

Received-Makale Geliş Tarihi 03.02.2024
Published-Yayınlanma Tarihi 30.04.2024
Volume-Cilt (Issue-Sayı), ss/pp 11(106), 771-785

Research Article /Araştırma Makalesi
10.5281/zenodo.11109449

Enise Demircioğlu

<https://orcid.org/0009-0006-8508-6385>

Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli / TÜRKİYE

ROR Id: <https://ror.org/0411seq30>

Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt Yazıcı

<https://orcid.org/0000-0000-4535-510X>

Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kocaeli / TÜRKİYE

ROR Id: <https://ror.org/0411seq30>

Öğr. Gör. Dr. Barış Demir

<https://orcid.org/0000-0001-6997-6413>

Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kocaeli / TÜRKİYE

ROR Id: <https://ror.org/0411seq30>

Yapay Zekâ Destekli Matematik Eğitimi: Bir İçerik Analizi

Artificial Intelligence Supported Mathematics Education: A Content Analysis

ÖZET

Bu çalışmada Yapay Zekânın Matematik Eğitimine etkisine yönelik yapılan araştırmaları çeşitli açılardan incelemek ve yapay zekânın gelişim sürecine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında sadece makale çalışmaları incelenmiştir. Araştırma yöntemi olarak nitel araştırma yaklaşımlarından doküman incelemesi kullanılmıştır. Google Akademik veri tabanından "eğitimde yapay zekâ", "matematik eğitiminde yapay zekâ" anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Çalışma sonunda belirlenen kriterlere uyan 4 Türkçe, 30 yabancı toplam 34 makaleye ulaşılmıştır. Ulaşılan Türkçe makaleler TM1, TM2, TM3, TM4 ve yabancı makaleler YM1, YM2, ..., YM30 olacak şekilde kodlanmıştır. Makaleler yayın yılına, yayın ülkesine, araştırma yöntemine, veri toplama araçlarına, veri analiz yöntemine, kullanılan anahtar kelimelerine, yapay zekâ araçlarına (kullanılan teknolojiler), örneklem grubuna, içerik analizi olup olmamasına ve hedef alanına göre incelenmiştir. Elde edilen veriler betimsel içerik analizi ile incelenmiştir. Makalelere ait verilerin analiz sonuçları Excel programında yüzdeleri hesaplanarak şekil ve tablolarla gösterilmiştir. İlgili çalışma sonucunda makalelerin en fazla 2023 yılında yapıldığı, en fazla makalenin Kore'ye ait olduğu, en çok kullanılan anahtar kelimenin Yapay Zekâ olduğu, en çok kullanılan yapay zekâ aracının ChatGPT olduğu ve makalelerin çoğunun hedef alanının bilişsel boyutta olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İçerik Analizi, Matematik Eğitimi, Teknoloji, Yapay Zekâ

ABSTRACT

This study aims to examine the research on the effect of Artificial Intelligence on Mathematics Education from various perspectives and to contribute to the development process of artificial intelligence. Within the scope of the research, only articles were examined. Document review, which is one of the qualitative research approaches, was used as the research method. The Google Scholar database was searched using the keywords "artificial intelligence in education" and "artificial intelligence in mathematics education". At the end of the research, a total of 34 articles, 4 in Turkish and 30 in foreign languages, were found that met the determined criteria. The Turkish articles that were obtained were coded as TM1, TM2, TM3 and TM4 the foreign articles were coded as YM1, YM2, ..., YM30. Articles were examined according to year of publication, country of publication, research method, data collection tools, data analysis method, keywords used, artificial intelligence tools (technologies used), sample group, whether there was content analysis or not and target area. The obtained data was examined by using descriptive content analysis. The results of the data analysis of the articles are presented as images and tables by calculating their percentages in the Excel program. As a result of the relevant study, it was found that most of the articles were published in 2023, the most of them belonged to Korea, the document analysis model, one of the qualitative research methods, was preferred as a data collection tool, the most used data analysis method was content analysis, the most used keyword was Artificial Intelligence. It was concluded that the most used artificial intelligence tool was ChatGPT, the highest number of studies were conducted with sample groups from high schools and the target area of most of the articles was cognitive.

Keywords: Content Analysis, Mathematics Education, Technology, Artificial Intelligence.

1. GİRİŞ

Yapay zekâ çağında iletişim ve iş birliği her zamankinden daha fazla önem kazanmıştır. Bireyin eleştirel düşünme yeteneği ve günlük hayatta karşılaştığı problemleri çözmesini sağlayan rasyonel karar verme becerisi sayesinde hayatı kolaylaştırır. Bu yeteneklerin gelişmesini en iyi sağlayacak teknoloji yapay zekâ teknolojisidir.

Öğrencilerin yapay zekâ ile matematik öğrenirken birbirleriyle iletişim kurması, iş birliği yapması, problem üretmesi ve bu problemleri yaratıcı bir şekilde çözmeye yönelik etkinliklerde bulunması eğitimde yapay zekânın etkililiğini arttırılabilir. Bu sebeple öğrencilerin farkındalığının oluşması ve artması için Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) Temel Eğitim Müdürlüğüne Yapay Zekâ Uygulamaları dersinin müfredatını Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın onayına sunmuştur. Bunu takiben öğretmenler için Öğretmen Bilişim Ağı (ÖBA) ve Millî Eğitim Bakanlığı Bilişim Sistemleri (MEBBİS) üzerinden yapay zekâ uygulamaları ve çeşitli yapay zekâ kursları açılmıştır. Bu konudaki çalışmalar artarak devam etmektedir. Birçok üniversite yapay zekâ dersleri ve uygulamaları üzerine eğitimler vermektedir. Bu durum ülkemizin yapay zekâyı verdiği önemi göstermektedir. Geçte olsa atılan adımlar sayesinde yapay zekâ alanındaki ilerlemeler ülkemizin gelişmesine önemli katkı sağlayacaktır.

Yapay zekâ (YZ) eğitim alanında hem öğretmenlere hem de öğrencilere yeni fırsatlar sunmaktadır. Eğitimin temel yapıtaşlarından biri olan öğretmenlerin derslerinde daha nitelikli olabilmesi için artık yapay zekâyı da kullanmaları gerekmektedir. Dersi tekdüze bir şekilde anlatmak, tüm öğrencilerin aynı şekilde anlayacağını düşünmek zamanla derse karşı isteksiz bir öğrenci profili ortaya çıkarabilir. Özellikle öğrencilerin matematik dersine karşı olumsuz tutumları, önyargıları, kaygıları, kavram yanılgıları dersin öğrenilmesinin önüne geçebilmektedir. Yapay zekânın sunduğu kişiselleştirilmiş öğretim sayesinde öğretmenlerin her öğrenciye hitap etme imkânını artırarak öğrencilerin birden fazla duyu organını kullanabilmesini sağlar. Yapay zekâ araçları matematik öğrenimi kişiselleştirilebilir, etkileşimli ve yenilikçi bir yaklaşım ile öğretim gerçekleştirilerek tekdüze anlatımdan uzak, öğrenme ortamını keyifli ve bilgiyi kalıcı hale getirir. Bu sayede verimli bir eğitim-öğretim süreci geçirilmesi sağlanır. Bu durum, Matematik eğitimi ile Yapay Zekâ arasında önemli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada yapay zekânın matematik eğitimine etkisine yönelik yapılan çalışmaları çeşitli açılardan incelemek, güncel bilgileri ve araştırma bulgularını bir araya getirmek, yapay zekânın gelişim sürecine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

1.1. Araştırmanın Önemi

Matematik öğretiminin temel amacı; kişiye günlük hayatın gerektirdiği matematiksel bilgi ve becerileri kazandırmak, problem çözmeyi öğretmektir. Matematik öğrenmek zihinsel becerilerimizi geliştirir, düşünme yeteneğimizi arttırır, karşılaşılan sorun ve problemlere özgüvenle yaklaşır. Farklı bakış açıları kazandırarak hayatımızı güzelleştirir ve kolaylaştırır. Bir sorunu farklı açılardan inceleyerek en doğru yolu seçmemizi sağlar, hayat kalitemizi arttırır. Matematik bu kadar önemli ve hayatımızı kolaylaştırabilecek bir zihinsel süreç olmasına rağmen bir o kadar da uzak durulmak istenilen bir derstir. Yapay Zekâ; Matematik dersinde kaygı duyan, korkan, ezberlemekten başka çare bulamayan, olumsuz tutumlar geliştiren öğrenciler için matematik eğitiminde çığır açmıştır. Yapay zekâ ile zamanla matematik öğrenmenin anlamlı ve keyifli olduğu bir ders olma niteliği kazanacaktır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma ile Yapay Zekânın Matematik Eğitimine Etkisine yönelik yapılan araştırmaları çeşitli açılardan incelemek, güncel bilgileri ve araştırma bulgularını bir araya getirmek, yapay zekânın gelişim sürecine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Yapay zekâ öğrenme ve öğretme sürecinde etkin rol oynamaktadır. Yapay Zekânın olumlu ve olumsuz yönleri tartışılmakla birlikte, eğitimde etkileri ve uygulamaları ile ilgili araştırmaların oldukça kısıtlı olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde Türkiye'de Yapay Zekâ ve Matematik Eğitimi alanında direkt yapılan sınırlı sayıda araştırmayla karşılaşmış, diğer çalışmalarda ise matematik eğitimi konunun içinde kısa bir şekilde geçmiştir. Diğer ülkelerde de matematik eğitimi ve yapay zekâ konulu çalışmalar vardır fakat sayıca azdır. Dolayısıyla araştırmanın literatürdeki bu eksikliği gösterebileceği düşünülmektedir. Yapılan bu araştırma ile elde edilen sonuçların, matematik eğitiminde yapay zekâ hakkında yapılmış çalışmalara genel bir bakış açısı sunarak bu alandaki artıların ve eksilerin yeni araştırmacılara rehberlik etmesi beklenmektedir.

