



Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi
Usak University Journal of Educational Research
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/usakead>
e-ISSN: 2149-9985



Sistematiik Derleme

Matematik Eğitiminde Üretken Yapay Zeka Araçlarının İncelenmesi: Araç Özellikleri, Kullanım Amaçları ve Etkileri

Esranur Hacıoğlu Seven¹, Ali Kürşat Erümit^{2*}

¹ Trabzon Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, esranur_hacioglu19@trabzon.edu.tr, ORCID ID: 0009-0006-2255-2115

² Trabzon Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, kerumit@trabzon.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4910-4989

Makale Geçmişı

Alındı : 01.05.2025
Düzeltildi : 12.08.2025
Kabul Edildi: 20.08.2025

Anahtar Kelimeler

Üretken Yapay Zeka
Matematik Eğitimi
Doküman İncelemesi

Öz

Bu çalışmanın amacı, matematik eğitiminde üretken yapay zeka araçlarının kullanımını incelemek ve bu araçların potansiyel faydalarını değerlendirmektir. Araştırmada, doküman incelemesi yöntemi kullanılarak literatür taraması yapılmış, belirlenen anahtar kelimeler doğrultusunda Google Akademik, Web of Science ve Scopus veri tabanlarında yapılan aramalarla belirlenen çalışmalar detaylı şekilde analiz edilmiştir. Çalışmada, üretken yapay zeka araçları soru türü, eğitim düzeyi, açıklamalı anlatım, grafik oluşturma, görsel yükleyebilme, cihaz desteği, Türkçe dil desteği ve adım adım açıklamalı anlatım olmak üzere sekiz tema altında değerlendirilmiştir. Ayrıca 13 farklı üretken yapay zeka araçları tek tek ele alınarak özellikleri açıklanmıştır. Bulgular, ChatGPT, Mathway, GeoGebra ve Photomath gibi araçların, öğrencilerin matematiksel kavramları anlamalarını kolaylaştırdığı, görselleştirme ve simülasyonlarla öğrenme sürecini zenginleştirdiğini göstermiştir. Özellikle cebir ve geometri gibi zorlu konularda bu araçların öğrenci motivasyonunu ve başarısını artırdığı belirlenmiştir. Araştırmada, yapay zeka araçlarının etkin kullanımını sağlamak için öğretmenlerin pedagojik ve dijital becerilerinin geliştirilmesi gerektiği, ayrıca kullanıcı rehberliği ve etik kaygıların dikkate alınmasının önemi vurgulanmıştır.

An Examination of Generative Artificial Intelligence Tools in Mathematics Education: Tool Features, Purposes of Use, and Impacts

Article History

Received : 01.05.2025
Revised : 12.08.2025
Accepted : 20.08.2025

Keywords

Generative Artificial
Intelligence
Mathematics Education
Document Analysis

Abstract

The purpose of this study is to explore the use of generative artificial intelligence tools in mathematics education and evaluate their potential benefits. The research employed the document analysis method, conducting a literature review by searching for specified keywords in Google Scholar, Web of Science, and Scopus databases. The studies identified were analyzed in detail and evaluated under eight themes: question type, education level, explanatory descriptions, graph creation, visual uploading, device support, Turkish language support, and step-by-step explanatory narration. Additionally, 13 different generative artificial intelligence tools were examined individually, and their features were explained in detail. The findings revealed that tools such as ChatGPT, Mathway, GeoGebra, and Photomath facilitate students' understanding of mathematical concepts, enriching the learning process through visualization and simulations. These tools were found to increase student motivation and success, particularly in challenging topics like algebra and geometry. The study emphasized the necessity of enhancing teachers' pedagogical and digital skills to ensure the effective use of AI tools. Additionally, the importance of user guidance and addressing ethical concerns was highlighted.

