

Matematik Eğitimindeki Eğitsel Robotik Uygulamaları Üzerine Yapılan Çalışmaların İncelenmesi

Tuğçe ÖZTÜRK KUL¹ *  Berna CANTÜRK GÜNHAN² 

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

Makale Bilgisi

ÖZET

Makale Geçmişi

Geliş Tarihi: 12.02.2024

Kabul Tarihi: 03.11.2025

Yayın Tarihi: 31.12.2025

Anahtar Kelimeler:

Matematik eğitimi,
Eğitsel robotik uygulamaları,
Sistemik analiz.

Eğitim öğretim faaliyetlerinde kullanılmakta olan araç ve gereçler öğrencilerin derse karşı olan ilgilerini ve motivasyonlarını arttırmakta, derse aktif katılımlarını sağlamakta etkilidir. Bu sebeple öğretim içerisinde teknolojiye faydalanmak, öğrencilerin matematiğe karşı oluşturdıkları olumsuz düşünceleri değiştirerek yapılan öğretimin daha verimli olmasını sağlayacaktır. Bu araştırmanın amacı, ülkemizde matematik eğitiminde yapılan robotik uygulama çalışmalarının incelenmesidir. Araştırma Web of Science, ERIC (Educational Resources Information Center), Scopus, Google Scholar (Google Akademik), Tr Dizin, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanları üzerinden matematik eğitiminde robotik uygulamalara ilişkin 2002-2021 yılları arasında dünyada yapılmış 47 çalışmanın verilerinden oluşmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden sistematik alanyazın incelemesi yöntemi kullanılmış olup, çalışma kapsamında araştırmanın amacı da göz önünde bulundurulduğunda amaçlı örnekleme yöntemlerinin bir çeşidi olan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda veri tabanları tarafından sunulan çalışmaların içerikleri incelenerek matematik eğitimiyle ilgili olan çalışmalar araştırmaya dahil edilmiştir. İlgili çalışmaların yayınlarına ait bilgiler ölçütler doğrultusunda betimsel içerik analizi tekniği ile analiz edilmiştir ve raporlaştırılmıştır. İlgili çalışmaların yüksek lisans tezi, doktora tezi, bildiri ve makale türünde olduğu, araştırma yönteminin genellikle belirtilmediği, teknoloji araç olarak genellikle Lego Mindstorms, Lego Robot, diğer robot kitleri, Bee-bot, sosyal robot kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda matematik eğitiminde eğitsel robotik uygulamaların yaygınlaştırılması eğitim sisteminde öğretim programları çerçevesinde gerekli altyapılar sağlanarak dahil edilmesi önerilmektedir. Eğitsel robotik uygulamaların katılımcıların akademik başarıya olumlu etkilerinin yanında motivasyon, tutum, ilgi, merak, farkındalık gibi duyuşsal süreçlerine katkılar sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Investigation of the Studies on Educational Robotic Applications in Mathematics Education

Article Info

ABSTRACT

Article History

Received: 12.02.2024

Accepted: 03.11.2025

Published: 31.12.2025

Keywords:

Mathematics education,
Educational robotics
applications,
Systematic review.

Tools and materials utilized in educational activities effectively enhance students' interest and motivation throughout the lesson and fostering their active participation. Therefore, utilizing technology in the lessons will make the teaching more efficient by altering students' negative perceptions towards mathematics. The aim of this research is to examine the robotic application studies conducted in mathematics education in our country. The research consists of data from 47 studies conducted worldwide between 2002 and 2021 on robotic applications in mathematics education, obtained from the Web of Science, ERIC (Educational Resources Information Center), Scopus, Google Scholar, Tr Index, and the Council of Higher Education National Thesis Center databases. The systematic literature review method, a qualitative research method, was used in the study, and considering the purpose of the research, criterion sampling, a type of purposeful sampling method, was used in the research. As a result of the analysis of the data, studies related to mathematics education were included in the research by examining the contents of the studies presented by the databases. Information regarding the publications of the relevant studies was analyzed and reported using descriptive content analysis technique based on the criteria. It was found that the relevant studies mainly consisted of master's theses, doctoral theses, papers and articles, with the research method generally not specified, and technology tools such as Lego Mindstorms, Lego Robot, other robot kits, Bee-bot, and social robots were commonly used. Based on the findings, it is recommended that educational robotic applications in mathematics education should be popularized and integrated into the education system by providing necessary infrastructure within the framework of teaching programs. The results have shown that educational robotics applications contribute not only to participants academic success but also to their affective processes such as motivation, attitude, interest, curiosity and awareness.

To cite this article:

Öztürk Kul, T.& Cantürk Günhan, B. (2025). Matematik eğitimindeki eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2). 542-562. <https://doi.org/10.51119/ereegf.2025.158>

***Sorumlu Yazar:** Tuğçe Öztürk Kul, tgce.oztrk97@gmail.com

GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmelerin yaşamımıza yansımalarının hızlı olması nedeniyle her alandaki değişim zorunlu hale getirmektedir. Yaşanan teknolojik gelişmeler, bireylerin davranışlarını ve teknoloji kullanım alışkanlıklarını değiştirerek, yaşamın pek çok alanında etkisini göstermeye başlamıştır (Demir & Akpınar, 2016; Hoehe & Thibaut, 2020). Bu süreçte bireylerin teknolojik yeniliklere ayak uydurabilmesi, pedagojik amaçlara uygun biçimde kullanabilmesi ve öğretimsel bağlamda anlamlı biçimde entegre edebilmesi beklenmektedir (Göncü, Çetin & Top 2018; Mishra & Koehler, 2006; Weigand, Trgalova & Tabach, 2024). Ayrıca bireylerden beklenenler arasında kendi teknolojilerini üretebilmeleri, yenileyebilmeleri, geliştirebilmeleri ve kullanabilmeleri de yer almaktadır. Bununla birlikte teknolojik gelişmelerin eğitimde alanında entegre edilmesi ile süreç araştırmacılar tarafından da dikkatle takip edilmektedir.

Eğitim, toplumsal dönüşümleri ve teknolojik gelişmeleri benimseyen dinamik bir disiplindir. Dijital teknolojilerin öğrenme süreçlerine entegrasyonu ile eğitim, öğrencilerin aktif katılımını ve üst düzey becerilerinin gelişimi destekleyen bir yapıya dönüştürmüştür (Kirkwood & Price, 2014). Papert (1980), bireylerin teknoloji destekli öğrenme ortamlarında aktif olarak üretim yapmalarına ve deneyim kazanmalarına imkan tanıdığına, bilgilerini yeniden yapılandırarak farklı düşünme biçimleri geliştirdiklerini ifade etmektedir. Beşoluk, Kurbanoglu ve Önder'in (2010) çalışmalarında da belirttikleri gibi etkili kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri öğrenme ortamlarının verimli kullanılmasını sağlamakta ve kalıcı öğrenmeler oluşturmaktadır. Eğitsel robotik uygulamaları, matematiksel kavramların somutlaştırılmasına ve öğrencilerin analitik düşünme becerilerinin gelişmesine olanak tanımaktadır (Benitti, 2012).

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimiyle birlikte eğitimde robotik teknolojilerin eğitsel uygulama olarak yaygınlığı artmaktadır. Eğitim süreçlerine entegre edilen eğitsel robotlar, robotik kitler ve setler, kodlama, robotik, oyun tasarımı ve 3B tasarım gibi çağdaş becerilerin somutlaştırılmasına katkı sunmaktadır. Özellikle 2000'lerin sonrasında robot kullanımında belirgin bir artış yaşanmıştır (Eroğlu & Hamzaoğlu, 2021). Araştırmalar, robotik uygulamaların yalnızca teknoloji eğitimlerinde değil, çok disiplinli bir biçimde farklı alanlarda ve program revizyonlarıyla beraber uygulandığını ortaya koymaktadır (Benitti, 2012; Sadik, Budiyo & Yuana, 2024). Robotların eğitim ortamlarına entegre edilmesi, öğrencilerin somut materyallerin davranışlarını soyut bir dijital ortamda kontrol edebilme becerisini desteklemektedir (Alimisis, 2013). Ayrıca, robotik uygulamaların önceki öğrenme düzeylerine alternatif bir öğrenme yolu sunduğu ve bireylerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirdiği belirtilmektedir (Silik, 2016; Kanbul & Uzunboylu, 2017). Böylece çocuklara özgür öğrenme ortamları sunularak bilgiye kendi anlayışlarında hâkim olmaları ve tüketen değil, üreten bir toplum yapısına dönüşmeleri hedeflenmektedir. Araştırmalar, robotik uygulamalarının öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenme, problem çözme, karar verme, sorgulama ve eleştirel düşünme becerileri ile entelektüel yeteneklerini geliştirdiğini göstermektedir (Costa & Fernandes, 2004; Eteokleous-Grigoriou & Psomas, 2013; Ramli, Yunus, & Ishak, 2011; Siper Kabadayı, 2019). Öğrencilerin farklı düzeylerdeki bilişsel becerilerine hitap eden, temel düzeydeki uygulamalardan ileri düzey kodlama becerileri gerektiren etkinliklere kadar geniş bir yelpaze bulunmaktadır (Aksu & Durak, 2019). Ayrıca, robotik destekli öğrenme ortamları öğrencilere araştırma odaklı etkinlikler sunarak üst düzey bilişsel beceriler kazandırmakta (Atman Uslu, Yavuz & Usluel, 2023; Ouyang & Xu, 2024) ve üretken, üst düzey düşünme becerilerine sahip ve araştıran bireylerin yetiştirilmesi açısından fırsatlar sunmaktadır (Budiyo vd., 2022). Robotik çalışmalarının öğrencilerin öğrenmeye yönelik ilgilerini ve motivasyonlarını artırdığı, oyun ve eğlence ortamı sunarak öğrenmeyi kolaylaştırıcı etki oluşturduğunu aynı zamanda sınıf içi iletişim ve iş birliğini geliştirdiğini de rapor edilmiştir (Akman Selçuk, 2019; Arıs & Orcos, 2019; Büyükkarcı, 2019; Chen, Quadir, & Teng, 2011; Highfield, 2010; Küçük & Şişman, 2017; Wei vd., 2011). Sonuç olarak, robotik tabanlı eğitim uygulamaları, grup çalışmasına dayalı

öğrenme ortamlarını teşvik ederek 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına olanak tanımaktadır (Kim & Lee, 2016; Okuyucu, 2019).