1.3. Araştırmanın Problemi

Araştırma problemini belirlemek çalışmanın ilk basamağıdır. Araştırma sorularının yazılması ve alan yazın taraması birçok araştırmada eş güdümlü yürüyen ve birbirini eş zamanlı etkileyen iki süreçtir (Yıldırım & Şimşek, 2005). Bu çalışmada “Yapay Zekânın Matematik Eğitimi (YZME) üzerine yapılmış makalelerin genel eğilimleri nasıldır?” problemine yanıt aranmaktadır. Problemin yanıtı için aşağıda belirtilen alt problemlere cevap aranmıştır.

1. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Yıllarına Göre Dağılımı Nasıldır?
2. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Ülkelerine Göre Dağılımı Nasıldır?
3. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Anahtar Kelimelerine Göre Dağılımı Nasıldır?
4. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Yapay Zekâ Aracına Göre Dağılımı Nasıldır?
5. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Hedef Alanına Göre Dağılımı Nasıldır?

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE ALAN YAZIN

Bu bölümde yapay zekâ, eğitimde yapay zekâ, matematik eğitiminde yapay zekâ ve ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Yapay Zekâ Nedir?

Alan Turing 1950 yılında yayınlamış olduğu “Bilgi İşlem Makineleri ve Zekâ” (Computing Machinery and Intelligence) makalesinde “Makineler düşünebilir mi?” düşüncesini ele almıştır. Turing makine zekasını tartışmaya açarak yapay zekanın düşünsel temellerini “makine” ve “düşünmek” kelimeleriyle ifade etmiştir. Yapay zekâ terimini kavramsal olarak Alan Turing ortaya atmış olsa da terminolojik olarak Bilgisayar Bilimci ve Bilişsel Bilimci John McCarthy tarafından kullanılmıştır. 1956 yılında düzenlenen yapay zekâ konferansı olan Dartmouth Konferansı’nda yapay zekâ terimi ilk kez kullanılmıştır.

Yapay zekâ birçok kaynaktan farklı tanımlarla açıklanmıştır. Şuur, bilinçaltı, ruh gibi açık uçlu ve soyut bir kelime olması itibarıyla zekânın evrensel bir tanımı yapılamamıştır (Pirim, 2006). Bilim sürekli gelişen dinamik bir düşünme metodudur. Bilim geliştikçe Yapay zekânın farklı tanımlanması devam edecektir. Yapay zekânın bazı kişilere ve kaynaklara göre tanımları aşağıda verilmiştir:

- McCarthy yapay zekâyı, “insan benzeri zeki makineler özellikle de zeki bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği” olarak ifade etmiştir.
- Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi tanımına göre yapay zekâ, bir bilgisayarın veya bilgisayar kontrollü robotun, genellikle akıllı varlıklarla ilişkili görevleri yerine getirme yeteneğidir.
- Yapay zekâ, insanı taklit etme yeteneğine sahip, etkileşim, öğrenme, uyum sağlama ve tecrübelerini genişleterek uygulama imkânı olan dijital teknoloji ve/veya uygulamalardır (Tamer ve Övgün, 2020).
- Yapay zekâ insan tarafından yapıldığında zeki olarak adlandırılan davranışların makine tarafından yapılmasıdır (Pirim, 2006).
- İnsan aklının nasıl çalıştığını göstermeye çalışan bir kuram (Pirim, 2006).

2.2. Eğitimde Yapay Zekâ

Eğitim alanında yapılan yapay zekâ uygulamalarının çoğalmasını sağlamak ve bu konuda çalışmaları artırmak ülkemizde hatta dünyada hedeflenen bir durum haline gelmiştir. Birçok ülkede eğitim sistemini geliştirmek amacıyla eğitimin yapay zekâ teknolojileri ile birlikte kullanılması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu durum eğitimde yapay zekâ çalışmalarının hızla artmasını sağlamıştır. Yapay Zekâ insanlara yeni fırsatlar sunmakta yaşamı kaliteleştirip kolaylaştırmakta ve eğitim sürecini olumlu etkilemektedir. Eğitimcinin bilgi ve yönlendirmesi ile yapay zekâ bir eğitim platformu haline gelmiş, eğitimde yapay zekâ kullanımı artık bir seçenek olmaktan çıkmıştır.

Yapay zekâ teknolojisi öğretmenin en büyük destekçilerindedir. Yapay zekâ hem kurumlar hem de öğretmenler için idari görev ve sorumlulukları kolaylaştırır, işleri otomatikleştirerek hızlandırır. Yapay zekâ öğrenme yöntemlerini zenginleştirerek ders sürecinde kullanılan materyallerin öğrencilere göre özelleştirilmesini sağlar. Yapay Zekâ öğretmen için ders anlatım sürecinde düzenleyicidir, öğretim daha kolay hale gelir. Sınıf ortamında öğretmenlerin uygulamış olduğu öğretim metodu tüm öğrencilere hitap etmeyebilir. Bunun sonucunda verimsiz bir ders, kalıcı olmayan ve anlamsız bir öğretim ortaya çıkar. Eğer

öğretim zenginleştirilmez ve anlatım bu şekilde tekdüze bir hal alırsa öğrencilerin olumsuz tutum geliştirmesine ve derse karşı isteksiz olmasına sebep olacaktır.

Yapay zekâ eğitim alanında hem öğretmenlere hem de öğrencilere yeni fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekânın yardımıyla öğretme ve öğrenme daha etkili hale gelir ve öğrencilerin konuyu anlamasını kolaylaştırır. Yapay zekâ teknolojisi bireysel eğitimi destekleyerek, öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirir. Bu sayede öğrenme gücü çeken öğrenciler teşhis edilir ve farklı çözüm yolları ile bireysel eğitim imkânı sağlanmış olur. Bireysel farklılıklarına (beceri, merak, istek, hazır bulunuşluk) göre ilerleme imkânına sahip kişiselleştirilmiş öğretmen ile üstün yeteneklilerin ve özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilerin öğrenme hızına göre kendilerini geliştirebilecekleri bir imkân sunar. Öğrencinin istediği hızda, istediği zaman, istediği bilgiye erişim imkânına olanak verir. Yapay zekâ teknolojisi tüm öğrencilere istek ve yetenekleri doğrultusunda kişiye özel eğitim olanakları sunmaktadır.

Yapay zekâ tabanlı uzaktan eğitim sistemlerinin imkanları sayesinde istenilen zaman ve mekânda öğrencinin özelliklerine uygun bir eğitsel süreç gerçekleşmesini sağlar. Öğrencilerin performansını bireysel olarak değerlendirme ve eksiklerini giderme amacıyla eğitim-öğretim sürecinde Yapay Zekâ araçlarının kullanımı eğitimin kalitesini artırır. Bu sebeplerden dolayı teknolojiden yararlanarak yapay zekânın sunmuş olduğu imkanlar eğitim-öğretimde kullanılmalıdır.

2.2.1. Eğitimde Yapay Zekâ Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları

Yapay zekâ teknolojisi ve araçları hakkında doğru bilgi; yapay zekâ teknolojisinin avantaj ve dezavantajlarının farkında olmayı, yapay zekâ araçlarını daha etkin kullanmayı sağlar.

