Atıf/ Citation: Fatsa, Ö. F. & Turan, Z. (2022). Eğitsel robotik setlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Instructional Technology and Lifelong Learning, 3*(2), 144-175. DOI: 10.52911/itall.1201609

Instructional Technology and Lifelong Learning Vol. 3, Issue 2, 144-175 (2022)

https://dergipark.org.tr/tr/pub/itall

ITALL

Research Article

ISSN: 2717-8307

A Comparative Analysis of Educational Robotics Kits

Ömer Faruk FATSA[1], Zeynep TURAN*[2]

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 09/11/2022
Accepted: 07/12/2022
Online: 09/12/2022
Published: 30/12/2022

Keywords:
Educational Robotics
Robotic Coding
Coding Tools

ABSTRACT

This study aims to comparatively examine the general features of 19 different robotic coding platforms, which are widely used among the basic materials of robotic coding education. Identifying and comparatively analysing the general trends of educational robotic sets; will eliminate the confusion of educators, researchers and decision-makers who are faced with the educational robotics set, which has many examples in the market, and will guide them to predict the future of these tools by revealing the status of educational robotics. As a result of the searches made in Web of Science, YÖK Thesis and Google Academic databases to determine the educational robotics sets to be examined, 147 studies were obtained. As a result of the examination of these studies, it was detected that 19 educational robotic sets were used in general. As a result of the study, it was determined that educational robotics sets were mainly produced for the secondary school level. Furthermore, it has been seen that the most preferred design model is the improvable design model that allows students to make their designs. In addition, it has been seen that the most preferred coding method is the block-based coding method, and the preferred text-based programming languages are popular programming languages such as C/C++, Java and Python. On the other hand, when the educational robotics sets are evaluated in terms of the conditions of our country, it has been determined that they are high cost, and the range of usable products is limited.

* *Corresponding Author, zeynepatauniv@hotmail.com*
[1]*Ministry of Education: Afyonkarahisar, Türkiye*
[2]*Atatürk University, Türkiye*

Eğitsel Robotik Setlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

MAKALE BİLGİ

Makale Geçmişi:
Geliş: 09/11/2022
Kabul: 07/12/2022
Çevrimiçi: 09/12/2022
Yayın: 30/12/2022

Anahtar Kelimeler:
Eğitsel Robotik
Robotik Kodlama
Kodlama Araçları

ÖZET

Bu çalışmanın amacı robotik kodlama eğitiminin temel materyallerinden olan robotik kodlama platformlarından yaygın olarak kullanılan 19 farklı robotik kodlama platformunun genel özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Eğitsel robotik setlerin kullanımındaki genel eğilimleri belirlemek ve karşılaştırmalı olarak incelemek; piyasada birçok örneği bulunan eğitsel robotik setiyle karşı karşıya kalan eğitimcilerin, araştırmacıların ve karar vericilerin kafa karışıklığını giderecek ve eğitsel robotiklerin bugününü ortaya koyarak bu araçların geleceğini ön görmelerine rehberlik edecektir. İncelenecek eğitsel robotik setlerini belirlemek için Web of Science, YÖK Tez ve Google Akademik veri tabanlarında yapılan taramalar sonucunda 147 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmaların incelenmesi sonucunda, genel olarak 19 adet eğitsel robotik setin kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu eğitsel robotikler amaca uygun olacak şekilde incelenmiş ve ilgili robotik setlerin genel eğilimleri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda eğitsel robotik setlerinin en çok ortaokul seviyesi için üretilmiş olduğu tespit edilmiştir. En çok tercih edilen tasarım modelinin ise öğrencilerin kendi tasarımlarını yapmaya olanak sağlayan geliştirilebilir tasarım modeli olduğu görülmüştür. Ayrıca, en çok tercih edilen kodlama yönteminin blok tabanlı kodlama yöntemi olduğu ve tercih edilen metin tabanlı programlama dillerinin ise; C/C++, Java ve Python gibi popüler programlama dilleri olduğu görülmüştür. Öte yandan, eğitsel robotik setlerinin, ülkemiz şartları açısından değerlendirildiğinde, yüksek maliyetli olduğu ve kullanılabilir ürün çeşitliliğinin sınırlı olduğu belirlenmiştir.

1. Extended Summary

This study aims to comparatively examine the general features of 19 different robotic coding platforms, which are widely used among the basic materials of robotic coding education. Researchers who will work on robotic coding, educators who will work with educational robotic sets, and decision-makers responsible for supplying educational robotics are faced with a wide range of products. Revealing the general slopes of educational robotic sets will prevent and guide researchers, educators, and decision-makers from confusion. On the other hand, there need to be more studies that reveal educational robotics's characteristics and general tendencies. This study does not aim to fill the relevant gap in the literature by examining educational robotics comparatively. Answering 13 research questions about educational robotics were sought in this context. To determine the educational robotics sets to be examined, keywords such as "robot kit", "lego robot", "educational robot", "robotics in coding", "lego coding", "robotic coding", "robotic tools" were used in Web of Science, Google Scholar, and YÖK thesis center. As a result of the searches made in the thesis and Google Academic databases, 147 studies were reached. It was seen that 28 educational robots were used in 115 studies whose full text was reached. 8 vehicles that did not have the features that should be found in educational robots and one robot with humanoid robot characteristics were excluded from the review process. It was determined that 19 educational robotics sets were used as a research tool. The purpose examined these educational robotics, and the general tendencies of the related robotic sets were presented comparatively. In this study, since it is aimed to determine the general trends of robotic sets, two main categories were defined ready-made commercial, educational robotics, and do-it-yourself robotic sets. It has been seen that the majority of the 19 educational robotics reached within the scope of the study have the characteristics of ready-made commercial robots. It has been determined that educational robotics sets are mainly produced for the secondary school level. It has been seen that the developable design feature, in which the students have a say in the design, is preferred more than the ready (non-changeable) design. Block-based coding is the most preferred coding type in educational robots. The preferred programming languages in educational robots are popular programming languages such as C +, Python, and Java. After coding the students, it was seen that the most preferred method for loading their robots was the wired connection. Cost is one of the critical issues for educational robotics. In this direction, it has been seen that the most preferred price range among the educational robotics examined is 5.000-10.000 TL. Other elements that provide students with ease of use are Turkish language support, mobile support, an auxiliary guide, a screen, and multiple code downloads. It has been seen that the most preferred element providing ease of use is the additional guide. The least preferred element was seen as

multiple code loading and screen features. It has been seen that the most preferred sensors in robotic sets are light/line and distance/sonar sensors. The most preferred input unit is the button/button, and the most preferred output is the loudspeaker.

2. Giriş

Bugünün önemli bilim alanlarından biri olan robotik bilimi gelecekte bugünden çok daha önemli bir bilim alanı olacaktır (NATO,2020; Johnson vd., 2016). Gelecekte, bu bilim alanında ileri olan ülkeler diğer ülkelere göre sanayi, tarım, mühendislik, sağlık, milli güvenlik, iletişim, ulaşım ve lojistik gibi alanlarda çok daha üstün konumda olacaklardır (Duckett vd., 2018; Fırat ve Fırat, 2017; Gartner, 2019; Scharre, 2018). Geleceğin meslekleri de geleceğin dünyası gibi yeniden şekillenecektir. Ayrıca, insan ve makine arasındaki iş bölümü 2018 yılında %71 oranında insan lehine iken, 2025 yılında bu oranın %52 oranında makineler lehine geçeceği ön görülmektedir (World Economic Forum, 2018). Bu doğrultuda nesilleri geleceğe hazırlamak için İngiltere, Finlandiya gibi birçok ülkede, küçük yaşlardan itibaren robotik kodlama eğitimi verilmektedir (Ball vd., 2016; Codingbk, 2022).

Robotik kodlama üzerine verilen eğitimlerde öğrenciler robotik bilimi ile tanışırlar ve bu alan için gerekli olan becerileri edinebilirler. Sadece bu alandaki gerekli becerileri kazanmak bile robotik kodlama eğitimini son derece değerli kılmaktadır. Bu becerilere ek olarak robotik kodlama eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, algoritmik düşünme, problem çözme, akademik başarı, psikomotor beceriler, eleştirel düşünme becerileri ve motivasyon gibi değişkenler üzerinde olumlu etkileri olduğu da yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konulmuştur (Çelik, 2019; Küçük ve Şişman, 2017; Talan, 2020, Yolcu ve Demirer, 2017; Yolcu, 2018). Robotik kodlama eğitim sürecinde kullanılan temel eğitsel materyaller eğitsel robotik setleridir. Bu robotik setler alanyazında Fen, Matematik, Bilgisayar Bilimleri, Müzik gibi çok farklı alanlarda eğitim sürecini zenginleştirmek için kullanılmaktadır (Karademir vd., 2018, Koç, 2019; Tekin ve Keser, 2020).

Apple CEO'su Tim Cook'a göre geleceğin dili kodlamadır (Adamczyk, 2019). Günümüzde kodlama eğitimi çoğunlukla bilgisayarlar üzerinden gerçekleştirilir. Öğrenciler, Python, C+, JavaScript gibi programlama dillerini kullanarak bilgisayara çeşitli talimatlar verirler (Weinstein ve Gascon, 2022). Öğrenciler, verdikleri talimatların çıktılarını yalnızca bilgisayar ekranından görüntülerler. Eğitsel robotiklerle yapılan kodlama eğitimi ise standart kodlama eğitiminden farklı olarak öğrencilere gerçek dünyada çalışan sistemleri kodlama imkânı verir. Eğitsel robotiklerin sahip olduğu sensörler ve motorlar sayesinde öğrenciler dokunabildikleri ve fiziksel etkileşime girebildikleri nesneleri kodlama fırsatına erişebilirler. Eğitsel robotikler, öğrencilerin ilgisini çekerek süreci daha eğlenceli hale getiren, soyut kavramlarım somutlaştırılmasını sağlayan, okul öncesi dönemden lisans seviyesine kadar bütün öğretim kademelerine hitap eden ve böylelikle kodlama öğretimini de kolaylaştıran önemli eğitsel materyallerdir (Akman-Selçuk, 2019; Ersoy vd., 2011; Kılınç, 2014; Kıran, 2018; Ramazanoğlu, 2021; Sinap ve Demirer, 2022; Sullivan ve Bers, 2019; Wang vd., 2011).

