştir. Yine bu öğrencilerden 6’sının başlangıçta “*üstüne battaniye örterim*” diyerek yanlış çözümler sunduğu görülmüştür. Son testte ise deney-1 ve deney-2 grubundaki toplam 33 çocuktan 20’sinin problem durumu ile ilgili “*üstüne şemsiye tutarım, çadır çekerim*” şeklinde tam çözümler ürettikleri söylenebilir.

İkinci olarak *tatile gidince evde kalan çiçeklerin solmasının nasıl engelleneceği* ile ilgili problem durumunda, deney gruplarındaki çocukların yarıdan fazlasının uygulamadan

önce “*çiçekleri yanımda götürürüm*” diyerek probleme odaklanmada yanlışlık yaptığı, bazılarının “*komşuya evin anahtarını veririm, o gelip sular*” ya da “*saksıları su dolu bir leğenin içine koyarım*” diyerek tam çözümler önerdiği belirlenmiştir. Son testte ise deney-1 grubundaki çocuklardan birisi yaptığı robotik destekli STEM uygulamalarından yola çıkarak “*bir robot yaparım, her gün o sular*” şeklinde orijinal bir cevap vermiştir.

Rüzgar olmayan yerde rüzgargülünün nasıl döndürüleceği ile ilgili üçüncü problem durumunda uygulamanın başında tüm gruplardaki çocukların yarısından fazlası “*üflerim*” diyerek probleme sürdürülebilir bir çözüm önerisi sunamazken, uygulama sonunda özellikle deney gruplarındaki çocuklar arasından “*saç kurutma makinesi ya da vantilatör kullanırım*” diyerek daha pratik çözümler sunanlar olmuştur.

Rüzgarlı bir havada dışarıda asılı çamaşırların uçmaması ile ilgili dördüncü problem durumuna sunulan çözümler incelendiğinde; başlangıçta 50 çocuktan 28’inin “*çamaşırları toplamalı*” ya da “*rüzgar dinince asmalı*” diyerek probleme odaklanmada yanlışlık yaptığı, ancak sonrasında “*bol bol mandal kullanmalı*” şeklinde uygulanabilir çözümler ürettikleri belirlenmiştir. *Kamil’in su olmadan ellerini nasıl temizleyeceği* ile ilgili problemde yine benzer durum ortaya çıkmıştır. Başlangıçta bazı öğrenciler “*suların gelmesini beklemeli*” diyerek probleme odaklanamamış, son testte “*ıslak mendille temizlemeli*” veya “*marketten su almalı*” şeklinde çözümler bulmuşlardır. Benzer şekilde, *hazırlanıp bekletilen çayın soğumaması* ile ilgili problem durumunda “*termosa koymalı*” şeklindeki tam çözümler son test aşamasında önerilmiş, hatta deney-2 grubundaki çocuklardan birinin yaptığı basit malzemelerle STEM uygulamalarından yola çıkarak “*çayı sıcak tutan bir alet yapabilir*” şeklinde farklı bir çözüm önerdiği belirlenmiştir.

Kerem’in sıcak havada nasıl serinleyeceği ile ilgili problem durumu için, uygulama öncesinde çocuklardan en çok “*soğuk su içmeli*”, “*dondurma yemeli*” ya da “*vantilatörün önüne geçmeli*” önerileri gelirken, uygulama sonrasında özellikle deney gruplarında “*kendine yelpaze yapmalı, onu kullanmalı*” gibi probleme yönelik ürün oluşturmaya dönük cevaplar alınmıştır.

Sıkışan yüzüğün parmaktan nasıl çıkarılacağı ile ilgili problemde ise, başlangıçta söylenen “*ambulansı ya da itfaiyeyi aramalı*” şeklindeki önerilerin bu basit bir problem için yanlış bir çözüm yolu olduğu, uygulama sonrasında ise çoğu öğrenciden gelen

“elini sabunla yıkamalı, gevşer ve çıkar” şeklindeki önerilerin doğru bir çözüm sunduğu ifade edilebilir. *Şemsiye yokken yağmurda ıslanmamak için neler yapılabileceği* ile ilgili son fen ve doğa olayı probleminde de, ön testte çoğunlukla *“korunacak bir yere girerim”*, *“otobüs durağında beklerim”* gibi probleme sürdürülebilir bir çözüm önerisi sunmayan ve bir sonraki basamakta *yağmur uzun süre yağarsa ne olacağı* ile ilgili tam düşüncenin olmadığı cevaplar ile karşılaşılırken, son testte ise deney-1 grubunda farklı olarak *“o anda hemen şemsiye gibi başıma tutacak bir şey tasarlarım”* cevapları ortaya çıkmıştır.

Araç-gereç kullanımı kapsamında PCBÖ sorularına verilen cevaplara bakıldığında; yine deney gruplarında yapılan uygulamaların son testte verilen cevaplara yansıdığını söylemek mümkündür. Örneğin; *Zeynep’e doğum günü hediyesi olarak gelen çok büyük kutunun yerden nasıl kaldırılacağı* ile ilgili problem durumu için, son testte deney grubundaki çocuklardan biri yaptığı STEM etkinliğinden yola çıkarak *“vinç kullanmalı, kolayca yukarı çıkar”* diyerek cevaplamıştır.

Fatma’nın yüksekte asılı tabloyu nasıl alabileceği ile ilgili problem durumunda tüm gruptaki çocukların başlangıçta yarıdan fazlasının *“merdiven ya da sandalyeye çıkmalı”* diyerek cevap verdiği, farklı olarak son testte deney-1 grubundaki bir çocuğun *“uzun bir robot kol kullansın”* şeklinde orijinal bir çözüm önerdiği görülmüştür.

Ayrıca *büyük bir çukura düşen tavşanın nasıl kurtarılacağı* ile ilgili problem durumu için, son testte deney-2 grubundaki bir çocuğun *“bir sepete ip bağlarım, ipin bir ucundan tutup sepeti aşağı sallarım, tavşan içine girince sepeti yukarı çekerim”* şeklinde bir çözüm önerisi sunduğu ancak *tavşanın sepete nasıl gireceği* ile ilgili ortaya çıkacak ikinci durumu düşünemediği; *Elif’in ağaçta kalan topunun nasıl alınacağı* ile ilgili problemde ise yine son testte deney-1 grubundaki çocuklardan birinin *“çok uzun bir sopa kullanırım, sopa yetişmezse taş atarak topu hareket ettirip düşürmeye çalışırım”* şeklinde cevap vererek bir sonraki aşamayı da düşündüğü belirlenmiştir.

Salıncakta sallanırken düşen Ayşe’nin kanayan dizi için neler yapılabileceği ile ilgili dördüncü problem durumuna sunulan çözümler incelendiğinde; ön testte çoğunlukla *“yara bandı yapıştırmalı”* şeklinde cevaplar verilirken, *yara bandının o anda hemen bulunamayacağı* ihtimali düşünülmeden yine problemin bir sonraki aşaması için fikir

yürütülemediği, son testte ise cevapların “yara bandı bulunana kadar bir giysi parçası ile kanayan yere bastırılır” şeklinde değiştiği görülmüştür.

Okul bahçesindeki yaralı bir kedinin ayağını iyileştirmek için neler yapılabileceği ile ilgili problem durumunda çocukların yarısından fazlasından “öğretmenime söylerim, veterinerine götürürüz” şeklinde cevaplar gelirken; *Metin*'in ayakkasının altına yapışan sakızı nasıl çıkaracağı ilgili son araç-gereç kullanımı kapsamındaki problemde de, ön testte çoğunlukla “sert bir taşla sürerim” denilerek ayakkabının altının düz olmadığı durumlar düşünülmezken, uygulama sonrasında “bir çubukla çıkarmalı” şeklindeki çözüm önerisinin daha çok arttığını söylemek mümkündür.

4.1.2. Akademik Benlik Algısı İle İlgili Betimsel İstatistikler

Bu bölümde, okul öncesi eğitim düzeyi akademik benlik algısına yönelik bulgular kapsamındaki betimsel istatistikler sunulmaktadır. Tablo 4.3'te deney ve kontrol gruplarında “Akademik Benlik Kavramı Ölçeği (ABKÖ)” ön test ve son test puan ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması, çarpıklık ve basıklık değerleri, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri görülmektedir.

Tablo 4.3. ABKÖ ön test ve son test puanları için betimsel istatistikler

	N	\bar{X}	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min	Max
Ön-ABKÖ							
Deney-1	16	30.25	5.42	0.527	0.300	24	40
Deney-2	17	31.65	6.10	0.072	0.716	22	40
Kontrol	17	31.35	6.98	-0.106	-0.836	20	40
Son-ABKÖ							
Deney-1	16	36.50	9.03	0.487	-0.060	28	42
Deney-2	17	34.65	5.87	-0.125	0.852	26	42
Kontrol	17	32.05	6.56	0.220	-0.258	22	40

Buna göre; araştırmanın uygulanması sırasında kayıp veri oluşmamıştır. Uygulama öncesinde, deney-1 grubu ABKÖ puan ortalaması ($\bar{X}=30.25$), deney-2 grubu ABKÖ puan ortalaması ($\bar{X}=31.65$) ve kontrol grubu ABKÖ puan ortalaması ($\bar{X}=31.35$) yakın bulunmuştur. Yani gruplar arası akademik benlik algılarının uygulama öncesinde birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, deney-1 grubu ABKÖ

puan ortalaması ($\bar{X}=36.50$) ile deney-2 grubu ABKÖ puan ortalamasının ($\bar{X}=34.65$) kontrol grubu ABKÖ puan ortalamasına ($\bar{X}=32.05$) göre yüksek olduğu bulunmuştur. Yani uygulama sonrasında deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin akademik benlik algılarında olumlu yönde bir artış varken, kontrol grubunda ise bu artış nispeten daha düşüktür.

Uygulama sonrasında grupların son test ve ön test puan ortalamalarındaki farklılıkları gösteren kazanım puanları Tablo 4.4'te verilmiştir. Buna göre; ABKÖ puanları açısından, deney-1 ve deney-2 grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Bu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında; deney-1 grubu öğrencilerinin deney-2 grubu öğrencilerine göre ABKÖ puanları açısından ise daha yüksek kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır ($\bar{X}_{\text{fark}}=6.25$ ve $\bar{X}_{\text{fark}}=3.00$).

Tablo 4.4. ABKÖ açısından grupların kazanç puanları

	Gruplar	Kazanım Puanları (Son test-Ön test)
ABKÖ	Deney-1	6.25
	Deney-2	3.00
	Kontrol	0.70

Öte yandan uygulamanın başında okul öncesi dönemdeki çocukların ABKÖ cevaplarına bakıldığında; tüm gruplarda “Her sabah okula gitmek için hazırlanırken hissederim.”, “Faaliyetimi öğretmenime teslim ettiğimde hissederim.”, “Öğretmenim yeni bir faaliyet yapacağımızı sınıfa duyurduğunda hissederim.”, “Birisi bana yapmakta zorlandığım bir faaliyeti yapabilmem için yardım ettiğinde hissederim.”, “Faaliyetimi arkadaşlarımla birlikte yaparken hissederim.” gibi maddelerden alınan puanların genellikle daha yüksek olduğu görülmüştür. “Öğretmenim benden bir soruyu cevaplamamı istediğinde hissederim.”, “Öğretmenimden anlamadığım bir şeyi tekrar etmesini istediğimde hissederim.”, “Faaliyetimi kendi başıma yaparken hissederim.”, “Başkalarının yapabildiği faaliyeti ben yapamadığımda hissederim.”, “Sınıf arkadaşlarımla faaliyetim/projem hakkında konuştuğumda hissederim.” gibi maddelerden alınan puanların ise daha düşük olduğu dikkati çekmiştir. Uygulama sonunda ise özellikle

deney gruplarında başlangıca göre bu maddelerin puanlarında belirgin bir artış olmuş, bu artışın deney-1 grubunda daha fazla olduğu belirlenmiştir.

4.1.3. Temel ve Alt Hipotezlere Yönelik Çıkarımsal İstatistikler

Bu kısım okul öncesi eğitimi düzeyine yönelik bulgular kapsamında, ortak değişkenlerin belirlenmesi, MANCOVA analizi varsayımlarının test edilmesi ve son olarak temel ve alt hipotezlerin test edilmesine yönelik MANCOVA analizinin yapılması olmak üzere üç alt bölümden oluşmaktadır.

4.1.3.1. Ortak Değişkenlerin Belirlenmesi

MANCOVA analizinde ortak değişkenleri belirlemek için araştırmanın tüm değişkenleri arasındaki korelasyonlar hesaplanmıştır. Bağımsız değişkenlerin ortak değişken olarak kullanılabilmesi için bağımlı değişkenlerden en az biri ile anlamlı olarak ilişkili olması ve tüm bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonun 0.80'den daha az olması gerekmektedir (Keskin, 2010; Tabachnick ve Fidell, 2015).

Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığı Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki analizi sonuçları

Değişkenler	Ön-PÇBÖ	Son-PÇBÖ	Ön-ABKÖ	Son-ABKÖ
Ön-PÇBÖ	1	0.21**	0.25**	0.07
Son-PÇBÖ	0.21**	1	0.16	0.47**
Ön-ABKÖ	0.25**	0.16	1	0.36**
Son-ABKÖ	0.07	0.47**	0.36**	1
Grup	-0.04	-0.40**	0.01	-0.24*

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı

Buna göre; ortak değişken olarak kullanılması düşünülen ön test puanları ile en az bir son test puanı arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve değişkenler arasındaki korelasyonun da 0.80'den küçük bir değere sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle Ön-PÇBÖ ve Ön-ABKÖ puanlarının MANCOVA analizinde ortak değişken olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

4.1.3.2. MANCOVA Analizi Varsayımlarının Test Edilmesi

MANCOVA'nın varsayımlarının test edilmesi amacıyla yapılan işlemler aşağıda sırasıyla açıklanmaktadır:

Normal Dağılım

MANCOVA'nın normallik varsayımı için, alınan puanların normal dağılıma uygunluğu çarpıklık ve basıklık katsayı değerlerine göre incelendiğinde; bu değerlerin -2 ve +2 arasında olduğu durumlarda dağılımın normal olarak kabul edildiği bilinmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2015). Bu nedenle Tablo 4.1 ve Tablo 4.3'te daha önce verilen betimsel istatistik sonuçlarına göre; elde edilen değerler -2 ile +2 arasında olduğu için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin tüm ölçeklerden aldığı puanların normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

Regresyon Eğimlerinin Eşitliği

Gruplar için regresyon doğrularının eğim eşitliği varsayımının test edilmesi amacıyla yapılan çok değişkenli regresyon korelasyonu analizi (MRC), tüm bağımlı değişkenler (Son-PÇBÖ ve Son-ABKÖ) için ayrı ayrı uygulanmıştır. Analiz aşamasında ortak değişkenler Blok1'e, grup değişkeni Blok 2'ye ve oluşturulan yeni etkileşim değerleri Blok 3'e (Blok 1*Blok 2) eklenerek regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda ortaya çıkan R² değişiminin bağımlı değişkenler açısından ayrı ayrı anlamlı olup olmadığı incelenmiştir. Bu varsayımın sağlanabilmesi için "p" değerinin 0.05'ten büyük yani anlamsız olması gerekmektedir (Seçer, 2015). Tablo 4.6'da regresyon doğrularının homojenliği varsayımı için ortaya çıkan sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4.6. Regresyon eğimlerinin eşitliği ile ilgili MRC analizi sonuçları

Bağımlı Değişken	Model	Değişim İstatistikleri				
		R ² değişimi	F değişimi	Sd1	Sd2	F değişimi p
Son-PÇBÖ	Blok 1	0.213	9.462	2	47	0.000
	Blok 2	0.174	6.970	1	46	0.000
	Blok 3	0.073	3.314	3	44	0.269
Son-ABKÖ	Blok 1	0.346	37.616	2	47	0.000
	Blok 2	0.105	5.259	1	46	0.001
	Blok 3	0.007	2.375	3	44	0.263

Buna göre; ortak değişkenler ile grup değişkeninin ortak etkisinin Son-PÇBÖ ($F(3,44)=3.314$; $p=0.269$) ve Son-ABKÖ ($F(3,44)=2.375$; $p=0.263$) tüm bağımlı değişkenleri için istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir ($p>0.05$). Bu sonuçla regresyon doğrularının homojenliği varsayımının sağlandığı söylenebilir.

Varyans ve Kovaryans Matrislerinin Homojenliği

Bağımlı değişkenlere ait puanların varyanslarının homojenliği varsayımı Levene testi ile kontrol edilmiş ve analiz sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir. Buna göre; testin sonucunun anlamlı düzeyde olmaması ($p>0.05$) nedeniyle bağımlı değişkenlere ait varyansların homojenliğinin tüm bağımlı değişkenler için sağlandığı görülmektedir (Can, 2016; Seçer, 2015).

Tablo 4.7. *Varyansların homojenliği ile ilgili Levene testi sonuçları*

	F	Sd1	Sd2	p
Son-PÇBÖ	2.179	2	47	0.115
Son-ABKÖ	2.224	2	47	0.108

Bağımlı değişkenlerle ilgili kovaryans matrislerinin homojenliği varsayımı ise Box M testi ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.8’de verilmiştir. Buna göre; testin sonucunun anlamlı bulunmaması ($p>0.05$) nedeniyle kovaryans matrislerinin homojen olduğu belirlenmiştir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2014).

Tablo 4.8. *Kovaryans matrislerinin homojenliği ile ilgili Box M testi sonuçları*

Box's M	F	Sd1	Sd2	p
11.404	1.880	6	174738.012	0.080

Ortak Değişkenler Arası Korelasyon

Ortak değişkenler arasında çoklu bağlantı (multicollinearity) problemi olup olmadığına ilişkin varsayım Pearson korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir. Tablo 4.9’da ortak değişkenler arasındaki ilişkiler görülmektedir. Buna göre; ortak değişken olarak kabul edilen ön-testler arasındaki en yüksek ilişkinin $r=0.253$ olduğu görülmektedir. Bulunan

değerin 0.80'den küçük olması nedeniyle çoklu bağlantı problemi olmadığı (Keskin, 2010; Tabachnick ve Fidell, 2015) ve bu varsayımın kabul edildiği söylenebilir.

Tablo 4.9. Ortak değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren analiz sonuçları

	Ön-PÇBÖ	Ön-ABKÖ
Ön-PÇBÖ	1	0.253
Ön-ABKÖ	0.253	1

Gözlemlerin Bağımsızlığı

Bağımsızlık varsayımı araştırmacının ve uygulamaları gözlemleyen fen eğitimi uzmanı olan bir öğretmenin gözlemleri ile karşılanmıştır. Öğrencilere verilen dönütler tüm uygulama süreci boyunca araştırmacının kontrolünde olup, yapılan tüm çalışmalar birbirinden bağımsız olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle uygulamaların yönetimi sırasında öğrenciler arasında hiçbir etkileşim olmadığından, veri toplama sırasında gözlemlerin bağımsızlığı varsayımının da sağlandığı söylenebilir.

4.1.3.3. MANCOVA Analizine İlişkin Bulgular

Temel ve Alt Hipotezlerin Test edilmesi

Okul öncesi eğitim düzeyinde yapılan çalışmaların bağımlı değişkenleri Son-PÇBÖ ve Son-ABKÖ puanlarıdır. Bağımsız değişkenler ise yöntem ve Ön-PÇBÖ ile Ön-ABKÖ puanlarıdır. Bağımsız değişkenlerden Ön-PÇBÖ ve Ön-ABKÖ ise ortak değişken olarak kullanılmıştır. Buna göre; deneysel uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarının ön test puanları kontrol altına alındığında, son test puanları arasındaki farkın bütüncül olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için (Hipotez-1) yapılan MANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Deneysel desenin etkisine ilişkin MANCOVA analizi sonuçları

	Wilks' λ	F	Sd1	Sd2	p	η^2	1- β
Ön-PÇBÖ	0.824	8.024	2	44	0.017	0.156	0.89
Ön-ABKÖ	0.844	4.326	2	44	0.020	0.176	0.88
Yöntem	0.537	8.025	2	44	0.000	0.268	0.80

H₀₁: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, bütüncül olarak problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo 4.10 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının ön-test puanlarına göre düzeltilmiş son-test ortalama puanları arasında bütüncül olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (Wilks' $\lambda=0.537$, $F(2,44)=8.025$; $p<0.05$). Bu sonuç, öğrencilerin problem çözme becerilerinin ve akademik benlik algılarının bütüncül olarak, basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimine bağlı olarak anlamlı bir şekilde değiştiğini göstermektedir. Bu nedenle Hipotez-1 reddedilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan yöntemin bağımlı değişkenler üzerindeki varyansın % 26,8'ini açıkladığı görülmektedir.

Kullanılan yöntemin öğrencilerin Son-PÇBÖ puanları (birinci bağımlı değişken) üzerindeki etkilerini incelemek için (Hipotez-2) yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir. Tablo 4.11 incelendiğinde, Hipotez-2 reddedilmiştir. Hem basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi hem de teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir ($F=10.420$; $p<0.05$).

H₀₂: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, problem çözme becerileri son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo 4.11. Birinci bağımlı değişkene ilişkin ANCOVA analizi sonuçları

	Etki	Sd	F	p	η^2	1-β
Son-PÇBÖ	Düzeltilmiş değer	4	8.563	0.01	0.386	1.00
	Kesme noktası	1	46.005	0.00	0.119	1.00
	Yöntem	1	10.420	0.00	0.136	0.72

Bulunan eta-kare değeri, Cohen d olarak bilinen etki büyüklüğü indeksi doğrultusunda yorumlanmıştır. Bu indekse göre etki büyüklüğü 0.01, 0.06 ve 0.14 değerleri için sırasıyla küçük, orta ve geniş şeklinde tanımlanmıştır (Büyüköztürk, 2012). Sonuçlar gruplar üzerinde uygulanan deneysel işlemin öğrencilerin problem çözme becerileri test puanları üzerinde geniş düzeyde etkiye ($\eta^2=0.136$) sahip olduğunu ve bağımlı değişkende gerçekleşen değişimin %13,6'sının uygulanan yöntemden kaynaklandığını göstermektedir.

Araştırmada uygulanan gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi, teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi ve geleneksel fen eğitiminin hangisinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.12'de verilmiştir. Buna göre; deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamaları ve deney-2 grubunda basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının ikisi de aralarında anlamlı bir farklılık olmaksızın klasik yöntemlerle yapılan geleneksel fen eğitimi uygulamalarına göre öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede daha etkilidir.

Tablo 4.12. PÇBÖ açısından grupların ikili karşılaştırma sonuçları

		\bar{X} fark	Std. hata	p
Deney-1	Deney-2	0.95	0.675	0.08
Deney-1	Kontrol	3.45	0.652	0.01
Deney-2	Kontrol	2.50	0.696	0.04

Kullanılan yöntemin öğrencilerin Son-ABKÖ puanları (ikinci bağımlı değişken) üzerindeki etkilerini incelemek için (Hipotez-3) yapılan ANCOVA analizi sonuçları ise Tablo 4.13'te verilmiştir.

H03: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo 4.13. İkinci bağımlı değişkene ilişkin ANCOVA analizi sonuçları

	Etki	Sd	F	p	η^2	1-β
Son-ABKÖ	Düzeltilmiş değer	4	7.310	0.01	0.524	0.99
	Kesme noktası	1	32.417	0.00	0.183	1.00
	Yöntem	1	7.860	0.00	0.187	0.80

Tablo 4.13 incelendiğinde, Hipotez-3 reddedilmiştir. Hem basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi hem de teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik benlik algılarının geliştirilmesinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir ($F=7.860$; $p<0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2=0.187$) ise geniş düzeyde bir etki olduğunu ortaya koymaktadır (Büyüköztürk, 2012).

Araştırmada uygulanan gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi, teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi ve geleneksel fen eğitiminin hangisinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14. ABKÖ açısından grupların ikili karşılaştırma sonuçları

		\bar{X} fark	Std. hata	p
Deney-1	Deney-2	3.25	1.452	0.02
Deney-1	Kontrol	5.55	1.421	0.00
Deney-2	Kontrol	2.30	1.380	0.04

Buna göre; deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamaları ve deney-2 grubunda basit malzemelerle yapılan

STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının ikisi de klasik yöntemlerle yapılan geleneksel fen eğitimi uygulamalarına göre öğrencilerin akademik benlik algılarını geliştirmede etkilidir. Ancak deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının diğer uygulamalara kıyasla bu konuda daha etkili olduğu görülmektedir.

4.2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyine Yönelik Bulgular

4.2.1. Problem Çözme Becerileri İle İlgili Betimsel İstatistikler

Bu bölümde temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyi problem çözme becerilerine yönelik bulgular kapsamındaki betimsel istatistikler sunulmaktadır. Tablo 4.15'te deney ve kontrol gruplarında "Problem Çözme Becerileri Ölçeği (PÇBÖ)" ön test ve son test puan ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması, çarpıklık ve basıklık değerleri, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri görülmektedir.

Tablo 4.15. PÇBÖ ön test ve son test puanları için betimsel istatistikler

	N	\bar{X}	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min	Max
Ön-PÇBÖ							
Deney-1	20	68.65	6.46	0.064	-1.111	58	80
Deney-2	20	67.65	6.62	0.194	-0.937	58	80
Kontrol	20	67.70	6.34	-0.112	-1.214	58	78
Son-PÇBÖ							
Deney-1	20	75.30	6.57	0.288	-0.243	64	90
Deney-2	20	73.30	5.88	0.033	-0.110	62	84
Kontrol	20	68.20	6.65	-0.135	-1.220	58	78

Buna göre; araştırmanın uygulanması sırasında kayıp veri oluşmamıştır. Uygulama öncesinde, deney-1 grubu PÇBÖ puan ortalaması ($\bar{X}=68.65$), deney-2 grubu PÇBÖ puan ortalaması ($\bar{X}=67.65$) ve kontrol grubu PÇBÖ puan ortalaması ($\bar{X}=67.70$) yakın bulunmuştur. Yani gruplar arası problem çözme becerilerinin uygulama öncesinde birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, deney-1 grubu PÇBÖ puan ortalaması ($\bar{X}=75.30$) ile deney-2 grubu PÇBÖ puan ortalamasının ($\bar{X}=73.30$) kontrol grubu PÇBÖ puan ortalamasına ($\bar{X}=68.20$) göre yüksek olduğu bulunmuştur.

Yani uygulama sonrasında deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerinde yüksek bir artış vardır. Kontrol grubunda ise bu artış nispeten düşüktür.

Uygulama sonrasında grupların son test ve ön test puan ortalamalarındaki farklılıkları gösteren kazanım puanları Tablo 4.16’da verilmiştir. Buna göre; PÇBÖ puanları açısından, deney-1 ve deney-2 grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Bu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında; deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin PÇBÖ puanları açısından birbirine yakın kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır ($\bar{X}_{\text{fark}}=6.65$ ve $\bar{X}_{\text{fark}}=5.65$).

Tablo 4.16. PÇBÖ açısından grupların kazanç puanları

	Gruplar	Kazanım Puanları (Son test-Ön test)
PÇBÖ	Deney-1	6.65
	Deney-2	5.65
	Kontrol	0.50

Öte yandan uygulamanın başında ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin PÇBÖ cevaplarına bakıldığında; ölçeğin birinci kısmı olan ve “*Zor bir problemi çözmeye başlamadan önce ne yaparsın?*” sorusunda genellikle tüm gruplarda “*Problemin benden tam olarak ne istediğini anlayıp anlamadığımı düşünürüm.*”, “*Problemi çözmek için bana gereken bilgiler üzerine düşünürüm.*” gibi maddelerden alınan puanların daha yüksek; “*Daha önce benzer bir problem üzerinde çalışıp çalışmadığımı hatırlamaya çalışırım.*”, “*Problemin sınırları üzerinde düşünmeye çalışırım.*” gibi maddelerden alınan puanların ise daha düşük olduğu görülmüştür.

Ölçeğin ikinci kısmı olan ve “*Problem üzerinde çalışırken ne yaparsın?*” sorusu için genel olarak; “*Ulaşılabilecek bütün bilgileri ve sınırlarını listelerim.*” maddesi dışında “*Kafamda ya da bir kağıt üzerinde problemi anlamama yardımcı olacak bir şekil oluştururum.*”, “*Problem üzerinde çalışırken tüm adımları tek tek planlarım.*” gibi maddelerin oldukça düşük puanlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Ölçeğin üçüncü kısmı “*Problem üzerinde çalışmayı bitirdikten sonra ne yaparsın?*” sorusunda ise ortaya çıkan durum “*Uygun olup olmadığını görmek için problem çözme yöntemime tekrar bakarım.*”, “*Çözümümlü destekleyecek ve doğrulayacak delilleri bulmaya çalışırım.*” gibi maddelerden alınan puanların daha yüksek; “*Çözümler üzerine*

düşünürüm ve başka alternatifler olup olmadığını görmeye çalışırım.”, “Problemin çözümüne farklı açılardan bakmaya çalışırım.”, “Sonucumu veya hipotezimi kendime ‘eğer.....olsaydı, ne olurdu?’ şeklinde sorular sorarak test ederim.” gibi maddelerden alınan puanların ise daha düşük olduğu şeklindedir.

Ölçeğin dördüncü ve son kısmında *“Problemler üzerinde hangi yöntemi uygulayarak çalışıyorsun?”* sorusu için; *“Bir problemi çözmeye yarayacak gerekli adımları seçerim.”, “Problemleri veya hedefleri öncelik sırasına göre sıralar ve önemli olan bir tanesinde odaklanırım.”* gibi maddelerin puanlarının daha yüksek; *“Problemi anlamamı sağlayacak bir şekil çizerim.”, “Öncelikle bir hipotez oluşturur ve sonra onu test ederim.”, “Bir problem çözme modeli takip ederim.”* gibi maddelerin puanlarının ise daha düşük olduğu görülmüştür.

4.2.2. Akademik Benlik Algısı İle İlgili Betimsel İstatistikler

Bu bölümde, temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyi akademik benlik algısına yönelik bulgular kapsamındaki betimsel istatistikler sunulmaktadır. Tablo 4.17’de deney ve kontrol gruplarında “Akademik Benlik Kavramı Ölçeği (ABKÖ)” ön test ve son test puan ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması, çarpıklık ve basıklık değerleri, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri görülmektedir.

Tablo 4.17. ABKÖ ön test ve son test puanları için betimsel istatistikler

	N	\bar{X}	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min	Max
Ön-ABKÖ							
Deney-1	20	26.55	6.39	0.092	-1.024	16	38
Deney-2	20	27.25	6.12	0.070	-1.021	18	38
Kontrol	20	27.50	6.36	-0.106	-1.213	18	38
Son-ABKÖ							
Deney-1	20	32.35	6.05	-0.231	1.123	21	40
Deney-2	20	30.85	5.24	0.067	-0.661	22	40
Kontrol	20	28.10	6.61	-0.124	-1.234	18	38

Buna göre; araştırmanın uygulanması sırasında kayıp veri oluşmamıştır. Uygulama öncesinde, deney-1 grubu ABKÖ puan ortalaması ($\bar{X}=26.55$), deney-2 grubu ABKÖ puan ortalaması ($\bar{X}=27.25$) ve kontrol grubu ABKÖ puan ortalaması ($\bar{X}=27.50$) yakın

bulunmuştur. Yani gruplar arası akademik benlik algılarının uygulama öncesinde birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, deney-1 grubu ABKÖ puan ortalaması ($\bar{X}=32.35$) ile deney-2 grubu ABKÖ puan ortalamasının ($\bar{X}=30.85$) kontrol grubu ABKÖ puan ortalamasına ($\bar{X}=28.10$) göre yüksek olduğu bulunmuştur. Yani uygulama sonrasında deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin akademik benlik algılarında olumlu yönde bir artış vardır. Kontrol grubunda ise bu artış nispeten daha düşüktür.

Uygulama sonrasında grupların son test ve ön test puan ortalamalarındaki farklılıkları gösteren kazanım puanları Tablo 4.18’de verilmiştir. Buna göre; ABKÖ puanları açısından, deney-1 ve deney-2 grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Bu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında; deney-1 grubu öğrencilerinin deney-2 grubu öğrencilerine göre ABKÖ puanları açısından ise daha yüksek kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır ($\bar{X}_{\text{fark}}=5.80$ ve $\bar{X}_{\text{fark}}=3.60$).

Tablo 4.18. ABKÖ açısından grupların kazanç puanları

	Gruplar	Kazanım Puanları (Son test-Ön test)
ABKÖ	Deney-1	5.80
	Deney-2	3.60
	Kontrol	0.60

Öte yandan uygulamanın başında ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin ABKÖ cevaplarına bakıldığında; tüm gruplarda “Fen bilimleri dersindeki başarınız bakımından kendinizi sınıftaki diğer arkadaşlarınızla karşılaştırdığınızda nasıl görüyorsunuz?”, “Fen bilimleri dersindeki başarınızı diğer derslerdeki başarınızla karşılaştırdığınızda bu dersteki durumunuzu nasıl görüyorsunuz?”, “Size göre Fen bilimleri dersindeki başarınız sınıf ortalamasına göre nasıl olacak?”, “Fen bilimleri dersinde öğrendiklerinizin daha sonra öğreneceklerinize yardım edeceğine inanıyor musunuz?”, “Fen bilimleri dersinde çok önemli şeyler öğrendiğinize inanıyor musunuz?” gibi sorulardan alınan puanların genellikle orta düzeyde (5 üzerinden 3 puan) olduğu görülmüştür. Uygulama sonunda ise; özellikle deney gruplarında yukarıda bahsedilen maddelerin puanlarının orta düzeyin üstüne çıktığı, bu artışın deney-1 grubunda daha belirgin olduğu belirlenmiştir.

4.2.3. Temel ve Alt Hipotezlere Yönelik Çıkarımsal İstatistikler

Bu kısım temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyine yönelik bulgular kapsamında, ortak değişkenlerin belirlenmesi, MANCOVA analizi varsayımlarının test edilmesi ve son olarak temel ve alt hipotezlerin test edilmesine yönelik MANCOVA analizinin yapılması olmak üzere üç alt bölümden oluşmaktadır.

4.2.3.1. Ortak Değişkenlerin Belirlenmesi

MANCOVA analizinde ortak değişkenleri belirlemek için araştırmanın tüm değişkenleri arasındaki korelasyonlar hesaplanmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığı Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.19. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki analizi sonuçları

Değişkenler	Ön-PÇBÖ	Son-PÇBÖ	Ön-ABKÖ	Son-ABKÖ
Ön-PÇBÖ	1	0.55**	0.17	0.22
Son-PÇBÖ	0.55**	1	0.16	0.39**
Ön-ABKÖ	0.17	0.16	1	0.63**
Son-ABKÖ	0.22	0.39**	0.63**	1
Grup	-0.06	-0.42**	0.06	-0.28*

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı ** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı

Buna göre; ortak değişken olarak kullanılması düşünülen ön test puanları ile en az bir son test puanı arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve değişkenler arasındaki korelasyonun da 0.80’den küçük bir değere sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle Ön-PÇBÖ ve Ön-ABKÖ puanlarının MANCOVA analizinde ortak değişken olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

4.2.2.2. MANCOVA Analizi Varsayımlarının Test Edilmesi

MANCOVA'nın varsayımlarının test edilmesi amacıyla yapılan işlemler şunlardır:

Normal Dağılım

MANCOVA'nın normal dağılım varsayımı için, alınan puanların normal dağılım gösterip göstermediği Tablo 4.15 ve Tablo 4.17’de daha önce verilen betimsel istatistik

sonuçlarındaki çarpıklık ve basıklık katsayı değerlerine göre incelendiğinde; bulunan değerler -2 ve +2 arasında olduğu için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin tüm örneklerden aldığı puanların normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

Regresyon Eğimlerinin Eşitliği

Gruplar için regresyon doğrularının eğim eşitliği varsayımının test edilmesi amacıyla yapılan MRC analizi, tüm bağımlı değişkenler (Son-PÇBÖ ve Son-ABKÖ) için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.20’de regresyon doğrularının homojenliği varsayımı için ortaya çıkan sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4.20. *Regresyon eğimlerinin eşitliği ile ilgili MRC analizi sonuçları*

Bağımlı Değişken	Model	Değişim İstatistikleri				
		R ² değişimi	F değişimi	Sd1	Sd2	F değişimi p
Son-PÇBÖ	Blok 1	0.319	19.722	2	57	0.000
	Blok 2	0.134	9.402	1	56	0.002
	Blok 3	0.082	3.807	3	54	0.247
Son-ABKÖ	Blok 1	0.724	37.585	2	57	0.000
	Blok 2	0.061	8.464	1	56	0.001
	Blok 3	0.021	2.446	3	54	0.632

Buna göre; ortak değişkenler ile grup değişkeninin ortak etkisi Son-PÇBÖ (F(3,54)=3.807; p=0.247) ve Son-ABKÖ (F(3,54)=2.446; p=0.632) tüm bağımlı değişkenler için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur (p>0.05). Bu sonuçla regresyon doğrularının homojenliği varsayımının sağlandığı söylenebilir.

Varyans ve Kovaryans Matrislerinin Homojenliği

Bağımlı değişkenlere ait puanların varyanslarının homojenliğini gösteren Levene testi sonuçları Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21. *Varyansların homojenliği ile ilgili Levene testi sonuçları*

	F	Sd1	Sd2	p
Son-PÇBÖ	2.134	2	57	0.110
Son-ABKÖ	1.577	2	57	0.209

Buna göre; bağımlı değişkenlere ait varyansların homojenliğinin tüm bağımlı değişkenler için sağlandığı görülmektedir ($p>0.05$).

Bağımlı değişkenlere ilişkin kovaryans matrislerinin homojenliği varsayımı ise Box M testi uygulanarak incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.22’de verilmiştir. Buna göre; testin sonucu anlamlı olmadığı için ($p>0.05$) kovaryans matrislerinin homojen olduğu söylenebilir.

Tablo 4.22. Kovaryans matrislerinin homojenliği ile ilgili Box M testi sonuçları

Box's M	F	Sd1	Sd2	p
12.912	1.399	9	224548.038	0.182

Ortak Değişkenler Arası Korelasyon

Ortak değişkenler arasında çoklu bağlantı (multicollinearity) problemi olup olmadığına ilişkin varsayım için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Tablo 4.23’te ortak değişkenler arasındaki ilişkiler görülmektedir. Buna göre; ortak değişken olarak alınan ön-testler arasındaki en yüksek ilişkinin $r=0.171$ olduğu görülmektedir. Bulunan değer 0.80’den küçük olması nedeniyle çoklu bağlantı problemi olmadığı ve bu varsayımın kabul edildiği söylenebilir.

Tablo 4.23. Ortak değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren analiz sonuçları

	Ön-PÇBÖ	Ön-ABKÖ
Ön-PÇBÖ	1	0.171
Ön-ABKÖ	0.171	1

Gözlemlerin Bağımsızlığı

Bağımsızlık varsayımı araştırmacının ve uygulamaları gözlemleyen fen eğitimi uzmanı olan bir öğretmenin gözlemleri ile karşılanmıştır. Grupların sınav ve not kaygısı yaşamamalarına özen gösterilmiştir. Öğrencilere verilen dönütler tüm uygulama süreci boyunca araştırmacının kontrolünde olup, yapılan tüm çalışmalar birbirinden bağımsız olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu yüzden uygulamaların yönetimi sırasında öğrenciler arasında hiçbir etkileşim olmadığından, veri toplama sırasında gözlemlerin bağımsızlığı varsayımının da sağlandığı söylenebilir.

4.2.3.3. MANCOVA Analizine İlişkin Bulgular

Temel ve Alt Hipotezlerin Test Edilmesi

Temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyinde yapılan çalışmaların bağımlı değişkenleri Son-PÇBÖ ve Son-ABKÖ puanlarıdır. Bağımsız değişkenler ise yöntem ve Ön-PÇBÖ ile Ön-ABKÖ puanlarıdır. Bağımsız değişkenlerden Ön-PÇBÖ ve Ön-ABKÖ ise ortak değişken olarak kullanılmıştır. Buna göre; deneysel uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarının ön test puanları kontrol altına alındığında, son test puanları arasındaki farkın bütüncül olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için (Hipotez-4) yapılan MANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.24'te verilmiştir.

H04: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, bütüncül olarak problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo 4.24. Deneysel desenin etkisine ilişkin MANCOVA analizi sonuçları

	Wilks' λ	F	Sd1	Sd2	p	η^2	1- β
Ön-PÇBÖ	0.900	3.016	2	54	0.057	0.738	0.99
Ön-ABKÖ	0.850	4.750	2	54	0.013	0.727	0.98
Yöntem	0.968	0.418	2	54	0.000	0.284	0.99

Tablo 4.24 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının ön-test puanlarına göre düzeltilmiş son-test ortalama puanları arasında bütüncül olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (Wilks' $\lambda=0.968$, $F(2,54)=0.418$; $p<0.05$). Bu sonuç, öğrencilerin problem çözme becerilerinin ve akademik benlik algılarının bütüncül olarak, basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimine bağlı olarak anlamlı bir şekilde değiştiğini göstermektedir. Bu nedenle Hipotez-4 reddedilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan

yöntemin bağımlı değişkenler üzerindeki varyansın % 28,4'ünü açıkladığı görülmektedir.

Kullanılan yöntemin öğrencilerin Son-PÇBÖ puanları (birinci bağımlı değişken) üzerindeki etkilerini incelemek için (Hipotez-5) yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.25'te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Hipotez-5 reddedilmiştir. Hem basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi hem de teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir ($F=4.589$; $p<0.05$).

H05: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, problem çözme becerileri son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo 4.25. Birinci bağımlı değişkene ilişkin ANCOVA analizi sonuçları

	Etki	Sd	F	p	η^2	1- β
Son-PÇBÖ	Düzeltilmiş değer	4	5.528	0.00	0.453	0.99
	Kesme noktası	1	104.84	0.00	0.982	1.00
	Yöntem	1	4.589	0.00	0.153	0.80

Bulunan eta-kare değeri, Cohen d etki büyüklüğü indeksine göre yorumlandığında; sonuçlar, gruplar üzerinde uygulanan deneysel işlemin öğrencilerin problem çözme becerileri test puanları üzerinde geniş düzeyde etkiye ($\eta^2=0.153$) sahip olduğunu ve bağımlı değişkendeki değişimin %15,3'ünün uygulanan yöntemden kaynaklandığını göstermektedir. Araştırmada uygulanan gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi, teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi ve geleneksel fen eğitiminin hangisinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26. PÇBÖ açısından grupların ikili karşılaştırma sonuçları

		\bar{X} fark	Std. hata	p
Deney-1	Deney-2	1.00	1.307	0.07
Deney-1	Kontrol	6.15	1.309	0.00
Deney-2	Kontrol	5.15	1.364	0.00

Buna göre; deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamaları ve deney-2 grubunda basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının ikisi de aralarında anlamlı bir farklılık olmaksızın klasik yöntemlerle yapılan geleneksel fen eğitimi uygulamalarına göre öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede daha etkilidir.

Kullanılan yöntemin öğrencilerin Son-ABKÖ puanları (ikinci bağımlı değişken) üzerindeki etkilerini incelemek için (Hipotez-6) yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.27’de verilmiştir.

H₀₆: Gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin karşılaştırmalı olarak, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik kavramı ölçeği ön test puanları kontrol altına alındığında, akademik benlik algıları son test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo 4.27. İkinci bağımlı değişkene ilişkin ANCOVA analizi sonuçları

	Etki	Sd	F	p	η^2	1- β
Son-ABKÖ	Düzeltilmiş değer	4	18.139	0.01	0.731	0.98
	Kesme noktası	1	104.20	0.00	0.981	1.00
	Yöntem	1	3.810	0.00	0.184	0.85

Tablo 4.27 incelendiğinde, Hipotez-6 reddedilmiştir. Hem basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi hem de teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik benlik algılarının geliştirilmesinde

anlamli bir etkisi olduğu görülmektedir ($F=3.810$; $p<0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2=0.184$) ise geniş düzeyde bir etki olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmada uygulanan gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi, teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi ve klasik yöntemlerle yapılan geleneksel fen eğitiminin hangisinin öğrencilerin akademik benlik algılarını geliştirmede daha etkili olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28. *ABKÖ açısından grupların ikili karşılaştırma sonuçları*

		\bar{X} fark	Std. hata	p
Deney-1	Deney-2	2.20	0.603	0.04
Deney-1	Kontrol	5.20	0.629	0.00
Deney-2	Kontrol	3.00	0.604	0.02

Buna göre; deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamaları ve deney-2 grubunda basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının ikisi de geleneksel fen eğitimi uygulamalarına göre öğrencilerin akademik benlik algılarını geliştirmede etkilidir. Ancak deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının diğer uygulamalara kıyasla bu konuda daha etkili olduğu görülmektedir.

4.3. Uygulama Sürecinin Gözlemine Ait Bulgular

Çalışmada araştırmacının aynı zamanda tüm gruplarda uygulayıcı olması nedeniyle, bu durumun çalışmanın i geçerlik açısından bir tehdit oluşturmasını önlemek için, uygulamalar esnasında fen eğitiminde uzman doktora yapan bir  ğretmen tarafından dersler ‘‘Gözlemci Kontrol Listesi’’ kullanılarak gözlemlenmiştir. Böylece uygulayıcının belirlenen planlama ve hedefler doğrultusunda çalışmaları etkili bir şekilde yürütüp yürütmediği kontrol edilmiştir. Ayrıca araştırmacıdan kaynaklı ortaya çıkabilecek yanlılıklar da bu yolla engellenmiştir.

Araştırmada yapılan gözlem sayısı, okul öncesi ve ortaokul 5. sınıf düzeyi deney-1 ve deney-2 gruplarında daha fazla olup, gerek grup sayısının dezavantajı gerekse gözlemi

gerçekleştiren fen eğitiminde uzman öğretmenin aynı zamanda okul idarecisi olması sebebiyle gözlemler kesintiye uğradığı için, kontrol gruplarında sayıca fazla gözlem yapılamamıştır. Buna göre; okul öncesi düzeyi deney-1 grubu için 4 hafta, deney-2 grubu için 3 hafta, kontrol grubu için 2 hafta; ortaokul 5. sınıf düzeyi deney-1 grubu için 5 hafta, deney-2 grubu için 4 hafta, kontrol grubu için ise 2 hafta boyunca gözlemler gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların birinci ve ikinci haftaları hazırlık ve bilgilendirme, son haftası ise değerlendirme kapsamında olduğu için bu haftalar gözlem yapılmamıştır.

Gözlemler sonucu ortaya çıkan puanlama Tablo 4.29'da görülmektedir. Buna göre; deney gruplarında yapılan STEM uygulamalarının büyük bir kısmının gözlemlendiği ve gözlemler sonucu toplam 20 maddeden alınan puanların tamamının üst referans aralığında (50-60 puan aralığı) olduğu söylenebilir. Bu nedenle hem okul öncesi hem de ortaokul 5. sınıf düzeyinde deney-1 gruplarında robotik destekli, deney-2 gruplarında basit malzemelerle yapılan uygulamaların STEM eğitim anlayışına ve mühendislik tasarım yöntemine uygun olarak etkili bir şekilde yürütüldüğü kabul edilmiştir. Öte yandan kontrol gruplarında yapılan sınırlı sayıda gözlemlerde ise, geleneksel fen eğitimi ile ilgili 8 maddeden alınan puanların üst sınır olarak ifade edilebilecek 20-24 puan aralığında olduğu görülmektedir. Buna göre; kontrol gruplarında da planlandığı gibi klasik yöntemler kullanılarak geleneksel fen eğitiminin uygulandığı belirlenmiştir.

Tablo 4.29. *Gözlemci kontrol listesi analiz sonuçları**

Haftalar	Okul Öncesi			Ortaokul 5. sınıf		
	Deney-1	Deney-2	Kontrol	Deney-1	Deney-2	Kontrol
1. Hafta	-	-	-	-	-	-
2. Hafta	-	-	-	-	-	-
3. Hafta	52	51	-	60	58	24
4. Hafta	58	56	22	57	53	-
5. Hafta	54	60	-	60	54	21
6. Hafta	60	-	20	56	60	-
7. Hafta	-	-	-	54	-	-
8. Hafta	-	-	-	-	-	-

*Bu listeden alınabilecek puanlar deney grupları için 20-60, kontrol grupları için 8-24 puan aralığındadır.