Eğitimde yapay zekâ doğrudan veya dolaylı olarak kullanılmakta ve öğrenci ve öğretmenleri etkilemektedir. Öncelikle yapay zekâ tarafından oluşturulan içeriğin kalitesinin ve doğruluğunun sağlanması çok önemlidir. Eğitimde yapay zekâ temalı çalışmaların sonuçları betimsel içerik analizi ile incelendiğinde, sonuçların yapay zekânın araştırmalarda doğrudan veya dolaylı kullanımı, avantaj ve dezavantajları, öğrenci ve eğitimciler üzerine etkilerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Meço & Coştu, 2022). Yapay zekânın avantaj ve dezavantajları aşağıda verilmiştir:

- Eğitim alanında öğrenene her yerde eğitim stratejisiyle çevrimiçi olarak ders dinleme, kişiye özel ders planları, öğretmenlere materyal geliştirmede ve sınıf içi sınıf dışı ortamlarda ders işlemede yardımcı, öğrencilerin performanslarını takip etmede ve değerlendirmede adil, pratik çözümler sunmada kullanılmaktadır (Yılmaz, 2023).
- Zamanlarının çoğunu ders planı hazırlamaya, sınav hazırlama ve idari görevleri yerine getirmeye harcayan öğretmenler yapay zekâ teknolojisi sayesinde bu işlemleri daha kısa sürede bitirebilir ve kendi akademik gelişimini yine yapay zekâ ile hızlandırabilir.
- Not verme, materyal hazırlama gibi eğitimdeki temel etkinlikler otomatikleştirilerek öğretmenin iş yükü hafifletilebilir.
- Bireyselleştirilmiş eğitime imkân verilerek bireysel farklılıklara göre öğretme yolları kurgulanabilir. Öğrenciler gruplar halinde çalışabilir, işbirlikçi öğrenmeyi kolaylaştırır.
- Kişiselleştirilmiş öğretim ve kişiselleştirilmiş ödevler ile öğrenmenin engellerini ortadan kaldırarak bilgi edinmeyi keyifli hale getirir.
- Beden eğitimi, bilgisayar bilimi ve matematik dahil olmak üzere çeşitli disiplinlerde ve K-12 ve yüksek öğrenim gibi farklı eğitim ortamlarında öğrenci katılımını motive eder (Chiu ve diğerleri, 2023).
- Yapay zekâ, öğretmenlerle öğrenciler arasındaki iletişimi azaltabilir.
- Yapay zekâ sayesinde öğrenciler bağımsız bir şekilde sosyal etkileşime girmeden de öğrenebilirler. Fakat bu durum uzun vadede sosyal uyum eksikliğine ve akademik iletişimin kaçırılmasına sebep olabilir.
- Kontrolsüz kullanımı ve insanların işsizliğine sebep olması (Yılmaz, 2023).

Yapay zekânın öğretmenlerin yaptığı bazı işleri yapabiliyor oluşu gelecekte öğretmenlerin yerini alabileceği düşüncesini akıllara getirmiş ve bunun üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Örneğin Kolchenko (2018, s.250), Zhao ve Liu (2018), Çetin ve Aktaş (2021), yaptıkları çalışma sonucunda yapay zekâ teknolojisinin öğrencilerle bilişsel ve duyuşsal etkileşimde sınırlamalara sahip olması ile yapay zekânın öğretmenin yerini alamayacağını, öğretmene yardımcı konumunda kalacağını, sonucuna ulaşımlardır.

Yapılan çalışmalardan da görüleceği gibi Yapay Zekânın avantajlarının dezavantajlarından daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Sağladığı fırsatlar ve getirdiği tehditleriyle birlikte çift yönlü olan bu teknolojik yeniliklerin, amacına uygun bir şekilde kullanılmasıyla ve gerekli iyileştirmelerin yapılmasıyla olası tehditlerin önlenilebileceği düşünülmektedir (Yılmaz, 2023).

2.3. Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ

Matematik eğitiminin ülkelerin gelişimi için bir anahtar niteliğinde olması matematiği daha değerli yapmaktadır. Matematik doğası gereği problem çözmeyle bağlantılıdır ve yapay zekâ, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede çok önemli bir rol oynayabilir. Covid-19 salgını nedeniyle yaşanan küresel krizden sonra teknolojiyi Matematik eğitimine dahil etme daha da önem kazanmıştır. Matematik becerilerini geliştirmelerini sağlayacak çeşitli araçlar ve kaynaklar sunan yapay zekâ sayesinde öğrenciler problem çözme becerilerini geliştirebilir.

Matematik öğretiminin amacı, öğrencileri akademik, kişisel ve mesleki yaşamlarının niceliksel yönleri için donatarak matematiksel yeterliliği, analitik düşünmeyi ve matematik okuryazarlığını geliştirmektir (Supriyadi & Kuncoro, 2023). Matematik eğitimini destekleyen yapay zekâ platformlarının (Mathletics, Mathspace, Mathway, Wolfram Alpha) çoğu, her öğrenci için kişiselleştirilmiş matematik öğrenimini desteklemektedir (Park, 2020). ChatGPT gibi yapay zekâ araçları zengin matematik görevleri oluşturabilir ve öğretimi farklılaştırabilir; Photomath gibi yapay zekâ araçları bir resimden matematik problemlerini çözmek için yapay zekâ kullanılabilir.

Matematiğe karşı önyargıların olması, soyut kavramların kazanılmasının zor olması, yorucu, zaman alıcı olması ve sabır gerektirmesi öğrencileri matematik dersinden uzaklaşmasına sebep olabilmektedir. Bu olumsuz tutum ve düşüncelerin ortadan kalkması için Matematik Eğitime Yapay Zekâyı entegre ederek eğitim süreci eğlenceli ve verimli hale getirilebilir ve matematik eğitime istekli bireyler yetiştirilebilir. Buna dayanarak yapay zekânın kişiselleştirilmiş bir matematik öğretmeni olduğu söylenebilir. Yapay Zekâ teknolojisi öğrencilerin anında geri bildirim almasını sağlayarak öğrencilere hatalarını düzeltme ve hatalarından öğrenme fırsatı sunar. Matematik kavramlarına adım adım açıklamalar yapar, öğrencilere zorluğu ve düzeyi farklı sorular sorup çözümleri yaparak zamanı verimli kullanmalarını sağlar, öğretimi kolaylaştırır ve kaliteleştirir.

Yapay zekânın matematik öğretiminde uygulanması, öğrenmenin kalitesinin artırılmasını mümkün kılacak ve bu da öğrencilerin akademik yeterliliklerini daha da artıracaktır. Matematik öğreniminde yapay zekâ kullanımının çeşitli avantajları vardır. Bunların arasında öğrencilerin günlük sorunlara daha eleştirel ve farklı boyutlarda bakmalarını, geometri, matematik ve istatistiğin temel problemlerini daha iyi anlamaları yer alır. Ayrıca öğrenciler kişilerarası becerileri ve daha iyi sosyal etkileşimi de öğrenir ve geliştirirler. Aynı zamanda etkili öğrenmenin matematiksel kavramların edinilmesini geliştirmek için daha iyi bir ortam sağlanmasına da olanak tanır (Mohamed ve diğerleri, 2022).

2.4. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde araştırma aşamasında karşılaşılan ilgili lisansüstü tez ve makale çalışmalarına kronolojik olarak yer verilmiştir.

Park (2020) tarafından yapılan “Yapay Zekânın Matematik Eğitiminde Kullanılma İmkânı” isimli çalışmanın amacı yapay zekâ kullanarak hizmet veren temel bilim dallarının matematik eğitimindeki uygulamalarını ve olanaklarını araştırmaktır. Çalışmanın sonucunda, matematik eğitimi için yapay zekânın çoğunlukla öğrencilerin kişiselleştirilmiş matematik öğrenimini desteklediği, insan matematik öğretmenlerini desteklemek için yardımcı bir rol olarak tanımladığı ve teknolojiyi sadece bilişsel yönlerden değil, aynı zamanda duyuşsal yönlerden de yükselttiği vurgulandığı görülmüştür.

Voskoglou ve Salem (2020) tarafından yapılan “Geleneksel Matematik Öğrenimi Açısından Yapay Öğrenmenin Faydaları ve Sınırlamaları” isimli çalışmanın amacı sınıf içinde yapay zekâ ile geleneksel öğrenme arasındaki avantajlar ve dezavantajlarını incelemektir. Mevcut çalışma, matematiğin yapay olarak öğretilmesi ve öğrenilmesinin gelecekteki eğitimde oynayabileceği role odaklanmıştır. Araştırmada bilgisayarların ve yapay zekânın ve diğer “akıllı” makinelerin eğitimde önemli değişiklikleri sağlayacağı ancak öğrencileri eğitmek için öğretmenlerin yerini alacak noktaya gelmesinin oldukça zor olduğu sonucuna varıldığı görülmüştür.

