**Çevrimiçi Eşzamanlı Robotik Programlama Eğitiminde Tinkercad Programının Kullanımının Değerlendirilmesi**

Servet Kılıç, <https://orcid.org/0000-0002-1687-3231>, servetkilic@odu.edu.tr

Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ordu Üniversitesi

**Özet**

Bu araştırma**,** çevrimiçi eşzamanlı öğrenme ortamlarında Tinkercad programının robotik programlama eğitimi için kullanılabilirliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma nitel araştırma yöntemleri arasında yer alan keşfedici durum çalışması yöntemiyle yürütülmüştür. Katılımcılar ön lisans düzeyi bilgisayar programcılığı birinci sınıfında öğrenim gören 3 kız ve 1 erkek olmak üzere toplam 4 öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilere Tinkercad programı yoluyla 12 hafta boyunca toplam 36 saatlik robotik programlama eğitimi verilmiştir. Veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu yoluyla toplanmış ve betimsel analiz yöntemiyle bulgular elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; öğrenciler Tinkercad programında yer alan Arduino sanal robotik simülasyonunun fiziksel robot kiti ile benzer özelliklere sahip olduğunu ve kullanımının kolay olduğunu ifade ederken, bazı bileşenlerin programda yer almadığını ve kısmen bazı bileşenlerin kararsız olarak çalıştığını vurgulamışlardır. Öğrenciler ayrıca Tinkercad programının ders sırasında öğretim elemanı ile eşzamanlı olarak uygulama yapmaya ve ders dışında bireysel olarak proje hazırlamaya imkan sağlamasından dolayı robotik programlama öğrenimi için uygun olduğunu belirtmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** *robotik programlama, eğitsel sanal robotlar, tinkercad****,*** *arduino*

**Giriş**

Son yıllarda eğitsel robotiklerin önemi giderek artmakta ve okul öncesinden yükseköğretime kadar eğitimin farklı kademelerinde kullanımı yaygınlaşmaktadır (Numanoğlu ve Keser, 2017). Robotik programlama bilgisi, hem programlama hem de robota ait bileşenlerin (motor, ultrasonik sensörü, renk sensörü, dokunmatik sensörü vb.) kullanım bilgisini içermektedir. Robotun bileşenleri sayesinde yapılan kodlamaların çıktıları kullanıcılara somutlaştırılarak gösterilmektedir (Yıldız Durak vd., 2017). Eğitsel robotikler; programlama bilgisinin artırılmasında (Numanoğlu ve Keser, 2017), öğrenme motivasyonunun sağlanmasında (Üçgül, 2018), bilgi işlemsel düşünme (Eguchi, 2014), problem çözme ve yaratıcı düşünme becerisinin gelişiminde (Karim vd., 2015; Liu vd., 2010) önemli bir rol oynar.

Eğitim ortamlarında yaş düzeylerine göre farklı eğitsel robotik araçları kullanılırken, ortaöğretim ve sonrası eğitim düzeylerinde genellikle lego mindstorms (Eguchi, 2014; Kılıç, 2020) ve Arduino robotik kitleri (Amalia vd., 2020; Oluk ve Korkmaz, 2018) kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda yüz yüze veya çevrimiçi öğrenme ortamlarında okul içi ve okul dışı robotik programlama eğitimlerinde Arduino’nun tercih edilebilirliği artmaktadır (Oluk ve Korkmaz, 2018). Arduino, daha düşük maliyetle elde edilebilen, herkesin erişimine açık bir şekilde açık kaynak kodlu yapıya sahip olan ve öğrencilerin programlaya yönelik tutum ve becerilerini olumlu yönde etkileyen bir araçtır (Karaahmetoğlu, 2019; Sinap, 2017). Ortaöğretimde bilgisayar bilimleri dersi öğretim programında yer alan robot programlama dersinde Arduino robot kitlerinin kullanımına yer verilmiştir (MEB, 2018).

