

Makale Geçmişi / Article History

Alındı/Received: 11.09.2023

Düzeltilme Alındı/Received in revised form: 26.01.2024

Kabul edildi/Accepted: 29.03.2024

EĞİTİCİ ROBOT SETLERİNİN ETKİLİLİĞİ: 2010-2021 YILLARINI KAPSAYAN BİR META ANALİZ ÇALIŞMASI*

Yasemin Saltan¹, Özgen Korkmaz²

Öz

Bu çalışmanın amacı eğitsel robot setlerin öğrencinin problem çözme, akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine olan genel etkisinin incelenmesidir. Araştırmada alanyazın taraması yaklaşımlarından biri olan meta-analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu araştırmada dâhil edilme kriterleri olarak belirlenmiş ölçütler şunlardır: 2010-2021 yılları arasında, Türkçe dilinde yazılmış yüksek lisans tezi ve doktora tezi olması, eğitim alanında robot setlerin kullanılmış olması ve deneysel-yarı deneysel yöntem kullanılmasıdır. Verilerin analizinde etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Dâhil edilme kriterlerine göre araştırmaya 6 adet doktora tezi, 26 adet yüksek lisans tezi olmak üzere toplam 32 adet çalışma dâhil edilmiştir. Veriler incelendiğinde, araştırmaya dâhil edilen çalışmaların %48.8 oranında akademik başarıyı, %19.5 oranında bilimsel süreç becerileri ve %31.7 oranında problem çözme becerilerinin ele alındığı görülmektedir. Akademik başarı bağlamında Cohen etki düzeyleri sınıflandırmasına göre dâhil edilen çalışmaların %0 oranında zayıf, %30 oranında küçük, %25 oranında orta ve %45 oranında güçlü düzeyde etki büyüklüklerinin olduğu saptanmıştır. Öte yandan bilimsel süreç becerilerine olan etki incelendiğinde çalışmaların %12,5 oranında zayıf, %37,5 oranında küçük, %12,5 oranında orta ve %37,5 oranında güçlü düzeyde etki büyüklüklerinin olduğunu görülmektedir. Problem çözme becerilerine olan etki incelendiğinde çalışmaların %7,69 oranında zayıf, %7,69 oranında küçük, %38,46 oranında orta ve %46,15 oranında güçlü düzeyde etki büyüklüklerinin olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: eğitsel robot; problem çözme becerisi; akademik başarı; bilimsel süreç becerileri; meta analiz.

Yasal İzinler: Bu araştırma kapsamında insan(lar)dan veri toplanmadığı için etik kurul iznine tabi değildir.

* Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında gerçekleştirilen yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

¹ [Sorumlu Yazar] Uzman Öğretmen, MEB, ysaltan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0312-9390>

² Prof.Dr., Amasya Üniversitesi, ozgenkorkmaz@gmail.com, <https://orcid.org/000-0003-4359-5692>

EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL ROBOT SETS: A META-ANALYSIS STUDY COVERING THE YEARS 2010-2021

Abstract

The aim of this study is to examine the general effect of educational robot sets on students' problem solving, academic achievement and science process skills. Meta-analysis method, one of the literature review approaches, was applied in the study. The criteria determined as inclusion criteria in this study are as follows: Being a master's thesis and doctoral dissertation written in Turkish between 2010-2021, using robot sets in the field of education, and using experimental and quasi-experimental methods. Effect sizes were calculated in the analysis of the data. According to the inclusion criteria, a total of 32 studies, 6 doctoral dissertations and 26 master's theses, were included in the study. When the data were analyzed, it was seen that 48.8% of the studies included in the research dealt with academic achievement, 19.5% with science process skills and 31.7% with problem solving skills. In the context of academic achievement, according to Cohen's classification of effect levels, 0% of the included studies had a weak effect size, 30% had a small effect size, 25% had a medium effect size and 45% had a strong effect size. On the other hand, when the effect on scientific process skills was analyzed, it was seen that 12.5% of the studies had a weak effect, 37.5% had a small effect, 12.5% had a moderate effect and 37.5% had a strong effect. When the effect on problem solving skills was examined, it was seen that 7.69% of the studies had a weak effect, 7.69% had a small effect, 38.46% had a moderate effect and 46.15% had a strong effect.

Keywords: educational robot; problem solving skills; academic achievement; scientific process skills; meta-analysis.

Legal Permissions: Since the data has not been collected from human(s) within the research, it is not subject to ethics committee approval.

Giriş

Teknolojinin hızlı ilerlemesine bağlı olarak toplumlar değişmektedir. Bu değişim yaşam, çalışma ve öğrenme şeklimiz üzerindeki etkisini göstermektedir. Toplumdaki ve ekonomideki gelişmeler, eğitim sistemlerinin gençleri yeni sosyalleşme ortamlarına dâhil etmek ve ekonomik kalkınmaya aktif olarak katkıda bulunmalarını sağlamak amacıyla 21. yüzyıl becerilerine sahip olması gerektiği ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır (Ananiadou ve Claro, 2009). Bu becerilere sahip öğrenciler yaşamları boyunca düşünmeye, öğrenmeye, çalışmaya, problem çözmeye, iletişim kurmaya, işbirliği yapmaya etkin bir şekilde katkıda bulunmaya hazır olacaklardır (Bellanca, 2010). Bu bağlamda öğrencilere 21. yüzyıl becerilerini kazandırmak için eğitimde kullanılan araç ve gereçler de teknolojinin gelişimi ile birlikte değişiklik göstermektedir.

Silva'ya (2009) göre beceri sınıfı, kişilerarası beceriler, yaşam becerileri, işgücü becerileri, uygulamalı beceriler ve bilişsel olmayan yetenekler gibi çeşitli terimlerle tanımlanmaktadır. Uluslararası birçok kurum ve kuruluş tarafından bireylerin günlük yaşam ve iş dünyalarında sahip olmaları gereken 21. yüzyıl becerilerine ilişkin çeşitli çerçeveler tanımlamışlardır. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi, 21. Yüzyıl Öğrenme Çerçevesi (P21), Wagner'in Beceriler Çerçevesi, 21. Yüzyıl Becerilerinin Değerlendirilmesi ve Öğretilmesi Çerçevesi [ATSC21] Beceriler Çerçevesi, (NCREL) Beceriler Çerçevesi, AACU Beceriler Çerçevesi, ISTE Beceriler Çerçevesi ve Iowa

Beceriler Çerçevesi bu çerçevelere birkaç örnektir (Cansoy,2018). Aynı zamanda bu kurum ve kuruluşlar 21. yüzyılda öğrencilerin ve toplumun sosyal ve ekonomik ihtiyaçlarına cevap vermek için okullarda ve eğitimde reformlara ihtiyaç olduğunu savunmaktadırlar (Ananiadou ve Claro, 2009).

Müfredat ve öğretimle birlikte 21. yüzyıl becerilerinin nasıl uygulandığına dair başarılı bir örnek, ABD ve dünyadaki birçok üye ülkenin eğitim sistemlerinde yaygın olarak uygulanan Partnership for 21st Century Learning (P21)/ 21. Yüzyıl Öğrenimi için ortaklıktır (Gelen, 2017). P21'in 21. yüzyıl öğrenme becerileri çerçevesine göre çocuklar iletişim, eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirliği gibi temel becerileri kazanmalıdır. Buna paralel olarak, son dönemde yapılan uluslararası sınavların sonuçları, birçok ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşun raporları ve bilimsel çalışmalar, ülkemizdeki müfredatın güncellenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Güncellenen müfredatın amacı öğrencilere ana dillerinde iletişim, diğer dillerde iletişim, matematik yetkinliği, bilim ve teknoloji yetkinliği, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, insiyatif ve girişimcilik algısı, sosyal ve kamusal yetkinlikler, kültürel farkındalık ve ifade gibi yetkinlik ve beceriler kazandırmaktır (TTKB, 2017).

