ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ VE ÖĞRETMEN EĞİTİMİ DERGİSİ
JOURNAL OF INSTRUCTIONAL TECHNOLOGIES & TEACHER EDUCATION
ISSN: 2149-4495

Cilt 14 (Volume 14), 2026, 16-36

Doi: https://doi.org/10.51960/jitte.1832190
Makale Türü/Article Type: Araştırma Makalesi/Research Article
Makale Geçmişi / Article History
Alındı/Received: 28.11.2025
Düzeltme alındı/Received in revised form: 21.12.2025
Kabul edildi/Accepted: 16.02.2026

# ROBOTİK KODLAMA EĞİTİMİNDE ULUSLARARASI ARAÇ KULLANIMI: FARKLI ÜLKELER VE TÜRKİYE ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ

**Sultan CANSIZ**[1]

## Özet

Dijital çağda 21. yüzyıl becerilerinin kazanılması için stratejik bir araç olan robotik ve kodlama eğitimi; ülkelerin eğitim politikası, ekonomik kaynakları ve teknolojik altyapısına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu çalışma; pedagojik yaklaşımlar, teknik özellikler, hedef gruplar, öğrenme çıktıları ve maliyet kriterleri temelinde Finlandiya, Güney Kore, ABD ve Türkiye'deki robotik ve kodlama öğretim materyallerini karşılaştırmaktadır. Araştırmada, Beredey'in dört aşamalı karşılaştırmalı analiz modeline (tanımlama, karşılaştırma, yan yana getirme ve yorumlama) dayalı olarak çoklu vaka çalışmaları ve belge analizi de dâhil olmak üzere nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Veriler, 55 temel bilimsel kaynak, ulusal müfredat ve politika belgesine dayalı "veri çeşitlemesi (üçlemesi)" kullanılarak doğrulanmıştır. Çalışmanın bulguları, öğretim materyali seçiminin ülkelerin eğitim felsefeleriyle doğrudan örtüştüğünü göstermektedir. Finlandiya erken yaşta oyun temelli keşfe (Micro:bit %35, Kubo %12) odaklanıp Güney Kore rekabetçi mühendislik becerilerinin geliştirilmesine ve metin tabanlı programlama dillerine erken geçişe (LEGO/VEX %53, Python %35) önem verirken esnek bir yapıya sahip ABD hibrit bir model (Arduino %25, Scratch %25) sergilemektedir. Bu küresel eğilimler temelinde Türkiye değerlendirildiğinde; diğer ülkelere kıyasla daha maliyet etkin ve proje tabanlı bir yaklaşımın benimsendiği, ağırlıklı olarak Micro:bit (%37), mBot (%25) ve Scratch (%35) kullanıldığı görülmektedir. Analiz; Türkiye'nin algoritmik düşünme ve "üretici kültürü" geliştirme konusunda önemli ilerleme kaydettiğini ancak erken çocukluk eğitiminin (4-8 yaş) entegrasyonu, ileri mühendislik becerilerine geçiş ve standartlaştırılmış, merkezi öğretmen eğitimi gibi alanlarda daha fazla yapısal iyileştirmeye ihtiyaç duyduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Robotik Kodlama Eğitimi, Karşılaştırmalı Eğitim, Eğitim Araçları

[1] Özel Net Koleji, sultan.can91@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6546-068X

## 1. Giriş

Dijital çağın getirdiği değişimler, herkesin 21. yüzyıl becerilerine sahip olmasını gerektirmektedir. Bu beceriler arasında eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve takım çalışması yer almaktadır (Van Laar vd., 2017; Cansoy, 2018; Karatepe, 2024). STEM eğitimi (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) bu becerilerin edinilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Khalil ve Osman, 2017; Çavaş vd., 2020). STEM eğitiminin ayrılmaz bir parçası olan robotik kodlama, öğrencilerin soyut kavramları somut uygulamalarla anlamalarını sağlayan etkileşimli ve uygulamalı bir öğrenme ortamı sunmaktadır (Güleryüz, Dilber ve Erdoğan, 2020; Karagounis, 2023). Robotik kodlama, karmaşık problemleri yönetilebilir parçalara ayırarak, mantıksal sıralamalar tanımlayarak ve koşullu ifadelere dayalı kararlar alarak algoritmik düşünmeyi geliştirir; ayrıca öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerinde yetkinlik kazanmalarını ve hataları sistematik olarak analiz ederek geliştirmelerini sağlar (Baysal, Ocak ve Ocak, 2020; García, 2024).

Günümüzde birçok ülke, teknolojik değişimlere uyum sağlamak amacıyla robotik alanındaki kodlama becerilerini eğitim sistemlerine entegre etmek için önemli çabalar sarf etmektedir. (Avello, Lavonen, ve Zapata-Ros, 2020). Ancak, kullanılan öğretim materyalleri her ülkenin eğitim felsefesine, ekonomik koşullarına, teknolojik altyapısına ve kültürel bağlamına göre değişiklik göstermektedir (Alkayiş, 2020). Bu nedenle, uluslararası uygulamaların nasıl yapılandırıldığını, bu araçların neden belirli eğitim amaçları için tercih edildiğini ve öğrenme süreçlerinin etkinliğini artırmak için hangi materyallerin özellikle vurgulandığını anlamak, ayrıca farklı ülkelerde kullanılan robotik kodlama araçlarını sistematik olarak karşılaştırarak potansiyel iyileştirme alanlarını belirlemek önemlidir (Junior, Queiroz ve Lima 2018).

Robotik kodlama eğitimi, teknolojik beceriler edinmenin stratejik bir aracı haline gelmiştir (Şahin ve Arıkan, 2024). Ancak, bu süreçte ülkeler tarafından tercih edilen materyaller ve pedagojik yaklaşımlar küresel ölçekte önemli farklılıklar göstermektedir (Hammerschick, vd., 2018). Bu çalışmada, farklı ülkelerden robotik öğretim materyallerinin karşılaştırılması, çeşitli eğitim sistemlerinde en iyi uygulamaları belirlemek ve uluslararası standartların yerel ihtiyaçlarla uyumu açısından önemsenmiştir. Araştırmanın kapsamını, yapılandırmacı ve öğrenci merkezli eğitim modeliyle elde ettiği başarı nedeniyle Finlandiya (Genç, 2022); ileri teknolojileri ve dijital becerileri entegre etmede küresel liderliği nedeniyle Güney Kore (Shin, Mollah, ve Choi, 2023) ve robotik alanında bir inovasyon merkezi rolü ve müfredat çeşitliliği nedeniyle ABD (Chitikeshi, Dhali, Odell, Jovanovic, & Lin, 2020) seçilmiştir. Bu üç önde gelen ülkenin farklı modellerinin Türkiye'deki mevcut durum ve materyal kullanımıyla karşılaştırılması, Türkiye'nin robotik kodlama eğitimi alanında küresel olarak konumlanmasını ve yerel eğitim politikası için veriye dayalı bir öngörü geliştirmesini sağlamaktadır.

## 2. Literatür Taraması

Robotik kodlama eğitimi, 21. yüzyıl becerilerinin edinilmesindeki merkezi rolü nedeniyle küresel eğitimde giderek daha önemli hale gelmektedir (Büyük, 2024; Ramaila, 2024). Son yıllarda literatür hızla artmış ve araştırmalar genellikle robotik eğitiminin bilişsel ve duygusal faydalarına odaklanmıştır (Karal, Taşdemir ve Öngöz, 2023; Lampropoulos, 2025; Salma, vd., 2025). Öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık, iş birliği ve algoritmik düşünme becerilerini geliştirme potansiyeli, bu eğitim yaklaşımının önemini vurgulamaktadır (Çakıcı ve Özdemir, 2022; Ülger, 2025). Bununla birlikte, farklı kültürel ve eğitimsel bağlamlarda robotik kodlama kullanılan araçların eğitimsel etkisi, teknolojik olanakları ve erişilebilirliği üzerine kapsamlı ve karşılaştırmalı araştırmalara ihtiyaç vardır (Zhang ve Zhang, 2024).

Blok tabanlı programlama araçları, temel programlama prensiplerini görsel ve etkileşimli bir ortamda öğreterek özellikle ilkokul ve ortaokul öğrencileri için programlamayı daha erişilebilir hale getirmeleriyle bilinmektedir (Sırakaya, 2018; Arslan ve Akçelik, 2019). Karmaşık söz dizimi yerine sürükle-bırak mantığıyla görsel bloklar kullanan bu platformlar, öğrencilerin algoritmik yapıları ve programlama mantığını kolayca kavramalarını sağlamaktadır (Kasalak, 2017; Sonjaya ve Munir, 2025; Velykdan, 2025). Bu yönüyle çalışmanın ilk alt hedefi olan "Robotik kodlama eğitiminde kullanılan araçların genel özelliklerini belirlemek" açısından önem taşımaktadır.

Donanım tabanlı robotik kitleri, problem çözmeye yönelik modüler sistemler, rekabetçi platformlar, uygun fiyatlı giriş seviyesi cihazlar ve gelişmiş programlanabilir sistemler içermektedir (Yolcu ve Demirer, 2017; Gunes ve Kucuk, 2022). Modüler yapıları ve geniş topluluk desteği sayesinde, mühendislik odaklı sistemler uzun yıllardır eğitimde kullanılmakta ve öğrencilerin tasarım, montaj ve programlama süreçlerini eş zamanlı olarak öğrenmelerini sağlamaktadır (Eskici, Mercan ve Hakverdi, 2020; Uçar ve Sezek, 2025). Rekabet odaklı platformlar, öğrencilerin teknik becerilerini profesyonel ve rekabetçi bir ortamda geliştirebilecekleri yapılar sunar (Sullivan ve Bers, 2019). Uygun fiyatlı ve kullanımı kolay başlangıç kitleri, robotik alanını demokratikleştirmek ve robotik eğitimini daha erişilebilir hale getirmek için önemli bir potansiyele sahiptir (Gaskell, vd. 2024, May). Gelişmiş donanım ve yazılım entegrasyonu sunan açık kaynaklı platformlar, öğrencilere sistem mimarisi hakkında derinlemesine bilgi edinme ve teknik becerilerini geliştirme fırsatı vermektedir (Yenikalaycı ve Harman, 2020). Bu donanım çeşitliliği, araştırma hedeflerine ulaşmak için sağlam bir temel sağlamaktadır.

Farklı ülkelerin uygulamaları incelendiğinde, örneğin Finlandiya gibi ülkelerin robotiği müfredata entegre etmek için daha esnek ve öğrenci merkezli yaklaşımlar benimsediğini (Yolcu ve Demirer, 2017; Pedersen, vd. 2022, April; Baltayeva, 2025), Güney Kore gibi ülkelerin ise teknolojiye erken yaşta maruz kalmayı ve yoğun STEM eğitim stratejilerini vurguladığını görülmektedir (Hong, 2021). ABD gibi ülkeler de robotik araçların inovasyonu ve üretimi merkezi olma avantajlarından yararlanarak büyük ölçekli robotik yarışmaları, endüstriyel iş birlikleri ve çeşitli pazar odaklı materyaller aracılığıyla eğitim süreçlerini şekillendirmektedir (Batyuk ve Masych, 2025). Bu ülkelerde tercih edilen öğretim materyalleri genellikle kendi teknolojik potansiyelleri ve eğitim hedefleri tarafından belirlenmektedir. Bununla birlikte, söz konusu öğretim materyallerinin farklı kültürel ve eğitimsel ekosistemlerdeki yansımalarını ve etkililiklerini bütüncül bir perspektifle ele alan karşılaştırmalı çalışmaların literatürde nispeten sınırlı kaldığı gözlenmektedir.

Dünya çapında robotik kodlama, dijital dönüşüm ve 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi için bir ön koşul olarak eğitim sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Teorik olarak bu araçlar, öğrencilerin soyut algoritmik yapıları somut deneyimler yoluyla kavramalarını sağlayan yapılandırmacı öğrenme nesneleri olarak konumlandırılmıştır (Yolcu ve Demirer, 2017; Baltayeva, 2025). Küresel teknoloji entegrasyon modellerinin incelenmesi, çeşitli yaklaşımları ortaya koymaktadır: bir yandan bilişsel gelişimi önceliklendiren esnek, süreç odaklı ve öğrenci merkezli yaklaşımlar, diğer yandan erken teknik uzmanlaşmayı ve yoğun mühendislik odaklı STEM stratejilerini hedefleyen yapılandırılmış modeller (Hong, 2021; Pedersen vd., 2022). Bu süreçte seçilen öğrenme materyalleri sadece teknolojik olanakların sonucu değil, aynı zamanda ilgili toplumların eğitim felsefelerini, ekonomik kavramlarını ve stratejik önceliklerini de yansıtmaktadır. Bununla birlikte, literatürde bu araçların farklı kültürel, ekonomik ve eğitimsel bağlamlardaki etkinliğini bütünsel bir bakış açısıyla inceleyen kapsamlı karşılaştırmalı çalışmalar eksiktir. Bu teorik boşluk, farklı ülkelerde kullanılan robotik kodlama araçlarını eğitimsel, teknik ve erişilebilirlik açılarından analiz etmeyi ve Türkiye'deki mevcut uygulamaları uluslararası standartlarla karşılaştırarak güçlü yönleri ve geliştirilmesi gereken alanları belirlemeyi bu çalışmanın temel amacı hâline getirmiştir.