2020 yılı itibariyle tüm dünyada etkili olan pandemi (Covid-19) sürecinde, eğitimler çevrimiçi ortamlarda verilmeye başlanmıştır. Sosyal, fen ve sağlık bilimleri gibi teorik veya uygulama ağırlıklı olan tüm dersler çevrimiçi ortamlara taşınmıştır. Derslerin etkili bir şekilde yürütülebilmesi için uygun öğretim materyallerinin kullanılması ve öğrenme ortamlarının oluşturulması oldukça önemlidir. Yüz yüze eğitim verilen sınıflarda farklı görevleri yerine getirmek için dokunarak yapılan robotik tasarımlarının, çevrimiçi sınıflarda da yapılabilmesi için uygun öğrenme araçlarına ve öğrenme ortamlarına ihtiyaç vardır. Tinkercad, Arduino bileşenlerinin çevrimiçi ortamlarda üç boyutlu olarak tasarlanmasına ve programlanmasına izin veren web tabanlı ücretsiz bir programdır (Tinkercad, 2021). Birçok farklı elektronik devre elemanlarını (led, transistör, direnç, sensör vb.) bünyesinde barındıran bu program; blok tabanlı, metin tabanlı veya hibrit tabanlı her iki ara yüzünde birlikte kullanımına izin vermektedir. Juanda ve Khairullah (2021) mesleki eğitim verilen liselerde mikro denetleyicilerin yapısının ve kodlanmasının Tinkercad yoluyla öğrenilebileceğini belirtmişlerdir. Eryilmaz ve Deniz (2021) ortaokul öğrencilerinin Tinkercad’e ilgilerinin yüksek olduğunu belirtirken, bu aracın yararlı ve kullanımının kolay olduğunu ifade etmişlerdir. Amalia ve diğerleri (2020) ise çevrimiçi ortamda Tinkercad yoluyla oluşturdukları öğrenme materyallerini eşzamansız olarak öğrencilere sunmuşlardır. Öğrencilerin yarısına yakınının derse ilgi gösterdiklerini ve ilerleyen yıllarda benzer eğitimlerin verilmesinin faydalı olacağını ifade etmişlerdir. Tinkercad üzerine yürütülen çalışmalar daha çok yüz yüze öğrenme ortamlarında gerçekleştirilirken (Eryilmaz ve Deniz, 2021; Karaahmetoğlu, 2019; Sinap, 2017), çevrimiçi ortamlarda yürütülen çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Bu araştırmada çevrimiçi eşzamanlı öğrenme ortamlarında Tinkercad’in robotik programlama öğretimi için kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede araştırma soruları aşağıda listelenmiştir.

1. Tinkercad yazılımıyla kullanılan Arduino simülasyonu ile fiziksel Arduino robot kiti arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?
2. Tinkercad programının kullanılabilirliği nasıldır?
3. Çevrimiçi eşzamanlı olarak kullanılan Tinkercad yazılımı robotik programlama öğrenmeyi nasıl etkilemektedir?

**Yöntem**

Araştırmada keşfedici durum çalışması yöntemi benimsenmiştir. Keşfedici durum çalışması daha geniş kapsamlı bir uygulama yapılmadan önce mevcut durumu ortaya koymak ve sonrasında da gelecek araştırmalar için hipotezler geliştirilen ve öneriler sunulan araştırmalardır (Yin, 1998).

**Katılımcılar**

Katılımcılar ön lisans bilgisayar programcılığı bölümünde öğrenim gören birinci sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. 2021 yılı bahar döneminde seçmeli “Eğitsel Robotik Uygulamaları” dersi kapsamında dersi seçen 10 öğrenci ile araştırmaya başlanmış fakat 3 erkek 1 kız olmak üzere toplam 4 öğrenciyle araştırma tamamlanmıştır. Öğrenciler daha önce çevrimiçi eş zamanlı öğrenme deneyimi yaşamamışlardır. 3 öğrenci daha önce hiç Arduino robotik programlama eğitimi almazken 1 öğrenci fiziksel Arduino kiti ile temel düzey bir eğitim almıştır.

**Uygulama Süreci**

Öğrencilere çevrimiçi eş zamanlı olarak BigBlueButton Öğrenme Yönetim Sistemi üzerinden 12 hafta boyunca 36 saatlik bir robotik programlama eğitimi verilmiştir. Eğitim sürecinde ele alınan konular Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1**