4.4. Uygulama Sürecinde Yaşanan Zorluklar

Araştırmanın uygulama sürecinde, okul öncesi ve ortaokul 5. sınıf düzeyi olmak üzere her iki eğitim düzeyinde deney grupları ile yürütülen çalışmalarda birtakım zorluklarla karşılaşmıştır. Yaşanan zorluklar şu şekilde özetlenebilir:

1. Uygulaması yapılan bazı robotik destekli STEM etkinliklerinin fazla zaman aldığı görülmüştür.
2. Öğrenciler robotik eğitim setleri ile ilk defa tasarım yaptıkları için, parçaları birleştirmede ve bazı işlem adımlarını gerçekleştirmede zorluklar yaşamışlardır. Öyle ki; bazı çalışma grupları bazen yanlış montaj sebebiyle tasarımı en baştan yapmak zorunda kalmışlardır.
3. Uygulaması yapılan bazı basit malzemelerle STEM etkinlikleri sırasında, kullanılan malzemelerde yapısal ve kullanım kaynaklı bozulmalar yaşanmış, bu nedenle aynı malzemelere tekrar ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum etkinliklerde zaman kaybına sebep olmuş ve bazı etkinlikler planlanan sürede tamamlanamamıştır.
4. Kullanılan basit ve çevresel malzemeler, yapı setlerinde olduğu gibi montaja hazır olmadıkları için öğrencilerin öncelikle bu malzemeleri amaçları doğrultusunda şekillendirmeleri ve istedikleri forma getirmeleri gerekmiştir. Bu aşamada çoğu öğrenci çok sık öğretmenin yardımına başvurmuştur.
5. Motor kullanılan ve ürünlerin hareketli hale getirilmesi istenen etkinliklerde öğrencilerin daha çok zorlandığı tespit edilmiştir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde, araştırma bulgularına dayalı olarak varılan sonuçlar sırasıyla okul öncesi ve temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyinde olmak üzere, araştırmanın bağımlı değişkenleri olan problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları açısından ayrı ayrı ele alınarak ilgili alanyazın çerçevesinde tartışılmıştır. Bu bölümde ayrıca uygulama süreci ve araştırma sonuçları ile ilgili genel bir değerlendirmeye ve konu ile ilgilenen eğitimcilere ve benzer konularda yapılacak araştırmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

5.1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyine Yönelik Tartışma ve Sonuç

Bu bölümde, ilk olarak okul öncesi eğitim düzeyine yönelik elde edilen sonuçlara ve sonuçların alanyazındaki diğer araştırma sonuçları ile karşılaştırılmasına yer verilecektir. Buna göre çalışmada, Kayseri İli Melikgazi İlçesi Kazımkarabekir Semti'ndeki okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarının, uygulanan basit malzemelerle STEM temelli fen eğitimi, teknolojik malzemelerle (robotik destekli) STEM temelli fen eğitimi ve düz anlatıma dayalı geleneksel fen eğitimine göre karşılaştırmalı olarak, ön test puanları kontrol altına alındığında, son test puanları arasındaki farkın bütüncül olarak anlamlı bir şekilde değişip değişmediği MANCOVA (çok değişkenli kovaryans analizi) ve ANCOVA (tek yönlü kovaryans analizi) ile tespit edilmiş ve ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

5.1.1. Problem Çözme Becerilerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Okul öncesi eğitim düzeyine yönelik araştırma sonuçlarından ilki, basit malzemelerle ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının çocukların problem çözme becerileri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılmasına yöneliktir.

Bu kapsamda araştırmada okul öncesi eğitim düzeyine yönelik elde edilen betimsel bulgular incelendiğinde; uygulama öncesinde gruplar arası PÇBÖ puanlarının birbirine yakın olduğu, uygulama sonrasında deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin PÇBÖ puanlarında yüksek bir artış varken, kontrol grubunda ise bu artışın çok düşük olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle; okul öncesi düzeyinde PÇBÖ puanları açısından, deney-1 ve deney-2 grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Bu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında; deney-1 grubu öğrencilerinin deney-2 grubu öğrencileri ile PÇBÖ puanları açısından birbirine yakın kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan MANCOVA ve ANCOVA analizleri sonucu okul öncesi eğitim düzeyine yönelik elde edilen çıkarımsal bulgular incelendiğinde; deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamaları ve deney-2 grubunda basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının, ikisinin de aralarında anlamlı bir farklılık olmaksızın, düz anlatıma dayalı yapılan geleneksel fen eğitimi uygulamalarına göre çocukların problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin PÇBÖ sorularına verdikleri cevaplar da bu olumlu etkiyi destekler niteliktedir. Nitekim verilen cevaplar incelendiğinde; özellikle deney gruplarındaki çocukların problemlere başlangıçta daha yüzeysel, uygulama sonrasında ise daha kesin ve uygulanabilir çözümler sundukları, hatta çözüme yönelik ürünler yapabileceklerini ifade ettikleri görülmüştür. Buna sebep olarak, hem robotik destekli hem de basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen etkinliklerinde çocukların hayal güçlerinin sınırlarını zorlayarak ve alternatif çözüm yolları araştırarak hedefe yönelik farklı ürün tasarımları yapabilmeleri gösterilebilir.

Hem basit malzemelerle ve hem de teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerilerini geliştirmesi araştırmanın önemli bir sonucudur. Alanyazın incelendiğinde; okul öncesi dönemde STEM, robotik ve basit malzemelerle yapılan uygulamaların problem çözme becerilerine etkisi konusunda yapılan araştırmalar (Adams vd., 2018; Akgündüz ve Akpınar, 2018; Stoll vd., 2012; Wang, Kinzie, McGuire ve Pan, 2010) sınırlı sayıda olsa da benzer sonuçların elde edildiği söylenebilir. Söz konusu araştırmalar içerisinde Adams ve arkadaşlarının (2018) çalışması, 5 yaş üzeri dezavantajlı (fiziksel engelli) çocukların verilen problem çözme görevlerini robotik

sayesinde yerine getirebildiklerini göstermesi bakımından dikkat çekicidir. Wang, Kinzie, McGuire ve Pan (2010), robotik ve kodlama gibi bilgi teknolojilerinin erken çocukluk eğitiminde çocukların problem çözme süreçlerini kolaylaştırıcı ve destekleyici olumlu etkiler yarattığını ifade etmişlerdir. Yine benzer şekilde Stoll ve arkadaşlarının (2012), “Okul Öncesinde Problem Çözme ve Fizik” konulu çalışmalarında, geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında basit malzemelerin kullanıldığı etkinliklere katılan çocukların problem çözme becerilerinin daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Akgündüz ve Akpınar (2018) ise yaptıkları çalışmada, okul öncesi eğitiminde basit malzemelerle yapılan STEM uygulamaları ile öğrencilerin problem çözme gibi birçok becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Dolayısıyla alanyazındaki bahsedilen çalışma sonuçları ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar birbirini destekler niteliktedir.

Araştırma sonuçları okul öncesi dönemde problem çözme becerilerinin gelişiminin, sadece teknolojik malzemelerin kullanıldığı robotik uygulamaları ile değil, aynı zamanda basit malzemelerle yapılan STEM uygulamaları ile de sağlanabileceğini göstermesi bakımından önemlidir. Bu durumun her iki deney grubunda da uygulanan ortak STEM eğitimi anlayışı ve temelde malzeme odaklı olmayan mühendislik tasarım süreçlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.1.2. Akademik Benlik Algısına İlişkin Tartışma ve Sonuç

Okul öncesi eğitim düzeyine yönelik elde edilen diğer araştırma sonuçları basit malzemelerle ve robotik destekli yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik benlik algılarına etkisine yöneliktir.

Bu kapsamda araştırmada okul öncesi eğitim düzeyine yönelik elde edilen betimsel bulgular incelendiğinde; uygulama öncesinde gruplar arası ABKÖ puanlarının birbirine yakın olduğu, uygulama sonrasında deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin ABKÖ puanlarında yüksek bir artış varken, kontrol grubunda ise bu artışın çok düşük olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle; okul öncesi düzeyinde ABKÖ puanları açısından, deney-1 ve deney-2 grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Bu açıdan bakıldığında; bu araştırmada hem robotik destekli hem de basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen etkinliklerinin, okul öncesi dönemdeki çocukların akademik benlik algılarını geliştirme potansiyeli olduğu şeklinde bir değerlendirme yapmak mümkündür. Bu beklenen bir durumdur. Bu duruma

deney gruplarında çocukların yaptıkları ortak STEM uygulamalarında aktif rol üstlenmeleri, kendi ürünlerini tasarlayarak başarma duygusunu tatmaları ve böylece akademik anlamda özgüven kazanmaları sebep olarak gösterilebilir. Nitekim Bloom (1998), öğrencilerin kendilerini yeterli ve başarılı hissetmelerinin sağlandığı öğretim durumlarının olumlu duyuşsal ürünleri de beraberinde getirdiğini vurgulamaktadır. Bu açıdan düşünüldüğünde; bu çalışmada da hem robotik destekli hem de basit malzemelerle STEM temelli fen etkinlikleri yapan çocukların yaşadıkları olumlu deneyimler akademik benlik gelişimlerini pozitif yönde etkilemiştir. Alanyazına bakıldığında da; STEM eğitiminin girişimciliği ve ürün geliştirme becerilerini destekleyerek akademik özgüveni geliştiren bir eğitim olduğu ifade edilmektedir (Morrison, 2006). Olumlu akademik benlik algısının akademik özgüven gelişimi ile oluşacağı göz önünde bulundurulursa, ulaşılan bu sonucun alanyazın ile uyum içinde olduğu ifade edilebilir.

Öte yandan bu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında; deney-1 grubu öğrencilerinin deney-2 grubu öğrencilerine göre ABKÖ puanları açısından daha yüksek kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Nitekim yapılan MANCOVA ve ANCOVA analizleri sonucunda elde edilen çıkarımsal bulgular incelendiğinde de; öğrencilerin akademik benlik algılarını geliştirmede deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının diğer uygulamalara kıyasla daha etkili olduğu görülmüştür. Uygulama sürecinin gözlemine ait bulgulara bakıldığında, bu durumun uygulayıcı kaynaklı olmadığı ortadadır. Bu nedenle, bu sonucun oluşmasında öğrencilerin robotik destekli STEM uygulamalarında teknolojiyi daha aktif kullanma imkanı bulmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim öğrencilerin teknoloji ile harmanlanmış öğrenme ortamları hakkında olumlu düşüncelere sahip olduğu (Akgündüz ve Akınoğlu, 2017; Uluyol ve Karadeniz, 2009); teknoloji ile zenginleştirilmiş öğrenme deneyimlerinin öğrencilerin akademik özgüvenini yükselttiği bilinmektedir. Dolayısıyla bu durum araştırma sonuçlarını doğrular niteliktedir. Benzer şekilde Bers ve arkadaşları (2002) yaptıkları çalışma sonunda, robotiğin erken çocukluk döneminde yenilikçi bir deneyim sunduğu ve çocukların özgüvenlerini geliştirdiğini; Janka (2008) ise okul öncesi eğitimde programlanabilir robot teknolojisi Bee-Bot'un kullanımı ile öğrencilerin özgüvenlerinin arttığını ifade etmiştir. Özgüven gelişiminin akademik benlik algısının iyi bir

yordayıcısı olduğu (Altun ve Yazıcı, 2013) düşünülürse, robotik uygulamalarının özgüven geliştiren etkisi sayesinde akademik benlik algısını da geliştireceği gerçeği, bu yönde elde edilen sonucu doğrulamaktadır.

5.2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyine Yönelik Tartışma ve Sonuç

İkinci olarak temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyine yönelik elde edilen sonuçlara ve sonuçların alanyazındaki diğer araştırma sonuçları ile karşılaştırılmasına yer verilecektir. Buna göre çalışmada, Kayseri İli Melikgazi İlçesi Kazımkarabekir Senti'ndeki ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarının, uygulanan basit malzemelerle STEM temelli fen eğitimi, teknolojik malzemelerle (robotik destekli) STEM temelli fen eğitimi ve düz anlatıma dayalı geleneksel fen eğitimine göre karşılaştırmalı olarak, ön test puanları kontrol altına alındığında, son test puanları arasındaki farkın bütüncül olarak anlamlı bir şekilde değişip değişmediği MANCOVA (çok değişkenli kovaryans analizi) ve ANCOVA (tek yönlü kovaryans analizi) ile tespit edilmiş ve ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

5.2.1. Problem Çözme Becerilerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyine yönelik araştırma sonuçlarından ilki, basit malzemelerle ve teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerileri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılmasına yöneliktir.

Bu kapsamda çalışmada temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyine yönelik elde edilen betimsel bulgular incelendiğinde; uygulama öncesinde gruplar arası PÇBÖ puanlarının birbirine yakın olduğu, uygulama sonrasında deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin PÇBÖ puanlarında yüksek bir artış varken, kontrol grubunda ise bu artışın çok düşük olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle; okul öncesi eğitim düzeyi sonuçları ile benzer şekilde, temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyinde de PÇBÖ puanları açısından, deney-1 ve deney-2 grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Bu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında; deney-1 grubu öğrencilerinin deney-2 grubu öğrencileri ile PÇBÖ puanları açısından birbirine yakın kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan MANCOVA ve ANCOVA analizleri sonucu temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyine yönelik elde edilen çıkarımsal bulgular incelendiğinde; deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamaları ve deney-2 grubunda basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının, ikisinin de aralarında anlamlı bir farklılık olmaksızın, düz anlatıma dayalı yapılan geleneksel fen eğitimi uygulamalarına göre öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Nitekim deney grubu öğrencilerinin PÇBÖ sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde; öğrencilerin uygulama sonrası problem çözmeye başlamadan önce problemle ilgili deneyimlerini ve problemin sınırlarını daha çok düşündükleri, problem üzerinde çalışırken problemi anlamak için daha çok şekiller oluşturdukları ve daha ayrıntılı bir planlama yaptıkları, problemin çözümüne farklı açılardan bakabilmeyi öğrendikleri, problemle ilgili hipotezler oluşturup bunları test ettikleri ve böylece bir problem çözme modeli takip ettikleri söylenebilir. Bu durumun; uygulaması yapılan hem robotik destekli hem de basit malzemelerle STEM temelli fen etkinliklerinde, öğrencilerin kendilerine sunulan problem durumlarını çözmeye bu aşamaları birebir uygulayarak tecrübe kazanmaları ile ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Hem basit malzemelerle ve hem de teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerini geliştirmesi alanyazınla örtüşen bir sonuçtur. Alanyazın incelendiğinde; bu sonuçla uyumlu bir şekilde gerek robotiğin (Agatolio, Moro, Menegatti ve Pivetti, 2018; Altın ve Pedaste, 2013; Barak ve Zadok, 2009; Blanchard, Freiman ve Lirrete-Pitre, 2010; Castledine ve Chalmers, 2011; Huang, Varnado ve Gillan, 2013; Kırcan, 2018; Sullivan, 2017; Özer-Şanal ve Erdem, 2017; Taylor, 2016; Turner ve Hill, 2008) gerekse STEM uygulamalarının (Acar, 2018; İnce, Mısırs, Kıpeli ve Fırıt, 2018; Morrison, 2006; Özçelik ve Akgündüz, 2018; Pekbay, 2017; Soros, Ponkham ve Ekkapim, 2018) problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşan çalışmalar olduğu görülmektedir.

Robotiğin problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşan araştırmalar içerisinde Altın ve Pedaste'nin (2013) çalışmaları, robotiğin fen eğitiminde problem çözme ve sorgulayarak öğrenme için yaratıcı bir araç olabileceğini vurgulaması bakımından önemlidir. Yine benzer şekilde Agatolio ve arkadaşlarının (2015) dört ay

süren uygulamalar neticesinde, robotiğin öğrencilerin problem çözme kapasitelerini arttırdığı sonucuna ulaştıkları görülmektedir. Taylor (2016) yaptığı çalışmada, 2015 PISA sınavında oldukça önemsenen işbirlikli problem çözme becerilerini geliştirmede robotik aktivitelerinin etkili olduğunu ifade etmiştir. Turner ve Hill (2008), Lego Mindstorms robotik setlerini kullanarak problem çözme konusunda olumlu geri bildirimler elde etmişlerdir. Barak ve Zadok (2009), Lego Mindstorms robotik projelerine katılan lise öğrencilerinin başlangıçta problem çözme sürecinde zorluklarla karşılaştığını, ancak sonrasında problemlere yaratıcı çözümler sunduklarını ortaya koymuşlardır. Korkmaz'ın (2016) çalışması, Lego Mindstorms EV3 tabanlı tasarım etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde olumlu katkı yaptığı yönündedir. Blanchard, Freiman ve Lirrete-Pitre (2010), yenilikçi bir öğrenme ortamı sağlayan robotiğin 11-12 yaş arası öğrencilerin karmaşık problemleri çözmelerine yardımcı olacak becerileri geliştirdiğini belirtmişlerdir. Castledine ve Chalmers (2011) ise, yaptıkları çalışma ile sınıfta lego robotiğin etkili bir problem çözme aracı olarak kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Bu çalışmalardan farklı olarak Silik (2016), Fen bilgisi eğitimi öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmasında, öğretmen adaylarının mevcut problem çözme becerileri ile 6 haftalık robotik uygulama süreci sonundaki problem çözme becerileri arasında olumlu yönde bir farklılaşma olduğu; fakat bu farklılaşmanın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacı, ulaşılan bu sonucun uygulama süresinin sınırlı olması ve bu süre içerisinde öğretmen adaylarından bir kısmının çalışmaya katılmaya devamlılık göstermemesinden kaynaklanmış olabileceğini ifade etmiştir.

STEM uygulamalarının problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşan araştırmalar içerisinde İnce ve arkadaşlarının (2017) yarı deneysel çalışması, STEM temelli etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerini olumlu yönde etkileyebileceği yönündedir. Acar (2018) benzer şekilde, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik problem çözme becerilerini geliştirmede STEM eğitiminin etkili olduğunu belirlemiştir. Soros, Ponkham ve Ekkapim (2018) ise aynı sonuca 10. sınıf Fizik dersinde uygulanan STEM uygulamaları sayesinde ulaşmışlardır. Bu görüşü destekler şekilde Morrison (2006) ve Pekbay (2017) araştırmalarında STEM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Özçelik ve Akgündüz (2018) başka bir çalışmada, üstün

yetenekli ortaokul öğrencileriyle fen eğitimine dayalı ders dışı STEM eğitimi uygulamaları sonucunda öğrencilerin iletişim kurma, işbirliği yapma, yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerini elde ettiklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmalardan farklı olarak Sarıcan ve Akgündüz (2018), yaptıkları çalışmada bütünleştirilmiş STEM eğitiminin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerini sınırlı düzeyde arttırdığı sonucuna ulaşmışlar ve bu beklenmedik durumun sebebini, STEM eğitiminin süreç odaklı olması ancak yapılan çalışmada sonuç odaklı olarak değerlendirilmesi şeklinde yorumlamışlardır.

Her ne kadar bu bahsedilen çalışmalarda STEM eğitimi anlayışı ile robotik desteği veya basit malzeme kullanımı bir arada yer almasa da, gerek robotik destekli gerekse basit malzemeler kullanılarak gerçekleştirilen STEM eğitimi çalışmalarında da ulaşılan sonuçların bu çalışmanın sonuçlarını destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Nitekim Ebel (2012) bu kapsamda 5. sınıf öğrencilerine uyguladığı okul sonrası robotik programı ile öğrencilerin STEM eğitimine olan ilgilerinin ve problem çözme becerilerinin arttığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae (2013) yaptıkları çalışmada, basit ve ucuz malzemeler kullanılarak yapılan mühendislik uygulamalarının öğrencilerin problemlere yönelik çözüm üretme becerilerini geliştirebileceğini ifade etmişlerdir. Shieh ve Chang (2014) ise, basit malzemelerle yapılan bilimsel uygulamaların öğrencilerin yaratıcılıklarını ve problem çözmelerini destekleyebileceği sonucuna ulaşmışlardır. Dolayısıyla alanyazındaki tüm bu çalışma sonuçları ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar birbiriyle örtüşmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerinin sadece teknolojik malzemelerin kullanıldığı robotik uygulamaları ile değil, aynı zamanda basit malzemelerle yapılan STEM uygulamaları ile de geliştirilebileceği bulgusu önemli bir bulgudur. Bu durum, öğrencilerin işbirliğine dayalı, yaparak yaşayarak, gerçek yaşamla tutarlı, mühendislik tasarım odaklı çalışmaları da içeren ve öğrenme süreçlerini ağırlıklı olarak kendilerinin kontrol ettiği bir sürecin sonucu olarak değerlendirilebilir.

5.2.2. Akademik Benlik Algısına İlişkin Tartışma ve Sonuç

Temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) eğitim düzeyine yönelik elde edilen diğer araştırma sonuçları basit malzemelerle ve robotik destekli yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik benlik algılarına etkisine yöneliktir.

Bu kapsamda araştırmada temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) eğitim düzeyine yönelik elde edilen betimsel bulgular incelendiğinde; uygulama öncesinde gruplar arası ABKÖ puanlarının birbirine yakın olduğu, uygulama sonrasında deney-1 ve deney-2 grubu öğrencilerinin ABKÖ puanlarında yüksek bir artış varken, kontrol grubunda ise bu artışın çok düşük olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle; okul öncesi eğitim düzeyi sonuçları ile benzer şekilde, temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyinde ABKÖ puanları açısından, deney-1 ve deney-2 grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek kazanım puanlarına sahiptir. Bu açıdan bakıldığında; bu araştırmada hem robotik destekli hem de basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen etkinliklerinin, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin akademik benlik algılarını geliştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim deney grubu öğrencilerinin ABKÖ sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde; özellikle deney gruplarındaki öğrencilerin uygulama sonrasında kendilerini sınıftaki arkadaşlarına ve diğer derslere göre Fen bilimleri dersinde daha başarılı gördükleri, ileride daha da çok başarılı olacaklarına ve bu derste daha sonra da işlerine yarayacak çok önemli şeyler öğrendiklerine inandıkları söylenebilir. Bu duruma öğrencilerin yaptıkları STEM uygulamalarında kendi ürünlerini tasarlayarak kullanmaları, böylece akademik başarı anlamında da özgüven kazanmaları sebep olarak gösterilebilir. Alanyazın incelendiğinde; Flowers, Raynor ve White (2013) bu sonucu destekler nitelikte çevrimiçi STEM eğitimi alan öğrencilerin yüksek akademik benlik algısına sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Öte yandan araştırmada deney grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında; yine okul öncesi eğitim düzeyi sonuçları ile benzer şekilde, temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) deney-1 grubu öğrencilerinin deney-2 grubu öğrencilerine göre ABKÖ puanları açısından daha yüksek kazanım puanlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Nitekim yapılan MANCOVA ve ANCOVA analizleri sonucunda elde edilen çıkarımsal bulgular incelendiğinde de; öğrencilerin akademik benlik algılarını geliştirmede deney-1 grubunda teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitimi uygulamalarının diğer

uygulamalara kıyasla daha etkili olduğu görülmüştür. Uygulama sürecinin gözlemine ait bulgulara bakıldığında, bu durumun uygulayıcı kaynaklı olmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle, bu sonuç robotiğin sunduğu teknolojik açıdan zengin öğrenme ortamında tasarlama ve inşa etme deneyimlerinin öğrencilerdeki akademik benlik algılarını arttırdığı şeklinde yorumlanabilir. Bu durumun öğrencilerin robotik destekli STEM ile teknoloji kullanımı konusunda olumlu deneyimler yaşamalarının kendilerine olan güveni artırması sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Bu sonucu destekler şekilde, Stolkin ve arkadaşları (2007) ile Çayır (2010) robotik ile desteklenmiş öğrenme ortamının, öğrencilerin gelişimi için son derece önemli olan benlik algısı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Agatolio ve arkadaşları (2018) yaptıkları çalışma sonunda, Lego Mindstorms NXT ve EV3 robotik setleri kullanılarak yapılan robotların öğrencilerin akademik benlik algıları üzerinde olumlu etkiler yarattığı sonucuna ulaşmışlardır. Olumlu akademik benlik algısının daha sonraki başarılarla ilişkili olduğu ve onları etkileme gücüne sahip olduğu (Marsh ve Yeung, 1997) düşünüldüğünde; ulaşılan bu sonucun oldukça önemli olduğu ortadadır.

Sonuç olarak, akademik benlik kavramının desteklenebilmesi için öncelikle öğrencilerin başarı ihtiyacının karşılanarak kendilerine uygun eğitim durumlarıyla karşılaşmaları gerektiği bilinmektedir (Senemoğlu, 2007). Bu çalışmada da elde edilen bulgulara dayanarak, STEM odaklı eğitim çalışmalarının kullanılan malzemelerden bağımsız olarak öğrencilerin akademik benlik algıları üzerinde olumlu etkiler yarattığı, robotik destekli STEM çalışmalarının ise bu etkide rolünün daha fazla olduğu görülmüştür. Öğrenme düzeyini, akademik başarı ve özgüveni fazlasıyla etkileyen akademik benlik kavramının (Başbay ve Senemoğlu, 2009) geliştirilmesinin önemi göz önüne alındığında; araştırmada ulaşılan bu sonucun eğitimcilere yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

5.3. Uygulama Süreci İle İlgili Genel Değerlendirme

Uygulama sürecinde gerek basit malzemelerin gerekse robotik eğitim setlerinin kullanımı sırasında bazı zorlayıcı durumlarla karşılaşmıştır. Bu durumların olası sebep ve sonuçları ile ilgili genel bir değerlendirme yapmak gerekirse şunlar söylenebilir:

Araştırmada uygulaması yapılan bazı robotik destekli STEM etkinliklerinin fazla zaman aldığı görülmüştür. Bu durumda, öğrencilerin daha önce robotikle ilgili ön deneyimine

sahip olmamaları ve bu yöntemle ilk kez tanışıyor olmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler robotik eğitim setleri ile ilk defa tasarım yaptıkları için, parçaları birleştirmede ve bazı işlem adımlarını gerçekleştirmede zorluklar yaşamışlardır. Örneğin; bir grup robot araba uygulamasında başlangıçta bağladıkları motorları hareket ettirememiş ve problemin önce programlama hatasından kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Problemi araştırdıklarında mekanik kurulum yaparken arka tekerlekleri tam yerleştiremediklerini görmüşlerdir. Bazı çalışma grupları ise yanlış montaj sebebiyle tasarımı en baştan yapmak zorunda kalmışlardır. Bunların beklenen durumlar olduğu ifade edilebilir. Nitekim alanyazında robotlarla yapılan uygulamalarda, özellikle robotların mekanik kurulumu aşamasında bazı zorlayıcı durumların görülebileceği belirtilmiştir (Liang vd., 2013; Lykke vd., 2014). Benzer şekilde Üçgül ve Çağıltay (2014), robotik uygulamalarında öğrencilerin en fazla mekanik yapı ve programlamada zorluk yaşadıklarını dile getirmektedir. Tüm zorluklara rağmen, bu araştırmada uygulamalar sırasında öğrencilerin inşa ettiği robotları hareket ettirmelerinin, bir sonraki adımda onlar için önemli bir motivasyon kaynağı olduğunu söylemek mümkündür.

Bazı basit malzemelerle yapılan STEM odaklı uygulamalar sırasında ise, kullanılan malzemelerde yapısal ve kullanım kaynaklı bozulmalar yaşanmış, bu nedenle aynı malzemelere tekrar ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum etkinliklerde zaman kaybına sebep olmuş ve bazı etkinlikler planlanan sürede tamamlanamamıştır. Öte yandan kullanılan basit ve çevresel malzemeler, yapı setlerinde olduğu gibi montaja hazır olmadıkları için öğrencilerin öncelikle bu malzemeleri amaçları doğrultusunda şekillendirmeleri ve istedikleri forma getirmeleri gerekmiştir. Bu aşamada çoğu öğrenci çok sık öğretmenin yardımına başvurmuştur. Özellikle motor kullanılan ve ürünlerin hareketli hale getirilmesi istenen etkinliklerde öğrencilerin daha çok zorlandığı tespit edilmiştir. Bu durumu destekler nitelikte Shieh ve Chang (2014) de basit malzemelerle uygulamalar yaptıkları çalışmalarında, öğrencilerin motor (elektrik) ve dişli (mekanik) bağlantılarını yaparken problem yaşadıklarını aktarmaktadır. Ancak bu araştırmada tüm zorluklara rağmen, öğrencilerin uygulamalarda kullandıkları bilindik basit malzemelerin basit makinelere dönüşüm sürecini oldukça benimsedikleri ve hangi malzemedan ne üretebilirim düşüncesini kazandıkları söylenebilir.

5.4. Araştırma Sonuçları İle İlgili Genel Değerlendirme

Bu araştırmada, hem basit malzemelerle yapılan STEM temelli fen eğitiminin hem de teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM temelli fen eğitiminin okul öncesi ve temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyi olmak üzere iki düzeyde de öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir.

Araştırmada uygulamaların yapıldığı iki farklı eğitim düzeyi açısından ulaşılan sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; problem çözme becerileri açısından temel eğitim (ortaokul 5. sınıf) düzeyindeki deney grubu öğrencilerinde görülen gelişmenin okul öncesi düzeyindeki öğrencilere göre daha yüksek olduğunu ifade etmek mümkündür. Bu durumda, okul öncesi öğrencilerinin problem durumlarına çözüm sürecinde ortaokul 5. sınıf öğrencilerine göre daha fazla öğretmen yardımına ihtiyaç duymalarının etkisi olduğu düşünülmektedir. Akademik benlik algılarının gelişiminin ise her iki düzeyde de benzer olduğu söylenebilir.

Araştırma sonuçlarından hareketle; pahalı malzemeler olmadan sadece çevresel ve ucuz malzemeler kullanılarak da öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilebileceği, bu konuda teknoloji kullanımının olmazsa olmaz bir unsur olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Nitekim teknoloji temelli eğitim sistemlerinin getirdiği ek maliyetler yüzünden ülkeler arasında “dijital bölünme (*digital divide*)” nin yaşandığı günümüzde (Giddens, 2000; Akt: Güllüpnar vd., 2013), basit malzemelerle yapılan STEM uygulamalarının günlük hayattan temini kolay ve ucuz araç-gereçler kullanıldığı için, sosyo-ekonomik düzeyine bakılmaksızın tüm öğrencilere eşit deneyim olanağı sunması nedeniyle daha sürdürülebilir olduğu ifade edilebilir. Öte yandan robotiğin pahalı ve sınırlı bir araç olmasına rağmen, öğrenciler üzerinde yaptığı olumlu etkiler düşünüldüğünde; fayda durumunun maliyetten önemli olduğu da düşünülebilir (Conti, Di Nuovo, Buono ve Di Nuovo, 2017).

Bu araştırma en basit malzemelerden, yüksek teknoloji ile donatılmış sensörleri içeren teknolojik malzemelere kadar farklı materyallerle STEM temelli fen etkinlikleri yapılabileceğini göstermiştir. STEM eğitiminin araç-gereç odaklı bir yaklaşım olmadığı, STEM eğitiminde kullanılan malzemelerden ziyade sürecin önemli olduğu düşünüldüğünde; bu uygulamalarda hazır ve pahalı yapı setlerinin kullanımının zaruri

bir gereksinim olmadığı, aynı uygulamaların basit ve ucuz çevresel malzemelerle de yapılabileceği ortadadır. Ancak alanyazında yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde; STEM alanında robotik uygulamalarının daha popüler olması nedeniyle basit malzemelerle yapılan uygulamalara göre daha yaygın olduğu görülmektedir.

Araştırmada ulaşılan bir diğer sonuç, öğrencilerin akademik benlik algılarını geliştirmede ise robotik destekli yapılan STEM temelli fen eğitiminin daha etkili olduğu şeklindedir. Robotiğin özellikle okul öncesi dönem STEM eğitiminde, teknoloji ve mühendisliğin entegrasyonu için potansiyel bir katkı sağladığı (Çetin ve Demircan, 2018) ve çocukların erken yaşlarda temel teknoloji ve mühendislik kavramlarıyla ilgilenmeleri için eğlenceli ve somut bir yol olduğu (Sullivan ve Bers, 2015) düşünülürse; küçük yaşlardan itibaren akademik benlik kavramının bu yolla geliştirilmesi hem öğrenci başarısını arttıracak hem de öğrencilerin daha sonraki ilgili yaşantılara çok daha olumlu duyuşsal özelliklerle girmelerini sağlayacaktır.

Özetle, araştırma sonuçlarını gerek basit malzemelerle gerekse teknolojik malzemelerle (robotik destekli) yapılan STEM uygulamalarının fen eğitimi açısından farklı avantajları olduğu şeklinde yorumlamak mümkündür.

5.5. Öneriler

Okul öncesi ve temel fen eğitiminde gündelik yaşamda kullanılan basit malzemelerle yapılan STEM uygulamaları ile robotik destekli yapılan STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarına etkisinin karşılaştırmalı olarak incelendiği bu çalışmada, elde edilen veriler ve ortaya çıkan sonuçlardan hareketle araştırmacılara ve konu ile ilgilenen eğitimcilere aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

Uygulama sırasında yaşanan zorluklar göz önüne alındığında; özellikle başlangıç düzeyindeki öğrenciler için hem basit malzemelerle hem de robotik destekli STEM uygulamalarının iki aşamalı uygulanması tavsiye edilmektedir. Buna göre; robotik destekli STEM uygulamalarında öğrencilerin öncelikle basit tasarımlar yaparak ön deneyim kazanmaları, robotik kullanımına ise ikinci aşamada geçmeleri daha uygun olacaktır. Benzer şekilde basit malzemelerle yapılan STEM uygulamalarında da,

öğrencilerin basit tasarımlar yaptıktan sonra ürünü geliştirme sürecinde hareketli mekanizmalar oluşturmaya geçmeleri tavsiye edilmektedir.

STEM uygulamaları sürecinde en büyük sorumluluğun temel uygulayıcılar olarak öğretmenlerde olduğunu ve öğretmenlerin bu süreçte anahtar bir rol oynadıklarını söylemek mümkündür. Bu bağlamda uygulamaların daha sürdürülebilir olması için ana uygulayıcılar olarak görülen öğretmenlere yönelik sürekli mesleki eğitim olanaklarının sağlanması ve onların sürece etkin olarak katılımlarının desteklenmesinin çok önemli olduğu söylenebilir.

Alanyazın incelendiğinde, ülkemizde hem basit malzemelerle hem de robotik destekli STEM çalışmalarının henüz yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir. Bu nedenle STEM odaklı bu uygulamaların farklı kademelerde ve disiplinlerde kullanılarak daha fazla araştırma ve uygulama yapılması önerilmektedir. Nitekim Endüstri 4.0 olarak tabir edilen teknolojik dönüşümün yaşandığı günümüzde, yenilikçi STEM eğitim anlayışı ile gerçekleştirilen uygulama örneklerinin artırılması artık bir gerekliliktir.

Bu çalışmada görüldüğü üzere, hem basit malzemelerle hem de robotik destekli yapılan STEM eğitimi, öğrencilerin problem çözme becerilerini ve akademik benlik algılarını geliştiren bir eğitim yaklaşımıdır. Bu kapsamda, TIMSS ve PISA gibi sınav sonuçlarının ülkemiz adına daha iyi hale gelebilmesi için STEM eğitiminin öncelikli olarak ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle gerek basit malzemelerle gerekse robotik destekli STEM uygulamalarının hem okul öncesi hem temel fen eğitiminde yaygınlaştırılarak kullanılması için; STEM eğitime giden yolda ilk adımların atıldığı 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'na STEM eğitim anlayışının tam olarak dahil edilmesi önerilmektedir. Böylece MEB'in 2018 yılında açıkladığı 2023 eğitim vizyonu çerçevesinde, eğitimde yenilikçi uygulamalara imkan sağlanması temel hedefi doğrultusunda da önemli bir adım atılmış olunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, B., Korkmaz, Ö., Çakır , R., Erdoğan, F.U., & Çakır, E. (2018). Educational robot sets with science and technology course basic machinery of the secondary school 7th class students' stem skill levels and the effect of the lesson attitudes, *1. Uluslararası Çağdaş Eğitim ve Sosyal Bilimler Sempozyumu*, 1(1), 77-88.
- Acar, D. (2018). *FETEMM eğitiminin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Açıkgöz, K. Ü. (2007). *Etkili öğrenme ve öğretme* (7. baskı), İzmir: Biliş yayıncılık.
- Adams, K.D., Alvarez, L., Becerra Puyo, L.M., Gómez Medina, M.F., & Castellanos Cruz, J.L. (2018). Using robots to assess problem-solving skills, *British Journal of Occupational Therapy*, 81(3), pp. 171-176.
- 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.
- Agatolio, F., Pluchino, P., Orso, V., Menegatti, E., & Gamberini, L. (2018). How robots impact students' beliefs about their learning skills, *Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, p.47-48.
- Akar, C. (2007). *İlköğretim öğrencilerinde eleştirel düşünme becerileri*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- 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.
- Akgül, A. (2005). Faktör analizi, *Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri SPSS uygulamaları içinde*, (2. baskı, ss.441), Ankara: Emek Ofset.
- Akgün, Ş. (2000a). *Öğretmen ve adaylarına fen bilgisi öğretimi*, Ankara: PegemA yayıncılık.
- Akgün, Ş. (2000b). *Çevre imkanlarıyla basit ders araçları yapımı*, Giresun: PegemA yayıncılık.
- Akgündüz, D., & Akınoğlu, O. (2017). The impact of blended learning and social media-supported learning on the academic success and motivation of the students in science education, *Education & Science*, 42(191), 69-90.
- Akgündüz, D., & Akpınar, B. C. (2018). Okul öncesi eğitiminde fen eğitimi temelinde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirilmesi, *Yaşadıkça Eğitim*, 32(1), 1-26.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günümüzün modası mı yoksa gereksinim mi?*, İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi.
- Aktaş-Arnas, Y. (2002). Okulöncesi dönemde fen eğitimi, *Yaşadıkça Eğitim*, 76, 4-6.
- Aktaş-Arnas, Y. (2003). Küçük bir bilim adamı yetiştirmenin ilk adımları, *Çocuk ve Aile*, Ekim, 42-46.
- Aktaş-Arnas, Y., Günay-Bilaloğlu, R., & Aslan D. (2007). *Okul öncesi dönemde fen eğitimi*, Ankara: Kök yayıncılık.
- Alabay, E. (2013). *Sciencestart!™ destekli fen eğitim programının 60-72 aylık çocukların bilimsel süreç becerilerine ve bilimsel tutuma güvenme ve yönelime etkisi*, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges, *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 63-71.

- Alisinanoğlu, F., İnan, H.Z., Özbey, S., & Uşak, M. (2012). Early childhood teacher candidates' qualifications in science teaching, *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(1), 373-390.
- Alisinanoğlu, F., Özbey, S., & Kahveci, G. (2011). *Okul öncesinde fen eğitimi*, Ankara: Maya akademi.
- Allen, A. (2016). Don't fear STEM - You already teach it, *School Age/After School Exchange*, September/October, 56-59.
- Altın, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education, *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 365–377.
- Altun, F., & Yazıcı, H. (2013). Ergenlerin benlik algılarının yordayıcıları olarak: Akademik öz-yeterlik inancı ve akademik başarı, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(1), 145-156.
- Altunışık R., Coşkun R., Bayraktaroğlu S., & Yıldırım E. (2005). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri: SPSS uygulamalı*, 4. baskı, Sakarya: Sakarya kitabevi.
- Aral, N., Kandır, A., & Can-Yaşar, M. (2011). *Okul öncesi eğitim ve okul öncesi eğitim programı* (geliştirilmiş IV. baskı), Ya-Pa yayınları, İstanbul.
- Arı, M. (2005). Türkiye'de erken çocukluk eğitimi ve kalitenin önemi, *Gelişim ve Eğitimde Yeni Yaklaşımlar-1* içinde (Ed. M. Sevinç), s.31-35, İstanbul: Morpa kültür yayınları.
- Arslan, A. (2012). *6 yaş grubu çocuklarda genel problem çözme becerilerini değerlendirme ölçeğinin geliştirilmesi, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları*, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ata-Aktürk, A., & Demircan, H. Ö. (2017). A review of studies on STEM and STEAM education in early childhood, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 757-776.
- Ata-Aktürk, A., Demircan, H. Ö., Şenyurt, E., & Çetin, M. (2017). Turkish early childhood education curriculum from the perspective of stem education: A document analysis, *Journal of Turkish Science Education*, 14(4), 16-34.

- Avcı, B., & Şahin, F. (2019). Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına Lego Mindstorm projelerinin etkisi, *Journal of Human Sciences*, 16(1), 216-230.
- Aydın, M. (2017). Lego robotik uygulamaları ile STEM+E eğitimi, *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi içinde* (Ed. S. Çepni), s.369-388, Pegem Akademi.
- Aydınlı, B., & Demir, S.N. (2017). STEM eğitimine ne zaman ve nasıl başlanmalı?: Okul öncesi öğretmenlerinin görüşleri, 5. *Uluslararası Okul Öncesi Eğitim Kongresi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aydoğan, Y. (2004). *İlköğretim ikinci ve dördüncü sınıf öğrencilerine genel problem çözme becerilerinin kazandırılmasında eğitimin etkisinin incelenmesi*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aydoğan, Y., & Ömeroğlu, E. (2004). Erken çocukluk döneminde genel problem çözme becerilerinin kazandırılması, *OMEP-2003 Dünya Konsey Toplantısı ve Konferansı Bildiri Kitabı-2*, s.458-468, Kuşadası.
- Aydoğdu, C. (2012). Elektroliz ve pil konularının öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 48-59.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz M., Emen, H., & Gürer, F. (2018). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 702-735.
- Balat, G. U., & Günşen, G. (2017). Okul öncesi dönemde STEM yaklaşımı, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(42), 337-348.
- Baptista, R. M. (2009). *Utilização de um sistema robótico em experiências de Física*, Departamento de Física, Faculdade De Ciências Universidade Do Porto, Junho.
- Barak, M., & Assal, M. (2016). 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), p121-144.

- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving, *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., Mesutoğlu, C., & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Baran, M. (2011). *Teknoloji ve proje tabanlı öğrenme yaklaşımı destekli düşünme yolculuğu tekniğinin lise 11. sınıf öğrencilerinin fizik başarılarına ve akademik benlik tasarımlarına etkisi*, Doktora tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Barry, D. M., Kanematsu, H., & Kobayashi, T. (2009). Creative engineering design activity using aluminum foil, *Proceedings of the International Conference on Engineering Education and Research (ICEE & ICEER)*, Seoul, Korea.
- Başbay, M., & Senemoğlu, N. (2009). Projeye dayalı öğretimin akademik benlik kavramı ve derse yönelik tutuma etkisi, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 55-66.
- Başdaş, E. (2007). *İlköğretim fen eğitiminde basit malzemelerle yapılan fen aktivitelerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve motivasyona etkisi*, Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
- Başdaş, E., & Kirişcioğlu, S. (2006). Fen öğretiminde basit araçlar yaparak aktif öğrenme (hands-on) yöntemi ve uygulamaları, *VII. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi.
- Bayat, B. (2003). Bireylerin benlik algısı (benlik tasarımları) sistemi ve bu sistemin davranışları üzerindeki rolü, *Kamu İş Dergisi*, 7(2), 123-137.

- Bayazıt, N., Akaygün, S., Demir, K., & Tutak, F. (2018). Bir STEM öğretmen eğitimi örneği: Yenebilir arabalar etkinliğinin öğretmen eğitimi açısından incelenmesi, *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 6(2), 213-232.
- Beier, M.E., & Rittmayer, M.A. (2009). Motivational factors in STEM: Interest and self-concept, *In book Applying Research to Practice (ARP) Resources*, Bogue & E. Cady (Eds.), <http://www.engr.psu.edu/AWE/ARPresources.aspx>.
- Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review, *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- 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 and Technology*, 24(5), 628-647.
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education, *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1: 123-145.
- Bers, M.U., Seddighin, S., & Sullivan, A. (2013). Ready for robotics: Bringing together the T and E of STEM in early childhood teacher education, *Journal of Technology and Teacher Education*, 21(3), 355-377.
- Bilgin, İ. (2006). The effects of hands-on activities incorporating a cooperative learning approach on eight grade students' science process skills and attitudes toward science, *Journal of Baltic Science Education*, 1(9), 27-37.
- Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary school children solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology, *Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2851-2857.
- Bloom, B. S. (1998). *İnsan nitelikleri ve okulda öğrenme* (çeviri D. A. Özçelik) (3. baskı), İstanbul : MEB yayınları.
- Boylan, C. (1996). *Attitudes toward teaching and taking science-a correlation between teachers and students*, Doktora tezi, The University of Michigan, USA.

- Bozan, M., & Küçüközer, H. (2008). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin fen etkinliklerine ve problem çözmeye ilişkin görüşleri, *İlköğretim Online*, 7(2), 218-231.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Brookover, W.B., Thomas, S., & Paterson, A. (1964). Self-concept of ability and school achievement, *Sociology of Education*, 37(3), 271-278.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmouth, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms, *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brunton, P., & Thornton, L. (2010). *Science in the early years: Building firm foundations from birth to five*, London: SAGE Publications Ltd.
- Bullock, J. (1988). Encouraging problem solving, *Day care early education*, 16(1), 24-27.
- Burket, S., Small, C., Rossetti, C., Hill, B., & Gattis, C. (2008). A day camp for middle school girls to create a STEM pipeline, *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Pittsburgh, PA.
- Büyükkol-Köse, E., & Çetin, G. (2018). Kalıtım neden zor?, *UNESAK-2018 Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi*, 26-28 Ekim, Balıkesir.
- Büyükoztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, istatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (16. baskı), Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R.W. (2010a). What is STEM education?, *Science*, 329(5995), 996-996. doi:10.1126/science.1194998.
- Bybee, R.W. (2010b). Advancing STEM education: A 2020 vision, *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*, Arlington, Virginia: NSTA Press.

- Cameron, R. G. (2005). *Mindstorms robotlab: Developing science concepts during a problem based learning club*, Yüksek lisans tezi, Department of Curriculum, Teaching and Learning, The University of Toronto, Canada.
- Can, A. (2016). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (4. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Castledine, A., & Chalmers, C. (2011). LEGO robotics: An authentic problem solving tool?, *Design and Technology Education*, 16(3), 19-27.
- Cevher, F. N., & Buluş, M. (2007). Benlik kavramı ve benlik sayısı: Önemi ve geliştirilmesi, *Akademik Dizayn Dergisi*, 2, 52-64.
- Chalmers, C. (2017). Preparing teachers to teach STEM through robotics, *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(4), 17-31.
- Chen, Y., & Chang, C.C. (2018). The impact of an integrated robotics STEM course with a sailboat topic on high school students' perceptions of integrative STEM, interest, and career orientation, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), 1614.
- Cheng, C-C., Huang, P-L., & Huang, K-H. (2013). Cooperative learning in Lego robotics projects: Exploring the impacts of group formation on interaction and achievement, *Journal of Networks*, 8(7), 1529-1535.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edition), Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Erişim adresi: www.utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf.
- Conti, D., Di Nuovo, S., Buono, S., & Di Nuovo, A. (2017). Robots in education and care of children with developmental disabilities: A study on acceptance by experienced and future professionals, *International Journal of Social Robotics*, 9(1), 51-62.
- Costa, M. F., & Fernandes, J. (2004). *Growing up with robots*, Proceedings of Hsci2004, <http://www.hsci.info/hsci2004/PROCEEDINGS/FinalPapers/E00461377837.pdf>.
- Coşkun, M. (2004). *Coğrafya öğretiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary, *The Bridge*, 30(3), 11-17.

- Çağlar, A. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin fen dersine yönelik tutumları ve akademik benlik kavramları*, Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Çakmak, Ö. (2006). *Okul öncesi öğretmen adaylarının fene ve fen öğretimine yönelik tutumları ile bazı fen kavramlarını anlama düzeyleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi*, Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Çavaş, B. (2005). Bilgi ve iletişim teknolojileri ile bütünleştirilmiş fen bilimleri öğrenme ortamı üzerine bir araştırma, *Eurasian Journal of Educational Research*, 21, 88-102.
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitime mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları, *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- Çayır, E. (2010). *Lego-Logo ile desteklenmiş öğrenme ortamının bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerine etkisinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Çeken, R. (2007). *Sekizinci sınıf öğrencilerine fiziksel ve kimyasal değişmelerin basit fen aktiviteleri ile öğretilmesinin başarıya etkisi*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi.
- Çeken, R. (2010). Fen ve teknoloji dersinde balonlu araba etkinliği, *Elementary Education Online*, 9(2), s.1-5.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, Ankara: Pegem Akademi.
- Çer, E. (2017). İlkokul öğrencilerinin yazma becerilerinin geliştirilmesinde yaratıcı dramının etkisi, *Eğitim ve Bilim*, 42(190), s.379-400.
- Çetin, E. (2016). *Okul öncesi çocukların problem çözme sürecinde teknoloji destekli şematik düzenleyicilerin kullanımına yönelik bir durum çalışması*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çetin, M., & Demircan, H.Ö. (2018). Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: A systematic literature review, *Early Child Development and Care*, DOI: 10.1080/03004430.2018.1534844.

- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (3. baskı), Ankara: Pegem Akademi.
- Çorlu, M. (2013). *Uzman alan öğretmeni eğitimi modeli ve görüşler*, Nisan 15, 2016 tarihinde <http://fetemm.tstem.com/gorusler> adresinden erişilmiştir.
- Çorlu, M.S., Capraro, R.M., & Capraro, M.M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation, *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Danahy, E., Wang, E., Brockman, J., Carberry, A., Shapiro, B., & Rogers, C. B. (2013). Lego-based robotics in higher education: 15 years of student creativity, *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 11, s.1-15.
- Datteri, E., Zecca, L., Laudisa, F., & Castiglioni, M. (2013). Learning to explain: The role of educational robots in science education, *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 29-38.
- Daugherty, J. (2012). Infusing engineering concepts: Teaching engineering design, *National Center for Engineering and Technology Education*, 170, 1-11.
- Demoulin, D.F. (1999). A personalized development of self-concept for beginning readers, *Journal of Education*, 120(1),14-16.
- Dewey, J. (2007). *How we think?*, New York: Cosimo, <https://books.google.com.tr/> adresinden erişilmiştir.
- Doğan, H., Savran-Gencer, A., & Bilen, K. (2017). Fen ve mühendislik uygulaması; yenilenebilir ve yenebilir araba yarışması etkinliği üzerine bir durum çalışması, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 7(2) , 62-85.
- Donnelly, J., Magnani, N., & Robinson, K. (2016). Dumpster optics: Teaching and learning optics without a kit, *Optics Education and Outreach IV*, 99460G, <https://doi.org/10.1117/12.2238930>.
- Dow, G. T., & Mayer, R. E. (2004). Teaching students to solve insight problems: Evidence for domain specificity in creativity training, *Creativity Research Journal*, 16(4), 389-401.