Bu literatür taraması, robotik kodlama eğitimindeki mevcut bilgi birikimini tüm boyutlarıyla ortaya koymakta ve çalışmanın alt hedeflerinde belirtildiği gibi karşılaştırmalı analize duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Araçların, özellikle pedagojik yaklaşımlar, hedef gruplar, öğrenme çıktıları, teknik özellikler, kullanılabilirlik ve maliyet açısından ayrıntılı bir analizi, çalışmanın özünü oluşturmaktadır. Türkiye'deki uygulamaların uluslararası örneklerle karşılaştırılması, ulusal eğitim politikası ve müfredat geliştirme çalışmalarına katkı sunma potansiyeli taşımaktadır.

### 2.2. Araştırma Kapsamı

Bu çalışmada, robotik kodlama eğitiminde öne çıkan ve öğretime farklı yaklaşımlar sunan dört ülkeye odaklanılmaktadır:

- Finlandiya: Disiplinlerarası entegrasyona ve öğrenci merkezli bir yaklaşıma dayanan bütüncül bir eğitim modeline dayanmaktadır. Robotik kodlama, müfredatta ayrı bir ders olarak sunulmamakta, bunun yerine olgu temelli bir öğrenme stratejisi aracılığıyla çeşitli disiplinlere entegre edilmektedir. Erken yaşlardan itibaren oyunbaz ve keşifçi öğrenmeyi teşvik eden bu sistem, salt teknik becerilerin ötesine geçen takım çalışması, dijital okuryazarlık ve eleştirel düşünme gibi evrensel yetkinlikler geliştirmeyi amaçlamaktadır. (Cahyani, 2023).
- Güney Kore: Teknoloji eğitimini ulusal bir strateji olarak gören, merkezi ve oldukça yapılandırılmış bir eğitim modelini takip etmektedir. Müfredat, erken çocukluk döneminde zorunlu programlama eğitimiyle başlar ve blok tabanlı araçlardan metin tabanlı programlama dillerine hızlı geçişi ve donanım tasarım becerilerinin geliştirilmesini teşvik eder. Ülkenin rekabetçi eğitim kültürü, öğrencilerin karmaşık mühendislik problemlerini çözmelerini ve üst düzey robotik yarışmalarına katılmalarını sağlayan, teknik uzmanlaşmaya yönelik bir ekosistem yaratmıştır (Hong, 2021).
- Amerika Birleşik Devletleri (ABD): Esnek, eyalet bazlı yapısıyla, proje tabanlı öğrenmeye odaklanan hibrit bir model kullanır ve çok çeşitli araçları destekler. Robotik kodlama, doğa bilimleri ve mühendislik disiplinlerine entegre edilerek başlangıç seviyesinden ileri teknik becerilere kadar uzanan çeşitli bir öğrenme ortamı sunar. Bu model, özellikle uluslararası yarışmalar aracılığıyla, mühendislikte tasarım ve inovasyonda ileri düzey yetkinliklerin geliştirilmesini merkezi bir stratejik hedef olarak vurgular (Gonzalez ve Zalewski, 2016, June).
- Türkiye, robotik kodlama eğitiminin son yıllarda stratejik önem kazandığı gelişmekte olan bir ülkedir. Robotik kodlama eğitimi, ulusal müfredata entegrasyonun ötesine geçerek geniş bir kitleye ulaşan teknolojik bir ekosisteme dönüşmüştür (Sümbül ve Çolak, 2020). Yetenekli öğrenciler bilim ve sanat merkezlerinde (BİLSEM) yoğun destek alırken DENEYAP Teknoloji Atölyeleri ve Türk Teknoloji Takımı Vakfı (T3 Vakfı) gibi girişimler, teknoloji eğitiminin taban düzeyinde yaygınlaştırılmasında ve ülkede teknolojik ilerlemenin teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Uygun maliyetli çözümleri ve rekabetçi teşvik modelleriyle bu kurumlar, robotik ve programlamayı yalnızca okul temelli bir faaliyet olmaktan çıkarıp erişilebilir ve sürdürülebilir bir öğrenme ortamına dönüştürmüştür.

### 2.3. Araştırmanın Önemi

Robotik kodlama eğitimi, geleceğin üretken bireylerinin yetiştirilmesinde stratejik bir rol oynamaktadır (Sümbül ve Çolak, 2020; Drakatos ve Stavridis, 2023). Pedagojik uygunluk, erişilebilirlik, sürdürülebilirlik ve öğretmen eğitimi, uygun öğretim materyallerinin seçiminde kilit faktörlerdir (Perez, Castillo ve Agredo, 2025). Bu bağlamda, robotik öğretim materyallerinin uluslararası düzeyde incelenmesinin; Türkiye'deki eğitim politikaları, müfredat geliştirme süreçleri ve öğretmen yetiştirme programları için ihtiyaç duyulan bilimsel temelin oluşturulması açısından büyük önem taşıdığı değerlendirilmektedir.

Robotik kodlama üzerine yapılan araştırmaların çoğu, bireysel ülkelerin deneyimlerine odaklanmakta ve bu da küresel standartlar ile yerel ihtiyaçlar arasında sistematik bir karşılaştırılabilirlik eksikliğine yol açmaktadır. Finlandiya'daki öğrenci merkezli, Güney Kore'deki teknoloji odaklı ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki inovasyon tabanlı öğrenme modellerini Türkiye'deki mevcut öğretim materyali kullanımıyla ilişkilendiren bu çalışma, literatürdeki bu boşluğun giderilmesine yönelik değerli bir adım niteliğindedir. Uluslararası trendleri Türk eğitim yaklaşımıyla birleştiren bu karşılaştırmalı inceleme, literatürde az bulunan kapsamlı bir perspektif sunması bakımından özgün bir değer taşımaktadır.

Ayrıca bu araştırmanın, eğitimcilerin ve politika yapıcıların robotik kodlama araçlarını yalnızca teknolojik özellikleri açısından değil, aynı zamanda eğitimsel değerleri ve öğrenme çıktıları temelinde de değerlendirmelerine rehberlik etmesi öngörülmektedir. Böylece çalışmanın, Türkiye'de sürdürülebilir, yüksek kaliteli ve modern robotik kodlama öğretim yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik uygulamalara destekleyici bir kaynak oluşturması umulmaktadır.

### 2.4. Araştırmanın Alt Problemleri

Araştırmanın genel amacı doğrultusunda aşağıdaki alt problemler belirlenmiştir:

1. Farklı ülkelerde robotik kodlama eğitiminde kullanılan araçlar nelerdir?
2. Bu araçlar pedagojik yaklaşımlar, hedef yaş grupları ve öğrenme çıktıları açısından nasıl farklılık göstermektedir?
3. Robotik eğitim araçlarının teknik özellikleri, kullanım kolaylığı ve maliyet açısından karşılaştırılması nasıldır?
4. Türkiye'de kullanılan robotik kodlama araçları, diğer ülkelerde kullanılan araçlara göre hangi yönleriyle benzerlik ve farklılık göstermektedir?
5. Elde edilen bulgular doğrultusunda Türkiye'de robotik kodlama eğitimine yönelik ne tür geliştirme ve uyarlama önerileri getirilebilir?

## 3. Yöntem

Bu çalışma, farklı ülkelerde robotik kodlamada kullanılan öğretim materyallerini karşılaştırmalı olarak analiz etmek için nitel bir yaklaşım kullanmaktadır. Araştırma deseni olarak çoklu vaka çalışmaları ve doküman analizi yöntemleri kullanılmıştır. Çoklu vaka çalışmaları; belirli bir olguya odaklanılarak bir veya daha fazla bağlamda ele alınan birkaç vakanın derinlemesine incelenmesidir (Brown, 2008; Kürüm, 2021). Bu çalışma, karşılaştırmalı eğitim araştırmalarında standart kabul edilen Bereday'ın (1964) dört aşamalı karşılaştırmalı analiz modeline (tanımlama, karşılaştırma, yan yana koyma ve yorumlama) dayanmaktadır. Analiz birimi olarak seçilen dört ülke (Finlandiya, Güney Kore, ABD ve Türkiye), robotik ve kodlama eğitiminde farklı gelişim aşamalarını ve eğitim paradigmalarını temsil ettikleri için maksimum örneklem çeşitliliği stratejisi kullanılarak vaka çalışmaları olarak seçilmiştir. Doküman analizi; araştırma sorularını yanıtlamak için mevcut belgelerin sistematik bir incelemesi ve değerlendirmesidir (Satorres ve Ferrándiz, 2020; Zafer, 2024).

### 3.2. Veri Toplama Araçları

- **Doküman Analizi:** Çalışmada, her ülkenin ulusal müfredatları ve stratejik politika belgeleri sistematik olarak incelenmiştir. Bu kapsamda; Finlandiya Ulusal Temel Eğitim Müfredatı (2014), Güney Kore Yazılım Eğitim Planı (2022), ABD CSTA K-12 Bilgisayar Bilimleri Standartları ve Türkiye MEB Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı temel veri kaynakları olarak belirlenmiştir.
- **Web Tarama ve Ürün İncelemeleri:** İlgili ülkelerde yaygın olarak kullanılan robotik kitler (donanım) ve programlama yazılımları belirlenmiştir. Bu araçların özellikleri, pedagojik yaklaşımları ve hedeflenen öğrenme çıktıları analiz edilmiştir.

### 3.3. Veri Analizi

Bu çalışma, çeşitli yöntemlerle (belge analizi, web taraması ve ürün incelemeleri) toplanan karmaşık verilerin betimsel ve karşılaştırmalı analizini içermektedir. Analizin amacı, araştırma sorularına sistematik ve kapsamlı yanıtlar sağlamaktır. Verilerin analizinde literatürle uyumlu olarak şu beş temel karşılaştırma kriteri belirlenmiştir: 1- Entegrasyon Biçimi, 2- Pedagojik Odak, 3- Donanım Erişilebilirliği, 4- Yazılım Arayüzü ve 5-Öğretmen Yeterlilik Standartları.

İlk olarak her ülke için toplanan belgeler içerik analizine tabi tutulmuştur. Bu analiz, robotik kodlama eğitiminin müfredattaki yerini, hedef yaş gruplarını ve temel pedagojik yaklaşımları belirlemiştir. İkinci aşamada, bu betimsel çerçeveden elde edilen bulgular, Bereday (1964) modelinin "yan yana getirme" aşamasına uygun olarak ülkeler arası karşılaştırmalı analize tabi tutulmuştur. Bu karşılaştırma, benzerlik ve farklılıkların yanı sıra, uluslararası iyi uygulamaların Türkiye için potansiyel geliştirme ve uyarlama alanlarını ortaya koyacak şekilde yorumlanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen veriler, bulgular bölümünde tablolarla desteklenerek sunulmuştur.

### 3.4. Çalışmada incelenen veri kaynakları ve veri analiz sürecinin özeti

Bu çalışmada, geçerlilik ve güvenilirlik kriterlerini sağlamak amacıyla nitel araştırma ilkelerine göre "veri üçlemesi" (triangulation) yöntemi uygulanmıştır. Resmi politika belgelerinden elde edilen bulgular, akademik literatür ve teknik ürün spesifikasyonları ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Analitik süreç, araştırmacı tarafından üç aylık bir sürede, veri setini destekleyen ve kriterleri doğrulamak amacıyla seçilen 55 temel akademik kaynak üzerinden yürütülmüştür.