*Eğitsel Robotik Uygulamaları Dersinde Yürütülen Etkinlikler*

|  |  |
| --- | --- |
| Hafta | Konular |
| Hafta 1 | * Arduino Uno kartının ve bileşenlerinin tanıtılması ve bileşenler hakkında bilgi verilmesi
 |
| Hafta 2 | * Tinkercad yazılımının tanıtılması
* Akım, volt, direnç vb. gibi temel elektrik ve elektronik bilgilerinin verilmesi
* Temel programlama yapıları (karar yapıları, döngüler, değişkenler vb.) hakkında özet bilgilerin aktarılması
 |
| Hafta 3 | * Led yakma
* Çakar led yakma uygulaması
* Kara şimsek uygulaması
 |
| Hafta 4 | * Serial haberleşme sağlama
* Button kontrolü
* Buton ile sayaç ve led kontrolü
 |
| Hafta 5 | * Potansiyometre kullanımı
* RGB Led kullanımı
* Led parlaklığı ve trafik lambası uygulaması
 |
| Hafta 6 | * Buzzer kullanımı
* Buton ile buzzer ortak kullanımı
* 7 Segment dijital gösterge kullanımı
* Otomatik artan dijital saat uygulaması
 |
| Hafta 7 | * LDR led fotorezistör kullanımı
* Gece lambası uygulaması
* LM35 sıcaklık sensörü
* Ortam sıcaklığına göre LM35 ve led kullanılarak uyarı sistemi tasarlanması
 |
| Hafta 8 | * HC-SR04 Mesafe sensörü kullanımı
* Park sensörü yapma
 |
| Hafta 9 | * Gaz ve Kuvvet sensörü Kullanımı
 |
| Hafta 10 | * HC-05/06 Bluetooth modülü kullanımı
* Mobil aygıt ile bilgisayar arasında haberleşme
 |
| Hafta 11 | * Servo motor kullanımı
* LCD ekran kullanımı
 |
| Hafta 12 | * DC motor kullanımı
* İleri, geri ve dönme hareketlerinin gösterilmesi
 |

Tablo 1’de görüldüğü 36 saatlik uygulama sürecinde birçok farklı etkinlik yapılmıştır. Öğretim elemanı her hafta belirtilen konulara yönelik ilk olarak teorik ön bilgileri aktarmıştır. Daha sonra konulara yönelik ilk uygulamalar Tinkercad üzerinden öğrencilerle birlikte eşzamanlı olarak yürütülmüştür. Şekil 1’de örnek bir dersten örnek bir görüntü verilmiştir.

**Şekil 1**

*Eğitim sürecinden örnek bir görüntü*

Öğretim elemanı simülasyon üzerinden yürüttüğü uygulamaların benzerini fiziksel Arduino robot kiti üzerinden tekrar göstermiştir. Öğrenciler fiziksel robotla yapılan uygulamaları takip etmiş ve bazı anlarda öğretim elemanına sorular yöneltmişlerdir. Eğitimin sonlarına doğru öğrencilere öğrenilen konular üzerinden projeye dayalı ödevler verilmiştir. Bu ödevler öğrencilerin final notu olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ders dışında kendi belirledikleri projeler için araştırmalar yürütmüş ve Tinkercad devreleri tasarlayarak projeler oluşturmuşlarıdır. Ödevler ev tipi küçük çaplı projelerden oluşmaktadır. Öğrenciler hazırladıkları projelerini eşzamanlı olarak öğretim elemanı ve diğer öğrencilere aktarmışlardır.

**Veri Toplama Süreci ve Analizi**

Öğrencilerin Tinkercad uygulamasına yönelik görüşleri, robotik programlama eğitimi sonrasında çevrimiçi olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu yoluyla alınmıştır. Sorular araştırmacı öğretim elemanı tarafından alt problemlere cevap bulmak amacıyla hazırlanmıştır. Her bir alt problem için bir soru hazırlanmıştır. İlk oluşturulan görüşme formu taslağı Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri alanında araştırmalar yapan başka bir araştırmacıya gönderilmiştir. Uzman geri bildirimleri doğrultusunda sorular tekrar düzenlenmiştir.

Öğrencilerden elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Bu yöntemle öğrenci ifadeleri incelenerek söylem sıklıkları belirlenmekte, bu ifadeler okuyucuya betimlemeler yapılarak aktarılmakta ve söylemlerden doğrudan alıntılar yapılarak okuyucuya sunulabilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Öğrencilerden çevrimiçi form yoluyla toplanan veriler kelime işlemci programında tekrar düzenlenmiştir. Düzenlenen doküman Nvivo 10 programı içerisine aktarılmıştır. Araştırmanın alt problemleri çerçevesinde kodlamalar yapılmış ve ortaya çıkan kodların frekans değerleri bulunmuştur. Elde edilen kodlar ve frekans değerleri alan uzmanı olan diğer bir araştırmacı tarafından değerlendirilerek kodların tutarlılığı sağlanmıştır.