- Duman, B. (2009). *Neden beyin temelli öğrenme* (2. baskı), Ankara: Pegem Akademi yayıncılık.
- Düzgün, Z. (2011). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin düşünme stilleri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişki*, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Ebelt, K.R. (2012). *The effects of a robotics program on students skills in STEM, problem solving and teamwork*, Yüksek lisans tezi, Montana State University, Bozeman, Montana.
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation, In D. Gibson & B. Dodge (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, pp. 4006-4014.
- Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21st century skills, *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 8(1), 5-11.
- Eguchi, A. (2016). Computational thinking with educational robotics, *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 79-84.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom, *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*, Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Erdemir, N., Bakırcı, H., & Eydurhan, E. (2009). Öğretmen adaylarının eğitimde teknolojiyi kullanabilme özgüvenlerinin tespiti, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(3), 99-108.
- Erdoğan, N. (2014). *Modeling successful inclusive STEM high schools: An analysis of students' college entry indicators in Texas*, Doktora tezi, Texas A&M University.
- Erduran, S. (2013). Fen bilimlerine alanlar arası bakış ve eğitimde uygulamalar, *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 43-49.

- Ergin, A. (2010). *Alternatif enerji kaynakları eğitim programının ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ve başarı düzeylerine etkisi*, Yüksek lisans tezi, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ergin, Ö., Pekmez, E. Ş., & Erdal, S. Ö. (2005). *Kuramdan uygulamaya deney yoluyla fen öğretimi*, İzmir: Kanyılmaz matbaası, Dinazor kitabevi.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.
- Ertl, B., Luttenberger, S., & Paechter, M. (2017). The Impact of gender stereotypes on the self-concept of female students in STEM subjects with an under-representation of females, *Frontiers in Psychology*, 8, 703.
- Fernandes, E., & Martins, S. (2018). Learning scenarios with robots for the learning of STEM, *11th Annual International Conference of Education, Research and Innovation*, Sevilla, Spain.
- Flowers, L.O., Raynor, J. E., & White, E. W. (2013). Investigation of academic self concept of undergraduate in STEM courses, *Journal of Studies in Social Sciences*, 5(1), 1-11.
- Flowers, T.R., & Gossett, K.A. (2002). Teaching problem solving, computing and information technology with robots, *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 17, 45–55.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2014). *How to design and evaluate research in education* (9th edition), New York: Mc Graw Hill Education.
- Ge, X. (2001). *Scaffolding students' problem-solving processes on an instructed task using question prompts and peer interactions*, Doktora tezi, Pennsylvania State University.
- Gencer, A. S. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak etkinliği, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(1), 1-19.
- Gerber, L. C., Calasanz-Kaiser, A., Hyman, L., Voitiuk, K., Patil, U., & Riedel-Kruse, I. H. (2017). Liquid-handling Lego robots and experiments for STEM education and research, *PLoS Biology*, 15(3), e2001413–e2001419.

- Gerecke, U., & Wagner, B.(2007). The challenges and benefits of using robots in higher education, *Intelligent Automation and Soft Computing*, 13(1), 29-43.
- GIS Project. (2016). *Girls in STEM project*, Erişim adresi: <https://www.gisproject.org/>.
- Goh, H., & Ali, M.B. (2014). Robotics as a tool to STEM learning, *International Journal for Innovation Education and Research*, 2(10), 66-78.
- Gonzalez, M., & Freyer, C. (2014). A collaborative initiative: STEM and universally designed curriculum for at-risk preschoolers, *National Teacher Education Journal*, 7(3), 21-29.
- Grubbs, M. (2013). Robotics intrigue middle school students and build STEM skills, *Technology and Engineering Teacher*, 72(6), 12-16.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). STEAM (STEM+Sanat) eğitimine yönelik etkinlik uygulaması: Aynalar ve ışık, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 8(2), 111-126. <http://www.ated.info.tr/index.php/ated/issue/view/16> adresinden erişilmiştir.
- Güllüpınar, F., Kuzu, A., Dursun, Ö. Ö., Kurt, A. A., & Gültekin, M. (2013). Milli Eğitimde teknoloji kullanımı ve sonuçları: Velilerin bakış açısından Fatih Projesi'nin pilot uygulamasının değerlendirilmesi, *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 30, 195-216.
- Gürdal, A. (1988). Fen öğretimi, *Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Yayınları*, 21, 34-49.
- Güven, Y. (2005). *Erken çocuklukta matematiksel düşünme ve matematiği öğrenme*, İstanbul: Küçük adımlar eğitim yayınları.
- Hall-Lay, S. (2018). *Gender effects of robotics programs on STEM-related self-efficacy of high school students*, Doktora tezi, Walden University, ABD.
- Hinton, T. B. (2014). *An exploratory study of a robotics educational platform on STEM career interests in middle school students*, Doktora tezi, The University of Alabama.
- Hoge, R. D., & Renzulli, J. S. (1993). Exploring the link between giftedness and self-concept, *Review of Educational Research*, 63, 449-465.

- Holmquist, S.K. (2014). *A multi-case study of student interactions with educational robots and impact on Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) learning and attitudes*, Doktora tezi, University of South Florida.
- Householder, D.L., & Hailey, C.E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*, <http://ncete.org/flash/pdfs/NCETECaucusReport.pdf>.
- Huang, L., Varnado, T., & Gillan, D. (2013). Practices of teaching problem solving skills in robotics education, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 57(1), pp. 1830-1834.
- IEA [International Educational Assessment]. (2015). *Trends in international mathematics and science study*, <http://www.iea.nl/timss-2015> adresinden 10 Aralık 2018 tarihinde erişilmiştir.
- Ilgaz, G. (2006). *İlköğretim II. kademe öğrencilerinin fen bilgisi dersine yönelik tutumları ve kullandıkları öğrenme stratejileri*, Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- İnce, K., Mısıır, M., Küpeli, M., & 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*, 1(1), 64-78.
- Janka, P. (2008). Using a programmable toy at preschool age: Why and how, *International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots* (s. 112-121), Venedik, İtalya.
- Jipson, J. L., Callanan, M. A., Schultz, G., & Hurst, A. (2014). Scientists not sponges: STEM interest and inquiry in early childhood, *Ensuring STEM Literacy: A National Conference on STEM Education and Public Outreach*, pp. 149-156, Erişim adresi: <http://aspbooks.org/publications/483/149.pdf>.
- Johnson, J. (2003). Children, robotics, and education, *Artificial Life and Robotics*, 7(1), 16-21.
- Jonassen, D. H., & Kwon, H. I. (2001). Communication patterns in computer mediated versus face to face group problem solving, *Educational Technology Research and Development*, 49, 35.

- Jung, S.E., & Won, E. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children, *Sustainability*, 10, pp. 905.
- Kaptan, F. (1998). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: Anı yayıncılık.
- Kaptan, S. (1998). *Bilimsel araştırma teknikleri ve istatistik yöntemleri*. Ankara: Bilim yayınları.
- Karaer, H., & Kösterelioğlu, M. (2005). Amasya ve Sinop illerinde çalışan okulöncesi öğretmenlerin fen kavramlarının öğretilmesinde kullandıkları yöntemlerin belirlenmesi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 447-454.
- Karagöz, M. (2015). *Excel ve SPSS uygulamalı istatistik yöntemleri* (9. baskı), Bursa: Ekin kitabevi yayınları.
- Karamustafaoğlu, S. (2003). *Maddenin iç yapısına yolculuk ünitesi ile ilgili basit araç gereçlere dayalı rehber materyal geliştirilmesi ve öğretim sürecindeki etkililiği*, Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karamustafaoğlu, S., Çostu, B., & Ayas, A. (2005). Basit araç-gereçlerle periyodik cetvel öğretiminin etkililiği, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), 19-31.
- Karasar, N. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemi* (25. baskı), Ankara: Nobel yayıncılık.
- Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education?, *IEEE International Workshop on Advanced Robotics and Its Social Impacts (ARSO 2015)*, Lyon, France.
- Kartal, T. (2017). Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu, İçinde Demirci Güler, M.P. (Ed.), *Fen bilimleri öğretimi* (165-199), Ankara: Pegem Akademi yayınları.
- Kasımoğlu, T. (2013). *Öğretmen adaylarında eleştirel düşünme, mantıksal düşünme ve problem çözme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi*, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kaya, E., Newley, A., Deniz, H., Yesilyurt, E., & Newley, P. (2017). Introducing engineering design to a science teaching methods course through educational robotics and exploring changes in views of preservice elementary teachers, *Journal of College Science Teaching*, 47(2), 66-75.

- Kaytez, N., & Kadan, G. (2016). Okul öncesi dönem çocuklarında akademik benlik saygısı ile kişiler arası problem çözme becerilerinin incelenmesi, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(Özel Sayı), 332-342.
- Kearney, C. (2016). Is there a shortage of STEM teachers in Europe?, *European Schoolnet Scientix Observatory Report*, <http://www.scientix.eu/observatory>.
- Keleşoğlu, S., & Kalaycı, N. (2017). Dördüncü sanayi devriminin eşliğinde yaratıcılık, inovasyon ve eğitim ilişkisi, *Yaratıcı Drama Dergisi*, 1(12), 69-86.
- Keren, G., Ben-David, A., & Fridin, M. (2012). Kindergarten assistive robotics (KAR) as a tool for spatial cognition development in pre-school education, *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1084-1089.
- Keskin, H. Ü. (2010). Kovaryans analizi, *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri içinde* (Ed. Ş. Kalaycı), s.185-192, Ankara: Asil yayıncılık.
- Khanlari, A. (2013). "Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward STEM", *IEEE 5th Conference on Engineering Education (ICEED)*, 4-5 December, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Khanlari, A. (2014). *Teachers' perceptions of using robotics in primary/elementary schools in Newfoundland and Labrador*, Yüksek lisans tezi, Memorial University of Newfoundland.
- Khine, M.S. (2017). *Robotics in STEM education: Redesigning the learning experience*, Switzerland: Springer.
- Kıldan, O., & Pektaş, M. (2009). Erken çocukluk döneminde fen ve doğa ile ilgili konuların öğretilmesinde okulöncesi öğretmenlerinin görüşlerinin belirlenmesi, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 113-127.
- Kırkan, B. (2018). *Üstün yetenekli ortaokul öğrencilerinin proje tabanlı temel robotik eğitim süreçlerindeki yaratıcı, yansıtıcı düşünme ve problem çözme becerilerine ilişkin davranışlarının ve görüşlerinin incelenmesi*, Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kilmen, S. (2015). *Eğitim araştırmacıları için SPSS uygulamalı istatistik*, Ankara: Edge Akademi yayıncılık.

- Kim, C. M., Yuan, J., Kim, D., Doshi, P., Thai, C. N., Hill, R. B., & Melias, E. (2017). Studying the usability of an intervention to promote teachers' use of robotics in STEM education, *Journal of Educational Computing Research*, 56(8), pp. 1179-1212.
- Koç, A., & Büyük, U. (2012). Basit malzemelerle yapılan deneylerin fene yönelik tutuma etkisi, *Journal of Turkish Science Education*, 9(4), 102-118.
- Koç, A., & Büyük, U. (2013). Fen ve teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: Robotik uygulamaları, *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), 139-155.
- Koç, A., & Büyük, U. (2019a). Robotik destekli STEM (RoboSTEM) uygulama örnekleri, *28th International Conference on Educational Sciences (ICES-UEBK)*, Ankara-Türkiye, 25-28 Nisan, s.596.
- Koç, A., & Büyük, U. (2019b). Çer-Çöp ile STEM: Basit malzemelerden basit makineler, *28th International Conference on Educational Sciences (ICES-UEBK)*, Ankara-Türkiye, 25-28 Nisan, s.547.
- Koç-Şenol, A. (2012). *Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: RoboLab*, Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Koç-Şenol, A., Büyük, U., Tanık, N., & Eraslan Güney, M. (2015). Yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminde eğitsel bir araç olarak robotların kullanılması, *2nd International Eurasian Educational Research Congress-EJER*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara-Türkiye, 8-10 Haziran, s.991-993.
- Kol, S. (2012). *Bilgisayar destekli öğretimin altı yaş çocuklarına zaman ve mekan kavramlarını kazandırmaya etkisi*, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Komis, V., & Misirli, A. (2016). The environments of educational robotics in Early Childhood Education: towards a didactical analysis, *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(2), p. 238-246.
- Komis, V., Romero, M., & Misirli, A. (2017). A scenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 560:158-169.

- Korkmaz, H. (2002). *Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenmenin yaratıcı düşünme, problem çözme ve akademik risk alma düzeylerine etkisi*, Doktora tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Korkmaz, H., & Kaptan, F. (2002). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin akademik başarı, akademik benlik kavramı ve çalışma sürelerine etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 91–97.
- Korkmaz, Ö. (2016). The effect of Scratch and Lego Mindstorms Ev3 based programming activities on academic achievement, problem-solving skills and logical-mathematical thinking skills of students, *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 4(3), 73-88.
- Korkmaz, Ö., Altun, H., Usta, E., & Özkaya, A. (2014). The effect of activities in robotic applications on students' perception on the nature of science and students' metaphors related to the concept of robot, *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 5(2), 44-57.
- Köse, S., Ayas, A., & Taş, E. (2003). Bilgisayar destekli öğretimin kavram yanlışları üzerine etkisi: Fotosentez, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 106-112.
- Küçük, S., & Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğretmenlerin deneyimleri, *Elementary Education Online*, 16(1), 312-325.
- Küçükturan, G. (2005). *Okul ve aile eğitimi*, Ankara: SMG yayıncılık.
- Lacey, T. A., & Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018, *Monthly Labor Review*, 132(11), 82-123.
- Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Dom, M. (2011). STEM: Good jobs now and for the future, *U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration*, 3(11), 2.
- Lau, K. L., & Chan, D.W. (2001). Motivational characteristics of under-achievers in Hong Kong, *Educational Psychology*, 21(4), 417-430.
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice, *Acm Inroads*, 2(1), 32-37.

- Lego Education. (2014). *Lego Mindstorms Education EV3 technology user guide*, <https://education.lego.com/en-us/support/mindstorms-ev3/user-guides>.
- Liang, H. N., Fleming, C., Man, K. L., & Tillo, T. (2013). A first introduction to programming for first-year students at a Chinese university using LEGO Mindstorms, *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering*, 233–238.
- Lin, C.H., Liu, E. Z. F., Kou, C. H., Virnes, M., Sutinen, E., & Cheng, S.S. (2009). A case analysis of creative spiral instruction model and students' creative problem solving performance in a LEGO robotics course, *Lecture Notes in Computer Science*, 5670, 501-505.
- Liu, E.Z.F., Lin, C.H., Liou, P.Y., Feng, H.C., & Hou, H.T. (2013). An analysis of teacher-student interaction patterns in a robotics course for kindergarten children: A pilot study, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(1), 9-18.
- Liu, E. Z.F., Lin, C.H., & Chang, C.S. (2010). Student satisfaction and self-efficacy in a cooperative robotics course, *Social Behavior and Personality*, 38(8), 1135-1146.
- Lykke, M., Coto, M., Mora, S., Vandel, N., & Jantzen, C. (2014). Motivating programming students by problem based learning and LEGO robots, *IEEE Global Engineering Education Conference*, 544–555.
- Lyon, M. A. (1993). Academic self-concept and its relationship to achievement in a sample of junior high school students, *Educational and Psychological Measurement*, 53, 201-211.
- Mangold, J., & Robinson, S. (2013). *The Engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms*, 120th ASEE Annual Conference & Exposition, <http://escholarship.org/uc/item/8390918m>.
- Marsh, H. W. (1989). Age and sex effects in multiple dimensions of self-concept: Preadolescence to early adulthood, *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 417-430.

- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O., & Jürgen, B. (2005). Self-concept, interest, grades and standardized test scores: Reciprocal effects models of causal ordering, *Child Development*, 76(2), 397-416.
- Marsh, H. W., & Yeung, A. S. (1997). Causal effects of academic self concept on academic achievement structural equation models of longitudinal data, *Journal of Educational Psychology*, 89, 41-54.
- Mataric, M. J., Koenig, N., & Feil-Seifer, D. (2007). Materials for enabling hands-on robotics and STEM education, *AAAI spring symposium on robots and robot venues: Resources for AI education*, Stanford, CA.
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., & Kaniawati, I. (2016). Exploration of student's creativity by integrating STEM knowledge into creative products, *AIP Conference Proceedings*, 1708(1).
- MEB. (2013a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*, Ankara: MEB yayınları.
- MEB. (2013b). *Okul öncesi öğretim programı*, Millî Eğitim Bakanlığı Temel Eğitim Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB. (2014). *Scientix projesi*, Erişim adresi: <http://scientix.meb.gov.tr/>.
- MEB. (2016a). *STEM eğitimi raporu*, Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB. (2016b). *Çocuk gelişimi ve eğitimi okul öncesi eğitim programı*, Ankara: MEB yayınları.
- MEB. (2018a). *Bilim uygulamaları dersi öğretim programı*, Millî Eğitim Bakanlığı Temel Eğitim Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MEB. (2018b). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3-8. sınıflar)*, Ankara: MEB yayınları.
- McKay, M., Lowes, S., Tirthali, D., & Camins, A. (2015). Student learning of STEM concepts using a challenge-based robotics curriculum, *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exhibition*, Seattle, WA.
- Misirli, A., & Komis, V. (2014). Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational

- scenarios, In C. Karagiannidis, P. Politis & I. Karasavvidis (Eds), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 99-118). New York: Springer.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education, In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy and Practices* (pp. 35-60), Purdue University Press.
- Morrison, J. (2006). *Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom*, Baltimore, MD: TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM), http://www.wythe-excellence.org/media/STEM_Articles.pdf.
- Nall, M. (2016). Robotics in the classroom: The effectiveness of robotics based curriculum in STEM education, *Graduate Research Papers*, 88.
- NCISE [National Center for Improving Science Education]. (1995). *Providing hands-on, minds-on and authentic learning experiences in science*, Erişim adresi: <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/cntareas/science/sc500.htm>.
- Nersessian, N. J. (1989). Conceptual change in science and in science education, *Synthese*, 80, 163-183.
- Noble, J. (2013). *Building a lego-based robotics platform for a 3rd grade classroom*. Yüksek lisans tezi, Tufts University, Massachusetts.
- Nourbakhsh, I.R, Hamner, E., Crowley, K., & Wilkinson, K. (2004). Formal measures of learning in a secondary school mobile robotics course, *Robotics and Automation, Proceedings IEEE International Conference*, 2, pp.1831-1836.
- NRC [National Research Council]. (1996). *National science education standards*, Washington DC: National Academy Press.
- NRC [National Research Council]. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*, Washington, DC: The National Academic Press.
- NRC [National Research Council]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts and core ideas*, Washington DC: The National Academic Press.

- NSTA [National Science Teacher Association]. (2014). *Early childhood science education*, <http://www.nsta.org/about/positions/earlychildhood.aspx>.
- NSTC [National Science and Technology Council]. (2013). *Federal Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education 5-Year Strategic Plan*, Washington, D.C.
- Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı - Mbot örneği, *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497-515.
- OECD [Organisation for Economic Co-operation and Development] (2017). *Programme for international student assesment: Problem solving for tomorrow's world*, <http://www.oecd.org/pisa>.
- Oğuz, V. (2012). *Proje yaklaşımının anasınıfına devam eden çocukların problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi*, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Okkesim, B., Koç-Şenol, A., & Büyük, U. (2015). Fen bilimleri öğretiminde robotik uygulamaları: 8. sınıf maddenin halleri ve ısı ünitesi örneği, *2nd International Eurasian Educational Research Congress-EJER*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara-Türkiye, 8-10 Haziran, s.1101-1103.
- Oktay, A. (2010). Okul öncesi eğitim ve ilköğretimin çocuğun yaşamındaki yeri ve önemi, *İlköğretime Hazırlık ve İlköğretim Programları içinde* (Ed. A. Oktay), s. 1-20, Ankara: Pegem Akademi.
- Ortiz, A. M. (2010). *Fifth grade students' understanding of ratio and proportion in an engineering robotics program*, Doktora tezi, Tufts University, Massachusetts.
- Ömeroğlu, E., Büyükoztürk, Ş., Aydoğan, Y., & Özyürek, A. (2009). Okul öncesi ve ilköğretim 1-5. sınıf düzeyindeki çocuklar için problem çözme ölçeğinin geliştirilmesi ve Türkiye norm çalışması, *Uluslararası Katılımlı II. Çocuk Gelişimi ve Eğitimi Kongresi - Sağlık, Gelişim ve Eğitimde Çocuk Bildiri Kitabı*, 573-578.
- Öner, N. (2005). *Pier-Harris'in çocuklarda öz kavramı ölçeği el kitabı*, Ankara: Türk Psikologlar Derneği.
- Özel, M. (2018). *Robotik biliminin ortaokul 8. sınıf fen bilimleri dersine entegrasyonu*, Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Özer-Şanal, S., & Erdem, M. (2017). Kodlama ve robotik çalışmalarını problem çözme süreçlerine etkisi: Sesli düşünme protokol analizi, *11th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, 24-26 Mayıs, Malatya.
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi, *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.
- Pallant, J. (2016). *SPSS kullanma klavuzu: SPSS ile adım adım veri analizi* (S. Balcı & B. Ahi, Çeviri), Ankara: Anı yayıncılık.
- Parette, H., Quesenberry, A., & Blum, C. (2010). Missing the boat with technology usage in early childhood settings: A 21st century view of developmentally appropriate practice, *Early Childhood Education Journal*, 37, 335-343.
- Parlakıyıldız, B., & Aydın, F. (2004). Okulöncesi dönem fen eğitiminde fen ve doğa köşesinin kullanımına yönelik bir inceleme, *XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı*, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Pekbay, C. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*, Doktora tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Petre, M., & Price, B. (2004). Using robotics to motivate “back door” learning, *Education and Information Technologies*, 9(2), 147-158.
- Ramírez-Benavides, K., López, G., & Guerrero, L. A. (2016). A mobile application that allows children in the early childhood to program robots, *Mobile Information Systems*, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1714350>.
- Repenning, A., Webb, D., & Ioannidou, A. (2010). Scalable game design and the development of a checklist for getting computational thinking into public schools, *The 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pp. 265-269.
- Riechert, S. E., & Post, B. K. (2010). From skeletons to bridges & other, STEM enrichment exercises for high school biology, *The American Biology Teacher*, 72(1), 20-22.
- Rinn, A.N., Miner, K., & Taylor, A.B. (2013). Family context predictors of math self-concept among undergraduate STEM majors: An analysis of gender

differences, *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 13(2), pp. 116-132.

- Robinson, M. (2005). Robotics-driven activities: Can they improve middle school science learning?, *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25(1), 73-84.
- Rockland, R., Bloom, D.S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L.S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the “E” in K-12 STEM education, *Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school, *Journal of STEM Education*, 5(3), 17-28.
- Sanchez, F.J.P., & Roda, M.D.S. (2003). Relationships between self-concept and academic achievement in primary students, *Electronic Journal of Research in Educational Psychology and Psychopedagogy*, 1(1), 95-120.
- Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R. L., & O’Connell A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children’s immediate and later science achievement: Evidence from the early childhood longitudinal study, *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 217-235.
- Samarapungavan, A., Patrick, H., & Mantzicopoulos, P. (2011). What kindergarten students learn in inquiry-based science classrooms, *Cognition and Instruction*, 29(4), 416-470.
- Sarıcan, G., & Akgündüz, D. (2018). The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking skills towards problem solving and permanence in learning in science education, *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(1), 94-107.
- Satterthwait, D. (2010). Why are 'hands-on' science activities so effective for student learning?, *Teaching Science*, 56, (2), 7-10.
- Seçer, İ. (2015). *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi*, Ankara: Anı yayıncılık.
- Senemoğlu, N. (1989). *Öğrenci giriş nitelikleri ile öğretme-öğrenme süreci özelliklerinin matematik derslerindeki öğrenme düzeyini yordama gücü*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Araştırma Raporu.

- Senemoğlu, N. (2007). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya*, Ankara: Gönül yayıncılık.
- Sezgin, E. (2011). *Problem çözme becerisi ölçeğinin geliştirilmesi*, Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Shieh, R. S., & Chang, W. (2014). Fostering student's creative and problem-solving skills through a hands-on activity, *Journal of Baltic Science Education*, 13(5), 650-661.
- Silik, Y. (2016). *Eğitsel robotik uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi*, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- 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, *AIP Conference Proceedings*, 1923(1): 030045.
- Soykan, F. (2018). *Sorgulamaya dayalı robotik eğitiminin öğrencilerin tablet bilgisayar kabulü, kodlama başarısı ve özyeterliklerine etkisi*, Doktora tezi, Yakın Doğu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Lefkoşa, KKTC.
- Soylu, S. (2016). STEM education in early childhood in Turkey, *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 6(1), 38-47.
- Spikol, D., Friesel, A., & Ehrenberg, H. (2016). Supporting robotics education in STEM with learning analytics, *5th Israeli Conference on Robotics*, Herzliya, Israel.
- Stevens, J. P. (2009). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (5th ed.), New York, NY, US: Routledge/Taylor & Francis Group, Erişim adresi: <http://docshare02.docshare.tips/files/31719/317194846.pdf>.
- Stiehl, W. D., Chang, A., Wistort, R., & Breazeal, C. (2009). The robotic preschool of the future: New Technologies, *Proceedings of Interaction Design for Children*, June 3-5, Como, Italy.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34.

- Stolkin, R., Hotaling, L., Sheryll, R., Sheppard, K., Chassapis, C. ve McGrath, E. (2007). A Paradigm for vertically integrated curriculum innovation – How curricula were developed for undergraduate, middle and high school students using underwater robotics, *The International Conference on Engineering Education*, <http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/papers/355.pdf>.
- Stoll, J., Hamilton, A., Oxley, E., Eastman, A. M., & Brent, R. (2012). Young thinkers in motion: Problem solving and physics in preschool, *Young Children*, 67(2), pp. 20-26.
- Strawhacker, A. L., & Bers, M. U. (2015). “I want my robot to look for food”: Comparing children’s programming comprehension using tangible, graphical, and hybrid user interfaces, *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), pp. 293-319.
- Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction*, Yüksek lisans tezi, Hofstra University, ABD.
- Sullivan, A. (2016). *Breaking the STEM stereotype: Investigating the use of robotics to change young children’s gender stereotypes about technology and engineering*, Doktora tezi, Tufts University, ABD.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2015). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade, *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20.
- Sullivan, A., & Bers, M.U. (2017). Dancing robots: Integrating art, music, and robotics in Singapore’s early childhood centers, *International Journal of Technology and Design Education*,
- Sullivan, A., Strawhacker, A., & Bers, M.U. (2017). Dancing, drawing, and dramatic robots: Integrating robotics and the arts to teach foundational STEAM concepts to young children, In book *Robotics in STEM education: Redesigning the learning experience*, pp.231-260.
- Sullivan, F. R. (2017). The creative nature of robotics activity: Design and problem solving, In book *Robotics in STEM education: Redesigning the learning experience*, pp. 213-230.

- Susilo, E., Liu, J., Alvarado Rayo, Y., Peck, A. M., Montenegro, J., Gonyea, M., & Valdastrri, P. (2016). STORMLab for STEM education: An affordable modular robotic kit for integrated science, technology, engineering, and math education, *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 23(2), pp. 47-55.
- Şahin, A., Ayar, M.C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri, *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 297-322.
- Şahin-Yanpar, T., Çakır, Ö.S., & Şahin, B. (2000). *İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi ve sosyal bilgiler derslerine karşı tutumları, akademik benlik kavramları ve bilişsel öğrenme düzeyleri*, MEB EARGED Projesi.
- Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2015). *Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı* (Çeviri Ed. M. Baloğlu), Ankara: Nobel yayıncılık.
- Tambychik, T., & Meerah, T.S.M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem-solving: What do they say?, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 142-151.
- Taner-Derman, M., & Başal, H. A. (2010). Cumhuriyetin ilanından günümüze Türkiye'de okul öncesi eğitim ve ilköğretimde niceliksel ve niteliksel gelişmeler, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(11), 560-569.
- Taş, I. (2010). *Etnografik bakış açısıyla kırsal kesimde okul öncesi fen eğitimine yönelik bir durum çalışması*, Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Taylor, K. (2016). *Collaborative robotics, more than just working in groups: Effects of student collaboration on learning motivation, collaborative problem solving and science process skills in robotic activities*, Doktora tezi, Boise State University, USA.
- Tseng, K. H., Chang, C. C, Lou, S. J., & Chen W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment, *International Journal Technology Design Education*, 23(1), 87-102.

- Turaşlı, N. (2006). *6 yaş grubu çocuklarda benlik algısını desteklemeye yönelik sosyal-duygusal hazırlık programının etkinliğinin incelenmesi*, Doktora tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Okul Öncesi Öğretmenliği Bölümü.
- Turgut, Ş. (2011). *İlköğretim öğrencilerinin fen bilimlerinin doğasını algılama düzeyleri ile fen ve teknoloji dersi başarıları ve akademik benlik kavramları arasındaki ilişkiler*, Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Turner, K. B (2013). *Northeast Tennessee educators' perception of STEM education implementation*, Doktora tezi, East Tennessee State University, Tennessee.
- Turner, S., & Hill, G. (2007). Robots in problem-solving and programming, *8th Annual Conference of the Subject Centre for Information and Computer Sciences*, University of Southampton, 28th – 30th August, pp 82-85.
- Turner, S., & Hill, G. (2008). Robotics within the teaching of problem-solving, innovation in teaching and learning, *Information and Computer Sciences*, 7(1), 108-119.
- TÜSİAD. (2014). *İstanbul'da STEM zirvesi*, 20 Kasım 2015 tarihinde erişilmiştir: <http://tusiad.org/tr/tum/item/8040-tusiad-stem-zirvesi>.
- TÜSİAD. (2017a). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*, 20 Ekim 2017 tarihinde erişilmiştir: <https://www.tusiadstem.org>.
- TÜSİAD. (2017b). *STEM kiti ve öğretmen eğitimi projesi*, 14 Haziran 2017 tarihinde erişilmiştir: <https://www.tusiadstem.org/kesfet/ogretmen-egitimi-projesi>.
- Uğraş, M., & Genç, Z. (2018). Investigating preschool teacher candidates' STEM teaching intention and the views about STEM education, *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 7(2), 724-744.
- Ulcay, S. (1989). Okul öncesi eğitimde fen bilgisi programları, *Ya-Pa Okul Öncesi Eğitimi ve Yaygınlaştırılması Semineri* içinde (36-40), İstanbul: Ya-Pa yayınları.
- Uluçınar-Sağır, Ş., & Karamustafaoğlu, S. (2014). Okul öncesi dönemde fen eğitiminde kullanılan yöntem ve teknikler, *Örnek uygulamalarla okul öncesi dönemde fen eğitimi* içinde (Ed. M. Metin & Ç. Şahin), s.125-154, Ankara: Pegem Akademi yayıncılık.

- Uluyol, Ç., & Karadeniz, Ş. (2009). Bir harmanlanmış öğrenme ortamı örneği: Öğrenci başarısı ve görüşleri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 60-84.
- Uzal, G., Erdem, A., Önen, F., & Gürdal, A. (2010). Basit araç-gereçlerle yapılan fen deneyleri konusunda öğretmen görüşleri ve gerçekleştirilen hizmet içi eğitimin değerlendirilmesi, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 4(1), 64-84.
- Üçgül, M. (2013). History and educational potential of Lego Mindstorms NXT, *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 127-137.
- Üçgül, M. (2017). Eğitsel robotlar ve bilgi işlemsel düşünme, Y. Gülbahar (Eds), *Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya* (ss.295-318) içinde, Ankara: Pegem.
- Üçgül, M., & Çağıltay, K. (2014). Design and development issues for educational robotics training camps, *International Journal of Technology and Design Education*, 24(2), 203-215.
- Ünal, S. (2003). *Lise 1 ve 3 öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavramları anlama seviyelerinin karşılaştırılması*, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ünal, M., & Akman, B. (2006). Okul öncesi öğretmenlerinin fen eğitimine karşı gösterdikleri tutumlar, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 250-257.
- Ünal, M., & Aral, N. (2010). Bilim ve çocuk, *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 35(378), 35-42.
- Ünal, M., & Aral, N. (2014). Fen eğitiminde problem çözme ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 267-278.
- Van Soom, C., & Donche, V. (2014). Profiling first-year students in STEM programs based on autonomous motivation and academic self-concept and and relationship with academic achievement, *PLoS ONE*, 9(11): e112489.
- Wang, F., Kinzie, M.B., McGuire, P., & Pan, E. (2010). Applying technology to inquiry-based learning in early childhood education, *Early Childhood Education Journal*, 37(5), 381-389.

- Whitehead, S. H. (2010). *Relationship of robotic implementation on changes in middle school students' beliefs and interest toward science, technology, engineering and mathematics*, Doktora tezi, Indiana University of Pennsylvania.
- Wiggins, F. (2006). *The effects of hands-on science instruction on the science achievement of middle school students*, Doctoral dissertation, Texas Southern University, Houston, TX.
- Wood, S. (2003). Robotics in the classroom: A teaching tool for K-12 educators, *Symposium of Growing up with Science and Technology in the 21st Century*, Virginia, ABD.
- Woolf, B. P. (2010). *A Roadmap for education technology final report*, Erişim adresi: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00588291/document>.
- Yager, R. E., & Brunkhorst, H. (2014). *Exemplary STEM programs: Designs for success*, Virginia USA: NSTA Press, National Science Teachers Association.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yaman, S., & Yalçın, N. (2005). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının problem çözme ve öz yeterlik inanç düzeylerinin gelişimine etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 229-236.
- YEĞİTEK. (2018). *FATİH projesi robotik ve kodlama eğitici eğitimi kursu*, 29 Mart 2018 tarihinde erişilmiştir: <http://yegitek.meb.gov.tr/www/fatih-projesi-robotik-ve-kodlama-egitici-egitimi-kursu-basladi/icerik/1578>.
- Yenice, N., Sümer, Ş., Oktaylar, H. C., & Erbil, E. (2003). Fen bilgisi derslerinde bilgisayar destekli öğretimin dersin hedeflerine ulaşma düzeyine etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 152-158.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, Ankara: Seçkin yayınevi.
- Yıldırım, B. (2016). *7. sınıf Fen Bilimleri dersine entegre edilmiş Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Yıldırım, B. (2018). *2023, 2053 ve 2071 hedefleri için STEM eğitim raporu*, <http://www.alparslan.edu.tr/icerik.xhtml?icerik=4945>.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi, *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yılmaz, A., Gülgün, C., & Çağlar, A. (2017). 7. sınıf öğrencilerine "kuvvet ve enerji" ünitesinin STEM uygulamaları ile öğretimi: Paraşüt, su jeti, mancınık, akıllı perde ve hidrolik iş makinesi (kepçe) yapalım etkinliği, *Journal of Current Researches on Educational Studies*, 7(1), 97-116.
- Yılmaz, B. H., Aztekin, S., Umurhan, H., Aydın, H., Akıncı, B., Fındık, L. Y., Panal, A., Atasoy, R., Abazaoğlu, G., & Eser, G. (2011). *PISA 2012 Türkiye*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- Yolcu, V., & Demirer, V. (2017). Eğitimde robotik kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalara sistematik bir bakış, *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139.
- Yu, W. F., She, H. C., & Lee, Y. M. (2010). The effects of web-based/non-web-based problem-solving instruction and high/low achievement on students' problem-solving ability and biology achievement, *Innovations in Education and Teaching International*, 47(2), 187-199.
- Zeidler, D.L. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response, *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26.
- Zembat, R., & Unutkan, Ö. P. (2005). Problem çözme becerilerinin gelişimi, *Erken çocuklukta gelişim ve eğitimde yeni yaklaşımlar içinde*, (Ed. M. Sevinç), Cilt-1, s. 221-229, Morpa kültür yayınları, İstanbul.

EKLER

EK 1. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi İçin Uygulanan Ölçekler

EK 1.1. Problem Çözme Becerileri Ölçeği

Fen ve doğa olayları ile ilgili problemler

1. Kışın kar yağdı. Çocuklar birlikte çok güzel bir kardan adam yaptılar. Birden bire güneş çıktı. Hava ısınmaya başladı. Çocuklar kardan adamı güneşten korumak için neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
2. Annen ve babanla birlikte tatile gidiyorsun. Evde, çok güzel çiçekleriniz var. Evdeki çiçeklerin solmaması için neler yaparsın? Başka neler yaparsın?
3. Rüzgârgülü rüzgâr olmadığı için dönmüyor. Rüzgârgülünün dönmesi için neler yaparsın? Başka neler yaparsın?
4. Annen, çok rüzgârlı bir havada çamaşırları çamaşır ipine astı. Çamaşırların uçmaması için annen neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
5. Kamil, ellerini yıkamak için lavaboya gitti. Musluğu açtı. Su akıyor. Kamil ellerini temizlemek için neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
6. Baban arkadaşı için çay hazırladı. Çayı masaya götürdü. Arkadaşı şimdi çay içmeyeceğini söyledi. Çayın soğumaması için baban sence neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
7. Hava çok sıcak Kerem çok terliyor. Kerem serinlemek için neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
8. Babanın eli şişmiş ve yüzüğü parmağından çıkmıyor. Parmağından yüzüğü çıkarabilmek için sence baban neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
9. Yolda yürürken yağmur yağmaya başladı Yanında şemsiyen yok. Islanmamak için neler yaparsın?

Araç gereç kullanımı ile ilgili problemler

10. Arkadaşları Zeynep'e doğum günü hediyesi olarak çok büyük bir kutu getirdi. Zeynep kutuyu kaldırmak için neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
11. Fatma duvarda yüksekte asılı olan tabloyu almak istiyor. Fatma tabloyu almak için neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
12. Küçük beyaz bir tavşan, ormanda koşarken büyük bir çukura düşmüş. Tavşanı çukurdan çıkarabilmek için neler yaparsın? Başka neler yaparsın?
13. Elif'in topu ağacın dallarında kaldı. Elif topu almak için neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
14. Ayşe salıncakta sallanırken düştü. Ayşe'nin dizi kanıyor. Ayşe sence neler yapmalı? Başka neler yapmalı?
15. Okul bahçesinde ayağı yaralanmış bir kedi var. Kedinin ayağını iyileştirmek için neler yaparsın? Başka neler yaparsın?
16. Metin'in ayakkabısının altına sakız yapıştı. Metin sakızı ayakkabısından çıkarmak için neler yapmalı? Başka neler yapmalı?

Fen Eğitiminde Problem Çözme Becerileri Ölçek Resimleri

Resim 1



Resim 2



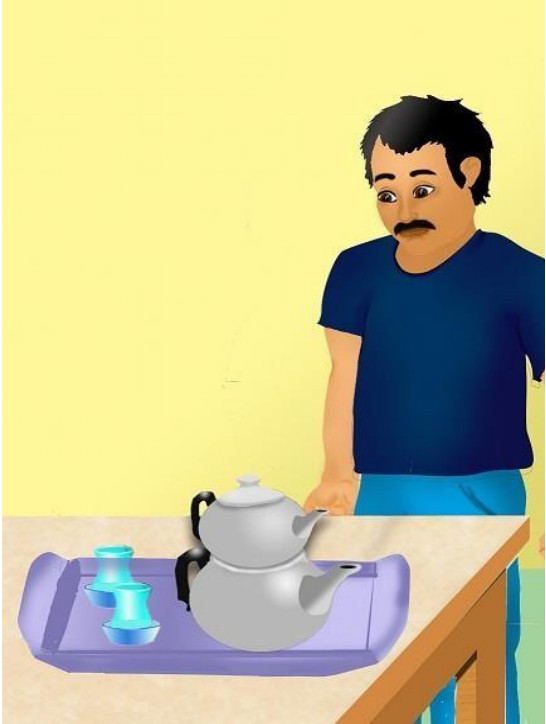
Resim 3



Resim 4



Resim 5



Resim 6



Resim 7



Resim 8



Resim 9



Resim 10



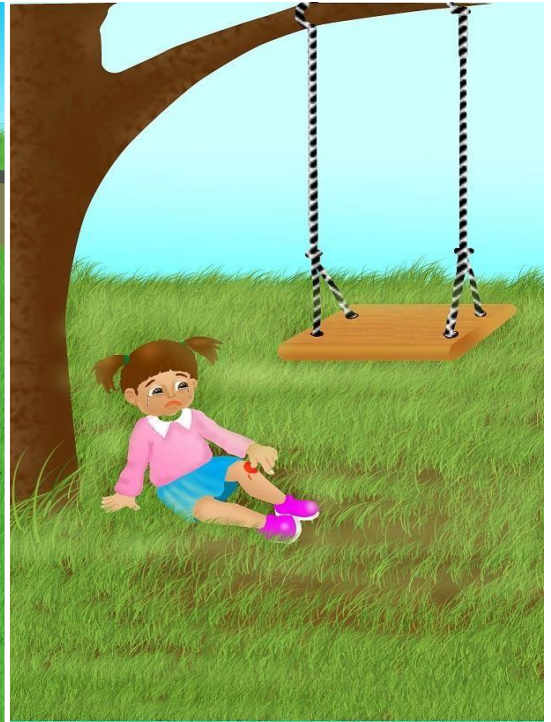
Resim 11



Resim 12



Resim 13



Resim 14



Resim 15













































Resim 16

EK 1.2. Demoulin Çocuklar İçin Akademik Benlik Kavramı Ölçeği

- 1- Faaliyetimi yaparken öğretmenimden yardım istediğimde, hissederim.
- 2- Faaliyetimi yaparken arkadaşımından yardım istediğimde, hissederim.
- 3- Öğretmenim, benden bir soruyu cevaplamamı istediğinde, hissederim.
- 4- Öğretmenimden, anlamadığım bir şeyi tekrar etmesini istediğimde, hissederim.
- 5- Her sabah, okula gitmek için hazırlanırken, hissederim.
- 6- Faaliyetimi öğretmenime teslim ettiğimde, hissederim.
- 7- Öğretmenim, yeni bir faaliyet yapacağımızı sınıfa duyurduğunda, hissederim.
- 8- Öğretmenim, evde yapmamız için bir faaliyet/görev verdiğinde, hissederim.
- 9- Birisi, bana yapmakta zorlandığım bir faaliyeti yapabilmem için yardım ettiğinde, hissederim.
- 10- Sınıf arkadaşlarımla, faaliyetim/projem hakkında konuştuğumda, hissederim.
- 11- Öğretmenimle, faaliyetim/projem hakkında konuştuğumda, hissederim.
- 12- Başkalarının yapabildiği bir faaliyeti ben yapamadığımda, hissederim.
- 13- Faaliyetimi arkadaşlarımla birlikte yaparken, hissederim.
- 14- Faaliyetimi kendi başıma yaparken, hissederim.

Ölçek Değerlendirme Formu

Adı-Soyadı:
Doğum Tarihi:

1.				8.			
2.				9.			
3.				10.			
4.				11.			
5.				12.			
6.				13.			
7.				14.			

EK 2. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi İçin Uygulanan Ölçekler

EK 2.1. Problem Çözme Becerileri Ölçeği

		Her zaman	Sık sık	Ara sıra	Pek az	Hiçbir zaman
	Zor bir problemi çözmeye başlamadan önce ne yaparsın?					
1.	Problemin benden tam olarak ne istediğini anlayıp anlamadığımı düşünürüm.					
2.	Daha önce benzer bir problem üzerinde çalışıp çalışmadığımı hatırlamaya çalışırım.					
3.	Problemi çözmek için bana gereken bilgiler üzerine düşünürüm.					
4.	Problemde bana gerekmeyecek bilgiler olup olmadığına bakarım.					
5.	Problemin sınırları üzerine düşünmeye çalışırım.					
	Problem üzerinde çalışırken ne yaparsın?					
6.	Ulaşılabilecek bütün bilgileri ve sınırlarını listelerim.					
7.	Verilen bilgilerden çözüme ilişkin olanları belirlemeye çalışırım.					
8.	Kafamda ya da bir kağıt üzerinde, problemi anlamama yardımcı olacak bir şekil oluştururum.					
9.	Problem üzerinde çalışırken tüm adımları tek tek planlarım.					
10.	İlerlediğim her bir adımda probleme tekrar dönüp bakmaya devam ederim.					
	Problem üzerinde çalışmayı bitirdikten sonra ne yaparsın?					
11.	Uygun olup olmadığını görmek için problem çözme yöntemime tekrar bakarım.					
12.	Çözümümü destekleyecek veya doğrulayacak delilleri bulmaya çalışırım.					
13.	Çözümler üzerine düşünürüm ve başka alternatifler olup olmadığını görmeye çalışırım.					
14.	Problemin çözümüne farklı açılardan bakmaya çalışırım.					
15.	Sonucumu veya hipotezimi, kendime “eğer.....olsaydı, ne olurdu?” şeklinde sorular sorarak test ederim.					
	Problemler üzerinde hangi yöntemi uygulayarak çalışıyorsun?					
16.	Problemi anlamamı sağlayacak bir şekil çizerim.					
17.	Öncelikle bir hipotez oluşturur ve sonra onu test ederim (denerim).					
18.	Bu problemi çözmeme yarayacak gerekli adımları seçerim.					
19.	Problemleri veya hedefleri öncelik sırasına göre sıralar ve en önemli olan bir tanesinde odaklanırım.					
20.	Bir problem çözme modeli takip ederim.					

EK 2.2. Fen Bilimleri Akademik Benlik Kavramı Ölçeği

Sevgili öğrenciler,

Sizlere Fen Bilimleri dersi ile ilgili olarak aşağıda 8 soru yöneltilmiştir. Bütün soruları dikkatlice okuyarak size uygun olan seçeneğin önündeki yere (X) işareti koyunuz. Soruları içtenlikle yanıtlayacağınıza inanıyorum. Katkılarınız için teşekkür ederim.

1. Fen Bilimleri dersindeki başarınız bakımından kendinizi, sınıftaki diğer arkadaşlarınızla karşılaştırdığımızda nasıl görüyorsunuz?

- Çok düşükler arasında
 Sınıf ortalamasının altında
 Ortada
 Ortalamanın üstünde
 En iyiler arasında

2. Fen Bilimleri dersindeki başarınızı diğer derslerdeki başarınızla karşılaştırdığımızda bu dersteki durumunuzu nasıl görüyorsunuz?

- Çok düşük Düşük Orta Yüksek Çok yüksek

3. Size göre, Fen Bilimleri dersindeki başarınız sınıf ortalamasına göre nasıl olacak?

- Ortalamanın çok altında
 Ortalamanın altında
 Ortada
 Ortalamanın üstünde
 Ortalamanın çok üstünde

4. Fen Bilimleri dersinde 5 üzerinden kaç not alabileceğinizi düşünüyorsunuz?

- 0-1 Arası 1-2 Arası 2-3 Arası 3-4 Arası 4-5 Arası

5. Fen Bilimleri dersinden alacağımız not, sizin için ne derece önemlidir?

- Hiç önemli değil Az önemli Orta derecede önemli Önemli Çok önemli

6. Fen Bilimleri dersinden alacağımızı sandığımız nottan daha düşük bir not alırsanız kendinizi nasıl hissedersiniz?

- Hiç rahatsız olmam
 Biraz rahatsız olurum
 Rahatsız olurum
 Kendimi kötü hissederim
 Kendimi çok kötü hissederim

7. Fen Bilimleri dersinde öğrendiklerinizin, daha sonra öğreneceklerinize yardım edeceğine inanıyor musunuz?

- Hiç inanmıyorum
 Biraz inanıyorum
 Orta derecede inanıyorum
 İnanıyorum
 Çok inanıyorum

8. Fen Bilimleri dersinde, çok önemli şeyler öğrendiğinize inanıyor musunuz?

- Hiç inanmıyorum
 Biraz inanıyorum
 Orta derecede inanıyorum
 İnanıyorum
 Çok inanıyorum

EK 3. Gözlemci Kontrol Listesi

Maddeler	Daima	Bazen	Hiçbir zaman
1) Eğitim öncesinde çeşitli görseller kullanılarak (resim, video) öğrencilerin dikkati konuya çekildi mi?			
2) Konu ile ilgili günlük hayatla ilişkilendirme yapıldı mı?			
3) Öğrencilere yapacakları uygulama ile ilgili hazırlık amaçlı bilgiler verildi mi?			
4) Öğrencilere uygulamalarda kullanacağı malzemeler gösterilerek tanıtıldı mı?			
5) Eğitim için uygun ortam seçildi mi?			
6) Eğitim için işbirlikli çalışma grupları oluşturuldu mu?			
7) Öğrencilere çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu net olarak açıklandı mı?			
8) Öğrencilere sunulan problem durumu ile ilgili ön araştırma zamanı verildi mi?			
9) Öğrencilerin sunulan problem durumu ile ilgili ön tahminlerde bulunmaları (hipotez kurmaları) istendi mi?			
10) Öğrencilerin sunulan problem durumu ile ilgili alternatif çözümler üretmeleri sağlandı mı?			
11) Öğrencilerin sunulan problem durumu ile ilgili uygulanabilir bir çözüm yolu seçip yapacakları tasarıma karar vermeleri sağlandı mı?			
12) Öğrencilerin yapacakları tasarımın taslak çizimini yapmaları sağlandı mı?			
13) Öğrencilerin uygulamanın ilk aşamasında tasarımlarını inşa edip test etmeleri sağlandı mı?			
14) Öğrencilere uygulamanın ikinci aşamasında tasarımlarını geliştirmeleri için fırsat verildi mi?			
15) Gruptaki öğrencilerin işbirliği yaparak etkili çalışmaları ve sürece aktif katılımları sağlandı mı?			
16) Öğrencilere ipucu veren ve yol gösteren sorular sorularak etkin rehberlik yapıldı mı?			
17) Eğitim sonunda, öğrencilerin elde ettiği sonuçları diğer gruplarla paylaşmaları sağlandı mı?			
18) Eğitim sonunda, öğrencilerin paylaşımı esnasında ortaya çıkan yanlış kavramalar düzeltildi mi?			
19) Eğitim sonunda, yapılan uygulama ile ilgili çalışma kağıtları değerlendirildi mi?			
20) Yapılan uygulamada fen, teknoloji, mühendislik ve matematik boyutlarından en az biri yer aldı mı?			