Kullanılan veri kaynakları, robotik ve kodlama eğitiminin hem teorik temellerini hem de pratik ilkelerini kapsayan bütüncül bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu bağlamda, Finlandiya, Güney Kore, ABD ve Türkiye gibi ülkelerdeki ulusal eğitim programları ve yönergelerine dayanarak, eğitim felsefeleri ve STEM konularının entegrasyonuna ilişkin karşılaştırmalı bir analiz sunulmaktadır. Akademik literatür, özellikle 21. yüzyıl yetkinlikleri açısından, robotik ve programlamanın öğrencilerin bilişsel ve duygusal gelişimleri üzerindeki etkisini incelemektedir. Teknik belgeler, kullanılan araçların pedagojik uygunluğunu, teknik uygulanabilirliğini ve maliyet etkinliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu çeşitlilik, çalışmanın hem politika stratejilerini hem de bunların sınıfta uygulanmasının teknik ve pedagojik sonuçlarını sentezlemesini sağlamıştır. Literatürde tanımlanan robotik kodlama araçları, öğrencilerin gelişim düzeyine ve teknik karmaşıklık derecesine göre sınıflandırılmış ve analiz edilmiştir. Analize göre, blok tabanlı yazılımlar, özellikle ilköğretim ve ortaöğretimde, görselleştirilmiş algoritmik yapılar sayesinde erişilebilirliği artırmaktadır (Sırakaya, 2018; Arslan ve Akçelik, 2019). Giriş seviyesi donanımlar erken çocukluk döneminde somut ve keşifsel öğrenmeyi desteklerken (Bers vd., 2014), mühendislik odaklı kitler, yapım ve montaj süreçlerini programlamayla birleştirerek rekabetçi ve işbirlikçi bir öğrenme ortamı sunmaktadır (Sullivan ve Bers, 2019). Daha ileri seviyelerde ise metin tabanlı platformlar, donanım ve yazılım entegrasyonunda sağlam teknik becerilerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Kortenkamp, Simmons ve Brugali, 2016). Bu durum, araç seçiminin doğrudan hedef kitle ve teknik gelişme düzeyiyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Çalışmada Uygulanan Veri Toplama ve Analiz Süreci Aşamaları

| İşlem Basamağı | Yöntem | Uygulama Detayı |
|---|---|---|
| 1. Tanımlama | Doküman Analizi | Ülkelerin resmi müfredat (Finlandiya 2014, MEB vb.) metinlerinden verilerin çekilmesi |
| 2. Yan Yana Getirme | Tematik Kodlama | Belirlenen 5 kriter (maliyet, pedagoji, yazılım vb.) üzerinden her ülkenin verilerinin matrislere dökülmesi |
| 3. Karşılaştırma | Çoklu Vaka Analizi | Ülkeler arasındaki benzerlik ve farklılıkların örüntü analizinin yapılması |
| 4. Yorumlama | Karşılaştırmalı Analiz | Uluslararası bulguların Türkiye'nin eğitim vizyonu ve yerel kısıtları çerçevesinde yorumlanması |

## 4. Bulgular

Bu bölümde, Beredey'in karşılaştırmalı analiz modeline göre tanımlama ve karşılaştırma süreçlerinin sonuçları sunulmaktadır. Sunulan veriler, 55 bilimsel makale, resmi eğitim dokümanı ve içerik analizinin sentezi yoluyla elde edilmiştir. Sayısal veriler (yüzde olarak), kullanım sıklığının normalleştirilmesi ve incelenen kaynakların ağırlıklandırılmasıyla belirlenen göreceli yaygınlığı temsil etmektedir.

### 4.1. Farklı ülkelerde robotik kodlama eğitiminde kullanılan araçlar nelerdir?

Bu bölümde, Finlandiya, Güney Kore, ABD ve Türkiye'de robotik kodlamada yaygın olarak kullanılan donanım kitleri ve yazılım platformları ayrıntılı olarak incelenmektedir. Ülkeler arasındaki pedagojik yaklaşım ve müfredat entegrasyonundaki farklılıklar, tercih edilen araçların çeşitliliğini ve kullanım sıklığını doğrudan etkilemektedir.

#### 4.1.1. Yaygın Kullanılan Donanım Kitleri

Donanım kitlerinin seçiminde belirleyici olan unsurlar; ülkenin eğitim felsefesi, maddi imkânları ve hedef kitleleri olmuştur.

Tablo 2. Ülkelere Göre Yaygın Donanım Kitleri Kullanım Oranları

| Donanım Kiti | Finlandiya (%) | Güney Kore (%) | ABD (%) | Türkiye (%) |
|---|---|---|---|---|
| Kubo Robot | 12 | 2 | 3 | 2 |
| Blue-Bot | 8 | 1 | 2 | 1 |
| Micro:bit | 35 | 16 | 22 | 37 |
| LEGO Mindstorms/Spike | 10 | 25 | 15 | 8 |
| VEX IQ/EDR | 5 | 25 | 18 | 5 |
| Makeblock mBot | 5 | 10 | 10 | 25 |
| Arduino | 15 | 18 | 25 | 20 |
| Diğer | 10 | 3 | 5 | 2 |

Tablo 2'de ülkelere göre yaygın olarak kullanılan donanım kitlerinin oranlarının yüzdelik dilimleri gösterilmektedir. İçerik analizi sonuçlarına göre, Finlandiya'da erken öğrenmeye yönelik keşif odaklı yaklaşım sayesinde Micro:bit (%35), Arduino (%15) ve fiziksel olarak programlanmış robotlar (Kubo Robot %12, Blue-Bot %8) gibi kitler popüler olup erişilebilir ve görsel öğrenmeyi teşvik etmektedir. LEGO Mindstorms ve VEX Robotics gibi daha karmaşık kitlerin kullanımı ise nispeten düşüktür. Güney Kore'de, rekabetçi ve mühendislik odaklı eğitim yaklaşımı, LEGO Mindstorms/Spike (%28) ve VEX IQ/EDR (%25) gibi önde gelen gelişmiş robotik kitlerine yansıtılmıştır. Arduino (%18) da ileri seviye ve karmaşık projelerde sıklıkla kullanılmaktadır. Micro:bit gibi giriş seviyesi cihazlar mevcut olsa da odak noktası daha karmaşık uygulamalardır. ABD'de, Geniş işlevselliğe ve yüksek esnekliğe sahip çok yönlü bir kullanım modeli sayesinde çeşitli kitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Arduino (%25) ve Micro:bit (%22) ilk sıralarda yer alırken VEX IQ/EDR (%18) ve LEGO Mindstorms/Spike (%15) da önemli konumlara sahiptir. Bu durum, eyaletlerin ve okulların ihtiyaçlarına göre değişiklik göstermektedir. Türkiye'de, uygun maliyetli ve erişilebilir bir yaklaşım sayesinde Micro:bit (%37), en popüler kit olurken onu Makeblock mBot (%25) ve Arduino (%20) takip etmektedir. LEGO Mindstorms ve VEX Robotics gibi daha pahalı ve rekabetçi kitlerin kullanımı, genellikle özel okullar veya özel kulüplerle sınırlıdır. Bu durum, Türkiye'nin hem uygun maliyet hem de temel programlama ve elektronik becerilerine öncelik veren denge arzusunu yansıtmaktadır.

#### 4.1.2. Yaygın Kullanılan Yazılım Platformları ve Programlama Dilleri

Donanım kitlerinin yanı sıra kullanılan yazılım platformları ve programlama dilleri de ülkelerin eğitim hedeflerini ve programlama eğitimindeki ilerleme hızını yansıtmaktadır.

Tablo 3. Ülkelere Göre Yaygın Yazılım Platformları/Programlama Dilleri Kullanım Oranları

| Yazılım Platformu/Dili | Finlandiya (%) | Güney Kore (%) | ABD (%) | Türkiye (%) |
|---|---|---|---|---|
| Scratch/Blockly | 30 | 15 | 25 | 35 |
| MakeCode | 25 | 10 | 20 | 28 |
| Python | 20 | 35 | 25 | 15 |
| C/C++ | 5 | 30 | 15 | 10 |
| VEXcode (Blok/Metin) | 5 | 5 | 5 | 2 |
| Diğer | 15 | 5 | 10 | 10 |

Tablo 3'te ülkelere göre yaygın olarak kullanılan yazılım platformları/programlama dillerinin kullanım oranlarının yüzdelik dilimleri gösterilmektedir. Finlandiya, Scratch/Blockly (%30) ve MakeCode (%25) gibi blok tabanlı platformlar, giriş ve keşif seviyelerinde baskındır. Python (%20) da daha ileri seviyelerde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Güney Kore'de, Blok tabanlı ortamlar (%15 Scratch/Blockly, %10 MakeCode) önemini korumaktadır, ancak Python (%35) ve C/C++ (%30) gibi metin tabanlı dillere doğru daha erken ve daha yoğun bir eğilim görülmektedir. Bu, ülkenin mühendislik ve yazılım geliştirmede erken uzmanlaşmaya odaklandığını göstermektedir. ABD, Scratch/Blockly (%25), Python (%25) ve MakeCode (%20) eşit olarak dağıtılmıştır. C/C++ (%15) da yükseköğretimde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çeşitlilik, farklı eğitim seviyeleri ve kurumlardaki programlama eğitiminin farklı derinliğini yansıtmaktadır. Türkiye'de Scratch/Blockly (%35) ve MakeCode (%28) yeni başlayanlar için en yaygın platformlardır. Micro:bit ve mBot gibi kitlerle birlikte

kullanılırlar. Ortaokul ve lise öğrencileri, metin tabanlı programlamaya ve Arduino projelerine geçiş yaparken genellikle Python (%15) ve C/C++ (%10) dillerini tercih etmektedir.

### 4.2. Bu araçlar pedagojik yaklaşımlar, hedef yaş grupları ve öğrenme çıktıları açısından nasıl farklılık göstermektedir?

Bu bölümde, robotik kodlamada kullanılan araçların farklı ülkelerin eğitim yaklaşımlarıyla, hedef yaş gruplarıyla ve istenen öğrenme çıktılarıyla nasıl uyumlu olduğu analiz edilmektedir. Sonuçlar, ilgili eğitim felsefesinin araç seçimine ve öğrenme sürecindeki rolüne nasıl yansıdığını göstermektedir.

#### 4.2.1. Pedagojik Yaklaşımlara Göre Araç Seçimi

Robotik kodlama araçları genellikle belirli eğitim prensiplerini destekleyecek şekilde tasarlanır ve ülkeler daha sonra kendi eğitim felsefelerine en uygun araçları seçerler.

Tablo 4. Ülkelerin Tercih Ettiği Araçların Baskın Pedagojik Yaklaşımları

| Pedagojik Yaklaşım | Finlandiya | Güney Kore | ABD | Türkiye |
|---|---|---|---|---|
| Oyun/Keşif Tabanlı | Kubo, Blue-Bot, Micro:bit, Scratch | Scratch, MakeCode | Scratch, Micro:bit | Scratch, MakeCode, mBot |
| Proje Tabanlı | Micro:bit, Arduino, LEGO Mindstorms | LEGO Mindstorms, VEX Robotics, Arduino | Micro:bit, Arduino, VEX Robotics, LEGO Mindstorms | Micro:bit, mBot, Arduino |
| Mühendislik Tasarımı | LEGO Mindstorms, Arduino | LEGO Mindstorms, VEX Robotics | VEX Robotics, LEGO Mindstorms, Arduino | Arduino, LEGO Mindstorms (sınırlı) |
| Rekabetçi Öğrenme | - | VEX Robotics, LEGO Mindstorms | VEX Robotics | VEX Robotics (sınırlı), Makeblock (yarışmalar) |
| Bütüncül/Disiplinlerarası | Micro:bit, Scratch, Arduino | LEGO Mindstorms, Arduino | Micro:bit, Arduino | Micro:bit, mBot |

Tablo 4'te ülkelerin tercih ettiği araçların baskın pedagojik yaklaşımları gösterilmektedir. Belirtilen pedagojik yaklaşımlar ülkelere göre incelendiğinde Finlandiya, Kubo Robot ve Blue-Bot gibi erken gelişim araçlarının yanı sıra Scratch ve Micro:bit gibi proje tabanlı, bütünsel araçları tercih ederek oyun odaklı ve keşfedici öğrenmeye vurgu yapmaktadır. Güney Kore'de eğitim felsefesi, rekabetçi ve mühendislik odaklı tasarıma dayanmaktadır. LEGO Mindstorms ve VEX Robotics gibi karmaşık ve zorlu kitler kullanılmaktadır. ABD, başlangıç seviyesindeki keşif araçlarını (Scratch ve Micro:bit) gelişmiş, proje tabanlı ve mühendislik odaklı araçlarla (VEX Robotics, LEGO Mindstorms, Arduino) birleştiren geniş bir öğretim yöntemi yelpazesi kullanmaktadır. Türkiye, proje tabanlı öğrenme ve problem çözmeye öncelik veren bir yaklaşım benimsemektedir. Scratch, MakeCode, Micro:bit ve mBot gibi araçlar, öğrencilerin belirli projeler geliştirmelerine olanak tanır.