Yukarıda açıklanan 21 yy. becerilerini kazandırmanın bir yolu da öğrenme öğretme süreçlerinde eğitsel robotlardan yararlanmaktır (Kurt, Erdoğan ve Toy, 2020). Günümüzde ise özellikle gelişmiş yapay zekâ algoritmalarına sahip robotların popülerliği artmıştır (Yılmaz,2018). Robotlar, sensörler yardımı ile çevresini algılayabilen, elektronik ve mekanik birimlerden oluşan, programlanabilir cihazlardır (İşman vd., 2016). Teknolojinin önde gelen firmaları çeşitli görevlere sahip robotlar üreterek piyasaya sunmaktadırlar. Aynı zamanda bu robotlar artık sanayiden endüstriye, sağlık alanından eğlence ve eğitim gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Çoruh,2019). Eğitim alanında ise STEAM, programlama eğitimi, yabancı dil eğitimi, üstün zekâlı ve özel eğitime ihtiyaç duyan çocukların eğitiminde robotlar ders materyali olarak kullanılmaktadır (Bulut, 2019; Tüzün ve Tüysüz, 2018). Öğrencilerin ilgi ve merakını çeken eğitsel robotlar, bir öğrenme ortamında uygulamalı ve eğlenceli etkinlikler sunabilen bir öğrenme aracıdır (Eguchi, 2010). Aynı zamanda bu robotlar öğretmen, bir öğretim aracı, öğretici akran veya yardımcı öğretmen olarak da kullanılmaktadır (Şişman, 2016). Robotların eğitimde kullanımı ile ilgili ilk olarak LOGO programlama dilinin geliştiricilerinden Papert (1980)'ın yapmış olduğu çalışmada, küçük çocukların LOGO programla dilini öğrenebileceğini ve kaplumbağa adı verilen bilgisayar kontrollü bir robotu kodlayabildiklerini göstermektedir. Robot setlerin, programlama öğretiminde kullanımı ile soyut kavramların kolayca somutlaştırılabileceği söylenebilir. Oluk ve Korkmaz (2018)'ın yaptığı araştırmada, öğretmenlerin eğitimde eğitsel robot setleri kullanmasının öğrencilerin derse ve teknolojiye yönelik ilgilerinin artmasında ve aynı zamanda problem çözme, programlama becerisi ve yaratıcılık gibi becerilerinin de geliştirilmesinde faydalı olduğu ifade edilmektedir. Çam (2019) yaptığı araştırmada, LEGO® Mindstorms ile robotik destekli programlama eğitiminin, problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve aynı zamanda akademik başarıyı artırdığı sonucuna varmıştır.

Programlama eğitimi, soyut düşünme becerisi gerektirdiği ve kod yapılarının karmaşıklığından dolayı öğrencilere zor ve sıkıcı gelebilmektedir (Çatlak, Tekdal & Baz, 2015). Bu duruma alternatif olarak blok tabanlı programlama araçları geliştirilmiştir (Bilir, 2019). Bu sayede eğitsel robotun çeşidine bağlı olarak farklı kodlama ortamları kullanılabilir (Ekin, 2022). Böylelikle öğrenciler küçük yaşlardan itibaren robot setlerini programlayarak tepkilerini fiziksel ortamda somut bir şekilde görme olanağına sahip olmaktadır (Özer, 2019). Eğitsel robotlar robotik ve programlama eğitiminin yanı sıra bilim, fen, mühendislik gibi

birçok alanda önemli bir öğrenme aracı olarak kullanılmıştır (Üçgül, 2013). Bu nedenle geliştirilen robotik egzersizler, okul öncesinden liseye kadar çocukların ilgisini çekmek, sosyal ve bilişsel becerilerini geliştirmek ve bilim, matematik, teknoloji ve bilişim gibi konuları anlamalarını teşvik etmek için kullanılmaktadır (Alimisis, 2013). Korkmaz ve ark., (2019) tarafından yapılan bir araştırmada eğitsel robot setlerinin STEM beceri düzeyleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve bunlarla oluşturulan etkinliklerin öğrencilerin bilim, teknoloji ve mühendislik alt disiplin becerilerine ilişkin algılarını büyük ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Bir başka çalışmada, deney grubundaki öğrencilerin için Lego Mindstoms NXT 2.0 robot kitini kullandıktan sonra fen ve teknoloji derslerine yönelik tutumlarının olumlu olduğu, akademik başarılarının arttığı ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdikleri ortaya çıkmıştır (Özdoğru, 2013).

Yaşam boyu karşımıza çözülmeyi bekleyen birçok problem durumları çıkmaktadır. 21.yüzyıl becerisi olarak tanımlanan problem çözme becerileri, önceden edinilen bilgiler ışığında karşılaştığı yeni bir sorunu çözme durumu olarak tanımlanmaktadır (Karakuş, 2000). Tatlısu (2020)'nun yaptığı araştırmayı incelediğimizde, Robotis eğitsel robot kiti kullanılarak yapılan uygulamaların öğrencilerin problem çözme becerisine olumlu etki ettiği belirtilmektedir. Başka bir araştırmayı incelediğimizde, Lego Mindstorms Ev3 eğitsel robot set ile yapılan deneysel bir çalışmada, programlama etkinliklerinin bilgisayar programlama açısından akademik başarıya, öğrencilerin problem çözme ve mantıksal-matematiksel düşünme becerilerine etkisi araştırılmış. Araştırma, Scratch ile ilgili oyunlara ve diğer geleneksel öğretim etkinliklerine dayalı eğitim programlarına kıyasla, Lego Mindstorms Ev3 tasarım etkinliklerine dayalı eğitim programlarının öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde daha olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Korkmaz, 2018).

Lind'e (1998) göre bilimsel süreç becerileri, bilgiyi organize ederken, sorunlara çözüm üretirken ve problem çözerken kullandığımız zihinsel yetilerdir. Okkesim (2014) tarafından yapılan çalışmada, Lego Mindstoms NXT robotik eğitim seti ile fen deneyleri tamamlandıktan sonra deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubundaki öğrencilerden anlamlı derecede farklı olduğu gösterilmiştir.

Son yıllarda robotik eğitime verilen önem artmış ve birçok firma robot eğitim seti üretmeye başlamıştır (Afari ve Khine 2017). Popülerliği artan bu eğitsel robotik kitler, daha çok soyut olan kavramları öğrencilerin anlayabilecekleri şekilde somutlaştırmaya yardımcı olduğu için öğrenme ortamlarında tercih edilmektedir (Numanoğlu ve Keser, 2017) Aynı zamanda eğitsel robot kitler öğrenenin aktif rol almasını sağlayarak hayalindeki tasarımı inşa etmesine de imkân tanır (Kılıç, 2020). Bu nedenle, özellikle özel eğitim kurumlarında, bilim ve sanat merkezlerinde ve bunlara erişimi olan devlet okullarında eğitsel robot setlerinin sınıfta kullanımı yaygınlaşıyor (Kıran, 2018; Özer, 2019). 2012'den bu yana dünyada artış gösteren bu alandaki araştırmaların ülkemizde de son yıllarda bir büyüme kaydettiği söylenebilir. Ülkelerin değişen eğitim politikalarının bir sonucu olarak robot kitlerinin maliyetinin düşmesi ve daha kolay erişilebilir hale gelmesi bu artışın nedenleri arasında yer almaktadır (Koç Şenol, 2012).

Eğitimde birçok alanda kullanımı artan bu setlere yatırımlar yapılmakta ve bu nedenle öğrenme üzerindeki etkilerinin çok yönlü araştırılması gerekmektedir. Genel etkiyi belirlemek için eğitim robotu setleri kullanılarak çeşitli yer ve zamanlarda küçük örneklemeler kullanılarak yapılan çeşitli çalışmalardan elde edilen bulguları birleştiren meta-analiz yöntemi, bugüne kadar yapılan araştırmalara kapsamlı bir genel bakış sağlayabilir. Bu nedenle eğitsel robot setlerinin etkililiğini geniş çerçevede ortaya çıkarmak amacıyla Türkiye'de son yıllarda yapılan tez çalışmaları doğrultusunda bir meta analize ihtiyaç duyulmuştur. Ülkemizde yapılan

araştırmalarda eğitimde kullanılan eğitsel robot setlerin etkisini konu alan bir meta analiz çalışmasına rastlanmamıştır. Bu çerçevede araştırmacının amacı; eğitimde kullanılan eğitsel robot setlerin öğrencinin problem çözme, akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine olan etkisini meta-analiz yöntemi ile belirlemek ve eğitsel robot setlerin kullanımının genel etkisini ortaya çıkarmaktır. Çalışmada eğitsel robot setlerin kullanımının birden fazla değişkene olan etkisine bakıldığından alanyazına önemli katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

Yöntem

Bu araştırmada alanyazın tarama yöntemlerinden farklı olarak çalışmaların nicel verilerini birleştirme ve analiz etme imkânı sunan meta analiz yöntemi kullanılmıştır. Bilimsel araştırmalarda çeşitli hipotezler kurularak denemeler yapılır ve veriler elde edilir. Elde edilen bu veri topluluğundan genel bir yargıya varmak için bu verilerin birleştirilmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Alanyazın tarama yöntemlerinden biri olan meta-analiz yönteminin de bu amaçla kullanıldığı araştırmalar sonucunda karşımıza çıkmaktadır. Dinçer (2021)' e göre meta-analiz yöntemi, benzer alanda yapılmış çalışmaların belirlenmiş ölçütler doğrultusunda gruplandırıldıktan sonra elde edilen nicel verilerden genel bir sonuç oluşturma yöntemidir. Meta analiz, aynı amaçla araştırma yapmış olan farklı çalışmalardan en doğru sonuca ulaşabilmektir (Akçil, 1995). Meta analiz yöntemi tanımlamalarda da görüldüğü üzere bir üst analiz gerektiğinde kullanılmaktadır.