EK 4. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Pilot Uygulama Resimleri

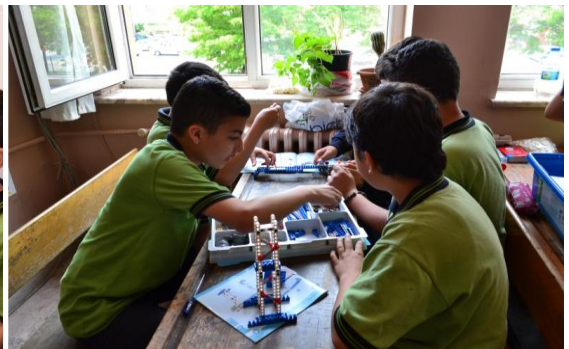
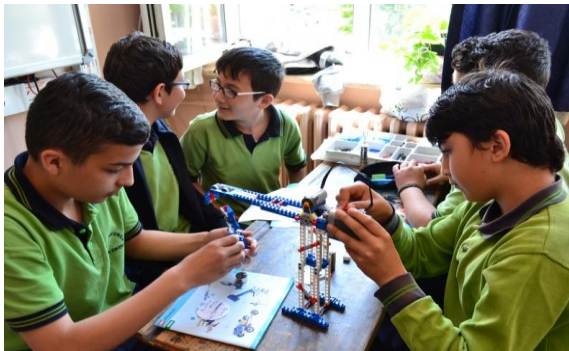
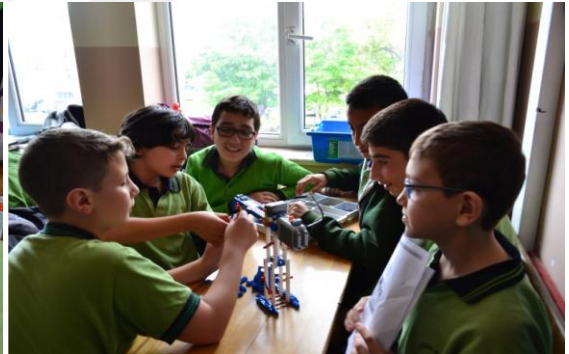
EK 4.1. Deney-1 Grubu Pilot Uygulama Resimleri





EK 4.2. Deney-2 Grubu Pilot Uygulama Resimleri

EK 5. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Pilot Uygulama Resimleri**EK 5.1. Deney-1 Grubu Pilot Uygulama Resimleri**



EK 5.2. Deneý-2 Grubu Pilot Uygulama Resimleri



EK 6. Okul Öncesi STEM Temelli Fen Eğitimi Akış Planları

EK 6.1. Deney-1 Grubu Akış Planları

Robotik Destekli STEM Akış Planı-1

Kavramlar: Basit makine, kaldıraç, denge

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine olarak adlandırılan araçları tanır.

(Fen Bilimleri) S2. Basit makinelerin işimizi kolaylaştırdığını fark eder.

S3. Basit makine çeşitlerinden kaldıraç tanır.

S4. Kaldıraçtaki denge durumunu model üzerinde gösterir.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli teknolojik malzemeleri tanır.

T3. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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.

Bilişsel Gelişim: M1. Nesnelere sayar.

(Matematik) M2. Miktar bildiren kıyaslama ifadeleri kullanır.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti, Lego WeDo robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce basit makinelerle ilgili bir çizgi film (İbi-Makine Adası) izletilerek çocukların motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve basit makine olarak adlandırılan araçlar görsel olarak tanıtılır. Öğretmen tarafından bir açacak ile gazoz kapağı açma, fındık kıracağı ile fındık kırma, makas ile kağıt kesme gibi etkinlikler yapılarak çocukların dikkati çekilir, basit makine çeşitleri tanıtılır. Basit makinelerin işimizi kolaylaştırıp kolaylaştırmadığı üzerine konuşularak yaşamla ilişkilendirme yapılır (S1, S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra çocuklara etkinliklerde kullanacakları Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti ile Lego WeDo robotik seti tanıtılır. Çeşitli gösteri etkinlikleri gerçekleştirilir. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve setler çocuklara dağıtılarak incelemeleri istenir (T2).

Dinlenme Zamanı: Çocukların gereksinimlerine göre süresi değişebilen molalar verilir.



Problem Tanıtımı: Bu aşamada çocuklara basit makine çeşitlerinden kaldıraçlarla ilgili bir çizgi film (Ege ile Gaga-Tahterevalli) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve kaldıraçlar görsel olarak tanıtılır (S3). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kaldıraçların nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır. Ardından çocukların kaldıraç tanıyarak, kaldıraçtaki denge prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-1 (Robotik Akıllı Tahterevalli)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

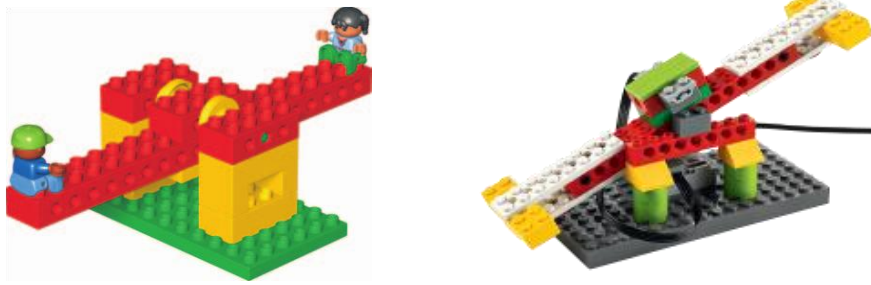
Problem Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak lego parçaları ile dengeli şekilde hareket edebilecek basit bir tahterevalli yaparlar (E2, M1). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar lego tahterevallilerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3) ve denge prensibini keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydedirler (S4, M2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan Lego WeDo robotik setleri ile programlanabilir bir robotik tahterevalli yapmaları istenir. Çocuklar robotik tahterevalli modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (T3, S4, E4). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı tahterevalli tasarımını ve kaldıraçlarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizimlerle resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda tahterevallinin bir kaldıraç olduğu ve kaldıraçın denge prensibine göre çalıştığı belirlenir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Robotik Destekli STEM Akış Planı-2

Kavramlar: Basit makine, makara

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine çeşitlerinden makarayı tanır.

(Fen Bilimleri) S2. Makaranın çalışmasını model üzerinde gösterir.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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.

Bilişsel Gelişim: M1. Nesnelere sayar.

(Matematik) M2. Standart olmayan birimlerle nesnelere ölçer.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti, Lego WeDo robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden makaralarla ilgili bir çizgi film (Nane ile Limon-Makaralar) izletilerek ve “Sar Sar Sar Makarayı” adlı çocuk şarkısı söylenerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve makaralar görsel olarak tanıtılır (S1). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra makaraların faydaları hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların makarayı tanıyarak, makaranın faydasını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-2 (Robotik Süper Vinç)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak lego parçaları ile bir yükü zorlanmadan yukarı çekebilecek basit bir vinç yaparlar (E2, M1). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar lego vinçlerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3) ve makaraların nasıl çalıştığını keşfederler ve makara sayesinde yükün ne kadar yukarı çıktığını belirlerler. Bu esnada makara ile yükün(M2, S2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan Lego WeDo robotik setleri ile programlanabilir bir robotik vinç yapmaları istenir. Çocuklar robotik vinç modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (T2, S2, E4). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı vinç tasarımını ve makaralarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda makaraların günlük hayatta işimizi oldukça kolaylaştırdığı belirlenir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Robotik Destekli STEM Akış Planı-3

Kavramlar: Basit makine, dişli

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine çeşitlerinden dişlileri tanır.

(Fen Bilimleri) S2. Dişlilerin çalışmasını model üzerinde gösterir.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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.

Bilişsel Gelişim: M1. Neden-sonuç ilişkisi kurar.

(Matematik) M2. Nesneler arasındaki benzerlik ve farklılıkları söyler.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti, Lego WeDo robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden dişlilerle ilgili bir çizgi film (Bulmaca Kulesi-Dişliler) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve dişliler görsel olarak tanıtılır (S1). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra dişlilerin nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların dişlileri tanıyarak, dişlilerin çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-3 (Robotik Hızlı Topaç)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

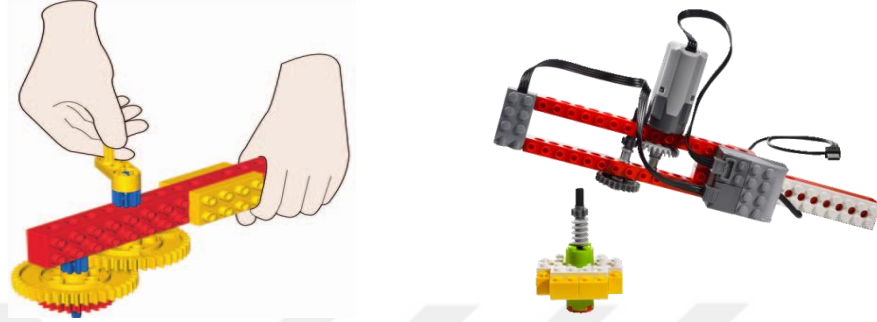
Problemin Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak lego parçaları ile hızlıca dönebilen basit bir topaç yaparlar (E2, M2). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar lego topaçlarını test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3) ve dişlilerin nasıl çalıştığını (dönme yönlerini ve hızlarını) keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1, S2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan Lego WeDo robotik setleri ile programlanabilir bir robotik topaç yapmaları istenir. Çocuklar robotik topaç modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (T2, S2, E4). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı topaç tasarımını ve dişlilerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda dişlilerin işbirliği yaparak birbirini hareket ettirmesiyle topacın döndüğü, dişlilerin büyüklüklerine göre de topacın dönüş hızının değiştiği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Robotik Destekli STEM Akış Planı-4

Kavramlar: Basit makine, kasnak

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine çeşitlerinden kasnakları tanır.

(Fen Bilimleri) S2. Kasnakların çalışmasını model üzerinde gösterir.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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.

Bilişsel Gelişim: M1. Neden-sonuç ilişkisi kurar.

(Matematik) M2. Nesneler arasındaki benzerlik ve farklılıkları söyler.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti, Lego WeDo robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden kasnaklarla ilgili bir çizgi film (Hapşuu'nun Bisikleti) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve kasnaklar görsel olarak tanıtılır (S1). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kasnakların nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların kasnakları tanıyarak, kasnakların çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-4 (Robotik Balerin Kuşlar)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Probleme ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

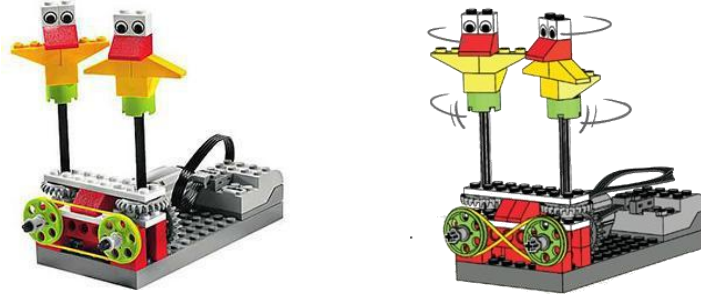
Problemin Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak lego parçaları ile aynı yöne ve zıt yöne dönerek hareket edebilen kuşların olduğu basit kasnak modelleri yaparlar (E2, M2). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar lego kasnak modellerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3) ve kasnakların nasıl çalıştığını (dönme yönlerini ve hızlarını) keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1, S2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan Lego WeDo robotik setleri ile kasnaklardan yararlanarak aynı yöne ve zıt yöne dönerek dans edebilen programlanabilir robotik kuşlar yapmaları istenir. Çocuklar robotik kuş modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (T2, S2, E4). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı kasnak tasarımını ve kasnaklarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda kasnakların büyüklük ve bağlantı şekline göre farklı yönlerde ve hızlarda çalıştığı keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Robotik Destekli STEM Akış Planı-5

Kavramlar: Basit makine, tekerlek, rampa

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine çeşitlerinden tekerlek ve rampayı tanıır.

(Fen Bilimleri) S2. Tekerlek ve rampanın faydasını model üzerinde gösterir.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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.

Bilişsel Gelişim: M1. Neden-sonuç ilişkisi kurar.

(Matematik) M2. Geometrik şekilleri birleştirerek yeni şekiller oluşturur.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego Duplo okul öncesi basit ve teknik makineler temalı eğitim seti, Lego WeDo robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden tekerlek ve rampa ile ilgili bir çizgi film (Nane ile Limon-İki Tekerlek ve Kuzucuk-Kaydırak) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve tekerlek ile rampa görsel olarak tanıtılır (S1). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra tekerlek ve rampanın faydaları hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların tekerlek ve rampayı tanıyarak, bu basit makinelerin faydalarını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-5 (Robotik Güçlü Araba)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak lego parçaları ile yokuş yukarı kolayca çıkabilen basit bir araba yaparlar (E2, M2). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar lego arabalarını test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3), tekerlek ve rampanın işimizi nasıl kolaylaştırdığını keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1, S2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan Lego WeDo robotik setleri ile programlanabilir bir robotik araba yapmalarını istenir. Çocuklar robotik araba modellerini yaparak Lego WeDo yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (T2, S2, E4). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı araba tasarımını, tekerlek ve rampa ile ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda tekerleklerin arabanın hareketini oldukça kolaylaştırdığı, rampanın ise dik yerlere yük taşırken faydalı olduğu keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

EK 6.2. Deney-2 Grubu Akış Planları

Basit Malzemelerle STEM Akış Planı-1

Kavramlar: Basit makine, kaldıraç, denge

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine olarak adlandırılan araçları tanır.

(Fen Bilimleri) S2. Basit makinelerin işimizi kolaylaştırdığını fark eder.

S3. Basit makine çeşitlerinden kaldıraç tanır.

S4. Kaldıraçtaki denge durumunu model üzerinde gösterir.

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.

Bilişsel Gelişim: M1. Nesnelere sayar.

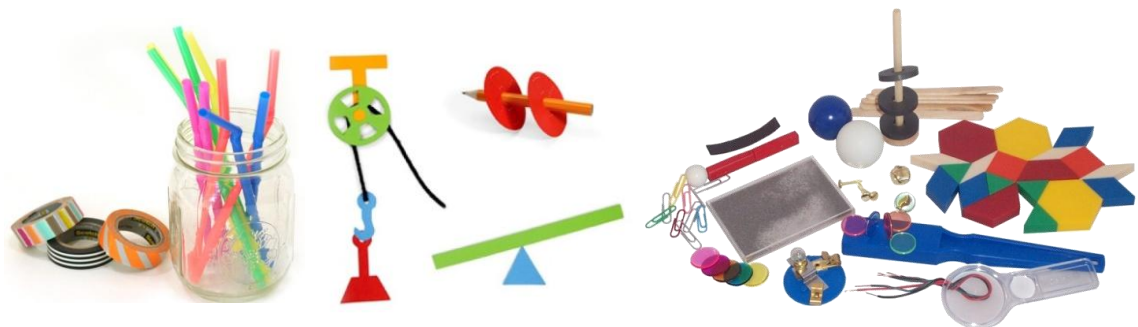
(Matematik) M2. Miktar bildiren kıyaslama ifadeleri kullanır.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Renkli kağıt, mukavva, eva sünger kağıt, pipet, lastik, pet şişe kapakları, kalem, silgi, cetvel, pamuk, kağıt rulo, karton kutu, yapıştırıcı, bant, makas, dikiş makarası, ip, pet bardak, oyun hamuru, tahta çöp şiş, misket, kürdan.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce basit makinelerle ilgili bir çizgi film (İbi-Makine Adası) izletilerek çocukların motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve basit makine olarak adlandırılan araçlar görsel olarak tanıtılır. Öğretmen tarafından bir açacak ile gazoz kapağı açma, fındık kıracağı ile fındık kırma, makas ile kağıt kesme gibi etkinlikler yapılarak çocukların dikkati çekilir, basit makine çeşitleri tanıtılır. Basit makinelerin işlerimizi kolaylaştırıp kolaylaştırmadığı üzerine konuşularak yaşamla ilişkilendirme yapılır (S1, S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra çocukların etkinliklerde kullanabilecekleri basit, ucuz ve gündelik malzeme setleri tanıtılır. Çeşitli gösteri etkinlikleri gerçekleştirilir. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve bazı çevresel basit malzemeler öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.

Dinlenme Zamanı: Çocukların gereksinimlerine göre süresi değişebilen molalar verilir.



Problem Tanıtımı: Bu aşamada çocuklara basit makine çeşitlerinden kaldıraçlarla ilgili bir çizgi film (Ege ile Gaga-Tahterevallı) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve kaldıraçlar görsel olarak tanıtılır (S3). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kaldıraçların nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır. Ardından çocukların kaldıraç tanıyarak, kaldıraçtaki denge prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-1 (El Yapımı Akıllı Tahterevallı)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

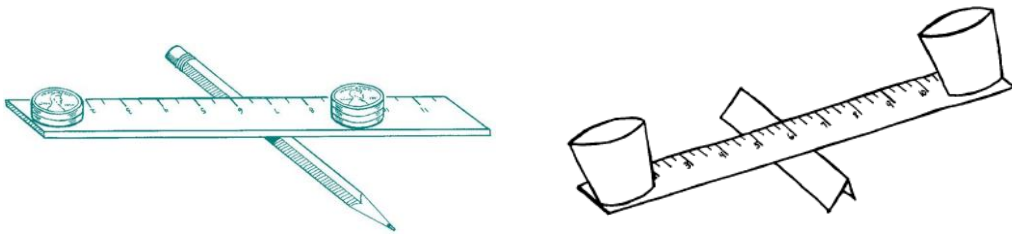
Problem Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak verilen malzemeler ile dengeli şekilde hareket edebilecek basit bir tahterevallı yaparlar (E2, M1). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar el yapımı tahterevallilerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3), tahterevallideki ağırlıkları değiştirerek denge kurmayı öğrenirler ve denge prensibini keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydedirler (S4, M2). Öğretmen grupları ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Bu kez çocuklara yaptıkları tahterevallide ağırlıkları değiştirmeden sadece desteği oynatarak denge sağlanıp sağlanamayacağı sorulur ve çocukların modellerinde desteğin yerini değiştirerek uygulama yapmaları istenir. Çocuklar denemelerini yaparken (E4, S4) bu süreçte öğretmen sorular sorarak gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı tahterevallı tasarımını ve kaldıraçlarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda tahterevallinin bir kaldıraç olduğu ve kaldıraçın denge prensibine göre çalıştığı belirlenir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Basit Malzemelerle STEM Akış Planı-2

Kavramlar: Basit makine, makara

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine çeşitlerinden makarayı tanır.

(Fen Bilimleri) S2. Makaranın çalışmasını model üzerinde gösterir.

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.

Bilişsel Gelişim: M1. Nesnelere sayar.

(Matematik) M2. Standart olmayan birimlerle nesnelere ölçer.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Renkli kağıt, eva sünger kağıt, ip, makas, yapıştırıcı, pamuk, karton kutu, renkli kağıt, renkli mukavvadan makaralar, kürdan, pipet, bant, silikon, ip, ataç, pet bardak ve misket.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden makaralarla ilgili bir çizgi film (Nane ile Limon-Makaralar) izletilerek ve “Sar Sar Sar Makarayı” adlı çocuk şarkısı söylenerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve makaralar görsel olarak tanıtılır (S1). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra makaraların faydaları hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların makarayı tanıyarak, makaranın faydasını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-2 (El Yapımı Süper Vinç)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Probleme ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

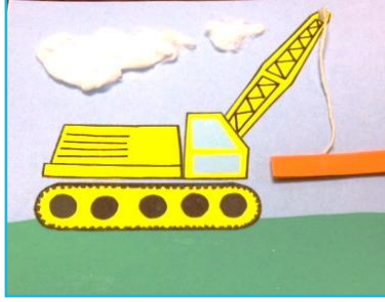
Problemin Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak verilen malzemeler ile ilk önce kağıt üzerinde iki boyutlu yükü aşağı-yukarı hareket eden bir vinç modeli oluştururlar (E2, M1). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar el yapımı vinçlerini kağıt üzerinde test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3) ve makaraların işimizi nasıl kolaylaştırdığını keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M2, S2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan makaraları kullanarak bir yükü zorlanmadan yukarı çekebilecekleri basit üç boyutlu bir vinç modeli yapmaları istenir. Çocuklar üç boyutlu el yapımı vinç modellerini yaparak test ederler (E4, S2). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı vinç tasarımını ve makaralarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda makaraların günlük hayatta işimizi oldukça kolaylaştırdığı belirlenir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Basit Malzemelerle STEM Akış Planı-3

Kavramlar: Basit makine, dişli

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine çeşitlerinden dişlileri tanıır.

(Fen Bilimleri) S2. Dişlilerin çalışmasını model üzerinde gösterir.

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.

Bilişsel Gelişim: M1. Neden-sonuç ilişkisi kurar.

(Matematik) M2. Nesnelere arasındaki benzerlik ve farklılıkları söyler.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Büyük ve küçük pet şişe kapakları, lollipop çubuğu, tahta çöp şiş, tahta parçası, silikon, renkli mukavva, makas.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden dişlilerle ilgili bir çizgi film (Bulmaca Kulesi-Dişliler) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve dişliler görsel olarak tanıtılır (S1). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra dişlilerin nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların dişlileri tanıyarak, dişlilerin çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-3 (El Yapımı Hızlı Topaç)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirmeden paylaşıyor ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak verilen malzemeler ile ilk önce birlikte hareket eden küçük ve büyük dişli modelleri oluştururlar (E2, M2). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar el yapımı dişli modellerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3) ve dişlilerin nasıl çalıştığını (dönme yönlerini ve hızlarını) keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1, S2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan oluşturdukları dişlilerden yararlanarak hızlıca dönebilen basit bir topaç yapmaları istenir. Çocuklar el yapımı topaç modellerini yaparak hızlarını test ederler (E4, S2). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı topaç tasarımını ve dişlilerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda dişlilerin işbirliği yaparak birbirini hareket ettirmesiyle topacın döndüğü, dişlilerin büyüklüklerine göre de topacın dönüş hızının değiştiği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Basit Malzemelerle STEM Akış Planı-4

Kavramlar: Basit makine, kasnak

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine çeşitlerinden kasnakları tanır.

(Fen Bilimleri) S2. Kasnakların çalışmasını model üzerinde gösterir.

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.

Bilişsel Gelişim: M1. Neden-sonuç ilişkisi kurar.

(Matematik) M2. Nesnel arasındaki benzerlik ve farklılıkları söyler.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Büyük ve küçük dikiş makarası, eva sünger kağıt, tahta, renkli plastik çubuklar, kürdan, çivi, bant, makas, lastik.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden kasnaklarla ilgili bir çizgi film (Hapşuu'nun Bisikleti) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve kasnaklar görsel olarak tanıtılır (S1). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kasnakların nasıl çalıştığı hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların kasnakları tanıyarak, kasnakların çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-4 (El Yapımı Balerin Kuşlar)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Probleme ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

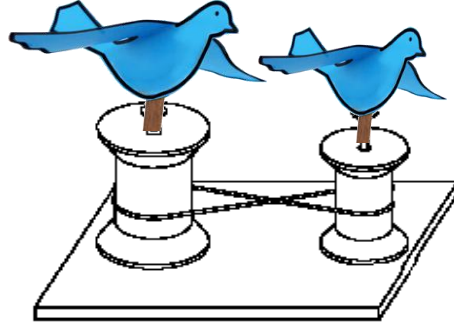
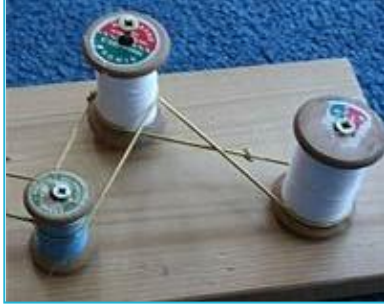
Problemin Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak verilen malzemeler ile ilk önce aynı yöne ve zıt yöne dönerek hareket edebilen basit kasnak modelleri oluştururlar (E2, M2). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar el yapımı kasnak modellerini test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3) ve kasnakların nasıl çalıştığını (dönme yönlerini ve hızlarını) keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1, S2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan oluşturdukları kasnaklardan yararlanarak aynı yöne ve zıt yöne dönerek dans edebilen kuşlar yapmaları istenir. Çocuklar eva sünger kağıtlardan kuşlarını yaparak kasnaklara takarlar ve kasnakları hareket ettirince kuşların dönerek dans ettiğini görürler (E4, S2). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı kasnak tasarımını ve kasnaklarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizimlerle resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda kasnakların büyüklük ve bağlantı şekline göre farklı yönlerde ve hızlarda çalıştığı keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Basit Malzemelerle STEM Akış Planı-5

Kavramlar: Basit makine, tekerlek, rampa

Yaş Grubu: 60-72 Ay

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Bilişsel Gelişim: S1. Basit makine çeşitlerinden tekerlek ve rampayı tanıır.

(Fen Bilimleri) S2. Tekerlek ve rampanın faydasını model üzerinde gösterir.

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.

Bilişsel Gelişim: M1. Neden-sonuç ilişkisi kurar.

(Matematik) M2. Geometrik şekilleri birleştirerek yeni şekiller oluşturur.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Pet şişe kapakları, düğme, mandal, kağıt rulo, renkli mukavva, tahta çöp şiş, ip, oyun hamuru, makas.

Hazırlık ve Bilgilendirme: Bu zaman aralığında çocukların uygulama kapsamında yapacağı etkinliklere uyumunu sağlamak amacı ile hazırlık yapılması amaçlanır. Yapacakları etkinlikler hakkında çocuklarla sohbet edilir ve onlara konu ile ilgili bilgiler verilir. Bu kapsamda ilk önce çocuklara basit makine çeşitlerinden tekerlek ve rampa ile ilgili bir çizgi film (Nane ile Limon-İki Tekerlek ve Kuzucuk-Kaydırak) izletilerek çocukların dikkati çekilir. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimli tanıtım kartları gösterilir ve tekerlek ile rampa görsel olarak tanıtılır (S1). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra tekerlek ve rampanın faydaları hakkında çocukların görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada çocukların tekerlek ve rampayı tanıyarak, bu basit makinelerin faydalarını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-5 (El Yapımı Güçlü Araba)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu okunur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

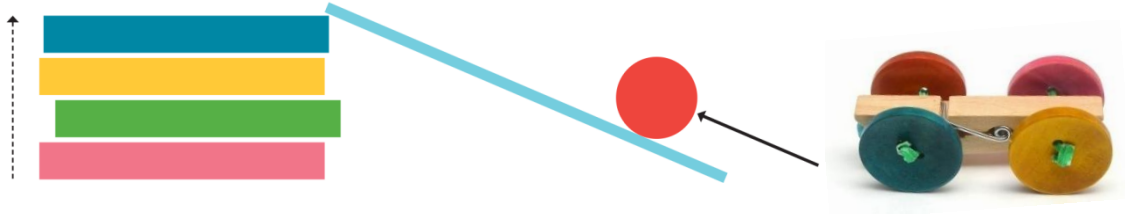
Problemin Araştırılması: Bu aşamada çocuklara problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Çocuklar problem durumu ile ilgili öğretmen rehberliğinde tablet kullanarak ön bilgi edinirler (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, çocukların geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında çocukların uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada çocuklar karar verdikleri tasarımları doğrultusunda çalışma kağıdındaki resimlere de bakarak verilen malzemeler ile ilk önce basit bir araba yaparlar (E2, M2). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici rol üstlenir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada çocuklar el yapımı arabalarını düz zeminde çekip hareket ettirerek test ederler, test sonuçlarına göre bir değerlendirme yaparlar (E3), arabalarındaki tekerleklerin hareketi nasıl kolaylaştırdığını keşfederek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1, S2). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, sonuçlar ile ilgili bilgi alır.



Dinlenme Zamanı: Etkinliğin ilk aşamasını geçen gruplar mola verirler.

Ürünü Geliştirme: Molanın ardından çocuklara ek bir görev verilir. Çocuklardan basit malzemeler ile yokuş yukarı kolayca çıkabilen bir araba yapmaları istenir. Çocuklar bir rampa oluşturur ve el yapımı arabalarını bu kez yokuş yukarı çekerek hareket ettirirler ve arabalarının kolayca yukarı çıkması için çeşitli denemeler yaparlar (E4, S2). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı araba tasarımını, tekerlek ve rampa ile ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya çizecekleri resimler yoluyla paylaşır. Etkinlik sonunda tekerleklerin arabanın hareketini oldukça kolaylaştırdığı, rampanın ise dik yerlere yük taşırken faydalı olduğu keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

EK 7. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Öğrenci Çalışma Yaprakları

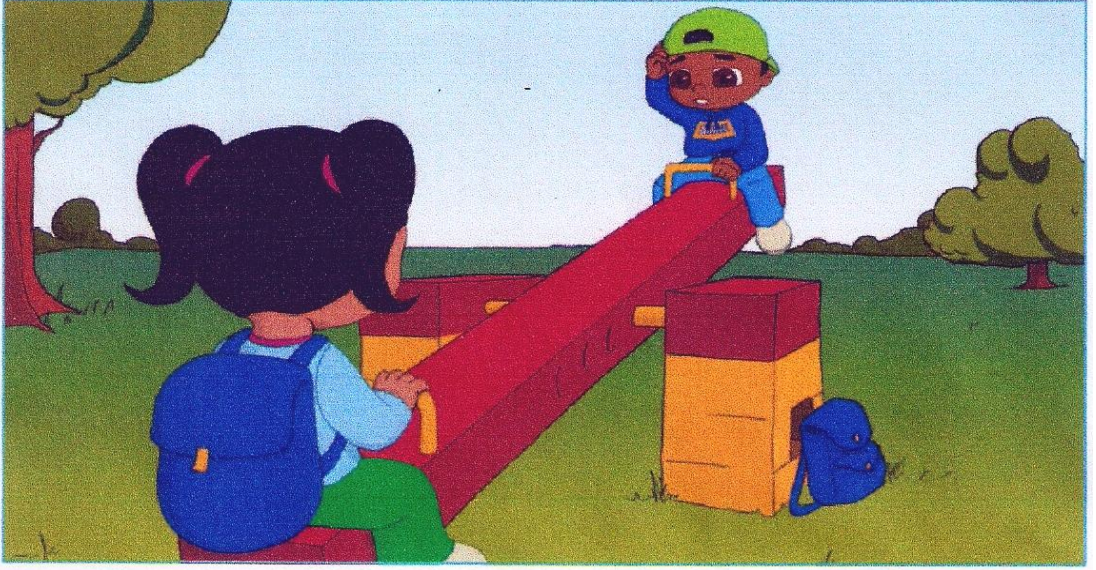
EK 7.1. Deney-1 Grubu Öğrenci Çalışma Yaprakları

Robotik Akıllı Tahterevalli

Grup üyeleri: Ahmet, Azra, Elif, Gamze

Problem Durumu

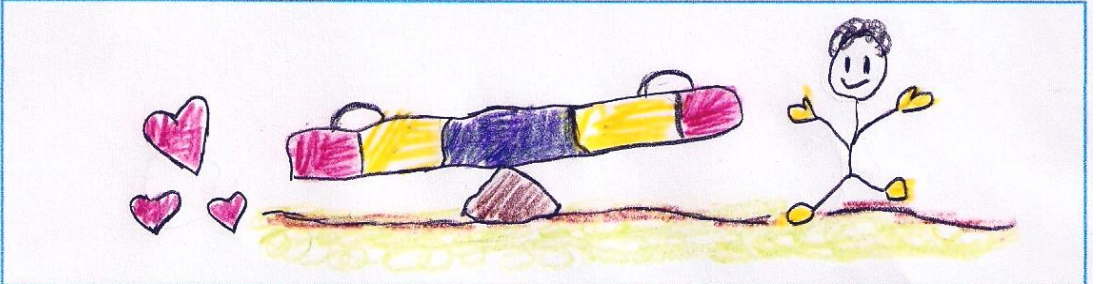
Bir gün Alican ve Bilge okuldan eve dönerken parkta oynamaya karar verdiler. Tahterevalliye gören Alican hemen çantasını çıkardı ve bindi. Bilge ise sırtında çantası ile binmeyi tercih etti. Ancak bir terslik vardı. Bilge Alican'ın aşağı inmesi için kendini yukarı doğru itiyor ama bir türlü yukarı çıkamıyordu. Acaba neden böyle olmuştu? Dengeyi sağlamada onlara yardım edebilir misin?



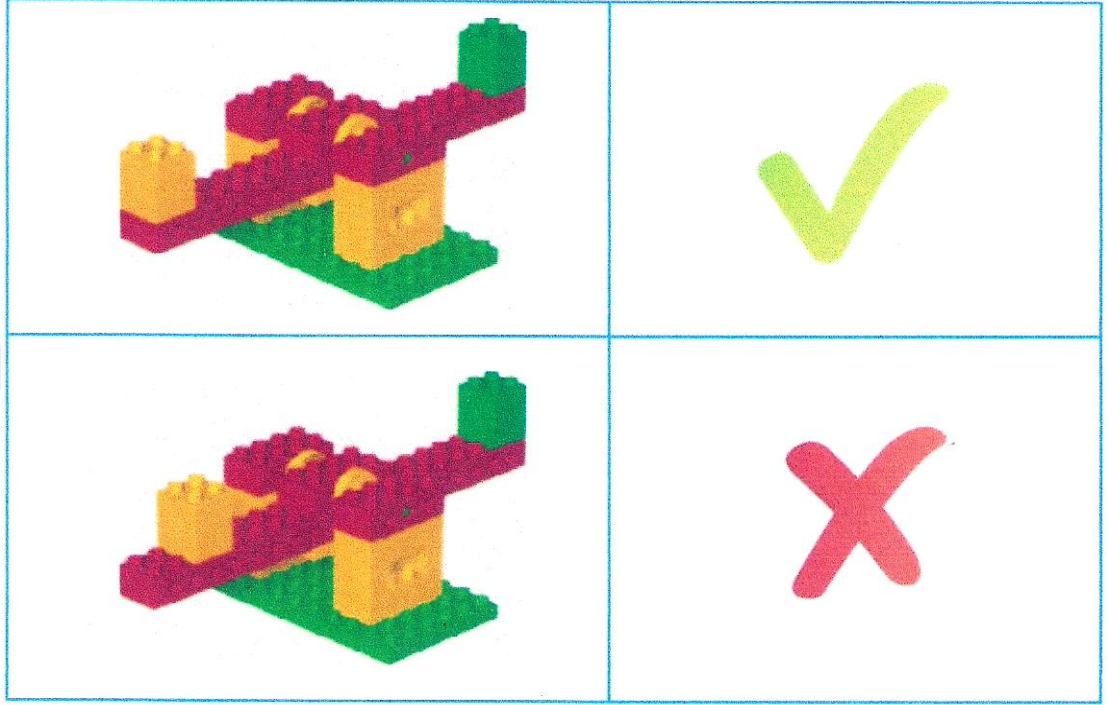
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir tahterevalli inşa edin ki dengeli bir şekilde hareket edebilmeli.
- Lego parçalarını kullanarak denemelerinizi yapın.

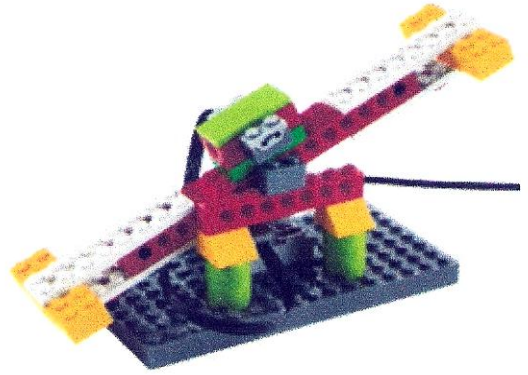
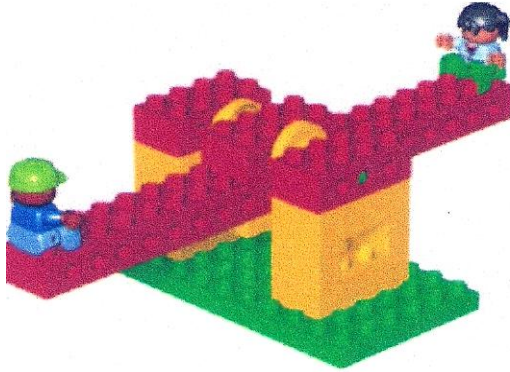
1. Benim akıllı tahterevallim! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Robotik tahterevalliniz hangi durumda dengede duruyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Modeller

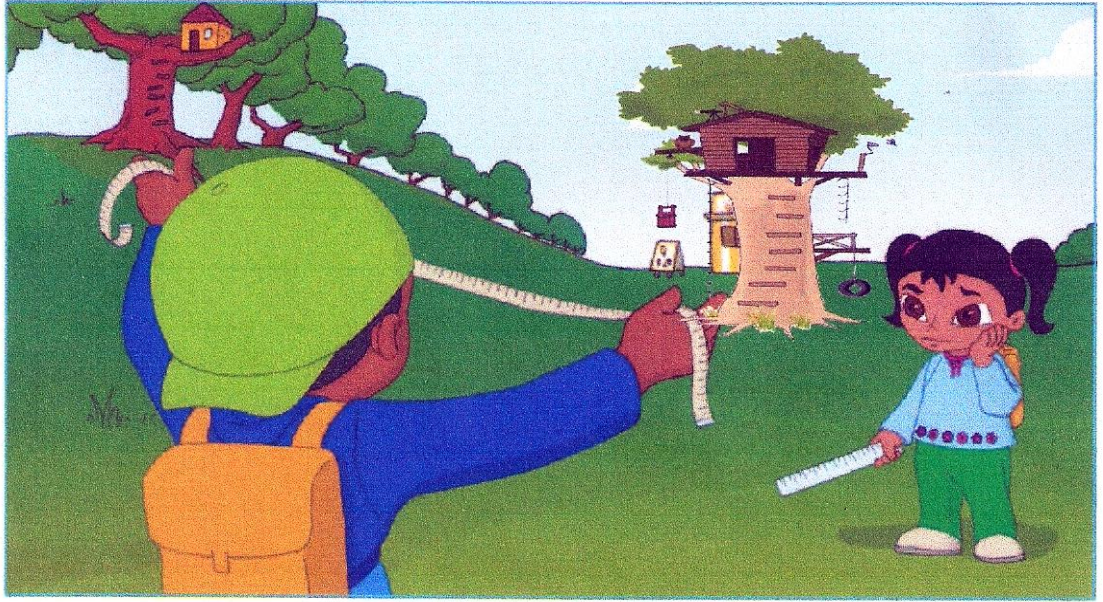


Robotik Süper Vinç

Grup üyeleri: Enes, Efe, Damla, Erdem

Problem Durumu

Alican ve Bilge'nin muhteşem bir ağaç evleri var. Ancak eve tırmanmaları ve evden aşağıya inmeleri kolay olmuyor. Tabii bir de eve yiyecek çıkarmak istediklerinde işleri daha da zorlaşıyor. Alican ve Bilge yüksekte olan ağaç evlerine nasıl daha kolay ulaşabilir? İşlerini kolaylaştıracak bir vinç yapmada onlara yardım edebilir misin?



Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir vinç inşa edin ki bir yükü kolayca yukarı kaldırbilmeli.
- Lego parçalarını kullanarak denemelerinizi yapın.

1. Benim süper vincim! (Lütfen tasarımınızı çizin)



2. Robotik vinciniz hangi basit makinelerden oluşuyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Modeller

(Lego Wedo robotik setinizdeki parçaları kullanarak vincinizi otomatik hale getiriniz)



Robotik Hızlı Topaç

Grup üyeleri: Ceylin, Halil, Ecrin, Yağmur

Problem Durumu

Bir gün Alican ve Bilge evlerinin önündeki parkta oynayan çocuklar gördüler. Her çocuğun hızla dönen küçük topaçları vardı. Çok eğlenceli görünüyordu! Alican ve Bilge de kendi topaçlarını yapıp oynamaya karar verdiler. Sonunda topaçlarını yapıp oynamaya başladılar ancak topaçları hiç hızlı dönmüyor, hemen düşüyordu. Bilge bu duruma çok üzüldü, topacını hızla döndürmek için var gücüyle uğraştı ama artık parmakları ağrımaya başlamıştı. Onlara daha hızlı dönen bir topaç yapmada yardım edebilir misin?



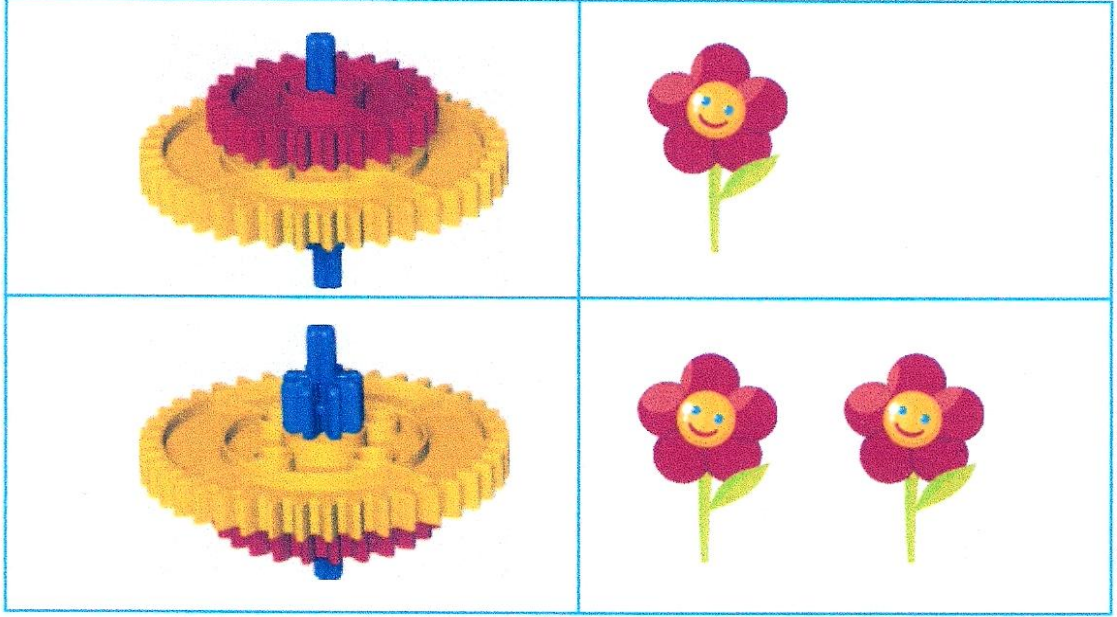
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir topaç inşa edin ki düşmeden uzun süre dönebilmeli.
- Lego parçalarını kullanarak denemelerinizi yapın.

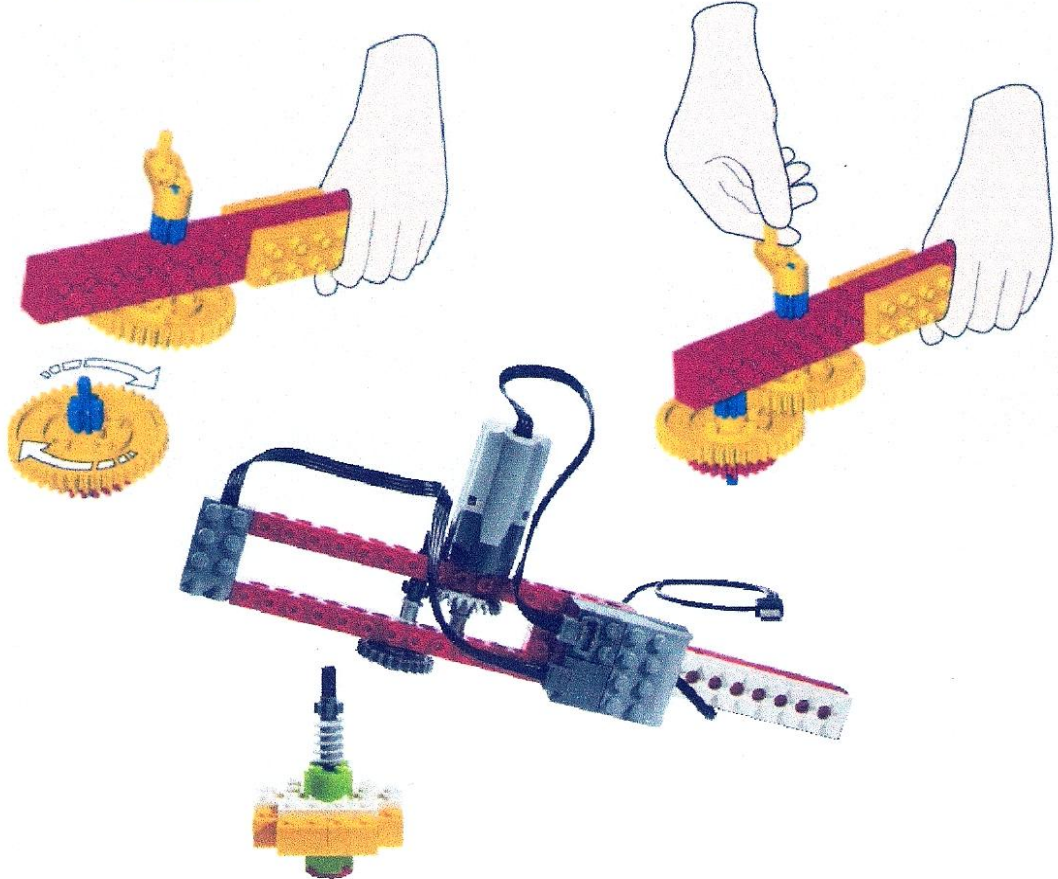
1. Benim hızlı topacım! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Robotik topacınız hangi durumda daha hızlı dönüyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Modeller

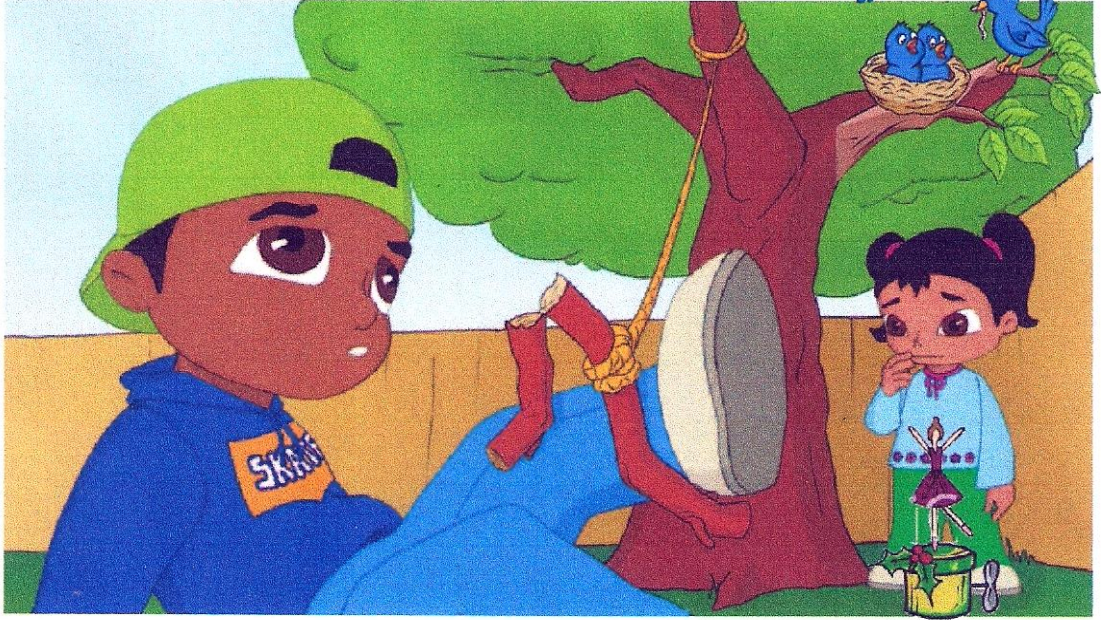


Robotik Balerin Kuşlar

Grup üyeleri: Hasan Talha , Nilüfer , Mehmet Talha , Sevgi

Problem Durumu

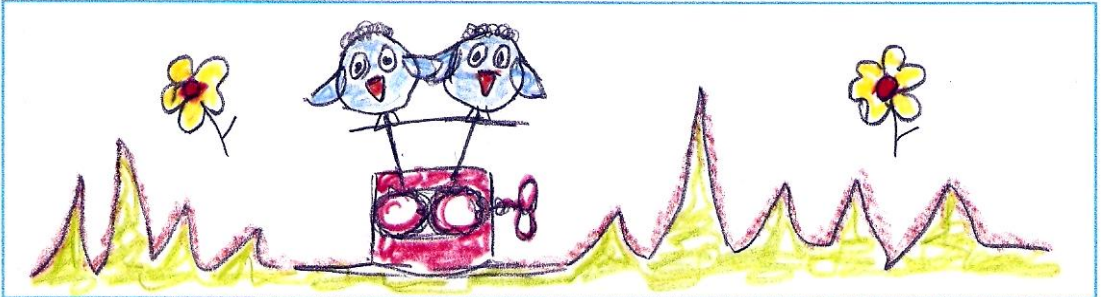
Bir gün Alican ve Bilge bir ağacın dalında kuş yuvası gördüler. Alican ağaca çıkıp kuşlarla oynamak istedi ama çıktığı dal kırılınca bir anda kendini yerde buldu. Alican ve Bilge bu kuşları çok sevmişti, sanki minik kuşlar öterek şarkı söylüyor diğerleri de balerin gibi onların etrafında dans ediyordu. Bilge müzik kutusundaki dönerek dans eden balerinini Alican'a göstererek "Biz de kendimize dans eden sevimli oyuncak kuşlar yapabiliriz." dedi heyecanlı. Onlara nasıl yardım edebilirsiniz?



