

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK UYGULAMALAR ÜZERİNE
YAPILAN ÇALIŞMALAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP GÖLCÜK

BOLU, EYLÜL - 2021

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK UYGULAMALAR ÜZERİNE
YAPILAN ÇALIŞMALAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP GÖLCÜK

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Dünder Yener

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

Arş. Gör. Dr. Mustafa Yılmaz

BOLU, EYLÜL - 2021

KABUL VE ONAY SAYFASI

Zeynep GÖLCÜK tarafından hazırlanan “**FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK UYGULAMALAR ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 23/08/2021

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

İkinci Danışmanı

Üye

Üye

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. Osman GÖRÜR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 02/09/2021 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 15 olarak tespit edilmiştir.

.....
ZEYNEP GÖLCÜK

ÖZET

FEN EĞİTİMİNDE ROBOTİK UYGULAMALAR ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP GÖLCÜK

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. DÜNDAR YENER)

(İKİNCİ DANIŞMAN: ARŞ.GÖR.DR. MUSTAFA YILMAZ)

BOLU, EYLÜL - 2021

XV+ 99

Teknolojinin gelişmesiyle, toplumsal yaşantıda bireylerin kendilerine yeter hale gelebilmeleri için ihtiyaç duydukları bilgi ve beceriler de farklılaşmaktadır. Teknolojinin amaca uygun ve doğru kullanımına ilişkin dijital okuryazarlık becerisinin kazandırılması önemlidir. İlgili becerilerin kazandırılması için eğitim sisteminde değişikliklere gidilmiştir. Günümüz eğitim sisteminde teknolojinin gelişmesiyle disiplinlerarası yaklaşımlar benimsenmiştir. Disiplinlerarası etkileşimin esas alındığı derslerin başında fen bilimleri dersi yer almaktadır. Fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde son yıllarda STEM, Fen- Mühendislik ve Girişimcilik uygulamalarının fen bilimleri öğretim programı içerisinde ele alındığı görülmektedir. İlgili entegrasyon çalışmalarında genellikle teknoloji temelli robotik uygulamaların eğitime entegre edildiği görülmektedir. Son yıllarda eğitim ortamlarına dahil edilen ve gelecek eğitim sisteminin vazgeçilmez parçası olarak görülen robotik uygulamalara ilişkin yapılan çalışmaların ve uygulamaların incelenmesi bu alandaki genel eğilim ve eksiklikleri fark edebilmek açısından oldukça önemlidir.

Bu araştırmanın amacı, ülkemizde fen eğitiminde yapılan robotik uygulama çalışmalarının incelenmesidir. Araştırma Google Akademik, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi ve ERIC veri tabanları üzerinden fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin 2012-2021 yılları arasında Türkiye’de yapılmış 48 çalışmanın verilerinden oluşmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden sistematik alanyazın incelemesinin kullanılmış olup, çalışma kapsamında araştırmacılar tarafından belirtilen 9 ölçüt bağlamında ilgili çalışmalar analiz edilmiştir.

Elde edilen verilerin analizi sonucunda genellikle ortaokul ve öğretmen adayları ile, 4-6 hafta aralığında, uygulamalı ve deneysel eğitimlerin gerçekleştirildiği, katılımcıların akademik başarı, bilimsel süreç becerileri, tutum, motivasyon gibi bilişsel ve duyuşsal becerilerinin gelişmesine robotik uygulamaların etkisinin incelendiği görülmektedir. İlgili çalışmaların genellikle yüksek lisans tezi ve makale türünde olduğu, araştırma yöntemi olarak genellikle nicel araştırma yönteminin kullanıldığı, teknoloji olarak genellikle Lego, Mikrodenetleyici ve işlemci kart kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda robotik altyapının geliştirilmesi ve eğitim sisteminde öğretim programları çerçevesinde planlı şekilde dahil edilmesi önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Fen Eğitimi, Eğitsel Robotik Uygulamalar, Robotik, Mikroişlemci, Sistematik Alanyazın İncelemesi

ABSTRACT

STUDIES ON ROBOTIC PRACTICES IN SCIENCE EDUCATION
MSC THESIS
ZEYNEP GOLCUK
BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES
DEPARTMENT OF DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE
EDUCATION
(SUPERVISOR: PROF.DR. DÜNDAR YENER)
(CO-SUPERVISOR: ASS. DR. MUSTAFA YILMAZ)
BOLU, SEPTEMBER 2021
XV+99

With the development of technology, the knowledge and skills that individuals need in order to become self-sufficient in social life also differ. It is important to gain digital literacy skills regarding the appropriate and correct use of technology. Changes have been made in the education system in order to gain relevant skills. In today's education system, interdisciplinary approaches have been adopted with the development of technology. Among the courses based on interdisciplinary interaction, the science course takes the lead. When the science curriculum is examined, it is seen that STEM, Science-Engineering and Entrepreneurship practices have been handled within the science curriculum in recent years. In related integration studies, it is seen that technology-based robotic practices are generally integrated into education. Examining the studies and practices on robotic practices, which have been included in educational environments in recent years and are seen as an indispensable part of the future education system, is very important to be able to notice the general trends and deficiencies in this field.

The purpose of this research is to examine the practices of robotics in science education in Turkey. The research consists of the data of 48 studies conducted in Turkey between 2012-2021 on robotic practices in science education through Google Academic, Council of Higher Education National Thesis Center and ERIC databases. In the research, systematic review, which is one of the qualitative research methods, was used, and the relevant studies were analyzed in the context of 9 criteria specified by the researchers within the scope of the study.

As a result of the analysis of the obtained data, it is seen that applied and experimental educations are generally carried out with secondary school and teacher candidates in the range of 4-6 weeks, and the effect of robotic practices on the development of cognitive and affective skills such as academic achievement, scientific process skills, attitude, motivation of the participants is examined. It has been concluded that the relevant studies are generally in the type of master's thesis and article, the quantitative research method is generally used as a research method, and Lego, Microcontroller and processor board are generally used as technology. In accordance with the findings, it is suggested that the robotic infrastructure be developed and included in the education system in a planned manner within the framework of the curriculum.

KEYWORDS: Science Education, Educational Robotic Practices, Robotics, Microprocessor, Systematic Review

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	v
ETİK BEYAN.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLO LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
FOTOĞRAF LİSTESİ	xiii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xiv
TEŞEKKÜR	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Önemi	10
1.2 Araştırmanın Amacı	11
1.3 Araştırma Soruları	11
1.4 Sayıtlar	12
1.5 Sınırlılıklar.....	12
1.6 Tanımlar	12
2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ	
ARAŞTIRMALAR.....	13
2.1 Bilgi İşlemsel Düşünme	13
2.2 Dijital Okuryazarlık	13
2.3 Fen Eğitimde Teknolojinin Kullanımı.....	14
2.4 Fen Eğitimde Eğitsel Robotik Uygulamalar	15
2.5 Kodlama ve Robotik.....	16
2.6 Eğitsel Robotik Setler.....	17
2.6.1 Lego Mindstorms EV3 seti	18
2.6.2 LEGO Education WeDo 2.0	19
2.6.3 Robotis Dream Eğitim Seti	20
2.6.4 Arduino	21
2.6.5 mBot-STEM Eğitim Robot Kiti.....	22
2.6.6 Makey Makey	23
2.6.7 O-Bot Robot Kiti ve iDea Kontrol Kartı	24
2.6.8 Fischertechnik Robotik Seti.....	25
2.6.9 Tinkercad Devre Çizim Programı	26
2.6.10 Fritzing Devre Çizim Programı	26
2.7 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar	27
2.8 Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar	46
3. YÖNTEM.....	51
3.1 Araştırmanın Modeli	51
3.2 Veri Toplama Araçları.....	51

3.3	Verilerin Toplanması ve Analizi	51
4.	BULGULAR.....	53
4.1	Çalışmaların Yayın Türü ve Yıllara Göre Dağılımına İlişkin Elde Edilen Bulgular	53
4.2	Çalışmalarda Kullanılan Araştırma Yöntemlerinin Dağılımına İlişkin Bulgular	55
4.3	Çalışmalarda Yer Alan Katılımcıların Sayısı Ve Çalışma Grubunun Dağılımına İlişkin Bulgular	56
4.4	Çalışmalarda Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Dağılımına İlişkin Bulgular	58
4.5	Çalışmalarda İncelenen Değişkenlerin Dağılımına İlişkin Bulgular..	62
4.6	Çalışmaların Anahtar Kelimelerinin Dağılımına İlişkin Bulgular	66
4.7	Çalışmaların Uygulama Sürelerinin Dağılımına İlişkin Bulgular	69
4.8	Çalışmaların Yapıldığı Fen Konu Alanı Ve Ünite Dağılımına İlişkin Bulgular	70
4.9	Çalışmalarda Kullanılan Teknolojilerin Dağılımına İlişkin Bulgular	73
5.	TARTIŞMA	75
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	81
7.	KAYNAKLAR.....	84

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. 21. Yüzyıl Becerileri	3
Tablo 4.1 Çalışmaların yayın türü göre dağılımı.....	53
Tablo 4.2. Çalışmaların yayın yılına göre dağılımı	54
Tablo 4.3. Çalışmaların araştırma yöntemine göre dağılımı	55
Tablo 4.4. Çalışmalarda yer alan katılımcıların çalışma grubu dağılımı	56
Tablo 4.5. Çalışmalarda yer alan katılımcı sayılarına göre dağılımı.....	57
Tablo 4.6. Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarına göre dağılımı	58
Tablo 4.7. Çalışmalarda kullanılan ölçek türleri	59
Tablo 4.8. Çalışmalarda kullanılan test türleri	61
Tablo 4.9. Çalışmalarda incelenen değişkenler	62
Tablo 4.10. Çalışmalarda incelenen tutum değişkeni.....	64
Tablo 4.11. Çalışmalarda incelenen beceri değişkeni	64
Tablo 4.12. Çalışmalarda incelenen akademik başarı değişkeni.....	65
Tablo 4.13. Çalışmaların anahtar kelimeleri	67
Tablo 4.14. Çalışmaların uygulama sürelerine göre dağılımı	69
Tablo 4.15. Çalışmaların yapıldığı fen konu alanı ve ünite dağılımı	70
Tablo 4.16. Çalışmalarda kullanılan teknolojilerin dağılımı.....	74

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1. Çalışmaların yayın türüne göre dağılım grafiği.....	53
Şekil 4.2. Çalışmaların yayın yılına göre dağılım grafiği.....	54
Şekil 4.3. Çalışmaların araştırma yöntemine göre dağılım grafiği.....	55
Şekil 4.4. Çalışmalarda yer alan katılımcıların çalışma grubuna göre dağılımı	56
Şekil 4.5. Çalışmalarda yer alan katılımcı sayılarına göre dağılım grafiği.....	57
Şekil 4.6. Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarına göre dağılım grafiği	59
Şekil 4.7. Çalışmalarda kullanılan ölçek türlerine göre dağılım grafiği.....	61
Şekil 4.8. Çalışmalarda kullanılan test türleri dağılım grafiği.....	62
Şekil 4.9. Çalışmalarda incelenen değişkenler dağılım grafiği	63
Şekil 4.10. Çalışmalarda incelenen tutum değişkeni	64
Şekil 4.11. Çalışmalarda incelenen beceri değişken dağılım grafiği.....	65
Şekil 4.12. Çalışmalarda incelenen akademik başarı değişken dağılımı grafiği	66
Şekil 4.13. Çalışmaların anahtar kelimeleri bulutu.....	68
Şekil 4.14. Çalışmaların uygulama sürelerine göre dağılım grafiği	70
Şekil 4.15. Çalışmaların yapıldığı fen konu alanı ve ünite dağılım grafiği	72
Şekil 4.16. Çalışmalarda kullanılan teknolojilerin dağılım grafiği.....	74

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 2.1. Lego Mindstorms EV3	19
Fotograf 2.2. Lego WeDo	20
Fotoğraf 2.3. Robotis Dream	21
Fotoğraf 2.4. Arduino UNO	22
Fotoğraf 2.5. mBot-STEM Educational Robot Kit	23
Fotoğraf 2.6. Makey Makey	24
Fotoğraf 2.7. O-Bot	25
Fotoğraf 2.8. iDea Kontrol Kartı	25
Fotoğraf 2.9. Fischertechnik Txt Keşif Seti	26
Fotoğraf 2.10. Tinkercad programında oluşturulan devre çizmi	26
Fotoğraf 2.11. Fritzing programında oluşturulan devre şeması	27

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı'

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



TEŞEKKÜR

Lisans eğitimi döneminde tanıdığım ve yüksek lisans eğitimimde de birlikte çalışma şansı yakaladığım, öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren hem akademik hem de kişilik olarak kendisinden çok şey öğrendiğim değerli danışman hocam Prof. Dr. Dünder Yener'e teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans boyunca desteklerini esirgemeyen değerli hocam Arş.Gör.Dr. Mustafa Yılmaz'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimde ve çalışmam boyunca manevi olarak yanımda olan desteklerini her zaman hissettiğim arkadaşlarım Kübra Demir, Hilal Uysal ve Öznur Kuzucu'ya teşekkür ederim.

Hayatım boyunca sevgilerini, emeklerini ve dualarını esirgemeyen ilk öğretmenlerim olan anne ve babama şüranlarımı sunarım.

1. GİRİŞ

Günümüzde toplumsal yaşamın sürekli bir değişim içerisinde olduğu ifade edilebilir. Gelişen teknoloji ile birlikte özellikle bazı dönemlerde (endüstri devrimi) değişimlerin daha belirgin olduğu ve toplumsal yaşantıda yeni bir anlayışa geçilmeye zemin hazırladığı söylenebilir. Tarih boyunca yaşanan endüstri (sanayi) devrimleri, toplumsal yaşantı ve eğitim anlayışının farklılaşmasında oldukça etkili rol üstlenmişlerdir. Teknolojik gelişmeler doğrultusunda yaşanan her endüstri devrimi ile bireylerin günlük yaşantısında ihtiyaç duyduğu teknoloji, bilgi ve beceriler de değişim göstermektedir. Endüstri 1.0 ile su ve buharla çalışan mekanik alet üretimi, endüstri 2.0 ile elektrik enerjisi kullanılarak seri üretime geçilmesi, endüstri 3.0 ile elektronik, bilişim ve bilgi teknolojileri ile üretim sürecinin otomatikleştirilmesi sağlanmıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017; Soylu, 2018; Şahin, 2019). Endüstri 4.0 ise daha önceki dönemlerde gerçekleştirilen endüstri devrimlerinden farklı olarak otonom robotlar, sistem entegrasyonu, internet aracılığıyla nesneler arası iletişim, bulut bilişim gibi bileşenlerden oluşmasıyla, dijitalleşen dünya anlayışının temellerini oluşturmuştur (Banger, 2016; Özsoylu, 2017; Öztemel, 2018).

Gelişen ve değişen endüstri ürünleri doğrultusunda, bireyin kendi yaşantısını idame ettirebilmesi için sahip olması gereken beceriler de farklılaşmaktadır. Bu becerilerin kazandırılması ve davranışa dönüştürülebilmesi için eğitim sisteminin de çağın gerekliliklerine uygun şekilde yapılandırılması kaçınılmazdır. Endüstri 4.0 ile başlayan dijitalleşme hareketinin eğitim sistemine kalifiye şekilde entegrasyonunun sağlanabilmesi için öncelikle yaşanan gelişmelerin doğru şekilde algılanması ve eğitim sürecine uygun şekilde aktarılması gerekmektedir (MEB, 2017; Önal & Erişen, 2019; Öztemel, 2018).

Endüstri devrimi ile birlikte toplumsal yaşantıda meydana gelen değişimler doğrultusunda, bilginin öğrenilmesi ve günlük yaşantıda kullanılmasına ilişkin benimsenen öğrenme-öğretme anlayışlarında da değişimler yaşanmıştır. Davranışçılık temelli ve öğretmen merkezli öğrenme öğretme yaklaşımından öğrenci merkezli ve yapılandırmacı yaklaşım temelli öğrenme öğretme anlayışının benimsenmeye başlandığı ve bilginin zihinde yapılandırılmasına odaklanılan eğitim anlayışının benimsendiği ifade edilebilir (Eren, 2020).

Eğitim 1.0, bilginin kavram temelli olarak öğretmen merkezli bir eğitim anlayışıyla öğrenciye aktarıldığı ve ezberlenmesi gerektiğine ilişkin öğrenme öğretme anlayışının yaygın olduğu eğitim sürecine işaret etmektedir. Eğitim 2.0 ile öğretmen merkezli eğitim anlayışı sürdürülmekle birlikte, endüstri alanında kullanılan teknolojik gelişmelerin öğretimine odaklanıldığı söylenebilir. Eğitim 3.0 ile internetin ve Web 2.0 teknolojileri kullanılmakla birlikte öğretmenin anlatmaktan ziyade rehber rolü üstlendiği, öğrenci merkezli bir eğitim öğretim süreci benimsenmiştir (Eren, 2020; Demartini & Benussi, 2017). Eğitim 4.0 ile bireylerin kendi öğrenme yönetimlerini belirlediği ve teknolojiyi kullanmanın yanı sıra geliştirmesinin ve tasarlamasının önem kazandığı bir eğitim öğretim anlayışının benimsendiği ifade edilebilir. Eğitim 4.0 ile birlikte, kişiselleştirilmiş veri, bulut bilişim, açık kaynak erişimi, dijital teknoloji kullanımının öğrenilmesi ve uygulanması esas alınmıştır. Eğitimde öğretilmesi amaçlanan teknoloji, süreç içerisinde eğitimin ayrılmaz bir parçası haline dönüşmüş, teknolojinin tasarımı ve inovatif kullanımıyla eğitim sürecini kolaylaştırıcı etkisini ilerleyen zaman ile birlikte artırmıştır (Eren, 2020; Demir, 2018; Kocaman-Karoğlu vd, 2020).

Endüstri 4.0'ın toplum üzerindeki etkilerinin tartışıldığı süreçte Toplum 5.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Japonya Başbakanı Shinzo Abe, 2017 yılında gerçekleştirilen CeBIT fuarında teknolojinin topluma karşı bir tehdit unsuru olmadığını, topluma yardımcı bir araç olduğunu ifade etmiştir. Toplum 5.0, sosyal hayatla teknolojinin bütünleştirilmesini sağlayarak, teknolojiyi kullanma ve yönetebilme becerisine sahip bireylerin bulunduğu süper akıllı toplum oluşturabilmeyi amaçlamaktadır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için teknoloji temelli kalifiye eğitim oldukça önemlidir. Teknolojinin uygulayıcısı ve geliştiricisi olan insanın alacağı nitelikli eğitim, toplumsal gelişim ve endüstri devrimlerinin gerçekleştirilmesine zemin hazırlayabilir (Fukuyama, 2018; Saracel & Aksoy, 2020). Aslında Toplum 5.0'ın, Endüstri 5.0'ın da temelini attığı söylenebilir. Endüstri 5.0 insanla senkronize çalışan teknolojilerin kullanılmaya başlandığı bir dönem olarak düşünülmektedir.

Yaşam boyu öğrenme ve öğrenmeyi öğrenme anlayışının benimsendiği Endüstri 4.0'ın dünya problemlerini belirterek tanımlayacak, problemin çözümüne yönelik yenilikçi fikirler üretebilecek, uygun yöntem ve teknikleri kullanarak problem çözüme ulaştırabilecek bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Belirtilen süreçlerin etkili şekilde gerçekleştirilebilmesi için bireylerin 21. yüzyıl

becerilerine sahip olması gerektiği vurgulanmıştır (Arklan & Taşdemir, 2008; MEB, 2018; Öztemel, 2018).

21. yüzyıl becerileri bilgi, medya ve teknoloji becerisi, yaşam ve kariyer becerisi, öğrenme ve yenilik becerisi olmak üzere üç ana beceriden oluşmaktadır. Belirlenen ana beceriler altında yer alan alt beceriler Tablo 1-1’de belirtilmiştir. (Partnership for 21st Century Learning, 2019).

Tablo 1.1. 21. Yüzyıl Becerileri

Ana Beceriler	Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri	Yaşam ve Meslek Becerileri	Öğrenme ve Yenilikçilik Becerileri
Alt Beceriler	Bilgi ve İletişim Teknolojileri Okuryazarlığı	Girişimcilik	Eleştirel Düşünme
	Medya Okuryazarlığı	Öz Yönetim	İletişim
	Bilgi Okuryazarlığı	Esneklik ve Uyum	İşbirliği
		Kültürlerarası Beceriler	Problem Çözme
		Üretkenlik	Yaratıcılık
		Sosyal Beceriler	
		Liderlik ve Sorumluluk	

Belirtilen becerilerin kazandırılması nitelikli eğitimle mümkündür. Ders içerikleri karşılaştırıldığında belirtilen becerilerin kazandırılmasını destekleyici en uygun içeriğe sahip dersin fen bilimleri dersi olduğu ifade edilebilir. Ayrıca teknolojiye Fen Bilimleri dersi kapsamında önem verildiği ifade edilebilir. Özellikle 2005 yılı öğretim programında dersin adı Fen ve Teknoloji dersi olarak güncellenmiş ve teknoloji, fen disipliniyle bir bütün olarak ele alınmıştır (MEB, 2005). Eğitim 4.0 anlayışında belirtildiği şekilde günlük yaşamda belirlenen bir probleme ilişkin uygun yöntemleri ve teknolojiyi kullanarak yeni ürün geliştirmek ve çözüm oluşturmak hedeflenmektedir. Benzer şekilde Fen Bilimleri dersinin vizyonu olarak fen okuryazarı, teknoloji okur yazarı bireylerin yetiştirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Fen okuryazarlığı, günlük hayatta karşılaşılan problemlere çözüm üreterek bireyin kendi yaşamını idame ettirebilmesi olarak ifade edilmiştir. Fen Bilimleri dersinin çağdaş eğitim anlayışının temel gereksinimlerini

ve hareket noktalarını ortaya koyan bir anlayışa sahip olduğu ifade edilebilir (MEB, 2018; Öztemel, 2018). Teknoloji okuryazarlığı, bireylerin teknolojiyi amacına uygun, güvenli olarak kullanmasıdır olarak ifade edebiliriz. Fen Bilimleri öğretim programında yer alan alana özgü beceriler, bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri (*analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması*), mühendislik ve tasarım becerilerinin 21. yüzyıl becerileriyle örtüştüğü ifade edilebilir. Teknolojik ve bilimsel gelişmelerin yaşandığı çağımızda, 21. yüzyıl becerilerinin özellikle fen bilimleri derslerinde bilimsel süreç becerileri ile (Ecevit & Kaptan, 2019; MEB, 2018) geliştirilebileceği ifade edilebilir.

Kazandırılması amaçlanan becerilere ilişkin eğitim sürecinde farklı anlayışların benimsendiği, teknoloji destekli disiplinler arası yaklaşımların eğitim sürecine dahil edilmeye başlandığı ifade edilebilir. Disiplinler arası etkileşimin ve entegrasyonun 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında önemli rol üstlendiği düşünülürse, eğitim ortamlarında teknolojik uygulamaların öneminin giderek arttığı söylenebilir. Hayatının her anında teknoloji ile iç içe olan alfa kuşağının eğitim sürecinde teknolojiden bağımsız bir anlayışın benimsenmesi olanaksızdır. Teknolojinin öğrenme ortamlarında kullanılmasıyla birlikte öğrencilerin gerekli bilgi ve becerileri yapılandırabilmesi sağlanabilir (Keser & Semerci, 2019). Geliştirilen teknoloji her türlü amaç için kullanılabilir. Günlük yaşamın bir parçası haline gelen teknolojinin doğru kullanımı ayrı bir beceri gerektirmektedir. Bireylerin teknolojiyi, günlük yaşam becerisi olarak kullanabilmesi için dijital okuryazar bireyler olaması beklenmektedir (Bacanak vd, 2003). Çünkü dijital okuryazarlık, teknolojinin yararlı güvenli ve amaca uygun şekilde kullanımını kapsamaktadır (Hamutoğlu vd,2017; Karabacak & Sezgin, 2019; Polat & Odabaş, 2008).

Bilim ve teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler toplumsal yaşam standartlarını şekillendirirken, bu gelişmeler doğrultusunda ülkemizde, 21. yüzyılın ilk yıllarından itibaren öğretim programları, çağın şartlarına uygun öğrenme öğretme anlayışları dikkate alınarak revize edilmiştir (Doğan, 2010; Eğmir & Çengelli, 2020). Programlarda, değişen dünyaya daha kolay adapte olabilecek becerilere sahip, yaratıcı ve yansıtıcı düşünen, sorgulayan, araştıran, üreten ve iletişim kurabilen insanların yetiştirilmesine önem verildiği ifade edilebilir

(Boydak, 2008). Değişen dünya standartlarına uyum sağlayabilmek amacıyla fen okuryazarlığı temelinde araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerilerinin geliştirilmesi ve yaşam boyu öğrenen bireyler yetiştirilmesi hedeflenmiştir (MEB, 2005).

21. yüzyıldan itibaren farklı öğretim yöntemlerinin benimsenmesi ve uygulamaların yapılandırmacılığın ilkeleri üzerine inşa edilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır. Yapılandırmacı yaklaşımın, öğrenenin bilgiyi yapılandırmasına, oluşturmaya ve yorumlamasına fırsat verdiği bir öğrenme öğretme anlayışı olduğu ifade edilebilir. Öğrenen, yeni bir bilgi ile karşılaştığında, önceden oluşturduğu bilgileri kullanır veya algıladığı bilgiyi açıklamak için yeni yapılar oluşturur (Brooks & Brooks, 1993). Yapılandırmacı yaklaşımın fen derslerinde kullanılmasıyla; öğrenciler bir problemle karşılaştıklarında, kendilerinin yaptığı gözlem, araştırma, keşfetme ve deney yapma yollarıyla ürettiği çözüm yollarını kullanabilmektedir. Bu süreçte günümüz standartlarına uygun birçok beceriyi aktif şekilde kullanabilme fırsatına sahip olabilmektedir (Bächtold, 2013). Bunlar dikkate alındığında, geçmiş yıllarda davranışçı yaklaşımı esas alan Fen Bilgisi öğretim programlarında, yapılandırmacı öğrenme anlayışına doğru bir geçiş olduğu söylenebilir. 2005 Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programıyla birlikte bireysel farklılıkları ne olursa olsun bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Dersin adı ‘Fen Bilgisi’ yerine, yeni felsefesini daha iyi ortaya koyan ve 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına imkân sağlayan anlayışla ‘Fen ve Teknoloji’ olarak değiştirilmiştir. Yapılan bu yeniliklerden sonra diğer programlar bunun üzerine inşa edilmiştir. Program 2013 yılında revize edilerek tüm öğrencilerin “fen okuryazarı” olarak yetiştirilmesi, sürdürülebilir kalkınma anlayışına ve fen bilimlerine yönelik kariyer bilincine sahip bireyler yetiştirmesi amaçlanmıştır. Bireylerin fen okuryazarı olması için sahip olmaları gereken becerilere; yaratıcılık, girişimcilik ve analitik düşünme kavramları eklenmiştir (MEB, 2013). 2017 yılında programa, mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiş, fen bilimlerinde yaratıcı düşünme ve girişimcilik becerileri ön plana çıkartılmıştır (MEB, 2017). Programda teknoloji gereksiniminin yanı sıra mühendislik uygulamalarıyla ilgili deneyim yaşamaları konusuna da önem verildiği görülmektedir. 2018 yılı öğretim programıyla değerler eğitime ve Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına yer verilmiştir. Özellikle “Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları” kapsamında öğrencilerin teknoloji ve

mühendislik bilimini birleştirip aralarında çeşitli bağlantılar kurup yaşantılarına entegre etmeleri istenilmektedir. (MEB, 2018).

Eğitimde teknolojinin kullanımına verilen önemle başlayan süreç günümüzde her yerde eğitim anlayışına dönüşmüştür. Ülkemizde 2010 yılında başlayan eğitimde dijital dönüşümün uygulamalarından birisi olan “Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH)” Projesi ile okullarda fırsat eşitliğini sağlamak ve teknolojiyi iyileştirmek amacıyla öğrenme-öğretme sürecinde bilişim teknolojileri araçlarının derslerde etkin kullanımının sağlanması amaçlanmıştır (Ekici & Yılmaz, 2013). İnternet kullanımının artmasıyla eğitim kaynaklarının dijital içerik kaynak talebini ortaya çıkarmıştır. Başlangıçta basılı kitaplar dijitalle çevriliyorken günümüzde interaktif ortamda oluşturulan içerikler üretilmiştir. FATİH projesiyle başlayan dönüşümün, EBA’nın alt yapısının oluşmasına zemin hazırladığı ifade edilebilir. Mart 2020 itibarı ile tüm dünyada ilan edilen salgın sürecinde, ülkemizde de eğitimde dijitalleşme girişimlerinin hızlandığı ifade edilebilir. Salgın ile birlikte uzaktan eğitime geçilmesiyle EBA içeriği öğretmen ve öğrencilerin faydalanabilecekleri, test, konu anlatımı, e-kurs modüllerini kapsayacak şekilde zenginleştirilmiştir. Bununla birlikte dijital ortamda EBA dışında birçok altyapının dijital eğitim içeriği sağladığı söylenebilir (Aksu, 2019; Özen, 2019; Sirer, 2020). FATİH projesi ile birlikte okullarda teknolojik donanım ve altyapının geliştirilmeye başlandığı, teknoloji destekli öğrenme ortamlarının oluşturulmaya çalışıldığı ifade edilebilir. Eğitim 4.0 anlayışını desteklemek ve uygulanabilir hale getirebilmek amacıyla FATİH projesinin önemli bir eğitim politikası olabileceği ifade edilebilir. FATİH projesi, ders içeriklerinin zenginleştirildiği, soyut kavramları somutlaştırmanın kolaylaştırıldığı, eğitim sürecinde zamandan tasarruf sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte internet altyapı sorunları, öğretmenlerin akıllı tahta kullanım yeterliliği, akıllı tahta tablet entegrasyonu, yazılım sorunları, ekran bağımlılığı, amaç dışı tablet kullanımı gibi problemlerle karşılaşıldığı ve bu dezavantajların, FATİH projesinin amacına ulaşılmasını engelleyici rol oynayabileceği söylenebilir (Uluyol & Eryılmaz, 2015). Bununla beraber öğretmen, veli eğitimlerine de bütçe ayrılması ve öğrencilerin panoları aktif kullanmalarının önemi de gözardı edilemez.

Eğitimde teknoloji kullanımının hız kazanmasıyla birlikte öğretim sürecinde kullanılan araç-gereçlerin ve materyallerin de farklılaştığı ifade edilebilir. Son yıllarda özellikle Fen Bilimleri öğretim programlarında benimsenen STEM,

Fen-Mühendislik ve Girişimcilik uygulamaları ile disiplinler arası etkileşimin artırılması ve somut ürünler ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu ürünlerin çevreyle etkileşimi artırmayı amaçladığı söylenebilir (Özgün & Özgün, 2019). Disiplinler arası entegrasyonun ürünü olarak görülen robotik çalışmalar ve uygulamaların günümüz eğitim sisteminde 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında önemli bir role sahip olduğu vurgulanmaktadır (Dorouka vd, 2020; Kanbul & Uzunboylu, 2017). Robotik uygulamaların günümüz eğitim sisteminde, farklı disiplinlerin bir araya getirilerek birbirine entegre edilmesiyle bilim ve mühendislik alanını kapsayacak şekilde fen bilimleri eğitim sürecinin önemli bir parçası haline geldiği ifade edilmektedir (Koç-Şenol, 2012). Öğrenciler, robotik uygulama sürecinde kullanacakları malzemeler ve sensörler ile yapacakları uygulamalar aracılığıyla 21. yüzyıl becerilerini ve konuya ilişkin düşünme anlayışlarını geliştirebilir (Karamustafaoğlu & Bardak, 2019).

Teknolojik uygulamalara ilişkin robotik içerikli eğitim ortamları dünyada ve ülkemizde yaygınlaşarak etkin şekilde kullanılmaktadır. Günümüz öğrenme öğretme anlayışı ve teknolojinin eğitimdeki rolü doğrultusunda, robotik uygulamaların fen eğitiminin vazgeçilmez bir parçası haline geldiği ifade edilebilir (Akerson vd, 2018). Eğitim alanında geniş bir kullanım alanına sahip olan robotik uygulamalar özellikle STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), programlama, makine, elektrik-elektronik gibi farklı disiplinlerde ve derslerde bir öğretim aracı olarak kullanılmaktadır (Şimşek, 2019). Robotik uygulamalar eğitim öğretim faaliyetlerinde kullanılmakla birlikte gerçekleştirilen bazı robotik uygulamalar STEM uygulamalarının doğasını karşılamamaktadır. STEM eğitimi ile kazandırılması hedeflenen yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme ve tartışma becerisine herhangi bir katkı sağlamayı amaç edinmeyen robotik uygulamaların olduğu ve bu uygulamaların STEM uygulamalarından bağımsız değerlendirilmesi gerektiği ifade edilebilir. Robotik uygulama çalışmalarında, hazır kod kullanımı ve bir konuya ilişkin işlevsel materyal oluşturmak amaçlanırken STEM uygulamalarında bağlam temelli yaklaşım çerçevesinde bir problem durumuna ilişkin farklı disiplinlerle ilgili bilgi ve becerilerin kullanılarak problemin çözüme ulaştırılması amaçlanmaktadır. Dolayısıyla her robotik uygulamanın STEM olmadığı söylenebilir. STEM eğitiminde kazandırılması amaçlanan beceriler doğrudan robotik uygulamaların amacı olmadığından bu çalışmada

kapsamını arttırabilmek amacıyla robotik uygulama çalışmaları esas alınmıştır. (Latip vd, 2020; Zhang vd, 2021).