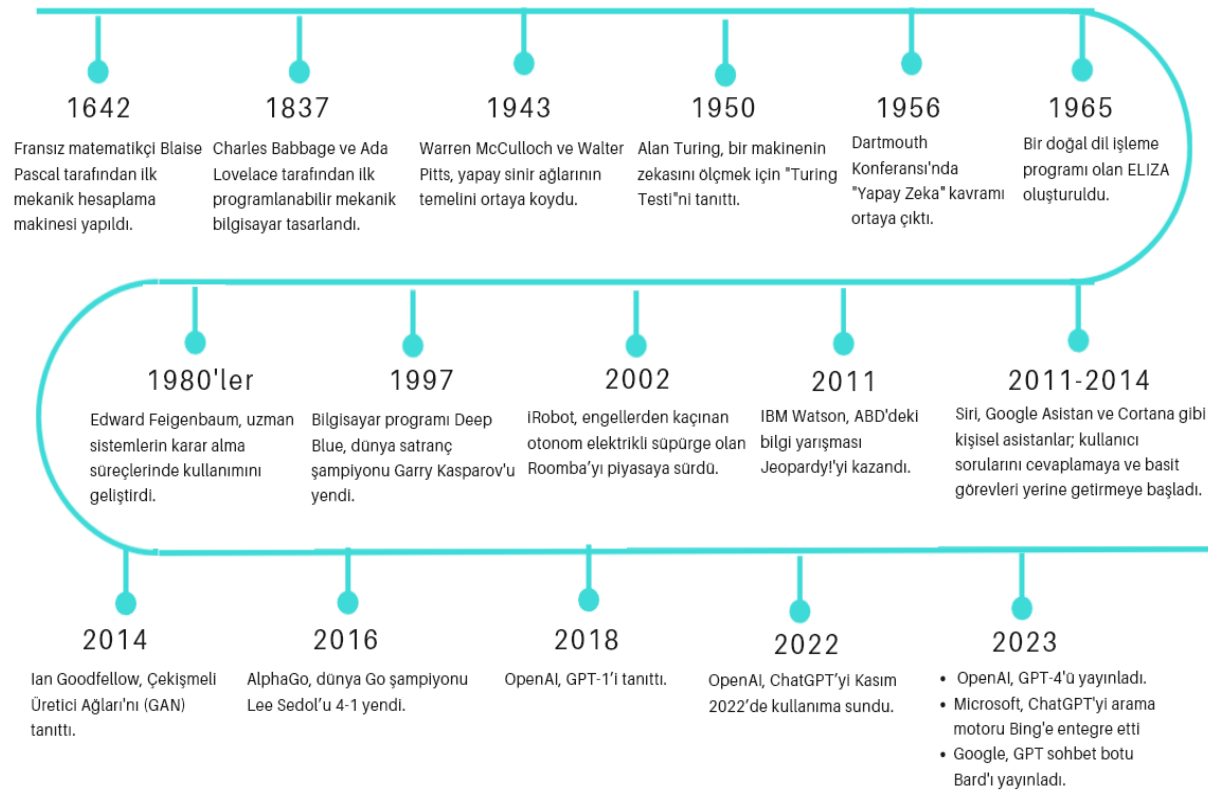


*Sorumlu Yazar: kerumit@trabzon.edu.tr

Giriş

İnsana özgü olduğu varsayılan öğrenme, akıl yürütme ve karar verme gibi yeterlikleri makinelerle kazandırmaya yönelik çalışmaları ifade eden yapay zeka; doğal dil işleme, görüntü işleme, makine öğrenimi, derin öğrenme, örüntü çıkarma, problem çözme ve karar verme gibi insana özgü birçok işlevi içermektedir (Chen vd., 2020; Salas-Pilco & Yang, 2022). Geniş bir kullanım alanına sahip olan yapay zeka çalışmalarında, bu işlevleri gerçekleştirmek için yapay sinir ağları, bulanık mantık, RNN, CNN, GAN ve GPT gibi pek çok teknik kullanılır (Wang vd., 2023). Günümüzde yapay zekanın kullanımı sağlık, ilaç, reklamcılık, finansal yönetim ve ev otomasyonu da dahil olmak üzere hemen hemen her alanda ekosistemi değiştirmektedir (Park, 2020).

13. yüzyılda Ramon Llull, "Ars Magna" (Büyük Sanat) isimli çalışmasıyla düşünsel sistemleri mekanikleştirme fikrini ortaya atmıştır. Llull'un bu yaklaşımı, sonraki yüzyıllarda birçok bilim insanı ve filozof için esin kaynağı olmuştur. Örneğin, 17. yüzyılda René Descartes, mekanik bir dünya görüşünü savunarak insan zihninin işleyişini anlamaya yönelik önemli adımlar atmıştır. Aynı dönemde Thomas Hobbes, insan doğasını ve düşünce sistemlerini matematiksel prensiplerle açıklamaya çalışmıştır (Nabiyev & Erümit, 2020). Modern anlamda yapay zeka İkinci Dünya Savaşı sırasında ve sonrasında önem kazanmıştır. Alan Turing, savaş sırasında "Bombe" adlı ilk otomatik kod kırma makinesini geliştirerek yapay zeka alanına katkı sağlamış ve 1947'de bu alanda ilk konferansı vermiştir (Acar, 2020). 1950'de yayınladığı makalesinde "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu tartışmış ve yapay zekanın düşünsel temellerini atmıştır (McCarthy, 2007). Ancak, "yapay zeka" terimi ilk kez 1956'da John McCarthy tarafından Dartmouth Koleji'ndeki bir çalıştayda kullanılmıştır. Farklı süreçlerden geçen yapay zeka bilim, teknoloji, endüstri ve hatta günlük hayatımız dahil olmak üzere çeşitli alanların birçok yönünü geniş ölçüde etkilemektedir (Xu vd., 2021). Yapay zekanın gelişimine yönelik zaman çizelgesi şekil 1 de görülmektedir.



Şekil 1. Yapay Zekanın Zaman Çizelgesi (Nabiyev & Erümit, 2020)

Literatür

Yapay zeka, ilgilendiği alanlar bakımından üç ana başlıkta toplanabilir: bunlar veri tabanlı (data-based), mantık tabanlı (logic-based) ve bilgi tabanlı (knowledge-based) yapay zeka yaklaşımlarıdır. 1980'lerden 2000'li yıllara kadar, yapay zekanın eğitimdeki uygulamaları genellikle bilgi tabanlı bir yaklaşıma dayanıyordu (Arslan, 2020). Bu dönemdeki araştırmalar, genellikle "akıllı öğretim sistemleri" adı altında domain, öğrenci ve pedagojik olmak üzere üç modülden oluşan yapılara odaklanıyordu (Woolf, 2009). Bu yapıda, domain modülü öğrenilecek alanı, öğrenci modülü öğrencinin bilgi ve öğrenme durumunu, pedagojik modül ise uyarlanabilir ve etkileşimli bir ara yüzle öğrenciye pedagojik bir yaklaşımla öğrenme materyallerini sunmayı tanımlıyordu. Günümüzde, eğitimde yapay zeka çalışmalarına bakıldığında yalnızca bilgi tabanlı değil, veri ve mantık tabanlı yapay zeka uygulamalarının da hemen her alanda kullanıldığı görülmektedir (Arslan, 2020).

Eğitim alanında yapay zekanın gelişimi Erümit vd. tarafından temel olarak 3 dönemde incelenmiştir. Bunlar; Felsefi Dönem, Makineler Dönemi ve Yapay Zekanın Tanımlanması şeklindedir (Erümit vd., 2020).

Tablo 1. Eğitimde Yapay Zekanın Tarihsel Gelişmeler

Felsefi Dönem	Makineler Dönemi	Yapay Zekanın Tanımlanması
Aristo-Otomasyon	1769 Türk Satranç Makinesi	1956 Dartmouth Konferansı
1308 Romon Llull – Ars Magna	1952 Bilgisayar Satranç Oyunu	1970 Scholar
1666 Leibniz- Hesaplamalı Dil Bilimi	1955 Logic Theorsit	1985 Lips Tutor
		1987 Pixie