Eğitim süreçlerinde robotlar; *öğretim aracı, etkileşimli akran ve rehber öğretmen* olmak üzere üç temel işlevde kullanılmaktadır. Özellikle Dream, STEM Bioroid ve LEGO Mindstorms gibi eğitim setleri, öğretim materyali olarak yaygın biçimde tercih edilmektedir. Robotik materyallerin farklı yaş ve eğitim kademelerinde kullanılması, öğrencilerin analitik, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmekte; bilimsel analiz ve problem çözme yetilerini güçlendirmekte ve akademik başarılarına olumlu katkı sağlamaktadır (Alimisis & Kynigos, 2009; Çukurbaşı, 2016; Gerecke & Wagner, 2007; Kılınç, 2014; Özdoğru, 2013; Strawhacker & Bers, 2015). Eğitimde kullanılan çeşitli robotik setler ve mikrodenetleyiciler, eğitsel amaçlı uygulamaların teknik altyapısını oluşturmaktadır. Bu kapsamda LEGO Mindstorms (NXT ve EV3), Robotis, Makeblock (mBot), Arduino ve Raspberry Pi gibi setler, eğitim ortamlarında en sık kullanılan robotik araçlar arasında yer almaktadır (Behrens vd., 2009; Chambers vd., 2007; Kim & Jeon, 2008a; Kim & Jeon, 2008b; Luchin, 2012).

Eğitim öğretim süreçlerinde yararlanılan eğitsel robotik materyallere misal olarak; Lego Mindstorms Setleri (NXT, Ev3), VEX IQ Platformu Setleri (Starter Kits), Robotis Setleri (PLAY, DREAM II, STEM, MINI, BIOLOID), Parallax Robotics Setleri (Robotics Arduino Shield Kit), Fischertechnik Setleri (Fischertechnik Introduction to STEM I ve II), Makeblock Setleri (mBot - STEM Educational Robot Kit), Dash ve Dot, verilebilir. Robot programlama dillerine ve ortamlarına ise; ROBOT C ve Parallax Propeller C, Microsoft Robotics Developer Studio R4, Mindstorm Nxt Education, Robotis R+ Task 2.0, Microsoft Small Basic, Microsoft Touch Develop, S4A, Arduino, Mblock, Bee-bot, Pro-bot, RLC, RFID, Robot Synchronized Dancing-RSD, KindSAR, İnsansı robot DARwIn-OP, Sphero SPRK+, Ozobot, NAO robot, GeomBot materyaller misal olarak verilebilir (Numanoğlu & Keser, 2017). Ayrıca bu materyaller, öğrenenlerin kendi yetenek ve sınırlarını fark etmelerini, yaparak yaşayarak öğrenmelerini ve iş birliğine dayalı etkinliklerde aktif rol almalarını desteklemektedir.

Eğitimde robotik uygulamaların yaygınlaşması, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinde önemli gelişmeler sağlamaktadır. Robotik etkinliklerin öğrenme süreçlerine entegrasyonu, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, iş birliği yapma ve teknolojiyi etkin kullanma becerilerini geliştirmekte; öğrenme motivasyonunu artırmaktadır (Benitti, 2012; Eguchi, 2014). Bununla birlikte, robotik uygulamaların eğitimde kullanımında çeşitli sınırlılıklar da gözlemlenmektedir. Yüksek maliyet, teknik altyapı eksiklikleri, öğretmenlerin yeterli pedagojik ve teknolojik donanımına sahip olmamaları, müfredat uyumsuzluğu ve zaman yönetimi sorunları bu sınırlılıklar arasında yer almaktadır (Alimisis, 2012; Mataric, 2004; Üçgül & Çağıltay, 2014). Ayrıca bazı araştırmalar, robotik araçların yanlış veya aşırı kullanımının öğrencilerde yüzeysel öğrenmeye ve teknolojik bağımlılığa yol açabileceğini belirtmektedir (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Dolayısıyla, robotik teknolojilerin eğitim ortamlarında etkili bir şekilde kullanılabilmesi için öğretmen eğitiminin güçlendirilmesi, donanım ve yazılım erişimindeki eşitsizliklerin azaltılması ve uygulamaların pedagojik hedeflerle uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir (Eguchi, 2016; Mubin vd., 2013). Bu noktadan hareketle matematik eğitimi alanında eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan araştırmaların nasıl bir eğilim gösterdiğini incelenmesi gelecek çalışmalar için önemli bir yere sahiptir. Bu amaçla araştırmanın temel problemi “Matematik eğitimindeki eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların eğilimi nasıldır?” şeklindedir. Bu probleme cevap bulabilmek adına iki adet alt problemi oluşturulmuştur:

1. alt problemi “Matematik eğitimindeki eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar yayın türüne, yurtiçi/yurtdışı, yılına, araştırma modeline, tercih edilen desenine, çalışma grubuna, uygulama süresine, örneklem büyüklüğüne, örnekleme yöntemine, veri toplama araçlarına, kullanılan

teknolojik araçlara, geçerlilik-güvenirlik süreçlerine ve veri analiz yöntemlerine göre nasıl bir dağılım göstermektedir?”,

2. alt problemi ise “Matematik eğitimindeki eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların sonuçları nelerdir?” şeklindedir.

YÖNTEM

Bu çalışmada matematik eğitiminde yapılan eğitsel robotik uygulamalarına yönelik yapılan çalışmaları incelemek, çalışmalardaki ilişkileri ve eğilimleri açığa çıkarmayı amaçlayan sistematik alanyazın incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Sistematik alanyazın incelemesi, belirli kriterler çerçevesinde araştırmaya dahil edilen çalışmaların kararlaştırılan ölçütler doğrultusunda genel durumlarının belirlenmesini kapsamaktadır (Boland, Cherry & Dickson, 2017). Sistematik alanyazın incelemesi için “*planlama, incelenen çalışmaların belirlenmesi ve rapor etme*” olmak üzere üç aşamalı yöntem izlenmiştir (Kitchenham, 2004). Belirtilen aşamaların ne şekilde gerçekleştirildiği verilerin toplanması ve analizi başlığı altında detaylandırılmıştır.

Veri Kaynağı

Araştırmada, veri toplama aracı olarak alanyazına dayandırılarak geliştirilen “Akademik Yayın İnceleme Formu” kullanılmıştır. Bir matematik eğitimcisiinden uzman görüşü alınmış, fikirleri doğrultusunda form yeniden düzenlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen araştırmalar, “çalışmanın yayın türü, çalışmanın yurtiçi/yurtdışı olma durumu, yılı, araştırma modeli, çalışmanın deseni, çalışma grubu, uygulama süresi, çalışmanın örneklem büyüklüğü, çalışmanın örnekleme yöntemi, çalışmada kullanılan veri toplama araçları, çalışmanın geçerlik ve güvenilirlik, veri analizi ve çalışmada kullanılan teknolojik araçlar” başlıklarında sınıflandırılmıştır. Çalışmaların örnekleme eğitsel robotik uygulamaları konusunda çalışılan araştırmalar oluşturmaktadır. Amaçlı örnekleme yöntemlerinin bir türü olan ölçüt örnekleme tercih edilmiştir. Ölçüt örnekleme, araştırmacı tarafından önceden belirlenebileceği gibi, alanyazında veya uygulamada kabul gören bir standarda da dayanabilir (Yıldırım & Şimşek, 2021).

Verilerin Toplanması

Araştırmada incelemek amacıyla eğitsel robotik uygulamalar konusunda yapılmış araştırmalara erişebilmek için veri tabanlarında Türkçe ve İngilizce olarak iki farklı dilde anahtar sözcükler kullanılmıştır. Bu şekilde “eğitimde robotik kullanımı”, “robotics in education”, “robotik”, “robotics”, “matematik eğitimi”, “mathematics education” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Gerçekleştirilen arama sonucunda Web of Science, ERIC (Educational Resources Information Center), Scopus, Google Scholar (Google Akademik), Tr Dizin, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanları üzerinden ulaşılan çalışmaların içerikleri incelenerek matematik eğitimiyle ve robotik araç kullanan çalışmalar belirlenmiş ve araştırmaya dahil edilmiştir. Alanyazın taraması sonucunda araştırmaya, 2002-2021 yılları arasında 11 adet lisansüstü tez ve 36 makale ile toplam 47 çalışma yer almaktadır (Şekil 1).