Robotik kodlama eğitiminin en temel materyali olan eğitsel robotik platformlarının genel özelliklerinin karşılaştırılmalı olarak incelenmesinin hem araştırmacılar için hem de bu setleri kullanacak öğretmenler ve eğitim kurumları için faydalı olacağı söylenebilir. Genel eğilimlerin karşılaştırmalı olarak ortaya konulması önemlidir. Çünkü ticari firmalar tarafından üretilen birçok eğitsel robotik set bulunmaktadır. Robotik kodlama üzerine çalışma yapacak araştırmacılar, eğitsel robotik setlerle çalışmalar yapacak eğitimciler ve eğitsel robotiklerin temininden sorumlu karar vericiler çok geniş bir ürün yelpazesi ile karşı karşıyadır. Eğitsel robotik setlerin kullanımındaki genel eğimleri ortaya koymak araştırmacılar, eğitimciler ve karar vericilerin yaşayacağı kafa karışıklığının önüne geçecek ve onlara rehberlik edecektir. Buna karşın eğitsel robotiklerin niteliklerini ve genel eğilimlerini ortaya koyan çalışmalarda ciddi anlamda bir eksiklik görülmüştür. Bu doğrultuda, Evripidou vd., (2020) yapmış olduğu çalışmada 24 adet eğitsel robotik sete ulaşmıştır. Çalışmada eğitsel robotikler kullanıldığı eğitim platformlarına göre kategorize edilmiş ve eğitsel robotikler kısaca tanıtılmış, kodlama ortamları ve sahip oldukları sensörler ortaya konulmuştur. İncelenen özellikler bu başlıklarla sınırlı kalmış ve eğitsel robotikler karşılaştırılmalı bir şekilde incelenmemiştir. Talan (2020) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, eğitsel robotik uygulamalar üzerine doküman analizi yapılmış ve bu kapsamda incelenen 142 adet çalışmada 22 adet eğitsel robotik setin kullanıldığı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, incelenen 22 adet eğitsel robotik setin yalnızca isimleri paylaşılmış fakat eğitsel robotiklerin nitelikleri ve genel eğilimleri belirtilmemiştir. Yolcu ve Demirer (2017)'in 45 çalışmayı inceledikleri çalışmada ise 18 adet eğitsel robotik sete ulaşılmış fakat ilgili eğitsel robotiklerin yalnızca hangi eğitsel robotik setler oldukları belirtilmiştir. Eğitsel robotiklere dair herhangi bir özellik incelemesi yapılmamıştır. Larsen ve Nielsen (2019) ise, belirledikleri 29 adet eğitsel robotik setin belirli değişkenler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Zia ve Zhong (2018)'un yaptıkları çalışmada ise, 22 makalede 9 adet eğitsel robotik sete ulaşılmış fakat eğitsel robotiklerin nitelikleri belirtilmemiş ve sadece eğitsel robotiklerin yalnızca isimleri paylaşılmıştır. Souza vd., (2018)'in yaptıkları çalışmada ise lego setlerinin kullanıldığı makaleleri incelenmiştir. Son olarak, Takacs vd., (2016) tarafından 11 adet eğitsel robotik setin incelendiği çalışmada herhangi bir sistematik inceleme yöntemine bağlı kalınmadan ilgili eğitsel robotik setler kısaca tanıtılmıştır. Örneklem seçim yönteminde bir kritere bağlı kalınmadığı için bu çalışmada bahsedilen eğitsel robotik setler ile daha önceki çalışmalarda bahsi geçen eğitsel robotik setler arasında bir paralellik bulunmamaktadır. Bu bağlamda eğitsel robotik setlerin genel eğilimlerini karşılaştırılmalı gösteren bir çalışmaya ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın amacı bu eğilimleri ortaya koyarak araştırmacılara, eğitimcilere ve karar vericilere rehberlik edecek sonuçlar ortaya çıkarmaktır. Araştırmanın amacı doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır.

Eğitim ortamlarında kullanılan;

1. Eğitsel robotik setler hangileridir?
2. Eğitsel robotiklerin eğitim seviyesine göre kullanım durumları nasıldır?
3. Eğitsel robotiklerin tasarım özellikleri nasıldır?
4. Eğitsel robotiklerde kullanılan
    a. Kodlama türleri
    b. Programlama dilleri nelerdir?
5. Eğitsel robotiklerin ücretleri nasıldır?
6. Eğitsel robotiklerin bağlantı seçenekleri nelerdir?
7. Eğitsel robotiklerde kullanım kolaylığı sağlayan unsurlar nelerdir?
8. Eğitsel robotiklerde kullanılan sensörler nelerdir?
9. Eğitsel robotiklerde kullanılan
    a. Giriş ve çıkış birimleri nelerdir?
10. Eğitsel robotiklerin
    a. Sensör ve motor port sayısına göre dağılımı nasıldır?

3. Yöntem

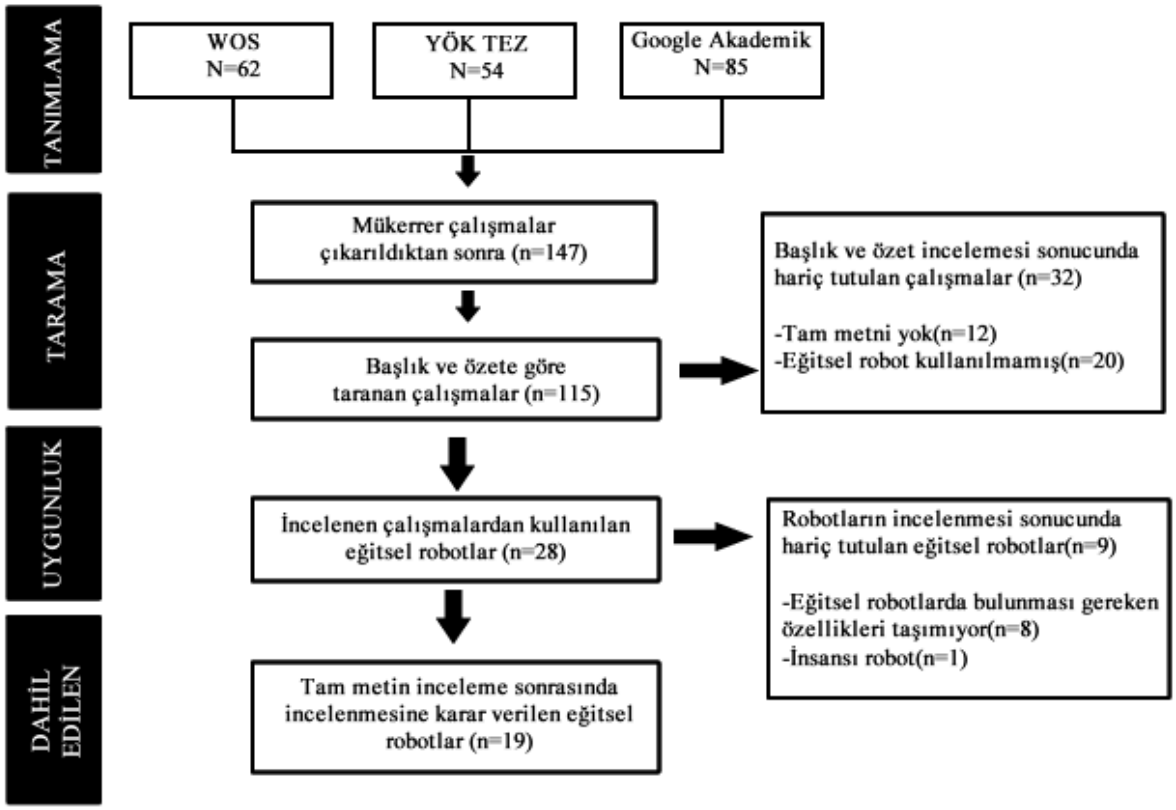
Mevcut çalışmada alanyazında kullanılan eğitsel robotların karşılaştırılmalı olarak incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu inceleme için PRISMA protokolü kullanılmıştır (Moher vd., 2009). İlgili protokolün akış diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir. İlgili protokol temel alınarak, Web of Science, Google Akademik ve YÖK Tez veri tabanında robotik kodlama ile ilgili yapılmış bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Bunun için çeşitli anahtar kelimeler belirlenmiştir. Bu anahtar kelimeler şunlardır: "robot kit", "lego robot", "educational robot", "robotics in coding", "lego coding", "robotic coding", "robotic tools". Yapılan tarama işlemleri, 20 Nisan 2022 tarihinde tamamlanmıştır. Veri toplama sürecinde ilgili anahtar kelimeler kullanılarak, başlık ve özet okunarak toplam 147 çalışmaya ulaşılmıştır. Tam metni olmayan (n=20) ve eğitsel robot kullanılmayan (n=12) 32 çalışma yayınlar arasından çıkarılmıştır. Toplamda 115 çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmanın güvenirliğini sağlamak amacıyla 2 araştırmacı tarafından bu çalışmaların tam metinleri okunmuştur. Tam metnine ulaşılan 115 çalışmada 28 adet eğitsel robot kullanıldığı görülmüştür. Eğitsel robotlarda bulunması gereken özellikleri taşımayan 8 araç ve insansı robot özelliği taşıyan 1 robot inceleme sürecinden çıkarılmıştır. Geriye kalan 19 adet araç için bir inceleme formu oluşturulmuştur. İnceleme formundaki başlıklar araştırmanın amacına uygun olacak şekilde araştırmacılar, eğitimciler ve karar vericilere rehberlik edecek önemli özellikleri tespit etmeye yönelik olarak oluşturulmuştur. Bu amaçla eğitsel robotikler 10 farklı başlık altında incelenmiştir. Bu başlıklar belirlenirken alanyazında eğitsel robotikleri kategorize eden çalışmalardan faydalanılmıştır (Evripidou vd., 2020; López-

Rodríguez vd., 2016; Scaradozzi vd., 2019). Fakat ilgili çalışmalarla sınırlı kalınmamış araştırmanın amacına göre bu başlıklar yeniden şekillendirilmiştir.