Yapay zeka uygulamaları öğrenciler, eğitimciler ve yöneticiler tarafından kullanıldığından ve eğitim alanını dönüştürme kapasitesine sahip çeşitli araçlar, algoritmalar ve uygulamalar geliştirildiğinden, eğitim sektörü artık yapay zeka araştırmalarından önemli ölçüde etkilenmektedir (Chen vd., 2020). Yapay zeka, yalnızca öğrenmeyi desteklemekle kalmayıp; öğretim, değerlendirme, sınıf yönetimi, idari işler, öğretmen görevleri ve okul yönetimi gibi çok çeşitli alanlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Arslan, 2020). Bazı yapay zeka araçları, öğretmenlere öğrenci performansını takip etme, kişiselleştirilmiş geri bildirim sağlama ve sınıf içi öğretim stratejilerini optimize etme konusunda önemli avantajlar sunmaktadır (Mosher vd., 2024). Geleneksel sınıf ortamlarında veya sınavlarda öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmek ve düzeltmek zor ve zaman alıcı bir süreçken, yapay zeka destekli yazılımlar bu süreci daha hızlı ve kolay hale getirebilir (Erdurmuş, 2023). Ödev ve sınav kontrolünde otomatik sistemlerin kullanımı, hızlı geri bildirim sağlanmasına ve öğrenci performansının etkili bir şekilde takip edilmesine imkan tanır. Ayrıca, yapay zeka destekli materyaller, ilgi çekici ve etkili içeriklerle öğrenme süresini kısaltarak öğretmenlerin öğrencilere daha fazla zaman ayırmasını sağlar (Bulut vd., 2024).

Yapay zeka teknolojilerinin gelişimiyle birlikte çevrim içi öğrenme, e-öğrenme ortamlarından, öğrencilere zamandan ve mekandan bağımsız etkileşim ve kişiselleştirilmiş öğrenme rehberliği sunan akıllı öğrenme ortamlarına evrilmiştir. Yapay zeka destekli araçlar, öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerine göre kişiselleştirilmiş ders materyalleri sunarak her öğrencinin kendi hızında öğrenmesini sağlamakta ayrıca öğrencilerin performansını sürekli izleyerek eksik oldukları konularda ek çalışmalar önerme, güçlü yönlerin tespit edilip buna yönelik motive edici uygulamalar sunularak öğrenme ve eğitime teşvik sağlanma gibi avantajlar da sunmaktadır (Demircioğlu vd., 2024; Bulut vd., 2024). Ayrıca yapay zekanın entegrasyonu, sanal simülasyonlar ve projeler aracılığıyla işbirlikçi öğrenmeyi kolaylaştırabilir ve öğrencileri ilkokul yıllarından itibaren profesyonel kariyerlerinde işbirlikçi problem çözmeye hazırlayabilir (Tokay vd., 2024). Yapay zeka teknolojileri, öğrenme materyalleri ve yöntemlerini bireylerin ihtiyaç ve tercihlerine uyarlayarak eğitimde dönüşüm sağlayıp hem eğitimciler hem de öğrenciler için daha etkili ve anlamlı öğrenme deneyimlerine olanak tanır (Baker & Yacef, 2009).

Yapay zeka, eğitimde hem metin tabanlı içerikler hazırlama hem de öğrencilerin matematiksel ifadeleri çözmesine yardımcı olarak önemli bir rol üstlenmektedir (Efendi vd., 2024). Yapay zeka destekli uygulamalar, ders materyallerinin görselleştirilmesi ve geometrik şekillerin dinamik olarak oluşturulması gibi görevlerle öğrenim deneyimini zenginleştirmektedir (Hu & Li, 2021).

Günümüzde Üretken Yapay Zeka (Generative Artificial Intelligence - GAI), matematik eğitimi gibi kendine özgü formüller ve stratejiler gerektiren alanlarda, özelleştirilmiş öğretim materyalleri ve etkileşimli öğrenme yaklaşımları sunarak, özellikle cebir gibi öğrencilerin zorlandığı konuların öğretiminde öğrenme motivasyonunu artırma ve bireysel ihtiyaçlara uygun çözümler üretme konusunda önemli fırsatlar sunmaktadır (Rizos vd., 2024; Shin vd., 2024).

GAI'ler 2022 yılında ChatGPT'nin tanıtımı ile bilgi devrimi dönemi başlamıştır. GAI'ler eğitim alanında ders planlama, anında geri bildirim sağlama, kişiselleştirilmiş öğrenme materyalleri oluşturma ve öğretmenlere daha verimli ve doğru ev ödevi yönetim araçları sunma gibi pek çok görevi yerine getirebilmektedir (Yu & Guo, 2023). Yapay zeka teknolojileri, matematik eğitiminde öğrencilerin beceri gelişimini destekleyen ve eğitim ortamlarını şekillendiren güçlü araçlardır. Bu potansiyelin tam anlamıyla gerçekleştirilmesi ve yapay zeka uygulamalarının etkinliğinin artırılması için eğitimciler, araştırmacılar ve politika yapımcıların iş birliği yapması, yenilikleri benimsemesi ve daha fazla deneysel ile literatür çalışması yürütmesi gerekmektedir (Nayiroğlu & Tutak, 2024).

Yapay zekanın hızla yaygınlaştığı bu dönemde, yapay zekayı anlamak için matematik bilgisinin bir tercih değil bir zorunluluk olduğunu vurgulayan Lee vd. (2020) üniversite düzeyinde öğrencilere yapay zeka ve makine öğrenmesini anlamaları için gerekli olan matematiksel kavramları öğretmek amacıyla "Yapay Zeka için Temel Matematik" isimli ücretsiz bir elektronik ders kitabı hazırlanmış ve bu kitabın geliştirilme süreci ve derslerin uygulama deneyimleri paylaşılmıştır. Çalışmada ayrıca, yapay zekanın temel kavramlarını anlamak için matematiğin ne kadar önemli olduğu ve bu bilgilerin öğrencilere nasıl etkili bir şekilde öğretilbileceği tartışılmaktadır.

Matematik hem bilimsel ilerlemenin temel taşı hem de günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçasıdır. Matematik hem bireyler hem de toplumlar için hayati öneme sahip çok yönlü bir disiplindir. Matematik eğitimi, olaylar arasında bağ kurma, akıl yürütme, tahminlerde bulunma ve problem çözme gibi önemli becerilere katkı

sağlar (Umay, 2003). Ancak, soyut kavramlar içermesi, yorucu, zaman alıcı olması ve mevcut önyargılar nedeniyle öğrenciler genellikle matematiğe karşı olumsuz tutumlar sergilemektedirler. Bu olumsuz tutumlar, öğrencilerin matematiği karmaşık ve zor olarak görmeleri nedeniyle matematik öğrenimine yönelik ön yargılar geliştirmelerine neden olmaktadır. Bu olumsuz tutumları aşmak için Demircioğlu vd. (2024) matematik eğitimine yapay zekayı entegre etmenin, eğitim sürecini eğlenceli ve verimli hale getirebileceği, matematik eğitimine istekli bireyler yetiştirmeye katkı sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Bu noktada, matematik eğitimine yönelik yapay zeka (YZ) platformları (Mathletics, Mathspace, Mathway, Wolfram Alpha...) her öğrencinin güçlü yönlerine, sınırlamalarına ve öğrenme tercihlerine göre kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlamak için yapay zeka, makine öğrenimi ve veri analitiğini kullanır. Bu platformlar, bilgiyi ve hızı ayarlayarak anlayışı artırabilir, hayal kırıklığını en aza indirebilir ve sonuçta matematikteki öğrenme sonuçlarını iyileştirebilir (Dabingaya, 2022).