Robotik uygulamaların örgün eğitime ilave olarak okul dışında çeşitli kurs, atölye, yarışma, şenlik, proje ya da maker çalışmaları şeklinde yapıldığı görülmektedir. Bu konuda önceden hazırlanmış eğitim setleri aracılığıyla öğrencilerin belirli problemleri çözmesi istenerek, öğretilmesi hedeflenen konuya ilişkin ilgi ve meraklarının arttırılması sağlanmaktadır. (Koç & Böyük, 2013).

FATİH Projesi Eğitim Teknolojileri Zirvesiyle başlayan "Kodlama Dersi Müfredatı" hazırlığı, 2016 yılında öğrencilerin kodlama eğitimi; algoritmik ve bilişimsel düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla 5 ve 6. sınıflarda zorunlu, 7 ve 8. sınıflarda ise seçmeli ders olan Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi içeriğine eklenmiştir. Hayat boyu öğrenme kapsamında eğitim ile bilişim teknolojileri alanı, temel robotik ve kodlama kurs programı ve EBA içerikleriyle desteklemektedir. EBA aracılığıyla kodlama eğitimini desteklemek için blok tabanlı programlama ortamlarından Scratch, Alice ve Blockly "Düşün, Tasarla, Kodla" modülleri kullanılmaktadır (MEB, 2018). Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü tarafından “Robotik ve Kodlama: Kodlama Eğitimi Temel Düzey” kitabı oluşturularak robotik ve kodlamaya ilişkin temel düzeyde bilgi ve beceri kazandırabilmek amaçlanmıştır (Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 2021). Ayrıca 2023 Eğitim vizyon da teknolojinin eğitime entegrasyonun ön planda tutulduğu ve teknoloji uygulamalara ilişkin çeşitli faaliyetli ulusal ve uluslararası bazda gerçekleştirdiği söylenebilir (MEB, 2018b).

Ülkemizde milli teknolojik ürünler geliştirmeye yönelik Teknofest, Deneyyap atölyeleri, MEB Robot Yarışmaları, FIRST Lego League (FLL) gibi teknoloji temelli faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Ayrıca uluslararası bazda Dünya Robot Olimpiyatı (WRO) gibi robotik temelli turnuvalara katılımın giderek arttığı söylenebilir. Bu belirtilen uygulamalarda öğrencilerin işbirlikli çalışma, sunum yapabilme, dijital okuryazarlık, problem çözme, eleştirel düşünme gibi becerilerinin geliştiği ifade edilebilir (Aksu ,2019).

Robotik uygulamalar, gerçekleştirilme süreci dikkate alındığında ilişkili olduğu disiplinlere yönelik birçok becerinin kazandırılması ve kullanılmasında etkin rol oynamaktadır. Tasarım ve programlama süreçlerini esas aldığımız bu etkinliklerde öğrenciler, problem karşısında çözüm yolları bulma, teknoloji

kullanma becerilerinde artış ve isteklilik, eleştirel düşünme, yaratıcı tasarımlar inşa etme gibi davranışlar sergilemektedir (Costa & Fernandes, 2005; akt, Silik, 2016). Robotik uygulamaların ders dışı etkinliklere kıyasla, ders içi etkinlik olarak kullanılmasının anlamlı öğrenmeyi destekleyebileceği söylenebilir (Çömek & Avcı, 2016). Robotik uygulamaların, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması ve bir problem durumuna ilişkin teknoloji ve mühendislik destekli ürün geliştirilebilmesi, temelde fen okuryazarı birey yetiştirilmesiyle sağlanabilir. Buradan hareketle robotik uygulamaların, günümüz eğitim sisteminin öğrenciye kazandırılmasını hedeflediği bilgi, beceri ve davranışların öğrenciye kazandırılmasında ve fen bilimleri öğretim programının vizyonu doğrultusunda fen okuryazarı birey yetiştirebilme noktasında, eğitimde kullanılan bir araç olduğu ifade edilebilir (Erdoğan, vd, 2020).

Eğitimde giderek yaygınlaşan robotik uygulamalar için geliştirilen birçok robot setleri bulunmaktadır. Lego Mindstorms (NXT ve EV3), Robotis Dream, Makeblock (mBot) setleri olabildiği gibi Arduino ve Raspberry gibi mikroişlemciler gibi eğitsel robotik alanında kullanılan pek çok robotik ürün mevcuttur. Eğitim alanında belirtilen setler arasında yaygın olarak kullanılan Lego Mindstorms setleri olduğu ifade edilebilir (Benitti, 2012). Bu setler kullanılarak gerçekleştirilen fen bilimleri derslerinde, robotik uygulamalar aracılığıyla, 21. yüzyıl teknoloji ve yeniliklerinin anlaşılması ve ilgili becerilerin öğrencilere kazandırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca robotik uygulamalar, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin mühendislik tasarım süreçleri temel alınarak bütünsel olarak kullanılmasına ve bu disiplinler arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır (Silik, 2016). Ayrıca robotik uygulamaların bilimsel süreç becerileri, fene yönelik tutum ve akademik başarıyı artırıcı etki oluşturduğuna ilişkin literatürde yer alan çalışmaların bulunduğu ifade edilebilir (Özdoğan, 2013).

Günümüzde ve gelecekte teknolojik gelişmelerin birikimsel olarak ilerlemesi ve bu ilerlemeye uygun yeni becerilerin kazanılarak çağın gerisinde kalınmaması, robotik eğitiminin nitelikli hale getirilmesi ve etkili şekilde uygulanması toplumsal gelişim ve üretkenlik açısından önemlidir. Teknolojik disiplin ilkökul yıllarında fen biliminin içerisinde ele alınmış ve değişen fen bilimleri öğretim programlarında teknolojinin önemine vurgu yapılmıştır. Özellikle fen eğitimi alanında yapılabilecek robotik uygulamaların, evrensel okuryazarlık

becerilerini edinebilme ve 21. yy becerilerine sahip bireyler yetiştirebilme açısından önem taşımaktadır.

1.1 Problemin Önemi

Eğitimde dijital dönüşüm gerçekleşirken öğrencilere kendi öğrenmelerini gerçekleştirebilecekleri, bilgilerini analiz ederek ürünler ortaya koyabilecekleri yenilikçi ve ilgi çekici öğretim ortamları sunulmaya çalışılmaktadır (Akpınar, 2019). Günümüz eğitim sisteminde görev yapmakta olan öğretmenlerin, dijital farkındalığa sahip alfa kuşağındaki öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak için öğretim sürecinde dijital uygulamalara yer vermeleri kaçınılmaz hale gelmektedir. Eğitimcilerin, teknolojik bilgi ve beceriye sahip öğrencilerin eğitimini kalifiye şekilde gerçekleştirebilmesi için teknolojiyi kullanma becerilerini arttırmaları gerekmektedir (Brush vd, 2008; Urbani vd, 2017). Değişen dünya standartlarına uyum sağlayarak, değişen eğitim sisteminde mesleki gelişimini sağlayabilen öğretmenler eğitim niteliğini artırıcı rol oynayabilir. 21. yüzyıl becerilerinden biri olarak kabul edilen kodlama, düşünmenin ve üretmenin yeni bir yolu olarak tanımlanırken (Sayın & Seferoğlu, 2016), etkili ve nitelikli robotik uygulamaların eğitiminin verilebilmesi için öğretmenlerin gerekli bilgi ve becerilere sahip olması ve bunları davranışa dönüştürebilmesi büyük önem taşımaktadır. (Çömek & Avcı, 2016; Tanık - Önal & Ardıç, 2020).

Fen eğitiminde yeni bir eğitim aracı olan robotik uygulamaların, öğrencilere akademik başarı, bilimsel süreç becerileri, tutum, motivasyon gibi birçok parametreye yönelik bilişsel ve duyuşsal avantaj sağladığı ifade edilebilir (Arıs, & Orcos, 2019; Akçay, 2018; Çakır, 2019; Çömek & Avcı, 2016; Kandlhofer, & Steinbauer, 2016; Kılınç, 2014; Kırtay, 2019; Kuş, 2016; Okkesim, 2014; Özasan, 2020; Özdoğru, 2013; Özel, 2018; Park, 2015; Uşengül, 2019; Welch & Huffman, 2011; Yılmaz, 2019; Yüksel, 2019;). Robotik eğitim araçlarını öğrencilerin etkin şekilde kullanabilmesi için öğrencilere rehber olacak öğretmenlerin bu konuda donanımlı olması gerekmektedir. (Çömek & Avcı, 2016; Tanık-Önal & Ardıç, 2020).

Robotik uygulamaların fen bilimleri dersinde kullanılması, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine olanak sağlayarak, akademik başarılarının artmasına neden olmaktadır (Şimşek, 2019). Öğrenme ortamlarında robotik etkinliklerin kullanılması sonucunda yaratıcılık, problem çözme, iletişim, iş birliği

gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırıldığı ifade edilebilir (Akarca, 2019; Erdoğan, 2019; Silik, 2016; Yavuz, 2019).

Eğitimde, Bilişim Teknolojileri ve Fen Bilimleri alanlarında robotik uygulamaların yaygın şekilde kullanıldığı ifade edilebilir. Eğitim 4.0'ın temel anlayışlarını vizyon olarak temele alan fen bilimleri alanında gerçekleştirilecek olan robotik uygulamaların değişen dünya standartlarına göre belirlenen becerilerin kazandırılmasında kilit rol oynayabileceği ifade edilebilir. Bu bağlamda fen eğitiminde kullanılacak kalifiye robotik uygulamaların, yetiştirilmesi hedeflenen bireyler ve toplumsal yapının elde edilmesinde etkin rol oynayabileceği söylenebilir (Talan, 2020; Yolcu & Demirer, 2017). Fen eğitiminde gerçekleştirilen robotik uygulamalara ilişkin farkındalık oluşturulması, sonrasında yapılacak olan çalışmalara da rehber olabilir. Dolayısıyla Fen eğitimde teknoloji temelli robotik uygulamalarının ne şekilde gerçekleştirildiği, bu uygulamaya ilişkin öğretim programlarının kapsamı ve niteliği, kullanıldığı ortamların öğrenme çıktılarının belirlenmesi ve toplumsal gelişim açısından daha nitelikli robotik uygulamaların geliştirilmesi, bu alanda yapılan araştırma ve bulguların kapsamlı şekilde incelenerek genel durumun tespit edilip eksik görülen noktaların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, ülkemizde fen eğitiminde yapılan robotik uygulama çalışmalarının incelenmesidir.

1.3 Araştırma Soruları

Araştırmanın amacı doğrultusunda robotik uygulamaların fen eğitiminde kullanılmasına yönelik yapılan çalışmalarda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Çalışmaların yayın türü ve yıllara göre dağılımı ne şekildedir?
2. Çalışmaların araştırma yöntemleri ne şekildedir?
3. Çalışmalarda yer alan katılımcıların sayısı ve eğitim düzeyi ne şekildedir?
4. Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları nelerdir?
5. Çalışmalarda incelenen değişkenler nelerdir?
6. Çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeler nelerdir?
7. Çalışmalarda belirtilen uygulama süreleri nelerdir?
8. Çalışmaların yapıldığı fen konu alanı ve üniteleri nelerdir?

9. Çalışmalarda kullanılan teknolojik eğitsel setler nelerdir?

1.4 Sayıtlar

Elektronik veri tabanlarında tarama yapılırken, kullanılan sistemlerin, belirlenen anahtar kelimelere göre uygun yayınların tamamını filtrelediği kabul edilmiştir.

1.5 Sınırlılıklar

Çalışmada, Google Akademik, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi ve ERIC veri tabanlarından “Robotik”, “Eğitsel Robot”, “Robotik Uygulamalar”, “Mikro işlemci” anahtar kelimeleri ile arama yapılmıştır. Ulusal literatürde fen eğitiminde eğitsel setlere ilişkin erişilen en eski tarihli çalışmanın 2012 yılında yapılmış olması sebebiyle başlangıç yılı olarak 2012 yılı belirlenmiştir.

1.6 Tanımlar

Teknoloji: Günlük yaşam problemlerini çözmek ve yaşamı kolaylaştırabilmek için geliştirilen ürünlerdir.

Robot: Sensörler yardımıyla ortamı algılayabilen, algıladıklarını yorumlayarak karar veren ve tepki gösteren aygıttır.

Robotik: Elektronik devrelerle kodlama dillerinin birleşmesi sonucunda ihtiyaç duyulan yönde komut verme işlemidir.

Eğitimde robotik uygulamalar: Lego Mindstorms EV3, NXT, Fischer Teknik, Arduino, mBot gibi robot setlerin eğitim amaçlı kullanıldığı uygulamalardır.

2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, dijital okuryazar ve bilgi işlemsel düşünme kavramları, fen eğitiminde teknolojinin kullanımı, fen eğitimde eğitsel robotik uygulamalar, kodlama ve robotik kavramları, eğitsel robotik setler, yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalar hakkında bilgiler yer almaktadır.

2.1 Bilgi İşlemsel Düşünme

Bilgi işlemsel düşünme, bilgi işlem temelli kavramlardan hareketle insan davranışlarını anlayabilmek amacıyla problem çözme ve sistem tasarlamaya yönelik düşünme becerisidir (Wing, 2006). Uluslararası eğitim teknolojileri topluluğu (ISTE), bilgi işlemsel düşünmeyi, öğrencilerin teknolojiden yararlanarak problemleri anlamak ve çözmek için yöntemler geliştirilmesi ve bunları test etmesi olarak tanımlamıştır (ISTE, 2016). Literatürde “hesaplamalı düşünme”, “bilgisayarca düşünme” “bilişimsel düşünme” gibi ifadeler kullanılsa da en yaygın olarak bilgi işlemsel düşünme ifadesinin kullanıldığı söylenebilir (Gülbahar vd, 2018; Korkmaz vd, 2015; MEB, 2018a; Özçınar & Öztürk, 2018; Sayın & Seferoğlu, 2016). Barr ve Stephenson (2011), bilgi işlemsel düşünmenin, problemi ayrıştırma, soyutlama ve otomasyon gibi yetkinliklerinin yanı sıra, duyuşsal etkenlerinin de olduğunu belirtmişlerdir. Sadık vd, (2017) ise literatürde bilgi işlemsel düşünme ilkelerinin genel olarak problem çözme, problem ayrıştırma, örüntü tanıma, soyutlama, algoritma ve değerlendirmeyi içerdiğini belirtmişlerdir. Bilgi işlemsel düşünmeye yönelik yapılan farklı tanımların temelinde problem çözme basamaklarının olduğu görülmektedir (Barr vd, 2011; Gülbahar vd, 2019; Shute vd, 2017; Wing, 2006).

2.2 Dijital Okuryazarlık

Dijital okuryazarlık; bireyin, bilgi iletişim teknolojilerini etkin kullanabilmesi, sosyal yaşam içerisindeki problemleri güvenli ve etik teknoloji kullanımıyla çözebilmesine ilişkin yeterlikleri ifade etmektedir (Özerbaş & Kuralbayeva, 2018). Ng (2012), dijital okuryazarlığı, çevrimiçi ya da çevrimdışı olarak bilişsel ve duyuşsal bakış açısıyla bilgiyi edinme ve öğrenme süreçlerini kapsayan geniş bir alanın olduğunu, sadece bilgiye ulaşmak için dijital araçların veya yazılımların kullanma yöntemi olmadığını ifade etmektedir. Eshet-Alkalai,

(2004) ise dijital okuryazarlığın, bireylerin dijital ortamlarda etkili bir şekilde ihtiyaç duyduğu bilişsel, sosyolojik ve duyuşsal olmak üzere birden çok beceriyi içeren bir kavram olduğunu söylemektedir. Dijital okuryazarlıkla ilgili yapılan çalışmalar; tanımlanmasına ve dijital okuryazarda bulunması gereken özelliklere (Buckingham, 2015; Eshet-Alkalai, 2004; Ng, 2012), öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık becerilerin belirlenmesi (Çetin, 2016; Dedebali, 2019; Onursoy, 2018; Öztürk & Budak, 2019; Üstündağ, 2017; Yaman, 2019), ders kitaplarında ve programlarda hangi düzeyde bulunduğu (Direkçi vd, 2019; Duran & Erten-Özen, 2018) yöneliktir. Bu bağlamda yapılan araştırmalar dijital okuryazarlığın, günlük yaşamda iletişim için bilgi iletişim teknolojilerini güvenilir kullanımına, doğru bilgi kaynaklarına erişime, bilginin saklanması ve üretimi gibi becerilerin gelişmesine imkan sağladığının göstergesi olarak düşünülebilir (Çakmak vd, 2013; Karabacak & Sezgin, 2019).

2.3 Fen Eğitimde Teknolojinin Kullanımı

Eğitim öğretim sürecine teknolojinin dahil edilmesiyle birçok disipline ait ders sürecinin teknolojik içeriklerle zenginleştirildiği ifade edilebilir (Ching vd, 2018). Günlük yaşamda karşılaşılan problemleri çözebilmek amacıyla ihtiyaç duyulacak becerileri kullanarak bireyin kendi hayatını idame ettirebilmesini vizyon olarak belirleyen fen bilimleri dersinde de teknolojinin etkin şekilde kullanıldığı ifade edilebilir. 2005 yılında yayımlanan öğretim programında dersin adı “*fen ve teknoloji*” olarak güncellenmiş ve fen eğitiminde teknolojinin önemi 21. yüzyılın başlarından itibaren açıkça vurgulanmıştır (Karatay vd, 2013; MEB, 2005; 2013; 2018). Fen bilimleri ders içeriğinde yer alan soyut kavramların somutlaştırılmasında, sınıf ortamında gerçekleştirilmesinin mümkün olmadığı deneylerin gerçekleştirilmesinde, bir konuya ilişkin model oluşturmada, konunun pekiştirilmesine ilişkin görsel, video, akıllı tahta, animasyon ve simülasyon kullanımında teknolojinin rol üstlendiği ifade edilebilir (Artun vd, 2020; Fernandes vd, 2018; Yener vd, 2012). Fen eğitiminde simülasyonlar, animasyonlar ve sanal laboratuvarlar yaygın şekilde kullanılmakla birlikte gelişen teknolojinin etkisiyle disiplinler arası entegrasyonu gerektiren robotik uygulamaların da kullanılmaya başlandığı ifade edilebilir (Davcev vd, 2019; Dyrberg vd 2017; Sapounidis & Alimisis, 2020). Robotik uygulamaların fen eğitimine dahil edilmesiyle soyut kavramların somutlaştırılması, uygulama sürecinde 21. yüzyıl becerilerinin

kazandırılması, öğrenme ortamında tutum, motivasyon ve ilginin artması, bilginin kolayca pekiştirilmesinin sağlandığı ifade edilebilir (Bal-Taştan vd, 2018; Erdoğan, 2019).

2.4 Fen Eğitimde Eğitsel Robotik Uygulamalar

Günümüz eğitim sisteminde her bireyin, bilgi, medya ve teknoloji becerileri, yaşam ve kariyer becerileri, öğrenme ve yenilik becerileri olmak üzere 21. yüzyıl becerilerine ve günlük yaşantılarını sürdürebilecek problem çözme becerilerine sahip olmaları beklenmektedir (Partnership for 21st Century Learning, 2019). Fen bilimleri öğretim programında yer alan bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerileri ile öğretim programının vizyonu incelendiğinde, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında fen bilimleri dersinin etkin rol üstleneceği ifade edilebilir (Atalay vd, 2016; MEB, 2018). Ülkemiz öğretim programına benzer şekilde birçok ülkede de 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında fen bilimleri eğitiminin büyük bir öneme sahip olduğu söylenebilir (Ait vd, 2015; Ashraf, 2016; Assefa & Gershman, 2013; Chu vd, 2017; Hilton, 2010; Turiman vd, 2012).

Günümüz eğitim sisteminde vizyon olarak belirlenen 21. yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi nitelikli fen eğitimi ile sağlanabilir. Bu bağlamda fen bilimleri dersinin öğretiminde kullanılacak öğretim yöntem ve teknikleri büyük önem arz etmektedir (Altin & Pedaste, 2013; Bustamante vd, 2018; Temsah & Safa, 2021). Gelişen teknolojiyle birlikte disiplinler arası yaklaşımların da yaygınlaşmasıyla birlikte fen eğitiminde teknolojik uygulamaların yeri ve öneminin arttığı, özellikle son yıllarda robotik uygulamaların daha fazla tercih edildiği ifade edilebilir (Badeleh, 2021; Dorouka vd, 2020; Kandlhofer & Steinbauer, 2016; Lu vd, 2011; Park, 2015). Robotik uygulamalarla zenginleştirilmiş fen eğitimi ile bireylerin 21. yüzyıl becerilerini deneyimleyerek kazanmaları ve sürdürülebilir şekilde yaşantılarında kullanmaları hedeflenmektedir (Altin & Pedaste, 2013). Robotik uygulamalar aracılığıyla fen eğitiminde yer alan kuvvet ve hareket, basit makineler, elektrik, madde gibi temel konulara ilişkin uygulamalı eğitim içeriklerinin sağlandığı ifade edilebilir. Ayrıca belirtilen fen konularına ilişkin oluşturulan robotik uygulamalar ile oran-orantı, tam sayılar, cebir eşitlikleri, ölçme, karekök, trigonometri, tahmin etme gibi matematik alanına ilişkin konuların da öğretiminin desteklendiği söylenebilir (Badeleh, 2021; Jaipal-Jamani & Angeli,

2017; Park, 2015; Stripling & Simmons, 2016). Robotik uygulamalar, psikomotor beceri gelişiminde de etkin rol oynamaktadır (Bers vd, 2014).

Robotik uygulama setlerinin fen eğitiminde kullanılmasıyla birlikte bilginin yapılandırılması, anlamlı şekilde uygulanması, problem durumunun çözümüne ilişkin edinilen bilginin kullanılması desteklendiğinden dolayı fen alanına özgü beceriler ve 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması ve kazanılan becerilerin günlük yaşantıya transfer edilebilmesi mümkün hale gelmektedir (Marulcu & Barnett, 2010). Öğrenciler robotlarla çalışarak, gerçek yaşam problemleri üzerine odaklanmakla birlikte, STEM disiplinlerinin doğasına ve vizyonuna uygun bir süreç izleyebilir (Aydın, 2018; Üçgül, 2013). Bu sayede disiplinlere özgü becerilerin de deneyimlenmesine olanak sağlanabilir. STEM eğitimi, disiplinler arası ve uygulamaya yönelik yaklaşımları içeren fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirleriyle entegrasyonunu sağlayan bir öğretim sistemi olarak tanımlanmaktadır (Akgündüz, 2018; Holmlund vd, 2018). Fen bilimlerinin, STEM etkinlikleri temelinde diğer alanlarla entegrasyonu sağlanarak problem durumlarına yanal düşünme becerisi ile yaklaşabilmeyi kolaylaştıran yenilikçi fen bilimleri eğitimi anlayışını benimsenmediği ifade edilebilir (Koç-Şenol, 2012; Kuş, 2016; Okkesim, 2014). Bu yaklaşım öğrencilerin düşüncelerini günlük yaşama entegre ederek karşılaştığı problem durumuna ilişkin çözüm önerilerini faaliyete geçirebileceği somut ortam oluşturulmasını sağlamaktadır. Robotik uygulamalar dünya genelinde eğitim öğretim sürecinde son yıllarda benimsendiğinden dolayı eğitim alanındaki robotik uygulamalara ilişkin çalışmaların diğer disiplinlere kıyasla görece sınırlı olduğu ifade edilebilir (Koç & Büyük, 2013). Robotik uygulamaların gerçekleştirilebilmesi için mekanik parçaların nasıl çalıştığını ve psikomotor becerilerine sahip olması gerekmektedir (Semiz, 2018) Bununla birlikte, robotların belli bir davranış yapabilmesi için programlanması gerekmektedir. Programlama yapabilmek için ise temel kodlama becerisine sahip olmak gerekmektedir (García-Carrillo vd, 2021; Kaygısız vd, 2020).

2.5 Kodlama ve Robotik

Kodlama; diğer adıyla programlama belirli kurallara ve düzene göre yapılacak işlemlerin planlanması ve planlama doğrultusunda birleştirilip bir araya getirilmesi anlamına gelen blok temelli programlama olarak ifade edilebilir (Holton, 2007). Kodlama, bilgisayara, elektronik bir devre veya mekanik

sistemlerden oluşan düzeneklere bir işlemi yaptırmak için yazılan komutlar dizisinin bütünü veya bir kısmı olarak tanımlanabilir. (Okuyucu, 2019).

Robotik kodlama yani robotik programlama etkinlikleri, uygulama sürecini daha dikkat çekici bir hale getirmektedir. Çeşitli amaçlarla oluşturulmuş bir robotun hareketlerini kontrol etmek ve onu yönlendirmek amacıyla yapılan blok temelli programlamadır. Robotik kodlama programları, farklı hazırbulunuşluk seviyelerine hitap edecek şekilde oluşturulmuştur (Kanbul & Uzunboylu, 2017). Genel olarak, aynı işlevlerde bulunsa bile öğrenen bireylerin bilişsel seviyelerine göre basitleştirilmiş uygulamaların yanı sıra daha üst seviye kodlama becerisi gerektiren uygulamalar da yer almaktadır (Aksu & Durak, 2019). Yapılan uygulamalar, eğitim sürecinde takım çalışması gibi güncel öğrenme yaklaşımlarına dayanan yöntemlerin kullanılmasına da olanak sağlamaktadır. (Kim & Lee, 2016; Okuyucu, 2019). Kodlama eğitimini somutlaştırarak gerçekleştirmeyi sağlayan eğitsel robotlar, robotik kitler ve setler son yıllarda robotik uygulama eğitimlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Jawaid, 2020). Birçok alanda robotik set bulunmakla birlikte son yıllarda eğitsel robotik setlerin de yaygınlaştığı ifade edilebilir (Gomez & Fitzgerald, 2017; Numanoğlu & Keser, 2017; Vega & Cañas, 2018).

2.6 Eğitsel Robotik Setler

Eğitsel amaçlı kullanılan robotlar, öğrenen kişilerin somut nesneler ile çalışarak bilgi ve becerilerini geliştirebilmelerine olanak sağlamaktadır. Eğitsel robotik uygulamalar ile bireylerin edindiği bilgi ve beceriler doğrultusunda günlük hayat problemlerine yenilikçi çözümler üretebilme imkanı oluşmaktadır (Costelha & Neves, 2018; Di Lieto vd, 2017). Ayrıca eğitsel robotların anlık geri bildirim vermeleri ve motive edici olması önemli bir özelliktir (Üçgül, 2017). Robotik kodlama eğitiminin öğrencilere oyun ve eğlence ortamı sunarak öğrenmeyi kolaylaştırıcı etki oluşturduğu ifade edilebilir (Arís & Orcos, 2019; Küçük & Şişman, 2016).

Robotik eğitim setler, farklı renkte ve boyutta, birbirine monte edilebilen plastik parçalardan oluşan, çeşitli sensörler, motorlar içeren ve programlanabilir robotlar tasarlamaya imkân sağlayan setler olarak ifade edilebilir. Setin içinde bulunan sensörler, canlıların duyu organlarına benzer görevleri yerine getirmektedir. Sensörler dış dünyadan algıladıkları verileri, mikrodenetleyiciye

iletmekte, burada yorumlanan veriler robotun komuta uygun olarak hareket etmesini sağlamaktadır (Alimisis, 2013; Coufal, 2020; Küçük & Şişman, 2017; Plaza vd, 2018). Eğitsel amaçlı kullanılan çeşitli robotik setler ve mikroişlemciler ile eğitim sürecinin gerçekleştirildiği söylenebilir. Lego Mindstorms setleri (NXT ve EV3), Robotis setleri, Makeblock (mbot) setleri, Arduino ve Raspberry gibi mikroişlemciler, eğitim sürecinde yaygın şekilde kullanılan robotik uygulamalar olarak ifade edilebilir. (Behrens vd, 2009; Chambers vd, 2008; Kim & Jeon, 2008; Luchin, 2012; Sobota vd, 2013).

2.6.1 Lego Mindstorms EV3 seti

‘Leg godt’ ifadelerinin birleşiminden meydana gelen ve ‘*iyi oyna*’ anlamını taşıyan, lego sözcüğü, Latince “birleştirmek” anlamına gelmektedir (Özdoğan, 2013). Parçaların birleştirilmesi üzerine yapılandırılan lego ürünlerinin, teknolojinin gelişmesiyle birlikte stabil parçalara kıyasla faaliyet gösterebilen setler olarak gelişim gösterdiği ifade edilebilir (Çayır, 2010). Lego parçalarına sensör, mekanik parçalar ve motorların eklenmesiyle programlanabilir bir yapıya dönüştüğü söylenebilir. İlk olarak programlanabilir set olarak geliştirilen Lego Mindstorms RCX’in geliştirilmesiyle, Lego Mindstorms NXT setleri oluşturulmuştur. 2006 yılında oluşturulan Lego Mindstorms NXT setlerinin, ilkökul kademesinde öğrenim görmekte olan bir öğrencinin robot modelleri oluşturabilmesine yönelik fırsat sağlamasıyla eğitim sürecinde kullanılabilecek setler olabileceği düşüncesi gelişmiştir (Ding vd, 2017; Ferrari & Ferrari, 2011; Koç-Şenol, 2012). Teknolojik gelişmelerle birlikte 2013 yılında oluşturulan Lego Mindstorms Ev3 setinin, eğitsel amaçlı olarak üretilen ve kullanılmaya başlanan ilk robotik set olduğu söylenebilir. Lego Mindstorms Ev3 seti ile birlikte robotik uygulamaların eğitim öğretim ortamlarında kullanımının yaygınlaşmaya başladığı ifade edilebilir (Afari & Khine, 2017; Garber, 2015; Özdoğan, 2013).



Fotoğraf 2.1. Lego Mindstorms EV3

<https://www.robotistan.com/ev3-lego-mindstorms-education-ana-set>

Fotoğraf 2.1’de görüldüğü gibi temel set parçaları, basit makine çeşitleri, motorlar ve farklı uygulamalara ilişkin sensörler yer almaktadır. Ayrıca içerikte yer alan parçalar ile oluşturulacak robotlara çeşitli fonksiyonlar kazandırabilmek amacıyla hazır kod bloklarının kullanılarak programlamanın gerçekleştirilebileceği bir alt yapı mevcuttur. Kod blokları arasında sağlanacak farklı bağlantılar aracılığıyla çeşitli programlama ve fonksiyonel özellikler oluşturulabilir (Garber, 2015; Erdoğan, 2019; Zimmerman, 2017).

2.6.2 LEGO Education WeDo 2.0

LEGO Education WeDo, okul öncesi ve ilköğretim kademesindeki öğrencilerin seviyesine uygun şekilde tasarlanmış olan programlanabilir robotik eğitim seti olarak ifade edilebilir. Erken yaş dönemlerinden itibaren temel programlama becerilerinin kazandırılması ve robotik eğitiminin temelini oluşturulması amacıyla kullanılabilecek içeriğe sahip bir robotik set olarak eğitim ortamlarında kullanılmaktadır.



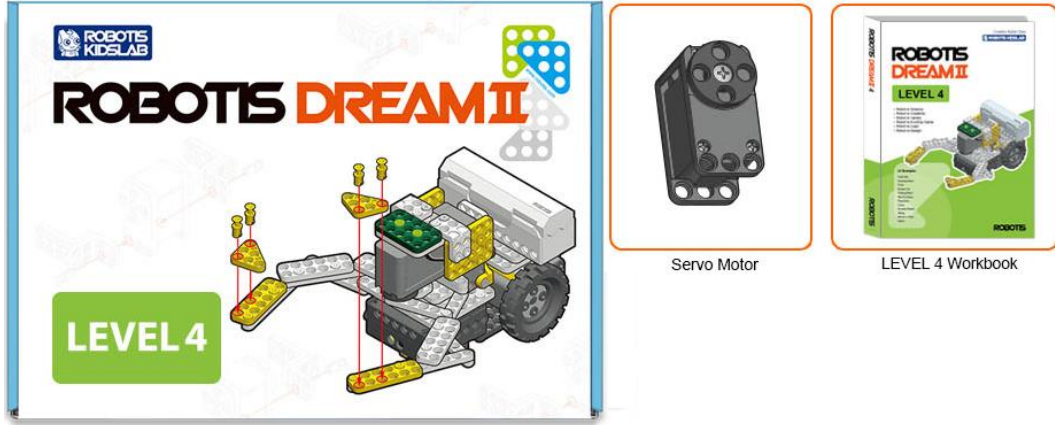
Fotoğraf 2.2. Lego WeDo

<https://www.teknokta.com/urun/lego-education-wedo-20-temel-set>

Fotoğraf 2.2’de görüldüğü günü Lego Education WeDo setinde, temel parçaların yanı sıra, çeşitli sensörler, programlanabilme özelliğine sahip akıllı tuğla, basit makine çeşitleri yer almaktadır. Setin içeriğinde yer alan parçalar ile ürünlere fonksiyonel özellik kazandırabilmek amacıyla hazır kod bloklarının kullanılarak programlamanın gerçekleştirilebileceği bir alt yapı mevcuttur. (Mayerová & Veselovská, 2014, 2017; Yu-mei vd, 2017).

2.6.3 Robotis Dream Eğitim Seti

Robotis firması tarafından üretilen 5 farklı eğitim setini bulunmaktadır. Kitlerin içerisinde 12 farklı robot modellerinin gösterildiği eğitim kitapları bulunmaktadır. İçerisinde mekanik tasarımlar için plastik parçalar, servo motor ve çeşitli sensörler bulunmaktadır.