Verilerin Toplanması

Meta analiz yöntemi de bilimsel araştırma yönteminde izlenen işlem basamaklarından oluşur. Dinçer(2014) meta analiz yönteminin işlem basamaklarını 10 alt başlık altında sıralamıştır. Bunlardan veri toplamaya yönelik basamaklar aşağıdaki şekilde sıralamıştır;

- Amaçlar ve hedeflerin belirlenmesi,
- Alanyazın taraması,
- Ölçütlerin belirlenmesi,
- Çalışmaların kodlanması,
- Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi,

Öte yandan verilerin analizi ve yorumlanmasına yönelik 5 işlem basamağı aşağıda sıralanmıştır;

- Verilerin analizi
- Etki büyüklüğünün belirlenmesi
- Model seçimi ve heterojenlik testi
- Genel Etkinin Hesaplanması
- Yorumlama

Amaç ve Hedefler

Çalışmada ilk olarak araştırmalar sonucunda ana konu eğitsel robot setlerin eğitimde kullanımı olarak belirlenmiştir. Eğitsel robot setlerin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde bu setlerin daha çok eğitimde kullanımının akademik başarı, problem çözme ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin araştırıldığı görülmektedir. Bu nedenle bu becerilere olan genel etkinin araştırılması amaçlanmıştır.

Alanyazın Taraması

Çalışmanın amacı belirlendikten sonra geniş çaplı bir alan yazı taraması yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada alanyazın taramasında 2010-2021 yılları arasında yayınlanmış Türkçe kaynaklara ulaşılmaya çalışılmıştır. “Eğitsel robot”, “Robotik programlama”, “Robotik uygulama”, “Lego”, “Robotik etkinlikler”, “Robotik kodlama”, “Programlama eğitimi”, “Eğitsel robot setler” gibi anahtar sözcükler kullanılarak YÖK Tez Arama veri tabanlarında alanyazın taraması yapılmıştır. Tarama sonucunda yüksek lisans ve doktora tezlerinden oluşan 75 çalışmaya ulaşılmıştır.

Ölçütlerin Belirlenmesi

Konusu belirlenmiş bir meta-analiz çalışması için belirli zaman aralıkları, bireysel çalışmaların bulguları, belirli bir yayın stili, veri tabanları, anahtar kelimeler ve deneysel deneyler gibi özellikler olmalıdır. (Dinçer, 2021). Bu araştırmada öğretim teknolojileri alanında 2 uzman görüşü alınarak çalışmaların dâhil edilme ölçütleri şunlardır:

- Çalışmanın 2010-2021 yılları arasında olması,
- Türkçe dilinde yazılmış yüksek lisans tezi ve doktora tezi olması,
- Sadece eğitim alanında eğitici robot setlerin kullanılması,
- Çalışmanın deneysel-yarı deneysel olması,
- Çalışmanın kontrol gruplu deneysel ya da ön test- son test kontrol grupsuz tek örneklem modeli kullanan çalışmalar olması,
- Çalışmanın akademik başarı, problem çözme ya da bilimsel süreç becerilerinden en az birine etkisinin olması,
- Çalışmada parametrik veya parametrik olmayan testlerin istatistik sonuçlarına göre; örneklem sayısı (n), standart sapma (ss) ve aritmetik ortalama (\bar{x}), t değeri, Z,U ve F değerleri gibi nicel verilerin yer alması.

Çalışmaların Kodlanması

Alanyazın araştırması yoluyla bulunan tüm çalışmaların meta-analize dâhil edilmesi, yanlış ve çarpık bulgulara yol açabilir (Demir, 2013). Bu nedenle bir kodlama formu kullanılmıştır. Form şunları içermektedir; çalışmanın adı, başlığı, çalışmanın yazarı, türü, yöntemi, çalışmanın içeriği, yayın yılı başlığı altında örneklem grubu, örneklem büyüklüğü, ölçülen tema, kullanılan eğitsel robot set, içerik ve etkinlik süresi, çalışmanın verileri başlığı altında çalışmada yer alan nicel veriler (aritmetik ortalama, standart sapma, t, p, Z, U). Buna göre; 6 doktora tezi ve 26 yüksek lisans tezi olmak üzere toplam 32 çalışma dâhil edilme kriterlerini karşıladığı için çalışmaya dâhil edilmiş ve toplam 41 veri kullanılmıştır. Çalışmaların yoğun olarak 2019 ve 2020 yıllarında olduğu gözlenmektedir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların %48.8 oranında akademik başarıyı, %19.5 oranında bilimsel süreç becerileri ve %31.7 oranında problem çözme becerilerinin ele alındığı görülmektedir. Çalışmalarda en çok Lego Mindstorms EV3 eğitim setinin kullanıldığı görülmektedir. Bunu sırası ile %18.7 oranı ile Lego Mindstorms NXT Arduino Set ve %15.6 oranı ile Lego Wedo 2.0 takip etmektedir.

Akademik başarıyı konu edinen 16 yüksek lisans tezi, 3 doktora tezi toplamda 19 çalışma bulunmaktadır. Çalışmaların özellikle 2019 yılında yoğunlaştığı ve en fazla ortaokul düzeyinde yüksek lisans çalışmaları olduğunu söyleyebiliriz. Problem çözme becerilerine ilişkin 7 yüksek lisans tezi, 4 doktora tezi toplamda 11 çalışma bulunmaktadır. Çalışmaların en çok ortaokul

düzeyinde özellikle 2019 ve 2020 yıllarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bilimsel süreç becerilerine ilişkin 8 yüksek lisans tezi bulunmakta fakat doktora tezi bulunmamaktadır. Çalışmaların en fazla %37.5 oranı ile 2019 yılında yoğunlaştığı ve ortaokul öğrenim düzeyinde çalışmaların daha fazla olduğu görülmektedir.

Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Belirlenmesi

Eğitsel robot setlerin öğrencilerin akademik başarı, problem çözme ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ile ilgili bulunan etki büyüklükleri bağımlı değişkeni; örneklem sayısı, ortalama ve standart sapma değerleri ise bağımsız değişkeni oluşturmaktadır.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada öncelikle Microsoft Excel 2016 programı kullanılarak kodlama formunun veri girişi yapılmıştır. Meta analize dahi edilen çalışmaların etki büyüklüklerini hesaplamak için Comprehensive Meta Analysis v2.0 (CMA) programı, betimsel verilerin analizinde ise Excel 2016 programı kullanılmıştır. CMA programı, birbirinden bağımsız olan çalışmaların farklı formatlarda rapor edilen bulgularını birleştirerek genel etki büyüklüğünü hesaplamamızı sağlar. Ayrıca dâhil edilen çalışmaların aynı hipotezi test edip etmediklerini belirlemek için de CMA programı ile heterojenlik testi yapılmıştır. Dinçer(2021)'e göre bağımsız çalışmaların homojen olduğu durumlarda meta analiz modellerinden sabit etkiler modeli, çalışmaların heterojen olduğu durumlarda ise rastgele etkiler modeli kullanılmalıdır. Bu durumda çalışmaların etki büyüklükleri istatistiksel olarak anlamlıdır ve heterojenlik testinin bulgularına göre farklı bir dağılım sergilemektedir. Sonuç olarak, bu çalışmada etki büyüklüklerini hesaplamak ve değerlendirmek için rastgele etkiler modeli kullanılmıştır.

Etki Büyüklüğü

Meta analizin temelini oluşturan bu kavram bize bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni ne kadar olumlu ya da olumsuz etkilediğini gösterir (Dinçer,2021). Araştırmada aşağıda verilen Cohen, Manion ve Morrison (2007)'ne göre etki büyüklüğü sınıflandırması kullanılmıştır.

Etki büyüklüğü için $1,01 \leq d$ değeri güçlü bir etkiyi, $0,51 \leq d \leq 1,00$ orta düzeyde bir etkiyi, $0,21 \leq d \leq 0,50$ ise küçük bir etkiyi ve $0 \leq d \leq 0,20$ ise zayıf düzeyde bir etkiyi ifade etmektedir.

Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde, öncelikle eğitsel robot setlerinin öğrencilerin akademik başarıları, problem çözme ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini araştırmak için toplanan çalışmalar hakkında tanımlayıcı bilgiler verildikten sonra, her bir araştırma sorusu için etki büyüklükleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Yönelik Analiz ve Bulgular

Bu çalışmada toplam 32 çalışma ve 41 veri incelenmiştir. Diğer 43 çalışma, kullanılan yöntemin nitel olması, etki büyüklüğünün hesaplanabilmesi için gerekli istatistik bilgilerin yer almaması, deneysel çalışma olmamasından dolayı meta analize dâhil edilmemiştir. Eğitsel oyun setlerinin akademik başarı, bilişsel süreç becerileri ve problem çözme becerilerine etki değerleri çeşitli analizler sonucu elde edilmiştir. Etki değerlerini yorumlamak için Cohen ve diğerleri (2007) etki değerleri sınıflandırması uygulanmıştır.