Anh ve Ngan (2021) tarafından gerçekleştirilen ve amacı chatbotların matematik öğretiminde kullanımı ile ilgili sonuçları incelemek olan araştırmada, öğrencilerin chatbot kullanımı ile elde ettikleri faydaların, dezavantajlardan daha fazla olduğunu ve bu yöntemle elde edilen sonuçların, internet üzerinden yapılan araştırmalardan daha güvenilir olduğunu ortaya koymuştur.

Bir araştırmada Lee ve Kwon (2021), 2015 yılında revize edilen müfredatta yeni bir ders olarak tasarlanan ders kitaplarını inceleyerek bir sonraki müfredatın tasarımına yönelik çıkarımlarda bulunmayı amaçlamıştır. Araştırma sonuçları, ders kitaplarında müfredatın amacını tam olarak yansıtmak ve öğrencilerin matematiğin yapay zeka kullanımını deneyimleyebilmeleri için teknolojik araçları kullanarak problem kurabilen ve çözebilen somut etkinliklere yer verilmesi gerektiğini göstermiştir.

Yapay zeka araçlarının eğitimdeki avantajlarına rağmen, olası dezavantajları da göz ardı edilmemelidir. Bu sistemler, öğrencilerin sadece belirli yöntemleri öğrenmelerini teşvik ederek yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini sınırlayabilir (Voskoglou vd., 2020). Ayrıca, öğrenci verilerinin toplanması gizlilik ve güvenlik endişelerine yol açabilir, algoritmik önyargılar nedeniyle ise adalet ve eşitlik sorunları ortaya çıkabilir (Du Boulay, 2022). Sürekli dijital etkileşim, öğrencilerin sosyal becerilerini ve empati yeteneklerini zayıflatır, yapay zekanın sunduğu bilgilerin doğruluğuna fazla güvenmek eleştirel düşünme becerilerini olumsuz etkileyebilir (Du Boulay, 2022).

Yapay zeka kullanımına aşırı bağımlılık, öğrencilerin bağımsızlık ve öz düzenleme becerilerini azaltabilir; öğrenci-öğrenci ilişkilerini sınırlandırarak sosyalleşme fırsatlarını engelleyebilir (Yeşilyurt, 2024). Aynı zamanda, öğretmenlerin mesleklerini tehdit edeceği ve etik sorunlara yol açabileceği yönünde endişeler bulunmaktadır (Yeşilyurt vd., 2024). Bu nedenlerle, yapay zeka araçlarının amacına uygun şekilde kullanılması ve kullanıcıların bilgilendirilmesi, farkındalığı artırarak olası tehditlerin önlenmesine yardımcı olabilir (Yılmaz, 2023). Ancak öğretmenlerin yapay zeka araçlarının hangi seviyelerde, hangi konularda, nasıl ve ders içi, dışı kullanımına yönelik daha fazla bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Bunun içinde matematik müfredatları incelenerek daha detaylı, öğretmenlere yön gösterecek çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca yapay zeka kullanımının ve bu alandaki araştırmaların hızla artmasına rağmen, literatürde matematik eğitiminde yapay zekanın potansiyelini ve uygulanabilirliğini ele alan çalışmalar sınırlıdır (Demircioğlu, vd., 2024; Nayiroğlu & Tutak, 2024; Kara, 2024).

Alan yazında öğretmenlerin yapay zeka teknolojilerine yönelik bilgi ve deneyim eksikliğinin, bu araçların sınıf ortamında uygulanmasını ve araştırmalara konu edilmesini zorlaştırdığına yönelik çalışmalar yer almaktadır (Karabıyık, 2024). Ayrıca, bu tür uygulamaların eğitim ortamlarında deneysel olarak kullanılmasına yönelik çalışmaların henüz sınırlı olması da, araştırmacıların yapay zeka araçlarını doğrudan ders süreçlerine entegre etmesini güçleştirmektedir (Wongthun, 2024). Bunun yanı sıra, veri güvenliği, öğrenci mahremiyeti ve öğretmen rollerinin değişmesi gibi etik kaygılar da yapay zekaya karşı temkinli yaklaşımları beraberinde getirmektedir (McKenzie vd., 2024).

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, matematik eğitiminde kullanılabilecek üretken yapay zeka destekli araçlar ve bu araçlar kullanılarak yapılan çalışmalar incelenerek üretken yapay zeka araçlarının özelliklerinin ve sağlayabileceği faydaların belirlenerek eğitimciler ve araştırmacılara bu araçları kullanmaları konusunda yol gösterici olunması amaçlanmaktadır. Çalışmada ChatGPT gibi popüler üretken yapay zeka araçlarının ötesinde, Mathway, Wolfram Alpha, SmodinOmni ve Symbolam gibi çeşitli yapay zeka destekli platformlar da incelenmiş ve bu araçların öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimi sunmadaki potansiyelleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda araştırmanın problemi; matematik eğitiminde üretken yapay zeka araçlarından hangi amaçlarla ve nasıl faydalanılabilir şeklindedir. Araştırma soruları ise aşağıdaki şekildedir.

- a) Matematik eğitiminde kullanılan üretken yapay zeka araçları ve özellikleri nelerdir?
- b) Matematik eğitiminde üretken yapay zeka araçlarının kullanım amaçları ve etkileri nelerdir?