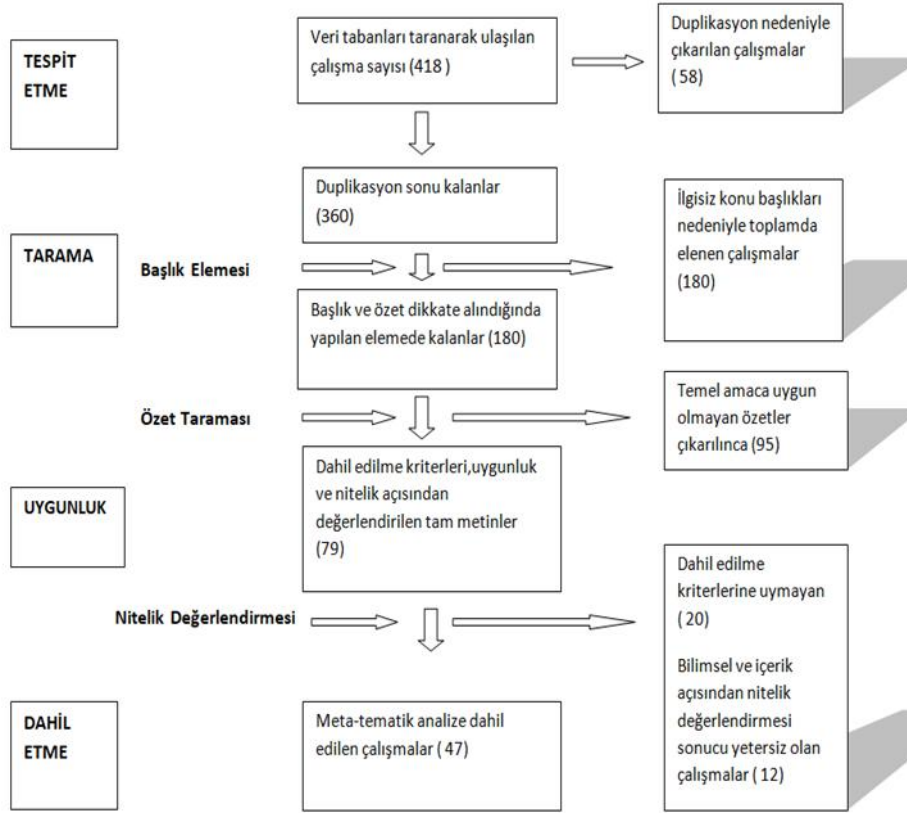
Verilerin Analizi

Gerçekleştirilen arama sonucunda veri tabanları tarafından sunulan çalışmaların içerikleri incelenerek matematik eğitimiyle ilgili olan çalışmalar belirlenmiş ve araştırmaya dahil edilmiştir. Veri tabanları üzerinden gerçekleştirilen taramalar iki araştırmacı tarafından bağımsız şekilde gerçekleştirilmiştir. Verilerin toplanmasında 47 çalışmaya erişilmiştir. Araştırmada kullanılmak amacıyla belirlenen 47 çalışma, iki alan uzmanı tarafından alınan görüşler doğrultusunda araştırmacı tarafından oluşturulan ölçütlere göre incelenmiştir. İlgili çalışmaların yayınlarına ait bilgiler; “yayın türü, yurtiçi/yurtdışı, yılı, yöntemsel model ve desen, çalışma grubu, uygulama süresi, örneklem büyüklüğü, örnekleme yöntemi, veri toplama araçları, kullanılan teknolojik araçlar, geçerlik ve güvenilirlik süreçleri, veri analiz yöntemleri, araştırma sonuçları” olmak üzere ölçütler doğrultusunda

betimsel içerik analizi tekniği ile analiz edilmiştir ve raporlaştırılmıştır.

Şekil 1.

Verilerin Toplanma Yolları



Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Araştırmadan ortaya çıkan verilerin yorumlanmasında betimsel içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Makale yazarları rastgele ikişer tez ve makale seçilerek sınıflandırma formuna göre birlikte sınıflandırmışlardır. Bu süre zarfında makale yazarları güvenirliliği artırmak amacıyla sınıflandırmalar üzerindeki anlaşmazlıkları tartışarak çözümlenmişlerdir. Sınıflandırma işlemi tamamlandıktan sonra aradan üç ay sonra yeniden sınıflandırma gerçekleştirilmiş ve bir doktora öğrencisi ile çalışmaların %25 i yeniden sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflandırma arasındaki uyum katsayısı %92 bulunmuştur. Elde edilen veriler, grafik, frekans ve yüzde olacak şekilde betimsel biçimde sunulmuştur.

BULGULAR

Matematik eğitimindeki eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan 47 çalışma araştırmanın birinci alt problem bağlamında yayın türüne, yurtiçi/yurtdışı, yılına, yöntemsel modele ve desene, çalışma grubuna, uygulama süresine, örneklem büyüklüğüne, örnekleme yöntemine, veri toplama araçlarına, kullanılan teknolojilere, geçerlik ve güvenilirlik süreçlerine, veri analiz yöntemlerine; ikinci alt problem bağlamında ise sonuçlarına göre analizi gerçekleştirilmiş olup elde edilen bulgular sunulmuştur.

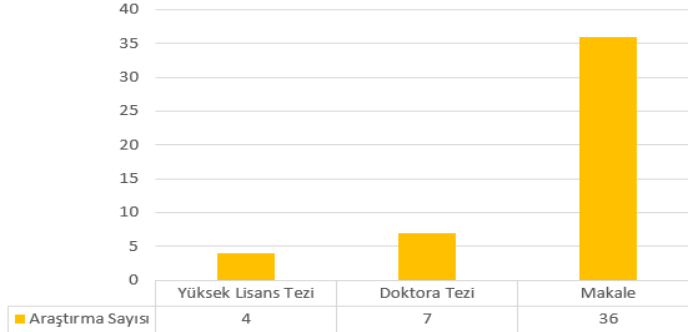
Yayın Türüne İlişkin Bulgular

Mevcut araştırmada, ilk olarak çalışmaların yayın türü göre dağılımı incelenmiştir. Elde edilen

bulgular Şekil 2’de verilmiştir. Yayın türüne ilişkin dağılım belirlenirken “yüksek lisans tezi,” “doktora tezi” ve “makale” olmak üzere üç başlıkta sınıflandırma yapılmıştır.

Şekil 2

Çalışmaların Yayın Türlerine Göre Dağılımı



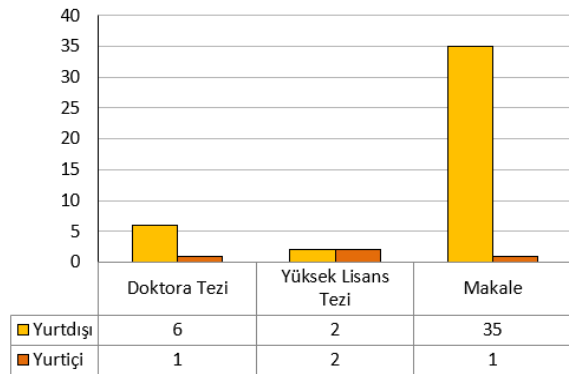
Şekil 2’de yer alan verilere göre, araştırmaya dahil edilen 47 çalışmadan 36’sının makale, 7’sinin doktora tezi ve 4’ünün ise yüksek lisans tezi olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların yayın türlerine göre dağılımlarında makalelerin daha fazla olduğu söylenebilir.

Çalışmaların Yurtiçi/Yurtdışında Gerçekleştirilmesi Durumuna İlişkin Bulgular

Çalışmaların yurtiçi ya da yurtdışında gerçekleştirilmesi durumuna göre dağılımı incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 3’te verilmiştir. Yurtiçi ya da yurtdışında gerçekleştirilmesi çalışmaların yayın türüne göre sınıflandırması yapılmıştır.

Şekil 3

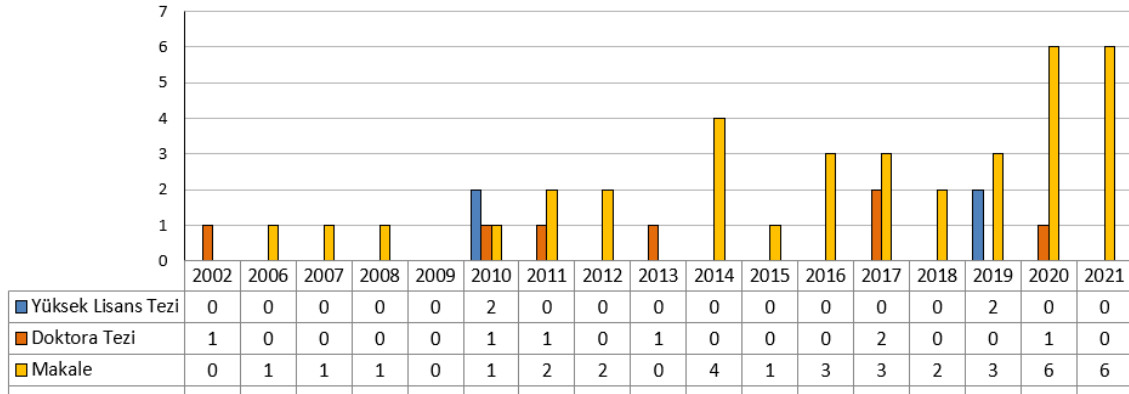
Çalışmaların Yurtiçi/Yurtdışına Göre Dağılımına İlişkin Bulgular



Şekil 3’te yer alan grafik incelendiğinde, çalışmaların çoğunlukla yurt dışı çalışmaları olduğu görülmektedir. Araştırmaya dahil edilen 47 çalışmadan 35 makalenin, 6 doktora tezinin ve 2 yüksek lisans tezinin yurtdışı olduğu saptanmıştır.