**Bulgular**

Bu araştırmada çevrimiçi eşzamanlı öğrenme ortamlarında verilen robotik programlama eğitimi sonrasında, Tinkercad programının özellikleri, kullanım kolaylığı ve öğrenmeye katkısına yönelik öğrencilerin görüşleri alınmıştır.

İlk olarak öğrenciler Tinkercad yazılımıyla kullanılan Arduino simülasyonunu ile fiziksel Arduino robot kitini karşılaştırmışlardır. Öğrencilerin çoğu Arduino simülasyonunun özelliklerinin fiziksel robot kitine benzer olduğunu (N=3) fakat bazı bileşenlerin çalışması sırasında kısmen kararsızlıklar yaşandığını (N=3) ve fiziksel robot ile kullanılan bazı sensörlerin Tinkercad programına da dahil edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir (N=2). Bu çıkarımlara yönelik bazı öğrenci ifadeleri aşağıda verilmiştir.

*Tinkercad’in gerçek hayatta çalışan robota benzemesi çok yararıma oldu, aynen gerçek robotta olduğu gibi anlık ölçüm vs yapabildim derslerde [Ö1]. Online eğitim sisteminde yüz yüze görmemiz gerektiğini düşündüğüm dersimizde ne kadar yüz yüze eğitimin yerini tutmasa da gayet yararlı ve başarılı bir yazılım [Ö3]. Güzel bir web yazılımı ama daha geliştirilmesi gerekiyor bazı sensörler kararlı çalışmıyor ve gerçek robotta kullanılan bazı sensörler uygulamada eksik [Ö2].*

İkinci olarak öğrenciler Tinkercad programını kullanım kolaylığı açısından değerlendirmişlerdir. Öğrencilerin çoğu daha önce Arduino ile ilgili bilgi sahibi olmadıklarını ve ilk başlarda konuları anlamada zorlandıklarını belirtmişlerdir. Aynı öğrenciler ilerleyen haftalarda Tinkercad üzerinden devre tasarlamanın ve kodlama yapmanın kolay olmasından dolayı konuları giderek daha kolay kavradıklarını ifade etmişlerdir (N=4). Öğrencilerin Tinkercad’n kullanımına yönelik ifadeleri aşağıda verilmiştir.

*Yeni gördüğüm bir ders ve konu olmasına rağmen Tinkercad sayesinde devreleri kurmanın, bağlantıları yapmanın mantığını kavramam daha kolay oldu [Ö3]. Devreleri kurma bağlantı ve kodlamada zorlanmadım. Sadece bazı bileşenler yok ama onların yerlerine alternatif bileşenler konulmuş. Kullanımı oldukça kolay bir simülasyon [Ö4]. İlk başlarda zorlandım ama mantığını kavradığımda kullanmam zor olmadı [Ö1].*

Son olarak öğrenciler çevrimiçi ortamda Tinkercad yoluyla eşzamanlı olarak verilen eğitim sonrası kendi robotik programlama bilgi gelişimlerini değerlendirmişlerdir. Öğrencilerin çoğu çevrimiçi de olsa eğitimin uygulamalı yapılmasının öğrenmeye önemli katkı sağladığını (N=4) ve projeye dayalı ödevler hazırlayarak derste sunum yapılmasının bireysel öğrenmeye ve konuların daha iyi kavranmasına katkı sunduğunu belirtmişlerdir (N=3). Öğrencilerin robotik programlama öğrenmelere ilişkin ifadeleri aşağıda verilmiştir.

*Final sınavımızı sunum şeklinde farklı bir proje hazırlayarak sunmamız bizim için artısı oldu. Farklı düşüncelere ve dersi daha iyi kavramama neden oldu güzel bir deneyimdi benim için [Ö1]. Son notlarımızın ödev şeklinde olması ise bizim internet ortamında araştırıp kendimizin de bir şeyler araştırarak öğrenmemize katkı sağladı [Ö2].*

Öğrencilerin görüşlerine yönelik yukarıda ortaya konan bulguların özeti şekil 2’de şematize edilmiştir.