İlgili robotik setlere yüksek maliyet nedeniyle doğrudan ulaşılamayacağı için eğitsel robotik setlerin web siteleri, YouTube kanalları ve tanıtım dokümanlarından yararlanılarak veriler toplanmıştır. Toplanan veriler her araç için ayrı ayrı Microsoft Word belgesi olarak hazırlanmış forma girilmiştir. Araştırmanın güvenirliği sağlamak için inceleme formu her iki yazar tarafından ayrı ayrı doldurulmuştur. Microsoft Word belgesindeki veriler sonrasında Microsoft Excel belgesine geçirilmiş. Veri analizi Microsoft Excel belgesi üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Şekil 1.

Prisma Modeli (Moher vd., 2009)



4. Bulgular

4.1. Kullanılan Robotik Setler ve Robot Türlerine İlişkin Bulgular

İncelenen eğitsel robotlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Eğitsel robotlar alfabetik sıra ile verilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi kullanılan eğitsel robotların büyük çoğunluğunun hazır robotlardan (n=16) oluştuğu görülmektedir. Hazır robotlar: öğrencilerin tak-çalıştır yöntemi ile sensörleri ve motorları kullanabildikleri

robotlardır. Hazır robotların bazıları değiştirilemez temel tasarıma sahiptir. Bazıları ise lego benzeri parçalarla öğrencilerin tasarımda özelleştirme yapmasına olanak sağlar. Şekil 2'ye bakıldığında yaygın olarak kullanılan hazır robot setlerinden Lego Mindstorm EV3 seti görülmektedir. Şekle bakıldığında öğrencilerin ihtiyaç duyduğu parçaların set içerisinde hazır bulunduğu görülmektedir.

Şekil 2.

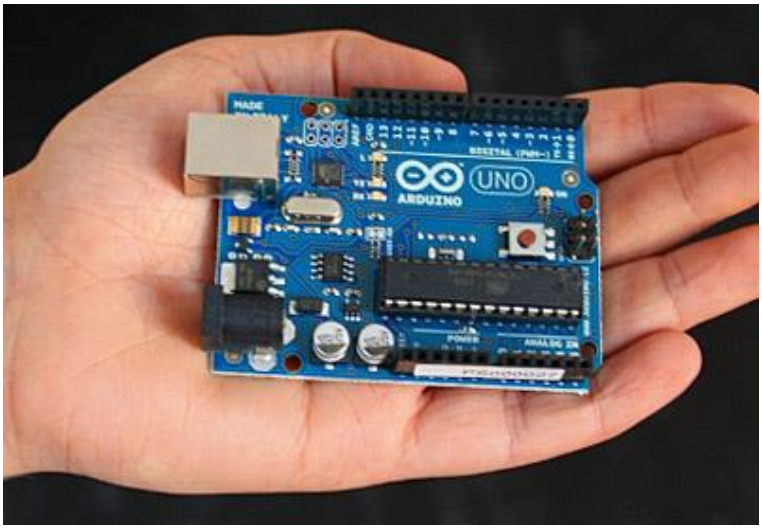
Lego Mindstorm EV3



Kendin yap robotları (n=3) hazır robotlara göre çok daha az sayıda tercih edilmektedir. Kendin yap robotlarının kullanımı için ise öğrencilerin temel elektronik bilgisi, lehim yapma gibi becerilere ihtiyaçları vardır. Öğrenciler mukavva, karton, plastik, 3B yazıcı çıktısı gibi malzemelerle tasarımlarını yapabilirler. Şekil 3'te yaygın olarak kullanılan kendin yap robotlarından biri olan bir Arduino modeli görülmektedir. Kendin yap robotları şekildeki gibi avuç içine sığacak ölçülerdedir. Kart halinde satılır. Tek başlarına kullanılmaz, ihtiyaç duyulan donanım ve tasarım unsurları kullanıcılar tarafından temin edilir.

Şekil 3.

Arduino Uno Kartı



Hazır robotlar ile kendin yap robot kartlarının arasındaki en büyük fark, hazır robotların tasarım sürecinde kullanabilecekleri sensör ve lego benzeri parçaların set içinde hazır olmasıdır. Kendin yap robot kartlarında ise öğrenciler, tasarım sürecinde kullanacakları malzemeleri kendileri temin etmek zorundadırlar. Buradan da anlaşılacağı üzere hazır robotlar eğitim sürecinde öğretmen ve öğrencilere kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bu nedenle Tablo 1'de görüldüğü gibi hazır robotların (n=16) daha çok tercih edildiği söylenebilir.

Tablo 1.

İncelenen Eğitsel Robotlar

	Eğitsel Robotik Adı	Web Adresi	Geliştirildiği yıl	Geliştiren Kuruluş/Kişi ve Ülke	Robot Türü
1	Abilix Krypton 7	www.en.abilix.com/	-	Çin	Hazır Ticari Robotlar
2	Arduino	www.arduino.cc/	2007	İtalya	Kendin Yap Robot
3	Bee-Bot	beebot.terrapinlogo.com/	-	İngiltere	Hazır Ticari Robotlar
4	Dash Dot	www.makewonder.com/	2014	Wonder Workshop Amerika	Hazır Ticari Robotlar
5	Edison Robot Kiti	meetedison.com/	-	-	Hazır Ticari Robotlar
6	Kibo Robotik	kinderlabrobotics.com	2011	Amerika	Hazır Ticari Robotlar
7	Kiwi Robotik	-	2007	Amerika	Hazır Ticari Robotlar
8	Lego Mindstorm Ev3	www.lego.com/	2013	Lego Education/Amerika	Hazır Ticari Robotlar
9	Lego Mindstorm Nxt 2.0	www.lego.com/	2006	Lego Education/Amerika	Hazır Ticari Robotlar
10	Lego More To Math	www.lego.com/	2015	Lego Education/Amerika	Hazır Ticari Robotlar
11	Lego Wedo 2.0	www.lego.com/	2016	Lego Education/Amerika	Hazır Ticari Robotlar
12	Makeblock Ultimate 1.0	www.makeblock.com/	2012	Çin	Hazır Ticari Robotlar
13	Makey Makey	makeymakey.com/	2011	Amerika	Kendin Yap Robot
14	Mbot v1.1	www.makeblock.com/	2015	Çin	Hazır Ticari Robotlar
15	Micro: Bit	microbit.org/	2015	BBC/İNGİLTERE	Kendin Yap Robot
16	Roborobo	eng.roborobo.co.kr/	2015	Güney Kore	Hazır Ticari Robotlar
17	Robotis Dream II	https://www.robotis.us/	2014	Kore	Hazır Ticari Robotlar
18	Robotsan O-Bot	www.robotsan.com.tr/	2015	Türkiye	Hazır Ticari Robotlar
19	Vex Robotics IQ	www.vexrobotics.com/iq	2012	Amerika	Hazır Ticari Robotlar

4.2. Eğitim Seviyesine İlişkin Bulgular

Eğitsel robotların kullanılabileceği eğitim seviyesine ilişkin bulgular Tablo 2'de gösterilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde en çok ilkokul (n=16) seviyesi için eğitsel robotiklerin bulunduğu görülmektedir. Diğer eğitim seviyelerine ilişkin bulgular ise; ortaokul (n=14), lise (n=8) ve okul öncesi (n=8) şeklindedir.

Tablo 2.

Eğitsel Robotların Eğitim Seviyesine Göre Dağılımı

Eğitsel Robotikler	**Eğitim Seviyeleri**			
	Okul Öncesi	**İlkokul**	**Ortaokul**	**Lise**
	f=8	***f=16***	***f=14***	***f=8***
Abilix Krypton 7		✓	✓	✓
Arduino			✓	✓
Bee-Bot	✓			
Dash Dot	✓	✓		
Edison Robot Kiti	✓	✓	✓	✓
Kibo Robotik	✓	✓		
Kiwi Robotik	✓	✓		
Lego Mindstorm Ev3		✓	✓	✓
Lego Mindstorm Nxt 2.0		✓	✓	
Lego More To Math	✓			
Lego Wedo 2.0	✓	✓	✓	
Makeblock Ultimate 1.0		✓	✓	✓
Makey Makey	✓	✓	✓	
Mbot v1.1		✓	✓	✓
Micro: Bit		✓	✓	✓
Roborobo		✓	✓	
Robotis Dream II		✓	✓	
Robotsan O-Bot		✓	✓	
Vex Robotics IQ		✓	✓	✓

4.3. Tasarım Özelliğine İlişkin Bulgular

Tasarım özellikleri üç başlık altında incelenmiştir. Hazır tasarıma sahip robotlar öğrenciler tarafından değiştirilemez tasarım özelliğine sahiptir. Şekil 4'te hazır tasarıma sahip bir robot olan Bee-Bot robot kitine ait görsel görülmekledir.

Şekil 4.

Hazır Tasarım Özelliğine Ait Bir Robot (Bee-Bot)



Geliştirilebilir tasarıma sahip robotlar lego gibi malzemelerle öğrencilere tasarımda özelleştirme yapma olanağı sağlar. Şekil 5'te geliştirilebilir tasarıma sahip bir robot olan Lego Mindstorm robot kitine ait bir görsel görülmekledir.