Anh ve Ngan (2021) Tarafından “Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ: Bir Öğretimde Chatbot Kullanımına İlişkin Ampirik Çalışma ve Vietnam Liselerinde Matematik Öğrenmek” isimli çalışmanın amacı chatbotun

matematik eğitiminde kullanılmasının sonuçlarını ve zorluklarını ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin chatbot uygulamasının avantajlarının dezavantajlarından fazla olduğu, sonuçlarının internet araştırmalarından daha güvenilir olduğu ve facebook, messenger platformunda sohbet robotlarını kullanarak matematik öğretmenin, öğrencilerin matematiği etkili bir şekilde öğrenmelerine fayda sağladığı yargılarına ulaştıkları görülmüştür.

Lee ve Kwon (2021) tarafından yapılan “Ders Kitaplarına Yansıyan 'İlişkili Öğrenme Öğelerinin Analizi” isimli çalışmanın amacı 2015 yılında revize edilen müfredatta yeni bir ders olarak tasarlanan ders kitabını inceleyerek bir sonraki müfredatın tasarımına yönelik çıkarımlarda bulunmaktır. Araştırma sonucunda ders kitaplarında müfredatın amacını tam olarak yansıtmak ve öğrencilerin matematiğin yapay zekâ kullanımını deneyimleyebilmeleri için ders kitaplarında teknolojik araçları kullanarak problem kurabilen ve çözebilen somut etkinliklere yer verilmesi gerektiği gözlenmiştir.

Hidayat ve diğerleri (2022) tarafından yapılan “Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ: Sistemik Bir Literatür Taraması” isimli çalışmanın amacı eğitimin her düzeyindeki öğrencilere matematik öğretme ve öğrenmede yapay zekâyâ ilişkin eksiksiz bir genel bakış sunarak tartışmaya katkıda bulunmaktır. Araştırmada 2017 ve 2021 yılları arasında yayınlanan 20 yapay zekâ çalışması incelenmiştir. Araştırma sonucunda İncelenen makalelerin büyük çoğunluğunun ABD’de gerçekleştirildiği, en çok nicel araştırma yöntemlerinin kullandığı, matematik eğitiminde yapay zekâ yardımıyla öğretme ve öğrenmenin daha etkili ve öğrencilerin konuyu anlamasını kolaylaştırdığı sonuçları gözlemlenmiştir.

Yılmaz (2023) tarafından yapılan “Fen Bilimleri Eğitiminde Dijital Uygulamalar, Yapay Zekâ ve Akıllı Yazılımlar: Tehditler ve Fırsatlar” başlıklı çalışmanın amacı fen bilimleri eğitiminde, yapay zekâ ve akıllı yazılımlar hakkında bilgi verilmesidir. Yapay zekânın sağladığı avantaj ve dezavantajlarıyla çift yönlü bir teknolojik yenilik olduğu vurgulanmıştır. Yapay zekâ araçlarının amacına uygun bir şekilde kullanılması ve kullanıcıların bilgilendirilmesi ile farkındalığın artacağını böylece olası tehditlerin önlenileceği görülmüştür.

3. YÖNTEM

Bu araştırma nitel araştırma yönteminin kullanıldığı betimsel bir araştırmadır. Verilerin toplanmasında daha önce yapılan çalışmaların incelenmesi sebebi ile doküman inceleme tekniğinden faydalanılmıştır. Doküman analizi, araştırma verilerinin birincil kaynağı olarak çeşitli dokümanların toplanması, gözden geçirilmesi, sorgulanması ve analizi olarak tanımlanabilen bilimsel bir araştırma yöntemidir (Sak ve diğerleri, 2021). Doküman analizinin kullanıldığı yöntemlerden biri de betimsel içerik analizidir. İçerik analizi, belirli kurallar ve kriterler doğrultusunda dokümanlar, metinler ve diğer materyalleri analiz etmek nesnel, ölçülebilir bilgilere ulaşmak amacıyla doküman, metin ve evrak gibi pek çok farklı materyali analiz etmeyi amaçlayan nitel bir araştırma yöntemidir. İçerik analizinde temelde yapılan işlem, benzer nitelikteki verileri belirli temalar etrafında gruplandırarak okuyucunun anlayabileceği bir formatta düzenleyip yorumlamaktır. İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde organize ederek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Bu çalışmada matematik eğitiminde yapay zekâ üzerine yapılan hem Türkçe hem de yabancı kaynaklı makaleler incelenmiştir. Literatür taramasında Google Akademik veri tabanı kullanılmıştır. Google Akademik veri tabanında artificial intelligence, math education, content analysis, yapay zekâ, matematik eğitimi, içerik analizi” ifadeleri ile literatür taranmıştır. Bununla birlikte “Matematik Eğitimi”, “Yapay Zekâ” ile ilgili anahtar kelimeler yurt içi ve yurt dışı tez, makale, rapor ve internet verileri de incelenmiştir. Özet kısmında eğitimin olduğu fakat içerikte ve yöntemde matematik eğitimi olmayan birçok yapay zekâ çalışması araştırmamızın kapsamına dahil edilmemiştir. Bu çalışmada ulaşılan araştırmaların yıl sınırlaması yapılmaksızın tüm çalışmalar incelenmiş olup çok eski zamanlarda yayımlanan makaleler kapsam dışında tutulmaya çalışılmıştır. Ulaşılan en eski makale 1988 yılında yayınlanmış olup araştırmamızdan çıkarılmıştır. Sonuç olarak teknolojinin gelişmesi ile kullanılan teknolojik araçlarda geliştiğinden çalışmamızın literatüre katkıda bulunması ve anlamlı olması için son yıllarda yapılan makalelere daha çok ağırlık verilmek istenmiştir. Belirlenen kriterlere göre makalelerin 1993-2023 yılları arasında olduğu görülmüştür. Fakat yapılan literatür taramasında kaynakların zaten sınırlı sayıda olduğu görülmüş ve kıyaslama yapabilmek için 1993 tarihli makale çalışmamızdan çıkarılmamıştır. Yurt içi ve yurt dışı makale çalışmaları tekrar incelenerek bulgular sistematik olarak gözden geçirilmiş ve bütünleştirilerek yorumlanması yapılmıştır.

Ulaşılan makalelerin daha fazla gözden geçirilmesi ve analiz edilmesi ile yapay zekânın matematik eğitimi üzerindeki etkisine odaklanan çalışmaların sayısı azalmıştır. Bu durum yapay zekânın eğitim ile ilgili çalışmalarına bakıldığında literatürle uyum sağlamaktadır. Araştırmaya 4 Türkçe kaynaklı, 30 yabancı kaynaklı toplam 34 makale ile devam edilmiştir. Bu örneklem büyüklüğü yapay zekânın matematik eğitimi üzerindeki etkisine ilişkin sonuç ve çıkarımları hakkında genel eğilimleri belirlemek için yeterlidir. Ulaşılan makaleler yılına, ülkesine, kullanılan yapay zekâ araçlarına, anahtar kelimelerine ve hedef alanına göre incelenmiş, bu makaleler kaynak gösterilerek kullanılmıştır.

Araştırma sürecinin her aşamasının objektif bir şekilde aktarılmasıyla ve dokümanların uzmanlarca gözden geçirilmesiyle nitel araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış olur. Araştırma sürecinde elde edilen veriler araştırmacının danışmanı ve alanda uzman bir öğretim üyesi tarafından incelenerek geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmıştır. Araştırma kapsamındaki çalışmaların ilgili kısımları okunmuş; dijital ortama ve kâğıt materyale notlar alınmıştır. Gerekli düzeltmeler ve analizler yapılarak sonuçlar saptanmıştır.

4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde incelenen makalelerin sonuçları bütün halinde gösterilmiştir.

4.1. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Yıllarına Göre Dağılımı

Araştırmada kullanılan makalelerin yayınlanma yıllarına göre dağılımı Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Yayınlanma Yılına Göre Dağılımı

Yıllar	f	Kod	%
1993	1	YM30	3
2012	1	YM16	3
2015	1	YM21	3
2018	1	YM23	3
2019	2	YM28, YM29	6
2020	8	YM1, YM5, YM6, YM11, YM12, YM13, YM14, YM17	24
2021	6	YM7, YM9, YM10, YM18, YM25, YM26	17
2022	5	TM2, YM4, YM8, YM15, YM27	15
2023	9	TM1, TM3, TM4, YM2, YM3, YM19, YM20, YM22, YM24	26
TOPLAM	34		100

Tablo 1.'e bakıldığında makalelerin yayınlanma yılına göre dağılımı; makale sayısının en fazla %26 oranla (9 adet) 2023 yılında, sonra %24 oranla (8 adet) 2020 yılında, onu takip eden yıl ise %17 oranla (6 adet) 2021 yılında olduğu görülmektedir.