Akademik Başarıya İlişkin Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulgular

Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların 20'sinin akademik başarı üzerindeki etkiyi incelediği tespit edilmiştir. Bu araştırmalarda hem parametrik hem de parametrik olmayan test istatistiklerinin kullanıldığı ve tek grup ön test-son test deneysel yöntem ile kontrol gruplu yarı deneysel yöntemlerin de yer aldığı görülmüştür. Deney ve kontrol gruplarının aritmetik ortalama, standart sapma, örneklem büyüklüğü, t, F veya r gibi istatistiksel değerlerini standart bir ölçüm değerine dönüştürmek için belirli formüller kullanılarak, elde edilen veriler doğrultusunda etki büyüklüğü belirlenmiştir. Tablo 1'de her bir çalışma için Hedges'in g etki büyüklüğü, standart hata, varyans, alt-üst sınır, Z-değeri ve istatistiksel anlamlılık değeri listelenmiştir.

Tablo 1. Akademik başarıya ilişkin çalışmaların Hedges g etki büyüklüğü analizinin çalışmalara ait bulguları

Çalışmanın Adı	İstatistikler						
	Hedges g	Standart Hata	Varyans	Alt Limit	Üst Limit	Z-Değeri	p-Değeri
Özdoğan, 2013	1,228	0,299	0,089	0,643	1,813	4,112	0,000
Çukurbaşı, 2016	1,577	0,476	0,227	0,644	2,510	3,312	0,001
Yıldırım, 2020	1,935	0,349	0,122	1,250	2,619	5,541	0,000
Çam, 2019	0,576	0,284	0,081	0,019	1,133	2,025	0,043
Hangün, 2019	0,208	0,184	0,034	-0,153	0,569	1,129	0,259
Yolcu, 2018	0,618	0,294	0,086	0,042	1,195	2,104	0,035
Uşengül, 2019	1,291	0,311	0,097	0,680	1,901	4,145	0,000
Uğuz, 2019a	3,184	0,490	0,240	2,223	4,144	6,496	0,000
Uğuz, 2019b	2,219	0,337	0,114	1,558	2,879	6,581	0,000
Çakır, 2019	0,223	0,213	0,045	-0,195	0,641	1,047	0,295
Şimşek, 2019	0,813	0,296	0,088	0,233	1,394	2,747	0,006
Saygılı, 2020	0,338	0,152	0,023	0,039	0,636	2,214	0,027
Gündoğdu, 2020	0,755	0,260	0,068	0,246	1,265	2,906	0,004
Yüksel, 2019	0,234	0,248	0,061	-0,252	0,720	0,944	0,345
Altay, 2019	1,327	0,353	0,124	0,635	2,018	3,762	0,000
Akçay, 2018	0,313	0,346	0,119	-0,364	0,990	0,906	0,365
Tekin, 2020	0,325	0,156	0,024	0,019	0,632	2,080	0,038
Kılınç, 2014	0,690	0,279	0,078	0,144	1,237	2,475	0,013
Eraslan, 2015	2,456	0,315	0,099	1,838	3,074	7,788	0,000
Kuş, 2016	1,474	0,284	0,080	0,918	2,030	5,198	0,000

Tablo 1'de verilen Hedges g katsayısı 0 ile 0,2 arasında zayıf etkiye sahip çalışmanın olmadığı, 0,21 ve 0,50 arasında olan 6 çalışmanın küçük, 0,51 ve 1 arasında olan 5 çalışmanın orta, 1,01'den büyük 9 çalışmanın ise güçlü düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Sabit ve rastgele etkiler modeline göre etki büyüklüklerine ait bulgular

Model	N	Genel Etki Büyüklüğü	Z	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Heterojenlik			
					Alt Sınır	Üst Sınır	sd	Q	p	t
Sabit Etkiler	20	0,749	12,993	0,058	0,636	0,862	19	138,246	0,000	86,256
Rastgele Etkiler	20	1,031	6,404	0,161	0,716	1,347				

Analizde kullanılan 20 çalışma için etki büyüklüğü değerleri Tablo 2'de gösterilmektedir. Heterojenlik testi, sabit etkiler modeline göre 138,246 Q değeri ile sonuçlanmıştır. Bu değer X^2 tablosunda %95 anlamlılık düzeyinde on dokuz serbestlik derecesi için eşik değerin üzerinde olduğundan (df=19 için $X^2(0.95)=30.14$) çalışmaların çeşitlilik gösterdiği tespit edilmiştir. Heterojen yapısı, rastgele etkiler modelinin benimsenmesini gerektirmiştir. Tablo 2'e göre rastgele etkiler modelinin etki değeri 1.031'dir. Cohen ve diğerleri (2007) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre bu değer, eğitsel robot setlerinin akademik başarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bunun ışığında şu söylenebilir; eğitsel robot setlerin akademik başarı üzerindeki etkisinin pozitif yönde ve güçlü düzeydedir.

Bilimsel Süreç Becerilerine İlişkin Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulgular

Dahil edilen araştırmalardan 8'inin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkiyi incelediği ortaya çıkmıştır. Tablo 3'te her bir çalışma için Hedges'in g etki büyüklüğü, Z-değeri, standart hata, alt-üst sınır, varyans ve istatistiksel anlamlılık değeri listelenmektedir.

Tablo 3. Bilimsel süreç becerilerine ilişkin çalışmaların Hedges g etki büyüklüğü analizinin çalışmalara ait bulguları

Çalışmanın adı	İstatistikler						
	Hedges g	Standart Hata	Varyans	Alt Limit	Üst Limit	Z-Değeri	p-Değeri
Çayır, 2010	0,028	0,310	0,096	-0,579	0,636	0,091	0,928
Özdoğan, 2013	1,471	0,309	0,095	0,866	2,077	4,762	0,000
Okkesim, 2014	1,014	0,330	0,109	0,368	1,661	3,074	0,002
Kırtay, 2019	1,304	0,282	0,079	0,752	1,856	4,627	0,000
Çakır, 2019	0,344	0,214	0,046	-0,075	0,764	1,608	0,108
Şimşek, 2019	0,216	0,285	0,081	-0,342	0,775	0,759	0,448
Akçay, 2018	0,736	0,220	0,048	0,305	1,167	3,347	0,001
Koç Şenol, 2012	0,310	0,312	0,097	-0,302	0,921	0,993	0,321

Tablo 3'te verilen Hedges g katsayısı 0 ile 0,2 arasında 1 çalışmanın zayıf, 0,21 ve 0,50 arasında olan 3 çalışmanın küçük, 0,51 ve 1 arasında olan 1 çalışmanın orta, 1,01'den büyük 3 çalışmanın ise güçlü düzeyde etki büyüklüğüne sahip olan çalışmalar olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Sabit ve rastgele etkiler modeline göre etki büyüklüklerine ait bulgular analizinin çalışmalarına ait bulguları

Model	N	Genel Etki Büyüklüğü	Z	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Heterojenlik			
					Alt Sınır	Üst Sınır	sd	Q	p	t
Sabit Etkiler	8	0,650	6,746	0,096	0,461	0,839	7	23,391	0,001	70,074
Rastgele Etkiler	8	0,671	3,747	0,179	0,320	1,022				

X^2 tablosu %95 anlamlılık düzeyinde yedi serbestlik derecesi için kritik değeri aştığından ($df=7$ için $X^2(0.95)=14.07$) ve $p<.05$ düşük olduğundan çalışmaların heterojen olduğu kabul edilmiştir. Heterojen bir yapıya sahip olduğu için rastgele etkiler modeli benimsenmiştir. Rastgele etkiler modelindeki etki değeri Tablo 4'de gösterildiği gibi 0,671'dir. Cohen ve diğerlerinin (2007) sınıflandırmasına göre bu değer, eğitsel robot setlerinin bilimsel süreç becerileri üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla eğitsel robot setlerinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi pozitif ve orta düzeydedir.

Problem Çözme Becerilerine İlişkin Çalışmaların Etki Büyüklüğüne Ait Bulgular

Analize dahil olan araştırmalardan 11'inin problem çözme becerileri üzerindeki etkiyi incelediği görülmüştür. Tablo 5'de her bir çalışma için Hedges'in g etki büyüklüğü, standart hata, varyans, alt-üst sınır, Z-değeri ve istatistiksel anlamlılık değeri listelenmektedir.