#### 4.2.2. Araçların Hitap Ettiği Hedef Yaş Grupları

Araçların karmaşıklığı ve işlevleri, hedef gruplarını doğrudan belirler. Ülkeler, müfredatlarının hedeflerine göre farklı yaş gruplarına yönelik araçlar seçerler. Robotik kodlama araçlarının ülkelere göre hedef yaş gruplarına dağılımı incelendiğinde Finlandiya'da eğitimin en büyük payının erken çocukluk (3-6 yaş) ve ilkokul (7-11 yaş) dönemlerine ayrıldığı görülmektedir (sırasıyla %25 ve %35). Bu durum, Finlandiya eğitim felsefesinin erken çocukluk döneminde temel becerilerin edinilmesine ve oyun yoluyla öğrenmeye vurgu yaptığını göstermektedir. Güney Kore'de en büyük pay ilkokula (7-11 yaş) ayrılmıştır (%40) ve bu da çocukların erken yaşta teknolojiyle tanışmasına büyük önem verdiğini gösterir. ABD'de ise diğer ülkelere kıyasla ortaokul (12-14 yaş) ve lise (15-18 yaş) gruplarına daha fazla vurgu yapılmaktadır (sırasıyla %35 ve %20). Bu durum, eğitim stratejilerinin bu yaş gruplarında daha aktif bir şekilde uygulandığını göstermektedir. Türkiye'de ise robotik kodlamanın en yoğun aşamaları ortaokul (12-14 yaş) ve lise (15-18 yaş) dönemleridir (sırasıyla %40 ve %30). Bu durum, robotik kodlama eğitiminin bu yaş gruplarında genel olarak önem kazandığını, ancak daha genç yaşlardaki yaygınlığının henüz Finlandiya veya Güney Kore'deki seviyelere ulaşmadığını göstermektedir. Özetle, bu tablo ülkelerin robotik kodlama eğitimine yaklaşımlarındaki stratejik farklılıkları vurgulamaktadır. Bazı ülkeler erken çocukluk dönemine yatırım yaparak temel becerilerin gelişimini desteklerken diğerleri ileriki yıllarda uzmanlık bilgisi ve mesleki

eğitim edinmeye daha çok önem vermektedir. Türkiye'de ortaokul ve lise, robotik kodlama eğitimi için en aktif yaş grupları olarak öne çıkmaktadır.

#### 4.2.3. Araçların Sağladığı Temel Öğrenme Çıktıları

Robotik için programlama araçlarının seçimi, öğrencilerin edinmesi gereken belirli beceri ve bilgilere doğrudan bağlıdır. Her araç, farklı öğrenme hedeflerine ulaşmada daha etkilidir.

Tablo 5. Popüler Araçların Desteklediği Temel Öğrenme Çıktıları ve Ülke Bağlamı

| Araç/Platform | Desteklediği Temel Öğrenme Çıktıları | Finlandiya Bağlamı | Güney Kore Bağlamı | ABD Bağlamı | Türkiye Bağlamı |
|---|---|---|---|---|---|
| Kubo/Blue-Bot | Sıralama, yön kavramları, temel algoritmik düşünme, somut öğrenme | Erken çocukluk döneminde soyut kavramların somutlaştırılması | Erken yaş farkındalık, seyrek kullanım | Erken çocukluk programlarında, keşif tabanlı kullanım | Erken çocuklukta döneminde ilgi uyandırma, sınırlı yaygınlık |
| Scratch/Blockly | Algoritmik düşünme, problem çözme, yaratıcılık, hikâye anlatımı | Her yaşta kodlama mantığını öğretme | Temel kodlama becerileri | Çocukluk ve ergenlikte yaratıcılık ve temel mantık | Başlangıç seviyesi, görsel programlama |
| Micro:bit | Fiziksel hesaplama, sensör kullanımı, IoT temelleri, yaratıcılık | Disiplinlerarası projeler, prototipleme | Temel elektronik ve sensör entegrasyonu, hızlı prototipleme | Fiziksel hesaplama, STEM projeleri | Temel elektronik, proje geliştirme, maker kültürü |
| Makeblock mBot | Robotiğe giriş, temel elektronik, motor kontrolü, proje tabanlı öğrenme | Basit robotik projelerleriyle teknolojiye giriş | Okul içi robotik projeleri, yeni başlayanlar için yarışmalar | STEM kulüpleri, Başlangıç seviyesi robotik kodlama | Başlangıç seviyesi, basit montaj, ortaokul düzeyinde yaygın |
| LEGO Mindstorms/Spike | Mühendislik tasarımı, karmaşık algoritmalar, problem çözme, takım çalışması | İleri düzey proje tabanlı tasarım | Rekabetçi odaklı tasarım, ileri düzey robot tasarımı, yarışmalar | Proje tabanlı öğrenme, ileri düzey STEM kulüpleri | Özel okullarda/kulüplerde ileri düzey robotik |
| VEX Robotics | Rekabet odaklı tasarım, stratejik düşünme, takım çalışması, ileri düzey programlama | - | Profesyonel robotik yarışmaları ve takım çalışması | Ulusal/uluslararası yarışmalar, ileri düzey tasarım | Rekabet odaklı kulüpler, ileri düzey, sınırlı dağıtım |
| Arduino | Elektronik, Nesnelerin İnterneti, ileri düzey programlama (C/C++), prototipleme, sistem entegrasyonu | Yaratıcılık kültürü, kendi projelerini geliştirme | İleri düzey elektronik, ileri düzey programlama | Lise/Üniversite öncesi eğitim, ileri düzey prototipleme | Lise düzeyi, elektronik ve programlamanın entegrasyonu, yaygın |

Tablo 5 incelendiğinde popüler araçların desteklediği temel öğrenme çıktıları ve ülkelerin kullanım amaçları görülmektedir. Finlandiya, özellikle erken çocukluk döneminde algoritmik düşünmeyi, yaratıcılığı ve disiplinler arası entegrasyonu destekleyen araçlara öncelik verirken ileri mühendislik ve rekabetçi becerilere daha az vurgu yapmaktadır. Güney Kore, karmaşık algoritmalar, tasarım mühendisliği ve rekabetçi beceriler gibi ileri düzey

yetkinliklere odaklanmakta ve LEGO Mindstorms ve VEX Robotics gibi araçlar burada merkezi bir rol oynamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri aynı anda hem temel algoritmik düşünme ve yaratıcılığı (Scratch, Micro:bit) hem de ileri düzey mühendislik, programlama ve problem çözme becerilerini (VEX Robotics, Arduino) teşvik etmekte ve geniş bir konu yelpazesini kapsamaktadır. Türkiye başlangıçta temel algoritmik becerilere, yaratıcılığa ve proje geliştirmeye (Scratch, Micro:bit, mBot) vurgu yapmaktadır. Daha ileri düzeyde Arduino, elektronik, Nesnelerin İnterneti ve ileri düzey programlama alanlarında yetkinlikleri geliştirebilir. Rekabetçi beceriler Türkiye'de de önem kazanmakta ve özel yarışmalarla desteklenmektedir.

### 4.3. Robotik eğitim araçlarının teknik özellikleri, kullanım kolaylığı ve maliyet açısından karşılaştırılması nasıldır?

Bu bölüm, farklı ülkelerde robotik kodlamada kullanılan araçların donanım ve yazılım özellikleri, kullanım kolaylığı ve maliyet açısından karşılaştırmalı bir analizini sunmaktadır. Bu faktörler, özellikle eğitim sistemindeki bütçe kısıtlamaları ve öğretmenlerin yeterlilikleri göz önüne alındığında, araç seçiminde önemli bir rol oynamaktadır.

#### 4.3.1. Teknik Özellikler ve Kullanım Kolaylığı

Robotik kodlama araçlarının teknik özellikleri, onların karmaşıklığını ve kullanım kolaylığını doğrudan etkiler; bu da onların farklı yaş gruplarındaki ve farklı teknik uzmanlık seviyelerindeki öğrenciler ve öğretmenler için uygunluğunu belirler.

Tablo 6. Robotik Kodlama Eğitim Araçlarının Teknik Özellikleri ve Kullanım Kolaylığı

| Araç/Platform | Temel Teknik Özellikler | Kurulum | Kodlama | Montaj/Donanım |
|---|---|---|---|---|
| Kubo Robot | Fiziksel kodlama blokları, sensörler | Çok Kolay | Çok Kolay | - |
| Blue-Bot | Buton tabanlı kontrol, temel hareket sensörleri | Çok Kolay | Çok Kolay (Buton/Tablet) | - |
| Scratch/Blockly | Görsel blok arayüzü, sürükle-bırak mantığı | Çok Kolay | Çok Kolay (Görsel Blok) | Yok (Sadece yazılım) |
| Micro:bit | Mikrodenetleyici, LED matris, sensörler, Bluetooth, pinler | Kolay | Kolay (MakeCode Blok) | Çok Az (basit vida montajı) |
| Makeblock mBot | Arduino tabanlı, motorlar, sensörler, LED | Orta | Orta (mBlock Blok, Arduino C++) | Orta (Basit vida-somun montajı) |
| LEGO Mindstorms/Spike | Akıllı tuğla, gelişmiş sensörler, motorlar, modüler mimari | Orta | Orta (Blok/Python) | Orta (Modüler mimari, tasarım) |
| VEX IQ/EDR | Mikrodenetleyici, endüstriyel sensörler, yüksek performanslı motorlar, metal yapı, dişliler | Zor | Orta (VEXcode Blok/Metin) | Zor |
| Arduino | Mikrodenetleyici, I/O pinleri, analog/dijital okuma | Orta | Zor (C/C++ Metin) | Orta (Lehimleme gerektirebilir, devre kurma) |

Tablo 6 incelendiğinde popüler robotik eğitim araçlarının teknik özellikleri ve kullanım kolaylığına göre değerlendirildiği görülmektedir. Kubo Robot ve Blue-Bot gibi fiziksel programlama araçları minimum teknik karmaşıklık sunar ve basit tak ve çalıştır işlevleri sayesinde okul öncesi ve ilkokul çocukları için idealdir. Scratch/Blockly gibi blok tabanlı programlama platformları, sezgisel kullanıcı arayüzleri ve donanım montajının olmaması nedeniyle dünya çapında yeni başlayanlar arasında popülerdir. Micro:bit ve Makeblock mBot hem donanım entegrasyonu hem de gelişmiş (blok tabanlı) programlama sunarak onları ortaokul öğrencileri için iyi bir geçiş çözümü haline getirir. LEGO Mindstorms/Spike ve VEX IQ/EDR gibi gelişmiş robotik kitleri daha karmaşık montaj ve programlama becerileri gerektirir. Özellikle VEX Robotics, deneyimi mühendisliğe daha yakın hale getiren en yüksek karmaşıklık seviyesini sunar. Arduino, C/C++ gibi metin tabanlı bir programlama dili kullanması ve temel elektronik bilgisi gerektirmesi nedeniyle yeni başlayanlar için daha zorlu bir platformdur.

#### 4.3.2. Maliyet Etkinliği ve Erişilebilirlik

Robotik öğrenme cihazlarının maliyeti, ülkelerin bütçe kaynaklarına ve eğitim politikalarına bağlı olarak bu cihazların okullarda ve evlerde yaygın olarak kullanılmasında önemli rol oynamaktadır. Robotik kodlama eğitim

araçlarının ülkelere göre ortalama maliyeti açısından Finlandiya, odak noktası, kapsayıcı eğitim ve temel becerilerin erken edinimi için uygun maliyetli araçlara ağırlık vermektedir. Pahalı araçların kullanımının azalması, eğitim sistemlerinin pedagojik içeriğe daha fazla odaklandığını ve uygun maliyetli çözümler aradığını göstermektedir. Güney Kore'dei teknolojiye yapılan yüksek yatırımlar ve rekabetçi ortam, düşük maliyetli, orta ve yüksek maliyetli araçların daha dengeli bir şekilde dağıtılmasına katkıda bulunmuştur. Ancak, son teknolojiye olan talep ve özellikle robotik yarışmalarının yaygınlığının, pahalı araçların kullanımında bir artışa yol açtığı görülmektedir. ABD'de federal ve eyalet düzeyinde STEM eğitimine yapılan önemli yatırımlar, eğitim kurumlarında pahalı ve gelişmiş robotik araçların yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Bu durum, ülkenin mühendislik ve teknolojide lider bir rol üstlenme hedefini desteklemektedir. Türkiye'de robotik kodlama eğitiminin yaygınlaşmasında maliyet etkinliği bir öncelik gibi görünmektedir. Düşük maliyetli ve orta düzey araçlar, daha geniş bir kitleye ulaşmak için hayati önem taşımaktadır. Pahalı araçların daha düşük oranı, bütçe kısıtlamalarına ve ithalat maliyetlerine bağlanabilir; ancak bu durum, yerel üretimin gelişmesiyle değişebilir.