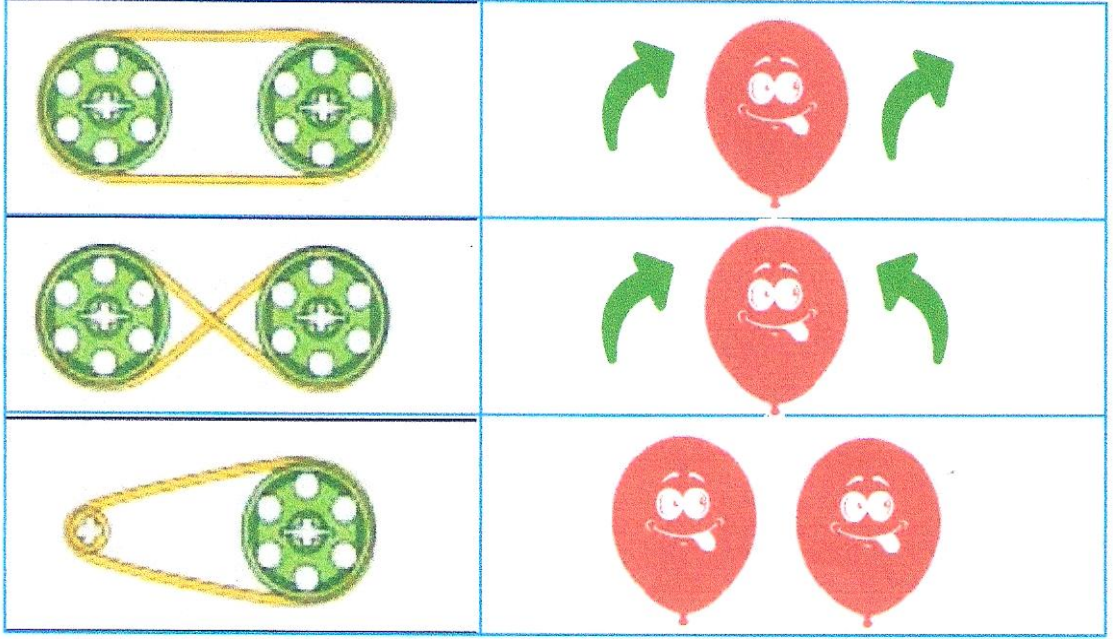
Etkinlik İçin Ön Bilgiler

- Robotik kuşlarınız aynı yöne veya zıt yöne dönerek dans edebilmeli.
- Lego parçalarını kullanarak denemelerinizi yapın.

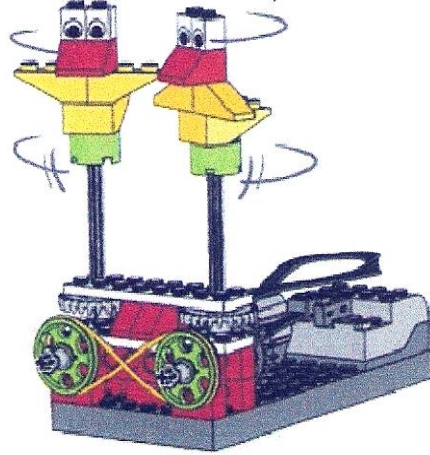
1. Benim dans eden balerin kuşlarım! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Robotik kuşlarınız hangi durumda nasıl dönüyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Model



Robotik Güçlü Araba

Grup üyeleri: Enes , Efe , Damla , Erdem

Problem Durumu

Alican ve Bilge evlerinin arkasındaki tepede arabalarıyla yarış yaparak harika vakit geçiriyorlardı. Tepeden aşağı yarış yapmak çok heyecanlı ve eğlenceliydi. Ama arabalarını geri yukarı çıkarırken oldukça zorlanıyorlardı. Onlara tepeye çıkarken zorlanmayacak daha güçlü bir araba yapmada yardım edebilir misin?



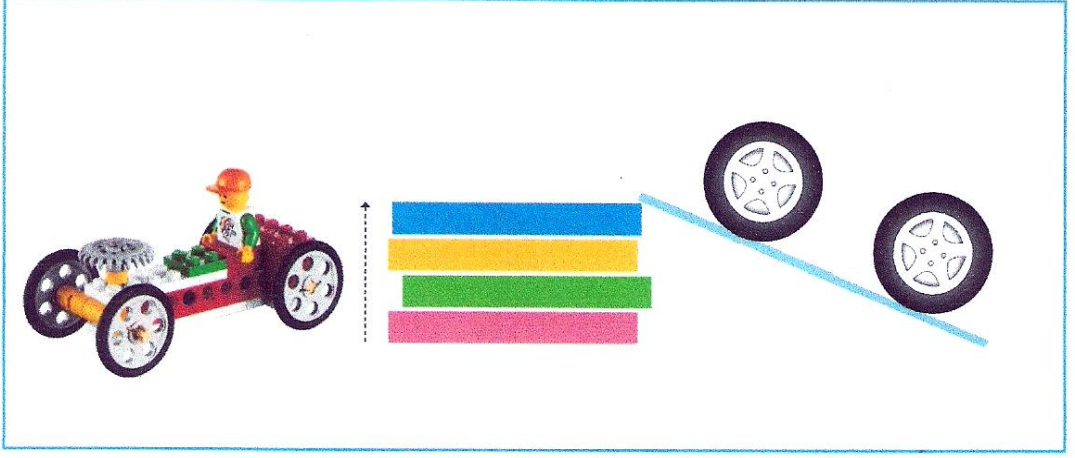
Etkinlik İçin Ön Bilgiler

- Öyle bir araba inşa edin ki bir rampadan yukarıya kolayca çıkabilmeli.
- Lego parçalarını kullanarak denemelerinizi yapın.

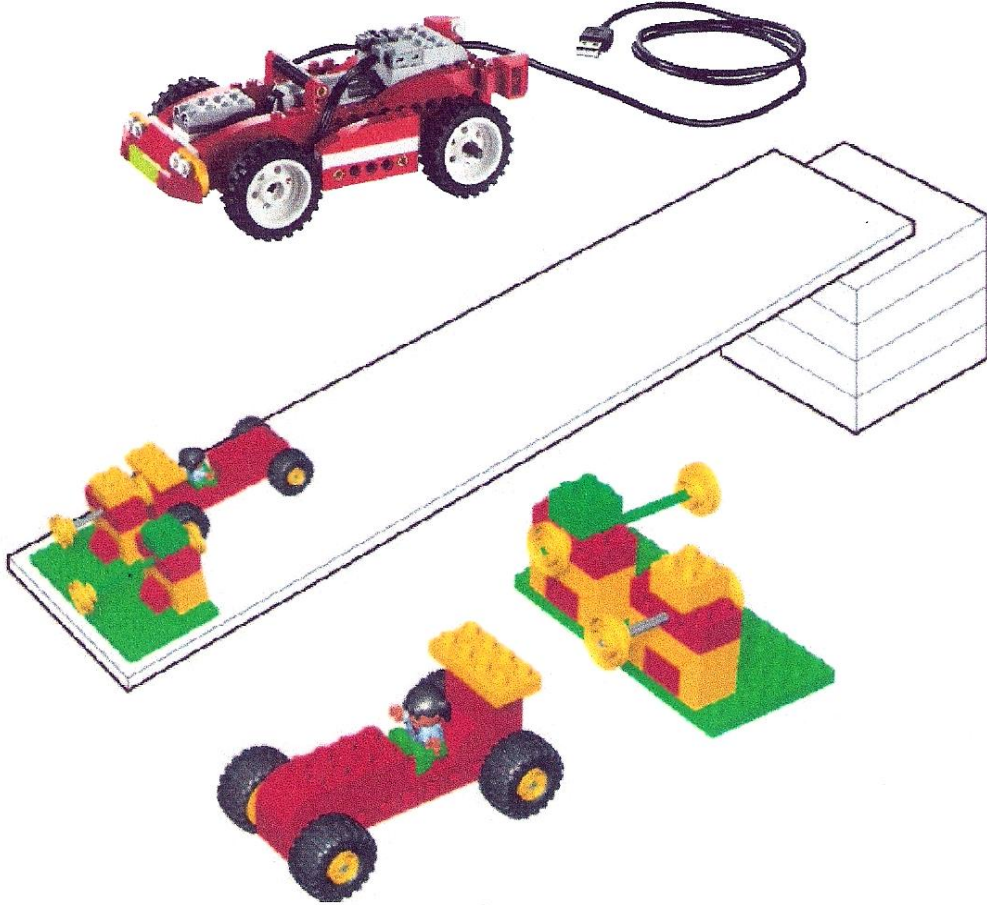
1. Benim güçlü arabam! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Robotik arabanız ve hareket ettiği yer hangi basit makinelerden oluşuyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Modeller



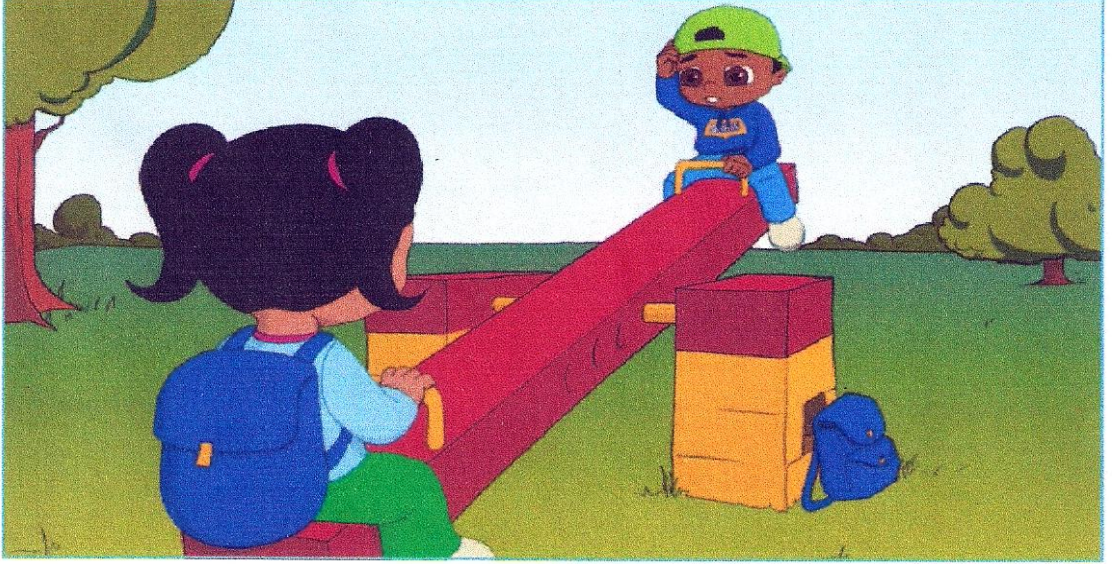
EK 7.2. Deney-2 Grubu Öğrenci Çalışma Yaprakları

El Yapımı Tahterevalli

Grup üyeleri: Azra, Merve, Adnan

Problem Durumu

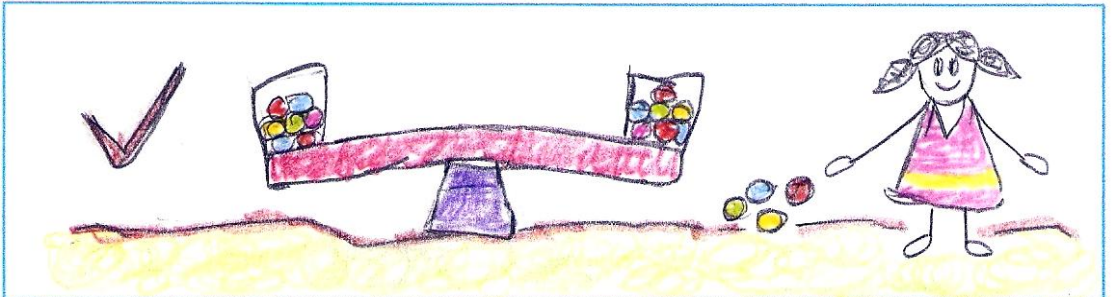
Bir gün Alican ve Bilge okuldan eve dönerken parkta oynamaya karar verdiler. Tahterevalliye gören Alican hemen çantasını çıkardı ve bindi. Bilge ise sırtında çantası ile binmeyi tercih etti. Ancak bir terslik vardı. Bilge Alican'ın aşağı inmesi için kendini yukarı doğru itiyor ama bir türlü yukarı çıkamıyordu. Acaba neden böyle olmuştu? Dengeyi sağlamada onlara yardım edebilir misin?



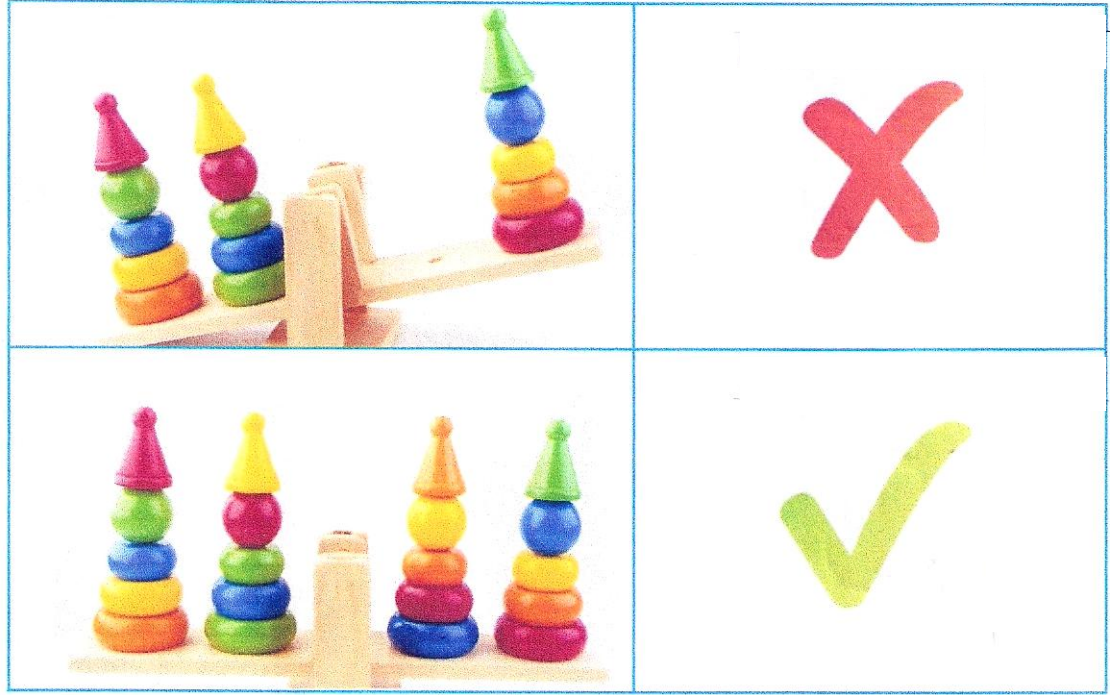
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir tahterevalli inşa edin ki dengeli bir şekilde hareket edebilmeli.
- Çevrenizdeki basit malzemeleri kullanarak denemelerinizi yapın.

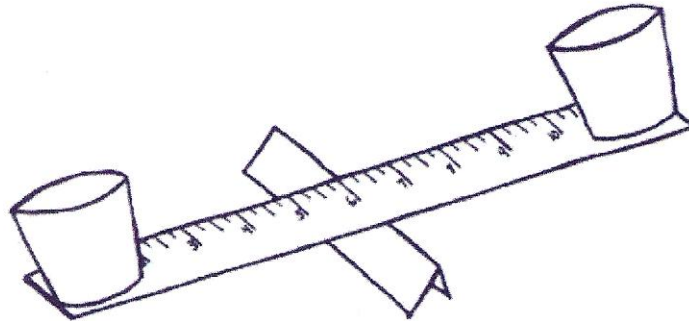
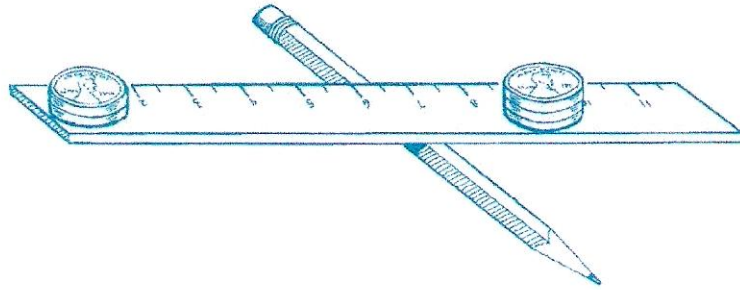
1. Benim eğlenceli tahterevallim! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Tahterevalliniz hangi durumda dengede duruyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Modeller

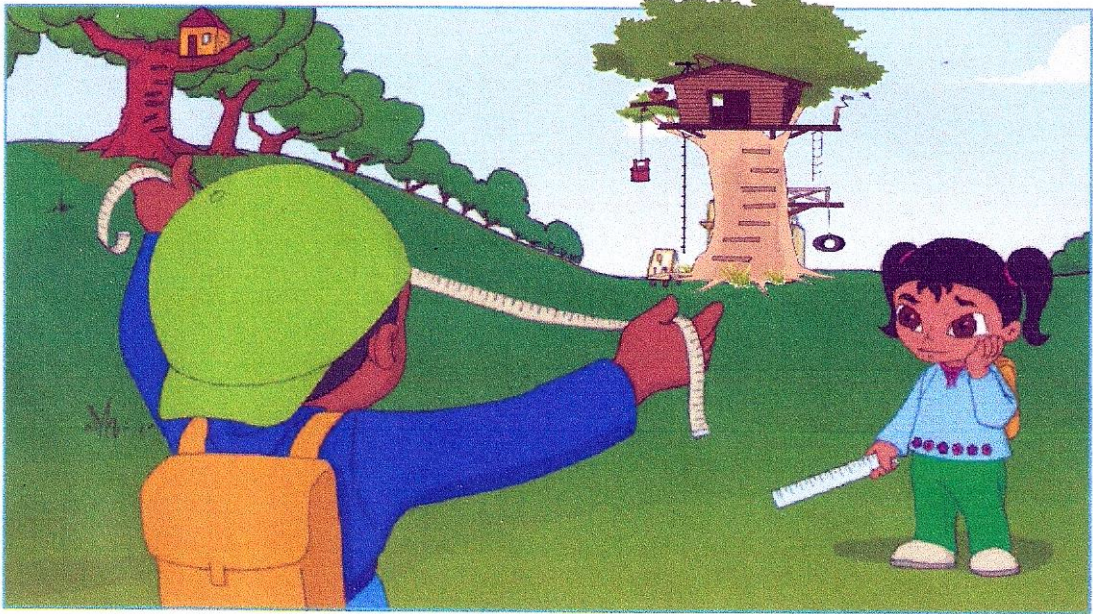


El Yapımı Süper Vinç

Grup üyeleri: Tülay, Melisa, Sevim

Problem Durumu

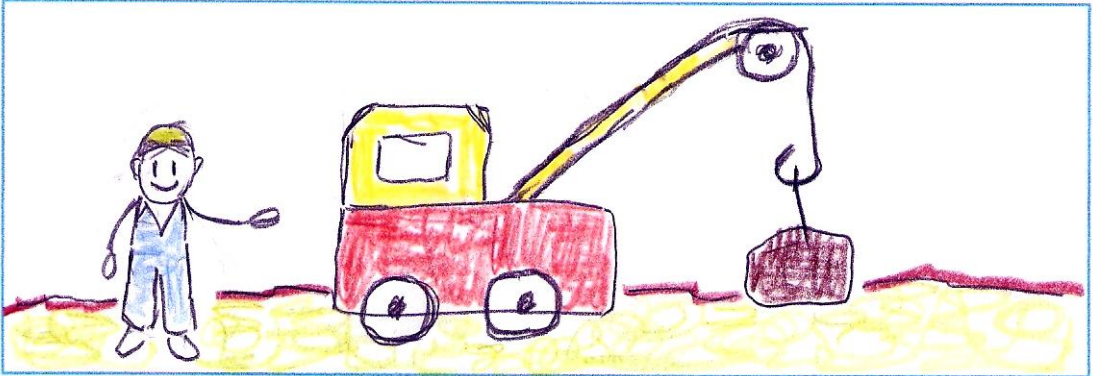
Alican ve Bilge'nin muhteşem bir ağaç evleri var. Ancak eve tırmanmaları ve evden aşağıya inmeleri kolay olmuyor. Tabii bir de eve yiyecek çıkarmak istediklerinde işleri daha da zorlaşıyor. Alican ve Bilge yüksekte olan ağaç evlerine nasıl daha kolay ulaşabilir? İşlerini kolaylaştıracak bir vinç yapmada onlara yardım edebilir misin?



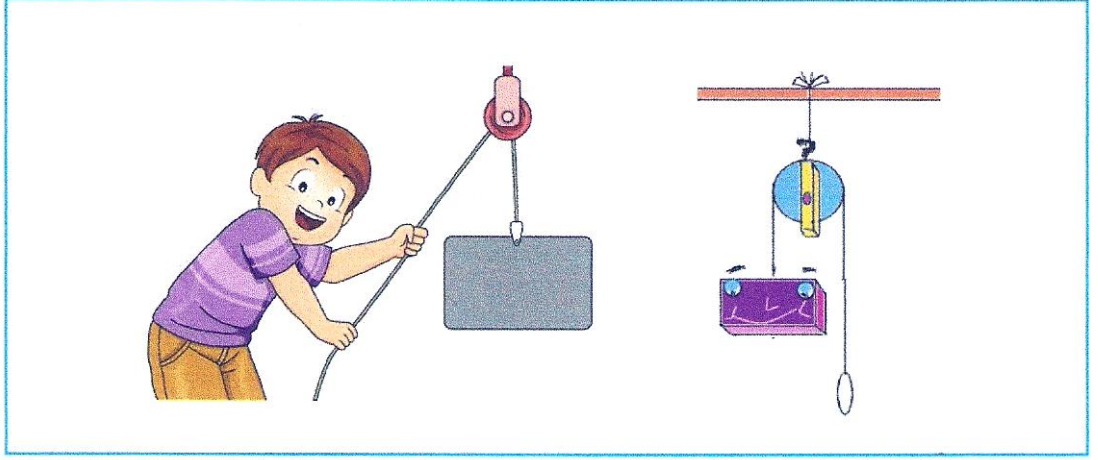
Etkinlik İçin Ön Bilgiler

- Öyle bir vinç inşa edin ki bir yükü kolayca yukarı kaldırabilmeli.
- Çevrenizdeki basit malzemeleri kullanarak denemelerinizi yapın.

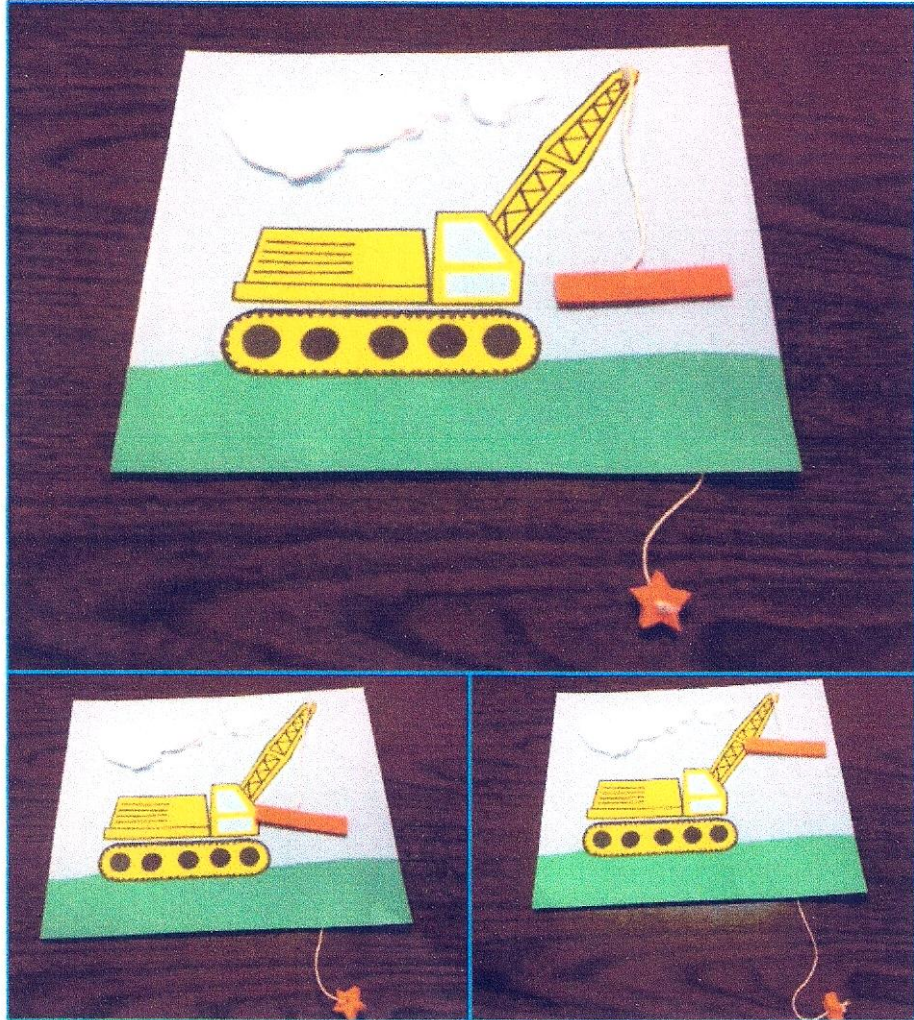
1. Benim süper vincim! (Lütfen tasarımınızı çizin)



2. Vinciniz hangi basit makinelerden oluşuyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Model



El Yapımı Hızlı Topaç

Grup üyeleri: Hatice, Ömer, Hamidiye Nur

Problem Durumu

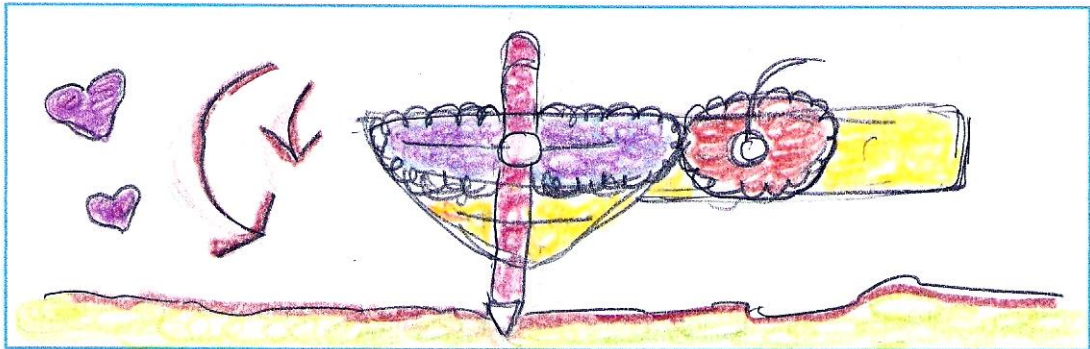
Bir gün Alican ve Bilge evlerinin önündeki parkta oynayan çocuklar gördüler. Her çocuğun hızla dönen küçük topaçları vardı. Çok eğlenceli görünüyordu! Alican ve Bilge de kendi topaçlarını yapıp oynamaya karar verdiler. Sonunda topaçlarını yapıp oynamaya başladılar ancak topaçları hiç hızlı dönüyor, hemen düşüyordu. Bilge bu duruma çok üzüldü, topacını hızla döndürmek için var gücüyle uğraştı ama artık parmakları ağrımaya başlamıştı. Onlara daha hızlı dönen bir topaç yapmada yardım edebilir misin?



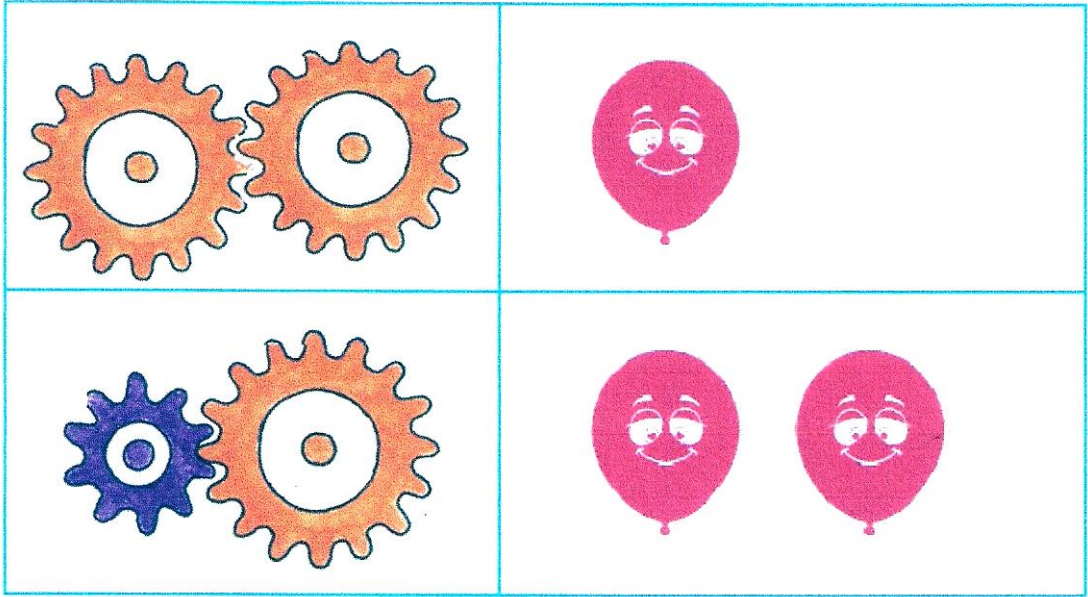
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir topaç inşa edin ki düşmeden uzun süre dönebilmeli.
- Çevrenizdeki basit malzemeleri kullanarak denemelerinizi yapın.

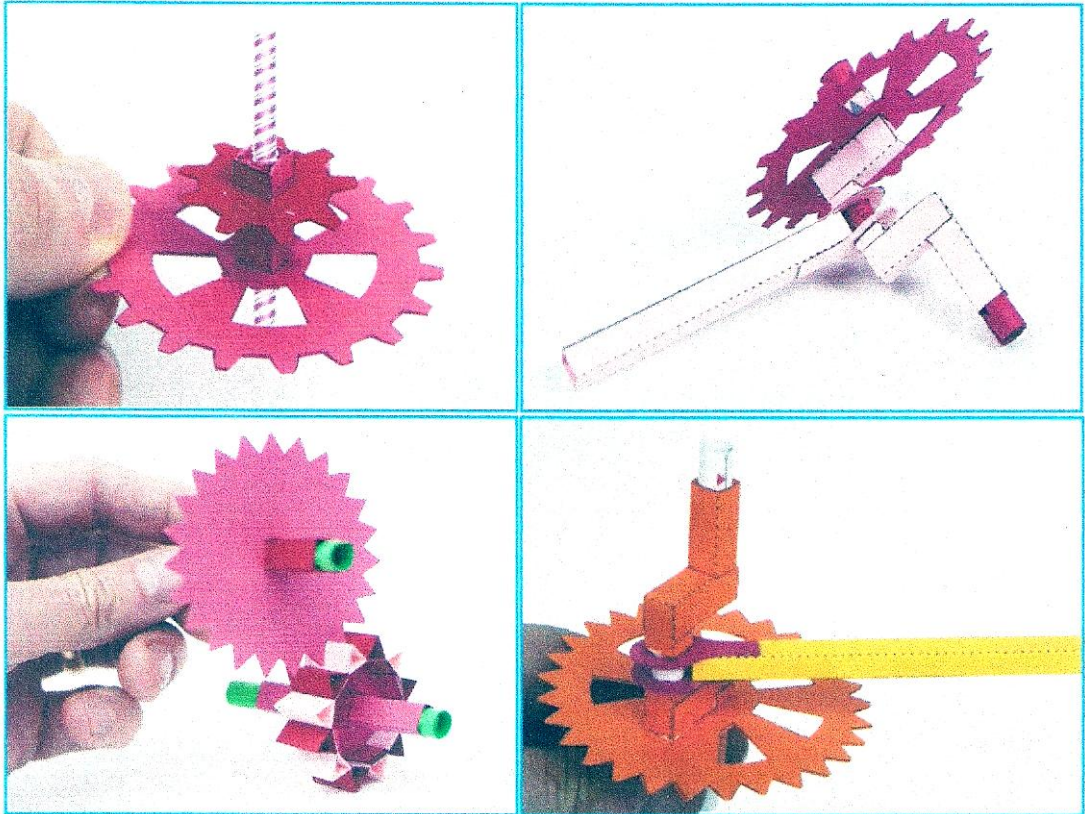
1. Benim hızlı topacım! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. El yapımı topacınız hangi durumda daha hızlı dönüyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Modeller



El Yapımı Balerin Kuşlar

Grup üyeleri: Arda, Beyza, Feyza, Ahsen

Problem Durumu

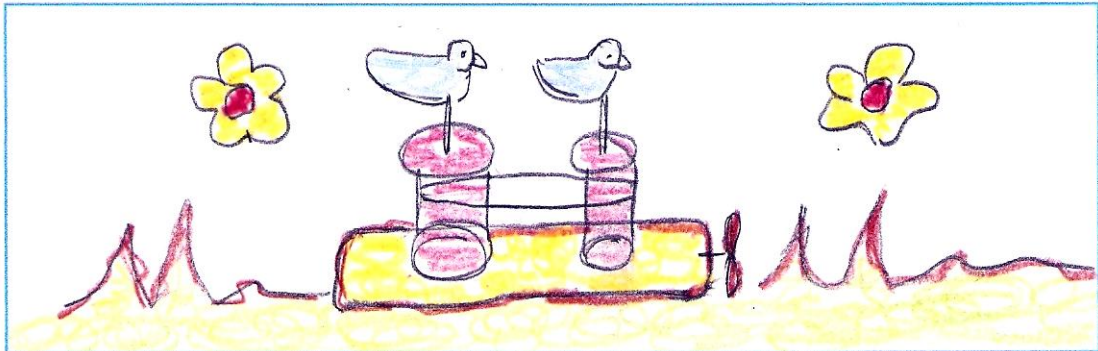
Bir gün Alican ve Bilge bir ağacın dalında kuş yuvası gördüler. Alican ağaca çıkıp kuşlarla oynamak istedi ama çıktığı dal kırılınca bir anda kendini yerde buldu. Alican ve Bilge bu kuşları çok sevmişti, sanki minik kuşlar öterek şarkı söylüyor diğerleri de balerin gibi onların etrafında dans ediyordu. Bilge müzik kutusundaki dönerek dans eden balerinini Alican'a göstererek "Biz de kendimize dans eden sevimli oyuncak kuşlar yapabiliriz." dedi heyecanla. Onlara nasıl yardım edebilirsin?



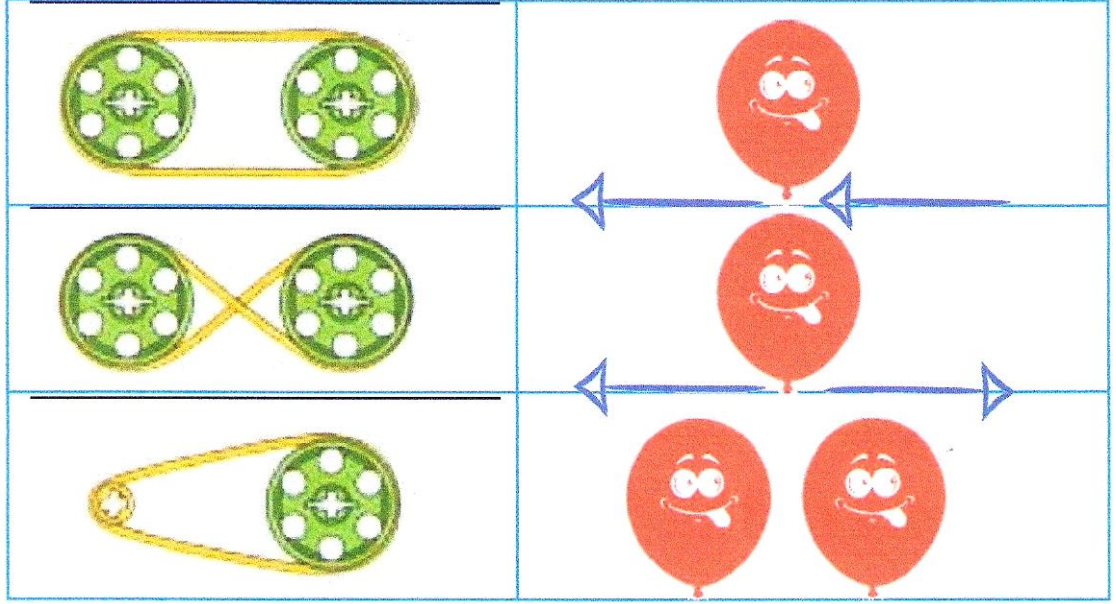
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Balerin kuşlarınız aynı yöne veya zıt yöne dönerek dans edebilmeli.
- Çevrenizdeki basit malzemeleri kullanarak denemelerinizi yapın.

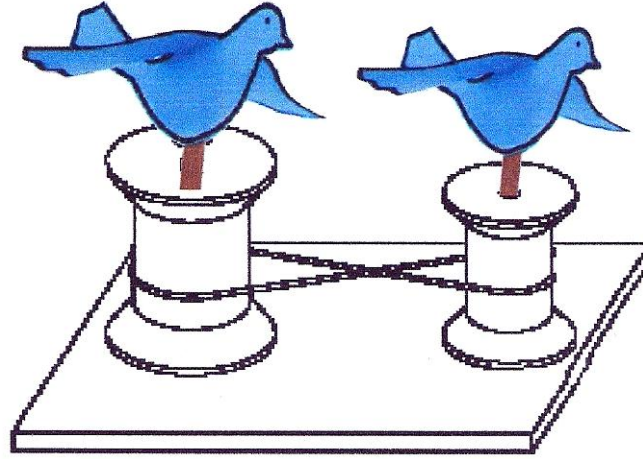
1. Benim dans eden balerin kuşlarım! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Balerin kuşlarınız hangi durumda nasıl dönüyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Model

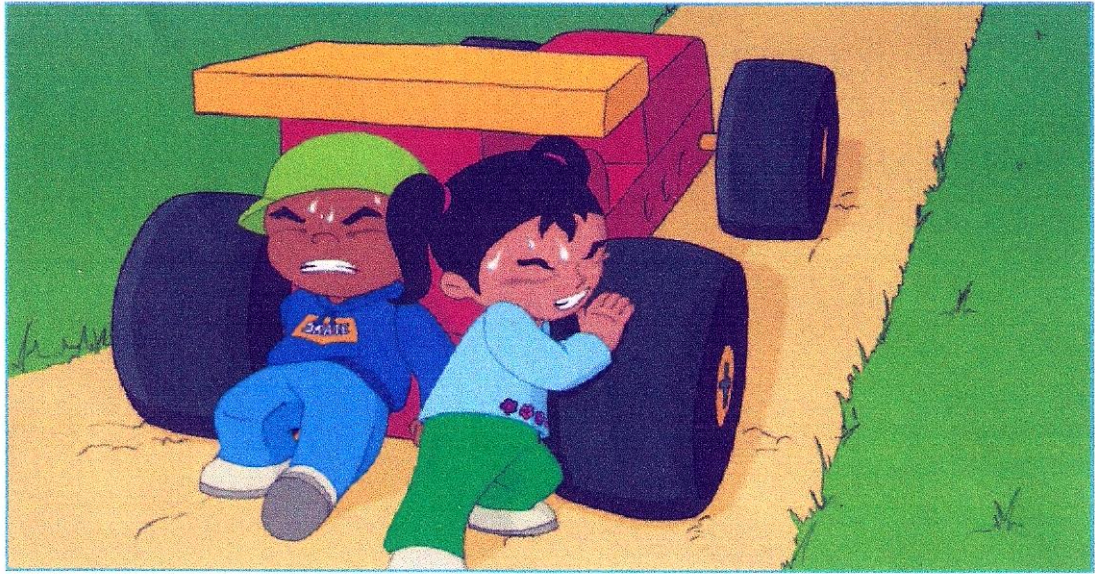


El Yapımı Güçlü Araba

Grup üyeleri: Furkan, Elif, Sema, Selahattin

Problem Durumu

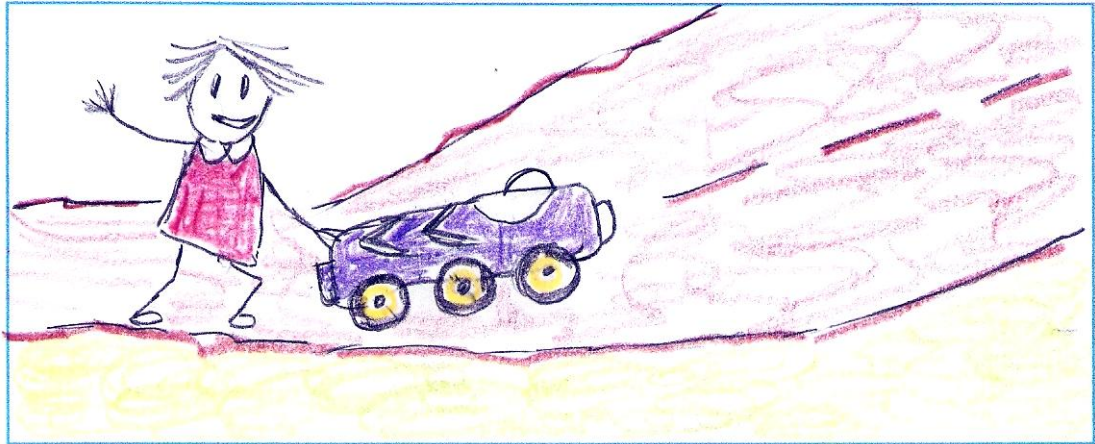
Alican ve Bilge evlerinin arkasındaki tepede arabalarıyla yarış yaparak harika vakit geçiriyorlardı. Tepeden aşağı yarış yapmak çok heyecanlı ve eğlenceliydi. Ama arabalarını geri yukarı çıkarırken oldukça zorlanıyorlardı. Onlara tepeye çıkarken zorlanmayacak daha güçlü bir araba yapmada yardım edebilir misin?



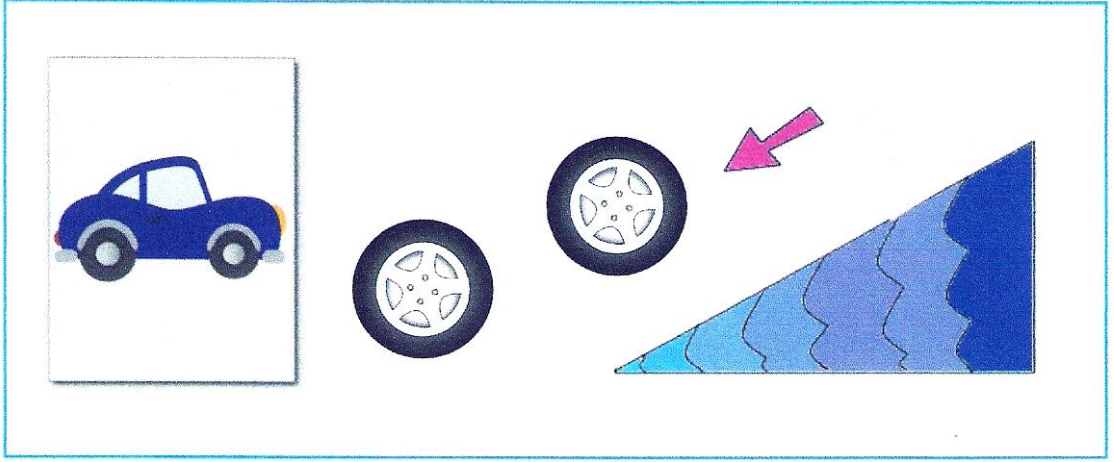
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir araba inşa edin ki bir rampadan yukarıya kolayca çıkabilmeli.
- Çevrenizdeki basit malzemeleri kullanarak denemelerinizi yapın.

1. Benim güçlü arabam! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Arabanız ve hareket ettiği yer hangi basit makinelerden oluşuyor? Etiketleyiniz.



Önerilen Modeller



EK 8. Okul Öncesi Eğitim Düzeyi Uygulama Resimleri

EK 8.1. Deney-1 Grubu Uygulama Resimleri









EK 8.2. Deney-2 Grubu Uygulama Resimleri







EK 9. Ortaokul 5. Sınıf STEM Temelli Fen Eğitimi Ders Planları

EK 9.1. Deney-1 Grubu Ders Planları

Robotik Destekli STEM Ders Planı-1

Konu: Basit Makineler-1 (Kaldıraçlar)

Önerilen Süre: 4 ders saati

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: S1. Bir kuvvetin yönünü ve/veya büyüklüğünü değiştirmek için kullanılan araçları basit makine olarak isimlendirir.

S2. Basit makine kullanımının faydasını bilir.

S3. Basit makine çeşitlerinden kaldıraçları tanıır.

S4. Günlük hayatta kaldıraçların kullanıldığı yerlere örnekler verir.

S5. Tek taraflı ve çift taraflı kaldıraç türlerinin çalışma prensibini keşfeder.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli teknolojik malzemeleri tanıır.

T3. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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 geliştirir ve geliştirir.

Matematik: M1. Bir nesnenin kütesini tahmin eder ve ölçme işlemi yaparak tahmininin doğruluğunu kontrol eder.

M2. Problemlerle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M3. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makinelerle ilgili bir video (Okuldaki Mucit-Basit Makineler) izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Bir açacak ile gazoz kapağı açma, fındık kıracağı ile fındık kırma, makas ile kağıt kesme gibi etkinlikler yapılarak öğrencilerin dikkati çekilir, basit makine çeşitleri tanıtılır ve bu makinelerin hayatımızı kolaylaştırıp kolaylaştırmadığı üzerinde konuşularak konunun yaşamla ilişkilendirmesi yapılır (S1, S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilere etkinliklerde kullanacakları Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ile Lego Mindstorms EV3 robotik seti tanıtılır. Çeşitli gösteri etkinlikleri gerçekleştirilir. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve setler öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir (T2).



Problem Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere basit makine çeşitlerinden kaldıraçlarla ilgili çeşitli video ve resimler gösterilerek kaldıraçlar hakkında bilgilendirme yapılır (S3). Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan kaldıraçlara örnekler vermeleri istenir (S4). Ardından öğrencilerin kaldıraç çeşitlerini tanıyarak, çift taraflı kaldıraçların çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-1 (Robotik Akıllı Terazi)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problem Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda lego parçalarını kullanarak güvenilir ölçümler yapabilen bir terazi yaparlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek terazide yapacakları ölçümlerle ilgili ön tahminlerde bulunur ve tabloya kaydederler (M1). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler lego terazilerini test ederler (E3) ve farklı cisimlerin kütlelerini ölçerek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M2). Tahminleri ile ölçüm sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M3). Daha ağır cisimler tartabilmek için neler yapabileceklerini tartışır (S5). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, ölçüm sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik terazi yapmaları istenir. Öğrenciler robotik terazi modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (T3, E4, S5). Bu süreçte öğretmen programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı terazi tasarımını ve kaldıraçlarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en ağır cismi en doğru şekilde tartabilen grup birinci seçilir. Sonuçta yapılan terazinin çift taraflı bir kaldıraç türü olduğu ve denge ağırlığı arttıkça daha ağır cisimleri tartabileceği belirlenir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Robotik Destekli STEM Ders Planı-2

Konu: Basit Makineler-2 (Makaralar)

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: S1. Basit makine çeşitlerinden makaraları tanıır.

S2. Günlük hayatta makaraların kullanıldığı yerlere örnekler verir.