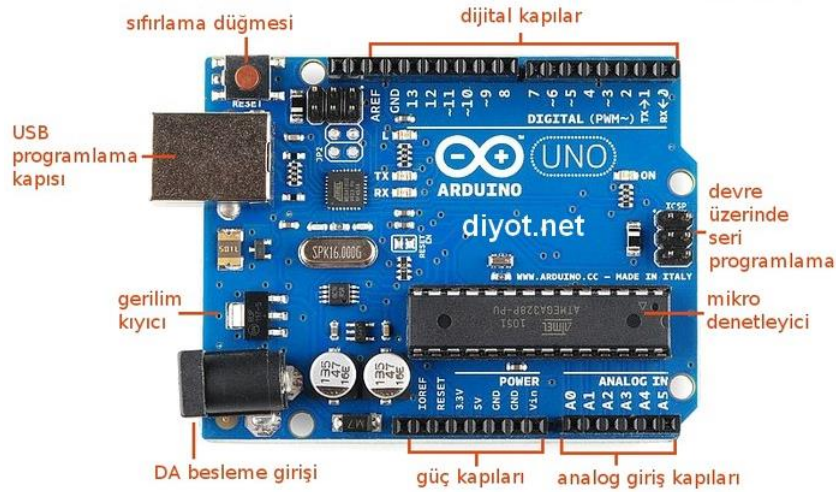
Fotoğraf 2.3. Robotis Dream

<https://www.robotsepeti.com/robotis-dream-ii-seviye-5-egitim-kiti>

Birinci seviyede mekanik eğitim, ikinci seviyede algoritma eğitimi, üçüncü seviyede kodlamaya girişle beraber basınç, ses, kızılötesi, sensorlerinin yardımıyla dokunmayı algılayan, sesi duyan ve engellerden kaçan robotların tasarlanması, dördüncü seviyede robot çevresel birimlerinin nasıl kullanılacağı konusunda pratik yapmasını, son aşamada ise düzey örnekler içeren dersler sunar karmaşık örnekler bulunmaktadır. (Özel, 2018; Robotsepeti, n.d.). Robotların programlanmasını RoboPlus Task ya da blok tabanlı RoboPlus Scratch uygulaması ile yapılabilmektedir.

2.6.4 Arduino

Arduino sensörler yardımıyla çevresiyle iletişim ve etkileşim içerisinde olan mikrodenetleyicidir. Kolay bir şekilde çevresiyle etkileşime girebilen, blok tabanlı (sürekli bırak) yazım dilini destekleyen Scratch, m-block programı ya da metin tabanlı Arduino IDE ile çeşitli projeler yapılabilmektedir. Arduino'nun sık kullanılmasını sebepleri; açık kaynak kod kullanımı, maliyeti ucuz ve kolay bir mikroişlemci devresine sahip olmasıdır. Yazılan kodlar gizli değildir ve bu kodlara erişilmek mümkündür (Kasım,2020; Sefer,2017; Güven & Kozcu-Çakır, 2020).



Fotoğraf 2.4. Arduino UNO

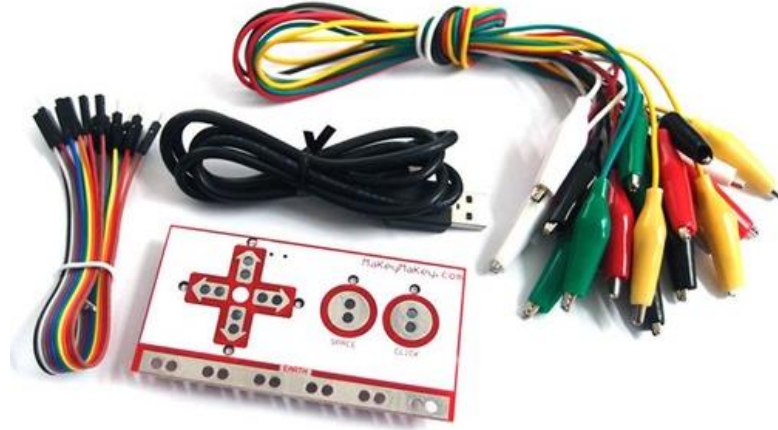
<https://diyot.net/arduino/>

Fotoğraf 2.4’te görüldüğü gibi yapılan kodlamalar usb kablosu yardımıyla arduino elektronik kartına yüklenir ve giriş/çıkış pinleri ile sensörlerden gelen değerler okunabilir ya da değerler gönderilerek yapılan çalışmaya göre dış ortama ses, ışık gibi tepkiler oluşturulabilir. Çeşitli sensörlerden yararlanarak ortamın ışık, sıcaklık, basınç, nem, ağırlık, pH, ivme gibi verilerin toplandığı projeler tasarlanabilir (Sinap, 2017; Kasım, 2020) Sensörler ile ortamdan alınan bilgiler, ışıkların ya da motorların kontrolü yapılabilir.

Arduino ile akıllı sistemler, uzaktan kumandalı araçlar, giyilebilir teknolojiler gibi birçok proje yapılabilir. Giriş-çıkış pin sayısı, çalışmada kaplayacağı alan ve mikroişlemcisinin çeşidine göre birçok Arduino kartı bulunmaktadır. (Dökmetaş,2016; Semiz, 2018). Bu kartların içinde Arduino Uno çalışmalar yaygın şekilde kullanılan (Meço & Görgülü Arı, 2021, Dönmez, 2020; Erten, 2019; Başaran, 2018) ATmega328 işlemci kullanan bir karttır. Kart üzerinde 14 adet dijital pin/çıkış pini, 6 analog pin, çalışma gerilimi 5V, karta yüklenen programları sıfırlamak için reset butonu ve usb bağlantı girişi bulunmaktadır. Pil ya da bilgisayara bağlanarak çalıştırılabilmektedir (İyice, 2012).

2.6.5 mBot-STEM Eğitim Robot Kiti

mBot - STEM Eğitim Robotu, Makeblock tarafından STEM eğitimi için geliştirilmiş, öğrencilerin mekanik el becerilerini, elektronik becerilerini geliştirmesi, yazılımsal deneyimlerinin artmasını sağlamak için tasarlanmıştır.



Fotoğraf 2.6. Makey Makey
<https://www.direnc.net/makey-makey-kit-2>

Fotoğraf 2.6.’da görüldüğü gibi metal bir kart ve çeşitli kablolardan oluşur. Makey makey kartının çalışması için ön yüzünün altında earth yazan topraklama bölümü ile bilgisayar klavyesinde istenilen tuşun, iletken maddelerle birleştirilerek devre tamamlanmış olur. Kart ile iletken maddeler arasındaki bağlantı krokodil ve jumper kablolarla yapılmaktadır. Makey makey kartına bağlantılar yapılarak klavye tuşları yerine az veya çok iletkenlik özelliği taşıyan her materyal kullanılabilir. Böylelikle istenilen materyaller dokunmatik yüzeyler haline gelebilir. Bu materyaller oyun hamurları, çiçek, meyve ya da insan bedeni olabilir. Kartın ön yüzeyinde 6 giriş mevcuttur. Bunlar bilgisayar klavyesinde yer alan sağ, sol, yukarı ve aşağı oklar, boşluk ve farenin sol tuşu yerine kullanılmaktadır. Kartın arka yüzeyinde jumper kablolar ile bağlantı kurulan 12 adet pin girişi yer alır. Bu pinler dört bölümden oluşur ve diğer tuş işlevleri için kullanılır. (Tanık-Önal & Ardic, 2020)

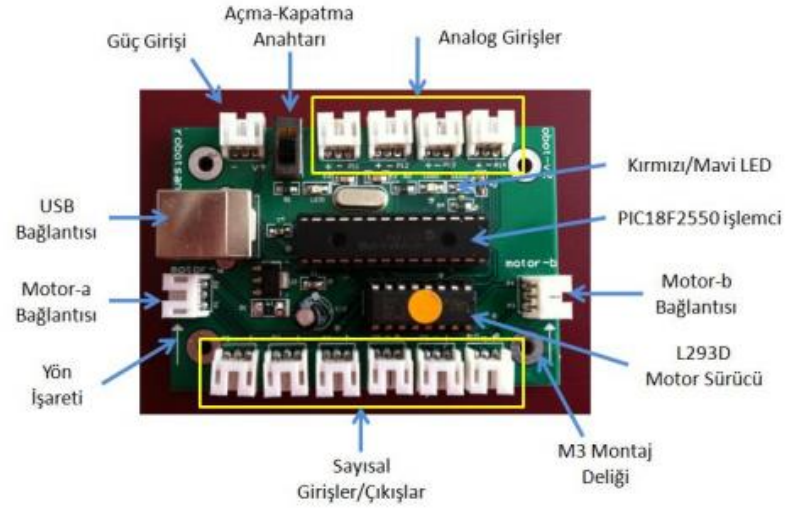
2.6.7 O-Bot Robot Kiti ve iDea Kontrol Kartı

Robotsan tarafından geliştirilen TÜBİTAK 4006 Bilim şenliklerinde ilköğretim seviyesinden başlayarak öğrencilerin bilim projelerinde robot kullanmalarına yönelik “Robot Proje Paketi” hazırlanmıştır. İçerisinde O-bot robot kiti, türkçe algoritma geliştirme ve görsel programlama iDea yazılımı, robot simülatörü iDeaSim ve deney arayüzünü iDeaLab içerektedir (Robotsan, t.y.)



Fotoğraf 2.7. O-Bot

<http://www.robotsan.com.tr/tr-TR/urunler/urun/1/o-bot>



Fotoğraf 2.8. iDea Kontrol Kartı

http://www.robotsan.com.tr/Attachments/Downloads/rs_iDea_KontrolKarti_v2.1.pdf

2.6.8 Fischertechnik Robotik Seti

Fischertechnik robotik seti, tüm yaş gruplarında teknolojiye karşı ilgiyi artırmak ve sürdürülebilir öğrenmeyi desteklemek amacıyla oyun temelli öğretime dayalı hazırlanmış robotik setlerdir (Fischertechnik, t.y.)

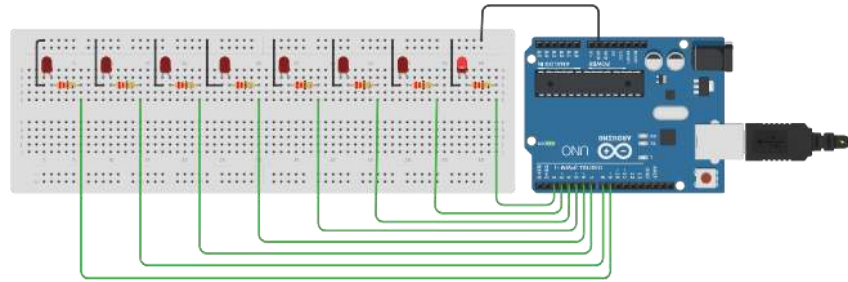


Fotoğraf 2.9. Fischertechnik Ttxt Keşif Seti

<https://www.fischertechnik.de/en/products/playing/robotics/524328-txt-discovery-set>

2.6.9 Tinkercad Devre Çizim Programı

Tinkercad, arayüz olarak dikkat çekici ve kolay kullanılabilen çevrimiçi tasarım programıdır. Autodesk tarafından desteklenen Tinkercad, 3B tasarım, devrelere elektronik simülasyon ekleme ve kod blokları ile tasarım yapma imkanı sağlamaktadır (Tinkercad, t.y.) Ayrıca tinkercad Fotoğraf 2.10’de görüldüğü gibi Arduino ile yapılan çalışmalarda devre şemalarının çiziminde kolaylık sağlamaktadır.



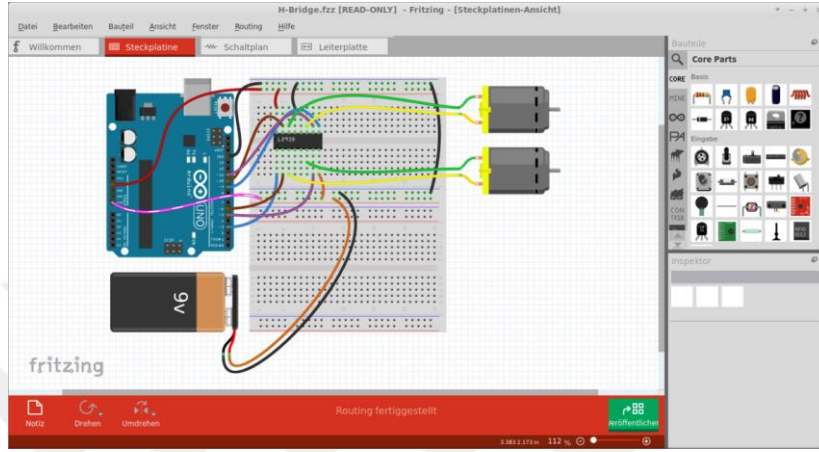
Fotoğraf 2.10. Tinkercad programında oluşturulan devre çizmi

<https://www.tinkercad.com/things/2SZrHQE5NxU-kara-simsek-devresi>

2.6.10 Fritzing Devre Çizim Programı

Fritzing, bord üzerinde devre şemalarının çizimlerinin yapıldığı, açık kaynak kodlu, simülasyon üretilen bir programdır (İpek, 2018). Fotoğraf

2.11’de görüldüğü gibi içerisinde çeşitli Arduino benzeri kartlar, bordlar, direnç, led, diyot, pil, kondansatör gibi temel devre elemanları bulundurmaktadır. Fritzing programı tinkercad programına kıyasla içerisinde barındırdığı devre elemanlarının gerçek hayatta ki görsellerini kullanmaktadır (Başaran, 2018).



Fotoğraf 2.11. Fritzing programında oluşturulan devre şeması
<https://www.elektrikde.com/fritzing-nedir/>

2.7 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde fen eğitimde teknoloji temelli robotik uygulamalara ilişkin gerçekleştirilen ulusal çalışmalardan bahsedilmiştir.

Koç-Şenol (2012), 7. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 40 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, “Kuvvet ve Hareket” ünitesine yönelik robotik destekli fen etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve fen ve teknoloji dersine yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. 8 haftalık eğitim sürecinde kontrol grubuna müfredatta öngörülen şekilde eğitim uygulanırken, deney grubuna Lego Mindstorms NXT robotik eğitim setiyle oluşturulan etkinliklerle eğitim verilmiştir. Uygulama sonrasında öğrencilere 25 maddelik “*Bilimsel Süreç Becerileri Testi*” ve 35 maddelik “*Fen ve Teknoloji Dersi Motivasyon Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik destekli fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik motivasyon puanlarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Özdoğan (2013), 6. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 52 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, fen ve teknoloji öğretim programında yer fiziksel olaylar öğrenme alanına yönelik robotik destekli fen etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve fen ve teknoloji dersine yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. 5 haftalık eğitim sürecinde fen programında yer alan fiziksel olaylar öğrenme alanına yönelik deney grubuna Lego Mindstorms NXT robotik eğitim setiyle, kontrol grubuna öğretim programında yer alan etkinliklerle eğitim verilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak “Kuvvet ve Hareket” (Sabit Süratle Hareket Eden Cisimler) ve “Işık ve Ses” (Işığın Yansıması, Sesin Yansıması ve Ses Dalgalarının Madde ile Etkileşimi) ünitesinde işlenen konulara yönelik “Akademik Başarı Testi”, “Bilimsel Süreç Becerileri Testi” ve “Fen ve Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği” uygulanmıştır. Elde edilen bulguların sonucunda robotik destekli fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun Fen ve Teknoloji dersine yönelik tutumları, bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Eraslan vd. (2013), 6. ve 7. sınıfı bitirmiş 28 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ile TÜBİTAK Projesi kapsamında gerçekleştirdiği çalışmalarında, öğrencilerin fen öğretiminde robot teknolojisinin kullanımına yönelik görüşlerini ve görüşlerinin çeşitli değişkenlere göre değişimini incelemiştir. Üç gün devam eden eğitim sürecinde Lego Mindstorms NXT robotik eğitim setleri ile etkinlikler yapılmıştır. Uygulama öncesi “Öğrenci Kişisel Bilgi Formu” ve “Robotik Öğrenci Ön Anketi” sonrasında ise “Robotik Memnuniyet Anketi” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin cinsiyetlerine, sınıf seviyelerine, akademik başarılarına, ailelerinin eğitim düzey ve ekonomik durumlarına göre anlamlı bir farklılık olmadığı, robotik eğitim setlerinin kullanımı fen ve matematik gibi derslerde daha iyi öğrenebilmeyi ve eğlenirken öğrendiklerini, sıkılmadıklarını, çeşitli fen kavramlarını öğrendiklerini, robotiğe yönelik bilgi ve beceri düzeylerinin arttığını ifade etmişlerdir.

Kılınç vd. (2013), 28 BİLSEM öğrencisi ile gerçekleştirmiş olduğu çalışmalarında, robotik destekli fen öğretimi hakkında öğrencilerin görüşleri incelenmiştir. TÜBİTAK Projesi kapsamında yapılan durum çalışmasında “Robotik Öğrenci Ön Görüşme Formu”, “Robotik Memnuniyet Formu” ve

“Öğrenci Etkinlik Günlüğü” kullanılmıştır. Üç gün süren eğitim sürecinde Lego Mindstorms NTX robotik eğitim seti destekli fen öğretimi yapılmıştır. Elde edilen verilerin sonucunda öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgilerinin arttıklarını, eğlenceli bir öğrenme ortamının oluştuğunu ve robotik setlerin diğer derslerde de kullanılabileceği belirtilmiştir.

Kılınç (2014) tarafından, 7. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 54 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, ışık ünitesinin “*Işığın Soğurulması*”, “*Beyaz Işık Gerçekten Beyaz Mıdır?*” ve “*Işığın Kırılması*” konularına yönelik robotik etkinliklerle destekli 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akdamik başarı ve fen dersine yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Çalışmada öğrencilere “*Işık Ünitesi Başarı Testi*” ve “*Fen ve Teknoloji Dersi Motivasyon Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, Lego Mindstorms NXT robotik eğitim setiyle desteklenen fen etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısı, fen ve teknoloji dersine yönelik motivasyonlarının anlamlı düzeyde etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca robotik eğitim seti kullanımının öğrencilerin özgüvenlerini artırdığı, gözlem yapma ve aktif katılımını olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir.

Okkesim (2014), 8. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 40 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, “*Maddenin Halleri ve Isı*” ünitesine yönelik robotik destekli fen etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve fen dersine yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. 10 haftalık eğitim sürecinde Lego Mindstorms NXT robotik eğitim setleri ile, kontrol grubuna aynı etkinliklerin müfredatta öngörülen şekliyle yapılmıştır. Çalışmada öğrencilere “*Bilimsel Süreç Becerileri Testi*” ve “*Fen Dersi Tutum Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin sonucunda robotik destekli fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik tutumlarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Eraslan-Güney (2015), 8. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 40 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, “*Canlılar ve Enerji İlişkileri*” ünitesi “*Yenilenebilir Enerji Kaynakları*” konusuna yönelik Mindstorms EV3 Yenilenebilir Enerji Seti kullanılarak öğretilmesinin öğrencilerin akademik başarı ve yaratıcılık düzeylerine etkisini incelemiştir. 8 haftalık eğitim sürecinde 10 deneysel etkinlik yapılmıştır. Uygulamada öğrencilere “*Başarı Testi*” ve

“Yaratıcılık Ölçeği” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin sonucunda robotik etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısına olumlu yönde etki ettiği, yaratıcılık düzeylerinde anlamlı düzeyde farklılık oluşturmadığı ifade edilmiştir.

Çömek ve Avcı (2016) çalışmalarında, 10 fen bilgisi öğretmeninin robotik destekli fen eğitimi hakkında görüşlerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada yer alan öğretmenler, daha önce robotik çalışmalar yapmış, fen eğitiminde robotik uygulamaların nasıl kullanılacağını bilen ve ortaokulda görev yapmakta olan öğretmenlerdir. Öğretmenlerden elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğretmenler genel olarak robotik uygulamaların öğrencilerin derse katılımlarına ve tutumlarına olumlu yönde etkili edeceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca 7. sınıflarla robotik fen uygulamalarının yapılmasının daha uygun olabileceğine ilişkin görüş bildirmişlerdir.

Silik (2016), 15 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmada, lego öğrenme ortamlarının öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisini incelemiştir. 6 haftalık eğitim sürecinde Lego Mindstorms Ev3 Home Edition robotik eğitim seti kullanılarak inşa etme, tasarım ve programlama etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilere 20 maddelik “Problem Çözme Ölçeği” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmen adaylarının problem çözme becerileri puanlarında olumlu yönde farklılaşma olduğu, fakat anlamlı düzeyde olmadığı belirtilmiştir. Araştırmacı, bu sonucun uygulama süresinin sınırlı olması ve öğretmen adaylarından bir kısmının çalışmaya katılmaya devamlılık göstermemesinden kaynaklanmış olabileceğini ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının problem çözme becerileri aşamalarından keşif, gözlem, pratik ve sosyal becerilerini kullandıkları tespit edilmiştir.

Kuş (2016), 6. Sınıf düzeyinde öğrenim gören 62 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde yer alan kazanımlara yönelik hazırlanmış robotik modül etkinliklerin, öğrencilerin akademik başarı, fen dersine yönelik tutumları ve motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Çalışmada öğrencilere 25 maddelik “Kuvvet ve Hareket Başarı Testi”, 44 maddelik “Fen ve Teknoloji Tutum Ölçeği” ve “Fen Bilimleri Dersi Motivasyon Ölçeği” uygulanmıştır. 5 haftalık eğitim sürecinde Kuvvet ve Hareket ünitesinin öğretimi; deney grubuna

Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim setiyle uygulanırken, kontrol grubuna fen bilimleri kitabındaki yer alan etkinliklerle gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik destekli fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin akademik başarı, derse yönelik tutum ve motivasyon puanlarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla, anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Açıışlı (2016), 20 7. sınıf öğrencisi, 20 fen bilgisi öğretmen adayı ve 20 fen bilgisi öğretmeni ile gerçekleştirdiği çalışmada, robotik uygulamalara ilişkin görüşlerini incelemiştir. Çalışmada “*Robotik Memnuniyet Testi*” ve “*Robotik Ön Test*” kullanılmıştır. 60 saat süren eğitim süresince Lego Mindstorms Education EV3 Eğitim setleriyle çeşitli etkinlikler yapılmıştır. Çalışmanın sonunca yapılan robotik uygulamaların öğrenirken eğlendirdiği, öğrenme motivasyonlarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Avcı (2017), 3. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 20 fen bilgisi öğretmen adayı ile yapmış olduğu çalışmada, Lego Mindstorm ile gerçekleştirilen robotik projelerin teknolojik pedagojik alan bilgilerine, problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisini incelemiştir. Uygulamada öğretmen adaylarına “*Bilimsel Yaratıcılık Testi*”, 47 maddelik “*Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Testi*” ve 35 maddelik “*Problem Çözme Envanteri*” uygulanmıştır. 10 hafta süren çalışmada Lego Mindstorm EV3 setleri ile etkinlikler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık, teknolojik pedagojik alan bilgisi ve problem çözme envanterinden aldıkları test puanları arasında anlamlı farkın olduğu ifade edilmiştir. Öğretmen adayları ayrıca, Lego EV3 ile yapılan uygulamaların uygulanabilir, kalıcı, disiplinler arası olduğunu, fen bilgisi dersinde kuvvet ve hareket, basit makine, ışık ve ses konularında kullanmak istediklerini yazılım kısmında ise zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Sefer (2017), “Analitik Kimya Laboratuvarı” dersinde 2. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada, Arduino ile yapılan kimya deneylerinin öğretmen adaylarının bilişim teknolojileri ve kimya dersine yönelik öz yeterliklerine etkisini incelemiştir. Analitik kimya dersinin içeriğine uygun Arduino setleriyle 8 deneyin yapıldığı çalışmada deney grubuna doğrulayıcı yaklaşıma dayalı mikroişlemci ile tasarlanan

kapalı uçlu kimya deneyleri uygulanırken, kontrol grubuna ise doğrulayıcı yaklaşıma dayalı kapalı uçlu deneyler ile eğitim verilmiştir. Uygulama sonrasında öğrencilere 17 maddelik “Kimya Öz yeterlik Ölçeği” ve 27 maddelik “Öğretmenlere Yönelik Bilişim Teknolojileri Öz Yeterlik Algısı Ölçeği” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda mikroişlemci destekli kimya deneylerinin gerçekleştirildiği deney grubunun, kontrol grubuna kıyasla kimya öz yeterlikleri puanının anlamlı düzeyde farklılaşmadığı, buna karşın bilişim teknolojileri öz yeterlikleri puanlarının anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir. Aynı zamanda öğretmen adayları arduino kullanımının hesaplama kolaylığı ve zaman tasarrufu sağladığı, güvenilir sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir.

Açıslı (2017), 7. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 20 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretime yönelik robotik lego eğitim seti destekli fen etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiştir. 20 saatlik eğitim sürecinde, yenilenebilir enerji kaynakları konusuna ilişkin eğitim Lego Mindstorms EV3 eğitim seti ve LegoYenilenebilir Enerji setiyle oluşturulan etkinliklerle gerçekleştirilmiştir. Uygulamada “Alternatif Enerji Kaynakları Başarı Testi” ve “Bilimsel Süreç Beceri Testi” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik destekli lego eğitim setlerinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı ve bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Karışan ve Yurdakul (2017), 6. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 100 öğrenciyle gerçekleştirdikleri çalışmada, mikroişlemci destekli geliştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumlarına etkisini incelemişlerdir. 2016-2017 akademik yılı bahar döneminde 6. sınıf programında yer alan “Işık ve Ses”, “Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” ve “Elektriğin İletimi” kazanımlarına yönelik deney grubuna mikroişlemci (Arduino UNO ve Raspberry Pi kartları) destekli STEM etkinlikleri uygulanırken, kontrol grubuna ders kitabındaki etkinlikler ile eğitim verilmiştir. Uygulamada 37 maddelik “STEM Tutum Ölçeği” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda mikroişlemci destekli STEM etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun STEM’e yönelik tutum puanlarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Çınar (2017), 40 fen bilgisi öğretmeni ile gerçekleştirdiği çalışmada, öğretim materyali olarak robotik uygulamaların kullanımına yönelik öğretmen görüşlerini incelemiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak “İlk/Orta Okulda Robotik Kullanma Öğretmen Görüş Anketi” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmenlerin çoğunluğu robotik teknolojinin fen bilimleri dersinde kullanılmasının öğrenmeyi kolaylaştıracağı yönünde olumlu düşüncelerinin olduğu belirtilmiştir. Ancak öğretmenler robot uygulamalarının yer aldığı konu/ ünitelerin, diğer konu/ünitelere göre öğrencilerin daha az derinlemesine anlayacaklarını belirtmişlerdir. Araştırmacı bu durumun kaynağının öğretmenlerin robot teknolojisini fen bilimleri dersine entegre etme konusundaki bilgi ve beceri eksikliği ve sınav başarı kaygısı olabileceğini belirtmiştir.

Özel (2018), 8. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 48 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, 8. sınıf fen bilimleri öğretim programına robotik etkinliklerin entegre edilmesinin, öğrencilerin akademik başarısına, teknolojiye ve STEM’e yönelik tutumlarına olan etkisini incelemiştir. 8 hafta eğitim sürecinde, 8. sınıf fen bilimleri dersinde yer alan “Basit Makineler”, “Işık ve Ses”, “Yaşamımızdaki Elektrik” ve “Deprem ve Hava Olayları” konularına ilişkin kazanımlara yönelik Robotis Dream ile robotik etkinlikler yapılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası “Fen Bilimleri Başarı Testi”, “Teknoloji Tutum Ölçeği” ve “STEM’e Karşı Tutum Ölçeği” uygulanmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen etkinliklerin sonrasında, öğrenciler görüşlerini ifade ettikleri öğrenci günlükleri kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, 8. sınıf fen bilimleri öğretim programına robotik etkinliklerin entegre edilmesiyle, öğrencilerin akademik başarılarının anlamlı düzeyde arttığı, teknolojiye ve STEM’e yönelik tutumlarında olumlu yönde değişiklik olduğu ifade edilmiştir. Robotik etkinliklerin öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı, öz güvenlerini geliştirdiği, işbirlikli çalışmayı, yaratıcı ve eleştirel düşünmeyi geliştirdiği belirtilmiştir.

Başaran (2018), “Genel Fizik Laboratuvarı II” dersinde birinci sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 50 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmada, elektrik deneylerinde Arduino’nun tanıtılması ve çeşitli ölçümlerin yapılması, devre çizimleri için Fritzing programının kullanılması, deney raporlarının poster olarak hazırlanmasının öğrencilerin fizik dersine, bilgi ve

iletişim teknolojilerine (BİT) yönelik tutumlarına etkisi incelenmiştir. 13 haftalık eğitim sũrecince Arduino elektrik deneylerine entegre edilerek kullanılmıştır. Uygulamada ȳęretmen adayalarına 17 maddeden oluşan “*Teknolojiye yȳnelik tutum ȳlęęi*” 27 maddelik “*Fizik laboratuvarına yȳnelik tutum ȳlęęi*” ve 23 maddelik “*BİT’e yȳnelik tutum ȳlęęi*” kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda çalışma grubundaki tũm ȳęrencilerin fizik laboratuvarına, teknolojiye ve BİT’e yȳnelik tutumlarında anlamlı dũzeyde farklılığın olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, ȳęretmen adayları Arduino’nun kullanımının ilgi ve meraklarını arttığı ve ȳęrenmenin ȳnemli olduğunu, ȳęrendikleri bu programları ileride ȳęrencilerine ȳęretmek istediklerini ifade etmişlerdir.

Akçay (2018), 4. sınıf dũzeyinde ȳęrenim gȳrmekte olan 42 fen bilgisi ȳęretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmasında, “Fen ȳęretiminde Teori ve Uygulamada Deney Tasarımı” dersinde robotik fetemm uygulamalarının, ȳęretmen adaylarının akademik başarıları, bilimsel sũre becerileri ve derse yȳnelik motivasyonlara etkilerini incelemiştir. Lego Mindstorms EV3 eğitsel setleri kullanarak, bȳcek yaşamını taklit eden robotlar tasarlamak ve programlamak amacıyla yapılan çalışmada; deney grubuna, lego mindstorms EV3 eğitsel robotik seti hakkında temel bilgilerin verilmesi, programlama ve kodlamayla ilgili eğitimin verilmesi, bȳceklere ȳzgũ yaşamsal ȳzellikleri içeren modũller ȳzerinde çalışmalar yapılması, robotların tasarlanması, programlama ve robotların alıştırılmasına ilişkin uygulamalar gerçekleştirilmiştir. 10 haftalık eğitim sũrecinde kontrol grubuna ise ders etkinlikleri uygulanmıştır. ȳęretmen adaylarına 30 maddelik “*Erişi Testi*”, 25 maddelik “*Bilimsel Sũre Becerileri Testi*” ve 40 maddelik “*Derse Yȳnelik Motivasyon ȳlęęi*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik fetemm etkinliklerinin yapıldığı deney grubunun akademik başarı, bilimsel sũre becerileri ve derse yȳnelik motivasyonlarının kontrol grubu ȳęrencilerine kıyasla anlamlı dũzeyde daha yũksek olduğu, kodlama ve programlama becerisi kazandıkları ifade edilmiştir. Ayrıca ȳęretmen adaylarının iletişim becerilerinin geliştiği, işbirliği içinde çalıştıkları gȳzlemlenmiřtir.

Elbir ve akıroğlu (2018), 7.sınıf dũzeyinde ȳęrenim gȳrmekte olan 96 ȳęrenci ile gerçekleştirdikleri çalışmada, “*Kuvvet ve Hareket*” ve “*Işık ve Ses*” konularına yȳnelik fen laboratuvarlarında robotik çalışmalarının STEM

uygulamasına entegrasyonu incelemiştir. 9 haftalık eğitim sürecinde deney grubuna Lego Mindstorms EV3 eğitim setiyle, kontrol grubuna geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla eğitimler uygulanmıştır. Çalışmada robotik etkinliklerin öğrencilerin başarıları, motivasyonları ve STEM tutumları üzerindeki etkisini belirlemek için; “*Akademik Başarı Testi*”, “*STEM Tutum Anketi*”, “*Robotik Ön ve Son Anketi*” ve “*Fen Öğrenme Motivasyon Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin sonucunda fen laboratuvarında robotik çalışmaların yapıldığı deney grubunun akademik başarı, motivasyon ve STEM’e yönelik tutum puanlarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Kozcu-Çakır ve Güven (2019) çalışmalarında, dolaşım sistemi konusunda yer alan nabız kavramını öğretmek için 5E öğrenme modeline uygun Arduino destekli robotik ve kodlama etkinliği tasarlama ve geliştirmeyi amaçlamışlardır. Tasarlanan etkinliğin uygulaması STEM kulübü üyesi 6.sınıf 10 öğrenci ile fen laboratuvarında yapılmıştır. Geliştirilen etkinlikle kalbin çalışma sırasındaki düzenli kasılma ve gevşeme hareketleri robotik ve kodlama ile modellenmiştir. Nabız kavramının öğretiminde arduino destekli robotik kodlama uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin bilişsel düşünme becerilerinin ve teknolojiye yönelik tutumlarının gelişmesinde etkili olabileceği ifade edilmiştir.

Kırtay (2019), 7.sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 60 öğrenciyle gerçekleştirdiği çalışmasında, “*Kuvvet ve Hareket*” ünitesine yönelik robotik uygulamaların sınıf ortamında kullanılmasının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. 10 haftalık eğitim sürecinde deney grubuna Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim setiyle oluşturulan etkinlikler uygulanmış, kontrol grubuna ise fen bilimleri ders kitabında yer alan etkinlikler uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında 25 maddelik “*Bilimsel Süreç Becerileri Testi*” ve 35 maddelik “*Fen ve Teknoloji Dersi Motivasyon Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri puanlarının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu ancak motivasyon puanları açısından anlamlı bir farkın bulunmadığı ifade edilmiştir.