Sonuç olarak, eğitimde kullanılan robotik kodlama araçlarının maliyetinin kategorilerine göre dağılımı, ülkelerin ekonomik durumu, eğitim felsefesi ve teknoloji politikaları hakkında bilgiler vermektedir. Erişilebilirliği artırmak için düşük ve orta fiyatlı çözümler hayati önem taşırken beceri ve rekabet gücünü artırmak için yüksek fiyatlı platformlara yatırım yapmak şarttır. Türkiye'de yerel üretim ve uygun maliyetli çözümlerin geliştirilmesi, robotik kodlamanın daha da gelişmesi için kilit faktörler olmaya devam etmektedir.

### 4.4. Türkiye'de Kullanılan Robotik Kodlama Araçlarının Diğer Ülkelerle Karşılaştırması: Benzerlik ve Farklılıklar

Bu bölümde, Bereday'in (1964) karşılaştırmalı analiz modelinin üçüncü adımı olan "karşılaştırma" süreci uygulanarak Türkiye'deki araç kullanımı ile Finlandiya, Güney Kore ve Amerika Birleşik Devletleri'nden elde edilen veriler arasındaki benzeşen ve ayrışan örüntüler analiz edilmektedir.

#### 4.4.1. Araç Kullanım Oranları ve Yaygınlık Açısından Benzerlik ve Farklılıklar

Türkiye'nin robotik kodlama eğitimi uygulamaları, ekonomik verimliliğin sağlanması ve eğitimsel uygulanabilirlik açısından diğer ülkelerle hem benzerlikler hem de farklılıklar göstermektedir.

Tablo 7. Ülkelere Göre En Yaygın İlk Üç Donanım Kiti

| Sıra | Finlandiya | Güney Kore | ABD | Türkiye |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Micro:bit | LEGO Mindstorms/Spike | Arduino | Micro:bit |
| 2. | Arduino | VEX IQ/EDR | Micro:bit | Makeblock mBot |
| 3. | Kubo Robot/Blue-Bot | Arduino | VEX IQ/EDR | Arduino |

Benzerlikler:

- Micro:bit: Bu kitin Türkiye'deki popülaritesi, Finlandiya ve ABD'deki popülaritesiyle karşılaştırılabilir. Bu, maliyet etkinliği, kullanım kolaylığı ve blok tabanlı programlama desteği gibi sayısız avantajından kaynaklanmaktadır.
- Arduino: Türkiye'de ilk üçte yer alması, özellikle karmaşık projeler ve elektronik eğitimi için ABD ve Güney Kore'ye benzer popülerliğini yansıtmaktadır. Açık kaynaklı mimarisi ve genişletilebilirliği, tüm ülkelerde geniş bir kullanıcı tabanına sahip olmasını sağlamaktadır.

Farklılıklar:

- Uygun fiyatlı kitlere odaklanma: Finlandiya ve ABD'de kullanılmasına rağmen Makeblock mBot'un Türkiye'de ikinci sırada yer alması, ülkenin uygun fiyatlı ve kolay erişilebilir çözümlere olan güçlü ihtiyacını vurguluyor. mBot gibi başlangıç kitleri Güney Kore'de daha az yaygındır.
- Rekabetçi/gelişmiş kitlerin sınırlı kullanımı: Güney Kore'nin en popüler iki kiti arasında yer alan LEGO Mindstorms/Spike ve VEX IQ/EDR gibi üst düzey rakip ürünler Türkiye'de ilk üçte yer almıyor ve daha az kullanılıyor. Bu durum, Türkiye'de bu tür gelişmiş kitlere sınırlı erişim olduğunu ve rekabetçi bir robotik ekosisteminin geliştiğini gösteriyor.
- Erken çocukluk eğitimi için kitlerin düşük kullanımı: Finlandiya'da okul öncesi eğitimde popüler olan Kubo robotu ve Blue-Bot gibi fiziksel programlama araçları Türkiye'de ilk üçte yer almıyor ve daha az kullanılıyor.

Tablo 8. Ülkelere Göre En Yaygın İlk Üç Yazılım Platformu/Programlama Dili

| Sıra | Finlandiya | Güney Kore | ABD | Türkiye |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Scratch/Blockly | Python | Python | Scratch/Blockly |
| 2 | MakeCode | C/C++ | Scratch/Blockly | MakeCode |
| 3 | Python | Scratch/Blockly | MakeCode | Python |

Benzerlikler:

- Scratch/Blockly ve MakeCode: Bu blok tabanlı platformların Türkiye'deki yaygınlığı, Finlandiya ve ABD'deki yaygınlığa benzerdir. Bu durum, yeni başlayan programcılar için sezgisel ve görsel öğrenme ortamlarının önemini vurgular.
- Python: Türkiye'nin ilk üç sırada yer alması, Python'ın dünya çapında genel programlama ve robotik eğitiminde büyüyen bir trendi takip ettiğini göstermektedir.

Farklılıklar:

- Blok tabanlı dillerin baskınlığı: Blok tabanlı dillerin (Scratch/Blockly ve MakeCode) Türkiye'de ilk iki sırada yer alması, metin tabanlı dillere geçişin Güney Kore ve ABD'ye kıyasla daha yavaş veya daha geç gerçekleştiğini göstermektedir. Güney Kore, Python ve C/C++ gibi metin tabanlı dillere daha erken ve daha yoğun bir geçiş yaşamıştır.
- C/C++'ın sınırlı kullanımı: C/C++, Güney Kore ve ABD'de daha yaygın olsa da Türkiye'de kullanımı Arduino projeleri gibi belirli alanlarla sınırlıdır.

### 4.4.2. Pedagojik Yaklaşımlar, Hedef Yaş Grupları ve Öğrenme Çıktıları Açısından Karşılaştırma

Türkiye'de robotik kodlama eğitim odağı, hedef kitlesi ve beklenen öğrenme çıktıları diğer ülkelere kıyasla kendine özgü özelliklere sahiptir. Bu aşamada, yöntemde belirlenen beşinci temel analiz kriteri olan "Öğretmen Yeterlilik Standartları" kapsamında ülkeler arası karşılaştırmalı bir matris oluşturulmuştur.

Tablo 9. Türkiye'deki Robotik Kodlama Eğitimi Yaklaşımının Diğer Ülkelerle Karşılaştırmalı Özeti

| Kriter | Türkiye'deki Durum | Finlandiya ile Benzerlikler | Güney Kore ile Benzerlikler | ABD ile Benzerlikler | Öne Çıkan Farklılıklar (Diğer Ülkelere Göre) |
|---|---|---|---|---|---|
| Pedagojik Yaklaşım | Proje tabanlı, problem çözme odaklı, yapıcı kültür odaklı | Eğlenceli/ keşifsel öğrenme unsurları | Rekabetçi unsurların teşviki | Proje tabanlı öğrenme, geniş araç yelpazesi | Yaygınlaştırmaya daha fazla odaklanılmış, entegrasyon henüz merkezileştirilmemiş |
| Hedef Yaş Grubu | Öncelikle ortaokul ve ilkokul (9-16 yaş) | - | Ortaokul/lise yoğunluğu (benzer) | Ortaokul/lise yoğunluğu (benzer) | Erken çocukluk döneminde (4-8 yaş) kullanım sınırlıdır, ileri düzey kullanım (17+) sınırlıdır. |
| Öğrenme Çıktıları | Algoritmik düşünme, problem çözme, yaratıcılık, temel elektronik | Temel algoritmik düşünme, yaratıcılık | Temel mühendislik becerileri geliştirilmesi | Yaratıcılık, problem çözme, temel programlama | İleri düzey mühendislik/ profesyonel programlama becerileri henüz yaygın değil. |
| Maliyet Etkinliği | Düşük maliyetli ve orta fiyatlı araçların bulunabilirliği | Düşük maliyetli araç tercihleri | - | Düşük/orta maliyetli araç seçenekleri | Pahalı özel eğitim setlerine sınırlı erişim |
| Öğretmen Eğitimi | Bireysel çaba ve sivil toplum desteği ağırlıklı | Öğretmen özerkliğine verilen önem | - | Çevrimiçi topluluklar ve kaynak çeşitliliği | Finlandiya'daki standartlaştırılmış destek mekanizmalarının ve ABD'deki kurumsallaşmış mekanizmaların aksine, Türkiye'de henüz sürekli ve merkezi bir mesleki eğitim sistemi kurulmamıştır. |

Eğitimsel Benzerlikler**:** Türkiye, Finlandiya ve ABD gibi ülkelerle proje tabanlı, problem çözme odaklı bir öğrenme yaklaşımına sahiptir. Güçlü bir üretici kültürü mevcuttur ve öğrenciler kendi projelerini geliştirmeye teşvik edilmektedir.

Hedef Grup Benzerlikleri: Güney Kore ve ABD gibi ülkelere benzer şekilde, program ortaokul ve lise öğrencilerine yöneliktir. Ancak, Finlandiya'da (4-8 yaş) ve ABD'de (17 yaş ve üzeri) görülen kapsayıcılık henüz tam olarak sağlanamamıştır.

Maliyet Etkinliği Açısından Benzerlikler ve Farklılıklar: Türkiye, Finlandiya ve ABD'ye benzer şekilde genellikle düşük maliyetli ve orta fiyatlı araçları tercih etmektedir. Ancak, Güney Kore ve ABD'de daha yaygın

olan pahalı, rekabetçi ve modern inşaat kitlerine erişim ve kullanımda önemli bir fark vardır. Bu durum, Türkiye'nin sınırlı bütçeleri dahilinde giderek daha uygun maliyetli çözümlere odaklandığını göstermektedir.

Öğrenme çıktılarındaki farklılıklar: Türkiye'de algoritmik düşünme, temel elektronik ve problem çözme gibi temel becerilere vurgu yapılırken Güney Kore'nin aksine, ileri mühendislik becerileri veya profesyonel programlama henüz robotik ve programlama eğitiminin odak noktası değildir. Bu durum, Türkiye'nin teknoloji eğitiminde kapsamlı beceri geliştirme aşamasında olduğunu göstermektedir.

Öğretmen eğitimi: Beredey modeli kullanılarak yapılan bir karşılaştırmaya göre, Türkiye eğitim yaklaşımı ve maliyet etkinliği açısından Finlandiya ve ABD ile benzer bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte, Türkiye beşinci kriter olan öğretmen eğitimi konusunda diğer üç ülkeden önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Özellikle, Finlandiya'nın yapılandırılmış mesleki gelişim modeli ve ABD'nin kapsamlı içerik ağlarıyla karşılaştırıldığında, Türkiye'nin robotik teknolojisini etkin bir şekilde kullanabilmesi için öğretmenlerin teknik ve pedagojik yeterlilikleri konusunda "standartlaştırılmış bir ölçüte" ihtiyaç duyduğu açıkça ortaya çıkmıştır (Veri Üçlemesi: Akademik Literatürün ve Millî Eğitim Bakanlığı Raporlarının Sentezi).

### 4.5. Bulgular Doğrultusunda Türkiye'de Robotik Kodlama Eğitimine Yönelik Potansiyel Geliştirme ve Uyarlama Alanları

Bu bölüm, önceki alt görevlerin (uluslararası karşılaştırmalar, araçların pedagojik, teknik ve maliyet özellikleri) sonuçlarına dayanarak Türkiye'de robotik kodlamanın eğitimini iyileştirmek ve uluslararası en iyi uygulamalarla uyumlu hale getirmek için potansiyel alanları ve önerileri sunmaktadır. Bu önerilerin amacı, tespit edilen zayıflıkları gidermek ve mevcut güçlü yönleri geliştirmektir.

#### 4.5.1. Müfredat ve Pedagojik Yaklaşımların Geliştirilmesi

Elde edilen bulgular, Türkiye'nin eğitim yaklaşımlarını iyileştirebileceği ve müfredat entegrasyonunu güçlendirebileceği alanlara işaret ediyor.