Şekil 5.

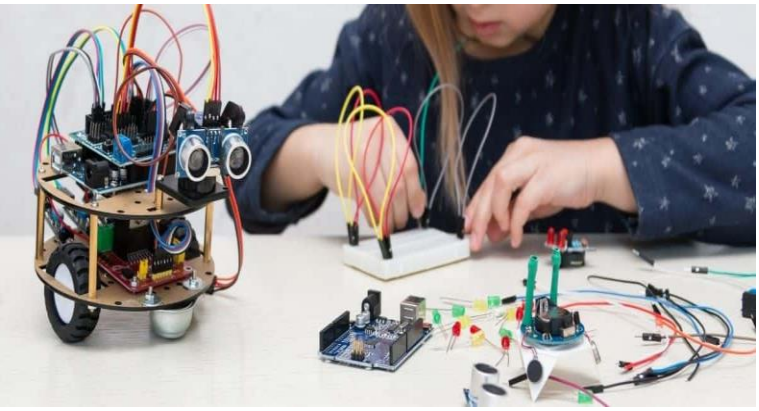
Geliştirilebilir Tasarım Özelliğine Sahip Bir Robot(Lego Mindstorm Ev3)



Öğrenciler mukavva, plastik, karton gibi malzemeler kullanarak kendin yap tasarım özelliğine sahip eğitsel robotların tasarımında söz sahibi olabilir. Fakat bu oldukça zaman alıcı olabilmektedir. Şekil 6'da kendin yap tasarım özelliğine sahip bir robotik araç olan Arduino ile yapılmış bir robot görülmektedir.

Şekil 6.

Kendin Yap Tasarım Özelliğine Sahip Bir Robot (Arduino)



Eğitsel robotların tasarım özelliğine ait dağılımı Tablo 3'te gösterilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde en çok geliştirilebilir tasarım(n=10) özelliğine sahip eğitsel robotik setlerin olduğu tespit edilmiştir. Diğer tasarım özelliklerinin ise; hazır tasarım (n=6) ve kendin yap tasarım (n=3) şeklinde olduğu görülmüştür.

Tablo 3.

Eğitsel Robotların Tasarım Özelliklerinin Dağılımı

Eğitsel Robotikler	**Tasarım özelliği**		
	Kendin Yap Tasarımı	**Hazır Tasarım**	**Geliştirilebilir Tasarım**
	f=3	***f=6***	***f=10***
Abilix Krypton 7			✓
Arduino	✓		
Bee-Bot		✓	
Dash Dot		✓	
Edison Robot Kiti			✓
Kibo Robotik		✓	
Kiwi Robotik		✓	
Lego Mindstorm Ev3			✓
Lego Mindstorm Nxt 2.0			✓
Lego More To Math			✓
Lego Wedo 2.0			✓
Makeblock Ultimate 1.0			✓
Makey Makey	✓		
Mbot v1.1		✓	
Micro: Bit	✓		
Roborobo			✓
Robotis Dream II			✓
Robotsan O-Bot		✓	
Vex Robotics IQ			✓

4.4. Kodlama Türüne ve Programlama Diline İlişkin Bulgular

Kodlama Türüne İlişkin Bulgular

Eğitsel robotların desteklediği kodlama türüne ilişkin bulgular Tablo 4'te gösterilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde en çok tercih edilen kodlama türünün blok tabanlı kodlama (n=13) olduğu görülmektedir. Robotlarda kullanılan diğer kodlama türlerinin ise; metin tabanlı (n=9), bilgisayarsız kodlama (n=6) ve akış şeması (n=2) şeklinde olduğu görülmektedir.

Tablo 4.

Eğitsel Robotların Kodlama Türü Özelliklerinin Dağılımı

Eğitsel Robotikler	**Kodlama Türü**			
	Blok Tabanlı	**Metin Tabanlı**	**Bilgisayarsız Kodlama**	**Akış Şeması**
	f=13	***f=9***	***f=6***	***f=2***
Abilix Krypton 7	✓	✓		✓
Arduino	✓	✓		
Bee-Bot			✓	
Dash Dot	✓		✓	
Edison Robot Kiti	✓	✓		
Kibo Robotik			✓	
Kiwi Robotik			✓	
Lego Mindstorm Ev3	✓	✓		
Lego Mindstorm Nxt 2.0	✓			
Lego More To Math			✓	
Lego Wedo 2.0	✓			
Makeblock Ultimate 1.0	✓	✓		
Makey Makey			✓	
Mbot v1.1	✓	✓		
Micro: Bit	✓	✓		
Roborobo	✓			
Robotis Dream II	✓	✓		
Robotsan O-Bot				✓
Vex Robotics IQ	✓	✓		

Kullanılan Programlama Dillerine İlişkin Bulgular

İncelenen eğitsel robotların bazıları metin tabanlı (n=9) olarak kodlanabilir. Geri kalan eğitsel robotlar (n=10) herhangi bir programlama dili ile programlanamamaktadır. Herhangi bir programlama dili ile kodlanabilen(n=9) eğitsel robotlara ilişkin dağılım Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde en çok tercih edilen programlama dillerinin C/C++ (n=5) olduğu görülmektedir. Robotlarda kullanılan diğer programlama dilleri ise Python (n=4) ve Java (n=1) programlama dillerinden oluşmaktadır.

Tablo 5.

Kullanılan Programlama Dillerinin Dağılımı

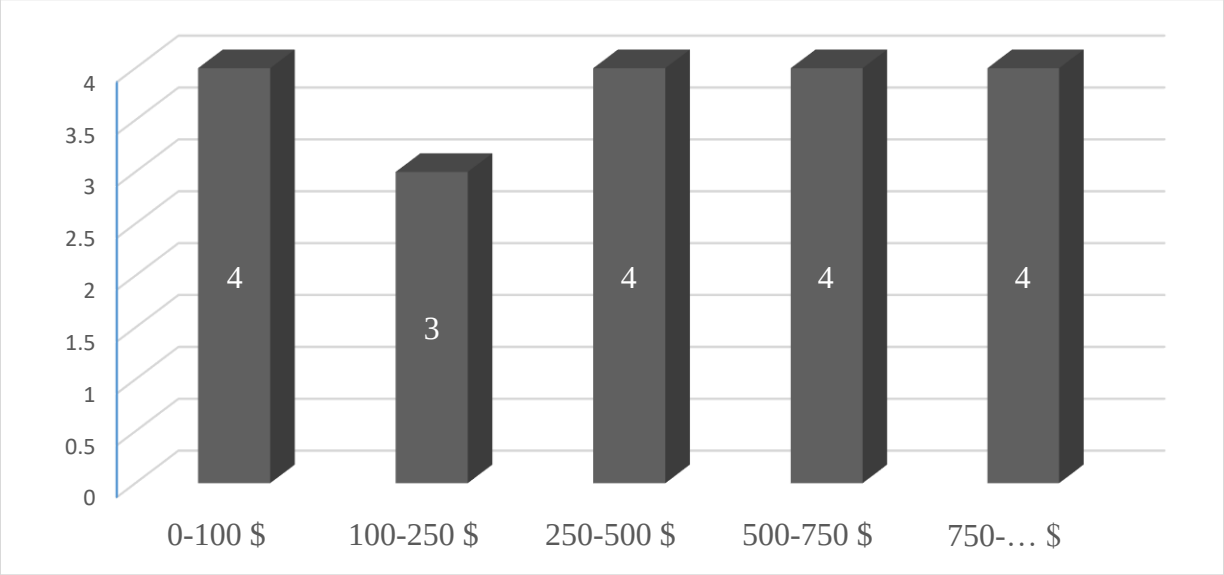
Eğitsel Robotikler	**Kullanılan Programlama Dili**		
	C/C++	**Python**	**Java**
	f=5	***f=4***	***f=1***
Abilix Krypton 7	✓		
Arduino	✓		
Bee-Bot			
Dash Dot			
Edison Robot Kiti		✓	
Kibo Robotik			
Kiwi Robotik			
Lego Mindstorm Ev3		✓	
Lego Mindstorm Nxt 2.0			
Lego More To Math			
Lego Wedo 2.0			
Makeblock Ultimate 1.0	✓		
Makey Makey			
Mbot v1.1	✓		
Micro: Bit		✓	✓
Roborobo			
Robotis Dream II			
Robotsan O-Bot			
Vex Robotics IQ	✓	✓	

4.5. Eğitsel Robotların Ücret Durumlarına İlişkin Bulgular

Eğitsel robotların ücret durumlarını daha anlaşılır bir şekilde ortaya koymak için 5 (beş) seviye belirlenmiştir. İlk seviye; 0-100 $ olarak, ikinci seviye; 100-250 $, üçüncü seviye; 250-500 $, dördüncü seviye; 500-750 $ ve beşinci seviye 750-… $ olarak belirlenmiş ve para birimi olarak ABD Doları seçilmiştir. Robotların internet satış fiyatlarının ortalaması alınarak fiyat aralığına eklenmiştir. Ücret durumlarına ilişkin dağılım Şekil 7'de gösterilmiştir. Şekil 7 incelendiğinde 0-100 (n=4), 100-250 (n=4), 500-750 (n=4), 750-…(n=4) ve 100-250(n=3) olduğu görülmektedir. Fiyat araştırması 25 Kasım 2022 yılında tamamlanmıştır.

Şekil 7.

Eğitsel Robotların Ücret Durumlarının Dağılımı



4.6. Bağlantı Yöntemine İlişkin Bulgular

Eğitsel robotların bağlantı seçeneklerine ilişkin bulgular Tablo 6'da gösterilmiştir. Öğrencilerin kodlamalarını yaptıktan sonra robotlarına kod yükleme aşamasında bağlantı yöntemi seçeneklerinden sıklıkla yararlanılır. Tablo 6 incelendiğinde en çok tercih edilen bağlantı yöntemi seçeneğinin Kablolu (n=13) olduğu görülmektedir. Robotlarda kullanılan diğer bağlantı yöntemi seçenekleri ise; Bluetooth (n=8), Barkod (n=3), Wifi (n=2) ve Buton (n=1) şeklindedir.