4.2. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Ülkelerine Göre Dağılımı

Araştırmada kullanılan makalelerin yayın ülkesine göre dağılımı Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Yayın Ülkesine Göre Dağılımı

Ülkeler	f	Kod	%
ABD	1	YM28	3
Avustralya	1	YM17	3
BAE	1	YM19	3
Çin	5	YM2, YM10, YM13, YM24, YM27	14
Endonezya	1	YM20	3
Fransa	2	YM22, YM30	6
Hindistan	1	YM12	3
İspanya	1	YM16	3
Kore	7	YM1, YM5, YM6, YM7, YM11, YM15, YM23	20
Norveç	2	YM4, YM8	6
Slovenya	1	YM21	3
Tayvan	1	YM26	3
Türkiye	4	TM1, TM2, TM3, TM4	12
Ukrayna	2	YM9, YM29	6
Ürdün	1	YM3	3
Vietnam	2	YM18, YM25	6
Yunanistan	1	YM14	3
TOPLAM	34		100

Tablo 2.'ye bakıldığında makalelerinin yayın ülkesine göre dağılımı; en fazla çalışma yapan ülkenin %20 oranla (7 adet) Kore, onu takip eden ülkenin %14 oranla (5 adet) Çin olduğu görülmektedir. Bu oranı Türkiye, Fransa, Norveç, Vietnam, Ukrayna ülkelerinin takip ettiği görülmüştür.

4.3. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Anahtar Kelimelerine Göre Dağılımı

Araştırmada kullanılan makalelerin anahtar kelimelerine göre dağılımı Tablo 3.'te verilmiştir.

Tablo 3. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Anahtar Kelimelerine Göre Dağılımı

Anahtar Kelimeler	f	Kod	%
3D Grafik	1	YM29	1
Analiz	4	TM2, YM1, YM15, YM26	3
Artırılmış Gerçeklik	1	YM29	1
Bibliyometrik Haritalama Analizi	1	YM26	1
Bilgisayar Destekli Öğrenme	4	YM16, YM23, YM4, YM19	3
Bulanık Mantık	1	YM16	1
Cabri Geometri	1	YM30	1
Chatbot	3	YM18, YM19, YM25	3
ChatGPT	3	TM4, YM19, YM20	3
Ders Kitabı	1	YM7	1
Eğitim	4	TM2, YM21, YM23, YM29	3
Eğitimde Yapay Zekâ	3	YM2, YM15, YM29	3
Fen Öğretmenleri	1	YM3	1
Geogebra	2	YM22, YM29	2
Geometri	1	YM29	1
Hesap Makinesi	1	YM29	1
İçerik Analizi	2	TM2, TM3	2
Makine Öğrenme	2	TM3, YM22	2
Matematik Eğitimi	21	YM1, YM4, YM6, YM8, YM10, YM11, YM12, YM13, YM15, YM16, YM17, YM18, YM19, YM20, YM22, YM24, YM25, M26, YM27, YM29, YM30	18
Matematik Öğretmenleri	5	TM4, YM3, YM4, YM6, YM9	4
Open AI	1	YM20	1
PRISMA	1	YM8	1
Robotik	2	YM8, YM15	2
Sistemik Literatür Taraması	3	YM2, YM8, YM26	3
STEM	2	YM9, YM29	2
Yapay Uygulamalar	3	YM3, YM12, YM22	3
Yapay Zekâ	30	TM1, TM2, TM4, YM1, YM2, YM3, YM4, YM5, YM6, YM7, YM8, YM9, YM10, YM11, YM12, YM13, YM15, YM17, YM18, YM19, YM20, YM21, YM22, YM23, YM24, YM25, YM26, YM27, YM28, YM30	26
YZ Kullanım Alanları	1	TM1	1
YZ Matematik Eğitimi	2	YM7, YM30	2
YZ Matematik İçeriği (Müfredatı)	5	YM5, YM9, YM13, YM28, YM29	4
TOPLAM	112		100
* İncelenen çalışmalarda birden çok anahtar kelime kullanması nedeniyle anahtar kelimelerin sayısı çalışma sayısından fazladır.			

Tablo 3.'e bakıldığında makalelerin anahtar kelimeleri; en fazla %26 oranla (30 adet) yapay zekâ, onu takip eden %18 oranla (21 adet) matematik eğitimi olduğu görülmektedir.

4.4. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Yapay Zekâ Aracına Göre Dağılımı

Araştırmada kullanılan makalelerin yapay zekâ araçlarına göre dağılımı Tablo 4.'te verilmiştir.

Tablo 4. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Yapay Zekâ Araçlarına Göre Dağılımı

Yapay Zekâ Araçları	f	Kod	%
Artırılmış Gerçeklik	1	YM29	10
Bulanık Mantık	1	YM16	10
Cabri Geometri	1	YM30	10
Chatbot (ChatGPT 3)	5	TM4, YM18, YM19, YM20, YM25	50
Geogebra	2	YM19, YM20	20
TOPLAM	10		100
* İncelenen çalışmaların hepsinde YZ aracı kullanılmaması nedeniyle yapay zekâ araçları sayısı çalışma sayısından azdır.			

Tablo 4.'e bakıldığında yapılan incelemeler sonucunda 5 tema açığa çıkmıştır. Çalışmalarda kullanılan yapay zekâ araçlarından en fazla %50 oranla (5 adet) Chatbot (Chatgpt 2), %20 oranla (2 adet) Geogebra, en az ise %10 oranla (1 adet) Cabri Geometri, artırılmış gerçeklik ve bulanık mantık olduğu görülmektedir.

4.5. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Hedef Alanına Göre Dağılımı

Araştırmada kullanılan makalelerin hedef alanına göre dağılımı Tablo 5.'te verilmiştir.

Tablo 5. YZME Üzerine Yapılan Makalelerin Hedef Alanına Göre Dağılımı

Etki Alanı	f	Kod	%
Bilişsel Alan	20	TM1, TM2, TM3, TM4, YM1, YM5, YM7, YM8, YM9, YM11, YM12, YM13, YM15, YM16, YM22, YM23, YM24, YM28, YM29, YM30	58
Duyuşsal Alan	9	YM17, YM21, YM25, YM2, YM3, YM4, YM6, YM10, YM14	27
Psikomotor Alan	5	YM18, YM19, YM20, YM26, YM27	15
TOPLAM	34		100

Yapılan araştırma sonucunda elde edilen makalelerin amaçları hedef alanına göre kategorize edilmiştir. Hedef alanlarından en fazla %58 oranında (20 adet) Bilişsel Alan, %27 oranla (9 adet) Duyuşsal Alan ve en az %15 oranla (3 adet) Psikomotor Alan kullanılmıştır.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Araştırmanın bu bölümünde alt problemlerin sonuçları bir bütün halinde gösterilmiştir. Google Akademik veri tabanında literatür taraması yapılarak kriterlere uygun Türkçe kaynaklı 4 makale, yabancı kaynaklı 30 makale olmak üzere; toplamda 34 makaleye ulaşılmıştır. Her makalenin içeriği (makale başlığı ve özet dahil) ayrıntılı ve çok kez incelenmiştir. Belirtilen kriterlere göre incelenen makalelerin yılı, ülkesi, anahtar kelimeleri, yapay zekâ aracı ve hedef alanı sonuç ve tartışmaları aşağıda verilmiştir.

Araştırma sonucuna göre en fazla makale 2023 yılında yapılmıştır. Benzer durum Güzey ve diğerleri (2023), Işık (2021)'in çalışmalarında da rastlanmıştır. 2023 yılındaki çalışma sayısının fazla olması bilime olan ilginin artması, teknolojinin gelişmesi ve eğitim sistemlerinin bu gelişime uyum sağlayarak kendini yenilemesi gösterilebilir. 2020 yılında yapılan makale sayısının fazla olması Covid-19 salgınının sebep olduğu pandemi döneminin şartlarına bağlanabilir. Yaşanan pandemide dünyada birçok ülke kapanmaya gitmiş, evden çalışma yapılmış, uzaktan eğitim yaygınlaşmıştır. Eğitim faaliyetleri kısa bir duraksamanın ardından bilgisayar destekli olarak devam etmiştir. Eğitimin daha iyi olabilmesi için yapay zekâ teknoloji araçlarına yönelim artmış ve çeşitli teknolojik araçlar keşfedilmiştir. Böylece birçok insan yapay zekâ araçlarını tanımış veya yapay zekâ araçlarıyla daha çok ilgilenmiştir. Bundan dolayı araştırmacıların 2020 yılında da fazla sayıda çalışma yapmış olabileceği söylenebilir. İncelenen makalelerin yıllara göre dağılımından yola çıkarak Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ konusuna yönelik ilgi ve çalışma sayısı 2018'den bu yana artış göstermiştir. Bu durum literatürde de benzerlik göstermektedir. Örneğin Meço ve Coştu (2022) yaptığı çalışmada Eğitimde Yapay Zekâ temalı çalışmaların makale bağlamında 2017'den 2021'e doğru arttığı bulgusuna ulaşmışlardır.