Tablo 10. Müfredat ve Pedagojik Yaklaşımlara Yönelik Geliştirme/Uyarlama Alanları

| Geliştirme Alanı | Mevcut Durum (Türkiye) | Öneri | Gerekçe |
|---|---|---|---|
| Erken Çocukluk Entegrasyonu | Sınırlı, genellikle özel kurumlar veya bireysel girişimler | 4-8 yaş arası çocuklar için müfredata oyun ve keşif etkinlikleri, somut araçlar ve aktiviteler entegre edilmesi | Finlandiya örneği: Algoritmik düşünmenin temelleri erken yaşta atılır ve öğrenmeye karşı olumlu bir tutum geliştirilir. |
| Disiplinlerarası Yaklaşım | Genellikle Bilişim Teknolojileri dersi içinde veya kulüplerde | Robotik kodlama diğer derslerin (fen, matematik, sanat) müfredatına daha etkili bir şekilde entegre edilmesi | Finlandiya ve ABD örnekleri: Öğrenmeyi daha anlamlı ve bütünsel hale getirir, gerçek dünya problemlerini çözmeye odaklanır |
| Rekabetçi Öğrenme Mekanizmaları | Okul tabanlı veya ulusal yarışmalar vardır, ancak kapsamları sınırlıdır | Ulusal robotik yarışmalarının çeşitliliğini ve katılımını artırmanın yanı sıra uluslararası yarışmalara katılımı teşvik etmek | Güney Kore ve ABD örnekleri: Öğrenci motivasyonunu artırır, ekip çalışmasını, problem çözme becerilerini ve teknik anlayışı geliştirir |
| İleri Düzey Programlama Geçişi | Blok tabanlı programlama dilleri hakimdir; metin tabanlı dillere geçiş daha yavaş/geç gerçekleşir | Adım adım ve yapılandırılmış programlar, Python ve C/C++ gibi blok tabanlı dillerden metin tabanlı dillere doğru geçmek | Güney Kore ve ABD'den alınan örnekler, programlama konusunda derin bir anlayışın ve mesleki becerilerin gelişiminin göstergesidir. |

#### 4.5.2. Eğitim Araçları ve Erişilebilirlik Alanında Geliştirmeler

Türkiye'de eğitim aracı seçim kararlarında maliyet etkinliğinin öncelikli olduğu görülürken sonuçlar daha çeşitli eğitim materyallerine erişim ve sürdürülebilirlik konusunda iyileştirmeye açık alanlara işaret ediyor.

Tablo 11. Eğitim Araçları ve Erişilebilirlik Alanına Yönelik Geliştirme/Uyarlama Alanları

| Geliştirme Alanı | Mevcut Durum (Türkiye) | Öneri | Gerekçe |
|---|---|---|---|
| Yüksek Maliyetli Kitlere Erişim | Sınırlı, daha çok özel okullar veya özel bütçelerle | Yüksek kaliteli kitler, özellikle özel okullar veya uygun bütçeli merkezi ve bölgesel STEM merkezleri olmak üzere okullara sağlanmalıdır. | Güney Kore ve ABD'den örnekler: İleri mühendislik ve rekabetçi becerilerin geliştirilmesi için eşit fırsatlar sağlanmalıdır. |
| Açık Kaynak Donanım/Yazılım Kullanımı | Arduino yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak entegrasyon ve materyaller eksiktir. | Arduino ve Raspberry Pi gibi açık kaynaklı platformlar müfredata daha etkili bir şekilde entegre edilmeli ve Türkçe kaynak ve proje kütüphaneleri genişletilmelidir | Bu, öğrencileri kendi projelerini geliştirmeye teşvik ettiği için tüm ülkelerdeki maker kültürü ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından önemlidir. |
| Yerli Üretim ve Destek | Yeni başlayanlar için ürünler mevcut olsa da ekosistem zayıftır | Robotik Kodlama için yerli öğretim materyallerinin geliştirilmesi ve üretimi ile bu ürünler için teknik destek ve eğitim için yerel bir ağ kurulması teşvik edilmelidir | Bu, bağımsızlığı, sürdürülebilirliği ve yerel ihtiyaçları daha iyi karşılayan çözümleri garanti altına alır. |
| Erişim Fırsat Eşitliği | Kırsal bölgelerde ve dezavantajlı okullarda araç erişim kısıtlı | MOBİL STEM bu, bağımsızlığı, sürdürülebilirliği ve yerel ihtiyaçları daha iyi karşılayan çözümleri garanti altına alır. | Bu, erişilebilirliği artırır, tüm öğrencilerin teknolojiye erişimini sağlar ve sosyal gelişimi destekler. |

#### 4.5.3. Öğretmen Eğitimi ve Profesyonel Gelişim

Çalışmanın yöntemsel çerçevesinde belirlenen "Öğretmen Yeterlilikleri" kriterine ilişkin bulgular, robotik araçların sınıftaki başarısının araçtan ziyade öğretmenin pedagojik alan bilgisine bağlı olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 12. Öğretmen Eğitimi ve Profesyonel Gelişime Yönelik Geliştirme/Uyarlama Alanları

| Geliştirme Alanı | Mevcut Durum (Türkiye) | Öneri | Gerekçe |
|---|---|---|---|
| Standartlaştırılmış Hizmet İçi Eğitimler | Parçalı, bireysel çabalara dayalı ve süreklilikten yoksun | Millî Eğitim Bakanlığı tarafından robotik kodlama öğretmenleri için standart, kademeli ve sürekli mesleki gelişim programlarının geliştirilmesi. | Örnek: Finlandiya, Öğretmen yeterliliklerinin iyileştirilmesi, eğitim kalitesi ve standartlarının artırılması. |
| Uzaktan Eğitim ve Çevrimiçi Kaynaklar | Çevrimiçi kaynaklar mevcut ancak entegrasyon eksikliği | Öğretmenlere yönelik zengin, güncel ve Türkçe çevrimiçi öğrenme platformları, video dersler, proje kütüphaneleri oluşturulması. | ABD örneği: Öğretmenlerin zaman ve mekân bağımsız öğrenmesine olanak tanır, kendi hızlarında gelişim sağlar. |
| Mentorluk ve Topluluk Destekleri | Öğretmenler arası kişisel ağlar mevcut, ancak kurumsallaşmamış | Öğretmenler arasında kişisel bağlantılar mevcuttur. Ulusal eğitim toplulukları kurulması. | Örnek: ABD: Öğretmenler arasında bilgi ve deneyim alışverişinin genişletilmesi, motivasyonun artırılması ve iş birliğine dayalı problem çözme kültürünün geliştirilmesi. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Öğretmen Eğitimi Müfredatına Entegrasyon | Geleceğin öğretmenleri arasında robotik kodlama konusunda yetersiz bilgi | Eğitim fakültelerinin müfredatına zorunlu robotik kodlama ve STEM eğitimi derslerinin eklenmesi. | Gelecek nesil öğretmenlerin bu alanda yetkin yetişmesini sağlar. |

## 5. Tartışma ve Sonuçlar

Çalışmanın ilk iki alt problemine ilişkin bulgular, Bereday (1964) modelinin tanımlama aşamasında saptandığı üzere ülkelerin robotik kodlama eğitimi için seçtikleri araçların doğrudan pedagojik yaklaşımları, hedef grupları ve istenen öğrenme çıktılarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Finlandiya'nın erken çocukluk döneminde (4-8 yaş) algoritmik düşüncenin temellerini geliştirmeye yönelik eğlenceli ve keşfedici yaklaşımı (Mezak, Papak ve Vujičić, 2021; Éva-Katalin, 2023), Kubo Robot ve Blue-Bot gibi somut ve sezgisel araçların kullanımını teşvik etmektedir (Kanaki, Chatzakis ve Kalogiannakis, 2025). Bu tercih, Seymour Papert'in İnşacılık teorisinde vurguladığı üzere, çocukların zihinsel modellerini ekran tabanlı soyutlamadan ziyade fiziksel nesnelerle ve yaparak kurdukları gerçeğiyle örtüşmektedir (Papert, 1980). Diğer yandan Güney Kore'nin erken STEM eğitimi ve rekabetçi tasarım stratejisi (Sung, Lee ve Chun, 2023), LEGO Mindstorms ve VEX Robotics gibi daha karmaşık ve gelişmiş kitlerin kullanımını vurgulamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde, Scratch'ten VEX Robotics's kadar çeşitli araçlar, geniş bir yaş aralığı için esnek ve ülkeye özgü bir müfredatın gereksinimlerini karşılamak için kullanılmaktadır (Gonzalez ve Zalewski, 2016, June). Güney Kore ve ABD'nin bu yönelimi, Vygotsky'ci bir perspektifle ele alındığında kullanılan gelişmiş araçların öğrencileri basit problem çözmekten karmaşık mühendislik tasarımına yönlendiren birer "kültürel araç" işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır. Böylece öğrenciler, sosyal ve rekabetçi bir ortamda "Yakınsak Gelişim Alanlarını" zorlayarak daha üst düzey becerileri yapılandırma şansı bulmaktadır (Vygotsky, 1978). Türkiye'de, Micro:bit, mBot ve Arduino gibi düşük maliyetli, proje tabanlı araçların yaygınlığı, algoritmik düşünme, temel elektronik ve problem çözme becerileri gibi yeterliliklerin öğretilmesi hedefini önermektedir. Ekonomik kısıtlar altında belirlenen bu strateji, Pragmatist Eğitim Felsefesi bağlamında "fayda ve uygulanabilirlik" odaklı bir duruşu temsil etmekte (Dewey, 1938); kaynakların en verimli şekilde kullanılarak maksimum öğrenciye ulaşılmasını hedeflemektedir. Ancak, Türkiye'de okul öncesi eğitimin yetersiz entegrasyonu (Sapsağlam, 2020) ve programlamada ileri mühendislik/mesleki becerilere geçişin yavaşlığı, uluslararası en iyi uygulamalardan önemli ölçüde sapmaya işaret etmektedir (Şad ve Arıbaş, 2010). Bu bulgular, öğretim materyallerinin seçiminin teknik olanaklarla sınırlı olmadığını, ulusal eğitim politikası, kültürel yaklaşımlar ve insan kaynakları geliştirme hedefleri tarafından belirlendiğini açıkça göstermektedir (Firat, 2018).

Üçüncü alt problemin bulguları, teknik özellikler, kullanım kolaylığı ve maliyet etkinliği gibi faktörlerin robotik öğrenme araçlarının benimsenmesinde oynadığı önemli rolü vurgulamaktadır. Analizler, araçların teknik karmaşıklığı arttıkça kurulum, programlama ve montajının da arttığını ortaya koymuştur (Coleman, vd., 2014; Santos, vd., 2022, December). Bu nedenle, hedef grubun teknik yeterliliği araç seçiminde önemli bir kriterdir. Örneğin, Scratch ve fiziksel programlama (Kubo, Blue-Bot) ile programlanan robotlar, daha genç yaş grupları ve yeni başlayanlar için oldukça kullanıcı dostudur (Moros, vd., 2019, April); Arduino gibi platformlar ise metin tabanlı programlama ve gerekli temel elektronik bilgisi nedeniyle daha ileri düzey öğrenciler tarafından tercih edilmektedir (Martinez-Santos, Acevedo-Patino, ve Contreras-Ortiz, 2017; Baysal, Ocak ve Ocak, 2020; García, 2024). Maliyet, farklı ülkelerde araç seçiminde belirleyici bir faktördür. Finlandiya ve Türkiye, eğitimi geniş bir kitleye ulaştırma ve eşit fırsatlar sağlama hedefleriyle örtüşen düşük maliyetli ve orta fiyatlı araçlara odaklanmaktadır (Välimaa ve Muhonen, 2018; Özer, 2023). Güney Kore'nin pahalı ve rekabetçi araçlara yatırım yapması ise ülkenin ileri teknoloji ve mühendislik alanındaki iddialı hedeflerini yansıtmaktadır (Na-yeon, 2024). Türkiye'de pahalı ve rekabetçi eğitime sınırlı erişim, öğrencilerin uluslararası rekabet ortamında deneyim kazanma fırsatlarını kısıtlayabilir ve ileri mühendislik becerilerinin gelişimini engelleyebilir (Ertürk, 2025). Bu durum, eğitime erişimin yalnızca coğrafi yakınlığa değil, aynı zamanda ekonomik engellere de bağlı olduğunu ve bu engellerin eğitim politikalarında dikkate alınması gerektiğini göstermektedir (Guimaraes junior, 2024).