Çalışmaların Yıllarına İlişkin Bulgular

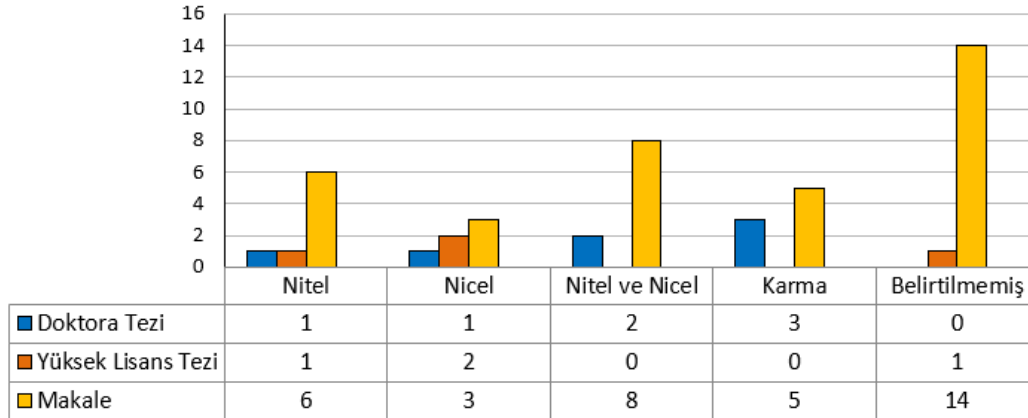
Çalışmaların yayın türüne göre yapıldığı yıllara ait dağılımı incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 4’te verilmiştir.

Şekil 4*Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımına İlişkin Bulgular*

Araştırmaların 2002-2021 yılları arasında olduğu görülmektedir. Çalışmalar incelendiğinde 2002 yılında 1, 2006 yılında 1, 2007 yılında 1, 2008 yılında 1, 2010 yılında 4, 2011 yılında 3, 2012 yılında 2, 2013 yılında 1, 2014 yılında 4, 2015 yılında 1, 2016 yılında 3, 2017 yılında 5, 2018 yılında 2, 2019 yılında 5, 2020 yılında 7 ve 2021 yılında 6 çalışmanın yapıldığı görülmektedir. 2009 yılında lisansüstü tez ya da makale tarzında çalışmalara rastlanmadığı, bununla birlikte 2010 yılından itibaren çalışmaların artış gösterdiği saptanmıştır. 2020 yılında ise çalışma sayısının en fazla olduğu dikkati çekmiştir.

Tercih Edilen Araştırma Modellerine İlişkin Bulgular

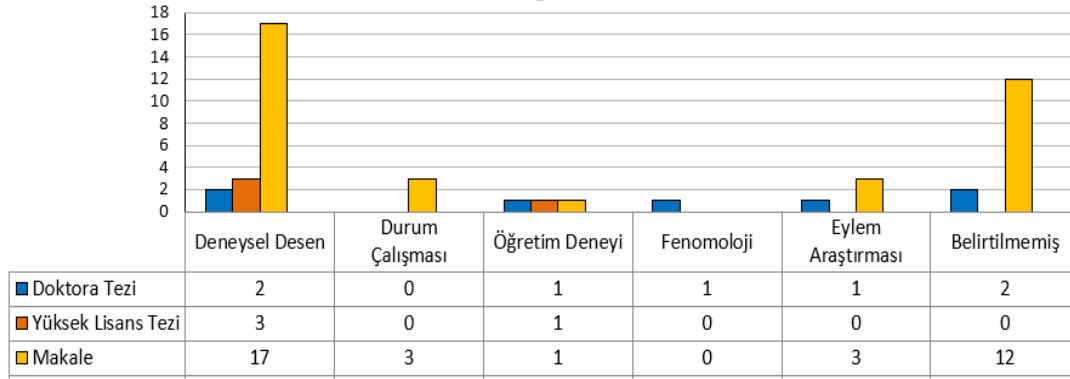
Çalışmalarda yayın türüne göre tercih edilen araştırma modellerinin dağılımı da incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5*Çalışmalarda Tercih Edilen Araştırma Modellerin Dağılımına İlişkin Bulgular*

Şekil 5'ten de anlaşılabacağı üzere araştırma modelini belirten çalışmalardan doktora tezi ve makale çalışmalarında nitel, nicel, nitel ve nicel beraber, karma araştırma modellerinin kullanıldığı tespit edilirken yüksek lisans çalışmalarında ise sadece nitel ya da sadece nicel araştırma modeli kullanıldığı görülmüştür.

Tercih Edilen Desen Türlerine İlişkin Bulgular

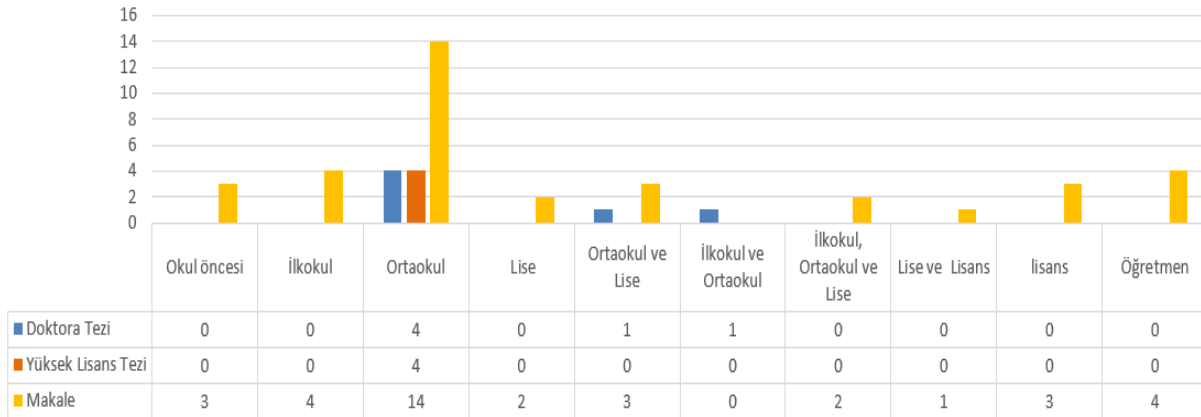
Çalışmalarda yayın türüne göre tercih edilen desen türlerinin dağılımı da incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 6'da verilmiştir.

Şekil 6*Çalışmalarda Tercih Edilen Desen Türlerinin Dağılımı*

Şekil 6'dan da anlaşılacağı üzere çalışmaların 22'sinde deneysel desen, 3'ünde durum çalışması, 3'ünde öğretim deneyi, 4'ünde eylem araştırması ve 1 tanesinde de fenomenoloji desen türü olarak tercih edildiği saptanmıştır. Bununla birlikte 14 çalışmada da desen türü belirtilmemiştir.

Çalışma Gruplarına İlişkin Bulgular

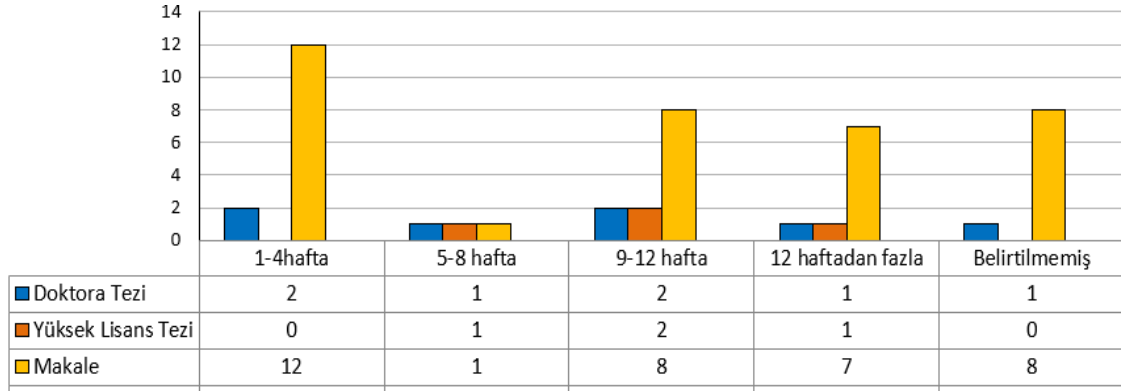
İncelenen çalışmaların yayın türüne göre hangi öğrenim kademesinde uygulandığı sınıflandırılmasına ait bulgular Şekil 7'de sunulmuştur.

Şekil 7*Çalışma Gruplarına Göre Dağılım*

Çalışmalar gerçekleştirildiği gruplara göre incelendiğinde en fazla ortaokul düzeyinde araştırmaya rastlanırken sırasıyla okul öncesi, ilkök, ortaokul, lise, lisans düzeyinde araştırma yapıldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra birden fazla öğretim kademesini içeren çalışmalarında olduğu belirlenmiştir. 4 çalışmanın ise görev yapan öğretmenlerle yapıldığı saptanmıştır.