S3. Sabit ve hareketli makaraların faydasını ve çalışma prensibini keşfeder.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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. Problemlerle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M2. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden makaralarla ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek makara sistemleri tanıtılır (S1). Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan makaralara örnekler vermeleri istenir (S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra makaraların nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin makara çeşitlerini tanıyarak, sabit ve hareketli makaraların faydasını ve çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-2 (Robotik Süper Vinç)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

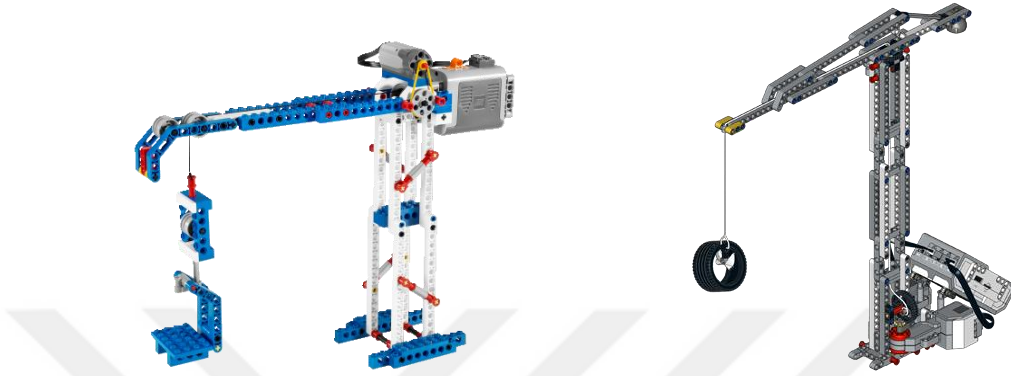
Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda lego parçalarını kullanarak devrilmeden en ağır yükleri yukarı çekebilen bir vinç yaparlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek vinçlerine sabit ve hareketli makaralar yerleştirirler ve hangi durumda yükü daha kolay yukarı çıkaracakları ile ilgili ön tahminlerde bulunurlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler lego vinçlerini test ederler (E3) ve hangi makaralar kullanıldığında yükün daha kolay yukarı çıktığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1). Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M2). Daha ağır yükleri yukarı kaldırabilmek için neler yapabileceklerini tartışırlar (S3). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik vinç yapmaları istenir. Öğrenciler robotik vinç modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (T2, E4, S3). Bu süreçte öğretmen programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı vinç tasarımını ve makaralarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en ağır yükü zorlanmadan yukarı kaldırabilen grup birinci seçilir. Sonuçta yapılan vinçte hareketli makaranın sağladığı kuvvet kazancı sayesinde daha ağır yüklerin daha kolay yukarı çıkarılabileceği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Robotik Destekli STEM Ders Planı-3

Konu: Basit Makineler-3 (Dişliler)

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: S1. Basit makine çeşitlerinden dişlileri tanıır.

S2. Günlük hayatta dişlilerin kullanıldığı yerlere örnekler verir.

S3. Dişlilerin çalışma prensibini keşfeder.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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 geliştirir ve geliştirir.

Matematik: M1. Problemlerle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M2. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

M3. İki değişken arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden dişlilerle ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek dişli sistemleri tanıtılır (S1). Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan dişli mekanizmalarına örnekler vermeleri istenir (S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra dişlilerin nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin farklı büyüklükteki dişli çarkların dönüş hızlarını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-3 (Robotik Hızlı Çırpıcı)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

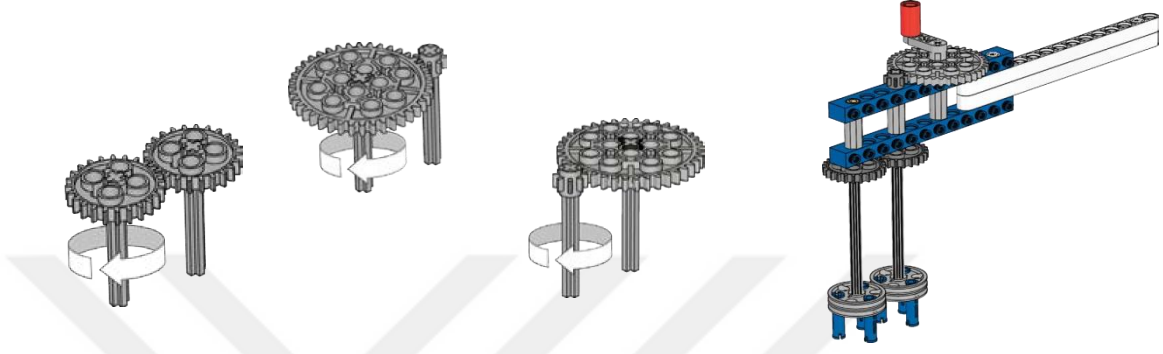
Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmeninden aldığı bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda lego parçalarını kullanarak en hızlı dönen ve en iyi karıştıran bir çırpıcı yaparlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek çırpıcılarına değişik konumlarda büyük ve küçük dişliler yerleştirirler ve hangi durumda çırpıcının daha hızlı karıştırma yapacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydederler (M1). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler lego çırpıcılarını test ederler (E3) ve boyutları farklı olan dişlileri hangi konumda kullandıklarında çırpıcının daha hızlı karıştırdığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1). Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M2). Daha hızlı karıştırma yapabilmek için neler yapabileceklerini tartışır (S3, M3). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik çırpıcı yapmaları istenir. Öğrenciler robotik çırpıcı modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırır (T2, E4, S3). Bu süreçte öğretmen programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı çırpıcı tasarımını ve dişlilerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en hızlı çırpıcıyı yapan grup birinci seçilir. Sonuçta birbirleriyle bağlantılı dişlilerde büyük dişli kendisine bağlı olan küçük dişliden yavaş fakat daha büyük bir kuvvetle döndüğünden, yapılan çırpıcının daha hızlı dönmesi için döndüren dişlinin büyük, döndürülen dişlinin ise küçük kullanılması gerektiği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Robotik Destekli STEM Ders Planı-4

Konu: Basit Makineler-4 (Kasnaklar)

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: S1. Basit makine çeşitlerinden kasnakları tanır.

S2. Günlük hayatta kasnakların kullanıldığı yerlere örnekler verir.

S3. Kasnakların çalışma prensibini keşfeder.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: T1. Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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. Probleme ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M2. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

M3. İki değişken arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden kasnaklarla ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek kasnak sistemleri tanıtılır (S1). Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan kasnak mekanizmalarına örnekler vermeleri istenir (S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kasnakların nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin farklı büyüklükteki kasnakların dönüş hızlarını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-4 (Robotik Mekanik Köpek)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Probleme ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

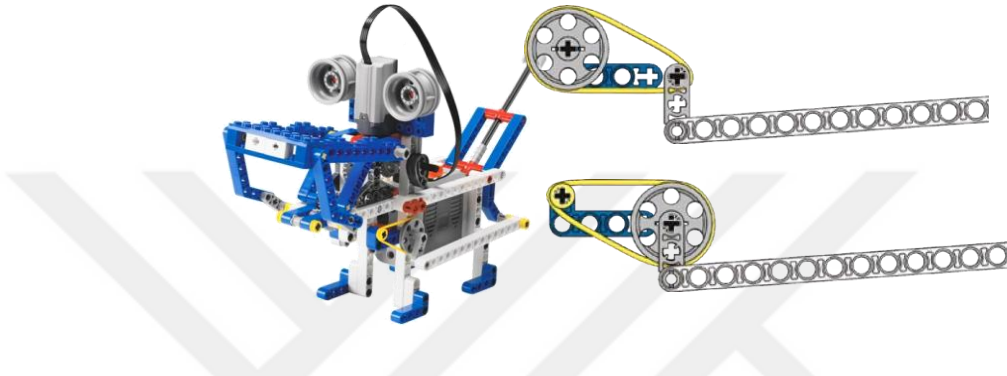
Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda lego parçalarını kullanarak kuyruğunu en hızlı sallayan bir mekanik köpek modeli oluşturmaya çalışırlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek köpeğin kuyruk kısmına bağlı değişik konumlarda büyük ve küçük kasnaklar yerleştirirler ve hangi durumda köpeğin kuyruğunu daha hızlı sallayacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydederler (M1).

Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler lego mekanik köpeklerini test ederler ve boyutları farklı olan kasnakları hangi konumda kullandıklarında köpeğin kuyruğunu daha hızlı salladığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1). Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M2). Kuyruğu daha hızlı hareket ettirebilmek için neler yapabileceklerini tartışır (S3). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik mekanik köpek yapmaları istenir. Öğrenciler robotik mekanik köpek modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırır (T2, E4, S3). Bu süreçte öğretmen programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı mekanik köpek tasarımını ve kasnaklarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda kuyruğunu en hızlı sallayabilen mekanik köpeği tasarlayan grup birinci seçilir. Sonuçta birbirleriyle bağlantılı kasnaklarda büyük kasnak kendisine bağlı olan küçük kasnaktan yavaş fakat daha büyük bir kuvvetle döndüğünden, köpeğin kuyruğunu daha hızlı sallaması için döndüren kasnağın büyük, döndürülen kasnağın ise küçük kullanılması gerektiği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Robotik Destekli STEM Ders Planı-5

Konu: Basit Makineler-5 (Tekerlek ve Eğik Düzlem)

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: **S1.** Basit makine çeşitlerinden tekerlek ve eğik düzlemi tanır.

S2. Günlük hayatta tekerlek ve eğik düzlemin kullanıldığı yerlere örnekler verir.

S3. Tekerlek ve eğik düzlemin faydasını ve çalışma prensibini keşfeder.

Diğer STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

Teknoloji: **T1.** Teknolojik araçları kullanarak bilgi edinir.

T2. Robotik destekli malzemeleri kullanarak programlama 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.** Probleme ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M2. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

M3. İki değişken arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Kullanılan Yöntem: Robotik destekli mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti, Lego Mindstorms EV3 robotik seti ve yazılımı, bilgisayar.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden tekerlek ve eğik düzlemle ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek tekerlek ve eğik düzlemler tanıtılır (S1). Öğrencilerin günlük hayatta tekerlek ve eğik düzlemlerin kullanıldığı yerlere örnekler vermeleri istenir (S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra bu sistemlerin nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin tekerlek ve eğik düzlemin günlük hayatta işlerimizi nasıl kolaylaştırdığını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-5 (Robotik Motorlu Araba)** için her gruba etkinlikte kullanılacak Lego basit ve motorlu makineler temalı eğitim seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Probleme ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

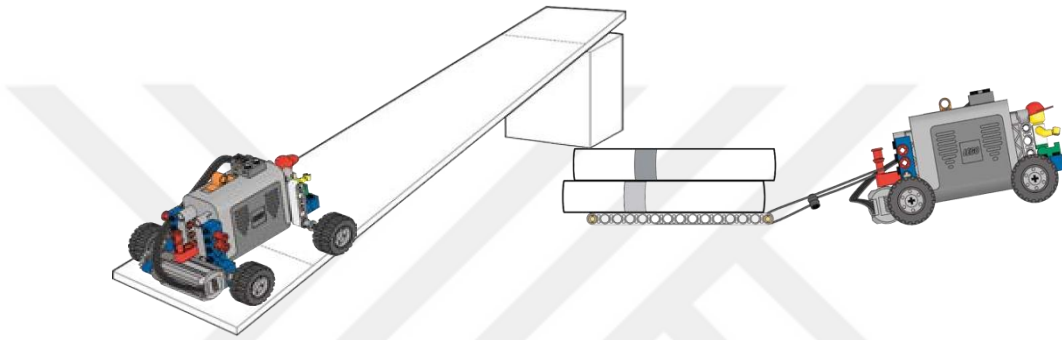
Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda lego parçalarını kullanarak yokuş yukarı en fazla yükü en hızlı çıkabilen bir motorlu araba tasarımı oluşturmaya çalışırlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek arabalarına

farklı boyutta tekerlekler ve dişliler takarlar ve hangi durumda arabanın daha hızlı ve daha güçlü olacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydederler (M1). Ardından arabanın ilerlediği eğik düzlemin boyunu ve yüksekliğini değiştirerek hangi durumda arabanın yükü daha kolay yukarı çıkaracağı ile ilgili denemeler yaparlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler lego arabalarını test ederler (E3) ve hangi boyutta tekerlek, dişli ve eğik düzlem kullandıklarında arabanın zorlanmadan daha fazla yükü daha hızlı yokuş yukarı çıktığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1). Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M2). Arabanın yokuş yukarı daha kolay çıkması için neler yapabileceklerini tartışır (S3). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden Lego Mindstorms EV3 robotik setleri ile programlanabilir bir robotik araba yapmaları istenir. Öğrenciler robotik araba modellerini yaparak Lego Mindstorms EV3 yazılımı ile programlayıp çalıştırırlar (T2, E4, S3). Bu süreçte öğretmen programlama konusunda gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı araba tasarımını, tekerlek ve eğik düzlemlerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en güçlü ve hızlı arabayı yapan grup birinci seçilir. Sonuçta büyük tekerlekli, döndüren dişlisi büyük ve yüksekliği az olan eğik düzlemde hareket ettirilen arabanın taşıdığı yükü daha kolay yukarı çıkarabileceği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

EK 9.2. Deney-2 Grubu Ders Planları

Basit Malzemelerle STEM Ders Planı-1

Konu: Basit Makineler-1 (Kaldıraçlar)

Önerilen Süre: 4 ders saati

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

- Fen Bilimleri:** S1. Bir kuvvetin yönünü ve/veya büyüklüğünü değiştirmek için kullanılan araçları basit makine olarak isimlendirir.
 S2. Basit makine kullanımının faydasını bilir.
 S3. Basit makine çeşitlerinden kaldıraçları tanıır.
 S4. Günlük hayatta kaldıraçların kullanıldığı yerlere örnekler verir.
 S5. Tek taraflı ve çift taraflı kaldıraç türlerinin çalışma prensibini keşfeder.

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. Bir nesnenin kütesini tahmin eder ve ölçme işlemi yaparak tahmininin doğruluğunu kontrol eder.

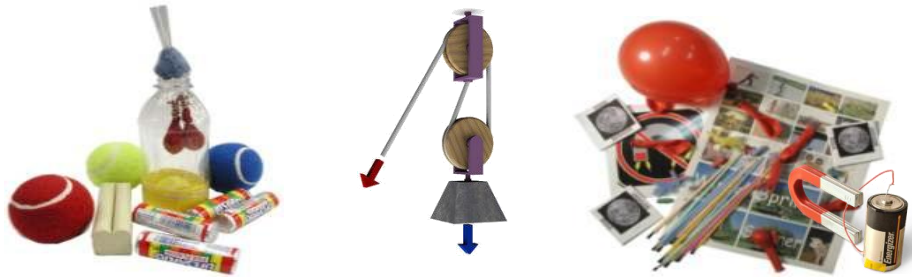
M2. Problemlerle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M3. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Mukavva, pipet, lastik, pet şişe kapakları, yapıştırıcı, bant, makas, raptiye, maket bıçağı, dikiş makarası, ip, plastik bardak, misketler, ahşap çubuklar, kürdan, tahta parçaları, silikon, silikon tabancası, çivi, pil, pil yatağı, motor.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makinelerle ilgili bir video (Okuldaki Mucit-Basit Makineler) izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Bir açacak ile gazoz kapağı açma, fındık kıracağı ile fındık kırma, makas ile kağıt kesme gibi etkinlikler yapılarak öğrencilerin dikkati çekilir, basit makine çeşitleri tanıtılır ve bu makinelerin hayatımızı kolaylaştırıp kolaylaştırmadığı üzerinde konuşularak konunun yaşamla ilişkilendirmesi yapılır (S1, S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra öğrencilerin etkinliklerde kullanabilecekleri basit, ucuz ve gündelik malzeme setleri tanıtılır. Çeşitli gösteri etkinlikleri gerçekleştirilir. Etkinlikler için 4 kişilik çalışma grupları oluşturulur ve bazı çevresel basit malzemeler öğrencilere dağıtılarak incelemeleri istenir.



Problem Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilere basit makine çeşitlerinden kaldıraçlarla ilgili çeşitli video ve resimler gösterilerek kaldıraçlar hakkında bilgilendirme yapılır (S3). Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan kaldıraçlara örnekler vermeleri istenir (S4). Ardından öğrencilerin kaldıraç çeşitlerini tanıyarak, çift taraflı kaldıraçların çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-1 (El Yapımı Akıllı Teraz)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

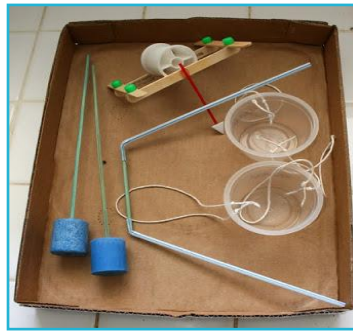
Problem Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda basit malzemeleri kullanarak güvenilir ölçümler yapabilen bir terazi yaparlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek terazide yapacakları ölçümlerle ilgili ön tahminlerde bulunur ve tabloya kaydederler (M1). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler el yapımı terazilerini test ederler (E3) ve farklı cisimlerin kütlelerini ölçerek çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M2). Tahminleri ile ölçüm sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M3). Daha ağır cisimler tartabilmek için neler yapabileceklerini tartışır (S5). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, ölçüm sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden terazilerinin daha ağır cisimleri tartabilmesi için denge ağırlığında değişimler yapmaları ve buna göre terazi tasarımlarını geliştirmeleri istenir. Öğrenciler el yapımı terazilerini geliştirerek daha ağır cisimleri tartmayı denerler (E4, S5). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı terazi tasarımını ve kaldıraçlarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en ağır cismi en doğru şekilde tartabilen grup birinci seçilir. Sonuçta yapılan terazinin çift taraflı bir kaldıraç türü olduğu ve denge ağırlığı arttıkça daha ağır cisimleri tartabileceği belirlenir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Basit Malzemelerle STEM Ders Planı-2

Konu: Basit Makineler-2 (Makaralar)

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disipline Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: S1. Basit makine çeşitlerinden makaraları tanır.

S2. Günlük hayatta makaraların kullanıldığı yerlere örnekler verir.

S3. Sabit ve hareketli makaraların faydasını ve çalışma prensibini keşfeder.

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. Problemlerle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M2. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Dikiş makarası, ip, tahta parçası, kağıt rulo, tahta çöp şiş, mukavva, plastik bardak, lastik, silikon, pil, pil yatağı, anahtar, motor, bağlantı kablosu.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden makaralarla ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek makara sistemleri tanıtılır (S1). Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan makaralara örnekler vermeleri istenir (S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra makaraların nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin makara çeşitlerini tanıyarak, sabit ve hareketli makaraların faydasını ve çalışma prensibini keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-2 (E1 Yapımı Süper Vinç)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirmeden paylaşıyor ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda basit malzemeleri kullanarak devrilmeden en ağır yükleri yukarı çekebilecek bir vinç yaparlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek vinçlerine sabit ve hareketli makaralar yerleştirirler ve hangi durumda yükü daha kolay yukarı çıkaracakları ile ilgili ön tahminlerde bulunurlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler el yapımı vinçlerini test ederler (E3) ve hangi makaralar kullanıldığında yükün daha kolay yukarı çıktığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1). Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M2). Daha ağır yükleri yukarı kaldırabilmek için neler yapabileceklerini tartışır (S3). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden vinçlerinin daha ağır yükleri taşıyabilmesi için kullandıkları makara sisteminde değişimler yapmaları ve vinçlerine motor bağlayarak otomatik olarak hareket ettirmeleri istenir. Öğrenciler el yapımı vinç modellerini geliştirerek motorla daha ağır yükleri yukarı çıkarmayı denerler (E4, S3). Bu süreçte öğretmen motor bağlantısı için gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı vinç tasarımını ve makaralarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en ağır yükü zorlanmadan yukarı kaldırabilen grup birinci seçilir. Sonuçta yapılan vinçte hareketli makaranın sağladığı kuvvet kazancı sayesinde daha ağır yüklerin daha kolay yukarı çıkarılabileceği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Basit Malzemelerle STEM Ders Planı-3

Konu: Basit Makineler-3 (Dişliler)

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: S1. Basit makine çeşitlerinden dişlileri tanıır.

S2. Günlük hayatta dişlilerin kullanıldığı yerlere örnekler verir.

S3. Dişlilerin çalışma prensibini keşfeder.

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. Problemlerle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M2. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

M3. İki değişken arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Tahta parçası, büyük ve küçük pet şişe kapağı, lolipop çubuğu, pipet, metal çırpıcı ucu, silikon, bant, pil, pil yatağı, anahtar, motor, bağlantı kablosu.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden dişlilerle ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek dişli sistemleri tanıtılır (S1). Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan dişli mekanizmalarına örnekler vermeleri istenir (S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra dişlilerin nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin farklı büyüklükteki dişli çarkların dönüş hızlarını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-3 (El Yapımı Hızlı Çırpıcı)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmeninden aldığı bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

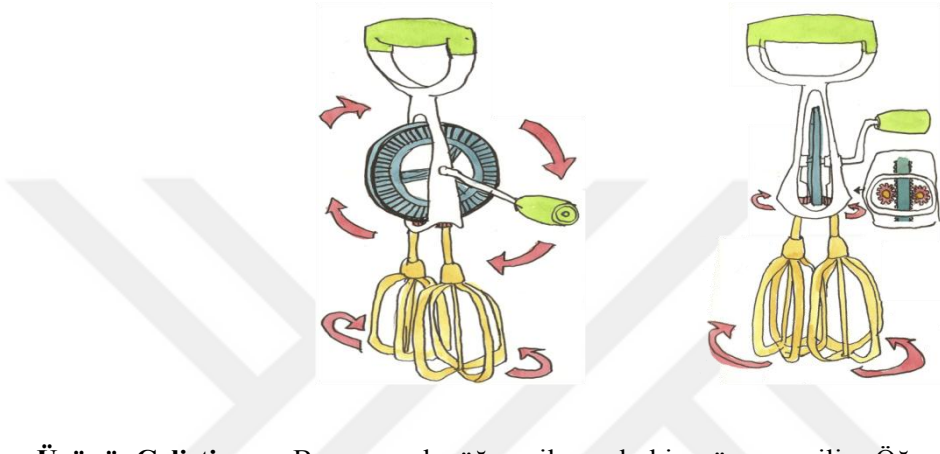
Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda basit malzemeleri kullanarak en hızlı dönen ve en iyi karıştıran bir çırpıcı yaparlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek çırpıcılarına değişik konumlarda büyük ve küçük dişliler yerleştirirler ve hangi durumda çırpıcının daha hızlı karıştırma yapacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydederler (M1).

Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler el yapımı çırpıcılarını test ederler (E3) ve boyutları farklı olan dişlileri hangi konumda kullandıklarında çırpıcının daha hızlı karıştırdığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1). Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M2). Daha hızlı karıştırma yapabilmek için neler yapabileceklerini tartışır (S3, M3). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden yaptıkları çırpıcının daha hızlı dönerek daha iyi karıştırması için kullandıkları dişli sisteminde değişimler yapmaları ve çırpıcılarına motor bağlayarak otomatik olarak hareket ettirmeleri istenir. Öğrenciler el yapımı çırpıcı modellerini geliştirerek motorla daha hızlı karıştırmayı denerler (E4, S3). Bu süreçte öğretmen motor bağlantısı için gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı çırpıcı tasarımını ve dişlilerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en hızlı çırpıcıyı yapan grup birinci seçilir. Sonuçta birbirleriyle bağlantılı dişlilerde büyük dişli kendisine bağlı olan küçük dişliden yavaş fakat daha büyük bir kuvvetle döndüğünden, yapılan çırpıcının daha hızlı dönmesi için döndüren dişlinin büyük, döndürülen dişlinin ise küçük kullanılması gerektiği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Basit Malzemelerle STEM Ders Planı-4

Konu: Basit Makineler-4 (Kasnaklar)

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: **S1.** Basit makine çeşitlerinden kasnakları tanır.
S2. Günlük hayatta kasnakların kullanıldığı yerlere örnekler verir.
S3. Kasnakların çalışma prensibini keşfeder.

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.** Problemlerle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.
M2. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.
M3. İki değişken arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Mukavva, ilaç kutusu, plastik köpük, tahta çöp şiş, lolipop çubuğu, pipet, silikon, silikon tabancası, makas, maket bıçağı.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden kasnaklarla ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek kasnak sistemleri tanıtılır (S1). Öğrencilerin günlük hayatta kullanılan kasnak mekanizmalarına örnekler vermeleri istenir (S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra kasnakların nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin farklı büyüklükteki kasnakların dönüş hızlarını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-4 (El Yapımı Mekanik Köpek)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

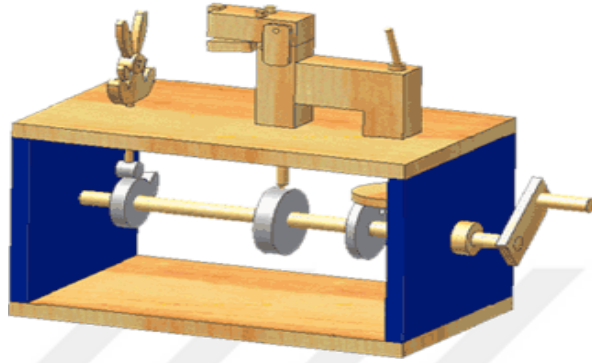
Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşıyor ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda basit malzemeleri kullanarak kuyruğunu en hızlı sallayan mekanik bir köpek modeli oluşturmaya çalışırlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek köpeğin kuyruk kısmına bağlı değişik konumlarda büyük ve küçük kasnaklar yerleştirirler ve hangi durumda köpeğin kuyruğunu daha hızlı sallayacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydederler (M1). Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler el yapımı mekanik köpek modellerini test ederler (E3) ve boyutları farklı olan kasnakları hangi konumda kullandıklarında köpeğin kuyruğunu daha hızlı salladığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1). Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M2). Kuyruğu daha hızlı hareket ettirebilmek için neler yapabileceklerini tartışır (S3). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden yaptıkları mekanik köpeğin kuyruğunu daha hızlı sallayabilmesi için kullandıkları kasnak sisteminde değişimler yapmaları istenir. Öğrenciler el yapımı mekanik köpek modellerini geliştirerek kuyruğunu daha hızlı hareket ettirmeyi denerler (E4, S3). Bu süreçte öğretmen sorular sorarak gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı mekanik köpek tasarımını ve kasnaklarla ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda kuyruğunu en hızlı sallayabilen mekanik köpeği tasarlayan grup birinci seçilir. Sonuçta birbirleriyle bağlantılı kasnaklarda büyük kasnak kendisine bağlı olan küçük kasnaktan yavaş fakat daha büyük bir kuvvetle döndüğünden, köpeğin kuyruğunu daha hızlı sallaması için döndüren kasnağın büyük, döndürülen kasnağın ise küçük kullanılması gerektiği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

Basit Malzemelerle STEM Ders Planı-5

Konu: Basit Makineler-5 (Tekerlek ve Eğik Düzlem)

Önerilen Süre: 2 ders saati

Ana Disiplin Ait Kazanımlar:

Fen Bilimleri: **S1.** Basit makine çeşitlerinden tekerlek ve eğik düzlemi tanıır.

S2. Günlük hayatta tekerlek ve eğik düzlemin kullanıldığı yerlere örnekler verir.

S3. Tekerlek ve eğik düzlemin faydasını ve çalışma prensibini keşfeder.

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.** Problemlerle ilgili veri toplayarak tablo halinde kaydeder.

M2. İki farklı veriyi karşılaştırarak yorumlar.

M3. İki değişken arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Kullanılan Yöntem: Basit malzemelerle mühendislik tasarım yöntemi.

Kullanılan Araç-Gereçler: Ahşap çubuklar, büyük ve küçük pet şişe kapağı, lastik, tahta çöp şiş, silikon, maket bıçağı, bant, pipet, pil, pil yatağı, motor, bağlantı kablosu.

Derse Giriş: Bu aşamada ilk önce öğrencilere basit makine çeşitlerinden tekerlek ve eğik düzlemle ilgili bir video izletilerek konuya giriş yapılır, öğrencilerin motive olmaları sağlanır. Ardından konu ile ilgili çeşitli resimler gösterilerek tekerlek ve eğik düzlemler tanıtılır (S1). Öğrencilerin günlük hayatta tekerlek ve eğik düzlemlerin kullanıldığı yerlere örnekler vermeleri istenir (S2). Genel olarak bilgilendirme yapıldıktan sonra bu sistemlerin nasıl çalıştığı hakkında öğrenci görüşleri alınır.

Problemin Tanıtımı: Bu aşamada öğrencilerin tekerlek ve eğik düzlemin günlük hayatta işlerimizi nasıl kolaylaştırdığını keşfetmelerini sağlayacak **Etkinlik-5 (El Yapımı Motorlu Araba)** için her gruba etkinlikte kullanılacak basit malzeme seti ve öğrenci çalışma kağıtları dağıtılarak problem durumu sunulur. Problemlerle ilgili yönergeler ve sınırlamalar açık ve anlaşılır biçimde ifade edilir.

Problemin Araştırılması: Bu aşamada öğrencilere problem üzerinde düşünme zamanı verilir. Öğrenciler problem durumu ile ilgili bilgisayar sınıfında ön araştırma yaparlar (T1) ve hem öğretmenin verdiği bilgiler hem de araştırma sonuçlarına göre birer mühendis gibi çözüm önerileri oluştururlar.

Tasarıma Karar Verme: Bu aşamada gruplar beyin fırtınası yaparak ortaya çıkan tüm fikirleri müdahale etmeden ve sınırlama getirilmeden paylaşır ve değerlendirirler, ürün tasarımları ile ilgili ortak bir karara varırlar. Öğretmen grupları dolaşır, öğrencilerin geliştirdikleri fikirleri dinler, süreci gözlemler. En son fikir seçme aşamasında öğrencilerin uygulanabilir bir fikri seçmesine destek olur.

Tasarımı Çizme: Bu aşamada gruplar tasarımlarının taslak halini öğrenci çalışma kağıdına çizerek yapım aşaması için hazır hale gelirler (E1). Öğretmen küçük mühendislerin yaptığı çizimlerin ürün özelliklerini ortaya koyacak şekilde olması için yönlendirme yapar.

Ürünü Oluşturma: Bu aşamada öğrenciler karar verdikleri tasarımları doğrultusunda basit malzemeleri kullanarak yokuş yukarı en fazla yükü en hızlı çıkabilen bir motorlu araba tasarımı oluşturmaya çalışırlar (E2). Yapım sırasında gruplar çalışma kağıdını takip ederek arabalarına

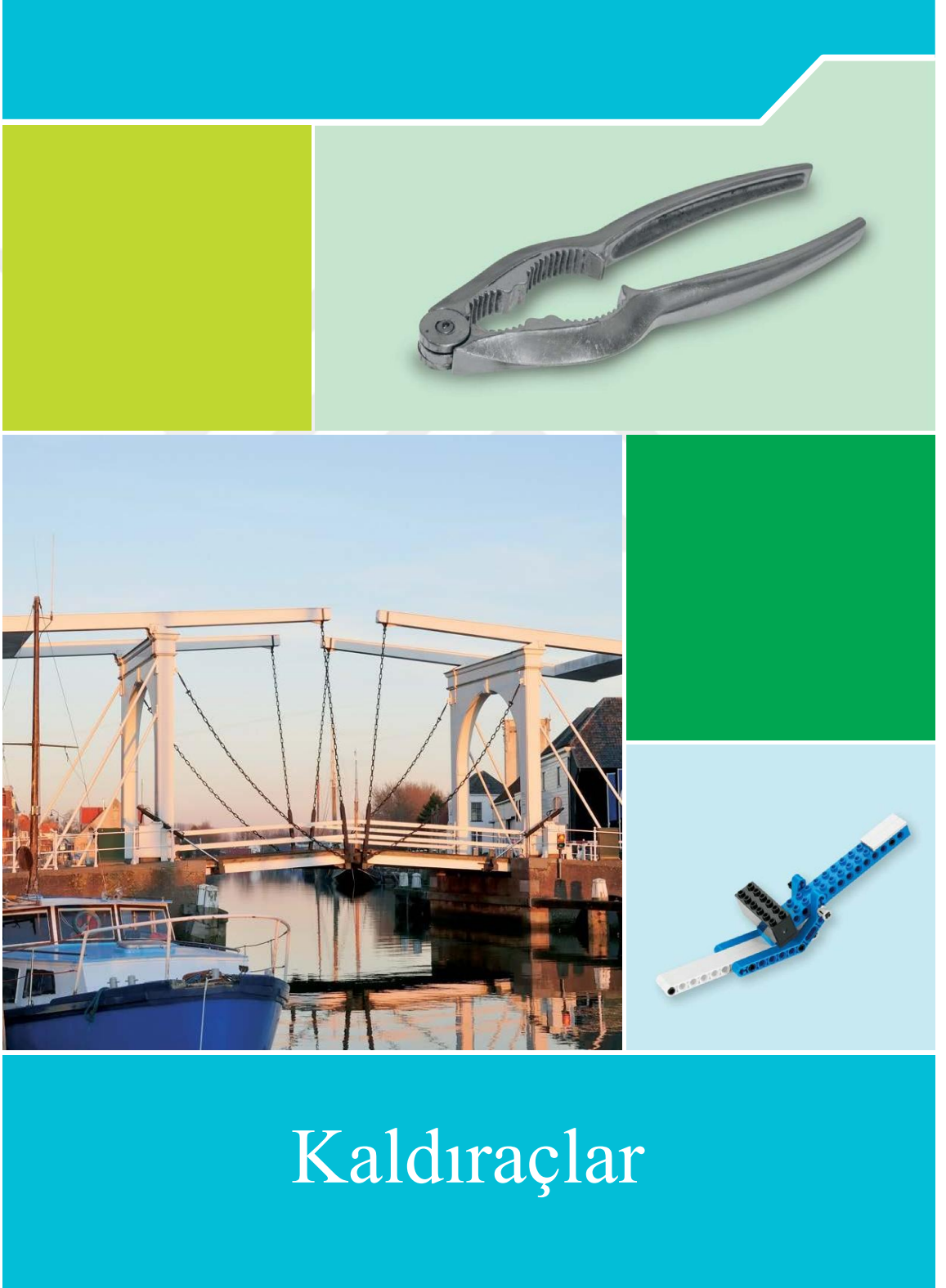
farklı boyutta tekerlekler ve dişliler takarlar ve hangi durumda arabanın daha hızlı ve daha güçlü olacağı ile ilgili ön tahminlerde bulunarak tabloya kaydederler (M1). Ardından arabanın ilerlediği eğik düzlemin boyunu ve yüksekliğini değiştirerek hangi durumda arabanın yükü daha kolay yukarı çıkaracağı ile ilgili denemeler yaparlar. Öğretmen grupları gezerek eksiklikleri tespit eder ve yapılan eksiklikleri gidermek için destekleyici teorik bilgi verir.

Ürünü Test Etme: Bu aşamada öğrenciler el yapımı arabalarını test ederler (E3) ve hangi boyutta tekerlek, dişli ve eğik düzlem kullandıklarında arabanın zorlanmadan daha fazla yükü daha hızlı yokuş yukarı çıktığını çalışma kağıtlarındaki tabloya kaydederler (M1). Tahminleri ile test sonuçlarını karşılaştırarak değerlendirme yaparlar (M2). Arabanın yokuş yukarı daha kolay çıkması için neler yapabileceklerini tartışır (S3). Öğretmen gruplar ürünlerini test ederken destekleyici sorular sorar, test sonuçları ile ilgili bilgi alır.



Ürünü Geliştirme: Bu aşamada öğrencilere ek bir görev verilir. Öğrencilerden yaptıkları arabanın eğik düzlemden yukarı zorlanmadan daha hızlı çıkabilmesi için kullandıkları tekerlek ve aks sisteminde değişimler yapmaları ve arabalarına motor bağlayarak otomatik olarak hareket ettirmeleri istenir. Öğrenciler el yapımı araba modellerini geliştirerek motorla yokuş yukarı daha kolay çıkmasını sağlarlar (E4, S3). Bu süreçte öğretmen motor bağlantısı için gruplara rehberlik eder.

Paylaşım ve Değerlendirme: Bu aşamada her grup yaptığı araba tasarımını, tekerlek ve eğik düzlemlerle ilgili edindiği bilgileri sınıfa sunar ve yaptığı etkinlikle ilgili duygu ve düşüncelerini sözlü ve/veya yazılı olarak paylaşır. Etkinlik sonunda en güçlü ve hızlı arabayı yapan grup birinci seçilir. Sonuçta büyük tekerlekli, döndüren dişlisi büyük ve yüksekliği az olan eğik düzlemde hareket ettirilen arabanın taşıdığı yükü daha kolay yukarı çıkarabileceği keşfedilir. Öğretmen öğrenci çalışma kağıtlarını etkinlik değerlendirmesi için kullanır.

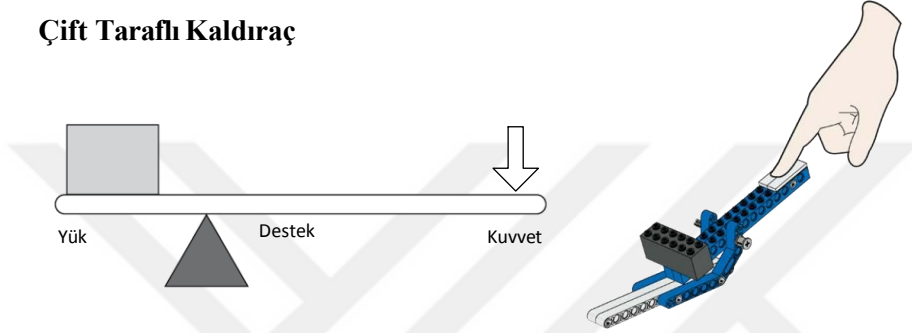
EK 10. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Öğretmen Notları

Kaldıraçlar

Basit Makineler: Kaldıraç

Kaldıraçlar günlük hayatta en çok kullanılan basit makinelerdir. Kaldıraç, kuvveti aktarabilmek için sabit bir destek etrafında hareket edebilen esnek olmayan çubuktur. Kaldıraçta destek noktası kullanılarak uygulanan kuvvet ile bu kuvvetin yönünün ve hareket mesafesinin değiştirilmesi sağlanır. Uygulanan kuvvetin destek noktasına olan uzaklığına kuvvet kolu, yük ile destek arasındaki uzaklığa yük kolu denir. Kuvvet, yük ve destek her kaldıraçta vardır. Kaldıraçlar destek noktasının bulunduğu yere göre çift ve tek taraflı kaldıraç olmak üzere iki gruba ayrılır.

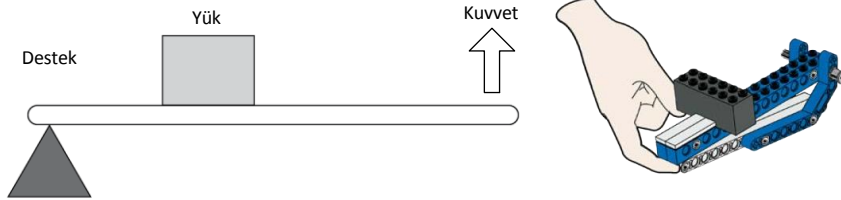
Çift Taraflı Kaldıraç



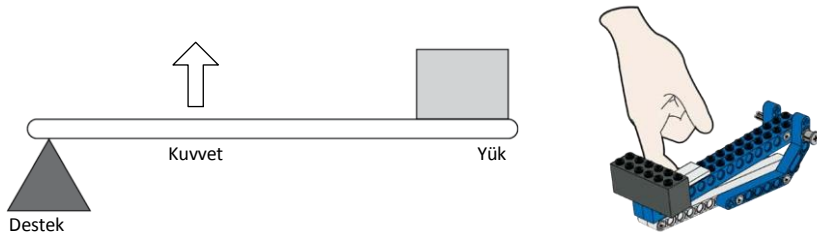
Desteğin ortada olduğu kaldıraçlara denir. Kuvvetin yönünü değiştirir, kuvvetten kazanç sağlar. Bu tür modellerde yükü kaldırmak için harcanacak kuvvet en azdır. Günlük hayatta makas, pense, eşit kollu terazi, levye, kayak küreği, tahterevallı gibi desteğin ortada olduğu kaldıraçlar kullanırız.

Tek Taraflı Kaldıraç

Desteğin uçta olduğu kaldıraçlardır. İki çeşittir: Desteğin uçta, yükün ortada olduğu kaldıraç ve desteğin uçta kuvvetin ortada olduğu kaldıraç.



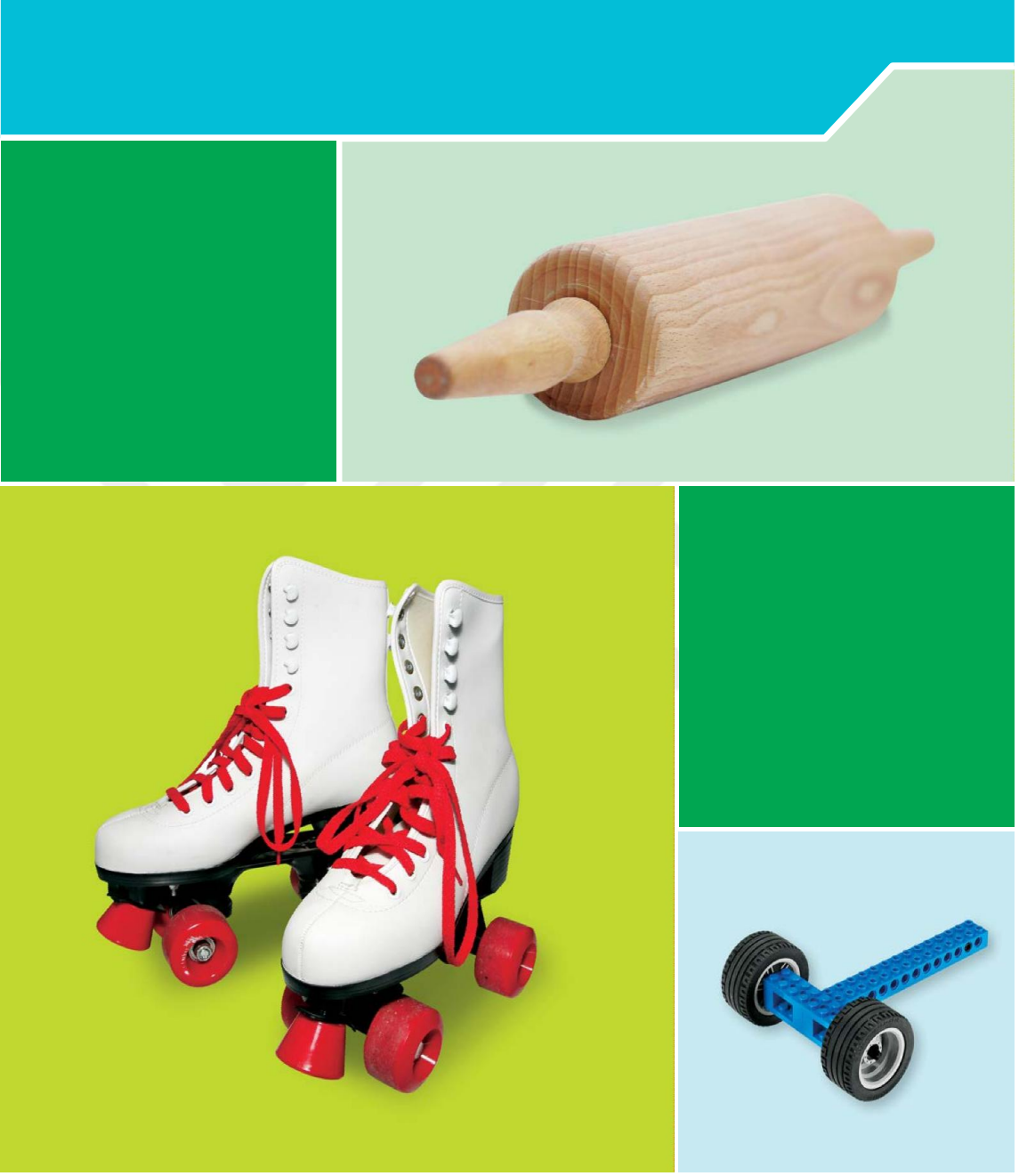
Desteğin uçta yükün ortada olduğu kaldıraçlara el arabası, fındık kıracağı, gazoz açacağı, insan çenesi örnek olarak verilebilir. Bu tür modellerde yükü hareket ettirmek için gerekli kuvvet yaklaşık yükün ağırlığının yarısı kadardır.



Desteğin uçta kuvvetin ortada olduğu kaldıraçlara cımbız, maşa, iş makinelerinin pistonla çalışan kolları, ön kollarımız örnek olarak verilebilir. Bu tür modellerde gerekli kuvvet doğrudan yükü kaldırmak için gerekli olandan daha büyük olsa bile, avantajı yoldan kazanç sağlanmasıdır (yük kuvvetten daha uzun mesafe alır).

Bunu biliyor muydunuz?

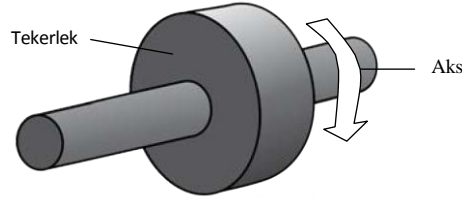
Kaldıraç "kaldırmak" anlamı taşıyan "lever" kelimesinden gelmektedir.



Tekerlek ve Akslar

Basit Makineler: Tekerlek ve Aks

Tekerlekler ve akslar dairesel nesnelere. Genellikle büyük bir tekerlek daha küçük bir aks ile birbirine sabitlenir. Tekerlek ve aks her zaman aynı hızda dönecektir. Tekerleğin büyük çevresi nedeniyle, tekerlek yüzeyi daha büyük bir hızla döner ve daha fazla mesafe alır.

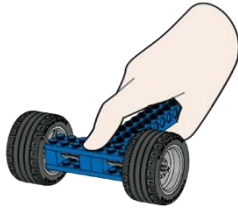
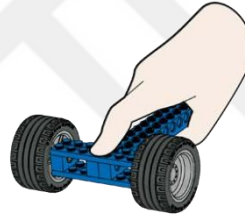


Yükü bir tekerlekli araç üzerinde taşımak yerde sürükleyerek çekmeye göre daha az sürtünme kuvveti demektir. Tekerlekler fen bilimleri ve mühendislikte her zaman taşıma amaçlı kullanılmaz. Kanallı tekerleklere makara veya kasnak, dişli tekerleklere de dişli çark denir. Paten ve el arabası tekerlek ve aks kullanımına örnektir.

Bunu biliyor muydunuz?

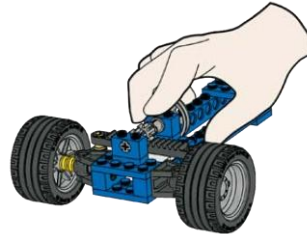
Bugüne kadar bulunan en eski tekerlek yaklaşık 5600 yıl önce Sümerler tarafından yapılmıştır.

Bu model bölünmüş akslardan oluşan bir arabayı göstermektedir. Bu tür bir modeli düz bir çizgide veya keskin dönüşler içeren zikzak desenler üzerinde sürmek ve yönlendirmek daha kolaydır. Bölünmüş akslar tekerleklerin farklı hızlarda dönmesine izin vermektedir.



Bu model sabit akslardan oluşan bir arabayı göstermektedir. Bu tür bir modeli düz bir çizgide sürmek ve yönlendirmek daha kolaydır fakat keskin dönüşler içeren zikzak desenler üzerinde sürmek ve yönlendirmek çok zordur. Çünkü tekerler farklı hızlarda dönemez. Köşeleri dönerken bir teker her zaman kayabilir.

Bu model direksiyon sistemine sahip bir arabayı göstermektedir. Bu tür bir modeli düz bir çizgide veya keskin dönüşler içeren zikzak desenler üzerinde sürmek ve yönlendirmek daha kolaydır. Bölünmüş akslar, tekerleklerin farklı hızlarda dönmesine izin verdiği için direksiyon ile kontrol kolaylıkla sağlanır.

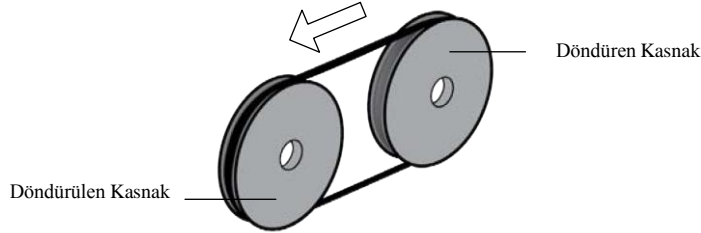




Kasnak ve Makaralar

Basit Makineler: Kasnak ve Makaralar

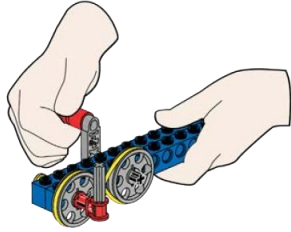
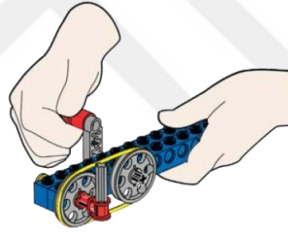
Makaralar ve kasnaklar; arasında kayışlar, zincirler veya halatlar vasıtasıyla güç ve hareket nakleden sistemlerdir.