Tablo 6.

Bağlantı Yöntemi Seçeneğine İlişkin Bulgular

Eğitsel Robotikler	**Bağlantı Yöntemi**				
	Kablolu	**Bluetooth**	**Barkod**	**Wifi**	**Buton**
	f=12	***f=10***	***f=3***	***f=2***	***f=2***
Abilix Krypton 7	✓			✓	
Arduino	✓				
Bee-Bot		✓			✓
Dash Dot		✓			✓
Edison Robot Kiti	✓		✓		
Kibo Robotik			✓		
Kiwi Robotik			✓		
Lego Mindstorm Ev3	✓	✓		✓	
Lego Mindstorm Nxt 2.0	✓	✓			
Lego More To Math					
Lego Wedo 2.0		✓			
Makeblock Ultimate 1.0	✓	✓			
Makey Makey					
Mbot v1.1	✓	✓			
Micro: Bit	✓				
Roborobo	✓	✓			
Robotis Dream II	✓	✓			
Robotsan O-Bot	✓				
Vex Robotics IQ	✓	✓			

4.7. Eğitsel Robotların Kullanım Kolaylığı Sağlayan Diğer Unsurlarına İlişkin Bulgular

Eğitsel robotlara kullanım kolaylığı sağlayan unsurlar mobil desteği, çoklu kod yükleme, yardımcı kılavuz, simülasyon ortamı, Türkçe dil desteği ve ekran olmak üzere 6 başlık altında incelenmiştir. Tablo 7'de bulgular görülmektedir. Eğitsel Robotların kullanım kolaylığı sağlayan özellikleri arasında en çok Yardımcı Kılavuz (n=19) olduğu görülmektedir. Diğer özellikler ise; mobil desteği (n=11), Türkçe dil desteği (n=8), robot ekranı (n=4), simülasyon ortamı (n=6) ve çoklu kod yükleme (n=4) şeklindedir.

Tablo 7.

Eğitsel Robotların Kullanım Kolaylığı Sağlayan Diğer Unsurlarının Dağılımı

Eğitsel Robotikler	**Özellikler**					
	Yardımcı Kılavuz	**Mobil Desteği**	**Simülasyon Ortamı**	**Türkçe Dil Desteği**	**Çoklu Kod Yükleme**	**Robota Ait Ekran**
	f= 19	***f= 11***	***f= 9***	***f= 8***	***f= 4***	***f= 4***
Abilix Krypton 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Arduino	✓			✓		
Bee-Bot	✓	✓	✓			
Dash Dot	✓	✓	✓			
Edison Robot Kiti	✓			✓		
Kibo Robotik	✓					
Kiwi Robotik	✓				✓	✓
Lego Mindstorm Ev3	✓	✓	✓			
Lego Mindstorm Nxt 2.0	✓				✓	✓
Lego More To Math	✓		✓			
Lego Wedo 2.0	✓	✓				
Makeblock Ultimate 1.0	✓	✓		✓		
Makey Makey	✓					
Mbot v1.1	✓	✓	✓	✓		
Micro: Bit	✓	✓	✓	✓		
Roborobo	✓	✓				
Robotis Dream II	✓	✓				
Robotsan O-Bot	✓		✓	✓		
Vex Robotics IQ	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4.8. Eğitsel Robotlarda Kullanılan Sensörlere İlgili Bulgular

Eğitsel robotlarda kullanılan sensörlere ilişkin bulgular Tablo 8'de gösterilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde en çok tercih edilen sensörlerin mesafe (n= 11) ve ışık/renk/çizgi (n= 11) olduğu görülmektedir. Robotlarda kullanılan diğer sensörler ise; touch (n= 8), kızıl ötesi (n= 8), ses (n= 4), jiroskop (n= 4) ve ivme ölçer (n= 2) şeklindedir.

Tablo 8.

Eğitsel Robotlarda Kullanılan Sensörlerin Dağılımı

Eğitsel Robotikler	**Sensörler**													
	Mesafe/Sonar	**Işık/Renk/Çizgi**	**Touch**	**Kızıl Ötesi (IR)**	**Ses**	**Jiroskop**	**İvme Ölçer**	**Gri Tonlama**	**Yaklaşım**	**Pusula**	**Eğim**	**Hareket**	**Sıcaklık**	**Dokunmatik**
	f=11	**f=11**	**f=8**	**f=8**	**f=4**	**f=3**	**f=2**	**f=1**	**f=1**	**f=1**	**f=1**	**f=1**	**f=1**	**f=1**
Abilix Krypton 7	✓	✓	✓			✓		✓			✓			✓
Arduino														
Bee-Bot														
Dash Dot	✓			✓		✓	✓		✓					
Edison Robot Kiti	✓	✓	✓	✓	✓									
Kibo Robotik	✓	✓			✓									
Kiwi Robotik	✓	✓			✓									
Lego Mindstorm Ev3	✓	✓	✓	✓		✓								
Lego Mindstorm Nxt 2.0	✓	✓	✓		✓									
Lego More To Math														
Lego Wedo 2.0										✓		✓		
Makeblock Ultimate 1.0	✓	✓		✓										
Makey Makey														
Mbot v1.1	✓	✓		✓									✓	
Micro: Bit		✓					✓							
Roborobo			✓	✓										
Robotis Dream II			✓	✓										
Robotsan O-Bot	✓	✓	✓	✓										
Vex Robotics IQ	✓	✓	✓			✓								

4.9. Eğitsel Robotlarda Kullanılan Giriş ve Çıkış Birimlerine İlişkin Bulgular

Eğitsel Robotlarda Kullanılan Giriş Birimlerine İlişkin Bulgular

Eğitsel robotlarda kullanılan giriş birimlerine ilişkin bulgular Tablo 9'da gösterilmiştir. Tablo 9 incelendiğinde en çok tercih edilen giriş biriminin buton/düğme (n= 12) olduğu görülmektedir. Robotlarda kullanılan diğer giriş birimleri ise; mikrofon (n= 9), barkod okuyucu (n= 3) ve kamera (n= 1) şeklindedir.

Tablo 9.

Eğitsel Robotlarda Kullanılan Giriş Birimlerine Ait Dağılım

Eğitsel Robotikler	**Giriş Birimleri**			
	Buton/Düğme	**Mikrofon**	**Barkod Okuyucu**	**Kamera**
	f= 12	***f= 9***	***f= 3***	***f= 1***
Abilix Krypton 7	✓	✓		✓
Arduino				
Bee-Bot	✓	✓		
Dash Dot	✓	✓		
Edison Robot Kiti	✓		✓	
Kibo Robotik	✓	✓	✓	
Kiwi Robotik	✓	✓	✓	
Lego Mindstorm Ev3	✓	✓		
Lego Mindstorm Nxt 2.0	✓	✓		
Lego More To Math				
Lego Wedo 2.0	✓			
Makeblock Ultimate 1.0				
Makey Makey				
Mbot v1.1				
Micro: Bit	✓			
Roborobo				
Robotis Dream II	✓	✓		
Robotsan O-Bot				
Vex Robotics IQ	✓	✓		

Eğitsel Robotlarda Kullanılan Çıkış Birimlerine Ait Bulgular

Eğitsel robotlarda kullanılan çıkış birimlerine ilişkin bulgular Tablo 10'da gösterilmiştir. Tablo 10 incelendiğinde en çok tercih edilen çıkış biriminin, lamba/led (n= 10) olduğu görülmektedir. Robotlarda kullanılan diğer çıkış birimleri ise; hoparlör (n= 9), buzzer (n= 5) ve ekran (n= 4) şeklindedir.

Tablo 10.

Eğitsel Robotlarda Kullanılan Çıkış Birimlerine Ait Dağılım

Eğitsel Robotikler	**Çıkış Birimleri**			
	Lamba/Led	**Hoparlör**	**Buzzer**	**Ekran**
	f= 10	***f= 9***	***f= 5***	***f= 4***
Abilix Krypton 7	✓	✓		✓
Arduino				
Bee-Bot		✓		
Dash Dot	✓	✓		
Edison Robot Kiti		✓		
Kibo Robotik	✓	✓		
Kiwi Robotik	✓	✓		
Lego Mindstorm Ev3		✓		✓
Lego Mindstorm Nxt 2.0		✓		✓
Lego More To Math				
Lego Wedo 2.0	✓	✓		
Makeblock Ultimate 1.0	✓		✓	
Makey Makey				
Mbot v1.1			✓	
Micro: Bit	✓			
Roborobo	✓		✓	
Robotis Dream II	✓		✓	
Robotsan O-Bot	✓		✓	
Vex Robotics IQ				✓

4.10. Eğitsel Robotlarda Kullanılan Sensör ve Motor Port Sayısının Dağılımına İlişkin Bulgular

Eğitsel Robotlarda Kullanılan Sensör Port Sayısının Dağılımına İlişkin Bulgular

Eğitsel robotlarda kullanılan sensör port sayılarına ilişkin bulgular Tablo 11'de gösterilmiştir. Tablo 11 incelendiğinde en çok tercih edilen çıkış sensör port sayısının 4 (n= 7) olduğu görülmektedir. Robotlarda kullanılan diğer sensör port sayıları ise; 0 (n= 4), 8'den çok (n= 4), 8 (n= 2), 1 (n= 1) ve 2 (n= 1) şeklindedir. Sensör port sayısı robotun üzerinde dahili olarak bulunmakta olan sensörleri kapsamaz. Şekil 8'de görüldüğü üzere harici olarak takılabilecek sensör portlarını ifade eder.