Yöntem

Çalışma Deseni

Bu çalışmada, matematik eğitiminde üretken yapay zeka araçlarının kullanım alanlarını ve sağlayabileceği faydaları kapsamlı, karşılaştırmalı ve eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmek amaçlandığından dolayı, nitel araştırma yaklaşımlarından doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada, nitel araştırma yaklaşımlarından doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi, araştırma sürecinde ihtiyaç duyulan verilerin sistematik şekilde seçilmiş dokümanlar aracılığıyla toplanması, çözümlenmesi ve yorumlanmasını içeren bilimsel bir yöntemdir (Özkan, 2019).

Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada, veri toplama aracı olarak yapılandırılmış bir yayın inceleme formu geliştirilmiştir. Form, literatür taraması sonucunda ulaşılan çalışmaların sistematik biçimde incelenmesini ve karşılaştırmalı analiz yapılmasını mümkün kılacak şekilde hazırlanmıştır. Yayın inceleme formunda, her bir çalışmanın; yazar(lar)ı ve yayın yılı, makale başlığı ve yayın yeri, yöntem türü ve veri tabanı bilgisi, ele alınan anahtar temalar, yapay zeka araçlarının adı geçip geçmediği, eğitim düzeyi ve alan (özellikle matematik) ile olan ilişkisi, çalışmanın bu araştırmaya katkısı (örneğin araç ismi sunması, kullanım örneği vermesi vb.) başlıklarına yer verilmiştir.

Veri Toplama Süreci

İncelemeye alınan belgeler, üretken yapay zeka araçlarının matematik eğitiminde kullanımını konu alan ve literatür taraması yöntemiyle hazırlanmış çalışmalardır. Ulaşılan bu belgelerde doğrudan üretken yapay zeka araçlarına yer verilmiş; araç isimlerinin belirtildiği çalışmalar dikkate alınmıştır. Analiz kapsamına alınan belgelerin detayları çalışmanın bulgular kısmında sunulmuştur. Veri toplama süreci üç aşamada yürütülmüştür.

Birinci aşamada, araştırmada kullanılacak uygun anahtar kelimelerin belirlenmesi amacıyla ön tarama yapılmıştır. Bu kapsamda 2022 ve 2024 yılları arasında yayımlanmış iki içerik analizi çalışması incelenmiş, bu çalışmalarda yer alan anahtar kelimeler derlenmiştir. Daha sonra, bu anahtar kelimeler iki alan uzmanının görüşüne sunulmuştur. Bu süreçte görüşüne başvurulmuş uzmanlara ilişkin bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Görüş Bildiren Uzmanlar

Uzman	Alanı	Görev Süresi	Unvanı
U1	Bilgisayar ve Öğretim Tekn.	20 yıl	Dr. Öğr. Üyesi
U2	Matematik Eğitimi	24 yıl	Prof. Dr.

İkinci aşamada, uzman görüşleri doğrultusunda “yapay zeka”, “yapay zeka ve eğitim”, “matematik eğitiminde yapay zeka” ve “eğitimde yapay zeka araçları” anahtar kelimeleri belirlenmiş ve bu anahtar kelimelerle Google Akademik, Web of Science ve Scopus veri tabanlarında tarama gerçekleştirilmiştir. Yapılan taramalar sonucunda toplam 118 çalışmaya ulaşılmıştır.

Üçüncü aşamada, belirlenen ölçütlere göre 51 çalışma elenmiş; kalan 67 çalışmadan yalnızca literatür taraması yöntemiyle hazırlanmış 14 çalışma detaylı incelemeye alınmıştır. Literatür taramaları, belirli bir konuda mevcut bilgi birikimini sistematik biçimde ortaya koyarak, araştırmacıların alanla ilgili genel bir çerçeveye ulaşmasını, önceki çalışmaların bulgularını karşılaştırmasını ve araştırma boşluklarını belirlemesini sağlar (Demirci, 2014). Bu nedenle, yalnızca literatür taraması yöntemiyle hazırlanmış çalışmaların incelenmesi, konunun kapsamlı, karşılaştırmalı ve eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmesine imkân tanımaktadır.

Verilerin Analizi

Birinci araştırma sorusu olan “Matematik eğitiminde kullanılan üretken yapay zeka araçları ve özellikleri nelerdir?” sorusuna cevap verilebilmesi için, belirlenen anahtar kelimeler ile Google Akademik, Web of Science ve Scopus veri tabanlarında tarama gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu tarama sonucunda toplamda 118 çalışmaya ulaşılmıştır. Üretken yapay zeka araçlarına yönelik çalışmaların 2020 yılından itibaren yayımlandığı tespit edilmiş ve bu tarihten önceki çalışmalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Literatür taraması yöntemiyle hazırlanan çalışmalar, bireysel uygulama ya da örnek olaylara odaklanan çalışmalara kıyasla, farklı kaynaklardan elde edilen bulguları bir araya getirerek kapsamlı, karşılaştırmalı ve eleştirel bir analiz imkânı sunduğundan kalan 67 çalışma arasından, yöntemi literatür taraması olan 14 çalışma belirlenmiş ve analiz edilmiştir.

Bu analiz kapsamında, matematik eğitiminde hangi yapay zeka araçlarının kullanıldığına yönelik, uygulama isimlerinin açıkça belirtildiği çalışmalara ulaşılmış ve bu araçlar Tablo 3’te sunulmuştur. Araştırmacılar birbirlerinden ayrı şekilde, yapay zeka araçlarını doğrudan kullanarak ve birbirleriyle kıyaslayarak incelemiş; farklı kademelere ve farklı alanlara ait sorular çözürüp verilen cevapları inceledikten sonra birlikte değerlendirerek fikir birliğine varmışlardır. Bu süreçte elde edilen veriler ışığında ortaya çıkan ortak ve ayırt edici özellikleri sistematik biçimde sınıflandırmak amacıyla sekiz tema belirlenmiş olup, bu temalar araştırmacıların

kendi incelemeleri sonucunda araçların genel özelliklerini vurgulamak amacıyla oluşturulmuştur. Bu temalar çerçevesinde, yapay zeka araçlarının detaylı özelliklerini içeren bilgiler Tablo 4'te temalar altında sunulmuş ve her bir yapay zeka aracı açıklanarak matematik eğitiminde kullanılan yapay zeka araçları ve özellikleri gösterilmiştir.