Tablo 5. Problem çözme becerilerine ilişkin çalışmaların Hedges g etki büyüklüğü analizinin çalışmalara ait bulguları

Çalışmanın adı	İstatistikler						
	Hedges g	Standart Hata	Varyans	Alt Limit	Üst Limit	Z-Değeri	p-Değeri
Silik, 2016	0,418	0,269	0,072	-0,109	0,946	1,553	0,120
Özenoğlu, 2020	0,059	0,134	0,018	-0,203	0,322	0,445	0,657
Çam, 2019	0,611	0,289	0,084	0,044	1,178	2,112	0,035
Koca, 2020	0,898	0,412	0,169	0,092	1,705	2,183	0,029
Sinap, 2017	1,159	0,254	0,064	0,662	1,656	4,571	0,000
Uğuz, 2019a	1,186	0,261	0,068	0,675	1,698	4,544	0,000
Uğuz, 2019b	0,996	0,223	0,050	0,558	1,433	4,459	0,000
Tatlısu, 2020	1,180	0,168	0,028	0,851	1,510	7,019	0,000
Canbeldek, 2020	1,328	0,247	0,061	0,844	1,812	5,374	0,000
Secer, 2020	0,681	0,157	0,025	0,372	0,990	4,325	0,000
Akbıyık, 2019	1,899	0,306	0,093	1,300	2,498	6,212	0,000
Koç, 2019a	0,883	0,365	0,133	0,168	1,598	2,419	0,016
Koç, 2019b	1,074	0,338	0,114	0,411	1,737	3,175	0,001

Tablo 5’de verilen Hedges g katsayısı 0 ile 0,2 arasında 1 çalışmanın zayıf, 0,21 ve 0,50 arasında olan 1 çalışmanın küçük, 0,51 ve 1 arasında olan 5 çalışmanın orta, 1,01’den büyük 6 çalışmanın ise güçlü düzeyde etki büyüklüğüne sahip olan çalışmalar olduğu görülmektedir.

Tablo 6. Sabit ve rastgele etkiler modeline göre etki büyüklüklerine ait bulgular analizinin çalışmalara ait bulguları

Model	N	Genel Etki Büyüklüğü	Z	Standart Hata	%95’lik Güven Aralığı		Heterojenlik			
					Alt Sınır	Üst Sınır	sd	Q	p	t
Sabit Etkiler	13	0,796	12,754	0,062	0,673	0,918	12	61,987	0,000	80,641
Rastgele Etkiler	13	0,934	6,253	0,149	0,641	1,227				

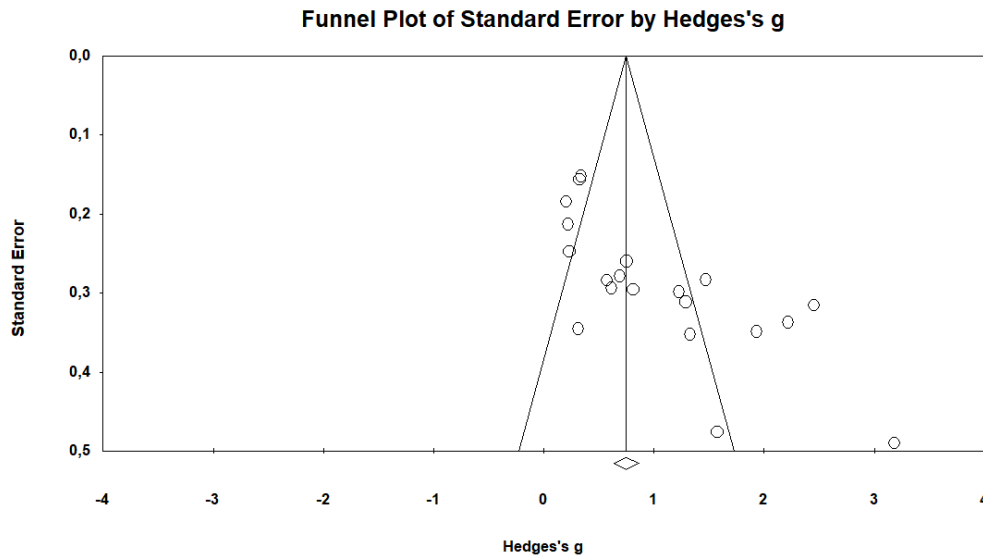
Analiz edilen 11 çalışmaya ait 13 veri noktasının etki büyüklüğü değerleri Tablo 18’de gösterilmektedir. Heterojenlik testi, sabit etkiler modeline göre 61,987 Q değeri ile sonuçlanmıştır. Bu değer X^2 tablosunda %95 anlamlılık düzeyinde on iki serbestlik derecesine karşılık gelen kritik değerden ($df=12$ için $X^2(0.95)=21,03$) büyük olduğu ve $p<.05$ küçük olması çalışmaların çeşitlilik gösterdiği tespit edilmiştir. Heterojen yapısı, rastgele etkiler modelinin benimsenmesini gerektirmiştir. Tablo 6’a göre, rastgele etkiler modelinin etki değeri 0,934’tür. Cohen ve diğerlerinin (2007) sınıflandırmasına göre bu değer, eğitsel robot setlerinin problem çözme becerileri üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç

olarak eğitsel robot setlerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin pozitif yönde ve orta düzeyde olduğu söylenebilir.

Yayın Yanlılığına İlişkin Bulgular

Huni Grafiği, bir çalışmanın homojenlik/heterojenlik testi hakkında ve aynı zamanda o çalışmada yayın yanlılığı olup olmadığı hakkında bize bilgi vermektedir (Dinçer,2021). Grafikte çalışmaların simetrik ve üst tarafta toplanması halinde çalışmanın yayın yanlılığı olmadığı anlamına gelebilir. Fakat grafik üzerinden yorumlamanın mümkün olmadığı ya da araştırmacının emin olmadığı durumlarda da çeşitli yayın yanlılığı istatistikleri de kullanılmaktadır.

Aşağıda bağımlı değişkenlerimize ait incelenen çalışmaların Comprehensive Meta Analysis v2.0 (CMA) programı ile yapılan analiz sonuçlarından huni grafiği ve Rosenthal'ın Hata Koruma Sayısı Verileri yer almaktadır. Huni grafiğine bakıldığında çalışmaların simetrik bir yapı göstermediği fakat grafikten de istatistiksel bir sonuç çıkaramadığımızdan Rosenthal'ın Korumalı N (Rosenthal's Fail Safe N) istatistiğine başvurulmuştur. Long (2001)'a göre bu teknik; istatistiksel olarak anlamlı sonuçları istatistiksel olarak önemsiz bir bulguya dönüştürmek için kaç tane sıfır-boş makaleye ihtiyaç duyulacağını göstererek bir meta-analizin kararlılığı hakkında bilgi sağlar. Rosenthal (1979) bu teknik ile alanyazındaki orijinal çalışmalar ile derlenen çalışmalar arasındaki oranla başa çıkabilmeyi amaçlamaktadır. Makul bir oran olarak $5k + 10$ formülünü ortaya koymaktadır. Yani tüm çalışmaların gözden geçirilen çalışmalara oranı 5 katından 10 fazladır. Tabii durum $k=1$ olarak alındığında geçerlidir. Card (2012)'e göre bu istatistik sonucu elde edilen hata koruma sayısı, analize dâhil edildiğinde etki büyüklüğü değerini önemsizleştirebilecek çalışma sayısını ifade etmektedir.



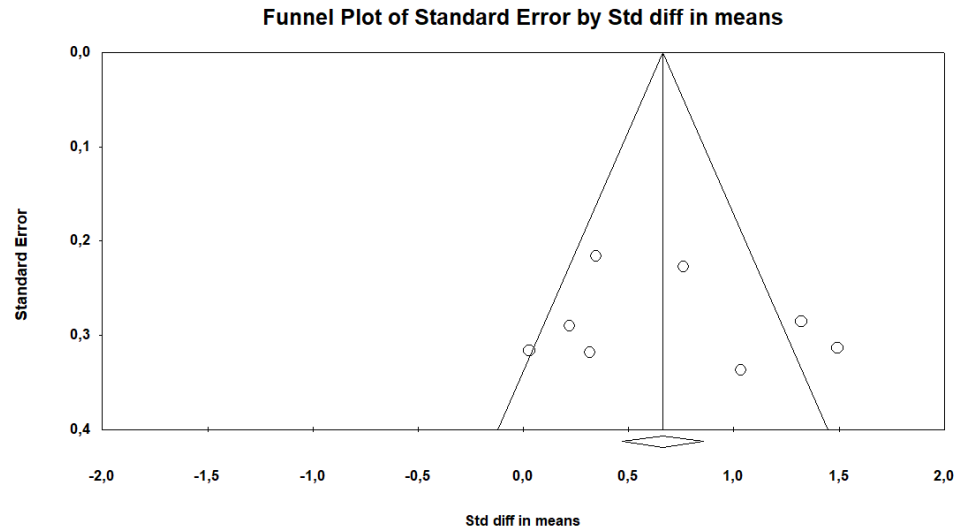
Şekil 1. Akademik başarıya ilişkin çalışmaların etki büyüklüklerine ait huni grafiği

Şekil 1'deki huni grafiğinde çalışmaların çok fazla asimetrik olmadığı görülmektedir.