Erdoğan (2019), 3. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 6 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmasında, robotik lego uygulamalarının

öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkilesini incelemiştir. 6 haftalık eğitim sürecinde öğretmen adaylarına Lego Mindstorms EV3 robotik eğitim setinin kullanımına ilişkin eğitim verilmiştir. Eğitimden sonra öğretmen adaylarının fen kazanımlarına yönelik etkinlik geliştirme sürecine bağlı olarak 21. yüzyıl becerilerinin gelişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının fen öğretim programını incelenip uygun kazanımlar seçmeleri ve seçilen kazanımlara yönelik etkinlikler geliştirmeleri istenilmiştir. Bu süreç içinde öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerindeki gelişimleri gözlemlenmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında *zihin haritaları*, her etkinliğin sonunda tutulan *öğrenci günlükleri* ve *yarı yapılandırmış görüşme formları* kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmen adaylarının teknoloji kullanma becerisinin geliştiği, yeni ürünler oluşturulduğundan dolayı kendilerine olan güvenlerinin artırdığı ancak programlama aşamasında biraz zorlandığı ve motivasyonlarının düştüğü ifade edilmiştir. Robotik lego etkinlikleri ile oluşturulan öğrenme ortamlarının yaratıcılık, problem çözme, iletişim, iş birliği gibi 21. yüzyıl beceri alanlarına etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çakır (2019), 4. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 87 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, “*Mikroskopik Canlılar ve Çevremiz*” ünitesine yönelik robotik destekli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiştir. 6 haftalık eğitim sürecinde kontrol grubu öğrencilerine öğretim programında öngörülen haliyle eğitim verilirken, deney grubuna Lego Wedo 2.0 robotik eğitim setiyle oluşturulan etkinliklerle eğitim gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrası 31 maddelik “*Akademik Başarı Testi*” ve 40 maddeden oluşan “*Bilimsel Süreç Becerileri Testi*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik etkinliklerin kullanıldığı deney grubu öğrencilerin kontrol grubuna kıyasla akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri puanlarının yüksek olduğu fakat bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Yavuz (2019), 4.sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 26 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, “*Geçmişten Günümüze Aydınlatma ve Ses Teknolojileri*” ünitesine yönelik STEM uygulamalarının, öğrencilerin STEM algılarına, tutumlarına ve STEM mesleklerine yönelik algılarını incelemiştir. “*Geçmişten Günümüze Aydınlatma Teknolojileri ve Aydınlatmanın Önemi*”,

“Uygun Aydınlatma”, “Işık Kirliliği”, “Geçmişten Günümüze Ses Teknolojileri” ve *“Ses Kirliliği”* konularına yönelik arduino destekli 5 etkinlik planı hazırlanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında *“STEM Algı Testi”, “STEM Tutum Testi”, “STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği”* uygulanmıştır. Ayrıca, her etkinlik sonunda öğrenci günlükleri tutulmuş, video kayıtları alınmış ve sürecin sonunda yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını birbiriyle bağlantılı olarak algıladıkları, uygulamaların eleştirel düşünme, iş birliği, yaratıcılık ve iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerine katkıda bulunduğu ifade edilmiştir.

Koç (2019), okul öncesi düzeyinde öğrenim görmekte olan 50 öğrenci ve 5.sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 60 öğrenci ile gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, günlük yaşamda kullanılan basit ve ucuz malzemelerle yapılan STEM uygulamaları ile robotik destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerileri ve akademik benlik algılarına etkisini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada robotik eğitim setleri ve basit malzemeler ile yapılan STEM temelli fen etkinlikleri için hem okul öncesi hem de 5. sınıf düzeyinde yapılabilecek *“Basit Makineler”* konusu seçilmiştir. Yaklaşık 4 aylık eğitim sürecinde kontrol grubuna geleneksel fen eğitimi verilirken, birinci deney grubunda Lego Mindstorms EV3 ve Lego WeDo setleriyle robotik destekli STEM, ikinci deney grubunda ise basit malzemelerle STEM temelli eğitim yapılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası *“Problem Çözme Becerileri Ölçeği”* ve *“Akademik Benlik Kavramı Ölçeği”* uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, fen eğitiminde basit ve ucuz malzemeler ile yapılan STEM etkinlikleri ve robotik destekli STEM etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun problem çözme becerileri ve akademik benlik algıları üzerinde kontrol grubu öğrencilerine kıyasla olumlu etkiler oluşturduğu ifade edilmiştir. Çalışmada pahalı ya da ucuz malzemeler kullanılarak öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilebileceği ancak akademik benlik algılarını geliştirmede robotik destekli STEM etkinliklerinin daha etkili olduğu ifade edilmiştir.

Koç ve Büyük (2019), 5. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 40 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, robotik destekli STEM uygulamaların öğrencilerinin problem çözme becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Yaklaşık

2 aylık eğitim sürecinde “*Basit Makineler*” konusu kazanımlarına yönelik kontrol grubunda düz anlatım yöntemi ile eğitim verilirken, deney grubuna Lego Mindstorms EV3 seti ile robotik destekli STEM uygulamalarına dayalı eğitim yapılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası 20 maddelik “*Problem Çözme Becerileri Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik destekli STEM etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun problem çözme becerisi puanlarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Yüksel (2019), 6. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 64 öğrenciyle gerçekleştirdiği çalışmada, “*Elektriğin İletimi*” ünitesine yönelik Arduino ile yapılan etkinliklerin öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutum, başarı ve öz yeterliliklerine etkisini incelemiştir. 5 haftalık eğitim sürecinde deney grubuna Arduino kullanılarak oluşturulan etkinliklerle, kontrol grubuna ise ders kitabında yer alan etkinliklerle eğitim verilmiştir. Uygulama öncesinde ve sonrasında 27 maddelik “*Fen Bilimlerine Yönelik Öz-yeterlilik Ölçeği*”, 20 maddelik “*Ortaokul Fen Bilimleri Dersine Yönelik Bir Tutum Ölçeği*” ve “*Başarı Testi*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda Arduino destekli elektriğin iletimi etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun akademik başarıları ve öz-yeterlilik puanlarının kontrol grubuna kıyasla farklılaşmadığı ancak deney grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Acar vd., (2019), 7. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 60 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmalarında, “*Basit Makinalar*” konusuna yönelik eğitsel robotik setler ile destekli fen etkinliklerinin öğrencilerin STEM beceri düzeylerine ve Fen ve Teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisini incelemişlerdir. 3 haftalık eğitim sürecinde basit makinalar konusuna ilişkin kontrol grubuna düz anlatım yöntemiyle, deney grubuna Lego Mindstorm Ev3 robotik eğitim setiyle oluşturulan etkinliklerle eğitim verilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında 20 maddelik “*Fen ve Teknoloji (FT) Dersine Yönelik Tutum Ölçeği*”, 38 maddelik “*STEM Beceri Düzeyleri Algı Ölçeği*” ve görüşme formu uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda eğitsel robotik destekli fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun STEM beceri düzeyleri algı puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ancak fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarında

anlamalı düzeyde farklılık olmadığı ifade edilmiştir. Tutuma ilişkin anlamalı bir farklılığın oluşmamasının uygulama süresinin kısalığından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Nitel bulgular ise, eğitsel robot setleri ile yapılan çalışmanın fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına olumlu yönde etkisi olduğunu ve derse karşı ilgilerinin arttığına işaret etmektedir.

Akarca (2019), lego kodlama sertifikası sahibi 12 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmasında, lego robotik destekli fen bilgisi öğrenme ortamında, öğretmen adaylarına “Su” temasının ve içerdiği fen bilgisi konularının senaryo ile nasıl öğretilebileceğini ve gerçekleştirilen etkinliklerin bilimsel süreç becerileri, bilimsel yaratıcılık ve karar verme becerilerine etkisini incelemiştir. Öğretmen adayları ile ikişerli gruplar halinde yaklaşık 6 saat süren uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Su teması altında “*Maddenin Halleri, Isı ve Sıcaklık, Moleküller Arası Etkileşimler, Kütle ve Hacim*” konuları, Lego Mindstorms EV3 eğitim seti ile senaryolaştırma yardımıyla uygulanmıştır. Lego robotunun eğitim aracı olarak kullanıldığı çalışmada kodlama becerilerinde, karar verme becerilerinde ve bilimsel süreç becerilerinde olumlu yönde gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama öncesi 25 maddelik “*Bilimsel Süreç Becerileri Testi*”, 11 maddelik “*Karar Verme Beceri Testi*” “*Bilimsel Yaratıcılık Testi*” ve çalışma öncesinde ve sonrasında “*Lego Kodlama Başarı Değerlendirmesi*” kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmen adayları robotlarla çalışma ortamı bulduklarında kodlama becerilerinin geliştiği, uzak kaldıklarında ise kodlama bilgilerini uygulama becerilerinin köreldiğini, senaryo ve LEGO robotik uygulamaları ile fen öğretimine karşı görüşlerinin olumlu yönde farklılaştığını ifade etmişlerdir.

Şimşek (2019), 6. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 48 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmasında, “*Madde ve Isı*” ünitesine yönelik robotik kodlama etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiştir. Robotsan’ın geliştirdiği Türkçe yazılım programı olan iDea programını kullanarak öğrencilere “*Isı İletimi, Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri*” konularına yönelik deney grubuna, iDea (kontrol kartı) yazılım seti ve O-Bot ile robotik kodlama etkinlikleri uygulanırken, kontrol grubuna fen programında yer alan ders içi etkinliklerle eğitim verilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrası 25 maddelik “*Akademik Başarı Testi*” ve 25 maddelik “*Bilimsel Süreç*

Beceri Testi” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik kodlama etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun akademik başarı testi puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu, bilimsel süreç becerileri puanlarında anlamlı düzeyde olmadığı ifade edilmiştir. Araştırmacılar bunun nedenlerini yapılan etkinliklerin süresinin kısa olması, öğrencilerin iDea robotik kodlama programı ile ilk defa karşılaşmış olması ve robot set sayısının yeterli olmaması gibi etkenlerin olabileceğini ifade etmişlerdir.

Erten (2019), 5., 6. ve 7. sınıf öğrencisi, bilişim teknolojileri ve yazılım öğretmenleri ve öğretmen adayları olan toplam 65 kişi ile gerçekleştirdiği çalışmada, ortaokul öğrencilerinin, öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşleri alınarak en çok tercih edilen robotik teknolojilerin belirlenmesi ve en çok tercih edilen robotik teknolojisine ilişkin öğretmen adayları ile disiplinler arası eğitim materyalleri geliştirmek hedeflenmiştir. Uygulamada öğrenci, öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik görüşme formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin sonucunda öğrenci, öğretmen ve öğretmen adaylarının en çok arduino kullanmayı tercih ettikleri, bundan dolayı geliştirilen eğitim materyallerinde Arduino robotik teknolojisine yönelik “*Ayın Evreleri, Bluetooth Kontrollü Araba, Akıllı Balkon, Element ve Bileşik, Sürtünme Kuvveti, Zekâ Küpü, Açığör ve İngilizce Saat*” konularında materyal geliştirilmiştir. Kodlama ve robotik öğretiminin, öğretmen adayları tarafından gerekli ve önemli görüldüğü, öğretmenlere göre öğrenciler üzerinde olumlu gelişim gösterdiğini, öğrencilere göre geleceğin mesleği olarak algılandığı ifade edilmiştir.

Uşengül (2019), 5. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 36 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, “*Kuvvet, Sürat, Dayanıklılık, Kurbağa-başkalaşım, Bitkiler-tozlaştırıcılar, Çevresel sorunlar, Afetler ve Geri dönüşüm*” konularına yönelik robotik eğitim destekli fen etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutum, akademik başarı ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini incelemiştir. 11 haftalık eğitim sürecinde deney grubuna Lego Wedo 2.0 robotik eğitim seti ile oluşturulan etkinliklerle eğitim verilirken, kontrol grubuna aynı etkinliklerin programdaki haliyle eğitim verilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasına 29 maddelik “*Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği*”, 24 maddelik “*Akademik Başarı Testi*” ve “*Fen Bilgisi Dersi Tutum Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik destekli fen eğitiminin verildiği deney

grubu öğrencilerinin fen dersine yönelik tutumları, akademik başarıları ve bilgi işlemsel düşünme becerileri puanlarının kontrol grubunda kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Akkoyun (2019), lisede öğrenim görmekte olan 35 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, STEM temelli robotik etkinliklerin öğrencilerin fen öğrenmede zihinsel risk alma ve yordayıcılarına ilişkin algıları ile fen'e yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerinin gelişimine etkisini incelemiştir. 14 haftalık eğitim sürecinde öğrenciler ile STEM temelli robotik etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında “*Fen Öğrenmede Zihinsel Risk Alma ve Yordayıcılarına İlişkin Algı Ölçeği*” ve 22 maddelik “*Fen’e Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algısı Ölçekleri*” kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda STEM etkinlikleri ve Legolu robotik etkinliklerin uygulandığı çalışmada, STEM temelli robotik etkinliklerin fen öğrenmede zihinsel risk alma ve yordayıcılarına ilişkin algı ve fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı puanlarının arasında anlamlı farklılık olduğu ifade edilmiştir.

Yılmaz (2019), 10. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 30 lise öğrencisi ile gerçekleştirdiği çalışmada, 10. sınıf fizik dersinin elektrik konusuna yönelik STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına, STEM ve fizik dersi tutumlarına etkisini incelemiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında 30 maddelik “*Basit Elektrik Devreleri Başarı Testi*”, 24 maddelik “*STEM Tutum Ölçeği*” 24 maddelik “*Fizik Tutum Ölçeği*” ve *STEM Etkinlikleri Değerlendirme Formu* ile *STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik* kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı düzeyde artış sağladığı, fakat STEM ve fizik tutum puanlarında anlamlı bir artış olmadığı belirlenmiştir. Nitel verilerin analizi sonucunda STEM uygulamalarının derse yönelik ilgiyi artırdığını, tasarım yapmaktan keyif aldıklarını ve konuyu daha iyi öğrendiklerini, meslek seçimlerinde STEM alanlarının önemli olduğu gibi olumlu tutumların geliştiği ifade edilebilir.

Hallaç (2019) çalışmada, 9. Sınıfa yönelik disiplinlerüstü bir STEAM müfredatı oluşturulmuş ve oluşturulan müfredatın öğrencilerin fizik kavramlarını öğrenmesine, bilime karşı tutumlarına, STEAM tutumlarına ve kariyer seçimlerine etkisini incelemiştir. Mikroişlemcilerle desteklenen bir dönemlik eğitim programı

içerisinde 5 ders modülü hazırlanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında “*Bilime Karşı Tutum Ölçeği*” “*STEAM’e Karşı Tutum Ölçeği*” ve “*Mesleki Yönelim Anketi*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, STEAM uygulamasının, öğrencilerin fizik kavramlarını öğrenmelerine, bilime karşı tutumlarına, STEAM tutumlarına ve kariyer seçimlerine olumlu yönde etkisi olduğu ifade edilmiştir.

Ertuğrul ve Genç (2019), 3.ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 40 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmalarında, robotik uygulamalara yönelik öğretmen adaylarının görüşleri incelenmişlerdir. 16 saatlik LEGO Ev3 temel robotik eğitimi verilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda fen bilgisi öğretmen adayları robotik uygulamaların geleceğin eğitimi olduğunu ve meslek yaşatılarında bu uygulamaları kullanacaklarını ifade etmişleridir.

Özaslan (2020), 7 Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 70 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, “*Işığın Kırılması ve Mercekler*” ünitesine yönelik proje tabanlı gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumuna etkisini incelemiştir. 4 haftalık eğitim sürecinde deney grubunda mikro denetleyici kartın kullanıldığı proje tabanlı STEM etkinlikleri ile eğitim verilirken, kontrol grubuna öğretim programın öngördüğü şekilde eğitim gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında 30 maddelik “*Fen Bilgisi Başarı Testi*” ve “*Fen Bilgisi Tutum Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda STEM yaklaşımına göre geliştirilmiş olan proje tabanlı fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunun akademik başarısı ve derse yönelik tutum puanlarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Tatlısı (2020), 3. ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 60 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, eğitsel robotik uygulamaların öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisini ve uygulamalar hakkındaki öğrenci görüşlerini incelemiştir. “*Robotics*” kulüp derslerinde 5 haftalık eğitim sürecinde Robotis seti kullanılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında “*Problem Çözme Becerisi Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin problem çözme becerileri puanlarında anlamlı bir farklılığın olduğu, cinsiyete göre ise anlamlı bir farklılık olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin fen dersinde öğrenmiş

oldukları pil yuvaları, motor ve kablo gibi malzemeleri robotik dersiyle ilişkilendirebildikleri görülmüştür.

Tanık-Önal ve Ardıç (2020), okul öncesi öğrencilerine yönelik bitkilerin büyümesi için ihtiyaç duyduğu temel gereksinimleri öğretmek için alternatif öğretim etkinliği tasarlamıştır. Makey Makey seti destekli 7E öğretim modeline dayalı hazırlanan etkinliğin yaklaşık 40 dakika süresince uygulanabilir olduğunu ifade edilmiştir. Araştırmacılar okul öncesi eğitimde kodlamaya yönelik etkinliklerin yaygınlaştırılması ve daha fazla zaman ayrılmasını, okul öncesi öğretmenlerinin ise teknoloji destekli uygulamalar hakkında eğitim almalarının önemli olacağını ifade etmişlerdir.

Çınar (2020), Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersi kapsamında 35 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmada, öğretmen adaylarına yönelik robotik destekli STEM kursu geliştirmek ve etkiliğini test edebilmeyi amaçlamıştır. 9 haftalık eğitim sürecinde Fishertecnic TX ve TXT robotik setleriyle fotosentez ve ışık enerjisi, hız ve ivme konuları ile ilgili etkinlikler yapılmıştır. Ardından öğretmen adayları fen konularına robotiği entegre ederek “*Hız (1 adet), Isı ve Sıcaklık (2 adet), Ay’ın Evreleri (1 adet), Gölge Oluşumu (1adet), Güneş Tutulması (1 adet) ve Alternatif Enerji–Güneş Enerjisi (1 adet)*” etkinliklerini geliştirmişlerdir. Uygulama öncesi ve sonrasında “*STEM Anketi*” ve 29 maddelik “*Öğrenme Aracı Olarak Robotik Teknoloji Kullanma Görüş Anketi*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik destekli STEM kursu sonrasında, öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin birbirini tamamlayan disiplinler olduğunu ve robotik araçların fen bilimleri dersinde bir öğretim aracı olarak kullanılmasına karşı olumlu düşüncelerinin olduğu ifade edilmiştir.

Dönmez (2020), 11 sınıf öğretmeni, 14 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmada, robotik kodlama eğitiminin, öğretmen adaylarının STEM’e yönelik tutumları, farkındalıkları ve fen öğretimi öz yeterliklerine etkilerini incelemiştir. 6 haftalık eğitim sürecinde arduino eğitim seti destekli beş etkinlik gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrası 17 maddelik “*FeTeMM Farkındalık Ölçeği*”, 21 maddelik “*Fen Öğretiminde Öz-Yeterlik İnancı Ölçeği*”, 37 maddelik “*STEM’e Yönelik Tutum Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda robotik kodlama eğitiminin öğretmen adaylarının STEM’e

yönelik farkındalıkları, STEM tutumları ve özyeterlik inançları üzerinde etkili olduğu, cinsiyet, anabilim dalı ve sınıf düzeyi değişkenlerine göre bir farklılığın olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının arduino destekli etkinlikler gerçekleştirilirken kod yazma ve devre elemanlarının bağlantılarının yapılması aşamasında zorlandıkları ifade edilmiştir.

Güven, vd. (2020), 6. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 11 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, 5E öğrenme modeline entegre edilmiş arduino destekli robotik kodlama uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, robotik tutumu ve fen dersine yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. 11 haftalık eğitim sürecinde ışık, ses, elektrik ve nabız kavramlarına yönelik 5E öğrenme modeli ile robotik kodlama etkinlikleri uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında “*Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği*”, “*Robotik Tutum Ölçeği*” ve “*Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, fen öğretiminde 5E öğrenme modeline entegre edilmiş arduino destekli robotik kodlama etkinliklerinin kullanılması öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, robotiğe yönelik tutumları ve fene yönelik motivasyon düzeylerini arttırdığı ifade edilmiştir.

Sarı ve Yazıcı (2020), 4. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 26 fen bilgisi öğretmen adayı ile TÜBİTAK BİDEB 2237A programı kapsamında gerçekleştirdiği çalışmada, STEM eğitimi ve Arduino destekli etkinlikler hakkındaki görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. 6 günlük eğitim sürecinde STEM eğitimi ve arduino destekli 16 etkinlik yapılmıştır. Uygulama sonrasında yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda yapılan etkinliklere yönelik öğretmen adayları bilgi, beceri ve deneyim sağladıklarını, 21. yüzyıl becerilerini geliştirebileceklerini, öğrenme ortamlarında disiplinlerarası yaklaşımı benimseme, motivasyonu artırma gibi olumlu etkilere sahip olunabileceğini ifade edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları mesleklerine yönelik yapılan proje, kurs ve eğitimlere ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Muşlu-Kaygısız, vd. (2020), 11 öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmalarında, STEM yaklaşımı ile kodlama ve robotik uygulamaların fen öğretim sürecine entegre edilebilme düzeyini incelemişlerdir. 14 haftalık eğitim sürecinde robotik etkinlikler için LEGO WeDo 2.0 seti kullanılmıştır. Öğretmen

adaylarından, fen programında yer alan 3., 4. ve 5. sınıf düzeyine yönelik robotik destekli STEM temelli ders planı hazırlanmaları ve ders vermeleri istenmiştir. Uygulama sırasında ve sonrasında ders değerlendirme rubriği, ders planları ve yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, robotik uygulamaların fen başta olmak üzere tüm derslere entegre edilebileceği ve öğrencilerin problem çözme, bilgi işlemsel düşünme becerilerine katkı sağlayacağı ifade edilmiştir.

Yenikalaycı ve Harman (2020), birinci sınıfta öğrenim gören ve “Genel Fizik Laboratuvarı-II (Elektrik)” dersi almakta olan 40 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmalarında, öğretmen adaylarının Arduino ile gerçekleştirilen kara şimşek uygulamasına yönelik görüşlerini incelemiştir. Uygulama sonrasında görüşme formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, Arduino ile kara şimşek uygulamasına yönelik öğretmen adaylarının genelinin görüşlerinin olumlu yönde olduğu, öğretmen olduklarında Arduino ile ders işleyeceklerini, öğrencilerin Arduino kullanımında karşılaşılabileceği teknik yapı ve donanım özellikleri, ekonomik ve ulaşılabilirliği, duyuşsal ve zihinsel etkileri, kurulum ve uygulamada yaşanacak olumsuzların dezavantaj oluşturabileceğine ilişkin görüşe sahip oldukları belirtilmiştir.

Koç ve Büyük (2021), 7.sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 40 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmalarında, “*Kuvvet ve Hareket*” ünitesine yönelik robotik teknolojisi kullanılarak yapılan uygulamaların öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ve bilime yönelik tutumuna etkisini incelemişlerdir. 8 haftalık eğitim sürecinde, deney grubuna Lego Mindstorms NXT robotik eğitim setiyle oluşturulan etkinliklerle eğitim uygulanırken, kontrol grubuna aynı etkinliklerin robotik teknoloji olmadan etkinliklerle eğitim verilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrası “*Bilimsel Yaratıcılık Testi*” ve “*Bilimsel Tutum Ölçeği*” uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda fen eğitiminde robotik teknolojisinin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve bilime yönelik tutum puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Meço ve Görgülü-Arı (2021), 6. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 10 kişi ile gerçekleştirdiği özel durum çalışmasında, “*Vücumuzdaki Sistemler*” ünitesine yönelik Arduino destekli STEM eğitimi alan öğrencilerin görüşlerini

incelemiştir. 5 haftalık eğitim sürecinde, vücudumuzdaki sistemler ünitesine ait destek ve hareket, sindirim, dolaşım, solunum ve boşaltım sistemine yönelik 5 adet Arduino destekli STEM etkinlikleri ile eğitim verilmiştir. Uygulama sonunda yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin genelinin Arduino destekli STEM etkinliklerinin faydalı ve eğlenceli olduğunu, grup çalışmasının fen dersine karşı ilgilerini arttırdığını, konuyu yeteri düzeyde öğrendiklerini ve öğrencilerin meslek seçimlerini etkileyebileceğine ilişkin görüşe sahip oldukları ifade edilmiştir.

2.8 Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Barker ve Ansorge (2007), 9-11 yaşları arasındaki 32 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmalarında, okul sonrası yapılan robotik eğitiminin fen, ve teknoloji ile mühendislik kavramlarını öğretmek için oluşturulan informal 4-H fen müfredatı etkinliği ve değerlendirme araçlarının geçerliliğini incelemiştir. Altı haftalık eğitim sürecisince okul sonrasında Lego Mindstorms seti ve Robolab programlama yazılımı kullanılmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen robotik etkinliklerin müfredattaki başarısını değerlendirmek amacıyla 24 maddelik testi ön test son test olarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, deney grubu öğrencilerinin son test puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmiştir. Robotik eğitimin öğrencilerin fen, mühendislik ve teknoloji gibi kavramların öğretilmesinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ma, vd. (2007), 21 öğrenci ile yapmış oldukları çalışmada, robotik aktivitelerin, ortaokul öğrencilerinin Fizik bilgilerini öğrenmelerindeki etkisi ile bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. 2 haftalık yaz kampı düzenlenmiştir. Öğrencilerin fizik bilgilerini öğrenmelerine yönelik robotik dersler verilmiştir. Öğrencilerin fizik bilgilerini ölçmek için Newton'un hareket kanunu ile ilgili 12 çoktan seçmeli sorudan oluşan başarı testi, 5 problem senaryosundan oluşan bilimsel süreç becerileri testi kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen verilerin sonucunda fizik bilgilerini öğrenmede ön test ve son test arasında anlamlı bir farklılığın olduğu, bilimsel süreç becerilerinde ise anlamlı düzeyde bir farklılığın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Robotik çalışmaların, öğrencilerin fizik bilgilerini daha iyi öğrenmelerini sağladığı ifade edilmiştir.

Sullivan (2008), 11-12 yaş arasında 26 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, robotik etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç

becerilerine ve sistemleri anlama becerilerine etkisini incelemiştir. Lego Mindstorms yapım setleri ve Robolab yazılımının kullanıldığı 3 haftalık yaz kampı programında robotik kurslara katılan öğrencilere ön test ve son test uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda istatistiksel olarak ön test ve son testler arasında anlamlı düzeyde fark olduğu, robotik etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, sistemlerin işleyişini anlama becerilerini olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir.

Chambers, vd. (2008), ilköğretim seviyesinde 22 öğrenci ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, öğrencilerin bilgileri zihinlerinde yapılandırmakta zorlandıkları dişli çarkların dönme yönü, hız gibi kazanımlara yönelik robotik uygulamalar düzenlenmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda, robotik uygulamaların, öğrencilerin dişlilerin dönüş yönü, hız ve devir sayısı gibi mekanik verileri anlamalarında olumlu yönde etki ettiği ifade edilmiştir.

Gerretson ve Howes (2008), iki 8.sınıf öğretmeni ile gerçekleştirdikleri durum çalışmada, matematik ve fen müfredatlarını disiplinler arası bir şekilde entegre etmek için robotik teknolojileri kullanırken karşılaştıkları zorlukları ve algılarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda, teknolojinin öğretmenler için etkili bir yönetim aracı ve öğrenciler için güçlü bir motivasyon aracı olarak yardımcı olduğunu ancak öğretmenlerin teknolojiyi disiplinler arası öğretimi destekleyecek şekilde entegre etmekte zorlandıkları, özellikle de zamanları ve uygun müfredat materyalleri olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, robotik teknolojinin eğitimde kullanılabilmesi için özel müfredatın hazırlanması gerektiği önerisinde bulunmuşlardır.

Williams, vd. (2012), ilkokul, ortaokul ve lise seviyesinde gerçekleştirdiği çalışmada, fen ve matematik eğitiminde Lego Mindstorm ile etkinlikler uygulamışlardır. Öğrencilerin öğrenim düzeylerine uygun şekilde, yerçekimi ivmesinin ölçümü, sıvının akış hızı, mekanik avantaj sağlanmasında makaraların kullanımı, dairenin çap ve yarıçap ölçümü, ortalama, mod, medyan hesaplarının yapılmasına yönelik etkinlikler yapılmıştır. İlkokul, ortaokul ve lise fen ve matematik sınıflarında için LEGO Mindstorms tabanlı altı etkinlik geliştirilmiş ve uygulamışlardır. Geliştirilen fen etkinlikleri *Mekanik Avantaj, Yerçekimine Bağlı İvme ve Akışkan Akış Hızı* sırasıyla ilkokul fen bilgisi, ortaokul teknoloji ve lise fen entegrasyonu sınıflarında, matematik etkinlikleri *Ölçümler ve Doğruluk, Pi-Nedir?*

ve *Mod, Medyan, Ortalama* sırasıyla ilkokul fen ve robotik, ortaokul teknoloji ve lise cebir derslerinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere dersin öncesinde ve sonrasında değerlendirme anketi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda LEGO Mindstorms uygulamalarının öğrencilerin yaratıcılıklarını desteklediği ve ders süresince aktif katılımı sağladığı ifade edilmiştir.

Lai ve Lai (2012), 5. sınıf düzeyindeki 96 öğrenci ile yapılan çalışmada, fen öğretiminde Scratch kullanımının etkililiğini incelemişlerdir. 15 haftalık eğitim boyunca Scratch programlama etkinlikleri ile fen öğretimi yapılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak *Problem Çözme Testi, Mantıksal Düşünme Testi Ve Görüşme Formu* kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda fen bilimlerinde Scratch kullanmanın problem çözme ve mantıksal düşünme açısından olumlu etkilerinin olduğu ifade edilmiştir.

Altın ve Pedaste (2013), araştırmalarında, 2000- 2013 yılları arasında gerçekleştirilen eğitsel robotik uygulama çalışmalarında benimsenen yaklaşımları incelemişlerdir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, eğitimde kullanılan robotik uygulamaların gerçekleştirilmesinde probleme dayalı öğrenme ve yapılandırmacı öğrenmenin yaygın kullanıldığı, çoğunlukla öğretmen ve öğrenci görüşlerinin alındığını, fen eğitiminde sorgulayıcı öğrenme ve problem çözme gibi birçok yaklaşım oluşturmada robotik uygulamaların bir araç olarak görüldüğü ifade edilmiştir.

Khanlari (2014), 11 ilkokul öğretmeninin robotik uygulamaların STEM eğitimindeki yerine ilişkin görüşlerinin incelendiği çalışmasında öğretmenlerle yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğretmenler robotiğin öğrencilerin yaşam boyu öğrenme becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğunu, fen ve teknoloji ile ilgili konuların öğrenilmesini kolaylaştıran bir araç olarak görüldüğü ancak matematik öğrenimi için kullanışlı olmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenler robotiği öğretim etkinliklerine entegre ederken karşılaştıkları engelleri belirtmiş ve bu konuda desteğe ihtiyaç duydukları söylemişlerdir.

Kim, vd. (2015), 16 öğretmen adayı ile yapmış oldukları çalışmada, robotik uygulamaların STEM'e entegre edilmesinin öğrenme ve öğretme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın verileri, anket, sınıf içi gözlem, görüşme ve

ders planları aracılığıyla toplanmıştır. Robotik uygulamalar, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) derslerini nasıl tasarlayacaklarını ve uygulayacaklarını öğrenmelerine yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının ders tasarımlarında daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu, tasarlanan etkinliklerin STEM'e yönelik tutum ve öğretimin geliştirilmesi için robotik uygulamaların kullanılabileceğini gösterdiği ifade edilmiştir.

Knop, vd. (2017) yapmış oldukları çalışmada STEM eğitiminde etkileşimli robot tasarlama konusuna yer vermişlerdir. Öğrencilere beş günlük eğitim süresince robot tasarımlarına imkân sağlanmıştır. Öğrencilerin nasıl bir tutum sergilediklerini öğrenmek amacıyla veri toplama aracı olarak tutum ölçeği ve görüşlerini öğrenebilmek için ise odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin STEM'e karşı ilgilerinin olumlu düzeyde geliştiği ve bu alanla ilgili çalışmaların dikkatlerini çektiği ifade edilmiştir.

Chen ve Chang (2018), 10. sınıfta öğrenim gören 82 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmalarında, STEM disiplinlerini entegre eden bir robotik müfredatı geliştirmiş ve öğrencilerin STEM'e yönelik öğrenme çıktıları, ilgi ve kariyer yönelimleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. 18 haftalık eğitim sürecinde deney grubunda bütünleştirilmiş STEM'i içeren robotik müfredatı, kontrol grubunda ise geleneksel robotik müfredatı uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, deney grubunun STEM alanlarına yönelik bilgilerinin arttığı, ilgi ve kariyer yöneliminin güçlendiğini, algılarının ise olumlu yönde değiştiği ifade edilmiştir.

Ling ve Wah (2019) yapmış oldukları çalışmada öğretme ve öğrenme aracı olarak Arduino programının öğrencilerin STEM eğitimine etkisine etkisini incelemişlerdir. Arduino öğrenme derslerine katılan öğrencilere online olarak Arduino'ya yönelik algı anketi yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin Arduino'yu öğrenme aşamasında en fazla programlama öğrendiklerini, Arduino'nun STEM ilgi alanlarını, 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesine olumlu bir katkı sağladığı ifade edilmiştir.

Arís ve Orcos (2019), First Lego League turnuvalarına katılan orta öğretim seviyesinde 128 öğrenci, 61 öğrenmen ile yapılan çalışmada, yarışmanın STEAM becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Yarışmaya katılan öğretmen ve öğrencilerin

öğrenme sürecine etkisi hakkında görüşleri alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, eğitim amaçlı robotik uygulamaların kullanımı, öğrenciler zamanlarını olguları test ederek geçirdikleri için problem çözme becerilerinin geliştiği, daha fazla projelerin elde edildiği hem öğretmenlerin hem öğrencilerin bu projelere ilgiyi ve bilimsel merakın yanı sıra ekip çalışmasından dolayı sosyal becerileri geliştirdiği ifade edilmiştir.