Uygulama Süresine İlişkin Bulgular

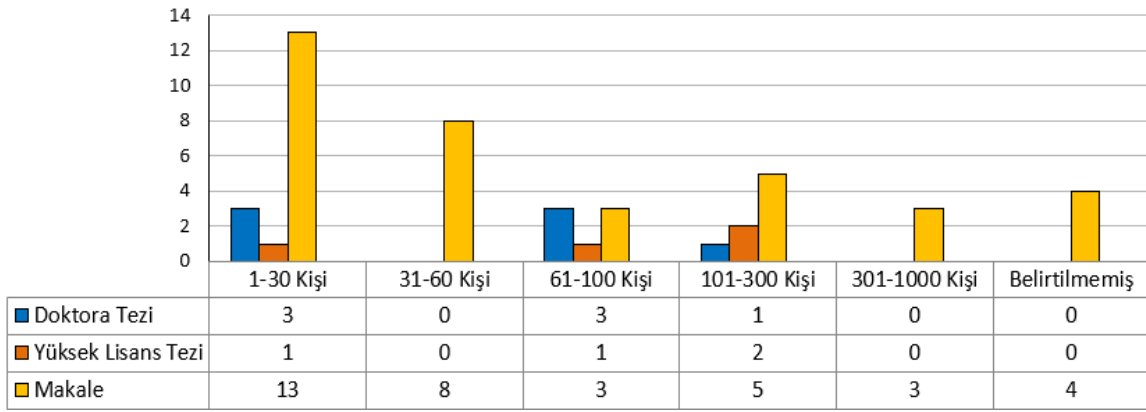
Çalışmaların uygulama süresi incelendiğinde elde edilen bulgular Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 8*Uygulama Süresine Göre Dağılım*

Çalışmaların uygulama sürelerine göre en fazla 1-4 hafta olduğu görülmektedir. 1-4 haftada 14, 5-8 haftada 3, 9-12 haftada 12 ve 12 haftadan fazla 9 çalışma olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte 9 çalışmada süreyi belirtmediği saptanmıştır.

Örneklem Büyüklüklerine İlişkin Bulgular

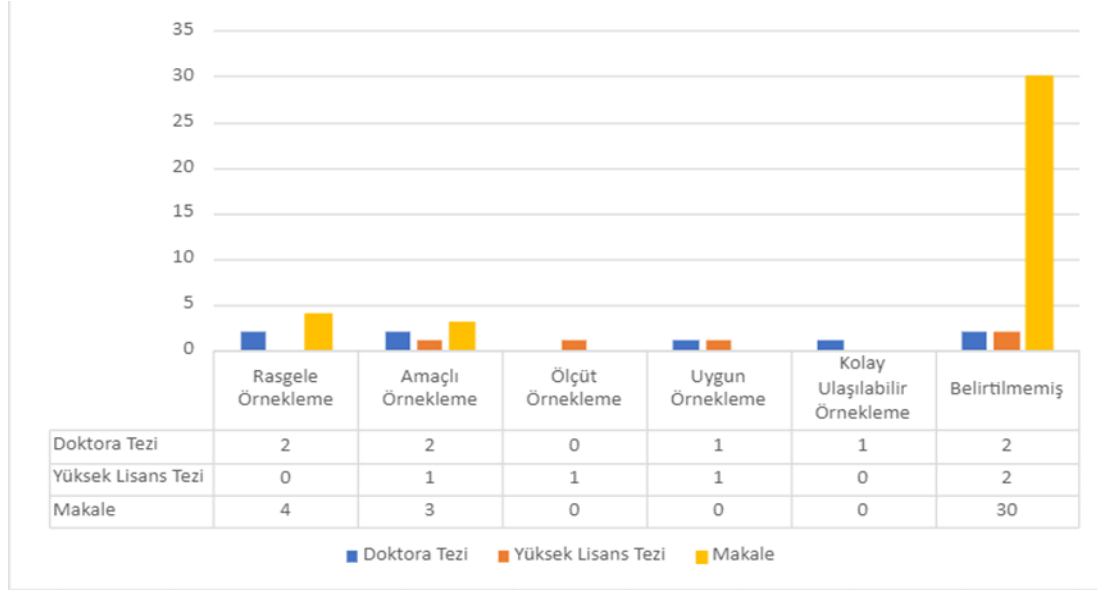
Çalışmaların yayın türüne göre örneklem büyüklüklerine ait sınıflandırma bulguları Şekil 9'da sunulmuştur.

Şekil 9*Örneklem Büyüklüklerinin Araştırma Yayın Türüne Göre Dağılımı*

Araştırmaya dahil edilen çalışmalardan makalelerin birçoğunun 1-30 aralığında, tezlerin ise 1-30 ile 61-100 aralığında örneklem büyüklüklerine sahip olduğu görülmektedir. 4 makale örneklem büyüklüğünü belirtmediği, örneklem büyüklüğü belirtilmemiş doktora tezi ve yüksek lisans tezine saptanmamıştır.

Tercih Edilen Örneklem Yöntemlerine İlişkin Bulgular

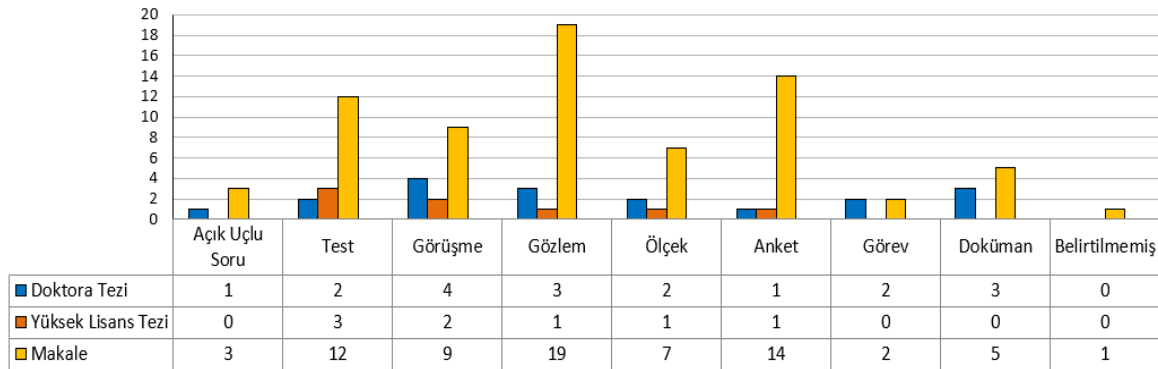
Araştırmalarda örneklem belirlerken hangi yöntemi tercih ettikleri sınıflandırılması için elde edilen bulgular Şekil 10'da sunulmuştur.

Şekil 10*Araştırmalarda Tercih Edilen Örneklem Yöntemlerinin Dağılımı*

Şekil 10 incelendiğinde çalışmalarının çoğunda örneklem oluşturulurken hangi örneklem yöntemini kullandıklarını ifade edilmediği belirlenmiştir. Örneklem yöntemi kullanılan çalışmalar arasında ise en fazla rastgele örneklem ve amaçlı örneklem yöntemini kullandıkları saptanmıştır.

Çalışmalarda Tercih Edilen Veri Toplama Araçlarına İlişkin Bulgular

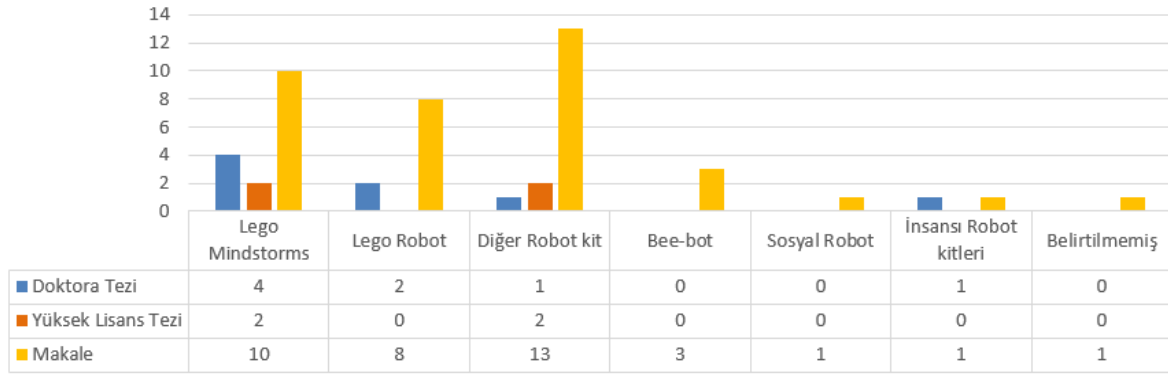
Araştırmaya dahil edilen çalışmalarda veri toplarken hangi araçları kullandıklarına dair yayın türüne göre sınıflandırma Şekil 11 'de sunulmuştur.