Tablo 7. Akademik başarıya ilişkin Rosenthal'ın hata koruma sayısı verileri

Veri Türü	Değer
İncelenen Çalışmaların Z değeri	15.09
İncelenen Çalışmaların p değeri	.000
Alfa	.005
Yön	2.000
Alfa için Z değeri	1.95
İncelenen Çalışma Sayısı	20
Hata koruma Sayısı	1167

Tablo 7'e göre; p- değerinin alfa değerinden büyük olması için analize dâhil edilmesi gereken çalışma sayısı (hata koruma sayısı), 1167'dir. Rosenthal'ın Korumalı N istatistiğine göre incelenen 20 çalışmanın etki büyüklüğü derecesini olumsuz etkileyecek 1167 çalışmaya daha gerek görülmektedir. Tablo 7'de verilen hata koruma sayısı, $5k+10$ formülü ile hesaplanan $(5*20+10)=110$ sayısından oldukça yüksek olduğundan bu çalışmada yayın yanlılığının olmadığı ve güvenilir olduğu söylenebilir.

**Şekil 2.** Bilimsel süreç becerilerine ilişkin çalışmaların etki büyüklüklerine ait huni grafiği

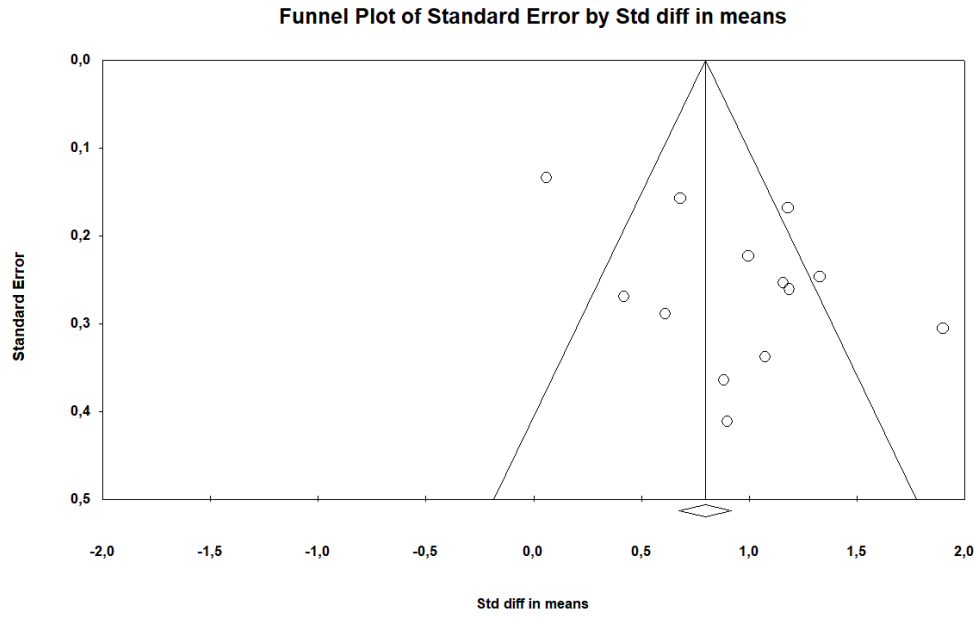
Şekil 2'deki huni grafiğinde çalışmaların çok fazla asimetric olmadığı ve sadece 2 çalışmanın çizginin dışında olduğu görülmektedir. Bazı çalışmaların huni dışında olması çalışmaların heterojen yapıda olduğunu göstermektedir.

Tablo 8. Bilimsel süreç becerilerine ilişkin Rosenthal'ın hata koruma sayısı verileri

Veri Türü	Değer
İncelenen Çalışmaların Z değeri	6.809
İncelenen Çalışmaların p değeri	.000
Alfa	.005
Yön	2.000
Alfa için Z değeri	1.95
İncelenen Çalışma Sayısı	8
Hata koruma Sayısı	89

Tablo 8'e göre; p- değerinin alfa değerinden büyük olması için analize dâhil edilmesi gereken çalışma sayısı (hata koruma sayısı), 89'dur. Rosenthal'ın Korumalı N istatistiğine göre incelenen 8 çalışmanın etki büyüklüğü derecesini olumsuz etkileyecek 89 çalışmaya daha gerek görülmektedir. Tablo 8'de verilen hata koruma sayısı, $5k+10$ formülü ile hesaplanan $(5*8+10)=50$ sayısından yüksek olduğundan bu çalışmada yayın yanlılığının olmadığı ve

güvenilir olduğu söylenebilir



Şekil 3. Problem çözme becerilerine ilişkin çalışmaların etki büyüklüklerine ait huni grafiği

Şekil 3’de çalışmaların çok fazla asimetrik olmadığı ve bazı çalışmaların huni dışında olması çalışmaların heterojen yapıda olduğunu göstermektedir.

Tablo 9. Problem çözme becerilerine ilişkin Rosenthal’ın hata koruma sayısı verileri

Veri Türleri	Değer
İncelenen Çalışmaların Z değeri	13.421
İncelenen Çalışmaların p değeri	.000
Alfa	.005
Yön	2.000
Alfa için Z değeri	1.95
İncelenen Çalışma Sayısı	13
Hata koruma Sayısı	597

Tablo 9’a göre; p- değerinin alfa değerinden büyük olması için analize dâhil edilmesi gereken çalışma sayısı (hata koruma sayısı), 597’dir. Rosenthal’ın Korumalı N istatistiğine göre; incelenen 13 çalışmanın etki büyüklüğü derecesini olumsuz etkileyecek 597 çalışmaya daha gerek görülmektedir. Tablo 9’da verilen hata koruma sayısı $5k+10$ formülü ile hesaplanan $(5*13+10)=75$ sayısından oldukça yüksek olduğundan bu çalışmada yayın yanlılığının olmadığı ve güvenilir olduğu söylenebilir.

Sonuçlar

Alanyazın tarama sonucunda son 10 yılda Türkiye’de eğitsel robot setler kullanılarak araştırma yapan yüksek lisans ve doktora tezinden oluşan 75 çalışmadan ölçütlere uyan 32 çalışma meta analize dâhil edilmiştir. Ancak bazı çalışmalar birden fazla bağımlı değişkene olan etkiyi araştırdığı için toplamda 41 veri kullanılmıştır. Eğitsel robot setlerin akademik başarı, problem çözme becerisi ve bilişsel süreç becerilerine olan etkisinin analiz sonuçları 3 ayrı başlıklar halinde aşağıda yorumlanmıştır.

Akademik başarıya ilişkin sonuçlar şunlardır;

Araştırmanın birinci alt problemi olan “Eğitsel robot setlerin, öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisi nedir?” sorusuna ilişkin dahil edilme kriterlerine uygun çalışmalardan meta analiz yöntemi ile birleştirilerek elde edilen genel etki pozitif yönde ve güçlü düzeydedir. Alan yazında yapılan araştırmalarda ise bu sonucu destekleyen birçok araştırma olduğu gibi etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğu çalışmalara da rastlanmıştır. Talan (2021), eğitsel robotik uygulamaların akademik başarıya etkisine ilişkin ulusal ve uluslararası alanda yapılan deneysel çalışmaları meta analiz yöntemiyle incelemiştir. Araştırma sonucunda, eğitsel robotik uygulamalarının akademik başarı üzerinde olumlu fakat düşük düzeyde bir etkiye sahip olduğu sonucu elde edilmiştir. Başka bir çalışmada ise, Güney Kore'de fen müfredatı içerikli robotik ile geliştirilmiş sorgulamaya dayalı öğrenmenin 10 hafta süren deneysel bir araştırma yoluyla motivasyon ve akademik başarıya etkisi incelemiştir (Park, 2015). Araştırmada Fen dersi deney grubunda robotik ile geliştirilmiş sorgulamaya dayalı yaklaşımı ile kontrol grubu ise geleneksel yöntemlerle işlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kontrol grubuna kıyasla deney grubu hem motivasyon hem de akademik başarıda önemli bir gelişme göstermiştir. Eğitsel robot setler, fen eğitimi, programlama eğitimi, STEAM ve kodlama gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Meço (2021)'nin yaptığı araştırmadan elde edilen bulgulara göre, Arduino ile desteklenmiş, fen, mühendislik, matematik ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı bir fark bulunmuştur.