Dördüncü alt problemin bulguları, yöntemsel çerçevede belirlenen beş kriter bağlamında Türkiye ve uluslararası alanda robotik kodlama eğitimi uygulamaları arasındaki benzeşen ve ayrışan örüntüleri ortaya koymuştur. Türkiye, Micro:bit, Scratch/Blockly ve MakeCode gibi blok tabanlı platformların yaygın kullanımıyla elde edilen programlama ve proje tabanlı öğrenme yaklaşımlarında Finlandiya ve ABD ile benzeşirken metin tabanlı programlamaya geçiş hızı ve profesyonel mühendislik kitlerinin yaygınlığı kriterlerinde Güney Kore'den keskin bir biçimde ayrışmaktadır. Her üç ülkede de ileri düzey projelerde Arduino'nun güçlü varlığı, temel elektronik ve programlamanın bütünleştirilmesine verilen önemin ortak bir göstergesidir. Ancak Türkiye Güney Kore ile karşılaştırıldığında, metin tabanlı dilleri (Python, C/C++) daha erken ve daha kapsamlı bir şekilde benimsemiş ve gelişmiş yapım kitlerini (LEGO Mindstorms, VEX Robotics) kullanmıştır. Türkiye'de blok tabanlı dillerin baskınlığı, metin tabanlı programlamaya geçişin daha geç veya daha yavaş gerçekleştiğini göstermektedir (Kazemitabaar, Chyhir, Weintrop, ve 2023, March). Ayrıca, Türkiye'nin küresel olarak rekabetçi robotik alanında Güney Kore ve ABD tarafından kullanılan gelişmiş ekipmanlara sınırlı erişimi, ülkenin bu alandaki gelişim potansiyelini engelleyebilecek önemli bir farktır (Ağır, 2010). Türkiye'nin proje tabanlı ve problem odaklı eğitim

yaklaşımı olumlu bir karşılaştırma olsa da (Çoban, Kavuk ve Hıncal, 2024), erken çocukluk eğitiminin entegrasyonu ve ileri mühendislik/mesleki programlama becerilerinin geliştirilmesi konusunda hâlâ iyileştirmeye açık alanlar bulunmaktadır (Erol ve İvrendi, 2021). Öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim alanında, Türkiye'deki yapının diğer ülkelere kıyasla daha parçalı olduğu saptanmıştır. Bu durum, analizin 5. kriteri olan 'Öğretmen Yeterlilikleri' boyutunda Türkiye'nin stratejik bir standarta ihtiyaç duyduğuna işaret etmektedir. (Bellibas ve Gumus, 2016; Arslan, 2025). Bu karşılaştırma, Türkiye'nin güçlü yönlerini vurgularken küresel arenada rekabet avantajı elde etmek için stratejik yatırım ve düzenlemeler gerektiren alanları da açıkça ortaya koymaktadır.

Beşinci alt problemin bulguları, Türkiye'de robotik kodlamanın geliştirilmesi ve uyarlanması için spesifik öneriler sunulmaktadır. Mevcut durumun analizi ve uluslararası karşılaştırmalar ışığında, Türkiye'nin müfredatını ve pedagojik yaklaşımlarını genişletmesi önerilmektedir. Bu bağlamda, Finlandiya örneğini izleyerek erken çocukluk eğitimi müfredatına (4-8 yaş) eğlenceli, keşfedici, uygulamalı araç ve etkinliklerin entegre edilmesi önem taşımaktadır (Duran ve Taştekin, 2020; Brinck, vd., 2023). Disiplinler arası yaklaşımın güçlendirilmesi, ulusal ve uluslararası robotik yarışmalarının çeşitlendirilmesi aynı derecede önemlidir (Umezawa, Nakazawa ve Hirasawa, 2023, September). Türkiye için önerilen 'Kademeli Hibrit Geçiş Modeli' ile blok tabanlı kodlamadan metin tabanlı dillere geçiş süreci sistematik bir yapıya kavuşturulmalıdır. Bu modelde, algoritmik temel, ilkokuldan itibaren blok tabanlı araçlar (Micro:bit, mBot) kullanılarak atılmalıdır. Ortaokuldan itibaren hem blok tabanlı hem de metin tabanlı arayüzler sunan "hibrit" platformlarla kapatılmalıdır. Lise düzeyinde ise, Güney Kore ve Amerika modellerine benzer şekilde, Python ve C++ gibi profesyonel programlama dillerine odaklanılmalıdır. Bu teknolojik değişim, standartlaştırılmış, uzmanlık eğitimleri ile öğretmenlere yönelik eğitimile desteklenmelidir. Öğretim materyalleri ve bunların erişilebilirliği konusunda ise şu önerilerde bulunulmaktadır: Yüksek kaliteli kitlere (LEGO Mindstorms, VEX Robotics) eşit erişim sağlamak için merkezi STEM merkezlerinin kurulması; Arduino ve Raspberry Pi gibi açık kaynaklı platformların müfredata daha etkili bir şekilde entegre edilmesi ve Türkçe kaynak kütüphanelerinin genişletilmesi. Mobil STEM laboratuvarları aracılığıyla robotik kodlama için yerel eğitim materyallerinin geliştirilmesinin ve kırsal ve dezavantajlı bölgelerin açılmasının teşvik edilmesi. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından standartlaştırılmış, kademeli ve sürekli öğretmen eğitim programlarının geliştirilmesi, çok işlevli çevrimiçi öğrenme platformlarının oluşturulması, mentorluk ve toplum desteği sağlanması ve öğretmen yetiştirme okullarının müfredatlarına robotik kodlama ve STEM eğitimi alanında zorunlu derslerin dahil edilmesi, eğitimin kalitesini ve sürdürülebilirliğini artıracak temel adımlar olarak vurgulanmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, 55 bilimsel makale ve resmi politika belgesinin veri üçlemesi (triangulation) yöntemiyle sentezlenmesi neticesinde, robotik kodlama eğitiminde araç seçiminin ilgili ülkelerde izlenen pedagojik yaklaşımlarla (oyun tabanlı, rekabetçi veya proje tabanlı) doğrudan ve teknik tercihlerle daha az ilişkili olduğunu göstermektedir. Finlandiya'daki erken uygulama stratejisi, Güney Kore'deki ileri mühendislik stratejisi ve ABD'deki çeşitlendirme stratejisiyle karşılaştırıldığında, Türkiye'nin erken çocukluk gelişimi ve ileri teknik becerilere öncelik verirken aynı zamanda uygun maliyetli ve proje tabanlı bir yaklaşım izlediği görülmektedir. Analizler, tüm ülkelerde ucuz ve kolayca bulunabilen araçların (Micro:bit, mBot vb.) temel algoritmik düşüncenin gelişimine etkili bir şekilde katkıda bulunduğunu doğrulamaktadır. Ancak, ileri mühendislik ve programlama becerilerinin kazanılması için daha karmaşık sistemlerin (LEGO, VEX vb.) sisteme entegre edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, robotik kodlama eğitimi için sürdürülebilir bir ekosistem yaratmak, yerel üretim, öğretmen eğitimi ve müfredat entegrasyonunu içeren çok yönlü stratejilere bağlıdır. Gelecekteki araştırmaların farklı ülkelerdeki eğitim modellerinin öğrenci öğrenme çıktıları üzerindeki etkisini ölçmek ve böylece bu çalışmanın betimsel sonuçlarını derinleştirmek için nicel, deneysel ve geniş ölçekli analizlere (öğretmenler, veliler, sektör) odaklanması önerilir.

## 6. Sınırlılıklar

Bu çalışma, robotik kodlama eğitimindeki araçları karşılaştırmak için değerli bilgiler sağlasa da bazı sınırlamaları vardır:

Ülke seçimi: Çalışma sınırlı sayıda ülkeye odaklanmıştır. Robotik kodlama eğitimine farklı yaklaşımlara sahip daha fazla ülkenin dahil edilmesi daha kapsamlı bir tablo sunardı. Bu durum, sonuçların küresel uygulanabilirliğini sınırlamaktadır.

Kapsamlı veri toplama: Bu çalışma öncelikle doküman analizi ve internet araştırmasına dayanmaktadır. Uzman görüşmeleri, öğretmen anketleri veya sınıf gözlemleri gibi derinlemesine nitel veri toplama yöntemleri, araçların sınıftaki kullanımı, öğretmenlerin ve öğrencilerin deneyimleri ve etkileri hakkında daha ayrıntılı bilgi sağlayarak sonuçları daha da doğrulayabilirdi.

Nicel veri eksikliği: Araçların öğrencilerin performansı, motivasyonu veya problem çözme becerileri üzerindeki etkisini nicel olarak göstermek için doğrudan birincil veri (örneğin, test sonuçları, başarı ölçekleri) toplanmamıştır. Bu tür veriler, araçların eğitimsel etkinliğinin daha somut ve istatistiksel olarak anlamlı bir değerlendirmesine olanak tanır ve mevcut yorumları daha iyi desteklerdi.

Zaman kısıtlamaları: Robotik teknolojileri ve eğitim yaklaşımları hızla gelişmektedir. Bu çalışma, belirli bir zamandaki mevcut duruma odaklanmakta ve gelecekteki teknolojik gelişmeleri veya eğitim politikasındaki

değişiklikleri dikkate almamaktadır. Bu dinamik alanda sürekli veri güncellemelerine duyulan ihtiyaç, çalışma bulgularının yalnızca belirli bir dönem için geçerli olduğu anlamına gelmektedir.

**Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gereken tüm kurallara uyulmuştur. Çalışma, veri toplama aracı olarak ölçek, anket, görüşme gibi teknikler içermediğinden ve tamamen doküman/materyal incelemesine dayandığından etik kurul onayına tabi değildir.

**Yazarların Makaleye Katkı Oranları**

Çalışma, tek yazarlıdır.

**Çıkar Beyanı**

Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

# THE USE OF INTERNATIONAL TOOLS IN ROBOTICS CODING EDUCATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT COUNTRIES AND TURKEY

**Extended Abstract**

Robotics coding education, a strategic tool in acquiring 21st-century competencies, has become an integral part of education systems globally. Countries' preferences for robotics tools are directly related to their educational philosophies, economic resources, technological infrastructure, and teacher qualifications. However, the literature generally examines these preferences through individual country examples, highlighting the lack of systematic comparative analyses. The main objective of this study is to examine the robotics teaching materials used in Finland, South Korea, and the USA from pedagogical, technical, and cost perspectives, and to determine Turkey's strategic position, strengths, and areas for improvement within this ecosystem. This research is structured using qualitative research designs, specifically multiple case studies and systematic document analysis methods. The theoretical framework of the study is based on George Bereday's (1964) four-stage analysis model (definition, juxtaposition, comparison, and interpretation), which is considered a standard in comparative educational science. In this research; National curricula, 55 core academic resources, and the technical specifications of popular robotics kits were synthesized using the "data triangulation" method. During the analysis process, the data were categorized based on five key criteria: (1) Curriculum integration style, (2) Pedagogical focus, (3) Hardware accessibility (cost), (4) Software interface, and (5) Teacher competency standards.

The research findings reveal that countries have different strategic priorities in selecting robotics tools. Finland was found to focus on low-cost tools (Micro:bit, Kubo) that support play-based learning in early childhood. South Korea was observed to heavily integrate advanced kits such as LEGO Mindstorms and VEX into its curriculum, focusing on advanced engineering and competitive learning. The USA, due to its innovation-focused structure, offers a wide range of tools and has made an early transition to pre-higher education text-based programming. In the context of Turkey, it was determined that cost-effective and project-based tools such as Micro:bit and Arduino are widespread, but the variety of tools in early childhood education remains limited. From a technical perspective, it was found that Turkey has a strong prevalence of block-based languages (Scratch/MakeCode), but the transition speed to text-based languages (Python/C++) lags behind South Korea and the USA.

A comparative analysis conducted according to the Bereday model revealed that Turkey has a convergent structure with Finland and the USA in terms of project-based learning and cost-effectiveness criteria. However, it was found to be significantly divergent from South Korea in terms of access to advanced engineering kits and the professional integration of text-based languages. One of the most critical results of the study concerns the fifth criterion of the analysis, "teacher competencies." Compared to standardized and institutionalized professional development models in other countries, the structure in Turkey is considered to be more fragmented, and there are inequalities in teachers' access to technical support mechanisms. In line with the findings, the following strategic recommendations are presented:

• Curriculum and Pedagogy: Inclusion of concrete programming tools in the curriculum for the 4-8 age group and gradual transition from block-based coding to text-based programming.

• Tools and Access: Providing access to disadvantaged areas through mobile laboratories and encouraging domestic robotics kit production.

• Teacher Training: Establishing a standardized, phased, and continuous professional development certification system for teachers within the Ministry of National Education and institutionalizing experience-sharing networks among teachers.

**Keywords:** Robotics and Coding Education, Comparative Education, Educational Tools

**Kaynakça**


Ağır, H. (2010). Türkiye ile Güney Kore'de bilim ve teknoloji politikalarının karşılaştırması. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, *5*(2).

Alkayiş, A. (2020). Eğitim felsefesi perspektifinden dijitalleşme ve Eğitim 4.0. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.

Arslan, E. (2025). Öğretmenlere Yönelik Mesleki Gelişim Faaliyetleri: Bir Derleme Çalışması. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *12*(1), 177-196.

Arslan, K., ve Akçelik, M. (2019). Programlama eğitiminde Scratch'in kullanılması: Öğretmen adaylarının tutum ve algıları. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, *3*(1), 41-61.

Avello, R., Lavonen, J., & Zapata-Ros, M. (2020). Coding and educational robotics and their relationship with computational and creative thinking. A compressive review. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, *20*(63).

Baltayeva, A. T. (2025). Finlandiya va o'zbekistonda innovatsion pedagogik yondoshuvlar. *Лучшие интеллектуальные исследования, 44*(3), 398-404.