Badeleh (2021), 11. Sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 120 öğrenci ile yapmış olduğu çalışmada, teknolojide gerçekleşen gelişimlerin eğitim yöntemlerinde de yararlanılması gerektiğini ifade etmiştir. Robotik eğitiminin öğrencilerin yaratıcılıklarına ve fizik öğrenmelerine etkilerini incelenmiştir. *Torrance Yaratıcılık Anketi* kullanıldığı çalışmada, robotik eğitiminin öğrencilerin fizik öğrenmelerine ve yaratıcılıklarına etkisinin olduğunu ve geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, ülkemizde fen eğitiminde yapılan robotik uygulama çalışmalarını incelemek amacıyla, eğitim çalışmalarında literatürdeki önemli bağlantı ve eğilimleri açığa çıkararak, gelecek dönemlerde ilgili konuya ilişkin yapılacak olan çalışmalara rehberlik edebilmeyi amaçlayan sistematik alanyazın incelemesi yöntemi kullanılmıştır (Minner vd., 2010). Sistematik alanyazın incelemesi, belirli kriterler çerçevesinde araştırmaya dahil edilen çalışmaların kararlaştırılan ölçütler doğrultusunda genel durumlarının belirlenmesini kapsamaktadır (Boland vd., 2017). Bu çalışmada, fen eğitiminde yapılan robotik uygulamalara ilişkin sistematik alanyazın incelemesi için;

1. planlama,
2. incelenecek çalışmaların belirlenmesi,
3. rapor etme

olmak üzere üç aşamalı yöntem izlenmiştir (Kitchenham, 2004). Belirtilen aşamaların ne şekilde gerçekleştirildiği verilerin toplanması ve analizi başlığı altında detaylandırılmıştır.

3.2 Veri Toplama Araçları

Araştırmada, veri toplama aracı olarak Google Akademi, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi ve ERIC veri tabanları üzerinden fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin Türkiye’de yapılmış 48 çalışma kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak kullanılan çalışmaların, 28 tanesi tez çalışması, 16 tanesi makale, 1 tanesi online kitap ve 3 tanesi bildiriden oluşmaktadır.

3.3 Verilerin Toplanması ve Analizi

1. Sistematik alanyazın incelemesinin planlama aşamasında; araştırmada kullanılacak veri toplama araçlarına erişebilmek amacıyla Google Akademi, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi ve ERIC veri tabanlarından tarama yapılması kararlaştırılmıştır. Tarama sürecinde “Robotik”, “Eğitsel Robot”, “Robotik Uygulamalar”, “Mikro işlemci” anahtar kelimeleri ile arama yapılmıştır.

2. İncelenecek çalışmaların belirlenmesi aşamasında; gerçekleştirilen arama sonucunda veritabanları tarafından sunulan çalışmaların içerikleri incelenerek fen eğitimiyle ilgili olan çalışmalar belirlenmiş ve araştırmaya dahil edilmiştir. Veri tabanları üzerinden gerçekleştirilen taramalar iki araştırmacı tarafından bağımsız şekilde gerçekleştirilmiştir. Verilerin toplanmasında 2021 yılı şubat ayı itibariyle 48 çalışmaya erişilmiştir. Görüş birliği çerçevesinde (Miles ve Huberman, 1994), fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin 52 çalışma belirlenmiş olup, 4 tanesi hem tez hemde makale olduğu çalışması olarak yayımlandığından bu çalışmaların tez versiyonları araştırmaya dahil edilmiş olup toplam 48 farklı çalışma araştırmaya verilerini oluşturmuştur.

Araştırmada kullanılmak amacıyla belirlenen 48 çalışma, iki alan uzmanı tarafından alınan görüşler doğrultusunda araştırmacı tarafından oluşturulan ölçütlere göre incelenmiştir. İlgili çalışmaların yayınlarına ait bilgiler; yayınlanma yılı, yayın türü, anahtar kelimeleri, çalışma grubu ve katılımcı sayısı, uygulama süresi, araştırma yöntemi, incelenen değişkenler, veri toplama araçları, araştırılan fen konu alanı, kullanılan teknolojiler olmak üzere 9 ölçüt doğrultusunda içerik analizi tekniği ile analiz edilmiştir.

3. Sistematik alanyazın incelemesinin rapor etme aşamasında; içerik analizi sonucunda elde edilen veriler raporlaştırılmıştır. İçerik analizi, belirli bir zaman aralığında belirli bir alandaki çalışmaların incelenerek onlardan elde edilen verilerin seçilen kodlar ve temalar altında toplanmasıdır. İçerik analizinde, belirlenmiş olan başlıklar altında toplanan veriler açıklanır ve ilişkileri belirlenir. Toplanan veriler işlenerek incelenen konu üzerinde derinlemesine bilgi elde etmeye ve veriler sonuca ulaştırılmaya çalışılır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Araştırmaya dahil edilen çalışmaların belirlenen kriterler doğrultusunda analizi araştırmacı ile birlikte bağımsız şekilde iki alan uzmanı tarafından daha incelenmiş olup, çalışmaların içeriklerinde, belirlenen kriterler net şekilde ifade edildiğinden, görüş birliği çerçevesinde (%100) verilerin analizi gerçekleştirilerek raporlaştırılmıştır (Miles & Huberman, 1994). İki alan uzmanı görüşleri doğrultusunda araştırmacı tarafından oluşturulan ölçütler doğrultusunda, araştırmacının örnek detaylı analiz tablosu karekodda sunulmuştur.



4. BULGULAR

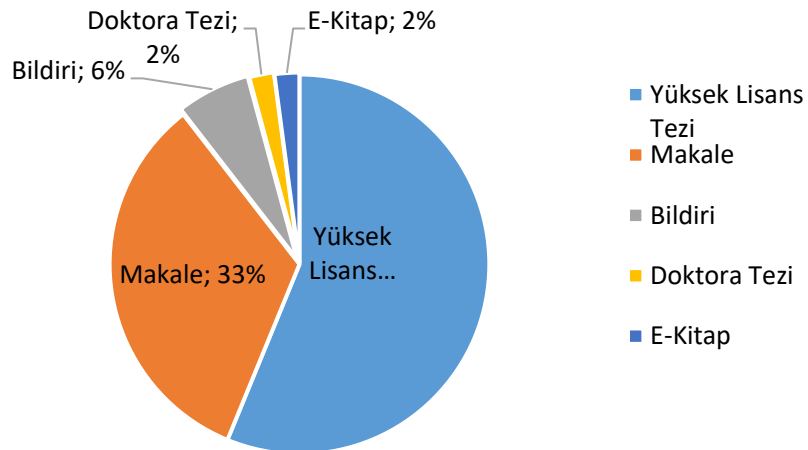
Bu bölümde araştırmaya dahil edilen 48 çalışmanın sırasıyla yayın türü, yayın yılı, araştırma yöntemi, katılımcıların sayısı ve çalışma grubu, kullanılan veri toplama araçları, incelenen değişkenler, kullanılan anahtar kelimeler, uygulama süreleri, ele alınan fen konu alanı ve kullanılan teknolojilere göre analizi gerçekleştirilmiş olup elde edilen bulgular raporlaştırılmıştır.

4.1 Çalışmaların Yayın Türü ve Yıllara Göre Dağılımına İlişkin Elde Edilen Bulgular

Fen eğitiminde kullanılan robotik uygulamalara yönelik yapılan çalışmaların yayın türü ve yıllara göre dağılımı Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.' de belirtilmiştir.

Tablo 4.1 Çalışmaların yayın türü göre dağılımı

Yayın Türü	Frekans (f)	Yüzde (%)
Yüksek Lisans Tezi	27	56,2
Makale	16	33,3
Bildiri	3	6,3
Doktora Tezi	1	2,1
E-Kitap	1	2,1
Toplam	48	100,0

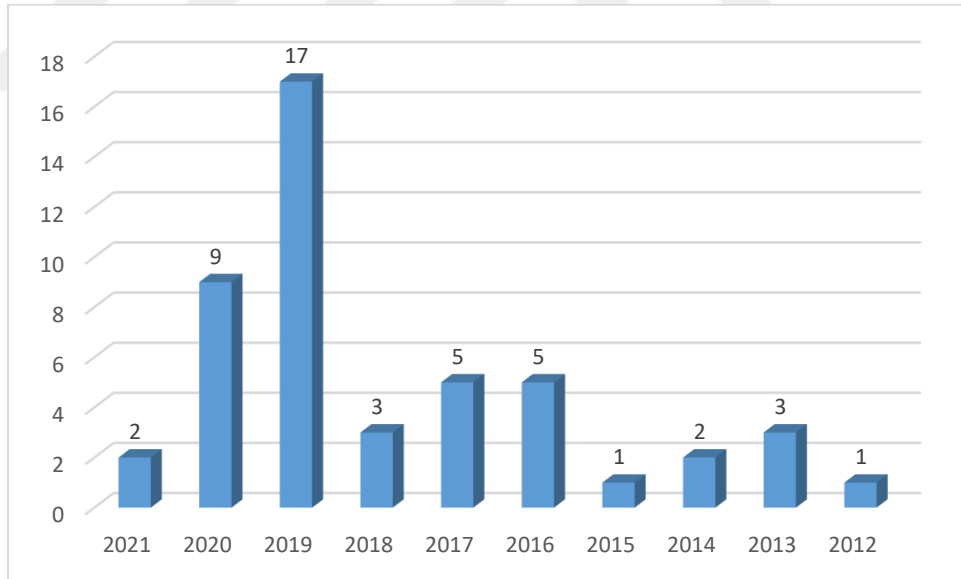


Şekil 4.1. Çalışmaların yayın türüne göre dağılım grafiği

Tablo 4.1’de yer alan verilere göre, çalışmaların yayın türü incelendiğinde, 48 araştırmanın doktora tezi, yüksek lisans tezi, makale, e-kitap ve bildiri olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Araştırmaya dahil edilen 48 çalışmadan 27’sinin yüksek lisans tezi (%56,2), 16 tanesinin makale (%33,3), 3 tanesinin bildiri (%6,3) ve birer tanesinin doktora tezi ve e-kitap (%2,1) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Çalışmaların yayın yılına göre dağılımı

Yıl	Frekans (f)	Yüzde (%)
2021	2	4,2
2020	9	18,8
2019	17	35,4
2018	3	6,2
2017	5	10,4
2016	5	10,4
2015	1	2,1
2014	2	4,2
2013	3	6,2
2012	1	2,1
Toplam	48	100,0



Şekil 4.2. Çalışmaların yayın yılına göre dağılım grafiği

Tablo 4.2’de yer alan verilere göre, çalışmaların yayın yılı incelendiğinde, 17 tanesi (%35,4) 2019 yılında, 9 tanesi (%18,8) 2020 yılında, 5’er tanesi (%10,4) 2016 ve 2017 yıllarında, 3’er tanesi (%6,2) 2018 ve 2013 yıllarında, 2’şer tanesi

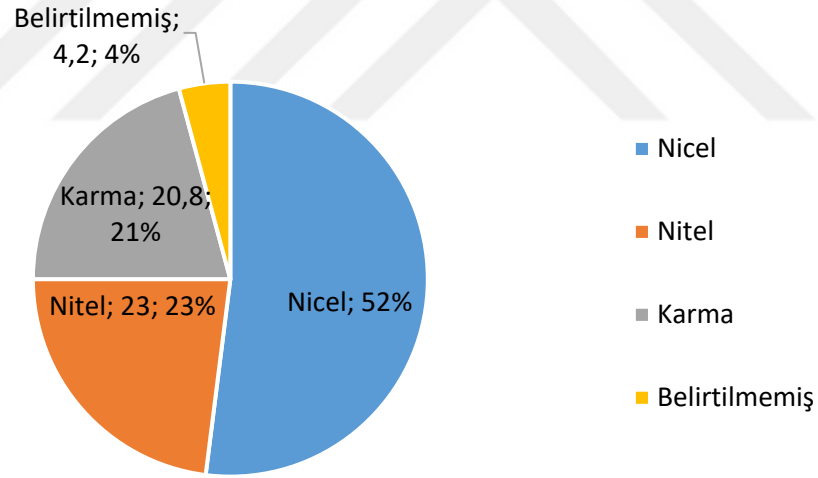
(%4,2) 2021 ve 2014 yıllarında, 1'er tanesi (%2,1) 2015 ve 2012 yıllarında yayımlanmıştır.

4.2 Çalışmalarda Kullanılan Araştırma Yöntemlerinin Dağılımına İlişkin Bulgular

Araştırmaya dahil edilen çalışmalarda kullanılan araştırma yöntemlerine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 4.3.'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Çalışmaların araştırma yöntemine göre dağılımı

Araştırma Yöntemi	Frekans (f)	Yüzde (%)
Nitel	25	52,0
Nitel	11	23,0
Karma	10	20,8
Belirtilmemiş	2	4,2
Toplam	48	100,0



Şekil 4.3. Çalışmaların araştırma yöntemine göre dağılım grafiği

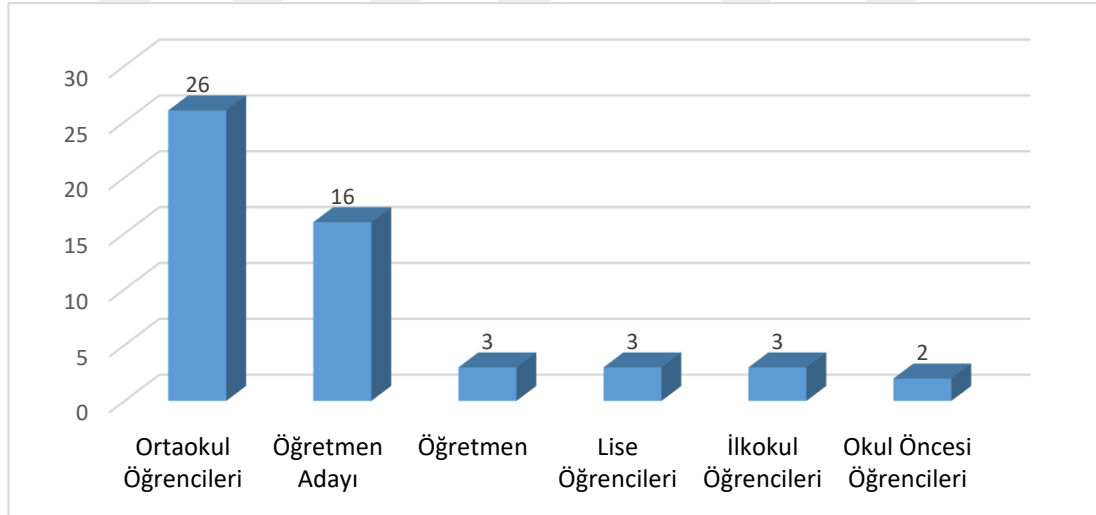
Tablo 4.3.'te yer alan verilere göre, çalışmaların araştırma yöntemi olarak en fazla 25 tanesi (%52,0) nitel araştırma olduğu görülmektedir. İlgili çalışmaların 11 tanesi (23,0) nitel araştırma, 10 tanesi (%20,8) karma araştırma ve 2 tanesinin (%4,2) ise araştırma yönteminin belirtilmeği görülmüştür.

4.3 Çalışmalarda Yer Alan Katılımcıların Sayısı Ve Çalışma Grubunun Dağılımına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında fen eğitimde eğitsel robotların kullanımına ilişkin yapılan çalışmalarda yer alan katılımcıların çalışma grubu ve katılımcı sayılarına ilişkin bulgular Tablo 4.4. ve Tablo 4.5.'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Çalışmalarda yer alan katılımcıların çalışma grubu dağılımı

Çalışma Grubu	Frekans (f)	Yüzde (%)
Ortaokul Öğrencileri	26	49,1
Öğretmen Adayı	16	30,1
Öğretmen	3	5,7
Lise Öğrencileri	3	5,7
İlkokul Öğrencileri	3	5,7
Okul Öncesi Öğrencileri	2	3,7
Toplam	53	100,0



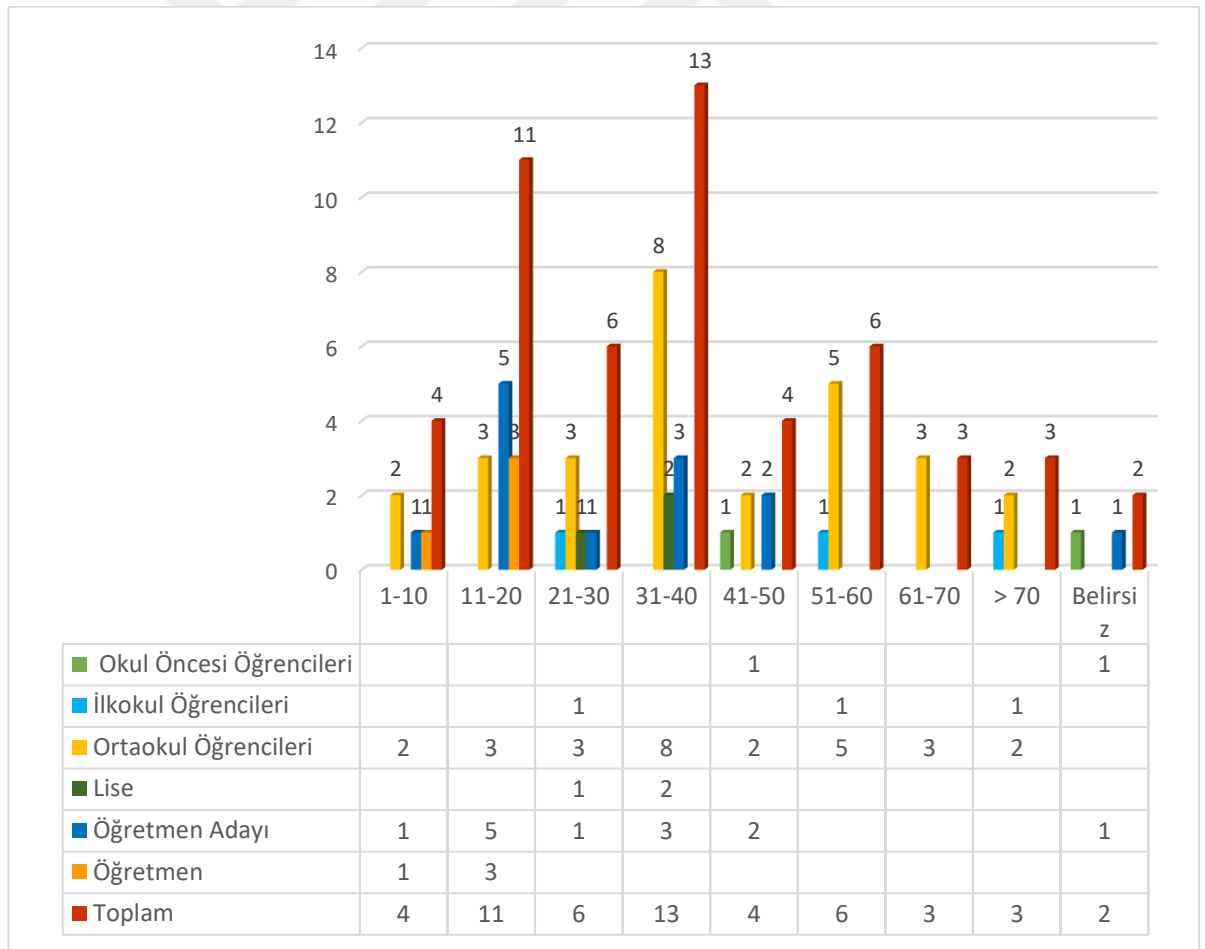
Şekil 4.4. Çalışmalarda yer alan katılımcıların çalışma grubuna göre dağılımı

Tablo 4.4.'te yer alan verilere göre, çalışmaların çalışma grubu incelendiğinde 26 tanesi (%49,1) ortaokul, 16 tanesi (%30,1) öğretmen adayı, 3'er tanesi (%5,7) ilkokul, lise ve öğretmenler ile yapıldığı görülmektedir. Ayrıca 2 tanesinin (%3,7) okul öncesi kademesinde yapıldığı görülmektedir. Bazı

çalışmalarda birden fazla katılımcı grup yer aldığından toplam sayı (f=53) çalışma sayısından (f=48) daha fazladır.

Tablo 4.5. Çalışmalarda yer alan katılımcı sayılarına göre dağılımı

Katılımcı Sayısı	Frekans (f)	Yüzde (%)
31-40	13	24,5
11-20	11	20,8
21-30	6	11,3
51-60	6	11,3
41-50	5	9,4
1-10	4	7,5
61-70	3	5,7
>70	3	5,7
Belirtilmemiş	2	3,8
Toplam	53	100,0



Şekil 4.5. Çalışmalarda yer alan katılımcı sayılarına göre dağılım grafiği

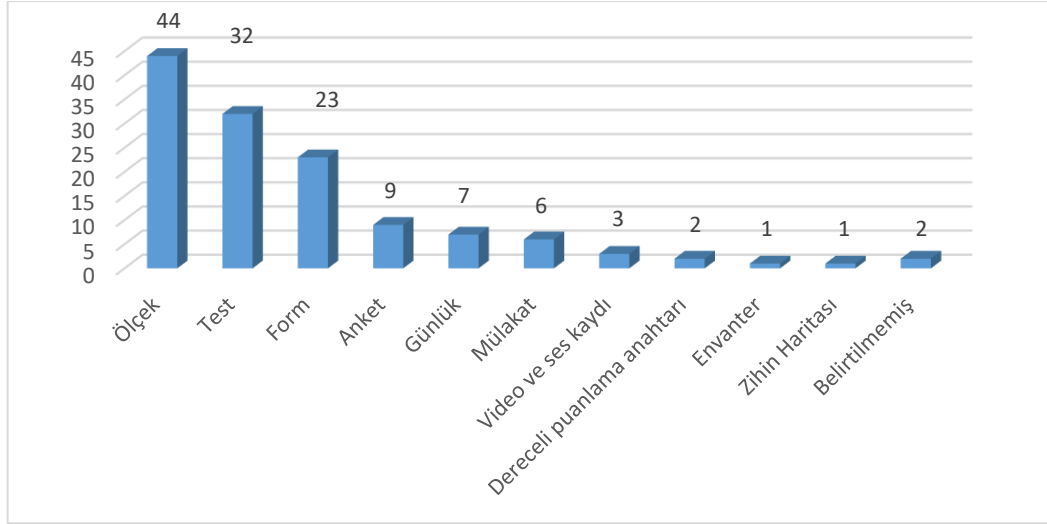
Tablo 4.5. 'te yer alan verilere göre, çalışmaların katılımcı sayıları incelendiğinde 13 tanesi (%24,5) 31-40, 11 tanesi (%20,8) 11-20, 6 tanesi (%11,3) 21-30, 6 tanesi (%11,3) 51-60, 5 tanesi (%9,4) 41-50, 4 tanesi (%7,5) 1-10, 3'er tanesi (%5,7) 61-70 ve 70'ten büyük, 2 tanesinin ise belirtilmediği görülmektedir. Bazı çalışmalarda birden fazla katılımcı grup yer aldığından toplam sayı (f=53) çalışma sayısından (f=4) daha fazladır.

4.4 Çalışmalarda Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Dağılımına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları Tablo 4.6.'da sunulmuştur.

Tablo 4.6. Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarına göre dağılımı

Veri toplama araçları	Frekans (f)	Yüzdelik
Ölçek	44	33,8
Test	32	24,7
Form	23	17,7
Anket	9	6,9
Günlük	7	5,4
Mülakat	6	4,6
Video ve ses kaydı	3	2,3
Dereceli puanlama anahtarı	2	1,5
Envanter	1	0,8
Zihin Haritası	1	0,8
Belirtilmemiş	2	1,5
Toplam	130	100,0



Şekil 4.6. Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarına göre dağılım grafiği

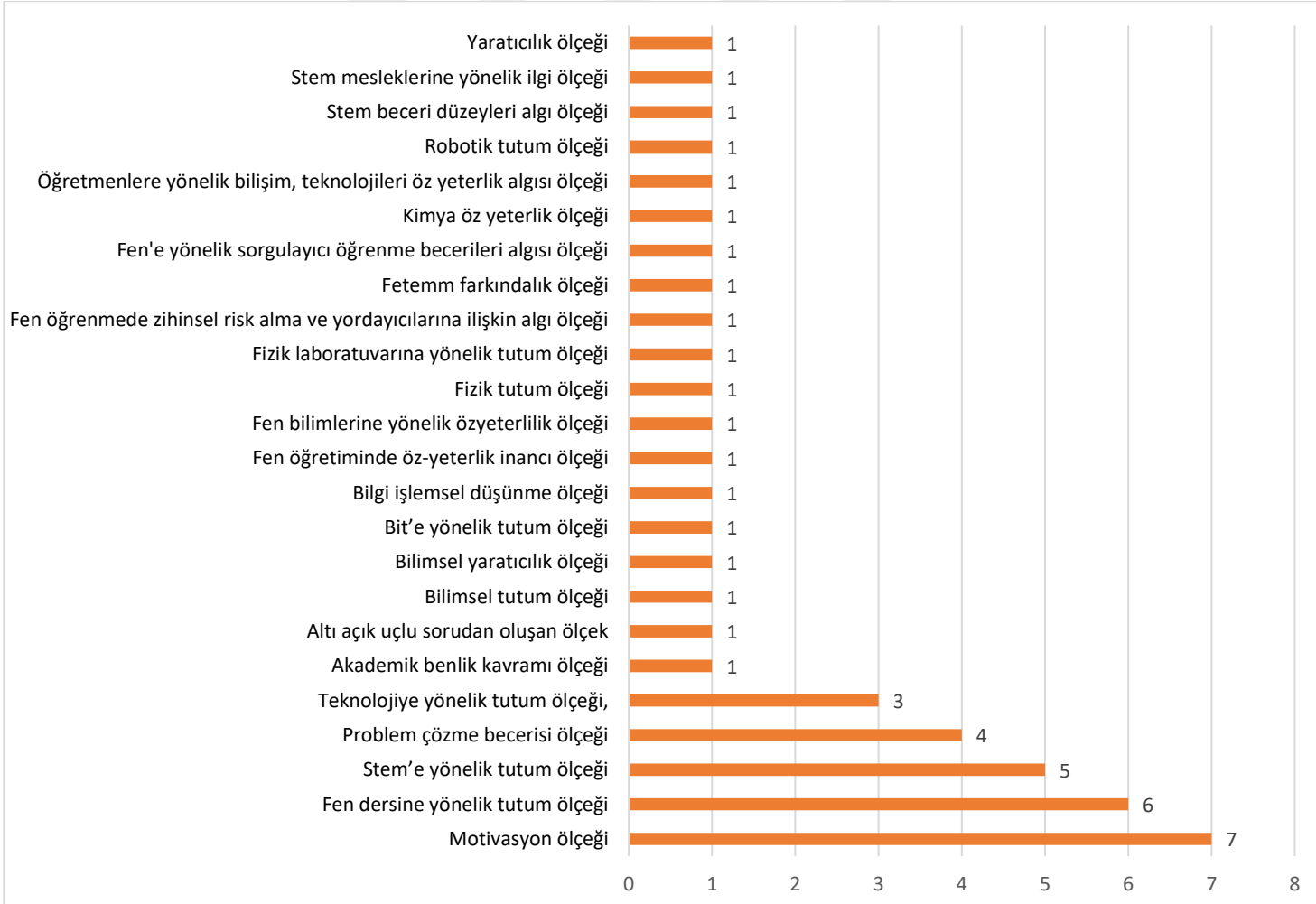
Tablo 4.6. 'de yer alan verilere göre, çalışmalarda veri toplama aracı olarak en fazla ölçek (%33,8), test (%24,7) ve form (%17,7) kullanılmıştır. İlgili çalışmalarda veri toplama aracı olarak anket (%6,9), günlük (%5,4), mülakat (%4,6), video ve ses kaydı (%2,3), dereceli puanlama anahtarı (%1,5), birer çalışmada envanter ve zihin haritası kullanılmıştır. İki çalışmada kullanılan veri toplama araçları belirtilmemiştir.

Çalışmalarda veri toplama aracı olarak en fazla kullanılan ölçek ve test türlerinin detayları Tablo 4.7 ve Tablo 4.8'de yer almaktadır.

Tablo 4.7. Çalışmalarda kullanılan ölçek türleri

Kullanılan Ölçekler	Frekans (f)	Yüzdelik (%)
Motivasyon ölçeği	7	15,9
Fen dersine yönelik tutum ölçeği	6	13,6
STEM'e yönelik tutum ölçeği	5	11,3
Problem çözme becerisi ölçeği	4	9,0
Teknolojiye yönelik tutum ölçeği,	3	6,8
Akademik benlik kavramı ölçeği	1	2,3
Altı açık uçlu sorudan oluşan ölçek	1	2,3
Bilimsel tutum ölçeği	1	2,3
Bilimsel yaratıcılık ölçeği	1	2,3
Bit'e yönelik tutum ölçeği	1	2,3
Bilgi işlemsel düşünme ölçeği	1	2,3

Fen öğretiminde öz-yeterlik inancı ölçeği	1	2,3
Fen bilimlerine yönelik özyeterlilik ölçeği	1	2,3
Fizik tutum ölçeği	1	2,3
Fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeği	1	2,3
Fen öğrenmede zihinsel risk alma ve yordayıcılarına ilişkin algı ölçeği	1	2,3
Fetemm farkındalık ölçeği	1	2,3
Fen'e yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ölçeği	1	2,3
Kimya öz yeterlik ölçeği	1	2,3
Öğretmenlere yönelik bilişim, teknolojileri öz yeterlik algısı ölçeği	1	2,3
Robotik tutum ölçeği	1	2,3
STEM beceri düzeyleri algı ölçeği	1	2,3
STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeği	1	2,3
Yaratıcılık ölçeği	1	2,3
Toplam	44	100,0

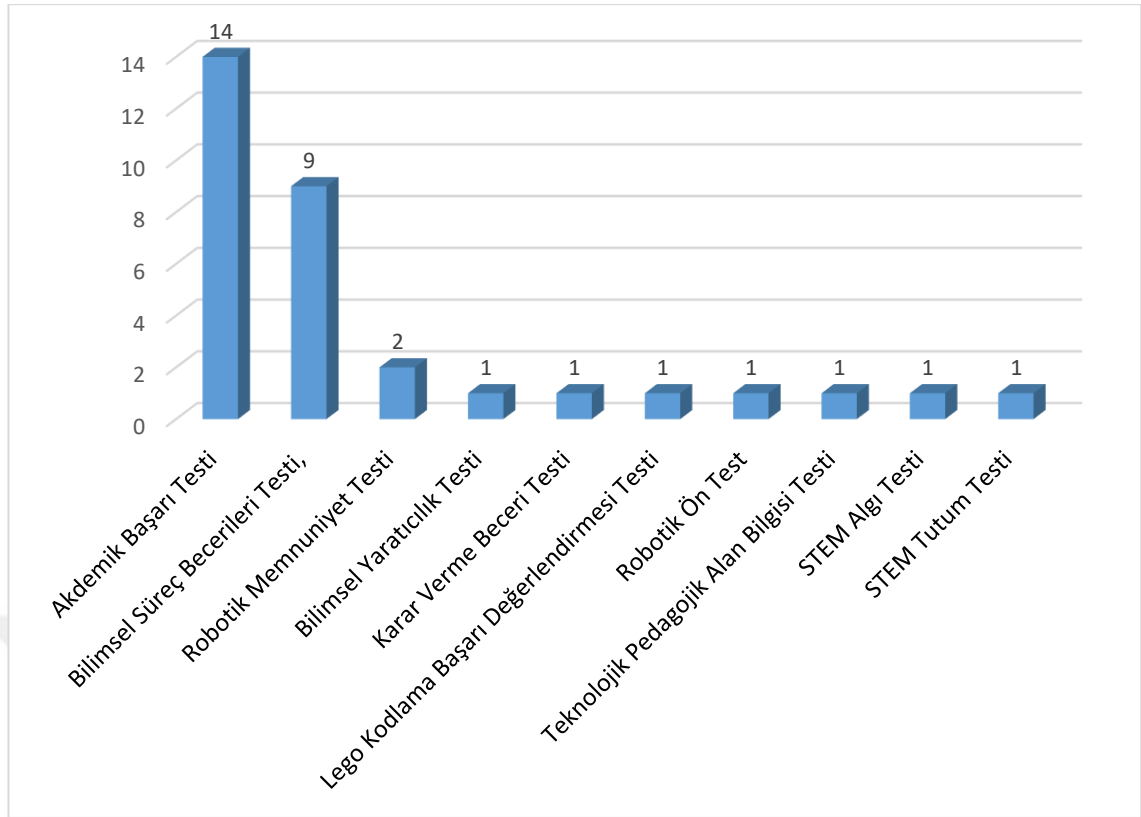


Şekil 4.7. Çalışmalarda kullanılan ölçek türlerine göre dağılım grafiği

Tablo 4.7 'de yer alan verilere göre, çalışmalarda veri toplama aracı olarak kullanılan ölçeklerden en fazla motivasyon ölçeğinin (%15,9) kullanıldığı görülmektedir. Fen dersine (%13,6), STEM'e (%11,3) ve teknolojiye (%6,8) yönelik tutum ölçeklerinin de daha fazla tercih edilen ölçekler olduğu ifade edilebilir. Ayrıca problem çözme becerisine yönelik (%9,0) ölçeğin de çalışmalarda kullanıldığı söylenebilir.