Problem çözme becerisine ilişkin sonuçlar şunlardır;

Araştırmanın ikinci alt problemi olan “Eğitsel robot setlerin, öğrencilerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisi nedir?” sorusuna ilişkin dâhil edilme kriterlerine uygun çalışmalardan meta analiz yöntemi ile birleştirilerek elde edilen genel etki pozitif yönde ve orta düzeydedir. Zhang ve Zhu (2022); eğitimde robotiğin artan kullanımıyla birlikte 2011'den 2021'e kadar yayınlanan 20 çalışma üzerinde meta-analiz kullanarak eğitim robotiğinin K-12 öğrencilerinin yaratıcılık ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisini incelemektedir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, problem çözme becerilerinin etki büyüklük değeri 0.621 olarak bulunmuştur. Çalışmada, öğrencilerin yaratıcılığını ve problem çözme becerilerini geliştirmek için eğitsel robotlardan yararlanmaya büyük önem verilmelidir sonucuna ulaşılmıştır. Nam, Kim ve Lee (2019), yaptığı çalışmada kart kodlu robotik müfredatı ve ilgili etkinliklerin, anaokulu öğrencilerinin sıralama ve problem çözme becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada anaokulları ile TurtleBot adlı bir robot kullanarak kart kodlu programlama eğitimi yürütülmüştür. Deney grubundaki çocukların sıralama ve problem çözme testlerinde daha iyi performans gösterdiği bulgusu elde edilmiştir. Araştırma eğitsel robot setlerinin küçük çocukların düşünme becerilerini geliştirmek için faydalı olduğunu göstermektedir.

Bilişsel süreç becerilerine ilişkin sonuçlar şunlardır;

Araştırmanın üçüncü sorusu olan “Eğitsel robot setlerin, öğrencilerin bilişsel düşünme becerilerine olan etkisi nedir?” sorusuna ilişkin dâhil edilme kriterlerine uygun çalışmalardan meta analiz yöntemi ile birleştirilerek elde edilen genel etki değeri pozitif yönde ve orta düzeydedir. Turan ve Aydoğdu (2020)'nin yaptığı çalışma robotik kodlama eğitiminin okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bulgulara göre, robotik kodlama eğitimi alan deney grubundaki çocukların bilimsel süreç becerileri puanlarının kontrol grubundaki çocuklara göre daha yüksek olduğunu görülmüştür.

Aydoğdu ve Turan (2020)'in yaptığı çalışma robotik kodlama eğitiminin okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bulgulara göre, robotik kodlama eğitimi alan deney grubundaki çocukların bilimsel süreç becerileri puanlarının kontrol grubundaki çocuklara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Acisli (2017)' nin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine robotik destekli lego eğitim setleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, yenilenebilir enerji kaynakları etkinliklerinin robotik yöntemlerle yapılan destekli Lego eğitim setleri, elde edilen verileri analiz ederek öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Alan yazında yapılan birçok çalışmada eğitsel robot setlerinin bilimsel süreç becerilerine olumlu yönde etkilediği görülmektedir (Sullivan, 2008).

Öneriler

1. Çalışmada yaşanan zorluklardan biri etki büyüklüğünün hesaplanabilmesi için gerekli istatistik bilgilerinin çalışmada tam olarak yer almamasıdır. Meta analizde etki büyüklüğünün hesaplanabilmesi için incelenen çalışmaların istatistiksel analizlerinin doğru şekilde raporlanması gerekmektedir. Bu yüzden; her çalışmanın belli standartlara uygun sonuçları sunması, etki büyüklüklerinin hesaplanmasına yardımcı olacaktır.
2. Deneysel çalışmaların çoğunda grup içi ya da gruplar arası yöntemler uygulanmakta ve bunlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı p- değeri ile değerlendirilmektedir. Fakat bu noktadan daha ileri bir durumda bu yöntemin ne kadar etkili olduğu önemli olmaktadır. Bu nedenle çalışmalarda etki büyüklüğü değerinin yer alması meta analiz çalışmaları için kolaylık sağlayacaktır.
3. Çalışmanın sonuçlarına bakılarak eğitsel robot setlerin akademik başarıya güçlü bir etkisi olduğundan okullarda çeşitli öğrenme ortamlarında kullanımı yaygınlaştırılabilir.
4. Okul öncesi düzeyinde STEAM, doğa eğitimi, algoritma, kodlama eğitimi gibi alanlarda kullanılacak eğitsel robot setlerin akademik başarıya etkisini araştıran yüksek lisans ve doktora çalışmalarının yapılması önerilebilir.
5. Lise ve üniversite düzeyinde eğitsel robot setlerin problem çözme becerilerine etkisini araştıran çalışmaların sayısının arttırılabilir.
6. Okul öncesi ve lise düzeyinde eğitsel robot setlerin, bilişsel süreç becerilerine olan etkisini araştıran yüksek lisans ve doktora çalışmalarının yapılacağı önerilebilir.

Kaynakça

- Acisli, S. (2017). The investigation of the effects of robotic-assisted practices in teaching renewable energy sources to seventh-grade students in secondary school. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences*, 6, 167-172.
- Afari, E., & Khine, M. S. (2017). Robotics as an educational tool: Impact of lego mindstorms. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(6), 437-442.
- *Akbiyık, N. (2019). *Programlama Eğitiminde Arduino Mikro Denetleyici Uygulamaları Kullanımının Lise Öğrencilerinin Programlama Öz-Yeterlikleri ve Problem Çözme Becerileri Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- Akçıl, M. (1995). *Ortalamalar arası etki genişliklerinin meta-analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- *Akçay, S. (2018). *Robotik Fetemm Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Motivasyonları Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Akman Selçuk, N. (2019). *Eğitsel Robotik Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Ders Motivasyonları, Robotik Tutumları ve Başarıları Açısından İncelenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Alakuş, F. (2019). *Lise Genel Fizik II Deneylerinin Arduinoyla Yapılmasının Öğrenmeye Katkısı*. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71
- *Altay, G. (2019). *Arduino Kullanımının Lise Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Programlamaya Yönelik Tutumlarına Olan Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*.
- Aydoğdu, B. (2014). Bilimsel süreç becerileri. *Fen bilimleri öğretimi*. Ankara, 99, 100.
- Aydoğdu, B., Tatar, N., Yıldız, E., & Buldur, S. (2012). İlköğretim öğrencilerine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *Journal of Theoretical Educational Science*, 5(3), 292-311.
- Balemen, N. (2016). *Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Fen Eğitimindeki Etkliliği: Meta Analiz Çalışması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243.
- Bellanca, J. A. (Ed.). (2010). *21st century skills: Rethinking how students learn*. Solution tree Press Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 3(21), eaat5954.
- Bilir, K. (2019). *Blok Tabanlı Programlama Araçlarının Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Kaygıları Açısından Karşılaştırılması* (Master's thesis, Amasya Üniversitesi).

- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2021). *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons.
- Bulut, M. (2019). *Bilim ve Sanat Merkezlerinde Stem Uygulaması ve Öğretmenlerin Stem Uygulaması Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2017). Bilimsel Araştırma Yöntemleri. *Pegem Atıf İndeksi, 2017*, 1-360.
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Journal of Educational Technology & Society, 13*(2), 13-24.
- *Canbeldek, M. (2020). *Erken Çocukluk Eğitiminde Üreten Çocuklar Kodlama ve Robotik Eğitim Programının Etkilerinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Cansoy, R. (2018). Uluslararası çerçevelere göre 21. yüzyıl becerileri ve eğitim sisteminde kazandırılması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 7*(4), 3112-3134.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. New York: The Guilford Press.
- Castledine, A. R., & Chalmers, C. (2011). LEGO Robotics: An authentic problem solving tool?. *Design and Technology Education: An International Journal, 16*(3).
- Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education (6th Edition)*. New York: Routledge.
- *Çam, E. (2019) *Robotik Destekli Programlama Eğitiminin Problem Çözme Becerisi, Akademik Başarı ve Motivasyona Etkisi*, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi.
- Çatlak, Ş., Tekdal, M. & Baz, F. (2015). Scratch Yazılımı ile Programlama Öğretiminin Durumu: Bir Doküman İnceleme Çalışması. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education, 4* (3)
- *Çakır, S. (2019). *4. Sınıf Fen Bilimleri Dersi "Mikroskopik Canlılar ve Çevremiz" Ünitesinde Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğrenme Ürünlerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.
- *Çayır, E. (2010). *Lego-Logo ile Desteklenmiş Öğrenme Ortamının Bilimsel Süreç Becerisi ve Benlik Algısı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya
- Çoruh, P. D. M. (2019). *Bilişim teknolojileri ekonomisi toplumu*. eKitap Projesi & Cheapest Books.
- * 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.
- Dağyar, M. (2014). *Probleme Dayalı Öğrenmenin Akademik Başarıya Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Demir, S. (2013). Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin (BDMÖ) Akademik Başarıya Etkisi: Bir Meta Analiz Çalışması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye

- Dinçer, S.(2021). *Eğitim Bilimlerinde Uygulamalı Meta-Analiz*. Ankara: Pegem Akademi.
- Durlak, J.A. (1995). Reading and understanding multivariate statistics. Washington, DC: American Psychological.
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010 (pp. 4006-4014). Chesapeake, VA: AACE
- Ekin, C. Ç. (2022). Eğitsel Robotik Uygulamalar. *Eğitimde Dijitalleşme ve Yeni Yaklaşımlar*, 25. Framework for 21st Century Learning,<https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>, Erişim Tarihi: 06-10-2022
- Gelen, İ. (2017). P21-Program ve Öğretimde 21. Yüzyıl Beceri Çerçevesi (ABD Uygulamaları) . Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 1 (2), 15-29. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jier/issue/33877/348852>
- *Gündoğdu, B. (2020). *Meslek Lisesi Öğrencilerine Lego Robotikle Algoritma Öğretiminin Bilgisayarca Düşünme, Bilişsel Yük ve Başarıya Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- *Eraslan Güney, M. (2015). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Öğretiminde Robotların Kullanılması*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
- *Hangün, M., E. (2019). *Robot Programlama Eğitiminin Öğrencilerin Matematik Başarısına, Matematik Kaygısına, Programlama Özyeterliliğine ve STEM Tutumuna Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 22-27.
- İşman, A., Odabaşı, H. F. ve Akkoyunlu, B. (2016). Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016. Erişim Tarihi: 09.01.2023. http://www.tojet.net/e-book/eto_2016.pdf
- Kert, S. B., Erkoç, M. F., & Yeni, S. (2020). The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100714.
- *Kılınç, A. (2014). *Robotik Teknolojisinin 7. Sınıf Işık Ünitesi Öğretiminde Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
- 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* (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- *Kırtay, A. (2019). *Fen Eğitiminde Robotik Uygulamaların Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri ve Fen Eğitimine Yönelik Motivasyonlarına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi.
- *Koca, S. (2020). *Eğitsel Robot Uygulamalarının Öğrencilerin Kodlamaya Dönük Bilişsel Çıktılarına Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi
- *Koç, A. (2019). *Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle Yapılan Stem Uygulamalarının Karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- *Koç-Şenol, A. (2012). Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: RoboLab. Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

- Korkmaz, Ö., Acar, B., Çakır, R., Erdoğan, F. U., & Çakır, E. (2019). Eğitsel Robot Setleri ile Fen ve Teknoloji Dersi Basit Makinalar Konusunun Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Stem Beceri Düzeylerine ve Derse Dönük Tutumlarına Etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 9(2), 372-391.
- Korkmaz, A. Z. (2018). The effect of scratch-and lego mindstorms Ev3-Based programming activities on academic achievement, problem-solving skills and logical-mathematical thinking skills of students. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 4(3), 73-88
- Koparan, E. T., Yüksel, B., & Koparan, T. (2021). Arduino ile Programlamanın Öğrencilerin Fen Bilimlerine Yönelik Başarı, Öz Yeterlilik ve Tutumlarına Etkisi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 11(1), 118-127.
- Kurt, M., Erdoğan, Ö. & Toy, M. (2020). Robotik Uygulamaların Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı 21. Yüzyıl Becerileri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7 (4), 117-137. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/asead/issue/54055/713508>
- *Kuş, M. (2016). *Ortaokul Öğrencilerinin Kuvvet Ve Hareket Ünitesinin Öğretiminde Robotik Modüllerin Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi
- Lind K (1998). Science process skills: Preparing for the future. Monroe 2-Orleans Board of Cooperative Education Services. Retrieved March 10, 2011 from <http://www.monroe2boces.org/shared/instruct/sciencek6/process.htm>
- Long, J. (2001). An Introduction to and Generalization of the " Fail-Safe N."
- Meço, G. (2021). *Arduino ile desteklenmiş fen, mühendislik, matematik, teknoloji eğitimi: Vücutumuzdaki sistemler*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Nam, K. W., Kim, H. J., & Lee, S. (2019). Connecting plans to action: The effects of a card-coded robotics curriculum and activities on Korean kindergartners. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(5), 387-397.
- Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı-robot örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497
- *Okkesim, B. (2014). *Fen ve Teknoloji Eğitiminde Robotik Uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
- Oluk, A. ve Korkmaz, Ö. (2018), "Bilişim Teknolojileri Öğretmenlerinin Eğitsel Robotların Kullanımına Yönelik Görüşleri", *Değişen Dünyada Eğitim*, (215-224), (1.Baskı), Pegem Akademi, Ankara
- *Özdoğru, E. (2013). *Fiziksel Olaylar Öğrenme Alanı İçin Lego Program Tabanlı Fen ve Teknoloji Eğitiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
- Özel, O. (2019). *Programlama Yöntemlerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlilik Algısına ve Programlama Başarısına Etkisi*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- *Özenoğlu, Y., E. (2020). *Grupla Robotik Programlama Öğretiminde Otantik Görev Odaklı Uygulamaların Ortaokul 5. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Becerileri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

- Özer, F. (2019). Kodlama eğitiminde robot kullanımının ortaokul öğrencilerinin erişimi, motivasyon ve problem çözme becerilerine etkisi.
- Park, J. (2015). Effect of Robotics enhanced inquiry based learning in elementary Science education in South Korea. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 34(1), 71-95. Waynesville, NC USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved October 31, 2022 from <https://www.learntechlib.org/primary/p/130555/>
- Papert, S. (1980). Children, computers, and powerful ideas. *Harvester Press (United Kingdom)*. DOI, 10, 978-3.
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638
- *Saygılı Yıldırım, T. (2020) *Robotik Kodlama Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Başarı, Pozitif Duygu ve Bilgi İşlemsel Düşünmeye Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- *Secer, M. (2020). *Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersinde Arduino Kodlama ile Kâğıt-Kalem Kodlama Uygulamalarının Öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri, Problem Çözme Becerileri ve STEM Tutumları Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- *Silik, Y. (2016). *Eğitsel Robotik Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Silva, E. (2009). Measuring skills for 21st-century learning. *Phi delta kappan*, 90(9), 630-634.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394
- *Sinap, V. (2017). *Programlama Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmeye Yönelik Arduino Etkinliklerinin Kullanılması: Bir Eylem Araştırması*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Şahin, M. C. (2005). İnternet Tabanlı Uzaktan Eğitimin Etkililiği: Bir Meta Analiz Çalışması. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana
- *Şimşek, K. (2019). *Fen Bilimleri Dersi Madde ve Isı Ünitesinde Robotik Kodlama Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Bilimsel Süreç Becerileri Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Şişman, B., (2016), "Eğitimde robot kullanımı", *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016*, (299-311), (1.Baskı), TOJET, Ankara
- Talan, T. (2021). The effect of educational robotic applications on academic achievement: A meta-analysis study. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 5(4), 512-526. <https://doi.org/10.46328/ijtes.242>
- *Tatlısu, M. (2020). *Eğitsel Robotik Uygulamalarda Probleme Dayalı Öğrenmenin İlkokul Öğrencilerinin Problem Çözme Becerilerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- *Tekin, Y. (2020). *Matematik Öğretiminde Robotik Etkinliklerin Öğrencilerin Derse Yönelik Güdülenme, Tutum ve Başarılarına Etkisi Ve Bir Eğitim Ortamı Önerisi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi

- TTKB (2017). Müfredatta Yenileme ve Değişiklik Çalışmalarımız Üzerine. https://ttkb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_07/18160003_basin_aciklamasi-progam.pdf adresinden 20.10.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Tüzün, Ü. N., & Tüysüz, M. (2018). STEAM education for teachers of gifted students. *Talent*, 8(1), 16.
- *Uğuz, H. (2019). *Lego Robotikle Programlamanın Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme Becerilerine ve Başarılarına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- *Uşengül, L. (2019). *Lego Wedo 2.0 Eğitiminin Öğrenenlerin Fen Bilimlerine Yönelik Akademik Başarı ve Tutumları ile Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Üçgül, M. (2013). History and Educational Potential of LEGO Mindstorms NXT. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 127–137.
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal Of research on Technology in Education*, 40(2), 201-216.
- Yang, C. (2014). Comparison of the effects of robotics education to programming education using meta-analysis. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 18(3), 413-422.
- *Yıldırım, M., T. (2020). *Sinir Sistemi'nin Öğretiminde FeTeMM Tabanlı Arduino Robotik Etkinliklerinin Akademik Başarı ve mühendislik Tasarım Süreci Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Yıldız, N. (2009). *Meta Analizinde Heterojenliğin ve Farklı Varyans Tahmin Yöntemlerinin İncelenmesi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldız, T., & SEFEROĞLU, S. S. (2021). The effect of robotic programming on coding attitude and computational thinking skills toward self-efficacy perception. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 6(2), 101-116.
- Yılmaz, F. (2018). Robotlar hayatımızda. *FSM İlmî Araştırmalar İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, (12), 109-120.
- *Yolcu, V. (2018). *Programlama Eğitiminde Robotik Kullanımının Akademik Başarı, Bilgi-İşlemsel Düşünme Becerisi ve Öğrenme Transferine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- *Yüksel, B. (2019). *Arduino ile Programlamanın 6. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimlerine Yönelik Tutum, Başarı Ve Öz Yeterliliklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Zhang, Y., & Zhu, Y. (2022). Effects of educational robotics on the creativity and problem-solving skills of K-12 students: a meta-analysis. *Educational Studies*, 1-19.