Tablo 11.

Eğitsel Robotlarda Kullanılan Çıkış Birimlerine Ait Dağılım

Eğitsel Robotikler	**Adet**			
	4(Dört)	**0(Sıfır)**	**8'den çok**	**1(Bir)**
	***f*= 7**	***f*= 4**	***f*= 4**	***f*= 1**
Abilix Krypton 7	✓			
Arduino			✓	
Bee-Bot		✓		
Dash Dot		✓		
Edison Robot Kiti		✓		
Kibo Robotik	✓			
Kiwi Robotik	✓			
Lego Mindstorm Ev3	✓			
Lego Mindstorm Nxt 2.0	✓			
Lego More To Math		✓		
Lego Wedo 2.0				✓
Makeblock Ultimate 1.0				
Makey Makey			✓	
Mbot v1.1	✓			
Micro: Bit			✓	
Roborobo	✓			
Robotis Dream II				
Robotsan O-Bot			✓	
Vex Robotics IQ			✓	

Şekil 8.

4 Adet Sensör Portuna Sahip Bir Robotun Port Görünümü



Eğitsel Robotlarda Kullanılan Motor Port Sayısının Dağılımına İlişkin Bulgular

Eğitsel robotlarda kullanılan motor port sayılarına ilişkin bulgular Tablo 12'de gösterilmiştir. Tablo 12 incelendiğinde en çok tercih edilen çıkış motor port sayısının 2 (n=8) olduğu görülmektedir. Robotlarda kullanılan diğer sensör port sayıları ise; 4 (n=5), 8'den çok (n=2) ve 1 (n=1) şeklindedir.

Tablo 12.

Eğitsel Robotlarda Kullanılan Motor Port Sayısına Ait Dağılım

Eğitsel Robotikler	**Adet**			
	2(İki)	**4(Dört)**	**8'den çok**	**1(Bir)**
	f= 8	***f= 5***	***f= 3***	***f= 1***
Abilix Krypton 7		✓		
Arduino			✓	
Bee-Bot	✓			
Dash Dot	✓			
Edison Robot Kiti	✓			
Kibo Robotik	✓			
Kiwi Robotik	✓			
Lego Mindstorm Ev3		✓		
Lego Mindstorm Nxt 2.0		✓		
Lego More To Math				
Lego Wedo 2.0				✓
Makeblock Ultimate 1.0		✓		
Makey Makey				
Mbot v1.1	✓			
Micro: Bit	✓			
Roborobo	✓			
Robotis Dream II		✓		
Robotsan O-Bot			✓	
Vex Robotics IQ			✓	

5. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada robotik kodlama eğitiminde kullanılan en temel eğitsel materyal olan eğitsel robotik setlerinin genel özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Piyasada birçok örneği bulunan eğitsel robotiklerin genel özelliklerinin belirlenmesi bu alanda çalışacak araştırmacılara, eğitimcilere ve kurumlardaki karar vericilere rehberlik edecektir. Çalışma kapsamında 19 adet eğitsel robotik sete ulaşılmış ve ilgili eğitsel robotik setlerin çoğunluğunun hazır ticari robot niteliği taşıdığı görülmüştür. Hazır ticari robotlar sağladığı kullanım kolaylığı nedeniyle literatürdeki çalışmalarda sıklıkla tercih edilse de ülkemizdeki okullarda uygun maliyetinden ötürü

kendin yap robotik setlerin tercih edildiği söylenebilir (Olur ve Korkmaz, 2018). Kendin yap robotik setlerinin en yaygın kullanılanı Arduino'dur. Alanyazındaki çalışmalarda robotik setler Lego, Mbot ve Arduino gibi doğrudan ticari isimleri ile anılmaktadır. Bu çalışmada robotik setlerin genel eğilimlerinin belirlenmesi amaçlandığı için hazır ticari eğitsel robotikler ve kendin yap robotik setler olmak üzere iki ana kategori belirlenmiştir.

Eğitsel robotların daha çok ilkokul ve ortaokul seviyesi için üretilmiş oldukları saptanmıştır. Bu durum; okul öncesi dönemde okuma yazma bilmeyen öğrencilerle sınırlı etkinlikler yapılabilmesinden ve lise seviyesindeki öğrencilerin, eğitsel robotları ilk ve ortaokul seviyesindeki öğrencilere göre daha az ilgi çekici görüyor olmalarından kaynaklanabilir. Nitekim, Talan (2020) ve Yolcu ve Demirer (2017) eğitsel robotik ile çalışmaların çoğunlukla ortaokul ve ilkokul öğretim seviyesinde yapıldığını belirtmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında robotik kodlama etkinliklerinin bu öğretim seviyelerinde (ilkokul ve ortaokul) yoğunlaştığını bu nedenle üretilen eğitsel robotların da çoğunlukla ilgili öğretim seviyesine uygun olarak üretilmiş olduğu söylenebilir.

Eğitsel robotiklerin sahip olduğu tasarım özelliği önemlidir. Öğrencilerin tasarımda söz sahibi olduğu geliştirilebilir tasarım özelliğinin, hazır (değiştirilemez) tasarıma göre daha çok tercih edildiği görülmüştür. Kendin yap tasarım özelliği ise zaman alıcı olduğu için daha az tercih edilmektedir. Scaradozzi vd. (2019) eğitsel robotikleri tasarım yönünden ikiye ayırmıştır. Birincisi 'Hazır Tasarım' ikincisi 'Geliştirilebilir Tasarım'dır. Bu çalışma kapsamında Scaradozzi vd. (2019)'nin belirttiği bu iki tasarım özelliğine ek olarak kendin yap tasarım özelliği üçüncü tasarım özelliği olarak eklenmiştir. Bu eklemenin nedeni; Scaradozzi vd. (2019)'un bu tasarım özelliklerini hazır ticari robotları gözeterek yapmasıdır. Buna karşın kendin yap tasarıma sahip çeşitli kartlar (Arduino, Micro:Bit gibi) da robotik etkinliklerde kullanılmaktadır. Bu nedenle kendin yap tasarım özelliği de üçüncü özellik olarak eklenmiştir.

Bireyler, tasarımını kendilerinin yaptıkları ürünlere karşı daha yüksek aidiyet hissederler (Norton vd., 2012). Ikea etkisi diye anılan bu durum eğitsel robotik setleri için de geçerlidir (Groom vd., 2020). Bu nedenle en çok tercih edilen tasarım özelliği geliştirilebilir tasarım özelliğidir diyebiliriz. Kendin yap tasarım özelliğine sahip robotların tasarımı ise zaman alıcı olabilmektedir (Fortunati vd., 2022). Bu nedenlerle en az tercih edilen tasarım özelliği kendin yap tasarım özelliği olabilir. Hazır tasarıma sahip robotlar ise pratik ve hızlı robotik kodlama kazanımları için tercih edilebilir. Fortunati vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada geliştirilebilir tasarıma sahip robotlarla yapılan etkinlik 5 saat, kendin yap robotlarla yapılan etkinlik 9 saat sürmüştür. Buradan da anlaşılacağı üzere tasarım süreçleri içeren robotik kodlama etkinlikleri zaman alıcı olabilmektedir. Zaman, eğitsel robotik kodlama uygulamalarında karşılaşılan sorunlardan biridir (Talan, 2020). Hazır tasarıma sahip robotlarda öncelik; kodlama

becerisinin öğrencilere kazandırılması olarak gösterilebilir. Böylelikle tasarıma harcanan zamandan kazanç sağlanabilir.

Maliyet, eğitsel robotikler için önemli konulardan birisidir. Eğitsel robotların çok az bir kısmı 100 ABD dolarından daha düşük bir maliyete sahiptir (n= 4). Büyük bir kısmı 100 ABD dolarından yüksek bir maliyete sahiptir (n= 15). Bu nedenle daha uygun maliyetli eğitsel robotlara ihtiyaç olduğu söylenebilir. Eğitsel robotların fiyatlarının yüksek olmasının, okulların bu eğitsel ürünlere ulaşma olanaklarını olumsuz etkilediği söylenebilir (Aksu, 2019; Erten, 2019). Nitekim, 0-100 $ arasında kalan eğitsel robotların büyük bir kısmı kendin yap robotlarından oluşmaktadır. Talan (2020) ve Yolcu ve Demirer (2017)'e göre alanyazında en çok yüksek maliyetli robotlar kullanılsa da maliyet sorunundan ötürü okullarda daha uygun maliyetli eğitsel robotlar tercih edilmektedir (Akdeniz, 2021).

Eğitsel robotlarda kodlama türü olarak en çok blok tabanlı kodlama tercih edilmektedir. Bulgularımız alanyazındaki diğer çalışmalarla benzerdir (Eğin ve Arıkan, 2020). Blok tabanlı kodlama ortamları sürükle bırak yöntemiyle öğrencilerin pratik ve hızlı bir şekilde kodlama yapabilecekleri ortamlardır (Yükseltürk ve Altıok, 2017). Yeni başlayanlar için blok tabanlı kodlamanın çok daha kolay olduğu bilinmektedir (Noone ve Mooney, 2018). Bulgularımız alanyazındaki diğer sonuçlarla benzerdir. Bu doğrultuda, eğitsel robotların en çok ilk ve ortaokul seviyesi için geliştirilmiş olduğu görülmüştür. Blok tabanlı kodlama, ilk ve ortaokul seviyesine hitap etmektedir. Bilgisayarsız kodlama ise öğrencilerin okuma yazma bilmedikleri okul öncesi dönemde tercih edilebilir (Zurnacı ve Turan, 2022). Metin tabanlı kodlamanın ise lise seviyesi öğrencileri için daha uygun olduğu söylenebilir. Eğitsel robotik setler daha çok ilkokul ve ortaokul seviyesi için üretilmektedir. Blok tabanlı kodlamanın, bu öğrenim düzeyindeki öğrenciler için daha uygun olduğu söylenebilir. Metin tabanlı kodlamanın ise lise seviyesi için uygun olduğu söylenebilir. Eğitsel robotlarda tercih edilen programlama dilleri ise C+, Python ve Java gibi popüler programlama dilleridir. Bu programlama dilleri dünyada en çok tercih edilen programlama dilleridir (Statisticstimes, 2021). Bu nedenle bu programlama dillerinin robotları kodlamak için tercih edildiği söylenebilir.