Dışarıdan kuvvet uygulanan kasnağa döndüren, diğerine hareket kasnağı (döndürülen kasnak) denir. Döndüren kasnak sisteme giren kuvveti, döndürülen kasnak da sistemde elde edilen kuvveti verir. Kayışlı makaralar sürtünmenin hareketi aktarmasına dayanır. Eğer kayış çok sıkıysa makarada gereksiz bir sürtünme kuvvetine sebep olur ve eğer çok gevşekse kayış kayar ve kuvvet verimsiz kullanılmış olur.

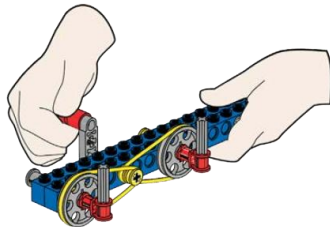
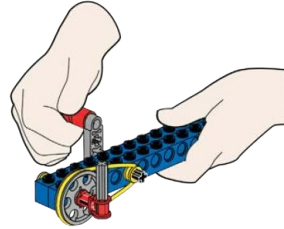
Bunu biliyor muydunuz?
İngiltere’de seri üretim çağı, 19. yüzyılda makaraların İngiliz kraliyet donanması gemileri için üretilmesiyle başlamıştır.

Bu model kasnakların hızlarının ve dönüş yönlerinin aynı olduğu bir sistemi göstermektedir. Çünkü bağlantı kayışı düz takılmıştır.



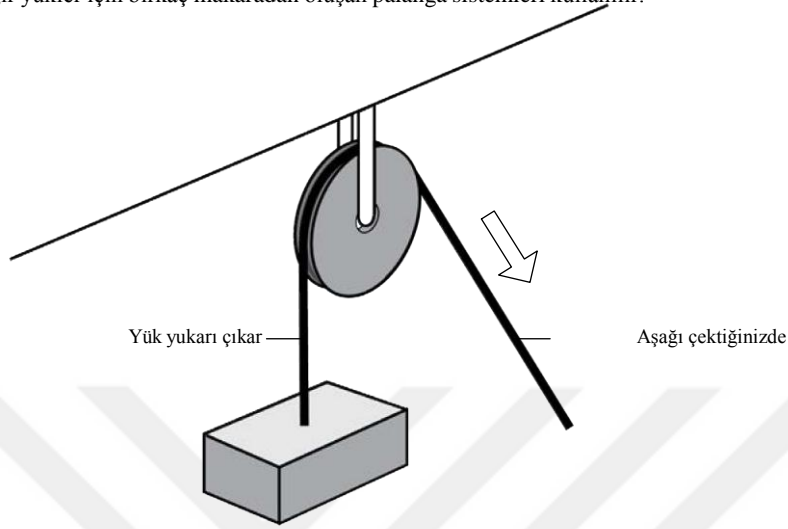
Bu model kasnakların hızlarının aynı, ama dönüş yönlerinin farklı olduğu bir sistemi göstermektedir. Bunun sebebi bağlantı kayışının çapraz takılmasıdır.

Bu modelde hareket kasnağının hızının düştüğünü gösteren bir sistem görülmektedir. Hareket kasnağı döndüren kasnaktan daha yavaş hareket eder, ama çıkış kuvveti artmıştır.

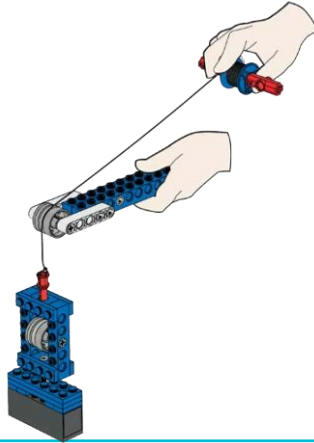


Bu modelde bir döndüren kasnağın iki adet hareket kasnağını etkilediği bir sistem görülmektedir. Kasnakların boyutlarının farklı olması hızın azalmasına ve çıkış kuvvetinin artmasına neden olur.

Ağır y¼kler için birkaç makaradan oluşan palanga sistemleri kullanılır.

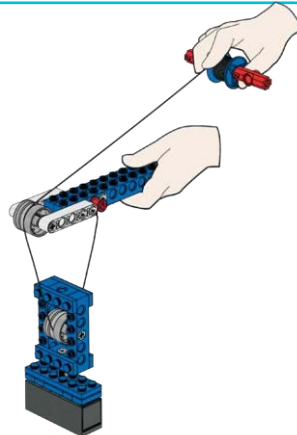


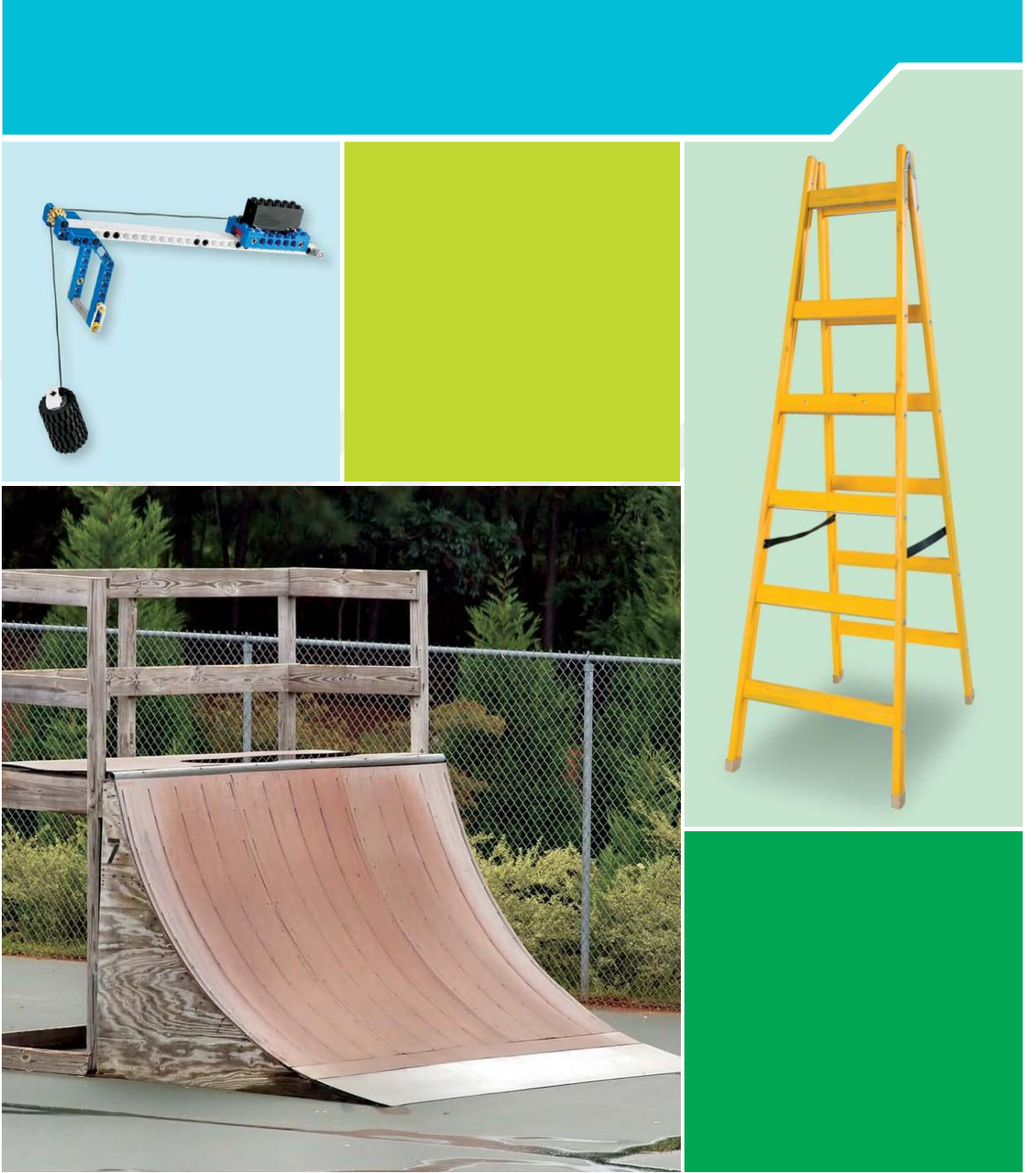
Bir y¼k kaldırmak için tek bir makara kullanmak bazen iÇe yaramayabilir. Kullanılan bu makara kuvvetten herhangi bir kazanç sağlamaz; sadece hareketin y¼n¼n¼ değiştirir. Sadece sizin ipi çekerek bir y¼k¼ kaldırmayı sağlar. Bir çeŐit kasnak olan makaralar hareketli ya da sabit olabilir. Sabit makara ve hareketli makara arasındaki fark; sabit makara makaranın tavana bağlanmış olduğu durumdur. Temel kullanım amacı kuvvetin y¼n¼n¼ deđiŐtirmektir. Sabit makaralarda y¼k varken makara aşağı veya yukarı hareket etmez. Sabit makaralara ¼nek olarak pencere storları, bayrak direkleri verilebilir.



Bu modelde sabit bir makara sistemi g¼r¼lmektedir. Bu sistemde uygulanan kuvvette veya hızda herhangi bir değişim g¼r¼lmez, sadece hareketin y¼n¼ deđiŐir.

Bu modelde sabit ve hareketli makaralardan oluşan bir sistem g¼r¼lmektedir. Bu sistemde uygulanan kuvvet yarı yarıya azalır aynı zamanda y¼k¼n çıkış hızı da azalır. Bu nedenle makara sistemindeki ipin y¼k¼ kaldırması için 2 kat fazla mesafe boyunca çekilmesi gerekmektedir.



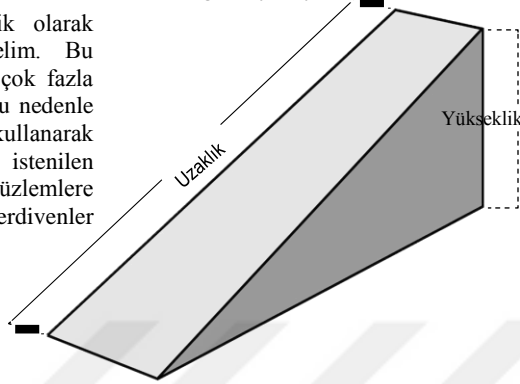


Eğik Düzlem

Basit Makineler: Eğik düzlem

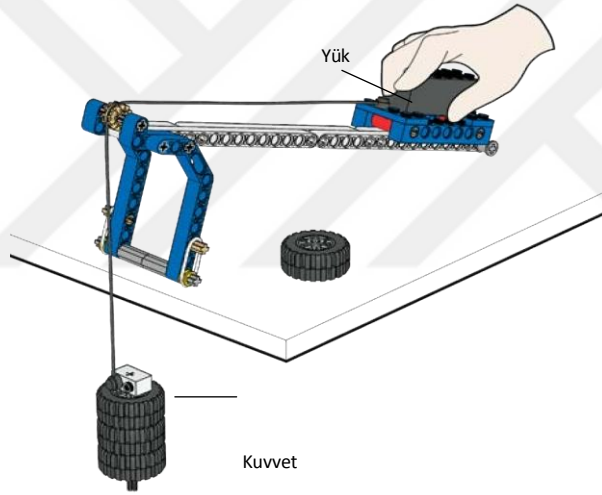
Eğik düzlem nesnelere yükseltmek için kullanılan bir eğimli yüzeydir.

Bir yükü yüksek bir yere dik olarak kaldırmak istediğimizi düşünelim. Bu yükü yukarı kaldırabilmek için çok fazla bir kuvvet uygulamak gerekir. Bu nedenle böyle durumlarda eğik düzlem kullanarak yük daha az bir kuvvetle istenilen yüksekliğe itilebilir. Eğik düzlemlere örnek olarak rampalar ve merdivenler verilebilir.

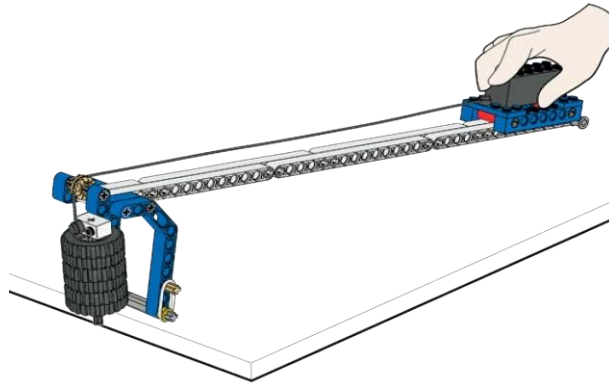


Bunu biliyor muydunuz?

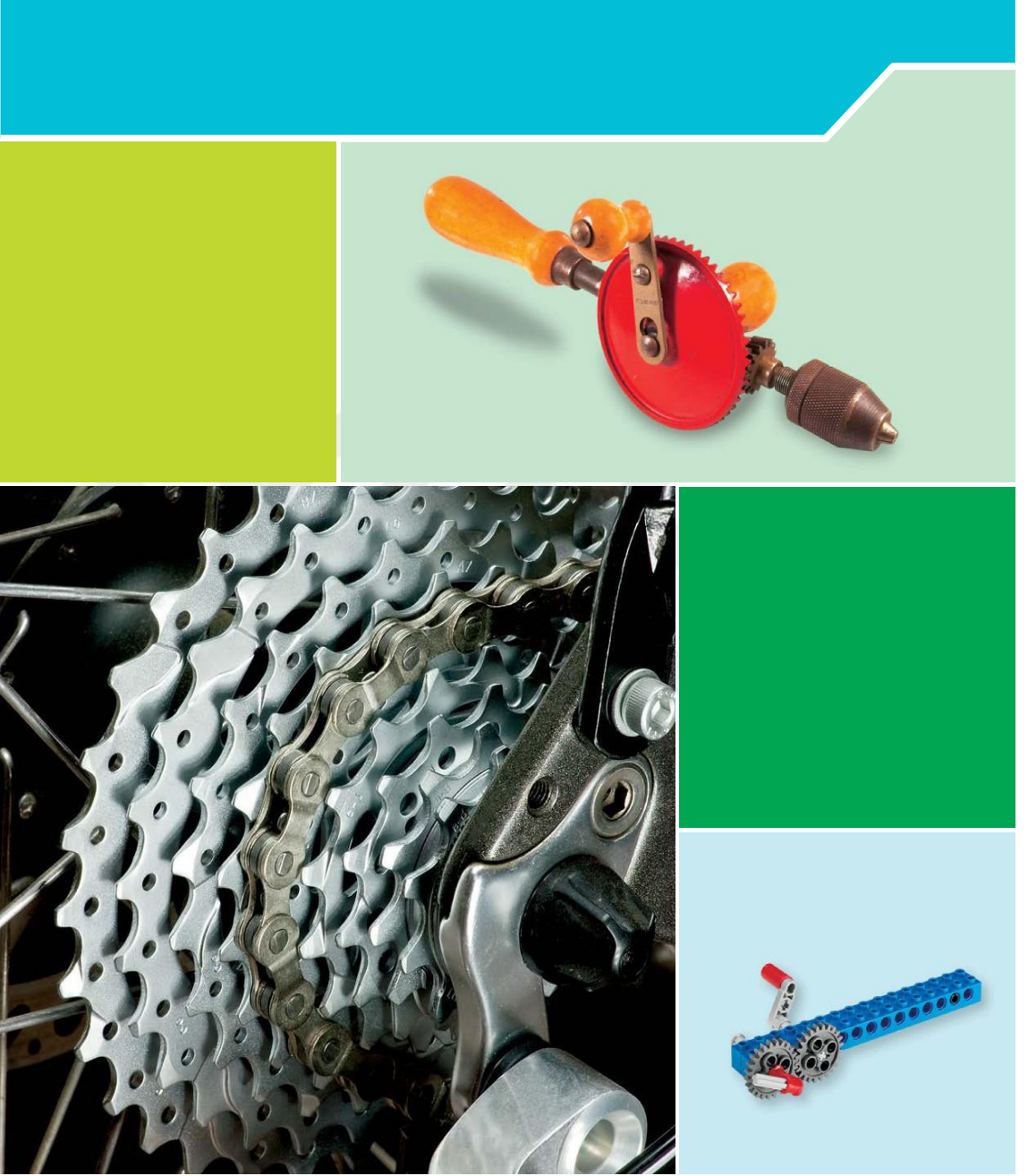
Eğik düzlemler binlerce yıldır kullanılmaktadır. Eski Mısırlılar piramitlerin tepelerine dev taş bloklarını çıkarırken topraktan yapılmış eğik düzlemler kullanıyorlardı.



Bu model kısa bir eğik düzlemi gösterir. Yükü serbest bıraktığımızda herhangi bir şey olmaz. Uygulanan kuvvet eğik düzlemin tepesine yükü taşımak için yeterli değildir. Eğer başka bir tekerlek daha sisteme eklenirse kuvvet yükü kaldırabilir.



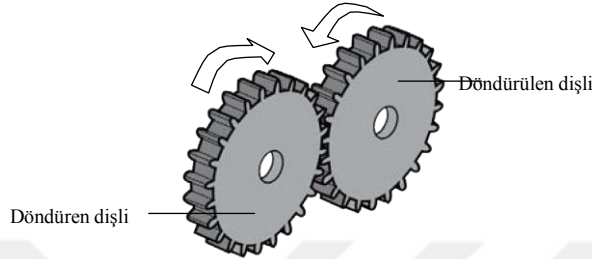
Bu model uzun bir eğik düzlemi gösterir. Eğik düzlemin uzunluğu artırılarak rampa açısı azaltılmıştır. Böylece uygulanan kuvvet eğik düzlemin tepesine yükü kaldırmak için yeterli olmaktadır.



Dişli Çarklar

Basit Makineler: Dişli Çarklar

Dişli çark, hareketi değiştirmek veya iletmek için kullanılan, üzerinde dişler olan tekerleklerdir. Çarklar hareket ederken dişleri birbirlerine kilitlenir böylece verimli bir şekilde hareket ve kuvveti aktarabilirsiniz.



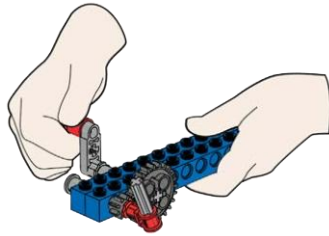
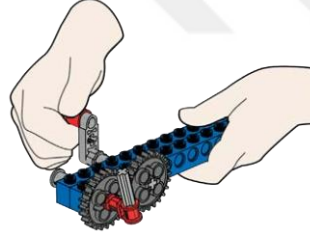
Bu sistemde bir dişliye uygulanan kuvvet diğer dişliye aktarılır ve dönme sağlanır. Başka bir dişli çark tarafından döndürülen dişliye, döndürülen(hareket dişlisi), diğerine döndüren dişli denir. Dişlilerin diş sayısı biliniyorsa tur sayıları hakkında da fikir sahibi olabiliriz. Eğer 24 dişe sahip bir hareket dişlisi ile 48 dişe sahip bir dişli birbirine bağlanırsa, diş sayısı az olan dişli 2 kat daha hızlı dönecektir.

Dönüş hızının veya dönüş kuvvetinin kontrol edilmesi gereken yerlerde dişliler oldukça çok kullanılır. Elektrikli aletler, otomobiller, mikserler dişlilerin kullanıldığı makinelere örnektir.

Bunu biliyor muydunuz?

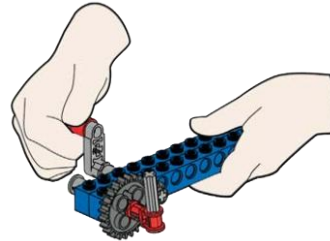
Dişli çarkların hepsi yuvarlak değildir. Kare, üçgen ve hatta elips şeklinde de dişliler vardır.

Bu modelde 1:1 dişli oranı görülmektedir. Dişlilerin hızları aynı oranda artar, çünkü diş sayıları aynıdır. Bu dişlilerin dönüş yönleri ise farklıdır.



Bu model hızlandıran dişli sistemini göstermektedir. Büyük dişli kendinden daha küçük bir dişliyi döndürmektedir. Bu durum hızı artırırken çıkış kuvvetini azaltır.

Bu model yavaşlatan dişli sistemini göstermektedir. Küçük dişli kendinden daha büyük bir dişliyi döndürmektedir. Bu durum hızı azaltırken çıkış kuvvetini artırır.



EK 11. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Öğrenci Çalışma Yaprakları

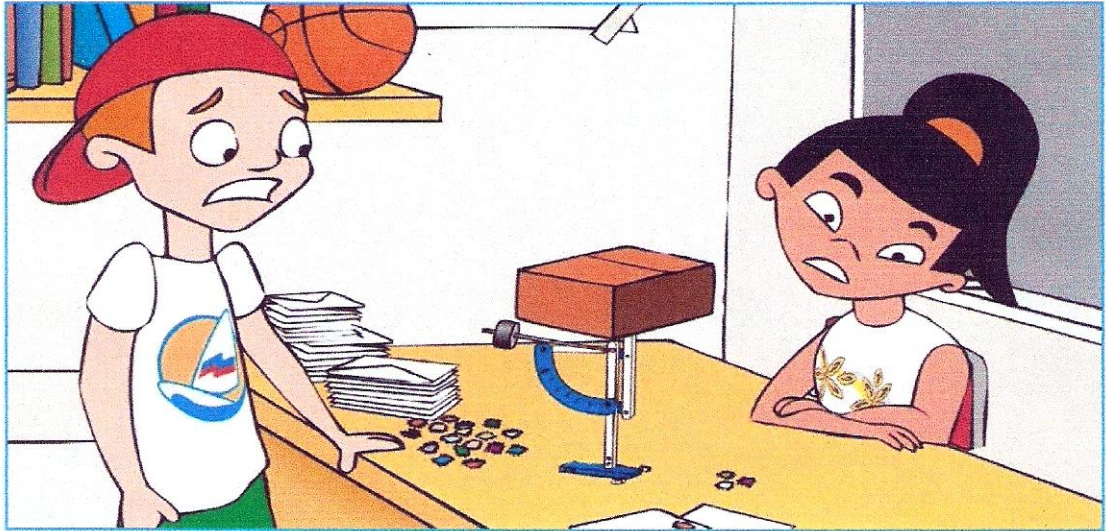
EK 11.1. Deney-1 Grubu Öğrenci Çalışma Yaprakları

Robotik Akıllı Terazi

Grup üyeleri: Geşmi Naz, Pakize Nur, Ravza Hoza, Emine

Problem Durumu

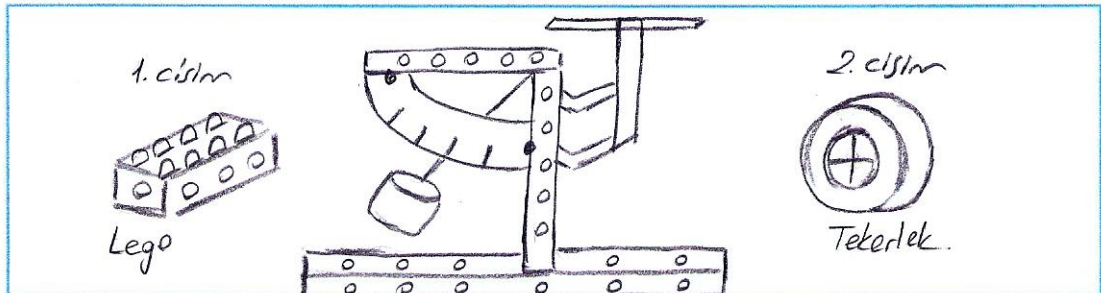
Ela ve Emre okulda postane hizmeti kurmak istediler. Okuldaki tüm arkadaşlarına mektup yazıp göndereceklerdi. Mektupları önce tartıp sonra üzerine uygun pulları yapıştırmaya karar verdiler. Emre de anneannesi için ona çok büyük bir koli hediye göndermek istiyordu. Paketini hazırlayıp en uygun pulu seçmek için Ela'nın yanına gitti. Ama kutunun ağırlığına nasıl karar vereceklerdi? Acaba bunun için ellerindeki lego parçalarını kullanarak basit makinelerden oluşan nasıl bir terazi yapabilirler?



Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle akıllı bir terazi inşa edin ki en ağır cismi en doğru şekilde tartabilmeli.
- Denge ağırlığını artırarak farklı denemeler yapın.

1. Benim hatasız tartan akıllı terazim! (Lütfen tasarımını çiziniz)



2. Robotik teraziniz hangi basit makinelerden oluşuyor?

Robotik terazimiz kaldıraçtan oluşuyor (çift taraflı)

3. Robotik terazinizle 3 farklı cisim tartarak aşağıdaki tabloya yazınız.



53 g



16 g

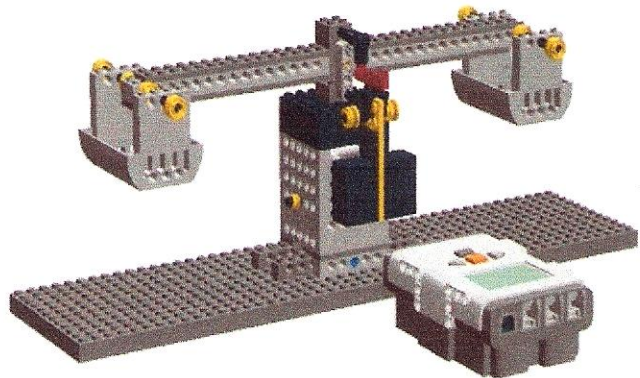
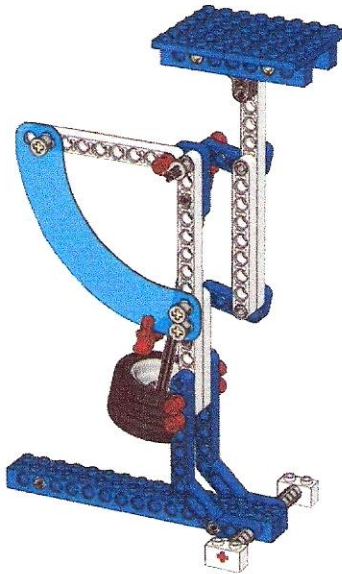
	Cisimlerim	Tahminim (gram)	Ölçüm sonucu (gram)
1	Kalem	3 gram	5 gram
2	Makas	12 gram	15 gram
3	Kitap	70 gram	100 gram

4. Robotik terazinizde daha ağır cisimler tartabilmek için neler yapmalısınız? Neden?

Terazide denge ağırlığını artırırsak daha fazla ağır cisimler taşıyabiliriz. Çünkü denge ağırlığı iyi olursa devrilmezde. Dayanıklı malzeme lazım birde.

Önerilen Modeller

(Lego Mindstorms EV3 robotik setinizle yapacağınız terazide dengeyi belirlerken ışık sensörü kullanınız)



Robotik Süper Vinç

Grup üyeleri: Berna, Seyma, Ahsen, Melike

Problem Durumu

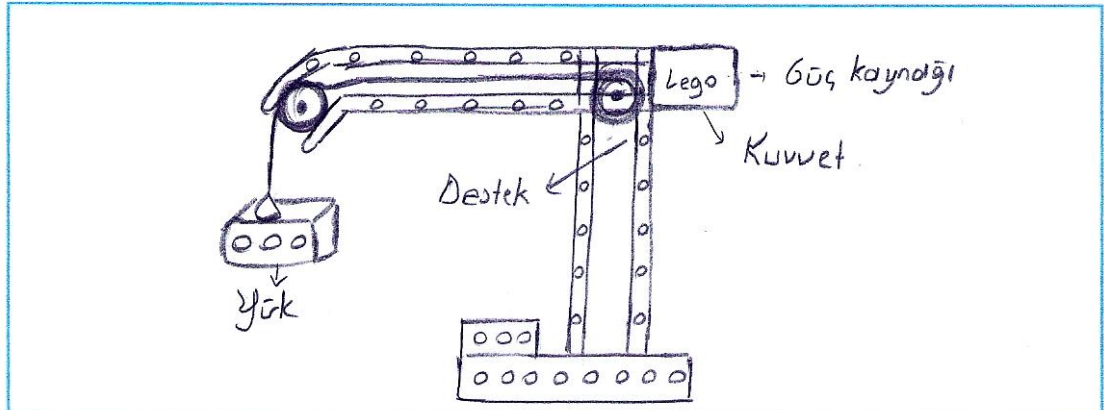
Emre, Ela ve köpekleri Dost'un muhteşem bir ağaç evleri var. Ancak eve tırmanmaları ve evden aşağıya inmeleri kolay olmuyor. Tabi bir de evde ihtiyaç malzemesi depolamak isterlerse, o zaman durum daha da vahim oluyor. Acaba bunun için ellerindeki lego parçalarını kullanarak basit makinelerden oluşan nasıl bir vinç yapabilirler? Emre ve Ela'ya bir çözüm önerip yardım edebilir misin?



Etkinlik İçin Ön Bilgiler

- Öyle bir vinç inşa edin ki devrilmeden en az bir ağırlık tuğlasını (50 g) taşıyabilmeli.
- Bir nesneyi en az 20 cm havaya kaldıracabilmeli.

1. Benim süper vincim! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Robotik vinciniz hangi basit makinelerden oluşuyor? Nasıl çalıştıklarını açıklayınız.

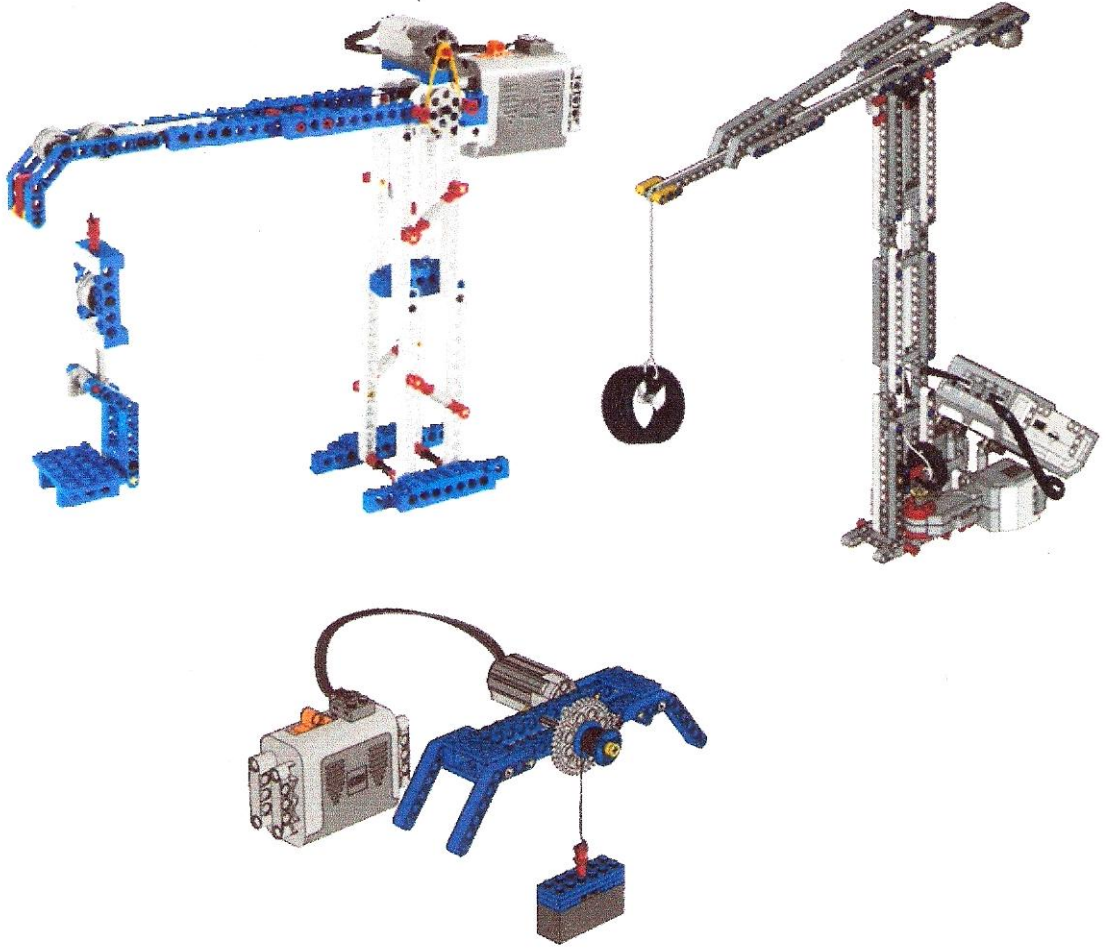
Sabit makara, hareketli makara, kaldıraç, kasnak.

Kasnak motora bağlı, onun gücüyle döndü. Makaralara bağlı iplerle yükü yukarı kaldırdık. Vinçte destek ortada olduğundan 1. tip kaldıraç grubuna girdi.

3. Robotik vincinizle daha ağır yükleri kaldırabilmek için neler yapmalısınız? Neden?

Vincimizin daha ağır yük taşıması için ipimizi hareketli makaraya takarsak ve diğer ipi sabit makaraya takarsak yani vincimizin makarasında iki ip olursa daha ağır yük çekmiş oluruz.

Önerilen Modeller



Robotik Hızlı Çırpıcı

Grup üyeleri: Yiğit Enes, Hamdi, Buğra, Efe Batın

Problem Durumu

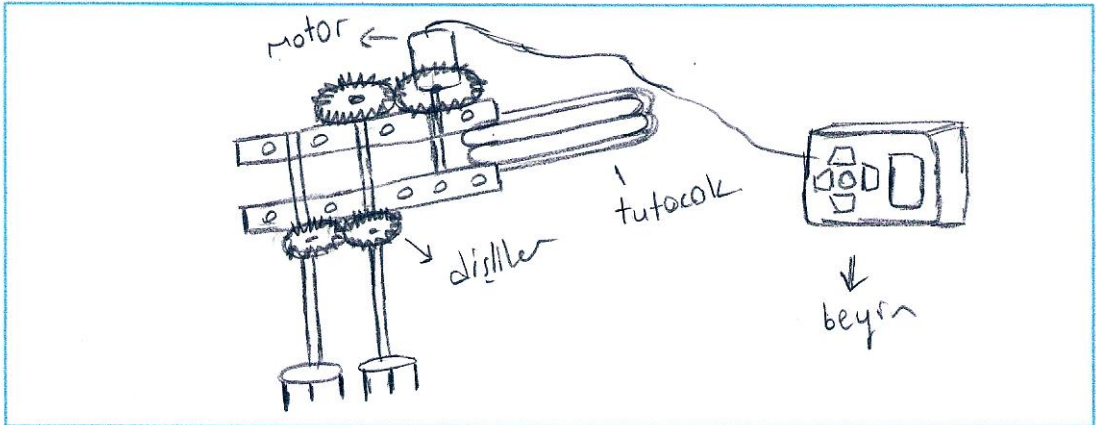
Ela'nın büyükannesi kek veya börek yapmak için yumurtaları el çırpıcısı ile çırptığında kolu yorulmaktadır. Büyükannenin yumurtaları çırpmasının daha kolay bir yolu var mı? Bir çözüm önerip yardım edebilir misin? Lego parçalarını kullanarak basit makinelerden oluşan nasıl hızlı bir çırpıcı yapılabilir?



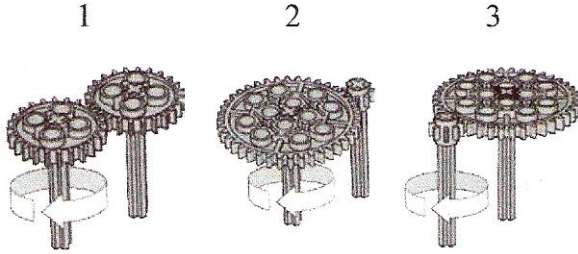
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir çırpıcı inşa edin ki kolları çok hızlı hareket etmeli.
- Çırpma mekanizması çevirme kolundan en az 10 cm uzakta olmalı.

1. Benim hızlı çırpıcım! (Lütfen tasarımınızı çizin)



2. Aşağıdaki dişli çarkların dönüş hızlarını test ediniz. Hangisi çırpıcı için daha uygun? Neden?

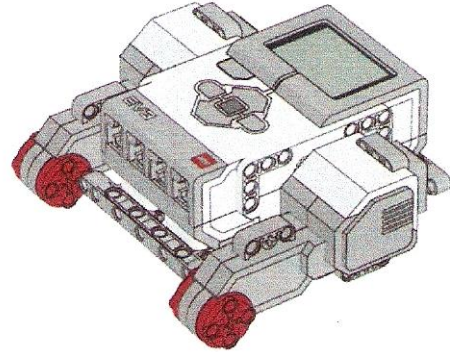
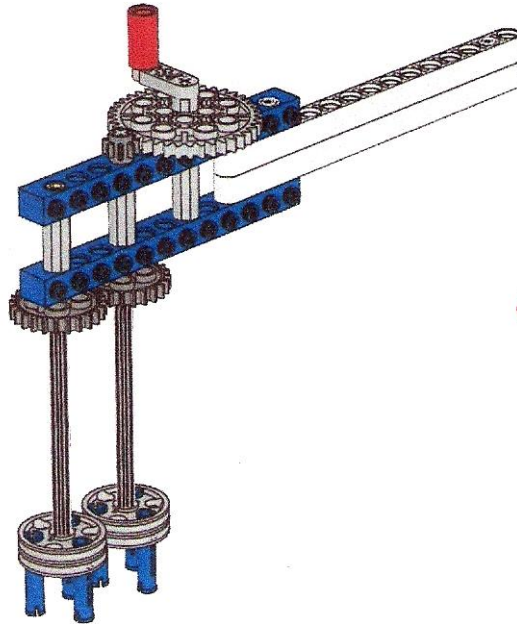


Denemelerim	Tahminim	Ne oldu?
1	Orta	Orta
2	Hızlı	Hızlı
3	Yavaş	Yavaş

Tahminlerimiz doğru çıktı. En hızlısı kesinlikle 2 numara. Emin olmak için çok denedik. Çünkü büyük dişlinin küçük dişliyi döndürmesi daha kolay. Zorlanmaz. Çırpıcı için onu seçtik.

Önerilen Model

(Lego Mindstorms EV3 robotik setinizdeki parçaları kullanarak çırpıcınızı otomatik hale getiriniz)

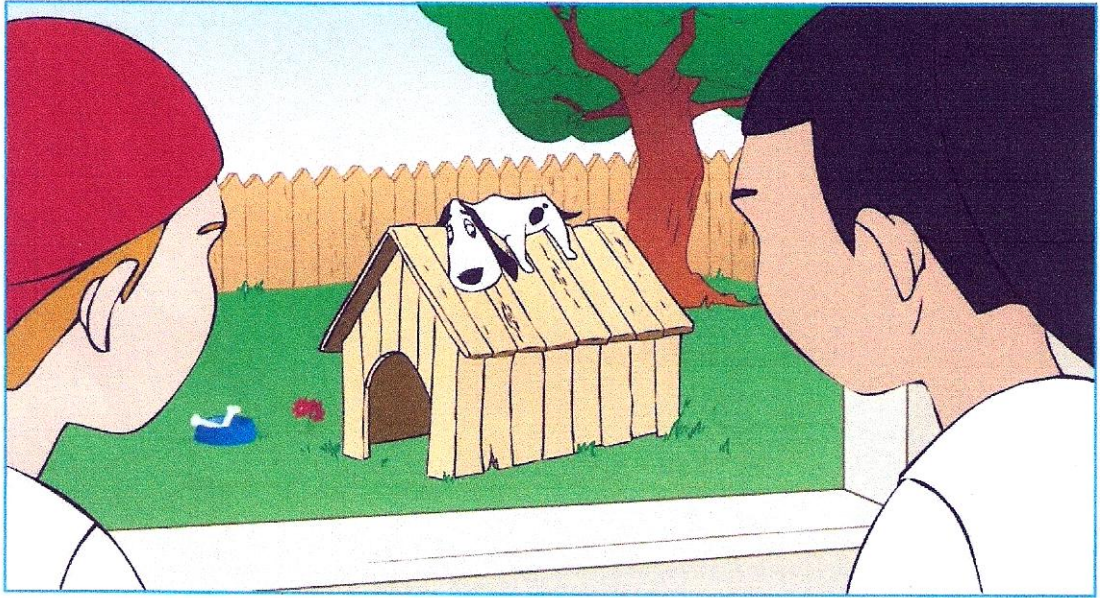


Robotik Mekanik Köpek

Grup üyeleri: İhsan, Alperen, Zafer, Eren

Problem Durumu

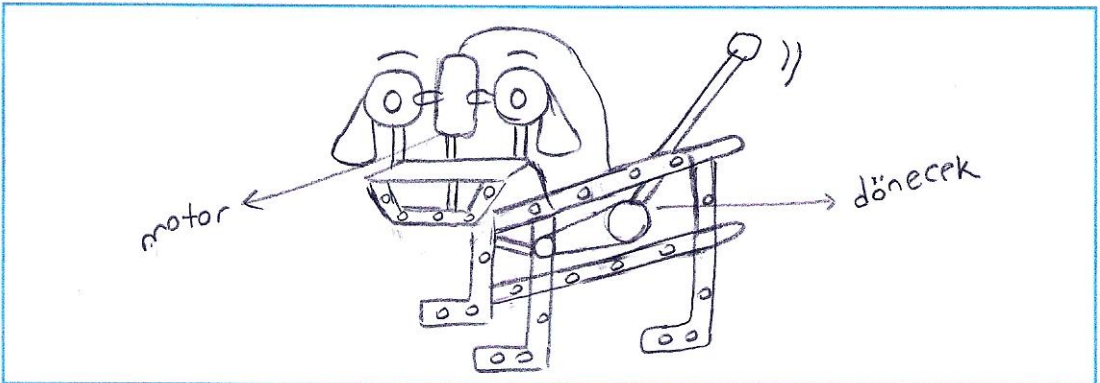
Ela ve Emre'nin sevimli köpekleri Dost çok sıkılmıştı. Kendisini mutlu edebilecek, beraber oynayabileceği ve kemiğini paylaşabileceği bir arkadaş hayal ediyordu. Bunu gören Ela ve Emre'nin o sırada aklına bir fikir geldi. Dost'a belki de eğlenceli ve heyecan verici bir arkadaş yapabilirlerdi. Acaba köpekleri için ellerindeki lego parçalarını kullanarak basit makinelerden oluşan nasıl bir arkadaş yapabilirler? Onlara bir çözüm önerip yardım edebilir misin?



Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle sevimli bir köpek inşa edin ki mutlu olduğunda kuyruğunu sallamalı.
- Kuyruk hareketini sağlamak için kasnakları kullanarak farklı denemeler yapın.

1. Benim sevimli mutlu köpeğim! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. Robotik köpeğiniz hangi basit makinelerden oluşuyor?

Kasnak, dişli, kaldıraç hepsi de var

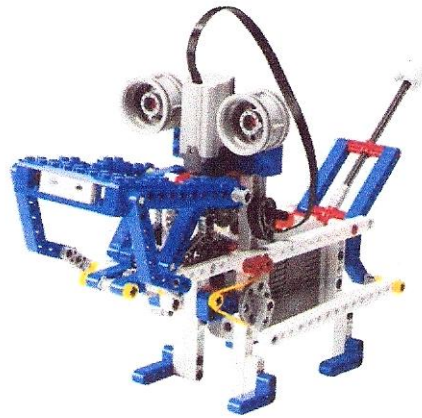
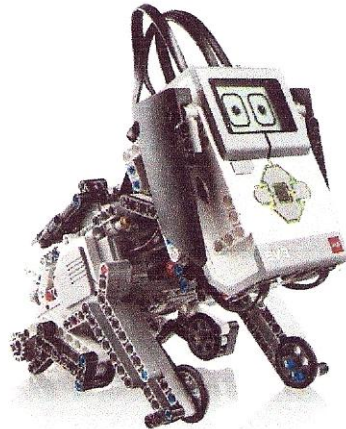
3. Robotik köpeğiniz hangi kasnakları kullandığınızda kuyruğunu daha hızlı sallıyor?

	Tahminim	Ne oldu?
1 	Yavaş sallar	Yavaş salladı
2 	Hızlı sallar	Orta salladı
3 	Orta sallar	Hızlı salladı

4. Kuyruğunu en hızlı hareket ettiren mutlu bir köpek için tasarımınız nasıl olmalı? Neden?

Kuyruğuna kasnaklar bağlı, en hızlı hareket eden kasnak fekli de 3 numara oldu. Döndüren büyük çünkü.

Önerilen Modeller

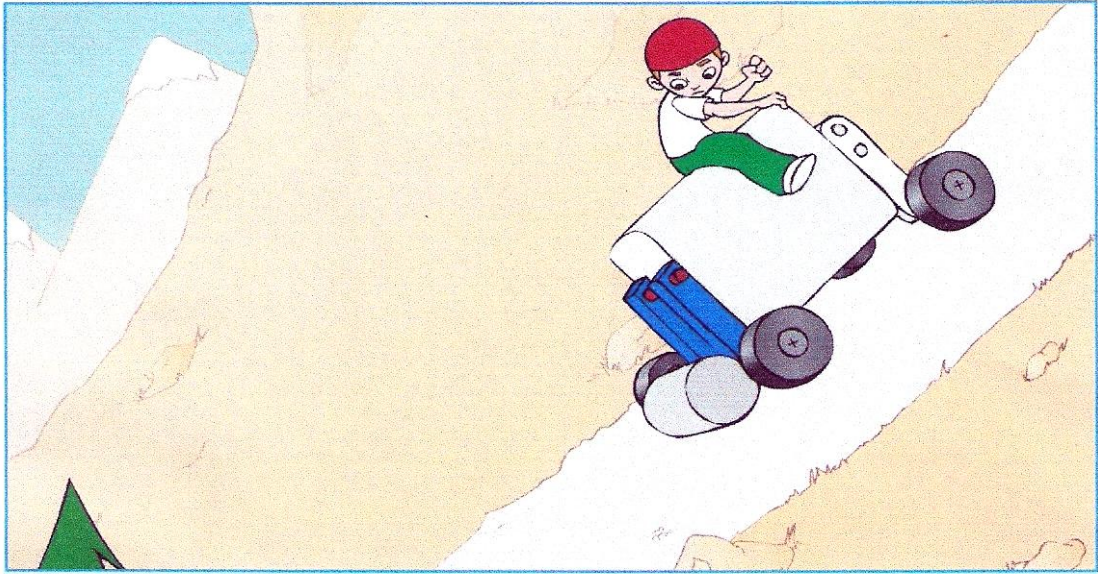


Robotik Motorlu Araba

Grup üyeleri: İsmail, Kaan, Kemal, Mustafa Burak

Problem Durumu

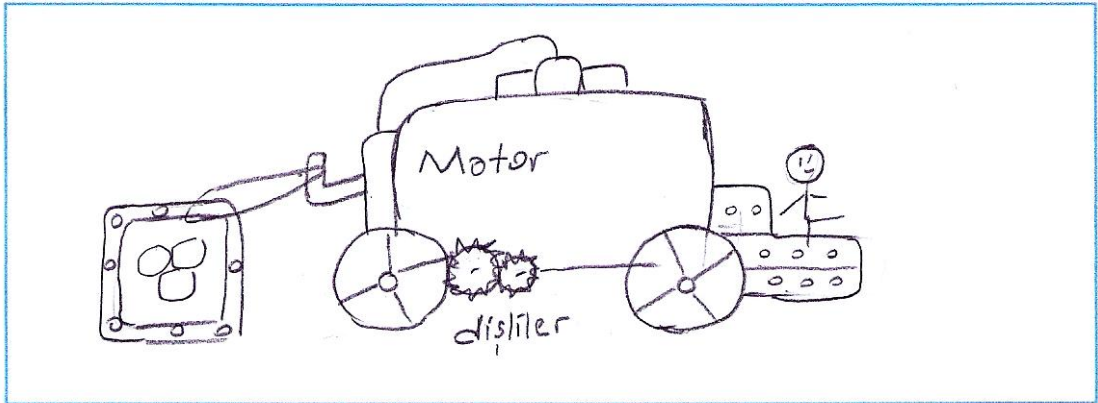
Ela ve Emre evlerinin arkasında bulunan tepede motorlu arabalarını denemekteydiler. Araba düz yolda gayet güzel çalışıyordu ama tepelere tırmanmak için uygun bir yapıya sahip değildi. Araba tepelere tırmanırken patinaj yapmakta ve giderken de ön ucu yerden sürekli kalkmaktaydı. Emre araç ağır olursa bu hareketleri yapamayacağını, Ela ise tekerleklerin ve dişlilerin yokuş çıkan bir araç için yanlış seçildiğini düşünüyordu. Lego parçalarını kullanarak basit makinelerden oluşan tepelere tırmanan güçlü bir arabayı nasıl yapabiliriz?



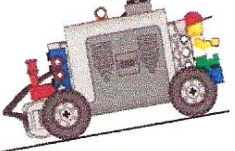
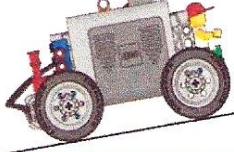
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir araba inşa edin ki yokuş yukarı en fazla yükü en hızlı çıkabilmeli.
- 50 cm yükseklikte ve 1 m uzunlukta bir deney rampası hazırlayın ve arabanızı test edin.

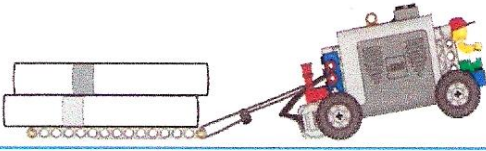
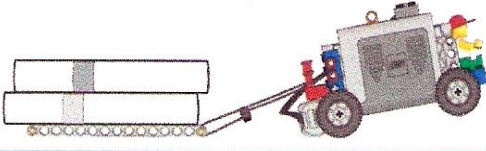
1. Favori motorlu arabam! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. En hızlı yokuş yukarı çıkan motorlu araba hangisi? Neden?