İkinci araştırma sorusu olan “Matematik eğitiminde üretken yapay zeka araçlarının kullanım amaçları ve sağlayabileceği faydalar nelerdir?” sorusuna yanıt bulmak amacıyla, birinci aşamada belirlenen üretken yapay zeka araçlarının her biri için özelleştirilmiş yeni anahtar kelimeler türetilmiştir. Örneğin: “Matematik eğitiminde Photomath kullanımı”, “Matematik eğitiminde GeoGebra kullanımı”, “Matematik eğitiminde WolframAlpha kullanımı”. Bu özelleştirilmiş anahtar kelimeler kullanılarak aynı veri tabanlarında tekrar tarama yapılmış ve araçların doğrudan kullanımına odaklanan çalışmalara ulaşılmıştır. Bu çalışmalar, öğretmen ve öğrenci perspektifinden faydaları ve kullanım amaçları açısından incelenmiştir.

Bulgular

Bu bölümde bulgular, araştırma soruları doğrultusunda organize edilerek tablolar, şekiller ve açıklayıcı metinlerle sunulmuştur. Öncelikle ulaşılan yapay zeka araçları ve özellikleri, temalar altında karşılaştırmalı biçimde verilmiş; ardından her bir aracın kullanım deneyimine dayalı ayrıntılı değerlendirmeler yapılmıştır. Bulguların sunumunda hem literatür taraması hem de doğrudan uygulama sonuçları birlikte ele alınarak, karşılaştırmalı analiz ve yorumlara yer verilmiştir.

Matematik Eğitiminde Kullanılan Üretken Yapay Zeka Araçları ve Özellikleri

Çalışmanın birinci alt problemine yönelik olarak yapılan doküman incelemesi sonucunda Tablo 3'de belirtilen çalışmalar incelenerek kullanılan yapay zeka araçlarının isimlerine ulaşılmıştır. Toplamda 13 adet yapay zeka aracına erişilmiştir. Bu araçlardan oyun temelli olan 2'si haricindeki diğer araçların özelliklerine ilişkin bilgiler ise Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 3. Eğitimde Yapay Zeka ve Uygulamalarıyla İlgili Çalışmalar

Yazar	Başlığı	Yayınlandığı yer
Akdeniz ve Özdiç (2021)	Eğitimde yapay zeka konusunda Türkiye adresli çalışmaların incelenmesi	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18(1), 912-932.
Arslan (2020)	Eğitimde yapay zeka ve uygulamaları	Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 11(1), 71-88.
Chen vd. (2020)	Artificial intelligence in education: A review	IEEE Access, 8, 75264-75278.
Chen vd. (2020)	Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education	Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, 100002.
Chiu vd. (2023)	Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education	Computers and Education: Artificial Intelligence, 4, 100118.
Güzey vd. (2023)	Eğitimde yapay zeka konusunda yapılmış çalışmaların içerik analizi	Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi, 5(1), 66-77.
Harper vd. (2021)	When Robots invade the neighborhood: Learning to teach prek-5 mathematics leveraging both technology and community knowledge	Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 21(1), 19-52.
Hwang ve Tu (2021)	The Roles of Artificial Intelligence in Mathematics Education and Research Trends: Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review	Mathematics 2021, 9, 584.
Kim ve Han (2021)	A design and effect of maker education using educational artificial intelligence tools in elementary online environment	Journal of Digital Convergence, 19(6), 61-71.
Ouyang ve Jiao (2021)	Artificial intelligence in education: The three paradigms	Computers and Education: Artificial Intelligence, 2, 100020.
Voskoglou ve Salem (2020)	The benefits and limitations of artificial intelligence according to the traditional learning of mathematics	Mathematics, 8(4), 611.
Demircioğlu vd. (2024)	Yapay Zeka destekli matematik eğitimi: Bir içerik analizi	International Refereed Journal
Mohamed vd. (2022)	Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review	International Electronic Journal of Mathematics Education, 17(3).
Yılmaz (2023)	Fen bilimleri eğitiminde dijital uygulamalar, yapay zeka ve akıllı yazılımlar: tehditler ve fırsatlar	Matematik ve Fen Bilimleri Üzerine Araştırmalar-II (1-20). Gaziantep: Özgür Yayınları.

Tablo 3’de yer alan çalışmalar incelendiğinde, iki tanesi oyun temelli olmak üzere toplam 13 üretken yapay zeka aracına ulaşılmıştır. Tablo 4’te, oyun temelli olan iki araç dışında kalan 11 soru çözücü üretken yapay zeka aracı, sekiz tema altında analiz edilmiştir. Bu temaların belirlenmesi sürecinde öncelikle ChatGPT, Mathway ve Smodin Omni araçları seçilmiş ve bu üç araç araştırmacılar tarafından kullanılarak ve araçlar birbirleri ile kıyaslanarak özellikleri incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda yalnızca ChatGPT’nin Türkçe dil desteği sunduğu görülmüş ve bu doğrultuda ilk tema olarak “Türkçe dil desteği” belirlenmiştir. ChatGPT ve Mathway uygulamalarının soru çözümü için fotoğraf yükleme desteği sunduğu, ancak Smodin Omni’nin bu özelliğe sahip olmadığı tespit edilerek ikinci tema olarak “Fotoğraf yükleme desteği” tanımlanmıştır.

Her bir araca dört işlem, denklem, sözel problem ve geometri sorusu olmak üzere dört farklı türde soru çözdürülmüş; ancak ChatGPT dışındaki araçların şekil içeren sorulara yanıt verememesi nedeniyle üçüncü tema olarak “Şekilli soru desteği” belirlenmiştir. Sürecin devamında, bazı araçların yalnızca belirli türdeki sorulara (örneğin yalnızca işlemsel) yanıt verebildiği, özellikle sözel problem ya da görsel destekli sorularda yetersiz kaldığı gözlemlenmiş ve buna bağlı olarak dördüncü tema olarak “Soru türü” eklenmiştir. Ayrıca, Smodin Omni’nin yalnızca bilgisayar üzerinden çalıştığı ve mobil cihazlarda desteklenmediği görülerek beşinci tema olarak “Cihaz desteği” teması oluşturulmuştur.

Üç uygulamanın (ChatGPT, Mathway ve Smodin Omni) sorulara adım adım açıklamalı çözüm sunduğu belirlenmiş ve bu özellik doğrultusunda altıncı tema olarak “Açıklamalı anlatım” teması eklenmiştir. Ayrıca, Mathway’in denklem sorusuna çözüm verirken grafik destekli açıklama sunduğu tespit edilmiş ve bu özellik yedinci tema olan “Çözümün grafiği” temasının oluşturulmasına temel olmuştur.