Öğrencilerin kodlamalarını yaptıktan sonra robotlarına yükleme yapmak için en çok tercih edilen yöntemin kablolu bağlantı olmasının nedeni olarak teknolojik sınırlılıklar ve maliyet gösterilebilir. Öğrencilere kullanım kolaylığı ve zamandan kazanç sağlayan kablosuz teknolojilerin; bluetooth ve wifi üzerinden kod yükleme seçeneğinin yüksek maliyetli eğitsel robotlarda daha sık görüldüğünü söyleyebiliriz. Maliyete ek olarak günümüzde kablolu teknolojilerin kablosuz teknolojilere göre daha kararlı çalışıyor olması ve kablosuz

bağlantılarda yaşanan kopma sorunları (Özer, 2019), kablolu bağlantıların tercih edilme nedenleri arasında gösterilebilir. Öğrencilere kullanım kolaylığı ve zamandan kazanç sağlayan kablosuz bağlantı seçenekleri ilerleyen yıllarda daha çok tercih edilebilir. Barkod ve buton seçeneği ise bilgisayarsız kodlama yapılan robotlarda tercih edilmektedir.

Öğrencilere kullanım kolaylığı sağlayan diğer unsurlar, Türkçe dil desteği, mobil desteği, yardımcı kılavuz, ekran, çoklu kod yükleme seçenekleri olarak belirlenmiştir. En çok tercih edilen kullanım kolaylığı sağlayan unsurun, yardımcı kılavuz olduğu görülmüştür. En az tercih edilen unsurun ise çoklu kod yükleme ve ekran özellikleri olduğu görülmüştür. Kod yüklemek için mobil desteğine sahip olan robotlar; öğrencilerin aynı zamanda kablosuz kod yükleme teknolojisinden yararlanmalarına olanak sağlamaktadır. Çoklu kod yükleme seçeneğine sahip robotlar öğrencilere robotlarını birden fazla görev ve etkinlik için hazır halde tutabilme olanağı sağlamaktadır. Simülasyon ortamı, öğrencilere robotlarının gerçek dünyada nasıl çalışabileceklerini önceden görebilme fırsatını vermektedir. Simülasyon ortamları aynı zamanda uzaktan eğitim sürecinde de kullanılabilir (Stoffova, 2021). Türkçe dil desteğinin düşük olmasının nedeni olarak kodlama dilinin evrensel olması gösterilebilir. Fakat Türkçe dil desteğinin ve Türkçe kaynakların sınırlı olması öğretmenlere robotik etkinlikler sırasında zorluklar çıkarabilmektedir (Sönmez ve Şahinkayası, 2021). Robota ait ekranla öğrenciler robota ait sensörlerin ve motorların kalibrasyonlarını yapabilirler.

Robotlarda tercih edilen sensörler, giriş ve çıkış birimleri, motor port sayısı ve sensör port sayısı önemli özelliklerdendir. Robotik setlerde en çok tercih edilen sensörlerin ışık/çizgi ve mesafe/sonar sensörleri olduğu görülmüştür. En çok kullanılan iki sensörün mesafe ve ışık/renk/çizgi sensörü olmasının nedeni olarak; robotik kodlama etkinliklerinin temelinde yer alan engelden kaçan robot ve çizgi izleyen robot yapımında bu iki sensörün kullanılıyor olması gösterilebilir (Olur ve Korkmaz, 2018). Çizgi izleyen robot ve engelden kaçan robot yapımı gibi temel etkinliklerde bu iki sensöre ihtiyaç vardır. Ayrıca ilgili sensörlerin kullanım alanının bu iki robotik etkinlikle sınırlı olmadığını belirtmekte fayda vardır. En çok tercih edilen giriş birimi buton/düğme, en çok tercih edilen çıkış birimi ise lamba/led olarak saptanmıştır. Öğrencilere anında dönüt veren somut eğitsel nesnelerden olan eğitsel robotlar, bu özellikleri sayesinde öğrencilerin motivasyonlarını artırmaktadır (Üçgül, 2017). Bu bağlamda buton/düğme öğrencilere robotla bilgisayar olmadan etkileşim kurma olanağı sağladığı için en çok tercih edilen giriş birimi olması durumunu açıklayabilir. En çok tercih edilen çıkış birimlerinin hoparlör ve lamba/led olmasının nedeni olarak; robotların göze ve kulağa hitap eden somut çıktılar sunma hedefine sahip olması gösterilebilir. Buzzer, ses ile uyarı vermeye yarayan bir çıkış birimidir. Hoparlöre göre daha basit

işlemlerde kullanılır. Sensör port sayısına bakıldığında en çok tercih edilen port sayısının 4 olduğunu görülmüştür. 4 adet sensörün robotik etkinlikler için nispeten yeterli olacağı söylenebilir. En çok tercih edilen motor sayısının ise 2 olduğu görülmüştür. 2 motora sahip bir robot yatay düzlemde rahatlıkla hareket edebilir. 4 sensör, robotik etkinlikler için yeterli olacağı için en çok tercih edilen port sayısı olarak karşımıza çıkmış olduğu söylenebilir. Eğitsel robotların bazılarında sensör portunun olmadığı görülmektedir. Bu robotlar tasarımı değiştirilemeyen hazır robotlardır. Öğrencilere sensörler ile ilgili değişiklik yapma olanağı sunmazlar. Öğrencilerin zihin dünyasında robotun en temel işlevlerinden birisi hareket etmesidir (Vurgun vd., 2019). Bu bağlamda motor port sayısı, dağılımında en sık rastlanan değerin 2 olmasının nedeni olarak, robotların bir yüzey üzerinde hareketi için iki motorun yeterli olması gösterilebilir.

Yapılan çalışmada eğitsel robotik setlerin özellikleri karşılaştırılmalı olarak ortaya konulmuştur. Fakat bu çalışmanın amaçları arasında eğitsel robotik setler içerisinde diğerlerinden daha üstün olanı tespit etmek gibi bir amaç yoktur. Eğitim ortamında kullanılacak eğitsel robotların seçimi sırasında araştırmacılar, eğitimciler ve karar vericiler için en doğru yaklaşım hangi eğitim ortamında hangi eğitsel robotun tercih edilmesi gerektiğine karar vermek olacaktır. Eğitsel robotlar birbirlerinden çok farklı özelliklere sahiptir. Bu nedenle eğitim ortamının hedef ve ihtiyaçlarına göre en doğru seçimin yapılması gerekmektedir. Eğitsel robotların sayısının fazlalığı ve ilgili robotların sahip olduğu teknik özellikler zaman zaman kafa karışıklığı yaratabilir. Bu çalışma bu kafa karışıklığını gidermede etkili olabilir. Ülkemizdeki okullarda kullanılan eğitsel robot türleri ile akademik çalışmada kullanılan robot türleri birbirlerinden farklıdır. Akademik çalışmalarda daha çok hazır ticari robotlar kullanılıyorken okullarda Arduino gibi kendin yap robot kartları tercih edilmektedir (Akdeniz, 2021; Talan, 2020). Bu çalışma araştırmacıların ya da eğitimcilerin eğitsel robot tercihlerindeki karar verme dinamiklerini gözden geçirmelerine veya kendi ezberlerinden sıyrılmalarına yardımcı olabilir.

Eğitsel robotların sahip olduğu teknik detaylar kafa karıştırıcı olabilir. Bu durum; en pahalı, en popüler ya da en çok tercih edilen eğitsel robotik setlerin avantajlı olduğu önyargısı ile hareket edilebilmesine neden olabilir. Eğitsel robotiklerin genel eğilimlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi; araştırmacıların, eğitimcilerin ve karar vericilerin yanlış önyargılarla hareket etmek yerine ihtiyaçlar ve hedefler doğrultusunda en doğru seçimi yapmalarına yardımcı olabilir.

5.1. Sınırlılıklar ve Öneriler

İlgili çalışmanın veri toplama aşamasında eğitsel robotik setlerin web siteleri, tanıtım dokümanları ve videolardan yararlanılmıştır. Yüksek maliyet ve ulaşılabilirlik gibi sorunlar nedeniyle çalışma bu şekilde gerçekleştirilmiştir. Gelecek çalışmalarda robotik setler doğrudan temin edilerek veri toplanabilir.

Eğitsel robotların incelenmesi sırasında karşılaşılan bir diğer sınırlılık şu şekildedir. Daha önce belirtildiği üzere hazır robotlar bir set halinde kullanıcılara sunulmaktadır. Kendin yap robotları ise bir kart şeklinde kullanıcılara sunulmaktadır. Bu robot türleriyle beraber kullanılacak tasarım ve donanım unsurları (sensör, motor vb.) kullanıcılar tarafından temin edilmek zorundadır. Bu durum, ilgili robot türlerinin diğer robot türleriyle karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Örneğin; kendin yap kodlama robot türlerinden biri olan Arduino tek kart halinde satılmaktadır. Buna karşın piyasada Arduino ile kullanılabilecek sınırsız sayıda sensör ve motor çeşidi bulunmaktadır. Sınırsız sayıda kullanılabilecek sensör ve motor çeşitlerini incelemeye dahil etmemiz mümkün değildir. Ayrıca hazır robot türlerinin piyasada birçok eklenti çeşidi bulunmaktadır. Bu eklenti paketlerinin içeriğinde farklı sensörler ve motorlar olabilmektedir. Bu eklenti paketleri de incelemeye dahil edilmemiştir.