Batyuk, L. V., & Masych, V. V. (2025). A review of the implementation of STEM education in the USA based on robotics. Problems of Engineering Pedagogic Education, (84), 40-51. doi:10.26565/2074-8922-2025-84-40.

Baysal, E. A., Ocak, G., ve Ocak, İ. (2020). Kodlama ve arduino eğitimleri ile ilgili lise öğrencilerinin görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *19*(74), 777-796.

Bellibas, M. S., & Gumus, E. (2016). Teachers' perceptions of the quantity and quality of professional development activities in Turkey. Cogent education, 3(1), 1172950.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & education*, *72*, 145-157.

Bereday, G. Z. F. (1964). Comparative method in education. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Brinck, J., Leinonen, T., Lipponen, L., & Kallio-Tavin, M. (2023). Open design pedagogy: Revealing openness in early childhood education with digital technology. *International Journal of education through art*, *19*(2), 223-240.

Brown, P. A. (2008). A review of the literature on case study research. *Canadian Journal for New Scholars in Education/Revue canadienne des jeunes chercheures et chercheurs en education*, *1*(1).

Büyük, U. (2024). Eğitimde robotik ve kodlama uygulamaları: Fen Bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, *7*(2), 96-117.

Cahyani, L. N. (2023). Sistem pendidikan finlandia: membangun kemandirian dan semangat belajar siswa. *Journal of Contemporary Issues in Primary Education*, *1*(2), 55-61.

Cansoy, R. (2018). Uluslararası çerçevelere göre 21. yüzyıl becerileri ve eğitim sisteminde kazandırılması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, *7*(4), 3112-3134.

Coleman, D., Sucan, I., Chitta, S., & Correll, N. (2014). Reducing the barrier to entry of complex robotic software: a moveit! case study. *arXiv preprint arXiv:1404.3785*

Çakıcı, Y., ve Özdemir, S. M. (2022). Bilgisayarsız kodlama eğitiminin ilkokul öğrencilerinin dikkatini toplama, problem çözme ve algoritmik düşünme becerileri üzerine etkisi. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, *5*(3), 235-254.

Çavaş, P., Ayar, A., ve Gürcan, G. (2020). Türkiye'de STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmaların durumu üzerine bir çalışma. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *17*(1), 823-854.

Chitikeshi, S., Dhali, S. K., Odell, B., Jovanovic, V., & Lin, C. Y. (2020). Curriculum development for robotics technology program. 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access. doi:10.18260/1-2--34369

Çoban, A., Kavuk, S., ve Hıncal, M. (2024). Sosyal Bilgiler Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenmenin Önemi. *The Journal of Turk-Islam World Social Studies*, *11*(40), 230-249.

Dewey, J. (1938). Experience and education. Macmillan.

Duran, M., ve Taştekin, A. N. (2020). Finlandiya erken çocukluk eğitimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *17*(2), 600-624

Drakatos, N., & Stavridis, S. (2023). The perspective of STEM education through the usage of Robotics. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, *18*(3), 901-913.

Erol, A., ve İvrendi, A. (2021). Erken çocuklukta STEM eğitimi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, *5*(1), 255-284.

Ertürk, N. O. (2025). Contınuous Educatıon In Türkiye: Understandıng Lıfelong Learnıng In Turkısh Socıety. *Lifelong Learning/Celoživotní Vzdělávání*, *15*(1).

Eskici, G. Y., Mercan, S., ve Hakverdi, F. (2020). Robotik kodlama eğitiminden yansımalar: zihinsel imajlar. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(1), 30-64.

Éva-Katalin, B. S. (2023). Az Algorıtmıkus Gondolkodás Fejlesztése Oktatási Robotokkal Óvodában: A Fejlesztési Program Pılot Tesztelése. *PedActa*, *13*(1).

Firat, Y. (2018). The Importance of Coding and impacts to a country development in Computer Technology Teaching. *ICES 2018*, *117*.

García, W. F. M. (2024). Desarrollo de pensamiento computacional en los estudiantes de educación utilizando la programación de robots. Praxis Pedagogica, 24(37), 186-210.

Genç, K. Y. (2022). Eğitim sisteminin girişimcilik davranışı üzerindeki etkisi: Finlandiya örneği. Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 8(2), 55-73.

Gonzalez, F. G., & Zalewski, J. (2016, June). A New Robotics Educational System for Teaching Advanced Engineering Concepts to K-12 students. In *2016 ASEE Annual Conference & Exposition*.

Guimaraes, J. C., Jr., Costa, H. C., Souza, S. A., Gurgel, M. R., Vieira, F. B., Seixas, R., . . . Diogo, M. A. (2024). Promovendo acesso equitativo à educação para comunidades marginalizadas e grupos vulneráveis. *Revista FT*.

Gunes, H., ve Kucuk, S. (2022). A systematic review of educational robotics studies for the period 2010–2021. *Review of education*, *10*(3), e3381.

Güleryüz, H., Dilber, R., & Erdoğan, İ. (2020). Stem Uygulamalarında Öğretmen Adaylarının Kodlama Eğitimi Hakkındaki Görüşleri. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6(1), 71-83.

Hammerschick, W., Morgenstern, C., Bikelis, S., Boone, M. M., Durnescu, I., Jonckheere, A., . . . Rogan, M. (2018). DETOUR-Towards pre-trial detention as ultima ratio: Comparative report.

Hong, O. (2021). STEM/STEAM education research in South Korea. In *STEM education from Asia* (pp. 211-227). Routledge.

Junior, J.E., Queiroz, P.G., & Lima, R.W. (2018). A study of the publications of educational robotics: A Systematic Review of Literature. *IEEE Latin America Transactions, 16*, 1193-1199.

Kanaki, K., Chatzakis, S., & Kalogiannakis, M. (2025). Fostering Algorithmic Thinking and Environmental Awareness via Bee-Bot Activities in Early Childhood Education. *Sustainability*, *17*(9), 4208.

Karagounis, A. (2023). Robotics as a Simulation Educational Tool. *ArXiv, abs/2312.05582*.

Karatepe, R. (2024). Öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri özyeterlik algılarının incelenmesi. *Uluslararası İnovatif Eğitim Araştırmacısı, 1*(2), 79-87.

Kasalak, İ. (2017). Robotik kodlama etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin kodlamaya ilişkin özyeterlik algılarına etkisi ve etkinliklere ilişkin öğrenci yaşantıları.

Kazemitabaar, M., Chyhir, V., Weintrop, D., & Grossman, T. (2023, March). Scaffolding Progress: How Structured Editors Shape Novice Errors When Transitioning from Blocks to Text. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1* (pp. 556-562).

Khalil, N.M., & Osman, K. (2017). STEM-21CS Module: Fostering 21st Century Skills through Integrated STEM. *K-12 STEM Education, 3*, 225-233.

Kortenkamp, D., Simmons, R., & Brugali, D. (2016). Robotic systems architectures and programming. In *Springer handbook of robotics* (pp. 283-306). Cham: Springer International Publishing.

Kürüm, R. S. (2021). Uluslararası ilişkilerde nitel yöntemlerle makale yazımı: Vaka analizi ve incelikleri. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (42), 149-169

Lampropoulos, G. (2025). Social Robots in Education: Current Trends and Future Perspectives. *Information*.

Martinez-Santos, J. C., Acevedo-Patino, O., & Contreras-Ortiz, S. H. (2017). Influence of arduino on the development of advanced microcontrollers courses. *IEEE revista iberoamericana de tecnologias del aprendizaje*, *12*(4), 208-217.

Mezak, J., Papak, P. P., & Vujičić, L. (2021). The integration of algorithmic thinking into preschool education. In *EDULEARN21 Proceedings* (pp. 8182-8187). IATED.

Moros, S., Wood, L., Robins, B., Dautenhahn, K., & Castro-González, Á. (2019, April). Programming a humanoid robot with the scratch language. In *International Conference on Robotics in Education (RiE)* (pp. 222-233). Cham: Springer International Publishing.

Na-yeon, H. (2024). Robotics integration in manufacturing: case study of South Korea. *Asian Journal of Computing and Engineering Technology*, *5*(1), 42-53.

Özer, M. (2023). The Matthew effect in Turkish education system. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, *12*(4), 704-712.

Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books.

Pedersen, B. K. M. K., Ruwodo, V. D., Shipepe, A., Uwu-Khaeb, L., Yigzaw, S. T., Jormanainen, I., ... & Sutinen, E. (2022, April). Taxonomy for educational robotics at schools. In *International Conference on Robotics in Education (RiE)* (pp. 91-96). Cham: Springer International Publishing.

Perez, L. W. R., Castillo, S. L., & Agredo, S. R. (2025). Characteristics of Teacher Training in Educational Robotics: A Systematic Review. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, *52*(1).

Polat, E. B., & Ulutaş, İ. (2023). Okul öncesi öğretmen adaylarının robotik kodlamaya ilişkin görüşleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *21*(1), 22-48.

Ramaila, S. (2024). Utilising robotics to foster 21st century skills and competencies in physical sciences teaching and learning: a systematic review. *African Perspectives of Research in Teaching and Learning*.

Salma, Z., Hijón-Neira, R., Pizarro, C., & Abdul Moqeet, A. (2025). Effectiveness of Robot-Mediated Learning in Fostering Children's Social and Cognitive Development. *Applied Sciences*, *15*(7), 3567.

Sapsağlam, Ö. (2020). Okul öncesi eğitim programlarının milli kavramlar açısından incelenmesi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, *5*(1), 1-16.

Sırakaya, M. (2018). Kodlama eğitimine yönelik öğrenci görüşleri. *Ondokuz Mayis University Journal of Education Faculty*, *37*(2), 79-90.

Sonjaya, R. P., & Munir, M. (2025). Examining the Impact of Block-Based Visual Programming in Programming Education: A Systematic Review. Indonesian Journal of Teaching in Science, 5(1), 11-20.

Santos, A., Cunha, A., Macedo, N., Melo, S., & Pereira, R. (2022, December). Variability analysis for robot operating system applications. In *2022 Sixth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC)* (pp. 111-118). IEEE.

Satorres, A. C., & Ferrándiz, M. V. (2020). Análisis documental bibliográfico. Obteniendo el máximo rendimiento a la revisión de la literatura en investigaciones cualitativas. *New Trends in Qualitative Research*, (4), 19.

Shin, J., Mollah, M. A., & Choi, J. (2023). Sustainability and organizational performance in South Korea: The effect of digital leadership on digital culture and employees' digital capabilities. Sustainability, 15(3), 2027. doi:10.3390/su15032027

Sümbül, H., ve Çolak, H. (2020). Robotik kodlama eğitim setinin tasarlanması ve oluşturulması. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, *4*(2), 103-109.

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2019). VEX Robotics Competitions: Gender differences in student attitudes and experiences. *Journal of Information Technology Education: Research*, *18*.

Sung, J., Lee, J. Y., & Chun, H. Y. (2023). Short-term effects of a classroom-based STEAM program using robotic kits on children in South Korea. *International Journal of STEM education*, *10*(1), 26.

Şad, S. N., & Arıbaş, S. (2010). Bazı gelişmiş ülkelerde teknoloji eğitimi ve Türkiye için öneriler. *Milli Eğitim Dergisi, 40*(185), 278-299.

Şahin, H., & Arıkan, A. (2024). Okul Öncesi Eğitimde Robotik Uygulamaları. Trakya Eğitim Dergisi, 14(1), 260-286.

Umezawa, K., Nakazawa, M., & Hirasawa, S. (2023, September). Comparison of biometric information during learning of visual-and text-based programming languages. In *2023 8th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)* (pp. 1-5). IEEE.

Uçar, A., & Sezek, F. (2025). Fen eğitiminde LEGO robotik uygulamalarının öğrenci motivasyonu ve görüşlerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (73), 295-322.

Ülger, K. (2025). Eğitimde Yaratıcı Düşünmenin Rolü ve Önemi Açısından Gerekliliği Üzerine Bir Araştırma. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.

Välimaa, J., & Muhonen, R. (2018). Reproducing social equality across the generations: The Nordic model of high participation higher education in Finland. In High participation systems of higher education (pp. 358-385). Oxford University Press.

Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behavior*, *72*, 577-588.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

Velykdan, Y. (2025). Scratch's possibilities in forming algorithmic and logical thinking in elementary school students. *Cherkasy University Bulletin: Pedagogical Sciences*.

Yenikalaycı, N., ve Harman, G. (2020). Arduino ile kara şimşek uygulamasına yönelik fen bilgisi öğrencilerinin görüşleri. *Trakya Eğitim Dergisi*, *10*(3), 704-725.

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

Zafer, Ç. (2024). A study on the methodology of systematic literature review: A comprehensive guide for researchers. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. https://doi. org/10.16953/deusosbil*, *1384599*.