Tüm uygulamalar daha sonra kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve özellikleri karşılaştırılmıştır. WolframAlpha uygulamasında matematik başlığı altında diferansiyel denklemler, istatistik gibi ileri düzey başlıkların bulunduğu, ayrıca Graspable Math uygulamasının yalnızca lise düzeyindeki cebir sorularını doğru yanıtlayabildiği, diğer düzeylerdeki sorularda yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Bu gözlemler doğrultusunda sekizinci tema olarak “Düzy” teması belirlenmiştir.

Son olarak, çalışmada ele alınan tüm yapay zeka araçlarının avantajları, dezavantajları, ücretsiz ve ücretli versiyonlara dair bilgileri açıklanmış, ilgili araçlara ait örnek ekran görüntüleri paylaşılmıştır. Ayrıca tabloda yer verilen 11 uygulamaya ek olarak oyun temelli iki yapay zeka aracı da açıklanmış; ancak kapsam farklılığı nedeniyle bu iki araç tabloya dahil edilmemiştir. Böylece toplamda 13 yapay zeka aracı tanıtılmıştır.

Tablo 4’ de yapay zeka destekli matematik araçlarının çeşitli özellikleri karşılaştırılmaktadır. Her bir aracın hangi tür soruları çözebildiği (sözel problem, işlemsel, Görsel), hangi eğitim düzeylerine uygun olduğu (ortaokul, lise, üniversite), açıklamalı anlatım yapıp yapmadığı, çözümün grafiğini çizme özelliği, şekil içeren soruları destekleyip desteklemediği gibi bilgileri içermektedir. Ayrıca, her bir aracın telefon veya bilgisayar üzerinden kullanılabilirliği, fotoğraf yükleme desteği ve Türkçe dil desteği olup olmadığı da belirtilmiştir. Örneğin, Cathgpt uygulaması tüm eğitim seviyelerine uygun olup sözel, işlemsel ve Görsel türde sorular için kullanılabilir, ancak şekil içeren soruları desteklememektedir. Mathway ve Photomath gibi araçlar sözel ve işlemsel sorularda güçlü olup, lise ve ortaokul seviyesinde tercih edilmektedir. Wolframalpha ve Geogebra ise hem grafik çizme hem de daha karmaşık işlemsel soruları çözme yeteneğine sahip araçlardır. Bu tablo, eğitimciler ve öğrenciler için doğru matematik çözümleme aracını seçerken rehber niteliğinde olup, her bir aracın güçlü ve sınırlı yönlerini ortaya koymaktadır.

Aşağıda yer alan çeşitli matematik araçlarının açıklamaları, yazarın iki aşamalı bir inceleme süreci sonunda hazırlanmıştır. İlk aşamada, araçlar herhangi bir soru çözdürülmeden incelenmiş; sundukları dil seçenekleri, cihaz uyumluluğu, fotoğraf yükleme desteği, asistan geçmiş görüntüleme imkânı, kullanıcı arayüzü ve erişim biçimleri gibi teknik ve işlevsel özellikleri değerlendirilmiştir. Bu sayede her bir aracın öğrenci ve öğretmenler açısından sağlayabileceği genel kullanım kolaylıkları ve sınırlılıkları ortaya konulmuştur. İkinci aşamada ise araçlar farklı türde matematiksel sorularla (sözel problemler, işlemsel sorular, görsel temsiller, grafik çizimleri vb.) test edilmiş; çözümler adım adım incelenerek açıklama derinliği, çözüm doğruluğu, pedagojik uygunluk ve teknik performans açısından analiz edilmiştir. Böylece, araçlara ilişkin bulgular yalnızca literatüre değil, aynı zamanda doğrudan uygulama deneyimlerine ve karşılaştırmalı gözlemlere dayandırılmıştır.

ChatGPT

ChatGPT, üretken yapay zeka teknolojisiyle geliştirilen bir doğal dil işleme modelidir. İnsan benzeri metin üretme yeteneği sayesinde geniş bilgi yelpazesinde içerik sunabilmekte; bu özelliği ile eğitim alanında, özellikle de matematik öğretiminde dikkate değer bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, ChatGPT’nin temel arayüzü kullanılarak çeşitli matematiksel problem türleri denenmiş, aracın çözüm sürecindeki açıklamaları ve performansı kullanıcı deneyimlerine dayalı olarak analiz edilmiştir. Yürütülen uygulamalarda, ChatGPT’nin özellikle sözel problemler, işlemsel içerikler ve konuya dair araştırma gerektiren açıklamalarda yüksek başarı gösterdiği belirlenmiştir. Araç, öğrencilerin anlamakta zorlandığı kavramlara yönelik sadeleştirilmiş açıklamalar sunmakta, farklı çözüm yolları önererek düşünme süreçlerini desteklemektedir. Etkileşimli yapısı sayesinde öğrenciye,

yalnızca cevabı vermekle kalmayıp çözüm sürecini sorgulama, tekrar deneme ve eleştirel düşünme fırsatı tanımaktadır.

Tablo 4. *Yapay Zeka Destekli Matematik Sorusu Çözebilen Araçların Genel Özellikleri*