Tablo 4.8. Çalışmalarda kullanılan test türleri

Kullanılan Testler	Frekans (f)	Yüzdelik (%)
Akdemik Başarı Testi	14	43,8
Bilimsel Süreç Becerileri Testi,	9	28,2
Robotik Memnuniyet Testi	2	6,3
Bilimsel Yaratıcılık Testi	1	3,1
Karar Verme Beceri Testi	1	3,1
Lego Kodlama Başarı Değerlendirmesi Testi	1	3,1
Robotik Ön Test	1	3,1
Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Testi	1	3,1
STEM Algı Testi	1	3,1
STEM Tutum Testi	1	3,1
Toplam	32	100,0



Şekil 4.8. Çalışmalarda kullanılan test türleri dağılım grafiği

Tablo 4.8 'de yer alan verilere göre, çalışmalarda veri toplama aracı olarak kullanılan testlerden en fazla akademik başarı testinin (%43,8) kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca bilimsel süreç becerileri testinin (%28,2) de çalışmalarda tercih edilen veri toplama araçlarından olduğu görülmektedir

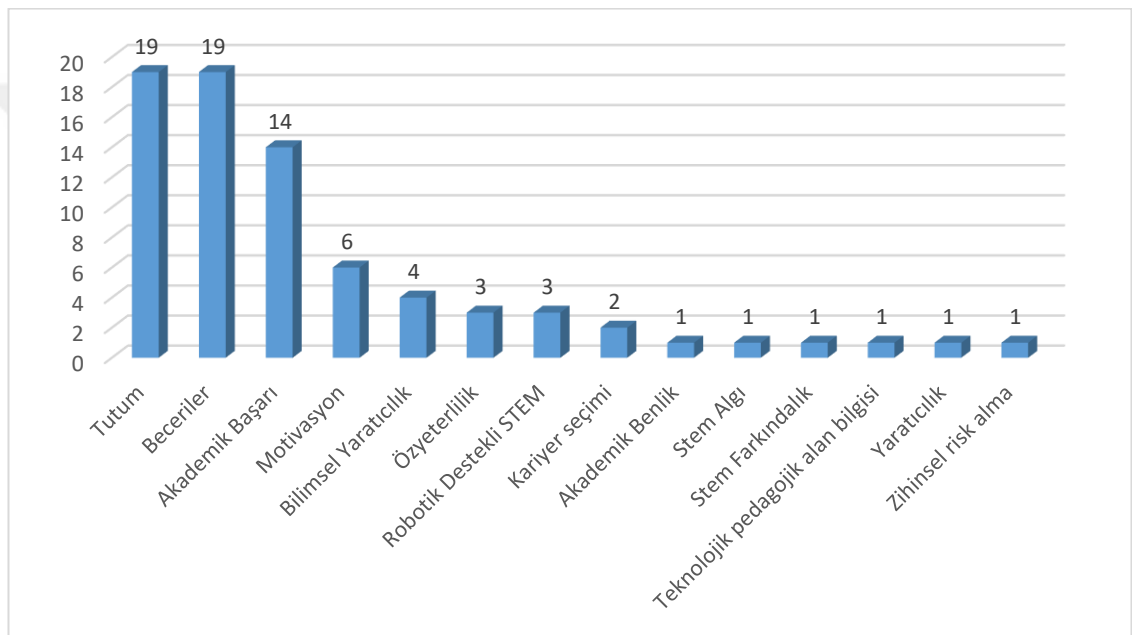
4.5 Çalışmalarda İncelenen Değişkenlerin Dağılımına İlişkin Bulgular

Fen eğitimde kullanılan eğitsel robot uygulamalara yönelik yapılan çalışmalarda incelenen değişkenler açısından incelenmiştir. Bu doğrultuda çalışmaların değişkenlere göre dağılımı Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Çalışmalarda incelenen değişkenler

Çalışmaların Değişkenleri	Frekans	Yüzdelik
Tutum	19	25,0
Beceriler	19	25,0

Akademik Başarı	14	18,5
Motivasyon	6	7,9
Bilimsel Yaratıcılık	4	5,4
Özyeterlilik	3	3,9
Robotik Destekli STEM	3	3,9
Kariyer seçimi	2	2,6
Akademik Benlik	1	1,3
STEM Algı	1	1,3
STEM Farkındalık	1	1,3
Teknolojik pedagojik alan bilgisi	1	1,3
Yaratıcılık	1	1,3
Zihinsel risk alma	1	1,3
Toplam	76	100,0



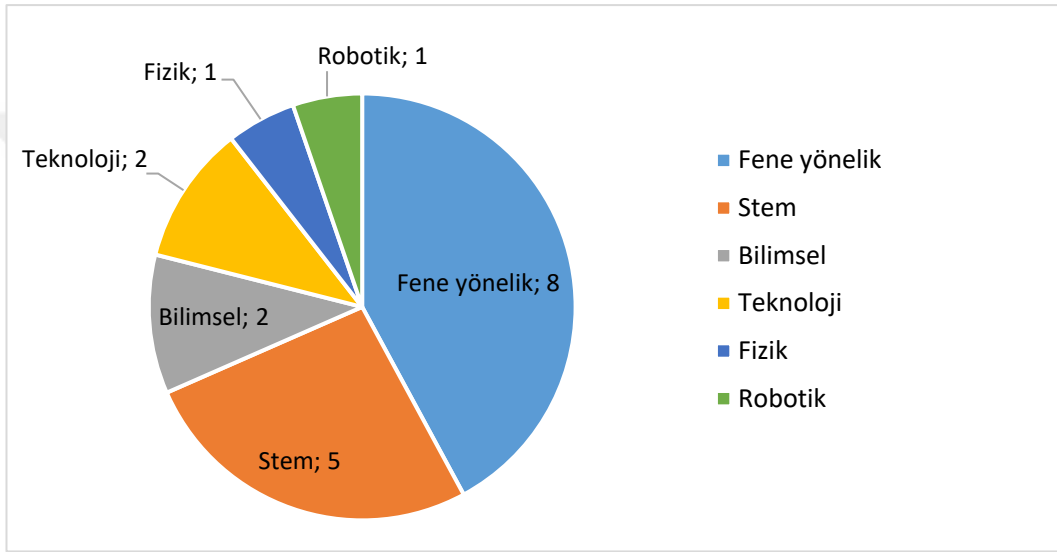
Şekil 4.9. Çalışmalarda incelenen değişkenler dağılım grafiği

Tablo 4.9 'da yer alan verilere göre, çalışmalarda incelenen değişkenlerin en fazla tutum (%25,0), beceri (%25,0) ve akademik başarı (%18,5) olduğu görülmektedir. Ayrıca motivasyon (%7,9), bilimsel yaratıcılık (%5,4), özyeterlilik (%3,9), robotik destekli STEM (%3,9), kariyer seçimi (%2,6) değişkenlerinin incelendiği görülmektedir.

Çalışmalarda incelenen tutum, beceri ve akademik başarı değişkenlerinin detayları Tablo 4.10, Tablo 4.11 ve Tablo 4. 12'de yer almaktadır.

Tablo 4.10. Çalışmalarda incelenen tutum değişkeni

Tutum Değişkeni	Frekans (f)
Fene yönelik	8
STEM	5
Bilimsel Yönelik	2
Teknoloji	2
Fizik	1
Robotik	1
Toplam	19

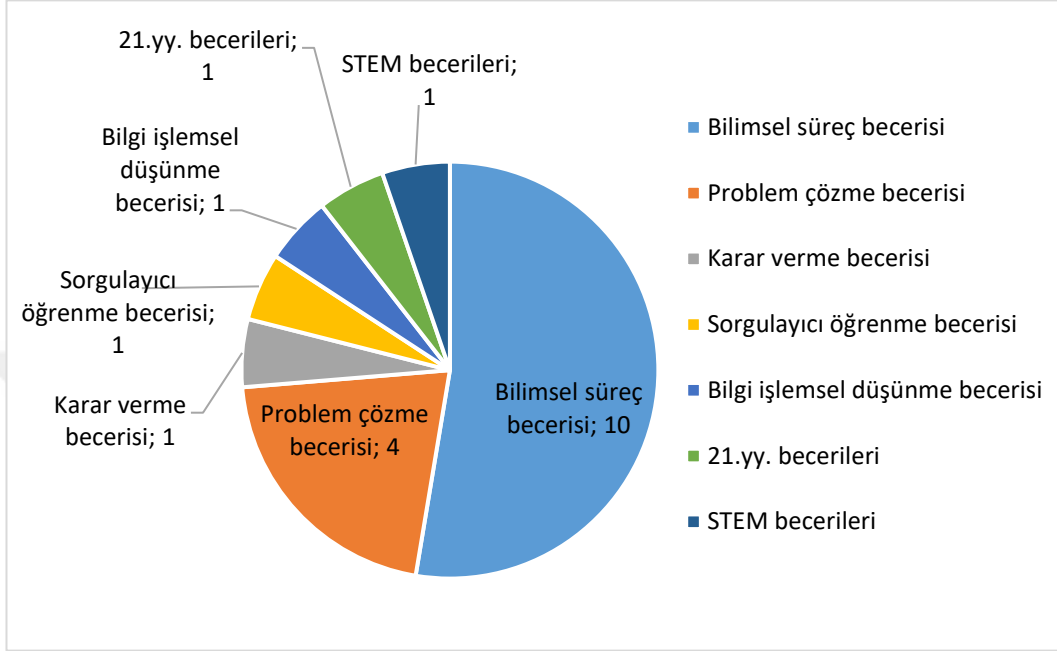
**Şekil 4.10.** Çalışmalarda incelenen tutum değişkeni

Tablo 4.10’ da yer alan verilere göre, çalışmalarda incelenen tutum değişkeni olarak en fazla fen dersine (f=8) ve STEM’e (f=5) yönelik tutum olduğu bilimsel(f=2) ve teknolojiye (f=2) yönelik incelendiği görülmektedir. Ayrıca fizik ve robotiğe yönelik tutumlara da bakıldığı görülmektedir.

Tablo 4.11. Çalışmalarda incelenen beceri değişkeni

Beceri Değişkeni	Frekans (f)
Bilimsel Süreç Becerisi	10
Problem Çözme Becerisi	4
Karar verme becerisi	1
Sorgulayıcı öğrenme becerisi	1
Bilgi işlemsel düşünme becerisi	1

21.yy. becerileri	1
STEM becerileri	1
Toplam	19



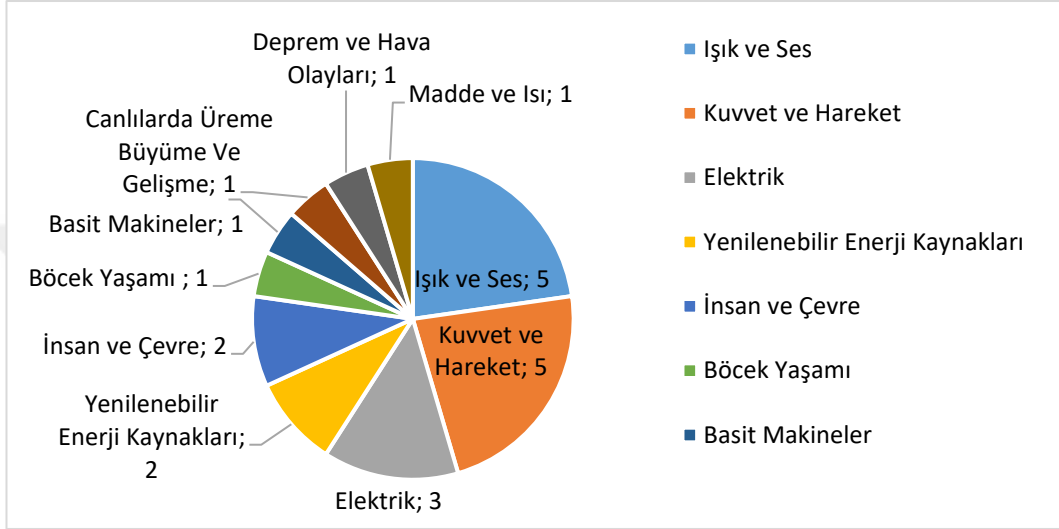
Şekil 4.11. Çalışmalarda incelenen beceri değişken dağılım garfiği

Tablo 4.11’de yer alan verilere göre, çalışmalarda incelenen beceri değişkeni olarak en fazla bilimsel süreç becerisinin ($f=10$) araştırıldığı görülmektedir. İlgili çalışmalardan dört tanesinde problem çözme becerisi araştırılırken, birer çalışmada karar verme becerisi, sorgulayıcı öğrenme becerisi, bilgi işlemsel düşünme becerisi, 21.yy. becerileri ve STEM becerilerinin de araştırıldığı görülmektedir.

Tablo 4.12. Çalışmalarda incelenen akademik başarı değişkeni

Akademik Başarı Değişkeni	Frekans (f)
Işık ve Ses	5
Kuvvet ve Hareket	5
Elektrik	3
Yenilenebilir enerji kaynakları	2
İnsan ve Çevre	2

Böcek Yaşamı	1
Basit Makineler	1
Canlılarda Üreme Büyüme ve Gelişme	1
Deprem ve Hava Olayları	1
Madde ve Isı	1
Toplam	22



Şekil 4.12. Çalışmalarda incelenen akademik başarı değişken dağılımı grafiği

Tablo 4.12’de yer alan verilere göre, çalışmalarda incelenen akademik başarı değişkeni olarak ışık ve ses ($f=5$), kuvvet ve hareket ($f=5$), elektrik ($f=3$), yenilebilir enerji kaynakları ($f=2$), insan ve çevrenin ($f=2$) incelendiği görülmektedir. Ayrıca akademik başarı değişkenlerinin toplamı($f=22$) yapılan çalışmalardan($f=14$) farklı olmasının nedeni birden fazla fen konusunun incelendiği söylenebilir.

4.6 Çalışmaların Anahtar Kelimelerinin Dağılımına İlişkin

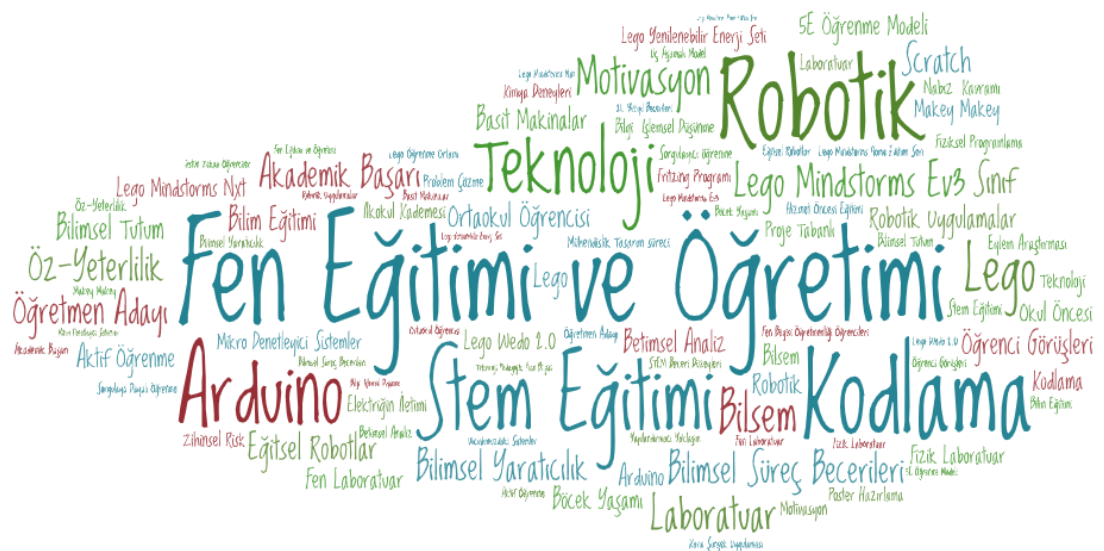
Bulgular

İncelenen çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerin tablosu Tablo 4.13’te sunulmuştur.

Tablo 4.13. Çalışmaların anahtar kelimeleri

Çalışmaların Anahtar Kelimeler	Frekans
Fen Eğitimi ve Öğretimi	23
Robotik	21
STEM Eğitimi	16
Kodlama	11
Teknoloji	10
Arduino	9
Lego Mindstorms Ev3	7
Tutum	7
Bilimsel Süreç Becerileri	5
Öğretmen Adayı	5
Akademik Başarı	4
Motivasyon	4
Eğitsel Robotlar	3
Bilimsel Yaratıcılık	3
Ortaokul Öğrencisi,	3
Öğrenci Görüşleri.	3
Robotik Uygulamalar	2
Laboratuvar	2
Öz-Yeterlilik	2
5E Öğrenme Modeli	2
Mikro Denetleyici Sistemler	2
Lego Yenilenebilir Enerji Seti	2
Lego	2
Lego Mindstorms Nxt	2
Aktif Öğrenme	1
Bilimsel Tutum	1
Bilsem	1
Bilim Eğitimi	1
Betimsel Analiz	1
Böcek Yaşamı	1
Basit Makinalar	1
Bilgi İşlemsel Düşünme	1
Fizik Laboratuvar	1
Fen Laboratuvar	1
Lego Wedo 2.0	1
Lego Mindstorms Ev3 Home Edition Seti	1
Makey-Makey	1
Scratch	1
Elektriğin İletimi	1
Eylem Araştırması	1
Fen Bilgisi Öğretmenliği Öğrencileri	1
Fiziksel Programlama	1
Fizik	1
Fritzing Programı	1
Hizmet-Öncesi Eğitim	1
İlkokul Kademesi	1
Kimya Deneyleri	1
Kara Şimşek Uygulaması	1

Lego Öğrenme Ortamı	1
Mühendislik Tasarım Süreci	1
Nabız Kavramı	1
Okul Öncesi	1
Öğretim Materyali	1
Öğretmen Eğitimi	1
Öğretmen	1
Öğretmen Görüşleri	1
Proje Tabanlı Eğitim	1
Poster Hazırlama	1
Sorgulaya Dayalı Öğrenme	1
Sorgulayıcı Öğrenme	1
Sınıf Öğrencileri	1
STEM Beceri Düzeyleri	1
Yapılandırmacı Yaklaşım	1
Yaratıcılık	1
Tasarım	1
Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi	1
Teknolojik Problem Çözme.	1
Üç Aşamalı Model.	1
Üstün Zekalı Öğrenciler	1
Vücudumuzdaki Sistemler	1
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	1
Zihinsel Risk	1
21.Yüzyıl Becerileri	1
7E Öğretim Modeli	1
Toplam	202



Şekil 4.13. Çalışmaların anahtar kelimeleri bulutu

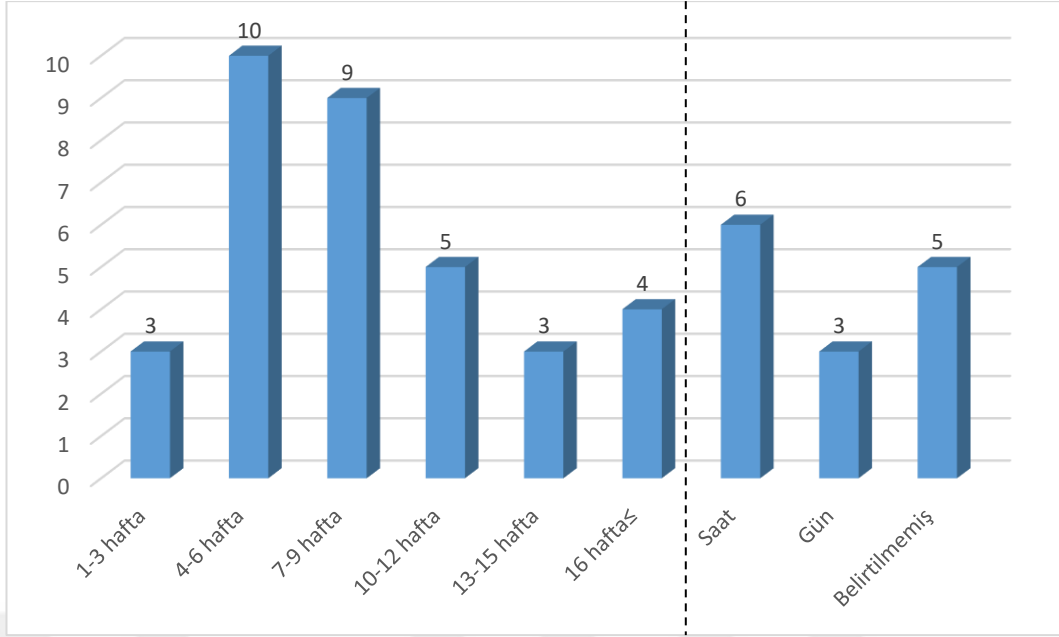
Tablo 4.13’ te yer alan verilere göre, çalışmaların anahtar kelimeleri incelendiğinde fen eğitimi ve öğretimi(f=23), robotik (f=21) ve STEM eğitimi(f=16), kodlama(f=11), teknoloji(f=10), arduino(f=9), lego mindstorms ev(f=7), tutum(f=7), bilimsel süreç becerileri(f=5), öğretmen adayı(f=5), akademik başarı(f=4), motivasyon(f=4), eğitsel robotlar(f=3), bilimsel yaratıcılık(f=3), ortaokul öğrencisi(f=3), öğrenci görüşleri(f=3), öz-yeterlilik(f=2), robotik uygulamalar(f=2), problem çözme becerisi(f=2), 5e öğrenme modeli(f=2), mikro denetleyici sistemler(f=2), lego yenilenebilir enerji seti(f=2), lego(f=2), lego mindstorms nxt(f=2) olduğu görülmüştür.

4.7 Çalışmaların Uygulama Sürelerinin Dağılımına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında fen eğitimde robotik uygulamaların kullanımına yönelik yapılan çalışmaların uygulama süreleri incelemiştir. Bu kapsamda çalışmaların uygulama sürelerine ilişkin bulgular Tablo 4.14’te verilmiştir.

Tablo 4.14. Çalışmaların uygulama sürelerine göre dağılımı

Uygulama süreleri	Frekans (f)	Yüzde (%)
Saat	6	12,5
Gün	3	6,3
1-3 hafta	3	6,3
4-6 hafta	10	20,8
7-9 hafta	9	18,8
10-12 hafta	5	10,4
13-15 hafta	3	6,3
16 hafta≤	4	8,3
Belirtilmemiş	5	10,4
Toplam	48	100,0



Şekil 4.14. Çalışmaların uygulama sürelerine göre dağılım grafiği

Tablo 4.14'te yer alan verilere göre, çalışmaların uygulama sürelerine göre en fazla 4-6 hafta ($f=10$) ve 7-9 hafta ($f=9$) olduğu görülmektedir. İlgili çalışmalarda saat olarak ($f=6$), 10-12 hafta ($f=5$), sürenin belirtilmediği ($f=5$), 16 hafta veya 16 haftadan fazla ($f=4$), üçer tanesi ise 1-3 hafta, 13-15 hafta ve gün olarak belirtildiği görülmektedir.

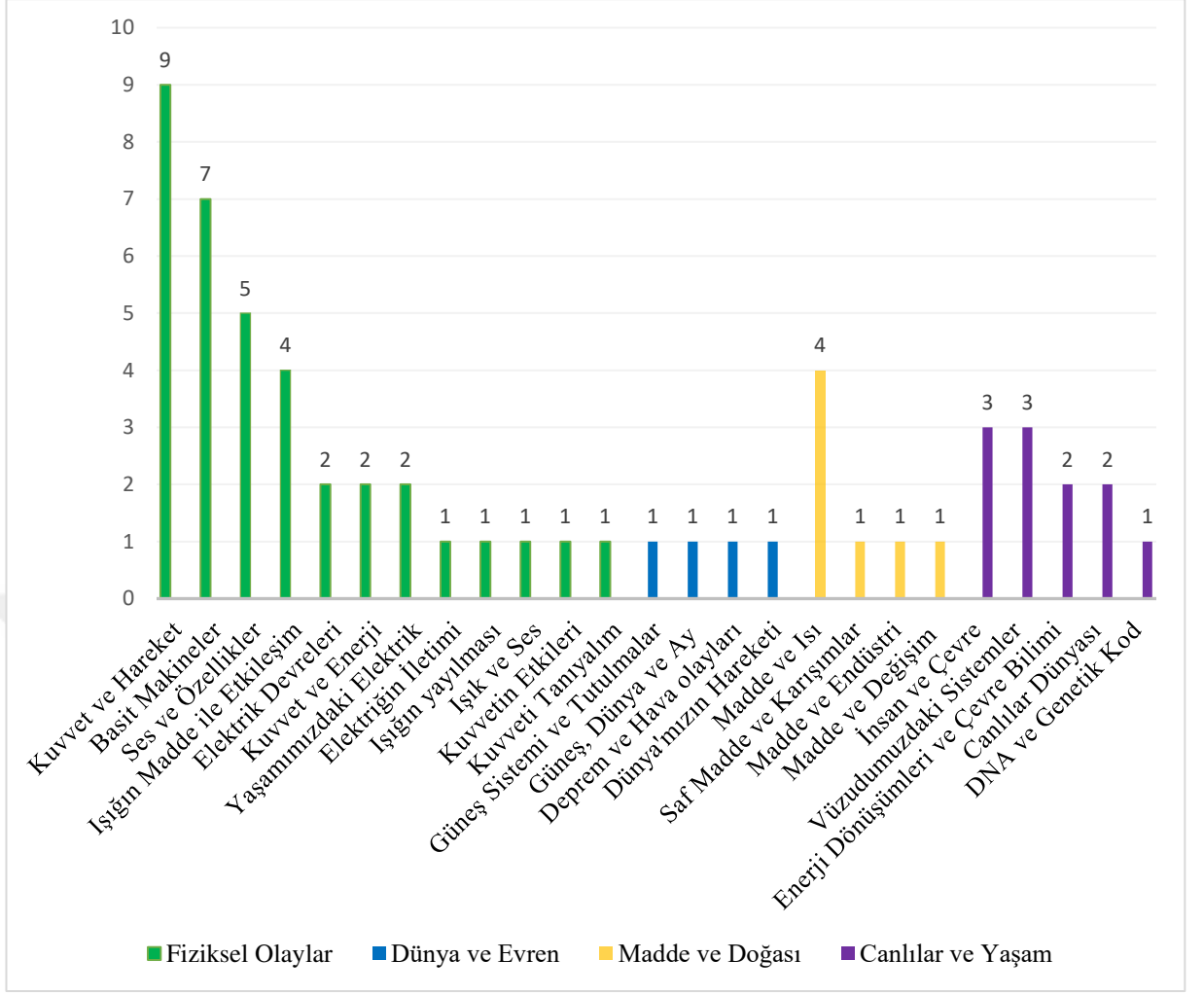
4.8 Çalışmaların Yapıldığı Fen Konu Alanı Ve Ünite Dağılımına İlişkin Bulgular

Fen eğitimden kullanılan robotik uygulamaların konu alanı ve ünitelerinin bilinmesi, alanda hangi ünite ve konu alanında eksik olduğunun tespit edilmesi ve hangi konu alanında eğilimin olduğunun incelenmesi açısından önemlidir. Araştırma kapsamında ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıf düzeylerinde incelenen çalışmaların gerçekleştirildiği konu alanı ve ünitelerine ilişkin bulgular Tablo 4.15.'te gösterilmiştir. Tabloda 26 ünite 4 konu alanı (Fiziksel olaylar, Dünya ve evren, Madde ve doğası, Canlılar ve yaşam) incelenmiştir.

Tablo 4.15. Çalışmaların yapıldığı fen konu alanı ve ünite dağılımı

Ünite	Konu Alanı			
	Fiziksel olaylar	Dünya ve evren	Madde ve doğası	Canlılar ve yaşam

Kuvvet ve Hareket	9			
Basit Makineler	7			
Ses ve Özellikler	5			
Işığın Madde ile Etkileşimi	4			
Elektrik Devreleri	2			
Kuvvet ve Enerji	2			
Yaşamımızdaki Elektrik	2			
Elektriğin İletimi	1			
Işığın yayılması	1			
Işık ve Ses	1			
Kuvvetin Etkileri	1			
Kuvveti Tanıyalım	1			
Güneş Sistemi ve Tutulmalar		1		
Güneş, Dünya ve Ay		1		
Deprem ve Hava olayları		1		
Dünya'mızın Hareketi		1		
Madde ve Isı			4	
Saf Madde ve Karışımlar			1	
Madde ve Endüstri			1	
Madde ve Değişim			1	
İnsan ve Çevre				3
Vücutlarımızdaki Sistemler				3
Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi				2
Canlılar Dünyası				2
DNA ve Genetik Kod				1
Toplam	36	4	7	11



Şekil 4.15. Çalışmaların yapıldığı fen konu alanı ve ünite dağılım grafiği

Tablo 4.15'te yer alan verilere göre, çalışmalarda incelenen ilkökul ve ortaokul düzeyinde, fen alanında gerçekleştirilen robotik uygulamaların 36 tanesinin *Fiziksel Olaylar*, 11 tanesinin *Canlılar ve Yaşam*, 7 tanesinin *Madde ve Doğası*, 4 tanesinin *Dünya ve Evren* konu alanında yer aldığı görülmektedir. Fiziksel olaylar konu alanına ilişkin çalışmalar incelendiğinde, araştırmalarda *Kuvvet ve Hareket* ünitesine yönelik 9, *Basit Makineler* ünitesine yönelik 7, *Ses ve Özellikler* ünitesine yönelik 5, *Işığın Madde ile Etkileşim* ünitesine yönelik 4, *Elektrik Devreleri* ünitesine yönelik 2, *Kuvvet ve Enerji* ünitesine yönelik 2, *Yaşamımızdaki Elektrik* ünitesine yönelik 2, *Elektrikğin İletimi*, *Işığın yayılması*, *Işık ve Ses*, *Kuvvetin Etkileri*, *Kuvveti Tanıyalım* konularına yönelik birer çalışmanın bulunduğu ifade edilebilir. Canlılar ve Yaşam konu alanına ilişkin çalışmalar incelendiğinde, araştırmalarda *İnsan ve Çevre* ünitesine yönelik 3, *Vücudumuzdaki*

Sistemler ünitesine yönelik 3, *Canlılar Dünyası* ünitesine yönelik 2, *Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi* ünitesine yönelik 2, *DNA ve Genetik Kod* ünitesine yönelik 1 konu ele alındığı ifade edilebilir. Madde ve Doğası konu alanına ilişkin çalışmalar incelendiğinde, araştırmalarda *Madde ve Isı* ünitesine yönelik 4, *Madde ve Endüstri, Saf Madde ve Karışımlar, Madde ve Değişim* ünitelerine yönelik birer çalışmanın olduğu ifade edilebilir. Dünya ve Evren konu alanına ilişkin çalışmalar incelendiğinde, araştırmalarda *Güneş Sistemi ve Tutulmalar, Güneş, Dünya ve Ay, Deprem ve Hava olayları ve Dünya'mızın Hareketi* ünitelerine yönelik birer çalışmanın bulunduğu ifade edilebilir.

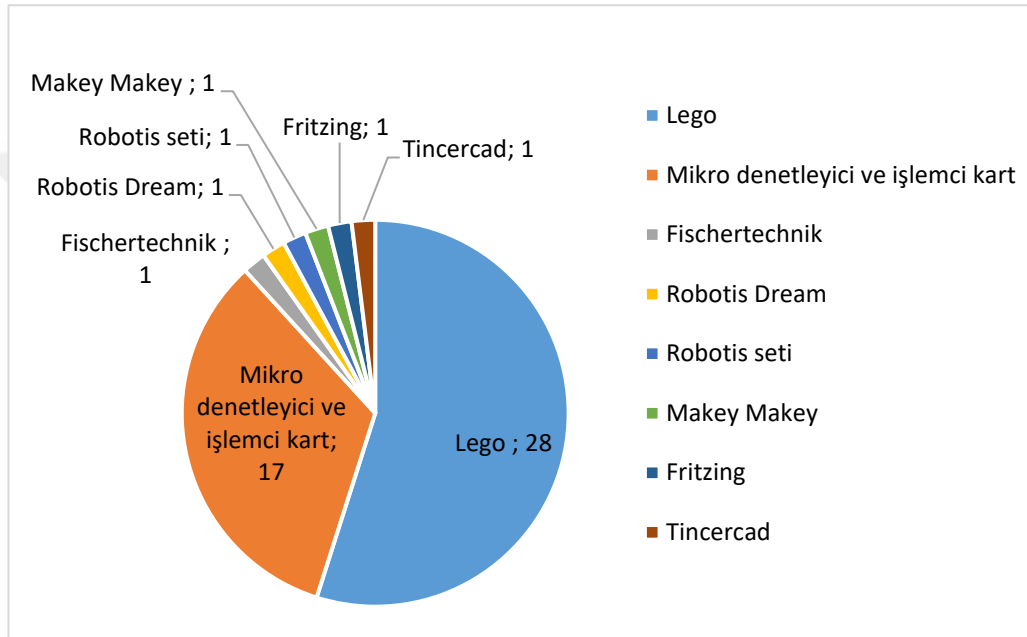
Okul öncesi öğretim programında kazanımlar, gösterge olarak yer aldığından dolayı tabloda belirtilmemiştir. Okul öncesi kademesinde robotik destekli STEM temelli fen eğitimi ve bitkilerin büyümesinde gerekli olan temel gereksinimlerinin neler olduğuna ilişkin uygulamaların yapıldığı tespit edilmiştir. Lise düzeyinde atık malzemeler ile makine ve robot üretimi, algoritma üretme ve geliştirme, kodlama mantığının anlaşılmasına yönelik STEM etkinlikleri, fizik dersi öğretim programında yer alan basit elektrik devrelerine ve STEAM müfredatı oluşturulmasına yönelik uygulamaların gerçekleştirildiği ifade edilebilir. Öğretmen adaylarıyla “*Böcek Yaşamını Taklit Eden Robotlar*”, “*Analitik Kimya Deneyleri*” ve “*Elektrik Deneyleri*” yapılmıştır. Ayrıca eğitsel robotik materyallerinin fen eğitiminde nasıl kullanılacağına yönelik etkinlikler yapılmış ve etkinlik (*Ayın Evreleri, Bluetooth Kontrollü Araba, Akıllı Balkon, Element ve Bileşik, Sürtünme Kuvveti, Hız, Isı ve Sıcaklık, Ay'ın Evreleri, Gölge Oluşumu, Güneş Tutulması, Alternatif Enerji–Güneş Enerjisi*) geliştirilmiştir. Öğretmenlere yönelik yapılan çalışmalarda ise genel olarak görüşlerinin alındığı görülmüştür.

4.9 Çalışmalarda Kullanılan Teknolojilerin Dağılımına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan robotik eğitim setleri Tablo 4.16’da sunulmuştur.