Şekil 11*Çalışmalarda Tercih Edilen Veri Toplama Araçlarının Dağılımı*

Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları olarak açık uçlu soruların, testlerin, gözlemlerin, görüşme formlarının, ölçeklerin, anketlerin, görevlerin ve dokümanların kullanıldığı saptanmıştır. Makalelerde çoğunlukla gözlem, anket, test, görüşme ve ölçek kullanılırken tezlerde ise görüşme, test, gözlem ve dokümanların daha fazla tercih edildiği Şekil 11'den görülmektedir. Ayrıca araştırmaların çoğunda birden fazla veri toplama aracı kullanıldığı da anlaşılmaktadır.

Çalışmalarda Kullanılan Teknolojik Araçlara İlişkin Bulgular

Çalışmaların uygulama sürecinde kullanılan teknolojik araçların dağılımına ilişkin bulgular Şekil 12'te sunulmuştur.

Şekil 12**Çalışmalarda Kullanılan Teknolojik Araçların Dağılımı**

Çalışmaların uygulama süreçlerinde Lego Mindstorms, Lego Robot, diğer robot kitleri, Bee-bot, insansı robot, sosyal robot kullanıldığı saptanmıştır. Şekil 12’den de anlaşılacağı üzere çalışmalarda çoğunlukla Lego Mindstorms araçlarının kullanıldığı görülmektedir.

Çalışmaların Geçerlilik ve Güvenirlik Süreçlerine Göre Dağılımı

Ele alınan çalışmalarda yayın türüne göre geçerlik veya güvenirlilik süreçlerinde ne gibi stratejiler kullandıklarına dair dağılım da incelenmiştir. Çalışmalarının çoğunun (f=28) geçerlik ve güvenirlilik süreçlerinin nasıl karşılandığına dair bilgi vermediği görülmüştür. Bu konuda bilgi veren çalışmalar incelendiğinde Tablo 1’de kullandıkları stratejilere ait bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 1

Çalışmaların Yayın Türlerine göre Geçerlilik ve Güvenirlik Süreçlerine Göre Dağılımı

Ölçütler	Çalışma Yayın Türü		
	Doktora Tezi	Yüksek Lisans Tezi	Makale
İnandırıcılık	2	-	2
Aktarılabirlik	-	-	2
Tutarlılık	-	-	2
Teyit Edilebilirlik	1	-	1
Kodlama Uyum Yüzdesi	-	-	1
Uzman Görüşü	2	2	2
Cronbach Alpha	2	1	5
KR-20	-	1	-
Test tekrar test	1	-	-
Kapsam Geçerliliği	1	1	-
Görünüş Geçerliliği	1	1	1
Yapı Geçerliliği	1	-	2
İç geçerlilik	3	-	5

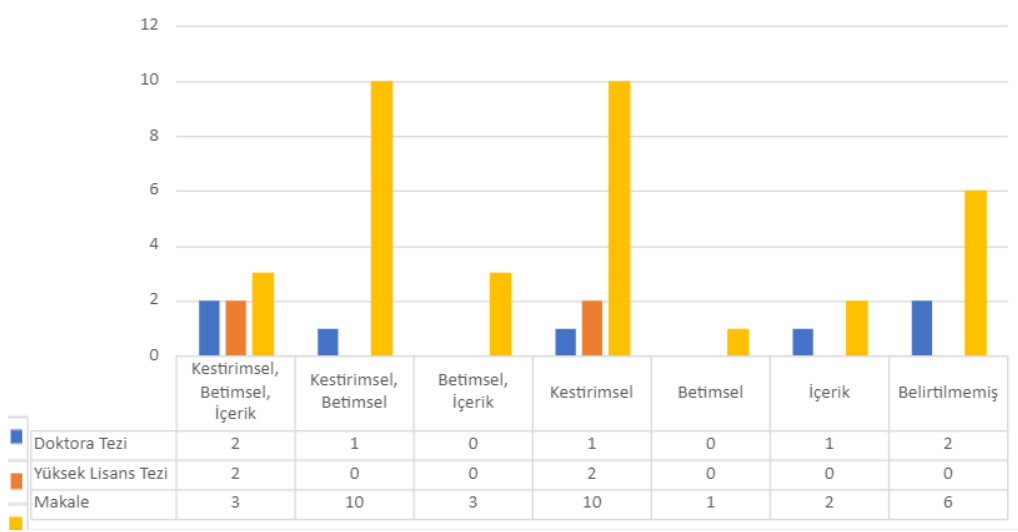
Tablo 1’den anlaşılacağı üzere çalışmalarının geçerliliğin ve güvenilirliğinin sağlanması için çoğunlukla Cronbach Alfa, uzman görüşü alma ve iç geçerlilik stratejilerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca geçerliliğinin ve güvenilirliğinin yükseltilmesi için tercih edilen stratejileri en fazla makalelerde nispeten de doktora tezlerinde yerine getirildiği belirlenmiştir.

Çalışmalarda Kullanılan Veri Analizi Yöntemlerine İlişkin Bulgular

Çalışmalarda kullanılan veri analiz yöntemlerinin neler olduğuna dair araştırmalar incelendiğinde elde edilen bulgular Şekil 13’te sunulmuştur.

Şekil 13

Araştırmalarda Kullanılan Veri Analiz Yöntemlerinin Dağılımı



Çalışmalarda veri analiz yöntemi olarak en fazla kestirimsel ve betimsel analizin talep gördüğü belirlenmiştir. Ayrıca 2 doktora tezi ve 6 makale olmak üzere toplamda 8 tane araştırmada ise kullanılan veri analiz yönteminin belirtilmediği belirlenmiştir.

Çalışmaların Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Eğitsel robotik uygulamalarına yönelik yapılan çalışmaların sonuçlarından ulaşılan sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2

Eğitsel Robotik Uygulamalarına Yönelik Yapılan Çalışmaların Sonuçları

Çalışmanın Sonuçları	Frekans (f)
Başarının artması	17
Motivasyonun artması	7
İlginin artması	4
Matematiksel kavramların anlaşılması	4
Derse katılımın artması	4
İşbirliğine dayalı öğrenmenin gerçekleşmesi	4
Tutumun olumlu yönde gelişimi	3
Uzamsal yeteneklerin gelişimi	3
Akıl yürütme becerilerinin gelişimi	3
Kendine olan güvenin artması	3
Eğitsel robotik uygulamalarının öğrenmeye destek olması	3

Üst biliş becerilerin gelişmesi	2
Matematiksel kavramların teknoloji ile entegrasyonun sağlanması	2
Farkındalığın artması	2
Derse olan merakın artması	1
Yaratıcılığın artması	1
Problem çözme becerilerinin gelişimi	1
İşlemsel becerilerin gelişimi	1
Robotların gerçek dünyaya entegrasyonunda zorluk	1

Tablo 2’den de görüldüğü üzere çalışmalarda eğitsel robotik uygulamalarının katılımcıların başarıları ve matematiksel kavramları anlamaları gibi bilişsel süreçleri ile üst biliş, uzamsal yetenek, akıl yürütme ve problem çözme becerilerine olumlu katkılar sağladığı saptanmıştır. Bunun yanı sıra eğitsel robotik uygulamaların katılımcıların motivasyon, tutum, ilgi, merak, farkındalık gibi duyuşsal süreçlerine katkılar sağladığı ifade edilmiştir. Bu sayede artan ilgi, merak ve motivasyonun etkisiyle bireylerde derse olan katılım ve kendilerine olan güvenin de arttığı görülmüştür. İncelenen 1 çalışmada eğitsel robotların matematiksel olarak gerçek dünyaya entegrasyonunda zorluklar yaşandığı belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Mevcut çalışmada matematik eğitimindeki eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların eğilimleri incelenmiş ve matematik eğitimi alanyazına katkı sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda incelemeye dâhil olan kırk yedi çalışma; yayın türü, yurtiçi/yurtdışı, yılı, yöntemsel model ve desen, çalışma grubu, uygulama süresi, örneklem büyüklüğü, örneklem yöntemi, veri toplama araçları, kullanılan teknolojik araçlar, geçerlik ve güvenilirlik süreçleri, veri analiz yöntemleri, araştırma sonuçları göre sistematik alanyazın yöntemiyle incelenmiştir.

Matematik eğitiminde eğitsel robotik uygulamaları konusunda yapılan ve çeşitli veri tabanları üzerinden gerçekleştirilen tarama sonucu araştırmaya dahil edilen 36’sı makale, 4’ü yüksek lisans, 7’si doktora tezi olmak üzere 4 Türkçe, 43 İngilizce toplam 47 çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmalar yıllara göre incelendiğinde 2002 yılından itibaren araştırmacıların ilgisini çektiği ve 2010 yılından itibaren artış olduğu söylenebilir. Bu sonuç Talan (2020) tarafından gerçekleştirilen araştırmanın sonucu ile örtüşmektedir.