Araştırma sonucuna göre en fazla makale sayısının Kore olduğu görülmektedir. Bu durum Literatürde yapay zekanın farklı konuları için yapılan çalışma sonuçlarından farklılık göstermektedir. Mohamed ve diğerleri (2022)'nin yaptığı çalışmada toplanan çalışmaların çoğunluğunun ABD ve Meksika'da gerçekleştirildiğini göstermiştir. Birçok yapay zekâ aracı ABD merkezli olup matematik eğitiminde yapay zekâ çalışma sayısının az olduğu görülmüştür. Ukrayna'da sadece 2019 yılında 1 adet çalışmanın olması, 2021 yılında ülkede başlamış olan savaşın sebep olduğu ve bilimsel makalelerin sekteye uğradığı düşünülebilir. Fransa'nın matematik eğitiminde yapay zekâ makalelerinin yılları arasındaki bu zaman farkı dikkat çekmektedir. Yapılmış makalelerin yıllarına bakıldığında son yıllarda yapılan çalışma sayılarının arttığı görülse de ülkemizde ve dünyada bu alanda veri açıklığının olduğu söylenebilir.

Araştırma sonucuna göre en fazla kullanılan yapay zekâ aracının Chatbot olduğu görülmektedir. Literatür incelendiğinde benzer sonuçlar görülmüştür (Voskoglou ve Salem, 2020; Anh ve Ngan, 2021; Wardat ve diğerleri, 2023).

Araştırma sonucuna göre en fazla kullanılan anahtar kelimenin "Yapay Zekâ" daha sonra "Matematik Eğitimi" olduğu görülmektedir. Matematik eğitimi ve yapay zekâ anahtar kelimelerinin bir arada kullanıldığı çalışma sayısına çok az rastlanılmıştır. Bunun sebebinin yapılan bu çalışmada incelenen makale sayısının az olması gösterilebilir. Bu alandaki çalışmalar artarsa bu anahtar kelimeler daha fazla bir arada görülebilir.

Araştırma sonucuna göre en fazla hedeflenen etki alanı bilişsel boyut, en az hedeflenen etki alanı psikomotor alan düzeyi olmuştur. Yapılan araştırmada birçok makale çalışması, öğrencilerin öğrenme başarılarını (bilgi boyutu), öğrenme motivasyonu ve tutumunu (duygulanım boyutu) araştırmıştır. Bunun

nedeni, matematik eğitiminin amacının öğrencilerin önce biliş yeterliliklerini geliştirmeyi hedeflediği söylenebilir. Bu durum literatürle benzerlik göstermektedir (Park, 2020). Ayrıca, matematik dersleri genellikle öğrenciler tarafından zorlayıcı olarak kabul edildiğinden, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu veya tutumunu araştırmak bu nedenle önemli bir araştırma odağıdır. Matematik eğitiminin amaçlarıyla daha az ilgili olduğu için psikomotor (beceri) boyutlu çalışmaların nadiren de olsa yapılması matematik eğitimi alanını geliştirebilir.

6. ÖNERİLER

Bu araştırmada sadece makale çalışmaları incelenmiştir. Bundan sonraki araştırmalarda tez çalışmaları incelenebilir veya tez ve makale çalışmalarının birlikte incelenebileceği bir çalışma yapılabilir. Araştırma sonucunda yapılan makale çalışmalarının az sayıda olduğu görülmüştür. Bu alanda çalışma yapılarak makale çalışma sayısı artırılabilir. Araştırma yapılırken yapay zekâ çalışmalarının devam ediyor oluşu, yapay zekânın sürekli gündemde oluşu ve gelişmesi bu alanda sık sık çalışma yapılmasını gerektirebilir. Bu araştırmada matematik eğitiminde yapay zekâyâ yönelik ölçek geliştirilmeye yönelinmediği görülmüştür. Bu sebeple matematik eğitiminde yapay zekâyâ yönelik ölçek geliştirilebilir. Araştırma sonucunda ilkökul ve ortaokulda düzeyindeki öğrencilere yönelik çalışma sayısının azlığı görülmüştür. Bu örneklem grupları üzerindeki çalışmalar artırılabilir.

KAYNAKÇA

- Acar, O. (2020). *Yapay zekâ fırsat mı yoksa tehdit mi?* Kriter Yayınevi.
- Akdeniz, M. and Özdiñç, F. (2021). Eğitimde Yapay Zekâ Konusunda Türkiye Adresli Çalışmaların İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 912-932.
- Aktaş, E. and Yurt, E.U. (2015). Türkçe Eğitimi Alanındaki Makale Özetlerine Yönelik Bir İçerik Analizi. *Journal of Turkish Studies*.
- Alissa, R.A.S. and Hamadneh, M.A. (2023). The Level Of Science and Mathematics Teachers' Employment Of Artificial İntelligence Applications İn The Educational Process. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 11(6), 1597-1608. DOI: 10.46328/ijemst.3806
- Anh, N. and Ngan, H. (2021). Artificial Intelligence In Mathematics Education: An Empirical Study Of Using Chatbot In Teaching And Learning Mathematics At Vietnamese High Schools.
- Aral, N. (2001). Zekâyı Belirleyen Faktörler. *Çocuk Gelişimi- I. İstanbul: YA-PA*. ss. s. 117-118.
- Aral, N. (2001). Zekâ. *Çocuk Gelişimi- I. İstanbul: YA-PA*. ss. s. 115-116.
- Arf, C. (1959). Makine Düşünebilir mi ve Nasıl Düşünebilir? *Atatürk Üniversitesi 1958-1959 Öğretim Yılı Halk Konferansları (1)*, 91-103.
- Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11 (1), 71-88.
- Ayduğ, D. (2022). Eğitim bilimleri araştırmalarında nitel bir yöntem olarak gömülü teorinin kullanımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 183-196.
- Aydın, G., Saka, M. & Guzey, S. (2017). 4., 5., 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Stem (FeTeMM) Tutumlarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 787-802. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.290319>.
- Ayyıldız, P., Yılmaz, A. & Baltacı, H.S. (2021). Türk akademisyenlerin dijital okuryazarlık düzeyleri ve teknoloji entegrasyonu yeterliliklerinin araştırılması. *Uluslararası Eğitim Metodolojisi Dergisi*, 7(1), 15-31. <https://doi.org/10.12973/ijem.7.1.15>.
- Balacheff, N. (1993). Artificial Intelligence and Mathematics Education: Expectations and Questions, (s.1-24).
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2014). Bilimsel araştırma yöntemleri. *Pegem Akademi Yayıncılık*.
- Casler-Failing, S. L. (2018). Robotics and math: using action research to study growth problems. *The Canadian Journal of Action Research*, 19(2), 4-25.

- Chen, Z. Artificial Intelligence Evaluation for Mathematics Teaching in Colleges under the Guidance of Wireless Network. *Mobile Information Systems*, vol. 2022, Article ID 3201004, 9 pages, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3201004>.
- Chiu, TKF., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C.S. & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, DOI: 10.1016/j.caeai.2022.100118.
- Computational Intelligence and Neuroscience. (2023). Retracted: Effectiveness of Artificial Intelligence (AI) in Improving Pupils' Deep Learning in Primary School Mathematics Teaching in Fujian Province. *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol, Article ID 9817215, 1 pages, DOI: 10.1155/2023/9817215.
- Deo, R.C., Yaseen, Z.M., Al-Ansari, N., Nguyen-Huy, T., Langlands T.A.M.L. & Galligan, L. (2020). Modern Artificial Intelligence Model Development for Undergraduate Student Performance Prediction. *An Investigation on Engineering Mathematics Courses, in IEEE Access*, vol. 8, pp. 136697-136724, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3010938.
- Dey, I. (1993). *Qualitative Data Analysis: A User Friendly Guide for Social Science*. London: Routledge. <http://dx.doi.org/10.4324/9780203412497>.
- Ee, J. H. and Huh, N. (2018). A study on the relationship between artificial intelligence and change in mathematics education. *Communications of Mathematical Education*, 32(1), 23–36. DOI: 10.7468/JKSMEE.2018.32.1.23.
- Erümit, A. K., Çetin, İ., Kokoç, M., Temel, K. Ö. S. A., Nabiye, V. & Aygün, E. S. (2019). Designing a Usability Assessment Process for Adaptive Intelligent Tutoring Systems: A Case Study. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 10(1), 141-179.
- Flick, U. (2013). Mapping the field. In U. Flick (Ed.), *The SAGE handbook of qualitative data analysis* (pp. 3-18). Los Angeles, USA: Sage
- Flogie, A. and Aberšek, B. (2015). Transdisciplinary approach of science, technology, engineering and mathematics education. *Journal of Baltic science education*, 14(6), 779.
- Garrido, A. (2012). *AI and Mathematical Education*, *Educ. Sci.*, 2(1), 22-32. DOI: 10.3390/educ2010022.
- Gao, S. (2020). Innovative teaching of integration of artificial intelligence and university mathematics in big data environment. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 750, No. 1, p. 012137). IOP Publishing.
- Gökulu, E. (2013). Bilgisayar destekli öğretimin etkisinin incelenmesi ve maddenin tanecikli yapısı konusu ile ilgili öğrencilerin kavram yanılgılarının tespiti. *International Journal of Social Science*, 6(5), 571-585.
- Güzey, C., Çakır, O., Athar, M. H., Yurdaöz, E. & Saad, S. (2023). Eğitimde yapay zekâ konusunda yapılmış çalışmaların içerik analizi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 66-77. DOI: [10.53694/bited.1060730](https://doi.org/10.53694/bited.1060730).
- Hwang, S. (2022). Examining the Effects of Artificial Intelligence on Elementary Students Mathematics Achievement: A Meta-Analysis. *Sürdürülebilirlik*. 14(20), 13185. DOI: 10.3390/su142013185.
- Hwang, G.J. and Tu, Y.F. (2021). The Roles of Artificial Intelligence in Mathematics Education and Research Trends: Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review. *Mathematics*. *Mathematics*, 9(6), 584. DOI:10.3390/math9060584.
- Holmes, W., Bialik, M. & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign.
- İşler, B. and Kılıç, M. (2021). Eğitimde yapay zekâ kullanımı ve gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 5(1), 1-11.
- Ko, H. K. (2020). A review on the composition of high school mathematics content to develop artificial intelligence (AI) capabilities. *Journal of the Korean Society for Mathematics*, 23(2), 223-237. DOI: 10.30807/ksms.2020.23.2.003.