Tablo 4.16. Çalışmalarda kullanılan teknolojilerin dağılımı

Kullanılan Teknoloji	Frekans
Lego	28
Mikro denetleyici ve işlemci kart	17
Fischertechnik	1
Robotis Dream	1
Robotis seti	1
Makey Makey	1
Fritzing	1
Tincercad	1



Şekil 4.16. Çalışmalarda kullanılan teknolojilerin dağılım grafiği

Tablo 4.16’da yer alan verilere göre, çalışmalarda kullanılan teknolojilerin genellikle Lego (f=28) robotik seti (*Lego Mindstorms EV3*, *Lego Mindstorms Ev3 Home Edition*, *Lego Mindstorms EV3 Yenilenebilir Enerji Seti*, *Lego Mindstorms NXT*, *Lego wedo 2.0*), mikrodenetleyici ve işlemci kartın (f=17) (*Raspberry Pi*, *iDea kontrol kartı*, *Arduino*) kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca, birer çalışmada Tincercad programı, Fischertechnik TXT, Robotis Dream, Robotis ve Makey Makey setlerinin kullanıldığı görülmüştür.

5. TARTIŞMA

Fen eğitiminde robotik uygulamalara yönelik ulusal literatürde gerçekleştirilen araştırmaların sistematik alanyazın analizi sonucunda genellikle yüksek lisans tezi ve makale türünde yayınların gerçekleştirildiği görülmektedir. Fen eğitimi alanında yapılan çalışmaların analiz edildiği araştırmalarda benzer şekilde genellikle en fazla makale türüne ulaşıldığı, anahtar kelimeler doğrultusunda yapılan taramalarda, bildiri ve elektronik kitaplara erişimin sınırlı olduğu ifade edilebilir (Arık, & Yılmaz, 2020; Alkış-Küçükaydın, 2020; Kang, 2018). Örneğin, Herdem ve Ünal (2018), STEM eğitime yönelik gerçekleştirilen çalışmaları inceledikleri araştırmalarında, araştırmaya dahil edilen 38 çalışmanın 33 tanesinin makale türünde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, yüksek lisans tezi sayısının doktora tezi sayısından görece fazla olması, fen eğitimi alanında ülke genelinde yüksek lisans eğitimi alan kişi sayısının daha fazla olmasından kaynaklı olabilir. Nitekim, Kiras (2019) tez çalışmasında 1990 - 2017 yılları arasında Türkiye’de tamamlanmış fen eğitime ilişkin tezlerin genel yönelimlerini incelemiş ve araştırma kapsamına dahil edilen fen konu içerikli 1714 tez çalışmasının 1420 tanesinin yüksek lisans tezi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, fen eğitimde robotik uygulamalara ilişkin gerçekleştirilen çalışmaların 2016 yılından itibaren artış göstermeye başladığı ve 2019 yılında daha fazla ön plana çıktığı ifade edilebilir. Araştırmaya dahil edilecek çalışmalar 2021 yılının Şubat ayında belirlendiğinden dolayı, 2021 yılına ait araştırma sayısı 2 olarak tespit edilmiştir. Son yıllarda değişen öğretim programları ile birlikte fen eğitiminde robotik uygulamaların yaygınlaşmasıyla, 2021 yılının sonunda fen eğitimde robotik uygulamalara ilişkin gerçekleştirilmiş olan araştırma sayısı da artacaktır. 2005 ve 2013 öğretim programında yer alan FTTÇ (FenTeknoloji-Toplum-Çevre) ifadesinin mühendislik eklenerek 2017 taslak öğretim programında FMTTÇ (Fen-Mühendislik-Teknoloji-Toplum-Çevre) olarak değiştirilmesi (Özcan & Düzgünoğlu, 2017) ve 2018 yılı öğretim programında Fen-Mühendislik ve Girişimcilik uygulamalarına vurgu yapılmış olması, (Deveci, 2018) bundan sonraki yıllarda robotik uygulama çalışmalarının artış göstermiş olmasının nedeni olarak düşünülebilir. Bunun yanı sıra eğitsel robotların genellikle fen alanı temelli olmak üzere STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimini

desteklemek için kullanılması, son yıllarda fen eğitiminde robotik uygulamaların daha fazla araştırılmasına sebebiyet verebilir (Üçgöl,2013).

İncelenen çalışmalarda, araştırma yöntemlerine göre en çok nicel yöntemlerin tercih edildiği görülmektedir. Genel olarak çalışmalarda, robotik uygulamalar gerçekleştirilmiş ve yapılan uygulamanın etkililiği incelenmiştir. Bu anlayışın benimsendiği deneysel araştırmaların doğası gereği ve verilerin kısa süre zarfında toplanarak kolay analiz edilebilir olmasından kaynaklı olarak nicel araştırma yöntemlerinin ilgili çalışmalarda daha fazla benimsenmiş olabileceği ifade edilebilir (Cortina, 2020). Benzer şekilde Talan (2020), eğitsel robotik uygulamalara yönelik gerçekleştirilen 142 araştırmayı incelediği çalışmasında, robotik uygulamalara ilişkin gerçekleştirilen çalışmalarda en fazla nicel araştırma yönteminin kullanıldığı sonucuna ulaşmıştır.

Fen eğitiminde gerçekleştirilen robotik uygulama çalışmalarında genellikle ortaokul düzeyindeki öğrencilerin çalışma grubunu oluşturduğu ifade edilebilir. İlkokul dönemindeki bireylerin robotik kodlamaya ilişkin hazırbulunuşluk seviyesi ve teknoloji kullanım becerisi nispeten düşük olduğu için ortaokul düzeyinden itibaren fen eğitiminde robotik uygulamaların daha yaygın şekilde kullanıldığı ifade edilebilir (Benitti, 2012). Robotik uygulama becerilerinin kazandırılması ve yaşam boyu sürdürülebilir olması beklendiğinden dolayı kişilik özelliklerinin ve sosyal becerilerin erken yaş dönemlerinde kazandırılması ve sonraki yıllarda alışkanlık haline getirilmesi düşüncesinden hareketle (Susar-Kırmızı, 2014), ortaokul öğrencilerinin daha fazla çalışma grubuna dahil edildiği ifade edilebilir. Ayrıca Fen Bilimleri Öğretim programında yer alan Fen- Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi açısından robotik uygulamaların ortaokul seviyesinde daha yaygın gerçekleştirildiği ifade edilebilir. Benzer şekilde, Athanasiou, vd. (2018), robotik uygulamaların öğrenci başarısına etkisini inceledikleri araştırmalarında 12 çalışmayı analiz etmişler ve en fazla ortaokul seviyesinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin çalışma grubunu oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca 2023 eğitim vizynu çerçevesinde yaygınlaşmaya başlayan deney yap atölyeleri, bilim merkezlerine ilişkin toplumsal farkındalığın yaygınlaşmasıyla ortaokul düzeyinden itibaren robotik uygulamalara ilişkin ilginin arttığı söylenebilir. Öğretmen adaylarının da yaygın şekilde fen eğitiminde robotik uygulama çalışmalarına dahil edildiği ifade edilebilir. Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programında Disiplinlerarası Fen Öğretimi, Öğretim Teknolojileri, Bilimsel

Muhakeme Becerileri, Eleştirel ve Analitik Düşünme gibi ders içeriklerinin eklenmesiyle birlikte (YÖK, 2018), bu dersler kapsamında ve robotik uygulamaları gelecek yıllarda öğrencilerine uygulatacak olan öğretmen adaylarının hazırbulunuşluklarının tespiti açısından öğretmen adayları çalışma grubu olarak tercih edilmiş olabilir. Ayrıca eğitim sistemine son yıllarda entegre edilen disiplinler arası anlayışın öğretime yansıtılabilmesi için öğretmen eğitimlerinin niteliğinin artırılması ve güncellenmesinden hareketle robotik uygulamaların nasıl öğretileceğinin öğrenilmesi açısından öğretmen adayları ile araştırmalar gerçekleştirilmiş olabilir (Jaipal-Jamani & Angeli, 2017; Kabátová & Pekárová, 2010). Okul öncesi dönemde sınırlı sayıda araştırma bulunması, ilgili yaş grubunda sınırlı teknoloji kullanımı ile eğitim öğretimin yürütülmesi, hazırbulunuşluk seviyelerinin ve psikomotor becerilerinin nispeten düşük seviyede olmasından kaynaklı olabilir (Koç, 2019). Ayrıca okul öncesi eğitim sürecinde teknolojik uygulamalara kıyasla ahşap oyuncakların tercih edilmesi, ilgili yaş grubundaki çocuklara yönelik robotik uygulama çalışmalarının sınırlı sayıda kalmasının nedeni olarak düşünülebilir (Prochner, 2011; Usta, 2019)

İncelenen araştırmalarda katılımcı sayısının genellikle 40 kişi ve daha düşük sayılarda belirlendiği, ağırlıklı olarak 31-40 ve 11-20 kişi aralığında katılımcıya sahip daha fazla araştırmanın yer aldığı ifade edilebilir. Fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin genellikle uygulamalı araştırmalar gerçekleştirildiğinden dolayı, genellikle katılımcı sayısının görece düşük sayılarda tercih edildiği söylenebilir (Testoni, 2000). Benzer şekilde Talan (2020), eğitsel robotik uygulamalara ilişkin incelemiş olduğu 142 araştırmanın bulgularına göre araştırmalarda tercih edilen katılımcı sayısının daha çok 50 ve altında olacak şekilde belirlendiğini ifade etmiştir.

Fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin yapılan çalışmalarda genellikle veri toplama aracı olarak ölçek, başarı testi ve formlarının tercih edildiği sonucuna ulaşılmıştır. İlgili araştırmalarda genellikle nicel araştırma yöntemleri benimsendiğinden ve deneysel araştırmalar sonrası karşılaştırmalı analizler gerçekleştirildiğinden dolayı ölçek ve başarı testi türünde veri toplama araçlarının daha fazla tercih edildiği ifade edilebilir (Athanasίου vd, 2018; Jeong vd, 2019; Kielhofner & Coster, 2006). Yolcu ve Demirel (2017), yapmış oldukları araştırmada eğitimde robotik kullanımına ilişkin 2007-2017 yılları arasında

yayımlanan 45 makaleyi incelemiş ve ilgili çalışmalarda veri toplama aracı olarak görüşme formu, gözlem formu ve başarı testlerinin kullanıldığı sonucuna ulaşmışlardır. İlgili çalışmada gözlem formunun daha fazla ön planda olması ve ölçek türünün veri toplama aracı olarak çok fazla kullanılmaması, genel olarak eğitimdeki robotik çalışmaların incelenmiş olması ve farklı disiplinlere ilişkin çalışmaları (Yabancı dil, Mekatronik, Bilgisayar vs.) barındırmasından kaynaklı olabilir. Fen eğitiminde kullanılan robotik uygulamalar daha fazla nicel ve deneysel araştırmalar barındırdığından dolayı veri toplama araçları diğer disiplinlerle farklılık göstermiş olabilir.

Fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin yapılan çalışmalarda genellikle akademik başarı, bilimsel süreç becerileri problem çözme, tutum ve motivasyon değişkenlerinin incelendiği ifade edilebilir. Robotik uygulamaların akademik başarı üzerine etkisinin (Çakır, 2019; Eraslan- Güney,2015; Kuş, 2016; Kılınç, 2014; Özalan, 2020; Özdoğru, 2013; Özel, 2018; Şimşek, 2019; Tocháček, 2016; Uşengül, 2019; Yüksel, 2019), bilimsel süreç becerileri veya problem çözme becerilerine etkisinin (Acar vd., 2019; Akçay, 2018; Avcı, 2017; Barak & Zadok, 2009; Karışan & Yurdakul, 2017; Kırtay, 2019; Koç-Şenol, 2012; McWhorter, 2008; Okkesim, 2014; Özel, 2018;Özdoğru, 2013; Silik, 2016; Şimşek, 2019; Tatlısu, 2020) tutum, motivasyon, özyeterlik gibi duyuşsal özellikler üzerine etkisinin (Akarca, 2019; Akçay, 2018; Avcı,2017; Acar vd.,2019; Başaran, 2018; Çakır, 2019; Dönmez, 2020; Hallaç, 2019; Kuş, 2016; Kılınç, 2014; Kırtay, 2019; Karışan & Yurdakul, 2017; Koç-Şenol, 2012; Mayerova, 2012; Okkesim, 2014; Özdoğru, 2013; Özaslan, 2020; Özel, 2018; Sefer, 2017; Uşengül, 2019; Yavuz, 2019;Yüksel, 2019; Yılmaz, 2019) araştırıldığı çok sayıda araştırmanın bulunduğu söylenebilir. Robotik uygulamaların bilişsel ve duyuşsal özellikler üzerine etkisinin araştırıldığı ve genellikle anlamlı düzeyde pozitif etki oluşturduğu ifade edilebilir (Eguchi, 2016; Koç & Büyük, 2021; Sullivan, 2008; Yolcu & Demirer, 2017).

Fen eğitiminde gerçekleştirilen robotik uygulama çalışmalarında belirlenen anahtar kavramlar incelendiğinde, fen eğitimi/öğretimi, robotik, STEM eğitimi, teknoloji, kodlama, arduino gibi anahtar kavramların ön plana çıktığı görülmektedir. Araştırmaya dahil edilecek çalışmalar belirlenirken robotik anahtar kavramı ile veri tabanlarından arama yapıldığından dolayı robotik anahtar kavramının yüksek frekansta çıkmış olması beklenen bir durumdur. Benzer şekilde

Zhong ve Xia (2020), matematik eğitiminde kullanılan robotik uygulama çalışmalarını inceledikleri araştırmalarında, incelenecek dokümanları belirlerken kullanılan anahtar kavramların ilgili dokümanlarda da anahtar kavram olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir. Robotik uygulamalar fen eğitiminde genellikle STEM eğitimi kapsamında, kodlama temelli ve arduinolar kullanılarak gerçekleştirildiğinden dolayı fen eğitimindeki robotik uygulama çalışmalarında yaygın şekilde anahtar kelime olarak tercih edildikleri söylenebilir (Dorouka vd., 2020; García-Carrillo vd., 2021; Junior vd., 2013; Khine vd., 2017; Plaza vd., 2018).

Fen eğitiminde gerçekleştirilen robotik uygulama çalışmalarının uygulama süreleri incelendiğinde 4-6 hafta sürecinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durumun sebebi ele alınan fen konusunun öğretim programında belirlenen ders saati çerçevesinde yapılandırılmış olmasından kaynaklı olabilir. Bazı çalışmalarda bir ünite ele alınırken bazı konularda ünite altında yer alan alt konu ve kazanımlar ele alındığından süreçte farklılıklar görülebilir. Benzer şekilde Talan (2020), eğitsel robotik uygulamalara ilişkin incelediği 142 araştırmada genellikle uygulama sürelerinin 5-8 hafta sürecinde yoğunlaştığını ifade etmiştir.

Fen eğitiminde gerçekleştirilen robotik uygulama çalışmalarında ele alınan fen konu alanları ve üniteler incelendiğinde, konu alanı olarak en fazla fiziksel olaylar konu alanının tercih edildiği ve üniteler bağlamında da basit makineler, kuvvet ve hareket, ışık, ses ünitelerinin ele alındığı görülmektedir. Fiziksel olaylar konu alanı altında yer alan ünitelerin uygulanabilirliği ve teknolojiyle entegrasyonunun daha kolay sağlanabilir olmasından kaynaklı olarak fen eğitiminde robotik uygulama çalışmalarının fiziksel olaylar konu alanını esas aldığı söylenebilir (Alimisis & Boulougaris, 2014; Church, vd., 2010; Souza & Duarte, 2015). Altin ve Pedaste (2013), fen eğitiminde kullanılan robotik uygulamalarda benimsenen öğrenme yaklaşımlarını incelediği araştırmalarında anahtar kelimeler doğrultusunda belirledikleri 8 araştırmayı, ele aldıkları öğrenme yaklaşımları doğrultusunda incelemişlerdir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda fen eğitiminde fizik konularının öğretime ilişkin daha fazla robotik uygulama çalışmalarının olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca mevcut olarak kullanılan robotik setlerde yer alan dişliler, motorlar, hız, mesafe, direnç, ısı ve renk sensörleri gibi

materyallerin fiziksel olaylar konu alanına uygun materyaller olduğu ifade edilebilir (Garber, 2015, Mayerová & Veselovská, 2014).

Fen eğitiminde gerçekleştirilen robotik uygulama çalışmalarında kullanılan teknolojiler incelendiğinde, en fazla Lego Mindstorms EV3, Arduino teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Belirtilen teknolojilerin daha fazla tercih edilmesinin sebebi, fen eğitimine uygun, kullanışlı ve kolay uygulanabilir teknolojiler olmalarından kaynaklı olabilir. Avcı (2017) Lego Mindstorm EV3 ile gerçekleştirilen robotik projelerin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve problem çözme becerilerinin gelişmesinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Akbıyık (2019) çalışmasında, kullanımı kolay ve işlevsel olarak nitelendirilen arduino mikrodenetleyici uygulamalarının öğrencilerin programlama eğitimine karşı öğrencilerin öz-yeterlikleri ve problem çözme becerilerinin gelişmesinde anlamlı bir fark oluşturduğu sonucuna ulaşmıştır. Erten (2019) öğrenci, öğretmen ve öğretmen adaylarının kodlama ve robotik öğretimi üzerine görüşlerini incelediği çalışmasında en çok tercih edilen ve en yaygın kullanılan robotik teknolojinin arduino olduğunu belirtmiş ve öğretmen adaylarıyla disiplinler arası eğitim materyalleri geliştirmiştir. Ancak Lego Mindstorm NXT teknolojisinin, Lego Mindstorms Ev3 teknolojisine kıyasla eğitimde daha yaygın kullanıldığı sonucuna ulaşılan çalışmalar da mevcuttur (Talan, 2020; Yolcu & Demirer, 2017). Bu durum ilgili çalışmalarda fen eğitiminden ziyade genel olarak tüm alanlardaki robotik uygulamalar ele alındığından ve Lego Mindstorm NXT teknolojisinin (2006), Lego Mindstorms Ev3 (2013) teknolojisine kıyasla daha önce eğitim alanına entegre edilmiş olmasından kaynaklanmış olabilir (Özdoğan, 2013). Eğitim setlerinin eğitim öğretim faaliyetlerinde yer alma süresi eğitsel çalışmalarda tercih edilme durumunu doğrudan etkileyebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fen eğitiminde kullanılan robotik uygulamalara ilişkin ulusal literatürdeki çalışmalarda genellikle ortaokul ve öğretmen adayları ile, 4-6 hafta aralığında, uygulamalı ve deneysel eğitimlerin gerçekleştirildiği, katılımcıların akademik başarı, bilimsel süreç becerileri, tutum, motivasyon gibi bilişsel ve duyuşsal becerilerinin gelişmesine robotik uygulamaların etkisinin incelendiği görülmektedir. Genellikle fiziksel olaylar konu alanında yer alan ünitelere ilişkin çalışmaların planlandığı, Lego Mindstorms EV3 ve Arduino teknolojilerinin tercih edildiği görülmektedir. Fen eğitiminde robotik uygulamalar; fen- teknoloji ve mühendisliğin entegrasyonunun sağlandığı, mühendislik tasarımı ve programlama becerilerini kapsayan disiplinler arası bir STEM uygulaması olarak ifade edilebilir (Sullivan, 2017). Son yıllarda disiplinler arası yaklaşımın benimsenmesiyle birlikte fen eğitiminde STEM uygulamalarının arttığı, günümüzde STEM anlayışının Fen- Mühendislik ve Girişimcilik uygulamaları olarak varlığını devam ettirdiği söylenebilir (Ospennikova vd., 2015). 2018 yılından itibaren uygulanmaya başlayan fen bilimleri öğretim programında da Fen- Mühendislik ve Girişimcilik uygulamalarına dördüncü sınıf düzeyinden itibaren yer verilmiştir. İlkokul kademesini tamamen kapsamaması ve öğrencilerin robotik uygulamalara ilişkin hazırbulunuşluk seviyelerinin düşük olması, ilkokul öğrencileri ile ortaokul öğrencilerine kıyasla daha az sayıda fen eğitiminde robotik uygulama çalışmalarının yapılmasının sebebi olabilir (MEB, 2018; Moorthy & Pugazhenth, 2017). Fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin çalışmaların görece sınırlı sayıda olduğu söylenebilir. On yıllık bir periyotta ortalama her yıl beş çalışmanın gerçekleştirildiği, dünya genelinde oldukça popüler olan fen eğitiminde robotik uygulamalara yönelik (Anwar vd., 2019) daha fazla bilgi ve farkındalık oluşturacak çalışmalara yönelimin artmasının gerektiği söylenebilir. Robot setlerin, farklı disiplinler için uygulama fırsatı sunduğu, öğrencilerin sahip oldukları birçok becerinin gelişmesinde etkili olduğu söylenebilir (Yolcu & Demire, 2017). Disiplinler arası yaklaşımın benimsendiği robotik temelli STEM uygulamalarında genellikle fen disiplini merkezli uygulamaların gerçekleştirildiği söylenebilir (Bybee, 2010). Öğrencilerin bilgi, beceri ve davranışlarında anlamlı düzeyde değişim oluşturabilmek amacıyla fen eğitiminde nitelikli şekilde yapılandırılmış robotik uygulamalar büyük öneme sahiptir. Bu eğitim robotik uygulamaları doğru

şekilde yönetebilecek nitelikli öğretmenlerle sağlanabilir. Bu bağlamda öğretmen yetiştirme programları da oldukça önemli hale gelmektedir. YÖK tarafından 2018 yılından itibaren güncellenen fen bilgisi öğretmen yetiştirme programında Disiplinlerarası Fen Öğretimi dersi eklenmiştir. Ayrıca bu programda, Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersi ayrıştırılarak Öğretim Teknolojileri ayrı bir ders haline getirilmiştir (YÖK, 2018). Öğretmenlerin öğrendikleri gibi öğretme eğilimi bulunduğundan (Grove vd, 2004), bu derslerin içeriklerinde ve işlenişinde robotik uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarına sağlanacak donanımlar öğretmenlik hayatlarında gerçekleştirecekleri fen eğitimindeki robotik uygulamaları doğrudan etkileyecektir.

Fen eğitiminde kullanılan robotik uygulamalar öğrencilerin fene ilişkin bilgi, beceri ve davranışlarını geliştirici role sahiptir (Bers & Portsmore, 2006; Çınar, 2020; Koç & Büyük, 2019). Bu bağlamda fen eğitiminde robotik uygulamaların daha fazla kullanılması, yanal bakış açısı kazandırılması ve fen okuryazarı bireyler yetiştirilebilmesi açısından önemlidir (Sulistiowati vd., 2018).

Lego Mindstrom NXT, EV3 setleri robotik setler fen eğitimi açısından uygun olsa da ağırlıklı olarak fiziksel olaylar konu alanına göre yapılandırılmakta ve kapalı kaynak kodlu olması nedeniyle düşük maliyetli ve açık kaynak kodlu mikroişlemci kartlar gibi alternatif teknolojilere eğilimi artırmaktadır (Benitti, 2012; Chang & Chen, 2020; Çınar, 2020). Literatürde *Dünya ve Evren, Madde ve Doğası, Canlılar ve Yaşam* konu alanlarına ilişkin sınırlı sayıda çalışma olsa da ilgili konu alanlarında yapılan çalışmaların öğrencilerin duyuşsal ve bilişsel gelişimlerini geliştirici rol oynadığı söylenebilir (Meço & Görgülü-Arı, 2021; Sefer, 2017; Yener vd, 2020).

Fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin robot tasarımı ve programlama sürecinde çeşitli zorluklar yaşandığı bu zorlukların da motivasyonu düşürdüğü ifade edilebilir. Zaman, maliyet, deneyimsizlik, teknik problemler gibi parametreler robotik uygulamaların uygulanabilirliğini engelleyici unsurlar olarak görülebilir. Bu bağlamda öğretmen ne kadar donanımlıysa karşılaşılan sorunların aşılması da o denli kolaylaşacaktır (Erdoğan, 2019; Sarı & Yazıcı, 2020).

Çağın gerekliliklerini yerine getirebilmek ve fen okuryazarı olabilmek amacıyla, disiplinler arası bakış açısıyla bilgiyi günlük yaşantıya aktarabilecek 21. yüzyıl becerilerine sahip olmak kaçınılmazdır. Bu becerilerin geliştirilmesi için

bilginin deneyimlenmesi ve bir bağlama uyarlanması oldukça önemlidir. Bu imkanı sağlayan robotik uygulamalar da genelde eğitimin özelde ise fen eğitiminin önemli bir parçası haline gelmektedir. Fen eğitimi ortamlarında robotik uygulamaların yaygın ve etkili şekilde kullanılabilmesi için öğretmenlerin hizmetiçi eğitim süreçlerinde robotik uygulamalara ilişkin deneyim kazanmaları sağlanabilir. Öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme sürecinde robotik uygulamalara ilişkin farkındalığı artırılabilir. Sınıf öğretmenleri de üçüncü ve dördüncü sınıf düzeylerinde fen öğretimi yaptığından sınıf öğretmen yetiştirme programlarında da robotik uygulamalara ilişkin eğitimler verilmelidir. Robotik uygulamalara ilişkin uluslararası bazda düzenlenen turnuvalara (Üçgöl, 2013) hazırlık olması amacıyla ulusal robotik yarışmaların sayısı artırılabilir. Fen eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin okullara altyapı sağlanabilir. Öğretim programlarında robotik uygulamalara yönelik eklemeler yapılabilir. Robotik uygulamaya ilişkin teknik problemlerin aşılabilmesi amacıyla fen, matematik ve bilgisayar öğretmenleri arası işbirliği artırılabilir.

7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA 7th Edition atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Acar, B., Korkmaz, Ö., Çakır, R., Erdoğan, F. U. & Çakır, E. (2019). Eğitsel robot setleri ile fen ve teknoloji dersi basit makinalar konusunun ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin stem beceri düzeylerine ve derse dönük tutumlarına etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 9(2).
- Açıslı, S. (2017). The investigation of the effects of robotic-assisted practices in teaching renewable energy sources to seventh-grade students in secondary school. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)*, 6, 167-172.
- Açıslı, S. (2016). Investigation of views of middle school students, preservice science teachers and science teachers towards robotic applications. *Research Highlights in Education and Science*, 81-88.
- 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.
- Ait, K., Rannikmäe, M., Soobard, R., Reiska, P., & Holbrook, J. (2015). Students' self-efficacy and values based on A 21st century vision of scientific literacy—A pilot study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 491-495.
- Akarca, T. A. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına "su" temasının lego robotik uygulamaları ile öğretiminin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi*. (Tez No: 553061) [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Akbıyık N. (2019). Arduino ile mikrodenetleyici uygulamalarının öğrencilerin programlama eğitimine karşı öz-yeterlikleri ve problem çözme becerisi üzerine etkileri. *International Congress on HumanComputer Interaction, Optimization and Robotic Applications*, 4(5): 99-105,
- Akçay, S. (2018). *Robotik fethem uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyonları üzerine etkileri*. (Tez No: 541728) [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Akkoyun, N. (2019). *Stem ve stem temelli robotik etkinliklerin fen öğrenmede zihinsel risk alma ve sorgulayıcı becerilerin gelişimine etkisi*. (Tez No: 577792) [Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Akman-Selçuk, N. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi*. (Tez No: 557781) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Akerson, V. L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T. A., & Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: Implications for science education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8.
- Aksu, F. N., & Durak, G. (2019). Robotics in education: examining information technology teachers' views. *Journal of Education and e-Learning Research*, 6(4), 162-168.
- Aksu, F. N. (2019). *Bilişim teknolojileri öğretmenleri gözünden robotik kodlama ve robotik yarışmaları*. (Tez No: 613670) [Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi]
- Akgündüz, D. (2018). *STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi. Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi içinde*, 19-49, Anı Yayıncılık.
- Alkış-Küçükaydın, M. (2020). Fen eğitiminde kavram öğretimi konulu araştırmaların sistematik derleme yöntemiyle incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(2), 36-56. doi: 10.12984/eeefd.746326

- Altın, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of baltic science education*, 12(3), 365.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Alimisis, D., & Boulougaris, G. (2014). Robotics in physics education: fostering graphing abilities in kinematics. In *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*, 2-10.
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 2.
- Aris, N., & Orcos, L. (2019). Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills. *Education Sciences*, 9(2), 73.
- Artun, H. Aydın, S. & Günbatar, M. S. (2020). *Technology trends in science teaching*. Pegem Akademi.
- Arduino (n.d.). *Arduino ürünleri*. <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- Arık, S., & Yılmaz, M. (2020). Çevre akademik başarısı ve çevreye yönelik tutumla ilgili deneysel çalışmaların sistematik alanyazın incelemesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(2), 494-535. <http://dx.doi.org/10.30703/cije.624562>
- Arklan, Ü. & Taşdemir, E. (2008). Bilgi toplumu ve iletişim: bilginin yayılması sürecinde kitle iletişim araçları ve internet, *Selçuk İletişim*, 5(3), 67-80.
- Assefa, S., & Gershman, L. (2013). 21st century skills and science education in K-12 environment. *Curriculum and Teaching Dialogue*, 14(1 & 2), 139.
- Ashraf, K. A. (2018). The relationship between Jordanian students' 21st century skills (Cs21) and academic achievement in science. *Journal of Turkish Science Education*, 15(2), 82-94.
- Athanasiou, L., Mikropoulos, T. A., & Mavridis, D. (2018, June). Robotics Interventions for Improving Educational Outcomes-A Meta-analysis. In *International Conference on Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education*, 91-102.
- Atalay, N., Anagün, Ş. S., & Kumtepe, E. G. (2016). Fen öğretiminde teknoloji entegrasyonunun 21. yüzyıl beceri boyutunda değerlendirilmesi: yavaş geçişli animasyon uygulaması. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 405-424.
- Avcı, B. (2017). *Lego mindstorms robotik projelerinin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi*. (Tez No: 490678) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aykanat, F., Doğru, M., & Kalender, S. (2005). Bilgisayar destekli kavram haritaları yöntemiyle fen öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 391-400.
- Aydın, M. (2018). Lego robotik uygulamaları ile STEM eğitimi. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* (4. Baskı). Pegem Akademi.
- Bacanak, A., Karamustafaoğlu, O. & Köse, S. (2003). Yeni bir bakış: Eğitimde teknoloji okuryazarlığı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14). 191-196.
- 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.
- Başaran, B. (2018). *Arduino'nun elektrik deneylerine entegre edilmesinin ve deney raporlarının poster şeklinde hazırlanmasının, fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarlarına, teknolojiye ve bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi*. (Tez

No: 494788) [Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi

- Babaoğlu, M. G., Durmaz, K.K. & Özbey, K (2020). Arduino ile hooke yasasının incelenmesi. *Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 3(1).
- Babaoğlu, M. G., Durmaz, K.K. & Öztekin, M.E. (2020). Arduino ile yer çekim ivmesinin hesaplanması. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği*, 8(1), 92-100.
- Bächtold, M. (2013). What do students “construct” according to constructivism in science education? *Research in science education*, 43(6), 2477-2496.
- Badeleh, A. (2019). The effects of robotics training on students’ creativity and learning in physics. *Education and Information Technologies*, 1-13.
- Badeleh, A. (2021). The effects of robotics training on students’ creativity and learning in physics. *Educ Inf Technol*, 26, 1353–1365.
- Bal-Taştan, S., Davoudi, S. M. M., Masalimova, A. R., Bersanov, A. S., Kurbanov, R. A., Boiarchuk, A. V., & Pavlushin, A. A. (2018). The impacts of teacher’s efficacy and motivation on student’s academic achievement in science education among secondary and high school students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2353-2366.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and What is the role of the computer science education community?. *ACM Inroads*, 2(1), 48–54.
- Barr, D., Harrison, J. & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23
- Barker, B. & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243.
- Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve akıllı işletme*, Dorlion Yayınları.
- Behrens, A., Atorf, L., Schwann, R., Neumann, B., Schnitzler, R., Balle, J., & Aach, T. (2009). MATLAB meets LEGO Mindstorms—A freshman introduction course into practical engineering. *IEEE Transactions on Education*, 53(2), 306-317.
- Bers, M.U., Flannery, L., Kazakoff, E.R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 7(2), 145–157
- Bers, M., & M. Portsmore (2006). Teaching partnerships: early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology* 14 (1), 59–73.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Boydak, A. (2008). *Yeni öğretim programlarına temel olan yaklaşımlar*. Beyaz Yayınları.
- Boland, A., Cherry, M. G. & Dickson, R. (2017). *Doing a systematic review*. London: Sage.
- Brooks J.G. & Brooks M. G. (1993). *The Case for Constructivist Classrooms*. Virginia, ASCD Alexandria.
- Brush, T., Glazewski, K. D., & Hew, K. F. (2008). Development of an instrument to measure preservice teachers' technology skills, technology beliefs, and technology barriers. *Computers in the Schools*, 25(1-2), 112-125.
- Büyükalan-Filiz, S. & Kaya, V. H. (2013). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı ile fen bilgisi öğretmenliği lisans ve lisansüstü öğretim programının felsefe, amaç ve içerik ilişkisinin incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 185-208.