Araştırma yöntemi olarak nitel, nicel, nitel ve nicel beraber, karma araştırma modellerinin tercih edildiği ancak yüksek lisans çalışmalarında ise sadece nitel ya da nicel araştırma modeli kullanıldığı göze çarpmaktadır. Yüksek lisans çalışmalarında sadece nitel ya da sadece nicel yönteminin kullanılması veri toplama süreci açısından zaman konusunda avantajlı olması olabilir. Ayrıca en fazla çalışmanın nitel ve nicel beraber uygulandığı çalışmalar olduğu saptanmıştır. Bu durum hem nitel hem nicel araştırma yönteminin kullanılması araştırma sonuçlarını kuvvetlendirmesi ve zenginleştirilmesi (Hesse-Biber, 2010) ile açıklanabilir. Araştırma yöntemi desenlerine göre çalışmalar incelendiğinde en çok deneysel desen, eylem araştırması, durum çalışması ve öğretim deneyi de sıklıkla kullanılan araştırma desenleri olmuştur. Aslında nitel ve nicel araştırma yöntemlerini tercih eden çalışmalarda bu desenlerin ortaya çıkması, belirlenen amaç ve tercih edilen yönteme göre desenlerin seçilmesi olması düşünülebilir. Matematik eğitiminde kullanılan robotik uygulamalara ilişkin çalışmalarda çoğunlukla 1-30 kişi aralığındaki ortaokul öğrencileri ile 1-4 hafta arasında uygulamalar gerçekleştirildiği saptanmıştır. Hangün ve arkadaşlarının (2022), Talan’ın (2020), Yolcu ve Demirer’in (2017) araştırmalarında benzer şekilde en çok ortaokul kademelerinde çalışmalar yapıldığını belirtmiştir. Bu durumun yaş grubunun ilgisi ile çalışmaların amacından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca bu süreçte katılımcıları en fazla rastgele örnekleme ve amaçlı örnekleme yöntemi yoluyla belirledikleri göze

çarpmaktadır. Hangün ve arkadaşlarının (2022), araştırmasında incelediği çalışmalarda da amaçlı örnekleme ve rastgele örnekleme türlerinin sıklıkla tercih edildiği gözlemlenmiştir. Mevcut araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda geçerlik ve güvenilirliğin artırılması için kullanılan stratejilerden en çok uzman görüşü Cronbach Alfa ve iç geçerlilik stratejileri olurken veri analizinde de en fazla kestirimsel ve betimsel analizin kullanıldığı saptanmıştır. Bunun yanı sıra bazı çalışmalarda geçerlik ve güvenilirlik ile veri analizi süreçlerinden bahsedilmemiş olması yöntemsel açıdan önemli bir eksiklik olarak denilebilir.

Eğitsel robotik uygulamalarla ilgili çalışmalarda çeşitli veri toplama teknikleri ve teknolojik araçlar kullanılmıştır. Çalışmalarda açık uçlu sorular, test, gözlem, görüşme formları, ölçek, anket, görev, doküman ve açık uçlu problemler veri toplama araçları kullanılırken çalışmaların uygulama süreçlerinde Lego Mindstorms, Lego Robot, diğer robot kitleri, Bee-bot, insansı robot, sosyal robotların tercih edildiği görülmektedir. Alan yazında yapılan sistematik analiz çalışmalarından Zhong ve Xia (2020) çalışmasında gözlem, test, anket, görüşme, ürün değerlendirmesi gibi veri toplama araçları kullanılırken Yolcu ve Demirel'in (2017) araştırmasında da incelediği çalışmalarının çoğunda teknolojik robotik setlerde en yaygın Lego Mindstorm NXT setinin kullanıldığı görülmüştür. Bu robot setlerinin kullanılmasının nedeni sınıf ortamı için uygunluğu, öğrenci ve öğretmen kullanım kolaylığı (Numanoğlu & Keser, 2017) olması olabilir.

Araştırmaya dahil edilen çalışmaların sonuçları açısından ele alındığında çoğu çalışmada başarının anlamlı derecede arttığı gözlenmiştir. Kim ve Lee (2016), Hangün (2019) ile Tekin (2020) çalışmalarında da matematikte kullanılan robotik uygulamalarının matematik başarısına olumlu etkisi olduğu sonucunu desteklemektedir. Benzer şekilde Göksoy ve Yılmaz (2018) çalışması da robotlar yardımıyla yapılan çalışmaların akademik başarıya olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Mevcut çalışmanın bir diğer sonucu eğitsel robotik uygulamalarının katılımcıların motivasyon, tutum, ilgi, merak, farkındalık gibi duyuşsal süreçlerine katkılar sağladığıdır. Alan yazında Akman-Selçuk, (2019), Barak ve Assal (2018), Kılınç (2014), Kim ve Lee (2016), Şişman ve Küçük (2018) çalışmaları robotik çalışmalarının bireylerin duyuşsal özelliklerini olumlu yönde etkilediği sonucunu desteklemektedir.

Matematik derslerinde eğitsel robotik uygulamalarının gerçekleştirildiği alanyazındaki çalışmaların incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre makale çalışmalarının fazla olması sebebiyle lisansüstü çalışmaları artırılabilir. Matematik eğitiminde eğitsel robotik çalışmalarının incelenmesi ile elde edilen sonuçlara göre çalışma grubu olarak en fazla ortaokul kademesi tercih edilmiştir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurularak artırılan eğitimin niteliğini, yükselen öğrenci ilgi ve merakını, gerçekleştirilen kalıcı öğrenmeleri göz önünde bulundurarak her kademede robotik çalışma alanları oluşturulabilir. Ayrıca hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimler ile öğretmen adayları ve öğretmenlerin robotik uygulamaları etkili bir biçimde uygulamaları sağlanabilir. Gelecek çalışmalar, daha büyük gruplarla daha uzun süreli uygulama süresi olacak şekilde planlanabilir. Bu bağlamda yapılacak çalışmalarda araştırma yöntemi karma yöntem ve desenlerinde tercih edilebilecekken veri toplama araçları da çeşitlendirilebilir. Okullarda eğitsel robotik uygulamaları bağlamında öğrencilerin etkileşimde bulunabilecekleri etkinlikler düzenlenebilir. Eğitsel robotik uygulamalarının alanyazında değinilmemiş ya da az çalışmanın olduğu bilişsel ve duyuşsal özellikler üzerindeki etkileri incelenebilir.

Ethical Approval

Bu araştırma sistematik alanyazın incelemesi olduğu için ikincil verilerle çalışılmıştır. Bunun için etik kurul izni alınmamıştır.

Conflict of Interest

Çıkar çatışması yoktur.

REFERANSLAR

- Akman-Selçuk N. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- 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.
- Alimisis, D. (2012). Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education* (Vol. 9, pp. 7-14).
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. In D. Alimisis (Ed.), *Teacher education on robotic-enhanced constructivist pedagogical methods* (pp. 11–26). ASPETE: Athens, Greece; AACE: Morgantown, WV, USA, ISBN 978-960-6749-49-0.
- Arís, N., & Orcos, L. (2019). Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills. *Education Sciences*, 9(2), 73.
- Atman Uslu, N., Yavuz, G. O., & Usluel, Y. (2023). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5874–5898. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890>
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Barak, M. & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: Students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121-144. doi: 10.1007/s10798-016-9385-9
- 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.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Beşoluk, Ş., Kurbanoğlu, N. İ., & Önder, İ. (2010). Educational technology usage of pre-service and in-service science and technology teachers. *İlköğretim Online*, 9(1), 389-395.
- Boland, A., & Cherry, G. (2017). *Doing a systematic review: a student's guide*. Sage Publication. Dickson, R. (Ed.), Chennai:UK.
- Budiyanto, C. W., Fenyvesi, K., Lathifah, A., & Yuana, R. A. (2022). Computational thinking development: Benefiting from educational robotics in STEM teaching. *European Journal of Educational Research*, 11(4), 1997–2012. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.1997>
- Büyükkarcı, A. (2019). *Kodlama ile zenginleştirilmiş 5E modelinin 4. sınıf matematik başarısına, kalıcılığına ve tutumuna etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi: Burdur.

- Chambers, J. M., Carbonaro, M., Rex, M., & Grove, S. (2007). Scaffolding knowledge construction through robotic technology: A middle school case study. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, 6, 16.
- Chen, N. S., Quadir, B., & Teng, D. C. (2011). A Novel approach of learning English with robot for elementary school students. In M. Chang et al. (Eds.), *Edutainment, LNCS 6872* (pp. 309–316). Heidelberg, Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Costa, M. F. & Fernandes, J. F. (2004, July). Growing up with robots. *I.International Conference on Hands on Science, Teaching and Learning Science in the XXI Century*, Ljubljana, Slovenia. Erişim Adresi: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/18275/1/se3.pdf>.
- Çukurbaşı, B. (2016). *Ters yüz edilmiş sınıf modeli ve lego-logo uygulamaları ile desteklenmiş probleme dayalı öğretim uygulamalarının lise öğrencilerinin başarı ve motivasyonlarına etkisi*. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi: Sakarya.
- Demir, K. & Akpınar, E. (2016). Mobil öğrenmeye yönelik tutum ölçeği geliştirme çalışması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 6(1), 59-79.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. In *Proceeding of 4th international workshop teaching robotics, teaching with robotics & 5th international conference robotics in education Padova (Italy)* (Vol. 1, pp. 1-6).
- Eguchi, A. (2016). Computational thinking with educational robotics. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 79-84). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Eroğlu, G., & Hamzaoğlu, E. (2021). Kuvvet ve enerji ünitesinde robotik kodlama etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin fene yönelik tutumlarına etkisi. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 161-169.
- Eteokleous-Grigoriou, N., & Psomas, C. (2013, March). Integrating robotics as an interdisciplinary-educational tool in primary education. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3877-3881). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Gerecke, U., & Wagner, B. (2007). The challenges and benefits of using robots in higher education. *Intelligent Automation & Soft Computing*, 13(1), 29-43.
- Göksoy, S., & Yılmaz, İ. (2018). Bilişim teknolojileri öğretmenleri ve öğrencilerinin robotik ve kodlama dersine ilişkin görüşleri. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 178-196.
- Göncü, A., Çetin, İ., & Top, E. (2018). Öğretmen adaylarının kodlama eğitimine yönelik görüşleri: Bir durum çalışması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 85-110.
- Hangün, M. E. (2019). Robot programlama eğitiminin öğrencilerin matematik başarısına, matematik kaygısına, programlama özyeterliliğine ve STEM tutumuna etkisi. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi:Elazığ.
- Hangün, M. E., Kalıncara, Y., Bayer, H., & Tekin, A. (2022). Eğitimde robotik kullanımına yönelik araştırmaların incelenmesi: bir içerik analizi çalışması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 558-578.
- Hesse-Biber, S. N. (2010). *Mixed methods research: merging theory with practice*. USA: Guilford Press.
- Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 22-27.