- Kramarenko, T. H., Pylypenko, O. S. & Zaselskyi, V. (2019). *Prospects of using the augmented reality application in STEM-based Mathematics teaching.*
- Kuprenko, V. (2020). Artificial intelligence in education: *Benefits, challenges, and use cases.* <https://medium.com/towards-artificial-intelligence/artificial-intelligence-in-education>.
- Kwon, O. N., Lee, K., Oh, S. J. & Park, J. S. (2021). An Analysis of “Related Learning Elements” Reflected in Artificial Intelligence Mathematics Textbooks. *Communications of Mathematical Education, 35(4)*, 445–473. DOI: 10.7468/JKSMEE.2021.35.4.445.
- Lee, S.-G., Lee, J. H. & Ham, Y. (2020). Artificial Intelligence and College Mathematics Education. *Communications of Mathematical Education, 34(1)*, 1–15. <https://doi.org/10.7468/JKSMEE.2020.34.1.1>
- Marulcu, I., Saylan, A., & Güven, E. (2014). 6 ve 7. sınıf öğrenciler için gerçekleştirilen “küçük bilginler bilim okulu’nun değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.*
- Maxwell, J. A. (2012). *Qualitative research design: An interactive approach.* Sage publications.
- Meço, G. and Coştu, F. (2022). Eğitimde Yapay Zekânın Kullanılması: Betimsel İçerik Analizi Çalışması. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi, 12(23)*, 171-193.
- Metin, O. and Şükriye, Ü. (2022). İçerik Analizi tekniği: İletişim bilimlerinde ve Sosyolojide doktora tezlerinde kullanımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22(Özel Sayı 2)*, 273-294.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. & Shannon, C. L. (1955). *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. A Proposal.*
- Mohamed, M. Z. B., Hidayat, R., Suhaizi, N. N. B., Sabri, N. B. M., Mahmud, M. K. H. B. & Baharuddin, S. N. B. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 17(3)*, em0694. DOI: [10.29333/iejme/12132](https://doi.org/10.29333/iejme/12132).
- Moni, S., Swaminathan, J., Moni, S. & Sinha, S. (2020). *Definition of an artificial intelligence engine for mathematics education.*
- Nesin, A. (2005). 'Anlamak' Tutkunu Bir Matematikçi Cahit Arf. *Matematik Dünyası.*
- Nordby, S.K., Bjerke, A.H. & Mifsud, L. (2022). Primary Mathematics Teachers Understanding of Computational Thinking. *Künstl Intell 36*, 35–46. DOI: [10.1007/s13218-021-00750-6](https://doi.org/10.1007/s13218-021-00750-6).
- Oner, A., Nite, S., Capraro, R. & Capraro, M. (2016). From STEM to STEAM: Students Beliefs About the Use of Their Creativity. *STEAM. 2*. 1-14. DOI: 10.5642/steam.20160202.06.
- Önder, H. H. (2003). Uzaktan Eğitimde Bilgisayar Kullanımı ve Uzman Sistemler. *The Turkish Online Journal of Educational Technology. 2 (3)*, 142-146.
- Özbay, Ö. (2015). Dünyada ve Türkiye’de Uzaktan Eğitimin Güncel Durumu. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi (5)*, 376-394.
- Özdemir, M. (2020). *Q’larınıza Dikkat Edin: IQ, EQ, SQ, CQ, AQ.* LinkedIn, <https://www.linkedin.com/pulse/qlar%C4%B1n%C4%B1za-dikkat-edin-iq-eq-sq-cq-aq-roberto-murat-%C3%B6zdemir/?originalSubdomain=tr>.
- Öztürk, K. and Şahin, M. E. (2018). Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ’ya Genel Bir Bakış. *Takvim-i Vekayi, 6(2)*, 25-36.
- Park, M. (2020). Applications and Possibilities of Artificial Intelligence in Mathematics Education. *Communications of Mathematical Education, 34(4)*, 545–561.
- Pirim, H. (2006). Yapay zekâ. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 1(1)*, 81-93.
- Ponomareva, N.S. (2021). *J. Phys.: Conf. Ser.* 1840 012035. DOI: 10.1088/1742-6596/1840/1/012035.
- Richard, P. R., Melón, M. P. V. & Van Vaerenbergh, S. (2023). Designing digital environments for mathematics education: *the contribution of artificial intelligence techniques.*
- Ronghua, W. (2021). *J. Phys.: Conf. Ser.* 1992 042042. DOI: 10.1088/1742-6596/1992/4/042042.

- Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Öneren Şendil, Ç. & Nas, E. (2021). Bir araştırma yöntemi olarak doküman analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 4(1), 227-256. <https://doi.org/10.33400/kuje.843306>
- Sebetci, O. and Aksu, G. (2014). Öğrencilerin mantıksal ve analitik düşünme becerilerinin programlama dilleri başarısına etkisi. *Eğitim Bilimler ve Uygulama*, 13(25), 65-83.
- Sevgi, M., Ayyıldız, P., & Yılmaz, A. (2023). Eğitim bilimleri alanında yapay zekâ uygulamaları ve uygulamaların alana yansımaları. Ö. Baltacı (Ed.). *Eğitim Bilimleri Araştırmaları-IV içinde (ss.1-18)*. Gaziantep: Özgür Yayınları
- Shin, D. (2020). An Analysis Prospective Mathematics Teachers' Perception on the Use of Artificial Intelligence (AI) in Mathematics Education. *Communications of Mathematical Education*, 34(3), 215–234. DOI: 10.7468/JKSMEE.2020.34.3.215.
- Tamer, H. Y. and Övgün, B. (2020). Yapay Zekâ Bağlamında Dijital Dönüşüm Ofisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 75(2), 775-803. <https://doi.org/10.33630/ausbf.691119>
- Taş, E. and Çepni, S. (2011). Web Tasarımlı Bir Fen ve Teknoloji Materyalinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 93-115.
- Thanh, N. H. and Tuan, B. A. (2021). We are using artificial intelligence in assessing students achievement at high schools: a case study in mathematics. *In Proceedings of the 5th Asia Pacific International Modern Sciences Congress (pp. 139-149)*.
- Turing, A. M. (2021). Computing machinery and intelligence (1950).
- Upriyadi, E. and Kuncoro, K. S. (2023). Exploring the future of mathematics teaching: Insight with ChatGPT. *Union: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(2), 305–316. DOI: 10.30738/union.v11i2.14898.
- Wach, E. and Ward, R. (2013). Learning about qualitative document analysis.
- Wang, N. and Johnson, M. (2019). AI education for K-12: Connecting AI concepts to high school math curriculum. *In Workshop on Education in Artificial Intelligence K-12, 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence*.
- Wardat, Y., Tashtoush, MA, AlAli, R. & Jarrah, A.M. (2023). ChatGPT: Matematik öğretmek ve öğrenmek için devrim niteliğinde bir araç. *Avrasya Matematik, Fen ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 19 (7), em2286. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Voskoglou, M.G. and Salem, A.B.M. (2020). The Benefits and Limitations of the Artificial According to the Traditional Learning of Mathematics. *Mathematics*, 8(4), 611. DOI: 10.3390/math8040611.
- Yıldırım, A. and Şimşek, H. (2005). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. *Ankara: Seçkin Yayınları*.
- Yılmaz, A. (2023). Fen Bilimleri Eğitiminde Dijital Uygulamalar, Yapay Zekâ ve Akıllı Yazılımlar: Tehditler ve Fırsatlar. Akpınar, A., (Ed.), *Matematik ve Fen Bilimleri Üzerine Araştırmalar-II* (1-20). Gaziantep: Özgür Yayınları.
- Yılmaz, A., Gülgün, C., Çetinkaya, M. & Doğanay, K. (2018). Initiatives and new trends towards STEM education in Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 6(11a), 1-10, doi:<http://dx.doi.org/10.11114/jets.v6i11a.3795>.