İlgili çalışmada eğitsel robotik setlerin genel özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda alanyazında ilgili robotik setlerle yapılan çalışmalarda yaşanılan sorunlar karşılaştırmalı olarak ele alınabilir. Çünkü eğitsel robotiklerle yapılan çalışmalarda sorunları ele alan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Ve ilgili çalışmalarda sorunlar genel olarak ele alınmıştır. Fakat ilgili sorunlar; eğitsel robotik setlerin niteliğe göre farklılık arz edebilmektedir. Sorunları eğitsel robotların niteliklerine göre kategorize etmek alanyazına katkı sağlayacaktır.

İlgili çalışmada eğitsel robotlar 10 farklı başlık altında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Araştırmacılar, eğitimciler ve karar vericiler eğitim ortamlarında kullanacakları eğitsel robotların seçimi sırasında ilgili başlıklar altında incelenen özelliklerden faydalanabilir. Fakat piyasada birçok eğitsel robotun bulunduğu ve eğitsel robotların bu çalışmada incelenen eğitsel robotlarla sınırlı olmadığı unutulmamalıdır.

Sonuç olarak, eğitsel robotik setlerin en pahalı olanının en avantajlı robot olduğu düşüncesi doğru bir düşünce olmadığı söylenebilir. Ya da en popüler ve en çok tercih edilen eğitsel robotun en iyi robot olduğu söylenemez. İhtiyaç ve hedefler doğrultusunda eğitim ortamında kullanılacak eğitsel robot tercihi yapılmalıdır.

Etik Bildirim

Çalışma etik ilke ve kurallara uygun bir şekilde hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması ve Yazar Katkısı

Bu çalışmada çıkar çatışması yoktur ve finansman desteği alınmamıştır. Yazarlar makaleye eşit katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

6. Kaynakça

Adamczyk, A.(2019). *Apple CEO Tim Cook: 'I think every kid in the world should learn' this skill*. CNBC https://www.cnbc.com/2019/04/30/apple-ceo-tim-cook-the-most-important-skill-for-young-people-to-learn.html

Akdeniz B. (2021) *Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin robotik kodlama eğitimi deneyimleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi] Süleyman Demirel Üniversitesi.

Akman-Selçuk N. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi*[Yayınlanmamış doktora tezi]. İstanbul Üniversitesi.

Aksu, F. N. (2019). *Bilişim teknolojileri öğretmenleri gözünden robotik kodlama ve robotik yarışmaları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

Ball, T., Protzenko, J., Bishop, J., Moskal, M., De Halleux, J., Braun, M., ... & Riley, C. (2016, May). Microsoft touch develop and the BBC micro: bit. In *2016 IEEE/ACM 38th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)* (pp. 637-640). IEEE.

Codingbk (2022) *Dünyada kodlama eğitimi*. URL:http://www.codingbk.com/dunyada-kodlama-egitimi.php

Çelik, Ş. B. (2019). *Robotik programlama eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.

Duckett, T., Pearson, S., Blackmore, S., Grieve, B., Chen, W. H., Cielniak, G…, & Yang, G. Z. (2018). Agricultural robotics: The future of robotic agriculture. *arXiv preprint arXiv:1806.06762*.

Eğin, F., & Arıkan, Y. D. (2020). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin kodlama öğretimine ilişkin görüşleri: Manisa örneği. *Ege Eğitim Dergisi*, *21*(2), 57-75.

Ersoy, H., Madran, R. O., & Gülbahar, Y. (2011). Programlama dilleri öğretimine bir model önerisi: Robot programlama. *Akademik bilişim*, 11.

Erten, E. (2019). *Kodlama ve robotik öğretimi üzerine bir durum çalışması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

Evripidou, S., Georgiou, K., Doitsidis, L., Amanatiadis, A. A., Zinonos, Z., & Chatzichristofis, S. A. (2020). Educational robotics: Platforms, competitions and expected learning outcomes. *IEEE Access*, *8*, 219534-219562.

Fırat, O. Z. ve Fırat, S. Ü. (2017). Endüstri 4.0 yolculuğunda trendler ve robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, *2*, 211-223.

Fortunati, L., Manganelli, A. M., & Ferrin, G. (2022). Arts and crafts robots or LEGO® MINDSTORMS robots? A comparative study in educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education, 32,* 287-310.

Gartner (2019). *Gartner Top 10 Strategic Technology Trends For 2020* URL: https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020

Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 higher education edition* (pp. 1-50). The New Media Consortium.

Karademir, T., Cesur, A., Büyükergene, G., Kaba, Ö. S., & Kesici, Y. (2018). Teknolojik ritimler: Müzik eğitiminde robotik uygulamaların kullanımı. *Ilkogretim Online*, *17*(2), 717-737.

Kılınç, A. (2014). *Robotik teknolojisinin 7. sınıf ışık ünitesi öğretiminde kullanımı* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Erciyes Üniversitesi.

Kıran, B. (2018). *Üstün yetenekli ortaokul öğrencilerinin proje tabanlı temel robotik eğitim süreçlerindeki yaratıcı, yansıtıcı düşünme ve problem çözme becerilerine ilişkin davranışlarının ve görüşlerinin incelenmesi*.8 [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Başkent Üniversitesi.

Koç, A. (2019). *Okul öncesi ve temel fen eğitiminde robotik destekli ve basit malzemelerle yapılan STEM uygulamalarının karşılaştırılması*[Yayınlanmamış doktora tezi]. Erciyes Üniversitesi.

Küçük, S., & Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *İlköğretim Online, 16*(1), 312-325.

Larsen, J. C., & Nielsen, J. (2019). The effect of commercially available educational robotics: A systematic review. *Robotics in Education: Current Research and Innovations*, *1023*, 14.

López-Rodríguez, F. M., & Cuesta, F. (2016). Andruino-a1: Low-cost educational mobile robot based on android and arduino. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, *81*(1), 63-76.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group*. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, *151*(4), 264-269.

NATO (2020). Science & Technology Trends: 2020-2040. www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422ST_Tech_Trends_Report_20202040.pdf.

Noone, M., & Mooney, A. (2018). Visual and textual programming languages: A systematic review of the literature. *Journal of Computers in Education*, *5*(2), 149-174.

Özer, F. (2019). *Kodlama eğitiminde robot kullanımının ortaokul öğrencilerinin erişi, motivasyon ve problem çözme becerilerine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Ramazanoğlu, M. (2021). Robotik kodlama uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilgisayara yönelik tutumlarına ve bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlilik algılarına etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *25*(1), 163-174.

Scaradozzi, D., Screpanti, L., & Cesaretti, L. (2019). Towards a definition of educational robotics: A classification of tools, experiences and assessments. In *Smart learning with educational robotics* (pp. 63-92). Springer, Cham.

Scharre, P. (2018). *Army of none: Autonomous weapons and the future of war*. WW Norton & Company.

Sinap, V., & Demirer, V. (2022) Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik Arduino etkinliklerinin kullanılması: Bir eylem araştırması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, *12*(2), 351-376.

Souza, I. M., Andrade, W. L., Sampaio, L. M., & Araujo, A L. S. O. (2018, October). A systematic review on the use of LEGO® Robotics in Education. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-9). IEEE.

Sönmez, S., & Şahinkayası, Y. (2021). Maker öğretmenlerin Maker hareketi ve robotik kodlama faaliyetlerine ilişkin görüşleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *5*(7), 277-296.

Statisticstimes, (2021). Top Computer Languages, URL: statisticstimes.com/tech/top-computer-languages.php

Stoffova, V., Zboran, M., & Hyksová, H. (2021). Application of simulation tools in educational robotics. In *EDULEARN21 Proceedings* (pp. 9214-9221). IATED.

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2019). Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology Design Education*, *29*(5), 1033-1051.

Takacs, A., Eigner, G., Kovács, L., Rudas, I. J., & Haidegger, T. (2016). Teacher's kit: Development, usability, and communities of modular robotic kits for classroom education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, *23*(2), 30-39.

Talan, T. (2020). Eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, *34*(2), 503-522. doi.org/10.33308/26674874.2020342177

Tekin, Y., & Keser, H. (2020). Matematik öğretiminde robotik etkinlikler kullanılmasının başarıya etkisi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *14*(34), 472-493.

Üçgül, M. (2017). Eğitsel robotlar ve bilgi işlemsel düşünme. Y. Gülbahar (Ed.), *Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya* içinde (ss. 295-314). Ankara: Pegem Yayınları.

Vurgun, Y., Tarı, M., Akcan, T., & Taşpınar, Y. S. (2019). *İşitme engelli öğrencilerin robotik kodlama becerilerinin incelenmesi.* Engelsiz Bilişim 2019, 93.

Wang, D., Zhang, C., & Wang, H. (2011). *T-Maze: A tangible programming tool for children*. Paper presented at the Proceedings of the 10th international conference on interaction design and children.

Weinstein, J. & Perez-Gascon, A.(2022). *What is coding? Coding definition and what coding is used for*. Careerkarma. https://careerkarma.com/blog/what-is-coding-used-for/

Yolcu, V. & Demirer, V. (2017). A review on the studies about the use of robotic technologies in education. *SDU International Journal of Educational Studies* , *4*(2) , 127-139 .

Yolcu, V. (2018*). Programlama eğitiminde robotik kullanımının akademik başarı, bilgi-işlemsel düşünme becerisi ve öğrenme transferine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.

Yükseltürk, E. ve Altıok, S. (2017). Blok tabanlı programlama. Y. Gülbahar (Yay. haz.). *Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya*, içinde (ss. 241-266). Ankara: Pegem Akademi.

Zurnacı, B. & Turan, Z. (2022). Türkiye'de okul öncesinde kodlama eğitimine ilişkin yapılan çalışmaların incelenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, *5*(1), 258-286.