- Buckingham, D. (2015). Defining digital literacy-What do young people need to know about digital media?. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 10, 21-35.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30.
- Can, Ş., Çelik, B., Çelik, C. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeyine çeşitli değişkenlerin etkisi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 352-358. DOI: 10.38089/ekud.2020.33
- Ceylan, V. K., & Gündoğdu, K. (2018). Bir olgubilim çalışması: Kodlama eğitiminde neler yaşanıyor? *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8(2), 1-34.
- Church, W. J., Ford, T., Perova, N., & Rogers, C. (2010, March). Physics with robotics—using lego mindstorms in high school education. In *2010 AAAI Spring Symposium Series*.
- Chambers, J. M., Carbonaro, M., & Murray, H. (2008). Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(4).
- Chang, C. C. & Chen, Y. (2020). Using mastery learning theory to develop task-centered hands-on STEM learning of Arduino-based educational robotics: Psychomotor performance and perception by a convergent parallel mixed method, *Interactive Learning Environments*, DOI: 10.1080/10494820.2020.1741400
- 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.
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. (2017). Twenty-first century skills education in Switzerland: An example of project-based learning using Wiki in science education. In *21st century skills development through inquiry-based learning*, 61-78, Springer, Singapore.
- Ching, Y. H., Hsu, Y. C., & Baldwin, S. (2018). Developing computational thinking with educational technologies for young learners. *TechTrends*, 62(6), 563-573.
- Coufal, P. (2020). Development of competencies of elementary school pupils using educational robotic kits. *The European Journal of Social & Behavioural Sciences*, 27(1), 3073-3082.
- Costelha, H., & Neves, C. (2018, April). Technical database on robotics-based educational platforms for K-12 students. In *2018 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions (ICARSC)*, 167-172.
- Cortina, J. M. (2020). On the whys and hows of quantitative research. *Journal of Business Ethics*, 167(1), 19-29.
- Çakır, N. K., Güven, G. (2019). Arduino-Assisted robotic and coding applications in science teaching: Pulsimeter activity in compliance with the 5E learning model, *Science Activities*, 56:2, 42-51, <https://doi.org/10.1080/00368121.2019.1675574>
- Çakır, S. (2019). 4. Sınıf fen bilimleri dersi mikroskobik canlılar ve çevremiz ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının öğrenme ürünlerine etkisi. (Tez No: 595468) [Yüksek lisans tezi. Bülent Ecevit Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Çakmak, T., Özel, N., ve Yılmaz, M. (2013). Evaluation of the open course ware initiatives within the scope of digital literacy skills: Turkish open courseware consortium case. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83, 65-70.

- Çayır, E. (2010). *Lego-Logo ile desteklenmiş öğrenme ortamının bilimsel süreç becerisine benlik algısı üzerine etkisinin belirlenmesi*. (Tez No: 265835) [Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Çetin, O. (2016). Pedagojik formasyon programı ile lisans eğitimi fen bilimleri öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 658-685.
- Çınar, S. (2020). Fen Bilimleri öğretmen adaylarına yönelik eğitsel robotik destekli STEM kursu. *Turkish Studies*, 15(7), 2853-2875
- Çınar, S. (Kasım, 2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim materyali olarak robotik teknoloji kullanımı ile ilgili düşünceleri. *ULEAD 2017 Annual Congress: ICRE*
- Çömek, A., Avcı, B. (2016). Fen eğitiminde robotik uygulamalar hakkında öğretmen görüşleri. *Uluslararası Yükseköğretimde Yeni Eğilimler Kongresi: Değişime Ayak Uydurmak 12-13 Nisan İstanbul Aydın Üniversitesi*, 104 115.
- Dağtekin, A. & Zorluoğlu, S. L. (2019). The opinions of academicians on the updated science education undergraduate program. *SDU International Journal of Educational Studies*, 6(1), 36-53.
- Davcev, K., Koceska, N., & Koceski, S. (2019, June). A review of robotic kits used for education purposes. *International Conference on Information Technology and Development of Education*.
- Demir, A. (2018). Endüstri 4.0'dan eğitim 4.0'a değişen eğitimöğretim paradigmaları. *Electronic Turkish Studies*, 13(15).
- Demartini, C. & Benussi, L. (2017). Do web 4.0 and industry 4.0 imply education X.0? *IT Professional*, 19(3), 4-7. doi: 10.1109/MITP.2017.47.
- Deveci, İ. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fen tabanlı girişimcilik eğilimlerinin incelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 1(1), 19-47.
- Dedebali, N. (2019). Öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeyleri ve metaforik algılarının incelenmesi. *1. Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu (UBEST)*, 314.
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., Laschi, C., Pecini, C., Santerini, G., Sgandurra, G., & Dario, P. (2017). Educational robotics intervention on executive functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16-23.
- Direkçi, B., Akbulut, S. & Şimşek, B. (2019). türkçe dersi öğretim programı (2018) ve ortaokul türkçe ders kitaplarının dijital okuryazarlık becerileri bağlamında incelenmesi. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7 (16), 797-813. DOI: 10.33692/avrasyad.543868
- Ding, J., Li, Z., & Pan, T. (2017). Control system teaching and experiment using LEGO Mindstorms NXT robot. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(4), 309.
- Diyot.net (n.d.). *Arduino nedir? nasıl kullanılır? neden arduino?* <https://diyot.net/arduino/>
- Dorouka, P., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2020). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 255-274.
- Doğan, S. (2010). Öğretmenlerin 2005 yılı ilköğretim programına yönelik tutumları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(4), 2035-2050.
- Dönmez M. C. (2020). *Robotik uygulamaların aday öğretmenlerin stem farkındalıkları, fen öğretmeye yönelik öz yeterlikleri ve stem'e yönelik tutumları üzerine etkileri*. (Tez No: 636442) [Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi

- Dökmetaş G. (2016). *Arduino Eğitim Kitabı*(1. Baskı). Dikeyksen Yayıncılık,
- Duran, E., & Ertan-Özen, N. (2018). Türkçe derslerinde dijital okuryazarlık. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 3(2), 31-46.
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., & Wiegand, C. (2017). Virtual laboratories in science education: students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 358-374.
- Elbir, B. & Çakıroğlu, D. B. (2018). Stem Education: Robotics Integration in Science Laboratory. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 7(6), 904-910.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- Eğmir, E. & Çengelli, S. (2020). Öğretmenlerin 21. yüzyıl öğretim becerilerinin yansıtıcı düşünmeyi uygulama becerilerini yordama gücü. *Journal of History School*, 45, 1045-1077
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- Ertuğrul D. & Genç M. (June 2019). Fen bilimleri öğretmen adaylarının robotik uygulamalara ilişkin görüşleri. *International STEM Education Conference*, 25-29.
- Eraslan, Koç Şenol, Kılınç, Büyük (2013). Üstün zekali öğrencilerin fen öğretiminde robot teknolojisinin kullanımına yönelik görüşleri. *Researcher: Social Science Studies* 1 (1), 24-39
- Erdoğan, Ö., Kurt, M., & Toy, M. (2020). Robotik uygulamaların fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 117-137.
- Erten, E. (2019). *Kodlama ve robotik öğretimi üzerine bir durum çalışması*. (Tez No: 614009) [Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Ecevit, T., & Kaptan, F. (2019). 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına yönelik tasarlanan argümantasyon destekli araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim modelinin betimlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. doi: 10.16986/HUJE.2019056328
- Erdoğan, Ö. (2019). *Robotik lego uygulamaların fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkilerinin incelenmesi*. (Tez No: 557789) [Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Eraslan- Güney, M. (2015). *Yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminde robotların kullanılması*. (Tez No: 418055) [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Eren, Z. (2020). Toplum 5.0 ve dijital dünyada toplumsal dönüşüm ve eğitim 5.0. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları*, 169-206
- Ekici, S., & Yılmaz, B. (2013). FATİH Projesi üzerine bir değerlendirme. *Türk Kütüphaneciliği*, 27(2), 317-339.
- Eshet-Alkalai, Y. (2004). Digital literacy: a conceptual framework for survival skills in the digital era. *Jl. of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93-106.
- Ferrari, M., & Ferrari, G. (2011). *Building robots with LEGO Mindstorms NXT*. Syngress.
- Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. (2018). Conceptions of the nature of science and technology: a study with children and youths in a non-formal science and technology education setting. *Research in Science Education*, 48(5), 1071-1106.

- Fischertechnik (n.d.). Alınma tarihi 25.Ağustos 2021. <https://www.fischertechnik.de/en/teaching>
- Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. *Japan Spotlight*, 27, 47-50.
- Garber, G. (2015). *Learning Lego Mindstorms Ev3*. Packt Publishing Ltd.
- García-Carrillo, C., Greca, I. M., & Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher Perspectives on Teaching the STEM Approach to Educational Coding and Robotics in Primary Education. *Education Sciences*, 11(2), 64.
- Gerretson, H. & Howes, E. (2008). Interdisciplinary mathematics and science education through robotics technology: Its potential for education for sustainable development (a case study from the usa). *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 10, 32-41 DOI: 10.2478/v10099-009-0023-4
- Grove, K., Strudler, N. & Odell, S. (2004). Mentoring toward technology use: Cooperating teacher practice in supporting student teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 7 (1), 85-109.
- Göncü, A., Çetin, İ., & Top, E. (2018). Öğretmen adaylarının kodlama eğitime yönelik görüşleri: bir durum çalışması, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 48, 85-110.
- Gomez, E. L., & Fitzgerald, M. T. (2017). Robotic telescopes in education. *Astronomical Review*, 13(1), 28-68.
- Gülbahar, Y., Kert, S. B., & Kalelioğlu, F. (2019). Bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algısı ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(1), 1-29.
- Gülbahar, Y., Kert, S. B., & Kalelioğlu F. (2018). Ortaokul öğrencileri için bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algısı ölçeği: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*. doi:10.16949/turkbilmat.385097
- Gülbahar, Y., Kert, S.B. & Kalelioğlu, F. (2019). Bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algısı ölçeği: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(1), 1-29.
- Güven, G., Kozcu-Çakır, N., Sulun, Y., Çetin, G. & Güven, E. (2020). Arduino-assisted robotics coding applications integrated into the 5E learning model in science teaching, *Journal of Research on Technology in Education*, DOI: 10.1080/15391523.2020.1812136
- Güven, G & Kozcu Çakır, N. (2020). *Fen eğitiminde robotik kodlama serüveni*. Eğiten Kitap Yayıncılık
- Hallaç, S. (2019). *Disiplinlerüstü bir steam yaklaşımı ile hazırlanmış öğretim programının öğrencilerin fizik kavramlarını öğrenmelerine, bilime karşı tutumlarına, steam tutumlarına ve kariyer seçimlerine etkisinin incelenmesi*. (Tez No: 582812) [Yüksek Lisans, Marmara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Herdem, K., & Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48), 145-163.
- Hilton, M. (2010). Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary. *National Academies Press*. <https://www.nap.edu/read/12771/chapter/1>
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavit, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International journal of STEM education*, 5(1), 1-18.
- Holton, J. A. (2007). The coding process and its challenges. *The Sage handbook of grounded theory*, 3, 265-289.

- Hamutoğlu, N., Güngören, Ö., Uyanık, G. & Erdoğan, D. (2017). Dijital Okuryazarlık Ölçeği: Türkçe'ye Uyarlama Çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(1), 408- 429.
- İyice, H. (2012). *Arduino Uno*. <http://arduinoturkiye.com/arduino-uno/>
- International Society for Technology in Education (2021). ISTE Standards for Students. <https://www.iste.org/standards/iste-standards-for-students>
- Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175-192.
- Jawaid, I., Javed, M. Y., Jaffery, M. H., Akram, A., Safder, U., & Hassan, S. (2020). Robotic system education for young children by collaborative-project-based learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(1), 178-192.
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C. E., & Jo, K. (2019). Ten years of computer-supported collaborative learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005–2014. *Educational research review*, 28, 100284.
- Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L., & Guerra, F. A. (2013). A low-cost and simple arduino-based educational robotics kit. *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC), December edition*, 3(12), 1-7.
- Karamustafaoğlu O. & Bardak Ş. (2019). Sensörler. Yener, D. (Ed.), *Fiziğin bilim ve teknolojideki uygulamaları* (s.213-228). Pegem Akademi
- Karaahmetoğlu K. (2019). *Proje tabanlı arduino eğitsel robot uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri ve temel stem beceri düzeyleri algılarına etkisi*. (Tez No: 557034) [Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Karademir, T., Cesur, A., Büyükgene, G., Kaba, Ö.S. & Kesici, Y. (2018). Teknolojik ritimler: müzik eğitiminde robotik uygulamaların kullanımı. *İlköğretim Online*, 17(2), 717-737.
- Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685.
- Kanbul, S., & Uzunboylu, H. (2017). Importance of Coding Education and Robotic Applications for Achieving 21st-Century Skills in North Cyprus. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(1).
- Karışan, D. & Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik (stem) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37-52.
- Kang, N. H., Lee, N. R., Rho, M., & Yoo, J. E. (2018). Meta analysis of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) program effect on student learning. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(6), 875-883.
- Kasım, M. (2020). *Uygulamalı Projeler ile Arduino Eğitimi*. <https://maker.robotistan.com/arduino-projeleri-egitimi/>
- Kabátová, M., & Pekárová, J. (2010). Learning how to teach robotics. In *Constructionism 2010 conference*.
- Karatay, R., Timur, S., & Timur, B. (2013). 2005 ve 2013 yılı fen dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (15), 233-264.
- Kaygısız, G. M., Üzümcü, Ö., & Uçar, F. M. (2020). The case of prospective teachers' integration of coding-robotics practices into science teaching with STEM approach. *Elementary*

- Karabacak, Z.İ. & Sezgin, A. A. (2019). Türkiye’de dijital dönüşüm ve dijital okuryazarlık. *Türk İdare Dergisi*, 91, 488
- Kalelioğlu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583-596.
- Kazaz, H. (2015). *İlköğretim 2. sınıflarda lego moretomath eğitsel aracının matematikte problem çözme, akıcılık, anlama ve akıl yürütme becerilerine etkisi: Bir vaka incelemesi*. (Tez No: 423422) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Keser, H., & Semerci, A. (2019). Technology trends, Education 4.0 and beyond. *Contemporary Educational Research Journal*, 9(3), 39-49.
- Khanlari, A. (2014). *Teachers’ perceptions of using robotics in primary/elementary schools in Newfoundland and Labrador*. Memorial University of Newfoundland.
- Khine, M. S., Khine, M. S., & Ohmer. (2017). *Robotics in STEM Education*. Springer.
- Kim C., Kim D, Yuan J, Hill R. B., Doshi P. & Thai C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31.
- Kim, S. W., & Lee, Y. (2016). The effect of robot programming education on attitudes towards robots. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(24), 1-11.
- Kim, S. H., & Jeon, J. W. (2008). Introduction for freshmen to embedded systems using LEGO Mindstorms. *IEEE Transactions on Education*, 52(1), 99-108.
- Kiras, B. (2019). *Türkiye'deki fen eğitimi konulu tezlerin konu yönelimi ve yöntemsel analizi*. (Tez No: 602313) [Doktora Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33, 1-26.
- Kielhofner, G., & Coster, W. J. (2006). Developing and evaluating quantitative data collection instruments. *Philadelphia: FA Davis*.
- Kırtay, A. (2019). *Fen eğitiminde robotik uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve fen eğitimine yönelik motivasyonlarına etkisi*. (Tez No: 589622) [Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Kılınç, A. (2014). *Robotik teknolojinin 7. sınıf ıfık ünitesi öğretiminde kullanımı*. (Tez No: 382061) [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Kılınç A, Koç Şenol A, Eraslan M & Büyük U. (2013). robotik destekli fen öğretimi: BİLSEM örneği. *International Symposium on Changes and New Trends in Education*, 65-75
- Knop, L., Ziaefard, S., Ribeiro, G. A., Page, B. R., Ficanha, E., Miller, M. H. & Mahmoudian, N. (October 2017). A human-interactive robotic program for middle school STEM education. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Frontiers in Education Conference (FIE)*. Indianapolis: IEEE.
- Koç, A. & Büyük, U. (2021). Effect of Robotics Technology in Science Education on Scientific Creativity and Attitude Development. *Journal of Turkish Science Education*, 18(1), 54-72.
- Koç, A. (2019). *Okul öncesi ve temel fen eğitiminde robotik destekli ve basit malzemelerle yapılan stem uygulamalarının karşılaştırılması*. (Tez No: 583634) [Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi

- Koç, A. & Büyük, U. (2019). Fen eğitiminde robotik destekli stem (robostem) uygulamaları. *Fen Eğitimi Araştırmaları: Yeni Yaklaşımlar ve Teknolojik Uygulamalar*. İksad International Publishing, 5– 37.
- Koç - Şenol, A. (2012). *Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: Robolab*. (Tez No: 323455) [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Koç, A. & Büyük, U. (2013). Fen ve teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: Robotik uygulamaları. *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), 139-155.
- Kozcu-Çakır, N., & Güven, G. (2019) Arduino-Assisted robotic and coding applications in science teaching: Pulsimeter activity in compliance with the 5E learning model. *Science Activities*, 56(2), 42-51
- Kocaman-Karoğlu, A., Bal-Çetinkaya, K. & Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 Sürecinde Türkiye’de Eğitimde Dijital Dönüşüm. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 147-158
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, M. Y., Oluk, A., & Sarioğlu, S. (2015). Bireylerin bilgisayarca düşünme becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 68- 87
- Kuş, M. (2016). *Ortaokul öğrencilerinin kuvvet ve hareket ünitesinin öğretiminde robotik modüllerin etkisi*. (Tez No: 451986) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Küçük, S. & Şişman, B. (2016). Birebir robotik öğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1), 312-325. doi:10.17051/io.2017.12092
- Latip, A., Andriani, Y., Purnamasari, S., & Abdurrahman, D. (2020, October). Integration of educational robotic in STEM learning to promote students’ collaborative skill. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1663(1), 012052.
- Lai, C. & Lai, M. (2012). Using Computer Programming to Enhance Science Learning for 5th Graders in Taipei. *International Symposium on Computer, Consumer and Control*, 146-148, doi: 10.1109/IS3C.2012.45.
- Ling, O. S., & Wah, J. L. (2019). Ucts foundation students’ perception towards arduino as a teaching and learning tool in STEM education. *e-BANGI Journal*, 16 (3), 1-21
- Luchin, R. M. (2012). Control Engineering Education with Help of Model-Based Program Tools for Robotic Construction Sets. *IFAC Proceedings Volumes*, 45(11), 425-429.
- Lu, C. M., Black, J. B., Kang, S., & Huang, S. C. (2011). The Effects of LEGO robotics and embodiment in elementary science learning. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 33.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *An Expanded Sourcebook: Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks London: Sage.
- Marulcu, I., & Barnett, M. (2010). Teaching simple machines to college students through LEGO™ engineering design challenges. In M.F. Taşar & G. Çakmakcı (Eds.), *Contemporary science education research: Learning and assessment*. Pegem Akademi.
- Ma, Y., Lai, G., Prejean, L., Ford, M. J. & Williams, D. (2007, March). Acquisition of Physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, Department of Curriculum and Instruction University of Louisiana at Lafayette United States of America
- Makeblock (2020). <https://www.makeblock.com/mbot>
- Makeblock (n.d.). Alınma tarihi: 15 Mayıs 2021 <https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot>

Makey Makey (2019). Alınma Tarihi: 15 Mayıs 2021 <https://makeymakey.com/pages/mission>

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4 ve 5. sınıflar) öğretim programı*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *İlköğretim 3.-8. sınıflar fen bilimleri dersi öğretim programı*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013b). *Okul öncesi öğretim programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2017). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri*. Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). *Fen Bilimleri öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018b). *Güçlü yarınlar için 2023 eğitim vizyonu*. http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018a). *Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programı (İlkokul 1,2,3 ve 4. sınıflar)*. Ankara.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. doi: 10.1002/tea.20347.
- Muşlu-Kaygısız, G., Üzümcü, Ö. & Uçar, F.M. (2020). The case of prospective teachers' integration of coding-robotics practices into science teaching with STEM approach. *İlköğretim Online*, 19 (3), 1200-1213
- Mayerová, K., & Veselovská, M. (2014). The programming environment for the lego wedo robotic construction set. *Information and Communication Technology in Education*, 149-157.
- Mayerová, K., & Veselovská, M. (2017). How to teach with LEGO WeDo at primary school. *In Robotics in Education*, 55-62.
- Moorthy, R. S., & Pugazhenth, S. (2017). Teaching psychomotor skills to autistic children by employing a robotic training kit: a pilot study. *International Journal of Social Robotics*, 9(1), 97-108.
- Mayerová, K. (2012). Pilot activities: LEGO WeDo at primary school. *In Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics: Integrating Robotics in School Curriculum*, 32-39.
- McWhorter, W. I. (2008). *The effectiveness of using LEGO® Mindstorms® robotics activities to influence self-regulated learning in a university introductory computer programming course*. University of North Texas.
- Ng, W. (2012). Can we teach digital natives' digital literacy. *Computers & Education*, 59(3), 1065-1078.
- Numanoğlu, M. & Keser H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı- mbot örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497-515.
- Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü (2021). *Arduino ile robotik kodlama temel seviye*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. <https://ogretmen.meb.gov.tr/ogretmen-kitapligi/mesleki-gelisim-programi-kitaplar/arduino-ile-robotik-kodlama-temel-seviye.html>.
- Okkesim, B. (2014). *Fen ve teknoloji öğretiminde robotik uygulamaları*. (Tez No: 368164) [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi

- Okuyucu M. O. (2019). *Robotik kodlama eğitiminin lise öğrencilerinin üstbiliş ve yansıtıcı düşünme düzeyleri üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Tez No: 573636) [Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Önal. İ. & Erişen, Y. (2019). öğretmen yetiştirme programlarında eleştirel düşünme becerilerinin kazandırılması ihtiyacı. *Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 62-78
- Onursoy, S. (2018). Üniversite gençliğinin dijital okuryazarlık düzeyleri: Anadolu Üniversitesi öğrencileri üzerine bir araştırma. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 989- 1014.
- Ospennikova, E., Ershov, M. & Iljin, I. (2015). Educational robotics as an inovative educational technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214, 18-26.
- Özaslan, S. (2020). *Işığın kırılması ve mercekler ünitesine yönelik stem yaklaşımına göre geliştirilen etkinliğin öğrencilerin akademik başarısına ve tutumuna etkisi*. (Tez No: 621137) [Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Özçınar, H., & Öztürk, E. (2018). Hesaplamalı Düşünmenin Öğretimine İlişkin Özyeterlik Algısı Ölçeği: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 173-195.
- Özcan, H. & Düzgünoğlu, H. (2017). Fen Bilimleri Dersi 2017 Taslak Öğretim Programına İlişkin Öğretmen Görüşleri, *International Journal of Active Learning (IJAL)*, 2(2), 28-47 <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ijal/>
- Özdoğan, E. (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*. (Tez No: 342333) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Özel, M. (2018). *Robotik Biliminin Orta Okul 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersine Entegrasyonu*. (Tez No: 534927) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Özerbaş, M. A. & Kuralbayeva, A. (2018). Türkiye ve Kazakistan öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi. *MSKU Eğitim Fakültesi Dergisi*. 5(1), 16-25.
- Özen, E. (2019). Eğitimde dijital dönüşüm ve Eğitim Bilişim Ağı (EBA) (editöre mektup). *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 5-9.
- Özgün, B. B., & Özgün, V. (2019). Kuramdan uygulamaya STEM (+ A+ E) eğitimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(42), 429-438.
- Özsoylu, A.F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 25-30.
- Öztemel E., (2017). Endüstri 4.0 ve sosyal etkileri. *International Symposium on Indutry 4.0 and Applications*, 12-14
- Öztürk, Y. & Budak, Y. (2019). Öğretmen adaylarının kendilerine yönelik dijital okuryazarlık değerlendirmelerinin incelenmesi. *Kesit Akademi Dergisi*, 5(21), 156-172.
- Park, J. (2015). Effect of Robotics enhanced inquiry based learning in elementary Science education in South Korea. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 34(1), 71-95.
- Partnership for 21st Century Learning P21 (2019). *Framework for 21st century learning definitions*. http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf

- Plaza, P., Sancristobal, E., Carro, G., Blazquez, M., García-Loro, F., Martin, S., Perez-Molina, C. M & Castro, M. (2018, December). Arduino as an educational tool to introduce robotics. *IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 1-8
- Plaza, P., Carro, G., Blazquez, M., Sancristobal, E., Castro, M., García-Loro, F., & Muñoz, J. (2018, June). Crumble as an educational tool to introduce robotics. In *2018 XIII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEE)* (pp. 1-7). IEEE.
- Polat, C. & Odabaş, H. (2008). Bilgi toplumunda yaşam boyu öğrenmenin anahtarı: bilgi okuryazarlığı, küreselleşme, demokratikleşme ve Türkiye. *Uluslararası Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Antalya: Akdeniz Üniversitesi, 596-606.
- Prochner, L. (2011). "Their little wooden bricks": a history of the material culture of kindergarten in the United States. *Paedagogica Historica*, 47(3), 355-375.
- Robotistan (2018, Ağustos 15). *MBot nedir, nasıl kullanılır?* <https://robotistan.freshdesk.com/support/solutions/articles/12000021442-mbot-nedir-nasıl-kullanılır>
- Robotistan (n.d). Alınma tarihi: 15 mayıs 2020 <https://www.robotistan.com/ev3-lego-mindstorms-education-ana-set>
- Robotsepeti (n.d.). <https://www.robotsepeti.com/arama?q=robotis+dream+&category=&ps=2>, <https://www.robotsepeti.com/robotis-dream-ii-seviye-5-egitim-kiti>
- Robotsan (n.d.) *Tübitak 4006 robot proje paketi*. Robotik ve Mekatronik Teknolojileri Ltd. Şti. <http://www.robotsan.com.tr/tr-TR/urunler/>
- Robotsan (t.y.) Alınma tarihi: 15 mayıs 2020 <http://www.robotsan.com.tr/tr-TR/urunler/urun/1/o-bot>, http://www.robotsan.com.tr/Attachments/Downloads/rs_iDea_KontrolKarti_v2.1.pdf
- Sadik, O., Leftwich, A.O. & Nadiruzzaman, H. (2017). Computational thinking conceptions and misconceptions: progression of preservice teacher thinking during computer science lesson planning. In *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking*, 221–238.
- Saracel, N. & Aksoy, I. (2020). Toplum 5.0: süper akıllı toplum. *Social Sciences Research Journal*, 9 (2), 26-34.
- Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2020). Educational Robotics for STEM: A Review of Technologies and Some Educational Considerations. *Science and Mathematics Education for 21st Century Citizens: Challenges and Ways Forward; Nova Science Publishers: Hauppauge, NY, USA*, 167-190.
- Sarı, U., & Yazıcı, Y.Y. (2020). Pre-service teachers' views on STEM education and Arduino practices. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(2), 246-261 Doi: 10.33710/sduijes.701220
- Sayın, Z. & Seferoğlu, S. S. (2016). Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. *Akademik Bilişim Konferansı*, Aydın.
- Sefer, F. (2017). *Mikroişlemci arayüzlerle tasarlanan kimya deneylerinin öğretmen adaylarının teknoloji ve kimya öz yeterliklerine etkisi*. (Tez No: 486445) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Semiz, T.Y. (2018, Mart 6). *Robotik kodlama nedir? şimdi öğren*. Robotistan. <https://maker.robotistan.com/robotik/>
- Semiz, T. Y. (2018, Aralık 24). *Arduino nedir? neler yapılabilir – detaylı arduino kurulumu*. <https://maker.robotistan.com/arduino-yazilim-kurulum/>
- Shute, V. J., Sun, C., Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158

- Souza, M. A., & Duarte, J. R. (2015). Low-cost educational robotics applied to physics teaching in Brazil. *Physics Education*, 50(4), 482.
- Silik, Y. (2016). *Eğitsel robotik uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi*. (Tez No: 449493) [Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Sirer, E. (2020). Eğitimin Ekran Üzerinden Teknolojik Dönüşümünde Pandemi Dönemi'nin Etkisi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16 (29), 1987-2018. DOI: 10.26466/opus.777215
- Sinap, V. (2017). *Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenme için arduino etkinliklerini kullanma: bir eylem araştırması*. (Tez No: 481269) [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Sosyal Bilimler Dergisi*, 32, 43-57.
- Sobota, J., PiŚl, R., Balda, P., & Schlegel, M. (2013). Raspberry Pi and Arduino boards in control education. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(17), 7-12.
- Stripling, T. & Simmons, B. (2016). Get Students Revved Up! Robotics Brings Excitement to STEM. *Tech Directions*, 75(7), 13
- Susar-Kırmızı, F. (2014). 4. sınıf Türkçe ders kitabı metinlerinde yer alan değerler. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 12(27), 217-259.
- Sullivan, F. R. (2017). The Creative nature of robotics activity: Design and problem solving; In book Robotics in STEM Education. *Redesigning the Learning Experience*, 213-230
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394
- Sullivan, F. R., (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373- 394.
- Sulistiyowati, S., Abdurrahman, A., & Jalmo, T. (2018). The effect of STEM-based worksheet on students' science literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1), 89-96.
- Şahin, C. (2019). *Ülkelerin endüstri 4.0 düzeylerinin copras yöntemi ile analizi: G-20 ülkeleri ve Türkiye*. (Tez No: 552969) [Yüksel Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Şimşek, K. (2019). *Fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Tez No: 608796) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Tanık- Önal, N. & Ardic, M. (2020). Okul öncesi öğrencileri için makey makey ile bir fen etkinliği tasarımı. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9 (3), 2225-2236
- Talan, T. (2020). Eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 34(2), 503-522.
- Tatlısu, M. (2020). *Eğitsel robotik uygulamalarda probleme dayalı öğrenmenin ilkökul öğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisi*. (Tez No: 610702) [Yüksek lisans, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Temsah, L. & Safa, N. (2021). New Approaches to Simulation-Based Science Instruction to Enhance Reasoning and Communication Skills in Lebanese Elementary Education. *Middle Eastern Journal of Research in Education and Social Sciences*, 2(1), 56-79.

- Testoni, M. (2000). The importance of sample size and statistical power in experimental research. A comparative study. *Acta Bioeng Biomech*, 2(1), 3-16.
- Teknokta (n.d.). Alınma Tarihi: 20 Mayıs 2021 <https://www.teknokta.com/urun/lego-education-wedo-20-temel-set>
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 59, 110-116.
- Tocháček, D., Lapeš, J. & Fuglík, V. (2016). Developing technological knowledge and programming skills of secondary schools students through the educational robotics projects. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 217, 377-381.
- Tinkercad (t.y.). Alınma Tarihi:26.09.2021 <https://www.tinkercad.com/>
- Uluyol, Ç. & Eryılmaz, S. (2015). 21. yüzyıl becerileri ışığında FATİH projesi değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 209-229.
- Urbani, J. M., Roshandel, S., Michaels, R., & Truesdell, E. (2017). Developing and modeling 21st-century skills with preservice teachers. *Teacher Education Quarterly*, 44(4), 27-50.
- Uşengül, L. (2019). *Lego wedo 2.0 eğitiminin öğrenenlerin fen bilimlerine yönelik akademik başarı ve tutumları ile bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi*. (Tez No: 575739) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Usta, İ. (2019). Okul öncesi çocukluk dönemi ve eğitici ahşap oyuncaklar. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6 (4), 211-238
- 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 (Ed), Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya. (ss.295-314) içinde. Ankara: Pegem.
- Üstündağ, M. T., Güneş, E., Bahçivan, E. (2017). Dijital okuryazarlık ölçeğinin türkçeye uyarlanması ve fen bilgisi öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık durumları. *Journal of Education and Future*, 19-29
- Vega, J., & Cañas, J. M. (2018). PiBot: An open low-cost robotic platform with camera for STEM education. *Electronics*, 7(12), 430.
- Welch, A., & Huffman, D. (2011). The effect of robotics competitions on high school students' attitudes toward science. *School Science and Mathematics*, 111(8), 416-424.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communicational of the ACM*, 49(3), 33- 35.
- Williams, K., Igel, I., Poveda, R., Kapila, V. & Iskander, M. (2012). Enriching K-12 Science and Mathematics Education Using LEGOs. *Advances in Engineering Education*, 3(2).
- Yaman, C. (2019). *Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi (niğde ömer halisdemir üniversitesi örneği)*. (Tez No: 555291) [Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Yavuz, Ü. (2019). *İlkokul fen bilimleri dersinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (fetemm) etkinlikleri ile işlenmesi*. (Tez No: 538292) [Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Yenikalaycı, N. & Harman, G. (2020). Arduino ile kara şimşek uygulamasına yönelik fen bilgisi öğrencilerinin görüşleri. *Trakya Eğitim Dergisi*, 10(3), 704-725

- Yener, D., Yılmaz, M. & Gölcük, Z. (2020). Fen eğitiminde teknoloji destekli modellemeye yönelik ders planı örnekleri. *VI. Uluslararası TURKCESS Eğitim ve Sosyal Bilimler Kongresi 30 Ekim-1 Kasım 2020/İstanbul*.
- Yener, D., Aydın, F., & Köklü, N. (2012). Genel fizik laboratuvarındaki öğrencilerin fiziğe karşı öz-yeterliliklerine animasyon ve simulasyonun etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 121-136.
- Yılmaz, C. N. (2019). *Stem eğitiminin 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, stem ve fizik tutumları üzerine etkisi*. (Tez No: 566538) [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Yılmaz, Ü. R. & Ünal, C. (2020). Ortaokul düzeyinde Güneş, Dünya ve Ay modelinin geliştirilmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 806-819.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018) Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11. Baskı.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yolcu, V. & Demirel, V. (2017). A review on the studies about the use of robotic technologies in education. *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139.
- YÖK, (2018). *Öğretmen yetiştirme lisans programları*, Ankara Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü.
- Yu-mei, D., Qing-qing, P., Jian-tong, W., Huan, D., & Jia, M. (2017). The Practical Research on Robot Curriculum of Maker Education in Primary School. *Science Journal of Business and Management*, 5(3), 105-109.
- Yüksel, B. (2019). *Arduino ile programlamanın 6. sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik tutum, başarı ve öz yeterliliklerine etkisi*. (Tez No: 611764) [Yüksek lisans tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Yüksel, T., Delen, İ. & İlhan Şen, A. (2020). In-Service and Pre-Service Teachers' Views about STEM Integration and Robotics Applications. *Eurasian Journal of Educational Research*, 90 (2020) 243-268.
- Zhang, Y., Luo, R., Zhu, Y., & Yin, Y. (2021). Educational Robots Improve K-12 Students' Computational Thinking and STEM Attitudes: Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research*, 0735633121994070.
- Zhong, B. & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 79-101.
- Zimmerman, B. (2017). Programming education for students of any age: LEGO® education-mindstorms® EV3 robotics. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 33(1), 42-43.