İçerik Analizinde İncelenen Çalışmalar

- TM1: Fen Bilimleri Eğitiminde Dijital Uygulamalar, Yapay Zekâ ve Akıllı Yazılımlar: Tehditler ve Fırsatlar/ Digital Applications, Artificial Intelligence And Smart Software İn Science Education: Threats And Opportunities
- TM2: Eğitimde Yapay Zekânın Kullanılması: Betimsel İçerik Analizi Çalışması/ Using Artificial Intelligence In Education: Descriptive Content Analysis Stud
- TM3: Öğrencilerin Bireysel Özelliklerinin Yapay Zekâ ile Belirlenmesi (Bulanık Mantık Örneği)/ Determining Individual Characteristics Of Students With Artificial Intelligence (Fuzzy Logic Example)
- TM4: Matematik Öğretmen Adaylarının ChatGPT ile Başlangıç Deneyimlerinde Sordukları Soruların İncelenmesi/ Examination of Questions Asked by Pre-Service Mathematics Teachers in their Initial Experiences with ChatGPT
- YM1: Yapay Zekâ ve Üniversitede Matematik Eğitimi / Artificial Intelligence And Mathematics Education At University
- YM2: Eğitimde Yapay Zekânın Fırsatları, Zorlukları ve Gelecekteki Araştırma Önerileri Üzerine Sistemik Literatür Taraması / Opportunities, Challenges And Future Of Artificial Intelligence İn Education Systematic Literature Review On Research Proposals
- YM3: Fen ve Matematik Öğretmenlerinin Yapay Dersleri İstihdam Düzeyleri Eğitim Sürecinde Zekâ Uygulamaları / Employment Levels Of Science And Mathematics Teachers İn Artificial Lessons Intelligence Applications İn The Educational Process
- YM4: Düşünme İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Hesaplamalı Anlayışları / Thinking Computational Understandings Of Primary Mathematics Teachers
- YM5: Yapay Zekâ (AI) Yeteneklerini Geliştirmek İçin Lise Matematik İçeriğinin Bileşimi Üzerine Bir Çalışma / A Study On The Composition Of High School Mathematics Content To Improve Artificial Intelligence (AI) Capabilities
- YM6: Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ (AI) Kullanımına İlişkin Algılarının Analizi / Analysis Of Mathematics Teacher Candidates' Perceptions Regarding The Use Of Artificial Intelligence (AI) İn Mathematics Education
- YM7: Ders Kitabındaki 'İlgili Öğrenme Öğelerini' Yansıtan İçeriğin Analizi / Analysis Of Content Reflecting 'Relevant Learning Elements' İn The "AI Mathematics" Textbook
- YM8: Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ: Sistemik Bir Literatür Taraması / Artificial Intelligence İn Mathematics Education: A Systematic Literature Scan
- YM9: Geleceğin Matematik Öğretmenlerinin Yetiştirilmesinde Bilişimin Rolü ve Yeri / In Training Future Mathematics Teachers The Role And Place Of Informatics
- YM10: Yapay Zekâyâ Dayalı Temel Matematik Öğretiminin Görselleştirilmesi / Visualization Of Basic Mathematics Teaching Based On Artificial Intelligence
- YM11: Yapay Zekânın Matematik Eğitiminde Kullanılma İmkânı / Possibility Of Using Artificial Intelligence İn Mathematics Education
- YM12: Matematik Eğitimi İçin Yapay Zekâ Motorunun Tanımı / İdefinition Of An Artificial Intelligence Engine For Mathematics Education
- YM13: Yapay Zekâ ve Üniversite Matematiğinin Büyük Veri Ortamında Entegrasyonunun Yenilikçi Öğretimi / Innovative Teaching Of Integration Of Artificial Intelligence And University Mathematics İn Big Data Environment
- YM14: Geleneksel Matematik Öğrenimi Açısından Yapay Öğrenmenin Faydaları ve Sınırlamaları / Benefits And Limitations Of The Artificial With Respect To The Traditional Learning Of Mathematics

- YM15: Yapay Zekânın İlköğretim Öğrencilerinin Matematik Başarılarına Etkisinin İncelenmesi: Bir Meta-Analiz / Examining The Effects Of Artificial Intelligence On Elementary Students' Mathematics Achievement: A Meta-Analysis
- YM16: Yapay Zekâ ve Matematik Eğitimi / Artificial Intelligence And Mathematics Education
- YM17: Lisans Öğrencisi Performans Tahminine Yönelik Modern Yapay Zekâ Modeli Geliştirme: Mühendislik Matematiği Dersleri Üzerine Bir Araştırma / Modern Artificial Intelligence Model Development For Undergraduate Student Performance Prediction: An Investigation On Engineering Mathematics Courses
- YM18: Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ: Vietnam Liselerinde Matematik Öğretimi ve Öğreniminde Chatbot Kullanımı Üzerine Ampirik Bir Çalışma / Artificial Intelligence In Mathematics Education: An Empirical Study Of Using Chatbot In Teaching And Learning Mathematics At Vietnamese High Schools
- YM19: CHATGPT: Matematik Öğretmek ve Öğrenmek İçin Devrim Niteliğinde Bir Araç / CHATGPT: A Revolutionary Tool For Teaching And Learning Mathematics
- YM20: Matematik Öğretiminin Geleceğini Keşfetmek: CHATGPT ile İçgörü / Exploring The Future Of Mathematics Teaching: Insight With CHATGPT
- YM21: Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitiminde Disiplinlerarası Yaklaşım / Transdisciplinary Approach Of Science, Technology, Engineering And Mathematics Education
- YM22: Matematik Eğitimi İçin Dijital Ortamların Tasarlanması: Yapay Zekâ Tekniklerinin Katkısı / Designing Digital Environments For Mathematics Education: Contribution Of Artificial Intelligence Techniques
- YM23: Matematik Eğitimindeki Değişimler ile Yapay Zekâ Arasındaki İlişkinin Araştırılması / Investigating The Relationship Between Changes In Mathematics Education And Artificial Intelligence
- YM24: Fujian Eyaletindeki İlkokul Matematik Öğretiminde Öğrencilerin Derin Öğrenmesini Geliştirmede Yapay Zekânın (AI) Etkinliği / Effectiveness Of Artificial Intelligence (AI) In Improving Pupils' Deep Learning In Primary School Mathematics Teaching In Fujian Province
- YM25: Liselerde Öğrencilerin Başarılarının Değerlendirilmesinde Yapay Zekânın Kullanılması: Matematikte Bir Örnek Olay İncelemesi / Using Artificial Intelligence In Assessing Students' Achievement At High Schools: A Case Study In Mathematics
- YM26: Yapay Zekânın Roller ve Araştırma Eğilimleri Matematik Eğitimi: Bibliyometrik Haritalama Analizi ve Sistemik İnceleme / Roles And Research Trends Of Artificial Intelligence Mathematics Education: Bibliometric Mapping Analysis And Systematic Review
- YM27: Matematik Öğretiminde Yapay Zekâ Değerlendirmesi Kablosuz Ağın Rehberliğindeki Kolejer / Artificial Intelligence Evaluation For Mathematics Teaching In Colleges Under The Guidance Of Wireless Network
- YM28: K-12 İçin Yapay Zekâ Eğitimi: Yapay Zekâ Kavramlarını Lise Matematik Müfredatına Bağlamak / AI Education For K-12: Connecting AI Concepts To High School Math Curriculum
- YM29: Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının Stem Tabanlı Matematik Öğretiminde Kullanılma Beklentileri / Prospects Of Using The Augmented Reality Application In Stem-Based Mathematics Teaching
- YM30: Yapay Zekâ ve Matematik Eğitimi: Beklentiler ve Sorular / Artificial Intelligence And Mathematics Education: Expectations And Questions