**Şekil 2**

*Tinkercad programına yönelik görüşler*



**Tartışma, Sonuçlar ve Öneriler**

Bu araştırma Tinkercad programı üzerinden çevrimiçi eşzamanlı olarak verilen robotik programlama eğitimi sonrası öğrencilerin görüşlerini aktarmaktadır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre, Tinkercad programında kullanılan Arduino simülasyonun fiziksel robotik kitle benzer özelliklere sahip olduğunu, fakat bazı sensörlerin çalışırken kararsızlıkların oluştuğunu ve fiziksel robotla kullanılan bazı sensörlerinde eksik olduğunu belirtmişlerdir. Tinkercad programında Arduino Uno mikro denetleyici ve bu denetleyici ile kullanılabilecek birçok devre elamanı ve sensörler bulunmaktadır (Tinkercad, 2021). Öğrenciler sanal olarak breadboard üzerinden devrelere tasarlayabilmekte, metin veya blok tabanlı kodlama yoluyla tasarımlarını çalıştırabilmektedir. Devrelerde kullanılan bileşenler ile serial okumalar yapılarak elde edilen çıktılar görülebilmekte ve benzetimler yoluyla sensörlerin hareketleri gözlenebilmektedir. Eğitim sürecinde öğrenciler hem simülasyon üzerinden eşzamanlı olarak uygulama yaparken hem de fiziksel robot üzerinden benzer uygulamaları izlemişlerdir. Bu sebeple öğrenciler fiziksel robot ile sanal robotu aynı anda karşılaştırma imkânı bulmuşlardır. Öğrenciler 36 saatlik eğitim sonrası Tinkercad yazılımıyla kullanılan Arduino simülasyonun fiziksel robot kiti ile benzer özelliklere sahip olduğunu fakat bazı sensörlerde çalışma sürecinde kararsızlıklar yaşandığını ve bazı bileşenlerinde olmadığını ifade etmişlerdir. Daha önce hiç Arduino robotik programlama eğitimi almayan öğrenciler eğitim sonrasında Tinkercad programını kolay bir şekilde kullanabildiklerini ve temel düzeyde robotik programlama bilgisi kazandıklarını ifade etmişleridir. Eryilmaz ve Deniz (2021) ortaokul öğrencileri ile yürüttüğü çalışmada, öğrencilerin Tinkercad’e ilgilerinin yüksek olduğunu, yararlı bir program olduğunu ve kullanımının kolay olduğunu belirtmişlerdir. Tinkercad yazılımında kısmen kararsızlıklar ve bazı bileşen eksiklikleri olsa da öğrencilerin temel robotik programlama bilgisi gelişimi için fiziksel robot kitiyle benzer görevleri gördüğü söylenebilir.

Öğrenciler çevrimiçi eşzamanlı olarak aldıkları eğitim sürecinde öğretim elemanı ile Tinkercad üzerinden uygulamaları gerçekleştirmiş ve eğitimin sonlarında bireysel olarak küçük çaplı projeler hazırlamışlar ve arkadaşlarına sunmuşlardır. Öğrenciler uzaktan da olsa ders sırasında uygulamalar yapabilmelerinin öğrenmeye katkı sağladığını ve bireysel olarak projeye dayalı ödevler hazırlamalarının konuları daha iyi kavramalarına yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Sanal eğitsel robotik uygulamaları sınıflarda öğrenme etkinliklerinin kolay bir şekilde oluşturulmasına (Liu vd., 2013) ve fiziksel robotlara göre zamanın daha verimli kullanabilmesine izin vermektedir (Flot vd., 2012). Bu sebeple ders süresi içerisinde öğrenciler de bireysel olarak uygulama yapabilme imkânı bulmuşlardır. Kullanılan bu öğretim yöntemi öğrencilerin bilgilerini pekiştirmelerine katkı sağlamış olabilir. Kıran (2018) ortaokul öğrencileri ile yaptığı proje dayalı temel robotik kodlama çalışmasında öğrencilerin problem çözme becerilerinin arttığını belirtmiştir. Literatürde, Tinkercad yoluyla verilen eğitimlerde de öğrencilerin robotik programlama bilgilerinin geliştiği ifade edilmektedir (Amalia vd., 2020; Juanda ve Khairullah, 2021).

Bu araştırmanın katılımcı sayısı 4 öğrenci ile sınırlıdır. Araştırmaya eğitim öncesinde 10 öğrenci ile başlanmış fakat 4 öğrenciden veri elde edilebilmiştir. Pandemi (Covid-19) dolayısıyla öğrenciler ilerleyen süreçlerde farklı sebeplerden dolayı derslere istenen düzeyde katılım sağlayamamışlardır. Öğrenciler bu süreçte tüm derslerini çevrimiçi olarak aldığı için internet ve bilgisayar gibi kaynaklara erişmekte sınırlılık yaşayabilmektedir (Özdoğan ve Berkant, 2020).