- Hoehe, M. R., & Thibaut, F. (2020). Going digital: how technology use may influence human brains and behavior. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22(2), 93-97.
- 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), 130-140.
- Kılınç, A. (2014). *Robotik teknolojisinin 7. sınıf ışık ünitesi öğretiminde kullanımı* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi: Kayseri.
- Kim, S. H., & Jeon, J. W. (2008a). Introduction for freshmen to embedded systems using LEGO Mindstorms. *IEEE Transactions on Education*, 52(1), 99-108.
- Kim, S. H., & Jeon, J. W. (2008b, April). Using visual programming kit and Lego Mindstorms: An introduction to embedded system. In *2008 IEEE International Conference on Industrial Technology* (pp. 1-6).
- Kim, S., & Lee, C. (2016). Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2).
- Kirkwood, A., & Price, L. (2014). Technology-enhanced learning and teaching in higher education: what is 'enhanced' and how do we know? A critical literature review. *Learning, media and technology*, 39(1), 6-36.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University:UK, 33(2004), 1-26.
- Küçük, S. & Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1), 312-325.
- 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.
- Mataric, M. J. (2004). Robotics education for all ages. In *Proc. AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education* (pp. 22-24).
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 13.
- Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı mbot örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497-515.
- Okuyucu M. O. (2019). *Robotik kodlama eğitiminin lise öğrencilerinin üstbiliş ve yansıtıcı düşünme düzeyleri üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi: Erzincan
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11, Article 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Özdoğru, E. (2013). Fiziksel olaylar öğrenme alanı için LEGO program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi:

İzmir.

- Papert, S (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books.
- Ramli, R., Yunus, M. M., & Ishak, N. M. (2011). Robotic teaching for Malaysian gifted enrichment program. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2528-2532.
- Sadik, M. A., Budiyanto, C. W., & Yuana, R. A. (2024). The influence of educational robotics in STEM integrated learning and the development of computational thinking abilities. *Journal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, 13(3), 760-768.
- Silik, Y. (2016). *Eğitsel robotik uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi] Karadeniz Teknik Üniversitesi: Trabzon.
- Siper Kabadayı, G. (2019). *Robotik uygulamalarının okul öncesi çocukların yaratıcı düşünme becerileri üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi] Hacettepe Üniversitesi: Ankara.
- Strawhacker, A., & Bers, M. U. (2015). "I want my robot to look for food": Comparing Kindergarten's programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), 293-319.
- Şişman, B., & Küçük, S. (2018). Ortaokul öğrencilerine yönelik türkçe robotik tutum ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 284-299.
- Talan, T. (2020). Eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 34(2), 503-522. <https://doi.org/10.33308/26674874.2020342177>
- Tekin, Y. (2020). Matematik öğretiminde robotik etkinlikler kullanılmasının başarıya etkisi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(34), 472-493.
- Üçgül, M., & Çağıltay, K. (2014). Design and development issues for educational robotics training camps. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(2), 203-222.
- Wei, C. W., Hung, I. C., Lee, L., & Chen, N. S. (2011). A Joyful classroom learning system with robot learning companion for children to learn mathematics multiplication. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 11-23.
- Weigand, H. G., Trgalova, J., & Tabach, M. (2024). Mathematics teaching, learning, and assessment in the digital age. *ZDM–Mathematics Education*, 56(4), 525-541. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01612-9>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (13. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yolcu, V., & Demirer, V. (2017). Eğitimde robotik kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalara sistematik bir bakış. *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127139.
- 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), <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: In recent times, the integration of technology into educational environments has enhanced the quality and enjoyment of education to new heights. In the current century, alongside the expected increase and enhancement of technology usage among individuals, there is a progression towards individuals being able to produce, develop, and utilize their own technologies. Considering the increasing need for mathematics in parallel with advancements in science and technology, educational systems should also aim to improve the quality of mathematics education. The efficient and quality use of information technologies has a positive impact on learning environments, thereby facilitating the formation of lasting knowledge. With the development of information and communication technologies, interest in robotics technology is steadily increasing. Research suggests that robotics technology will provide valuable contributions in all stages and levels of development. Educational robots have become increasingly prevalent in recent years and are now being utilized in various educational disciplines. The increasing use of robots in education has reignited students' declining interest in science and technology in the universe. It is believed that through freely accessible learning spaces for children, they can access knowledge more quickly and continuously, thereby structuring their own understanding of continuous learning. After providing children with these opportunities, they can transition from a new generation of consumer society to a productive society.

Method: This study employs a systematic literature review method to examine educational robotics applications in mathematics education, uncovering the relationships and trends within the studies. The systematic literature review entails determining the general conditions of the included studies according to predefined criteria (Boland, Cherry, & Dickson, 2017). The method follows a three-stage process for systematic literature review, including "planning, identifying studies to be examined, and reporting" (Kitchenham, 2004). The execution of these stages is detailed under the headings of data collection and analysis. The analysis was conducted on the 47 studies included in the research, sequentially examining their publication type, domestic/foreign, year, subject area, methodological model and design, study group, duration of implementation, sample size, sampling method, data collection tools, technologies used, validity and reliability processes, data analysis methods, and their results.

Findings: In the literature on robotics applications in mathematics education, studies generally involve middle school students, often with sample sizes ranging from 1 to 30 participants. Data collection tools in these studies include open-ended questions, tests, observations, interview forms, scales, surveys, tasks, documents, and open-ended problems. Various technological tools, including Lego Mindstorms, Lego Robot, other robot kits, Bee-Bot, Pro-Bot, RLC, RFID, Robot Synchronized Dancing-RSD, KindSAR, Humanoid robot DARwIn-OP, Sphero SPRK+, Ozobot, NAO robot, GeomBot, and social robots, are used in these robotic applications. Lego Mindstorms EV3 and Arduino technologies are commonly preferred.

Discussion: A search of various databases on educational robotics applications in mathematics education yielded a total of 47 studies, comprising 36 articles, 4 master's theses, and 7 doctoral dissertations, all written in Turkish and 43 in English. When the studies are examined by year, it can be observed that they have attracted the attention of researchers since 2002 and have increased in frequency since 2010. This result is consistent with the results of the study conducted by Talan (2020). Considering the results of the studies included in the research, significant increases in achievement were observed in most studies. Studies by Kim and Lee (2016), Hangün (2019), and Tekin (2020) also support the conclusion that the use of robotics applications in mathematics has a positive effect on mathematics achievement. In the literature, studies by Akman-Selçuk (2019), Barak and Assal (2018), Kılınç (2014), Kim and Lee (2016), and Şişman and Küçük (2018) support the conclusion that robotics studies have a positive impact on individuals' affective characteristics.

Conclusion: A search of various databases on educational robotics applications in mathematics education yielded a total of 47 studies. When the studies were examined by year, it could be observed that they attracted the attention of researchers starting in 2002, and an increase had occurred since 2010. While qualitative, quantitative, and mixed research models were preferred as research methods, only qualitative or quantitative research models were used in master's studies. When studies were examined according to research method designs, experimental designs, action research, case studies, and teaching experiments were the most frequently used research designs. It was determined that studies on robotics applications in mathematics education mostly employed middle school students, ranging from 1 to 30 students, for periods of 1 to 4 weeks. It was also noted that participants were most

frequently selected through random sampling and purposive sampling methods. In the studies examined within the scope of the current research, Cronbach's alpha and internal validity were the most frequently employed strategies to enhance validity and reliability, while predictive and descriptive analysis were the most used data analysis tools. Open-ended questions, tests, observations, interview forms, scales, surveys, tasks, documents, and open-ended problems were used as data collection tools in the studies, while Lego Mindstorms, Lego Robot, other robot kits, Bee-bot, humanoid robots, and social robots were preferred in the application processes of the studies. Considering the results of the studies included in the research, significant increases in success were observed in most studies. Another key finding of the current study is that educational robotics applications contribute to participants' affective processes, including motivation, attitude, interest, curiosity, and awareness.

Recommendation: Based on the results of this study, the abundance of articles suggests the need for more graduate studies. Based on the results of examining educational robotics studies in mathematics education, the study group consisted primarily of middle school students. Furthermore, pre-service and in-service training can be provided to ensure that prospective teachers and teachers effectively implement robotics applications. Future studies can be planned with larger groups and longer implementation periods. In this context, mixed-method research methods and designs can be used in studies, and data collection tools can be diversified. Activities that allow students to interact within the context of educational robotics applications can be organized in schools.