	Tahminim	Ne oldu?
 <p>- Küçük tekerlekler ile</p>	Yavaş hareket eder.	Yavaş hareket etti.
 <p>- Büyük tekerlekler ile</p>	Hızlı hareket eder.	Hızlı hareket etti.

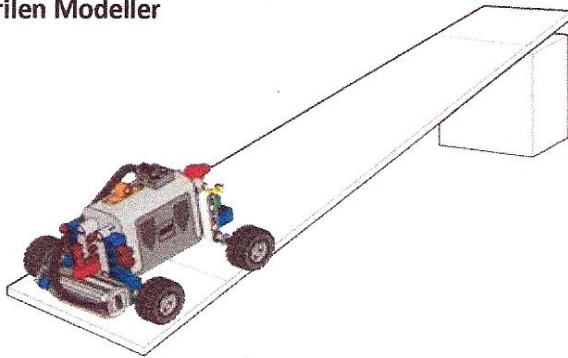
3. En güçlü (en fazla yükü yukarı çıkarabilen) motorlu araba hangisi? Neden?

	Tahminim	Ne oldu?
<p>- Döndüren dişlisi büyük</p> 	Hızlı, güçlü hareket eder.	Hızlı, güçlü hareket etti.
<p>- Döndüren dişlisi küçük</p> 	Yavaş, güçsüz hareket eder.	Yavaş, güçsüz hareket etti.

4. Eğik düzlemin boyunu ve yüksekliğini değiştirince ne oldu? Neden?

Eğik düzlemin yüksekliğini arttırınca araba zorlandı yavaşladı.
Eğik düzlemin boyunu arttırınca ise daha kolay hareket etti.

Önerilen Modeller



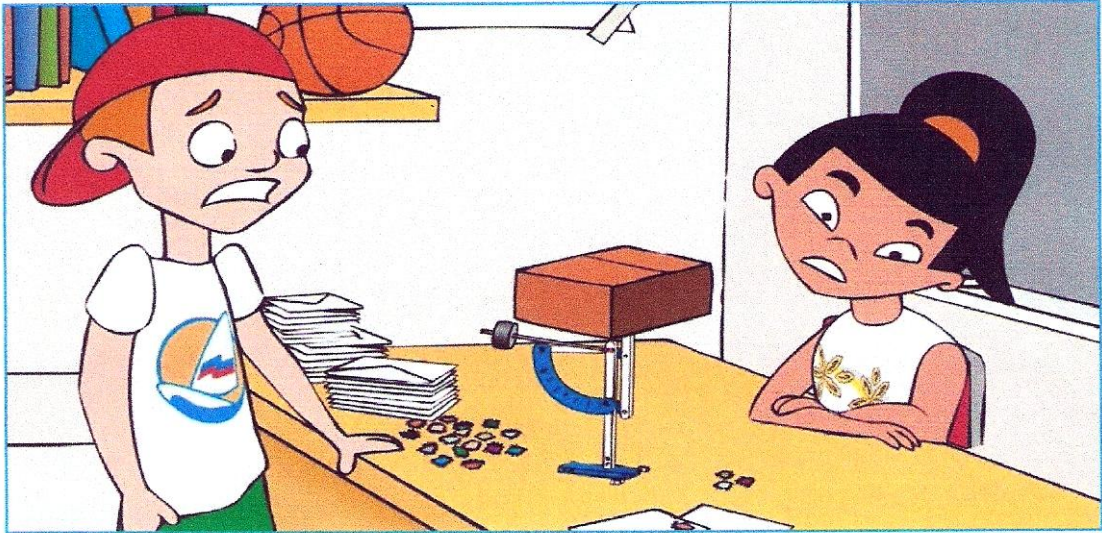
EK 11.2. Deney-2 Grubu Öğrenci Çalışma Yaprakları

El Yapımı Akıllı Terazi

Grup üyeleri: Osman, Murtaza Mert, Betül Zehra, Kadriye

Problem Durumu

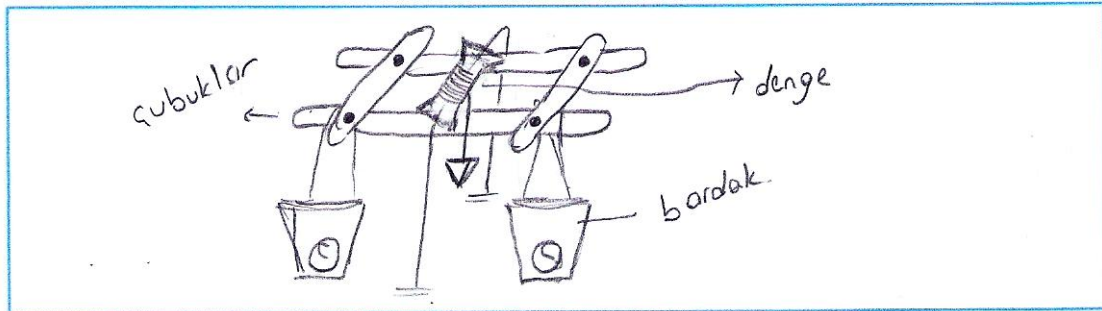
Ela ve Emre okulda postane hizmeti kurmak istediler. Okuldaki tüm arkadaşlarına mektup yazıp göndereceklerdi. Mektupları önce tartıp sonra üzerine uygun pulları yapıştırmaya karar verdiler. Emre de anneannesinin doğum günü için ona çok büyük bir koli hediye göndermek istiyordu. Paketini hazırlayıp en uygun pulu seçmek için Ela'nın yanına gitti. Ama kutunun ağırlığına nasıl karar vereceklerdi? Acaba bunun için çevredeki basit malzemeleri kullanarak basit makinelerden oluşan nasıl bir terazi yapabilirler?



Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle akıllı bir terazi inşa edin ki en ağır cismi en doğru şekilde tartabilmeli.
- Denge ağırlığını artırarak farklı denemeler yapın.

1. Benim hatasız tartan akıllı terazim! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. El yapımı teraziniz hangi basit makinelerden oluşuyor?

Bizim el yapımı teraziniz bir kaldıraç türü ve 1-tip destek ortada.

3. El yapımı terazinizle 3 farklı cisim tartarak aşağıdaki tabloya yazınız.



	Cisimlerim	Tahminim (gram)	Ölçüm sonucu (gram)
1	Yapıştırıcı	5 gram	10 gram
2	Silgi	2 gram	5 gram
3	Makas	15 gram	10 gram

4. El yapımı terazinizde daha ağır cisimler tartabilmek için neler yapmalısınız? Neden?

Güçlendirmeliyiz ve büyük terazi kullanmalıyız. Ağır cisimler büyük terazide dengeyi bozmaz çünkü dengeyi iyi sağlamalıyız. Ancak böyle olur, yoksa yanlış tartabilir. Bir de daha kalın ve sağlam ip lazım.

Önerilen Model Yoksa kopar hemen.



El Yapımı Süper Vinç

Grup üyeleri: Serife, Aysun, Leylana, Sevim

Problem Durumu

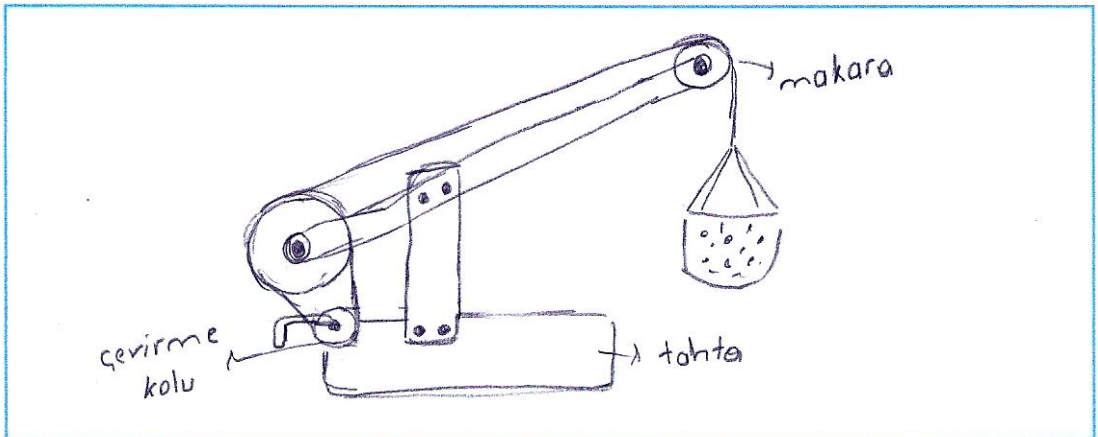
Emre, Ela ve köpekleri Dost'un muhteşem bir ağaç evleri var. Ancak eve tırmanmaları ve evden aşağıya inmeleri kolay olmuyor. Tabi bir de evde ihtiyaç malzemesi depolamak isterlerse, o zaman durum daha da vahim oluyor. Acaba bunun için basit malzemeleri kullanarak basit makinelerden oluşan nasıl bir vinç yapabilirler? Emre ve Ela'ya bir çözüm önerip yardım edebilir misin?



Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir vinç inşa edin ki devrilmeden en az bir ağırlık tuğlasını (50 g) taşıyabilmeli.
- Bir nesneyi en az 20 cm havaya kaldıracabilmeli.

1. Benim süper vincim! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)

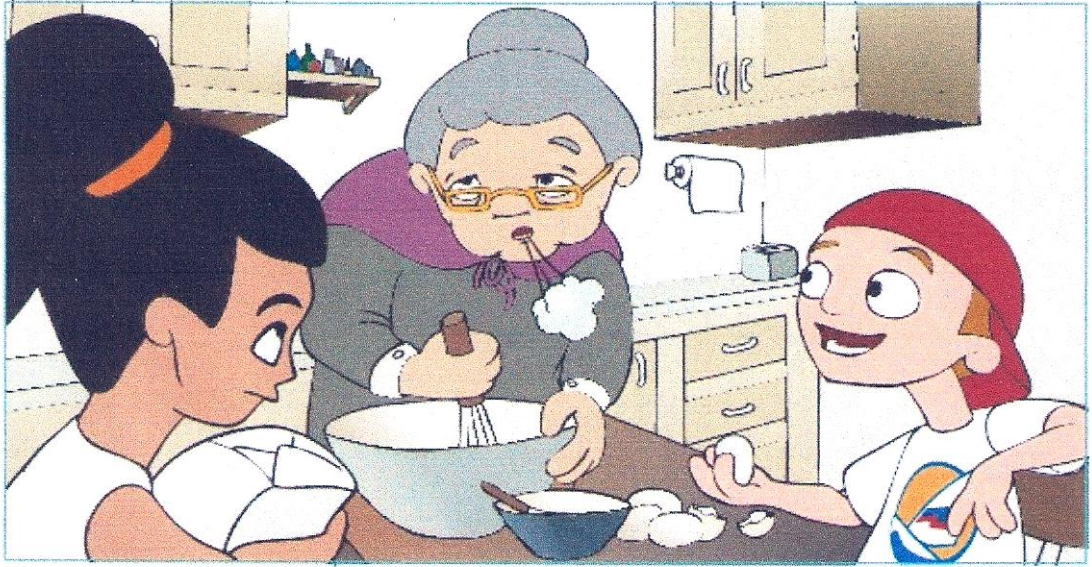


El Yapımı Hızlı Çırpıcı

Grup üyeleri: Arda, Mehmet, Furkan, Tufan Kıraç

Problem Durumu

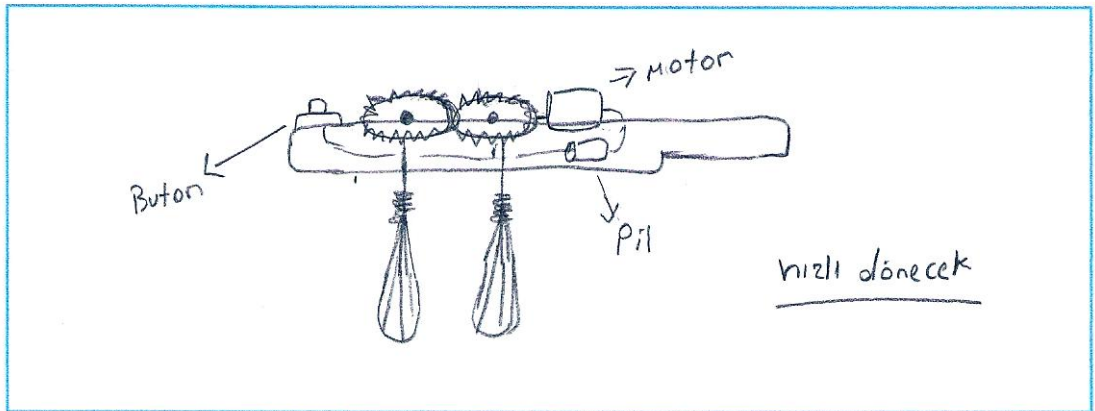
Ela'nın büyükannesi kek veya börek yapmak için yumurtaları el çırpıcısı ile çırpıtığında kolu yorulmaktadır. Büyükannenin yumurtaları çırpmasının daha kolay bir yolu var mı? Bir çözüm önerip yardım edebilir misin? Çevredeki basit malzemeleri kullanarak basit makinelerden oluşan nasıl hızlı bir çırpıcı yapılabilir?



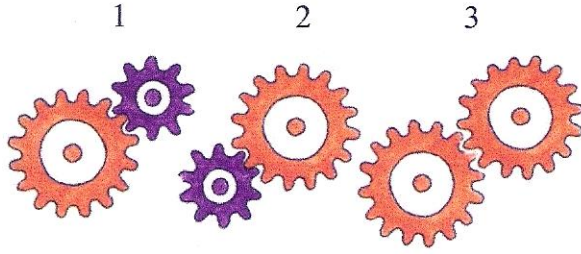
Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle bir çırpıcı inşa edin ki kolları çok hızlı hareket etmeli.
- Çırpma mekanizması çevirme kolundan en az 10 cm uzakta olmalı.

1. Benim hızlı çırpıcım! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



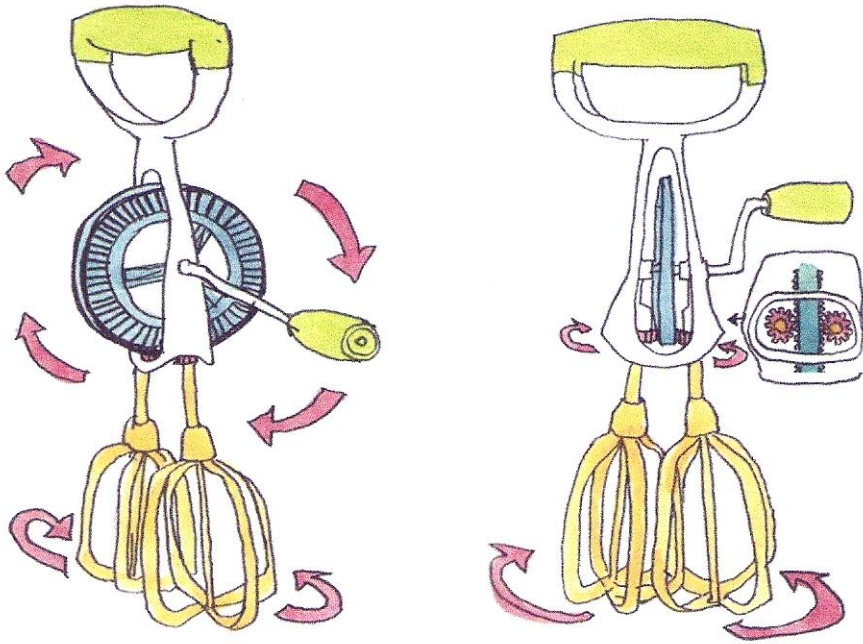
2. Aşağıdaki dişli çarkların dönüş hızlarını test ediniz. Hangisi çirpici için daha uygun? Neden?



Denemelerim	Tahminim	Ne oldu?
1	Orta	Hızlı
2	Yavaş	Yavaş
3	Hızlı	Orta

1 numara daha uygun en hızlı döndüğü için. Çünkü döndüren dişlisi büyük, döndürülen dişlisi küçük. Hepsini test ettik ve bu sonuca vardık. Eminiz son kararımız.

Önerilen Model

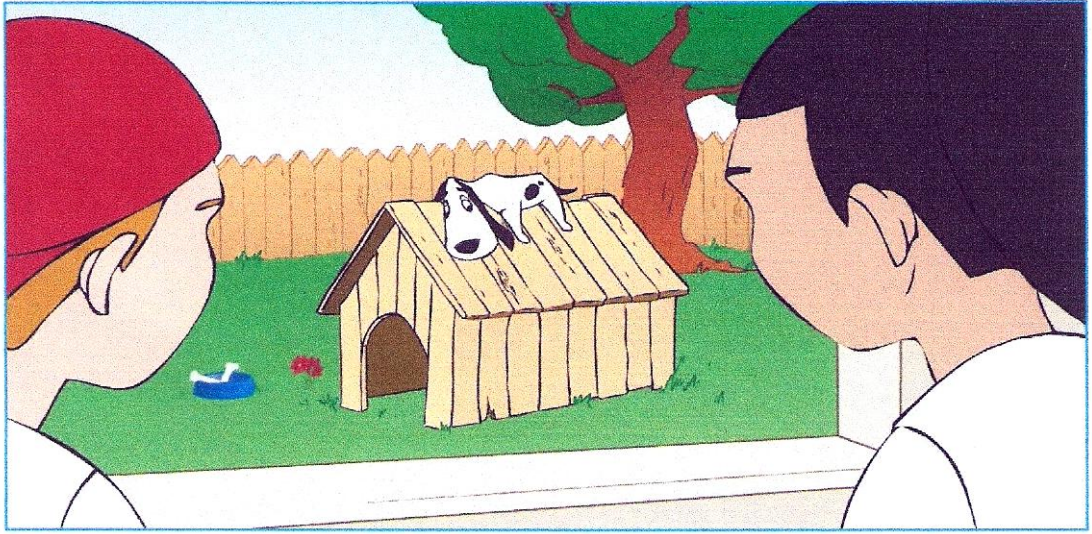


El Yapımı Mekanik Köpek

Grup üyeleri: Ebrar, İsmail, Ömer, Ahmet Ege

Problem Durumu

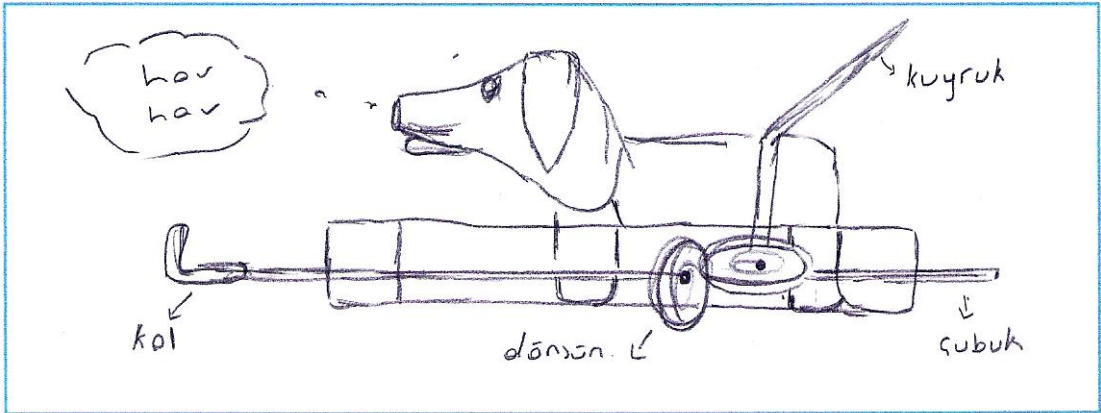
Ela ve Emre'nin sevimli köpekleri Dost çok sıkılmıştı. Kendisini mutlu edebilecek, beraber oynayabileceği ve kemiğini paylaşabileceği bir arkadaş hayal ediyordu. Bunu gören Ela ve Emre'nin o sırada aklına bir fikir geldi. Dost'a belki de eğlenceli ve heyecan verici bir arkadaş yapabilirlerdi. Acaba köpekleri için basit malzemeleri kullanarak basit makinelerden oluşan nasıl bir arkadaş yapabilirler? Onlara bir çözüm önerip yardım edebilir misin?



Etkinlik için Ön Bilgiler

- Öyle sevimli bir köpek inşa edin ki mutlu olduğunda kuyruğunu sallamalı.
- Kuyruk hareketini sağlamak için kasnakları kullanarak farklı denemeler yapın.

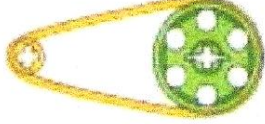
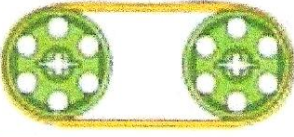
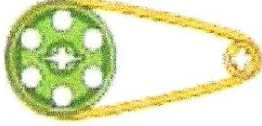
1. Benim sevimli mutlu köpeğim! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. El yapımı köpeğiniz hangi basit makinelerden oluşuyor?

Birbirine bağlı kasnaklardan oluşuyor

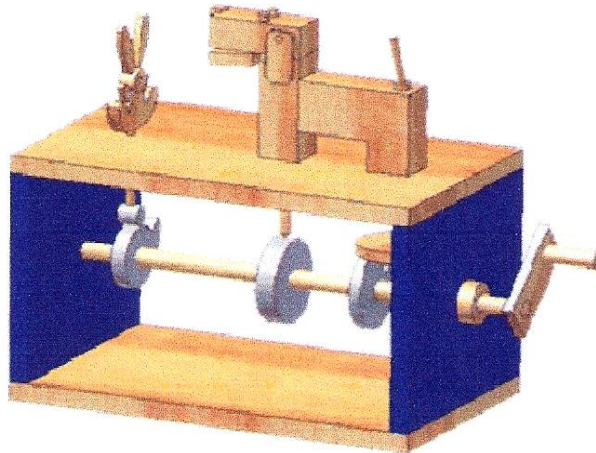
3. El yapımı köpeğiniz hangi kasnakları kullandığınızda kuyruğunu daha hızlı sallıyor?

		Tahminim	Ne oldu?
1		Yavaş sallar	Yavaş salladı
2		Hızlı sallar	Orta salladı
3		Orta sallar	Çok hızlı salladı

4. Kuyruğunu en hızlı hareket ettiren mutlu bir köpek için tasarımınız nasıl olmalı? Neden?

Çevirme koluna bağlı kasnak ne kadar büyük olursa kuyruğa bağlı kasnağı o kadar hızlı çeviriyor. Sırrı bu

Önerilen Model

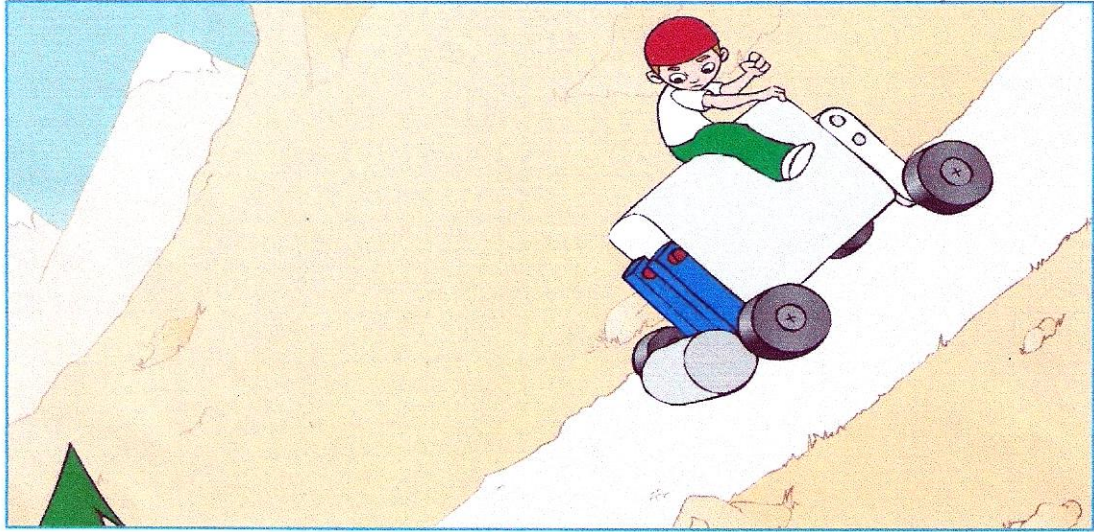


El Yapımı Motorlu Araba

Grup üyeleri: Şule, Beyzanur, Hira Nur, Hatice

Problem Durumu

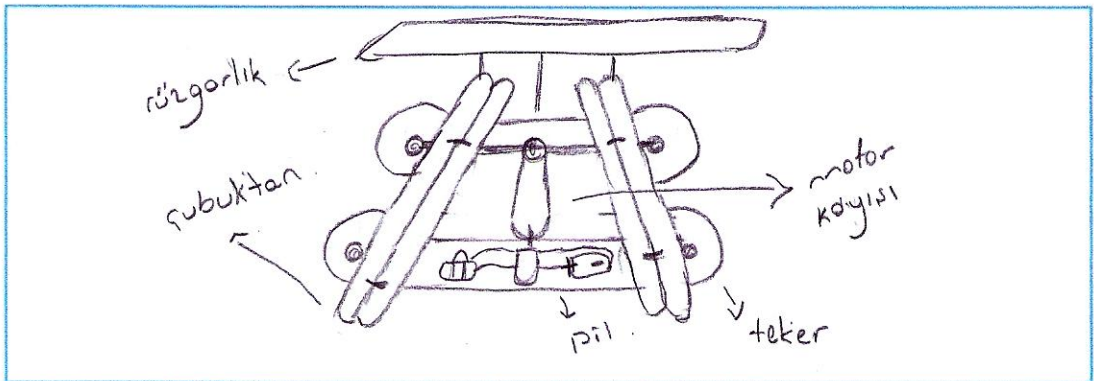
Ela ve Emre evlerinin arkasında bulunan tepede motorlu arabalarını denemekteydiler. Araba düz yolda gayet güzel çalışıyordu ama tepelere tırmanmak için uygun bir yapıya sahip değildi. Araba tepelere tırmanırken patinaj yapmakta ve giderken de ön ucu yerden sürekli kalkmaktaydı. Emre araç ağır olursa bu hareketleri yapamayacağını, Ela ise tekerleklerin ve dişlilerin yokuş çıkan bir araç için yanlış seçildiğini düşünüyordu. Basit makinelerden oluşan tepelere tırmanan güçlü bir arabayı çevrelerindeki basit malzemeleri kullanarak nasıl yapabilirler?



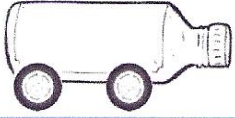
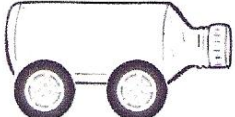
Etkinlik İçin Ön Bilgiler

- Öyle bir araba inşa edin ki yokuş yukarı en fazla yükte en hızlı çıkabilmeli.
- 50 cm yükseklikte ve 1 m uzunlukta bir deney rampası hazırlayın ve arabanızı test edin.

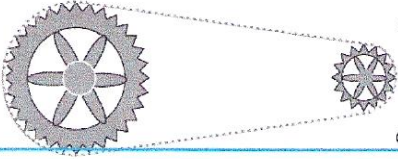
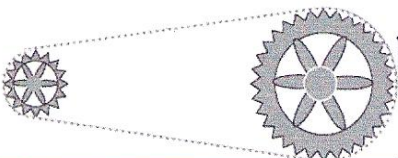
1. Favori motorlu arabam! (Lütfen tasarımınızı çiziniz)



2. En hızlı yokuş yukarı çıkan motorlu araba hangisi? Neden?

	Tahminim	Ne oldu?
 <p>- Küçük tekerlekler ile</p>	Yavaş hareket eder	Yavaş hareket etti
 <p>- Büyük tekerlekler ile</p>	Hızlı hareket eder.	Hızlı hareket etti

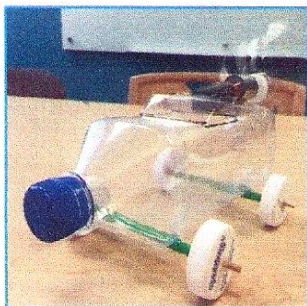
3. En güçlü (en fazla yükü yukarı çıkarabilen) motorlu araba hangisi? Neden?

	Tahminim	Ne oldu?
<p>- Döndüren dişlisi büyük</p>  <p>Büyük küçüğü kolay çevirir</p>	Hızlı, güçlü hareket eder	Hızlı, güçlü hareket etti.
<p>- Döndüren dişlisi küçük</p>  <p>Küçük büyüğü kolay çeviremez</p>	Yavaş, güçsüz hareket eder.	Yavaş, güçsüz hareket etti.

4. Eğik düzlemin boyunu ve yüksekliğini değiştirince ne oldu? Neden?

Yükseklik fazla olunca araba yokuş yukarı çıkmada zorlandı. Hatta patinaj yaptı. Boyunu arttırınca biraz rahat gitti.

Önerilen Modeller



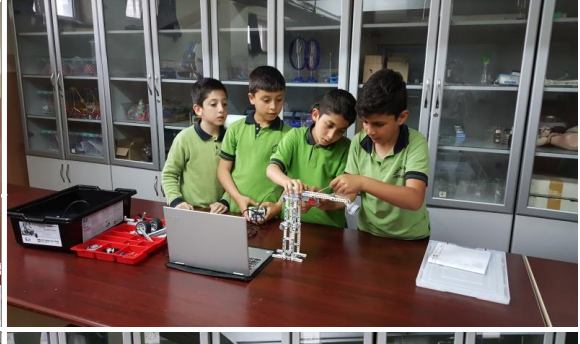
EK 12. Temel Eğitim (Ortaokul 5. Sınıf) Düzeyi Uygulama Resimleri

EK 12.1. Deney-1 Grubu Uygulama Resimleri









EK 12.2. Deney-2 Grubu Uygulama Resimleri







EK 13. Araştırma İzin Yazıları**MELİKGAZİ İLÇE MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ'NE
KAYSERİ**

Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda doktora öğrencisiyim. Aynı zamanda Melikgazi İlçesi Osman Kavuncu Ortaokulu'nda Fen Bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktayım. Okulumuzda okul öncesi ve 5. sınıf öğrencilerinin katılımıyla Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen **“Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle Yapılan STEM Uygulamalarının Karşılaştırılması”** isimli doktora tezim kapsamında çeşitli çalışmalar yapmak istiyorum. Projeden elde edilen veriler hazırladığım doktora tezimde kullanılacaktır. Uygulama çalışmasında kullanılacak olan belgeler dilekçem ekinde sunulmuştur. Gereğini saygılarımla arz ederim.



02.10.2017

Ayşe KOÇ

Fen Bilimleri Öğretmeni

- Ekler:** 1) Doktora Tez Bilgi Formu
2) Problem Çözme Becerileri Ölçeği
3) Akademik Benlik Kavramı Ölçeği

Adres: Osman Kavuncu Ortaokulu
Melikgazi/ KAYSERİ



T.C
MELİKGAZİ KAYMAKAMLIĞI
İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı: 89580450-903.07.01-E.7696033
Konu: Uygulama İzni

09/10/2017

KAYMAKAMLIK MAKAMINA

İlçemiz Osman Kavuncu Ortaokulu Fen Bilimleri öğretmeni Ayşe KOÇ'un kendi okulunda okul öncesi ve 5. sınıf öğrencilerinin katılımıyla Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen "**Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle Yapılan STEM Uygulamalarının Karşılaştırılması**" isimli doktora tezi kapsamında çeşitli çalışmalar yapmak istediği ile ilgili dilekçesi ve belgeleri ilişikte sunulmuştur.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Hacı KAYA
İlçe Milli Eğitim Müdürü

ASLININ FOTOKOPİSİDİR

OLUR
09/10/2017

Mustafa KILIÇ
Kaymakam V.

- Ekler:** 1) Doktora Tez Bilgi Formu
2) Problem Çözme Becerileri Ölçeği
3) Akademik Benlik Kavramı Ölçeği




ÖĞRENCİ VELİ İZİN FORMU

Sayın Veli,

Okulumuzda Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen **“Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle Yapılan STEM Uygulamalarının Karşılaştırılması”** isimli doktora tezi kapsamında çeşitli çalışmalar yapılacaktır. Projede öğrenciler bilim uygulamaları kapsamında, robotik destekli ve basit malzemelerle STEM temelli fen etkinlikleri gerçekleştirecek ve bir problemin çözümüne yönelik ürün tasarımı yapacaklardır. Uygulama sırasında öğrencilerin verdiği bilgiler ve çekilen fotoğraflar bilimsel amaçlı yayımlarda kullanılacaktır.

Velisi bulunduğum öğrencinin çalışmaya katılmasını ve uygulama sonucunda elde edilen bilgi ve fotoğrafların bilimsel amaçlı yayımlarda kullanılmasını kabul ediyorum.

Tarih : 12/10/2017
Adı-Soyadı : Mustafa AYDIN
İmza : 

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Ayşe KOÇ
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri: 16.01.1986-SİVAS
E-mail: draysekoc@hotmail.com
Yazışma Adresi: Osman Kavuncu Ortaokulu
 Melikgazi/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	ERÜ Fen Bilgisi Eğitimi	2012
Lisans	CÜ Fen Bilgisi Öğretmenliği	2008
Lise	Selçuk Anadolu Lisesi, Sivas	2003

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2013-Halen	Osman Kavuncu Ortaokulu	Fen Bilimleri Öğretmeni
2010-2013	Yemliha Sami Yangın İlköğretim Okulu	Fen Bilimleri Öğretmeni
2008-2010	Yapak Vakfi Özköyler İlköğretim Okulu	Fen Bilimleri Öğretmeni

YABANCI DİL

İngilizce (B2)

GOOGLE AKADEMİK LİNKLERİ ve H İNDEKSİ

Google Akademik Atıf Sayısı: 104

Web of Science H İndeksi: 5

KAZANILAN ÖDÜLLER VE BURSLAR

1. Bilimsel Yayın Teşviki, Erciyes Üniversitesi Vakfı, Kasım 2015.
2. Bilimsel Yayın Teşviki, Erciyes Üniversitesi Vakfı, Mart 2014.
3. Bilim İnsanı Destekleme Programı, Doktora Bursu, TÜBİTAK, 2013-2017.
4. Bilim İnsanı Destekleme Programı, Yüksek Lisans Bursu, TÜBİTAK, 2010-2012.
5. CÜ Eğitim Fakültesi Mezuniyet Birincisi ve Yüksek Onur Öğrencisi, 2008.

DESTEKLENEN PROJE VE YARIŞMALAR

1. Osman Kavuncu Ortaokulu Bilim Fuarı, *TÜBİTAK 4006 Projesi*, H18B274, Yürütücü, Melikgazi-Kayseri, 2018.
2. Eğlencere Öğrenelim Bilim ve Teknoloji Şenliği, *TÜBİTAK 4007 Projesi*, 116B041, Atölye Lideri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2016.
3. Özel ve Üstün Yetenekli Öğrenciler Arası V. Ulusal Robot ve Teknoloji Yarışması, Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü ve Çetin Şen Bilim ve Sanat Merkezi, Hakemlik, 30 Mayıs-1 Haziran 2016.
4. Okul Öncesi ve Temel Eğitimde Robotik Destekli Fen Laboratuvarı ile Basit Malzemelerle Yapılan Fen Laboratuvarı Uygulamalarının Karşılaştırılması, *Erciyes Üniversitesi BAP Doktora Tez Projesi*, SDK-2015-5989, Araştırmacı, 2015.
5. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Öğretiminde Robotların Kullanılması ve Çevre Dostu Davranışlara Etkisi, *Erciyes Üniversitesi BAP Normal Araştırma Projesi*, FBA-2014-5405, Araştırmacı, 2014.
6. Erciyes Dağı ve Çevresi Bilim ve Doğa Okulları-III, *TÜBİTAK 4004 Projesi*, 113B018, Rehber, 2013.
7. Fen ve Teknoloji Öğretiminde Robotlarla Yapılan Deneysel Uygulamalar: Roboratuvar, *Erciyes Üniversitesi BAP Yüksek Lisans Tez Projesi*, FBY-11-3741, Araştırmacı, 2011.

KATILDIĞI BİLİMSEL KONGRE VE TOPLANTILAR

1. 28. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi [28th International Conference on Educational Sciences] (ICES-UEBK), Ankara-Türkiye, 25-28 Nisan 2019.

2. III. Erciyes Mühendislik Zirvesi, Kayseri-Türkiye, 5-7 Aralık 2018.
3. Fatih Projesi Eğitim Teknolojileri Zirvesi, Ankara-Türkiye 2-3 Kasım 2018.
4. 14th International JTEFS/BBCC Conference: Sustainable Development, Culture, Education, Konya-Turkey, 12-14 May 2016.
5. 2nd International Congress on Education, Distance Education and Educational Technology-ICDET, Antalya-Türkiye, 5-6 Şubat 2016.
6. STEM & Makers Fest/Expo-Türkiye ve 1. STEM Öğretmenler Konferansı: SAILS (Araştırmaya Dayalı Bilim Öğretiminde Değerlendirme Stratejileri), Hacettepe Üniversitesi, 7-8 Eylül 2015.
7. 2nd International Eurasian Educational Research Congress-EJER, Hacettepe Üniversitesi, Ankara-Türkiye, 8-10 Haziran 2015.
8. 24. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Niğde Üniversitesi, 16-18 Nisan 2015.
9. Araştırmaya Dayalı Bilim Öğretiminde Değerlendirme Stratejileri-SAILS Çalıştayı, Kayseri Çetin Şen BİLSEM, 22-23 Kasım 2014 ve 18-19 Nisan 2015.
10. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK), Çukurova Üniversitesi, Adana, 11-14 Eylül 2014.
11. IV. Ulusal İlköğretim Bölümleri Öğrenci Kongresi, Nevşehir Üniversitesi, 8-9 Kasım 2013.
12. International Symposium on Changes and New Trends in Education, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya-Türkiye, 22-24 Kasım 2013.
13. ULEAD 2013 Annual Congress: International Congress on Research in Education/ICRE-Multi-paradigmatic Transformative Research in Education: Challenges and Opportunities, Ürgüp/Nevşehir, 31 Mayıs-2 Haziran 2013.
14. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK), Niğde Üniversitesi, 27-30 Haziran 2012.

KATILDIĞI MESLEKİ EĞİTİM SEMİNERLERİ VE KURSLAR

1. İlk Yardım Eğitimi Kursu, Kayseri İl MEM, 8-9 Nisan 2019.
2. Zeka Oyunları Kursu-I, Kayseri İl MEM, 17-21 Aralık 2018.

3. AB Projeleri Hazırlama Teknikleri Kursu, Kayseri İl MEM, 3-7 Aralık 2018.
4. FATİH Projesi - Eğitimde Teknoloji Kullanımı Kursu, Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü, 19-23 Kasım 2018.
5. ROBOTIS Dream Uluslararası Temel Robotik - Kodlama Eğitimci Eğitimi Kursu, Kayseri İl MEM, 22-26 Ekim, 2018.
6. SANLAB Abilix Robotik - Kodlama Eğitici Eğitimi Kursu, Kayseri İl MEM, 1-2 Ekim 2018.
7. Kapsayıcı Eğitim - Geçici Koruma Altındaki Çocuklarla Çalışma Kursu, Kayseri İl MEM, 1-9 Ekim 2018.
8. LEGO Education ile STEM Eğitimi, Kayseri İl MEM, 26-27 Eylül 2018.
9. Özel Öğrenme Güçlüğü Farkındalık Eğitimi Semineri, Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü, 20 Şubat 2018.
10. Dil ve Konuşma Güçlüğü Farkındalık Eğitimi Semineri, Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü, 14 Şubat 2018.
11. STEM Materyalleri ve Uygulama Semineri, Kayseri İl MEM, 21-23 Haziran 2016.
12. Temel İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitim Kursu, Kayseri İl MEM, 2-3 Haziran 2016.
13. Özel Eğitim Hizmetleri Semineri, Kayseri İl MEM, 11 Mayıs 2016.
14. XII. Eğitimde İyi Örnekler Konferansı Kayseri Yerel Çalıştayı, 3 Eylül 2015.
15. Araştırmaya Dayalı Bilim Öğretiminde Değerlendirme Stratejileri-SAILS Çalıştayı, Kayseri Çetin Şen BİLSEM, 22-23 Kasım 2014 ve 18-19 Nisan 2015.
16. Ölçme ve Değerlendirme Farkındalık Semineri, Kayseri İl MEM, 3-5 Mart 2014.
17. Fatih Projesi Bilişim Teknolojilerinin ve İnternetin Bilinçli ve Güvenli Kullanımı Semineri, Kayseri İl MEM, 8-9 Mayıs 2014.
18. Ekolojik Okuryazarlık Semineri, Kayseri İl MEM, 20-23 Haziran 2014.

YAPTIĞI TEZLER

Yüksek Lisans, Robotik Destekli Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları: RoboLab, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi, Haziran, 2012.

YAYINLAR

Uluslararası Kitap Bölümleri

1. **Koç, A.,** & Büyük, U. (2019). Fen eğitiminde robotik destekli STEM (RoboSTEM) uygulamaları, U. Büyük (Ed.), *Fen Eğitimi Araştırmaları: Yeni Yaklaşımlar ve Teknolojik Uygulamalar* içinde (ss. 5-37), IKSAD International Publishing House, Ankara.
2. Okkesim-Akkoç, B., **Koç, A.,** Yıldırım, T., & Büyük, U. (2019). Robotik uygulamalarının bilimsel süreç becerileri ve fen bilimleri dersine yönelik tutuma etkisi, U. Büyük (Ed.), *Fen Eğitimi Araştırmaları: Yeni Yaklaşımlar ve Teknolojik Uygulamalar* içinde (ss. 38-60), IKSAD International Publishing House, Ankara.
3. Büyük, U., **Koç, A.,** Tanık-Önal, N., & Eraslan-Güney, M. (2019). Robotik uygulamaları ile yenilenebilir enerji ve çevre öğretimi, U. Büyük (Ed.), *Fen Eğitimi Araştırmaları: Yeni Yaklaşımlar ve Teknolojik Uygulamalar* içinde (ss. 61-90), IKSAD International Publishing House, Ankara.

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. **Koç-Şenol, A.,** & Büyük, U. (2015). Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: RoboLab, *Turkish Studies-ISSN:1308-2140*, Volume 10/3, Winter 2015, DOI Number: <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.7953>, p.213-236.
2. **Koç, A.,** & Büyük, U. (2013). Fen ve teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: Robotik uygulamaları, *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), p.139-155.
3. **Koç, A.,** & Büyük, U. (2012). Basit malzemelerle yapılan deneylerin fene yönelik tutuma etkisi, *Journal of Turkish Science Education*, 9(4), p.102-118.
4. Demir, S., Büyük, U., & **Koç, A.** (2011). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar şartları ve kullanımına ilişkin görüşleri ile teknolojik yenilikleri izleme eğilimleri, *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), s.66-79.

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. Büyük, U., **Koç-Şenol, A.**, & Erol, M. (2014). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin formal ve informal fen ve teknoloji öğrenimine yönelik tutumları: Yozgat örneği, *Journal of Educational Sciences*, 1(1), p.51-62.
2. Büyük, U., **Koç, A.**, Erol, M., & Engin, S. (2013). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilim ve teknolojiye yönelik tutumları ve gelecekle ilgili planları, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(2), s.178-184.
3. Eraslan, M., **Koç-Şenol, A.**, Kılınç, A., & Büyük, U. (2013). Üstün zekalı öğrencilerin fen öğretiminde robot teknolojisinin kullanımına yönelik görüşleri, *Researcher: Social Science Studies*, 1(1), p.24-39.

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Yayınlanan Bildiriler

1. **Koç, A.**, & Büyük, U. (2019). Çer-Çöp ile STEM: Basit malzemelerden basit makineler [özet], *28th International Conference on Educational Sciences (ICES-UEBK)*, Ankara-Türkiye, 25-28 Nisan, s.547.
2. **Koç, A.**, & Büyük, U. (2019). Robotik destekli STEM (RoboSTEM) uygulama örnekleri [özet], *28th International Conference on Educational Sciences (ICES-UEBK)*, Ankara-Türkiye, 25-28 Nisan, s.596.
3. **Koç-Şenol, A.**, Okkesim, B., & Büyük, U. (2016). The effect of robotic applications on students' scientific process skills and attitudes towards science lesson [abstract], *14th International JTEFS/BBCC Conference: Sustainable Development, Culture, Education*, Konya-Turkey, 12-14 May, p.56.
4. Eraslan-Güney, M., **Koç-Şenol, A.**, & Büyük, U. (2016). The effect of using robot technology in teaching of renewable energy sources on achievement and creativity [abstract], *14th International JTEFS/BBCC Conference: Sustainable Development, Culture, Education*, Konya-Turkey, 12-14 May, p.55.
5. **Koç-Şenol, A.**, Büyük, U., Tanık, N., & Eraslan-Güney, M. (2016). Çevreye yönelik tutum ve çevre dostu davranışlara yenilenebilir enerji konulu robotik uygulamalarının etkisi [özet], *2nd International Congress on Education, Distance Education and Educational Technology-ICDET*, Antalya-Türkiye, 5-6 Şubat, s.32-33.

6. Eraslan-Güney, M., **Koç-Şenol, A.**, & Büyük, U. (2016). Robot teknolojisi ile fen bilimleri öğretimi: Yenilenebilir enerji kaynakları konulu örnek etkinlikler [özet], *2nd International Congress on Education, Distance Education and Educational Technology-ICDET*, Antalya-Türkiye, 5-6 Şubat, s.31-32.
7. **Koç-Şenol, A.**, Büyük, U., Tanık, N., & Eraslan-Güney, M. (2015). Yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminde eğitsel bir araç olarak robotların kullanılması [özet], *2nd International Eurasian Educational Research Congress-EJER*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara-Türkiye, 8-10 Haziran, s.991-993.
8. Okkesim, B., **Koç-Şenol, A.**, & Büyük, U. (2015). Fen bilimleri öğretiminde robotik uygulamaları: 8. sınıf maddenin halleri ve ısı ünitesi örneği [özet], *2nd International Eurasian Educational Research Congress-EJER*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara-Türkiye, 8-10 Haziran, s.1101-1103.
9. Kılınç, A., **Koç-Şenol, A.**, Eraslan, M., & Büyük, U. (2013). Robotik destekli fen öğretimi: BİLSEM örneği [tam metin], *International Symposium on Changes and New Trends in Education*, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya-Türkiye, 22-24 Kasım, Bildiri Kitapçığı Cilt 1, s.65-75.
10. Erol, M., Büyük, U., & **Koç, A.** (2013). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin formal ve informal fen ve teknoloji öğretimine yönelik tutumları: Yozgat örneği [özet], *ULEAD 2013 Annual Congress: International Congress on Research in Education/ICRE*, Nevşehir Üniversitesi, Ürgüp/Nevşehir, 31 Mayıs-2 Haziran, s.153.
11. Büyük, U., & **Koç-Şenol, A.** (2012). The effect of science and technology laboratory supported by robotic on scientific process skills [abstract], *9th International Conference on Hands on Science-HSCI*, Akdeniz University, Antalya-Turkey, 17-21 October, p.230.

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Yayınlanan Bildiriler

1. **Koç-Şenol, A.** (2015). Araştırma ve sorgulamaya dayalı bir fen etkinliği: yumurtadan uzay aracı yapalım [poster], *STEM & Makers Fest/Expo-Türkiye ve 1. STEM Öğretmenler Konferansı*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 7-8 Eylül 2015.

2. **Koç-Şenol, A., & Büyük, U.** (2015). 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde robotik destekli fen etkinlikleri geliştirme, uygulama ve değerlendirme [özet], *24. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi (UEBK)*, Niğde Üniversitesi, 16-18 Nisan, s.244-245.
3. **Koç-Şenol, A., & Büyük, U.** (2015). 7. sınıf fen ve teknoloji ders kitabının yapılandırmacı öğrenme kuramına uygunluğunun öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi [özet], *24. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi (UEBK)*, Niğde Üniversitesi, 16-18 Nisan, s.243-244.
4. **Koç-Şenol, A., & Büyük, U.** (2014). Fen eğitiminde robotik kullanımı ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi [özet], *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK)*, Çukurova Üniversitesi, Adana, 11-14 Eylül, s.916-917.
5. **Koç-Şenol, A., & Büyük, U.** (2014). Fen eğitiminde bilimsel yaratıcılık ve tutum geliştirmede robotik teknolojisinin kullanımı [özet], *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK)*, Çukurova Üniversitesi, Adana, 11-14 Eylül, s.918.
6. Eraslan, M., **Koç-Şenol, A.**, Kılınc, A., & Büyük, U. (2013). Üstün zekalı öğrencilerin fen öğretiminde robot teknolojisinin kullanımına yönelik görüşleri [özet], *IV. Ulusal İlköğretim Bölümleri Öğrenci Kongresi*, Nevşehir Üniversitesi, 8-9 Kasım.
7. **Koç, A., & Büyük, U.** (2012). Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvarının fene yönelik motivasyona etkisi [özet], *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK)*, Niğde Üniversitesi, 27-30 Haziran, s.131.
8. **Koç, A., & Büyük, U.** (2012). Fene yönelik tutuma basit malzemelerle yapılan deneysel aktivitelerin etkisi [özet], *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK)*, Niğde Üniversitesi, 27-30 Haziran, s.121.