Araştırmada elde edilen sonuçlar Tinkercad programının robotik programlama eğitimlerinde çevrimiçi olarak kullanılabilirliğine işaret etmektedir. Katılımcı sayısının sınırlı olmasından dolayı ilerleyen araştırmalarda daha kalabalık sınıfla benzer eğitimler düzenlenerek sonuçlar genişletilebilir. 2020 yılı itibariyle dünyayı etkisi altına alan pandemi sürecinde formal eğitimler çevrimiçi ortamlarda verilmeye başlanmıştır. Tinkercad programı çevrimiçi ortamlarda yaş gruplarına uygun olarak farklı ara yüzler (blok tabanlı, metin tabanlı) kullanılarak eğitimciler tarafından robotik programlama eğitimlerinde kullanılabilir.

**Kaynakça**

Amalia, D., IGAAMOka, I., Septiani, V., & Fazal, M. R. (2020). Designing of Mikrokontroler E-Learning Course: Using Arduino and TinkerCad. *Journal of Airport Engineering Technology (JAET)*, *1*(1), 8-14.

Amalia, D., IGAAMOka, I., Septiani, V., & Fazal, M. R. (2020). Designing of mikrokontroler e-learning course: Using Arduino and Tinkercad. *Journal of Airport Engineering Technology*, *1*(1), 8-14. <https://doi.org/10.52989/jaet.v1i1.2>

Arduino, (2021). About. https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction

Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21st century skills. Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems, 8(1), 5-11.

Eryilmaz, S., & Deniz, G. (2021). Effect of Tinkercad on Students' Computational Thinking Skills and Perceptions: A Case of Ankara Province. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, *20*(1), 25-38.

Flot, J., Schunn, C., Lui, A., & Shoop, R. (2012). Learning how to program via robot simulation. *Robot-Congers*, *37*, 68.

Juanda, E. A., & Khairullah, F. (2021, February). Tinkercad Application Software to Optimize Teaching and Learning Process in Electronics and Microprocessors Subject. In *6th UPI International Conference on TVET 2020 (TVET 2020)* (pp. 124-128). Atlantis Press.

Karaahmetoğlu, K. (2019). *Proje tabanlı arduino eğitsel robot uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri ve temel STEM beceri düzeyleri algılarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Amasya Üniversitesi.

Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015, June). A review: Can robots reshape K-12 STEM education?. In O. SwanteeIn (Ed.), *International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)* (pp. 1-8). London: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Kılıç, S. (2020). *Robotik* *programlama ile bilgi-işlemsel düşünme becerisine yönelik öğretim sürecinde öğretmenlerin pedagojik alan bilgisi gelişimi* (Yayınlanmamış Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

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.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Başkent Üniversitesi, Ankara.

Liu, A. S., Schunn, C. D., Flot, J., & Shoop, R. (2013). The role of physicality in rich programming environments. *Computer Science Education*, *23*(4), 315-331.

Liu, E. Z. F., Lin, C. H., & Chang, C. S. (2010). Student satisfaction and self-efficacy in a cooperative robotics course. *Social Behavior and Personality: An international journal*, *38*(8), 1135-1146.

MEB (2018). *Ortaöğretim bilgisayar bilimi dersi (Kur 1, Kur 2) öğretim programı*. http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=335

Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı-mbot örneği. *Bartin Üniversitesi Egitim Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 497.

Oluk, A., & Korkmaz, Ö. (2018). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin eğitsel robotların kullanımına yönelik görüşleri. *Pegem Atıf İndeksi, 0*, 215-224. doi:10.14527/3381

Özdoğan, A. Ç., & Berkant, H. G. (2020). Covid-19 pandemi dönemindeki uzaktan eğitime ilişkin paydaş görüşlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, *49*(1), 13-43.

Sinap, V. (2017). *Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik Arduino etkinliklerinin kullanılması: Bir eylem araştırması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi.

Tinkercad. (2021). About. <https://www.tinkercad.com/>

Üçgül, M. (2018). Eğitsel robotlar ve bilgi işlemsel düşünme. Ankara: Pegem Akademi.

Yıldız Durak, H., Karaoğlan Yılmaz, F. G., Yılmaz, R., & Seferoğlu, S. (2017). Erken yaşta programlama eğitimi: Araştırmalardaki güncel eğilimlerle ilgili bir inceleme. A. İşman, F. Odabaşı, ve B. Akkoyunlu. *Eğitim Teknolojileri Okumaları içinde*, 205-236.

Yin, R,K.(1998). Case study research: design and methods. Thousand Oaks: Sage Pbc.