YZ Destekli Matematik Aracı	Soru türü	Düzy	Açıklamalı Anlatım Var Mı?	Çözümün Grafiğini Çiziyor Mu?	Şekil İçeren Soru Destekliyor Mu?	Telefon/Bilgisayar	Fotoğraf Yükleme Desteği	Türkçe Dil Desteği
ChatGpt	Sözel problem İşlemsel Görsel	Ortaokul Lise Üniversite	Evet	Hayır	Evet	Telefon Bilgisayar	Var	Var
Mathway	Sözel problem İşlemsel Görsel	Ortaokul Lise	Evet	Evet	Hayır	Telefon Bilgisayar	Var	Yok
Smodin Omni	Sözel problem İşlemsel	Ortaokul Lise Üniversite	Evet	Hayır	Hayır	Bilgisayar	Yok	Yok
Symbolab	Sözel problem İşlemsel Görsel	Ortaokul Lise Üniversite	Evet	Evet	Hayır	Telefon Bilgisayar	Var	Yok
Photomath	Sözel problem İşlemsel Görsel	Ortaokul Lise Üniversite	Evet	Evet	Hayır	Telefon	Var	Var
Gauthmath	Sözel problem İşlemsel Görsel	Ortaokul Lise	Evet	Evet	Evet	Telefon Bilgisayar	Var	Yok
Wolframalpha	Sözel problem İşlemsel Görsel	Ortaokul Lise Üniversite	Evet	Evet	Evet	Telefon Bilgisayar	Var	Yok
Geogebra	İşlemsel	Ortaokul Lise Üniversite	Evet	Evet	Hayır	Telefon Bilgisayar	Yok	Var
Graspable Math	İşlemsel	Ortaokul Lise	Evet	Evet	Hayır	Bilgisayar	Yok	Yok
Socratic By Google	Sözel problem İşlemsel Görsel	Ortaokul Lise	Evet	Evet	Hayır	Telefon	Var	Yok
Upstudy	Sözel problem İşlemsel Görsel	Ortaokul Lise	Evet	Hayır	Evet	Telefon Bilgisayar	Yok	Yok

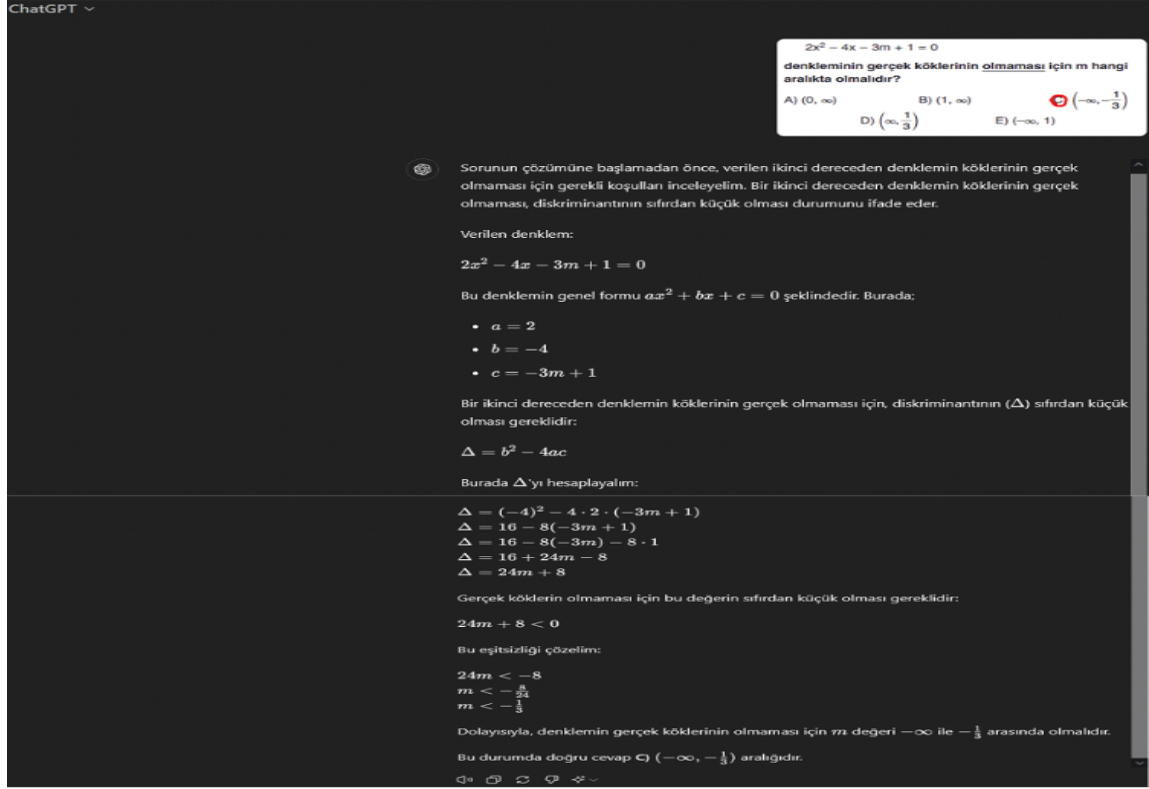
Ancak yapılan uygulamalarda, şekil içeren geometri sorularında ChatGPT'nin sınırlı kaldığı gözlemlenmiştir. Grafik, sembol ya da görsel temsiller üretme kapasitesi bulunmadığı için bu tür sorulara ya eksik ya da hatalı yanıtlar vermektedir. Ayrıca, bazı sözel sorularda çözüm doğru olsa dahi, öğrencinin seviyesine göre yeterince ayrıntılandırılmamış ya da pedagojik olarak yetersiz açıklamalar da sunabilmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin ChatGPT'den aldığı çözümlerin mutlaka öğretmen ya da uzman denetiminde kontrol edilmesi gerektiği vurgulanmalıdır.

Mathway

Mathway, cebirden kalkülüse kadar geniş bir konu yelpazesinde matematiksel problem çözme desteği sunan yapay zeka tabanlı bir araçtır. Bu çalışmada, Mathway'in matematik eğitimindeki kullanışlılığı, farklı eğitim düzeylerine uygun sözel ve işlemsel sorular aracılığıyla test edilmiş; araç, temel aritmetik işlemlerden karmaşık denklemlere, grafik çiziminden integral hesaplamalarına kadar pek çok alanda güçlü bir performans sergilemiştir.

Mathway'in öne çıkan özelliklerinden biri, yalnızca doğru cevabı vermekle kalmayıp çözüm sürecine ilişkin adım adım açıklamalar sunabilmesidir. Bu açıklamalar, öğrencinin yalnızca sonuca değil, çözümün mantığına da odaklanmasını sağlayarak öğrenme sürecine anlamlı katkı sunmaktadır. Ayrıca, kullanıcılar problemleri yazılı

olarak girebildikleri gibi, fotoğraf yoluyla sisteme tanıtılarak çözüm sürecini başlatabilmektedir. Araç, mobil cihazlar ve bilgisayarlar üzerinden erişilebilmesi bakımından da kullanım kolaylığı sağlamaktadır.



Şekil 2. ChatGPT de Adım Adım Açıklamalı Bir Soru Çözümü

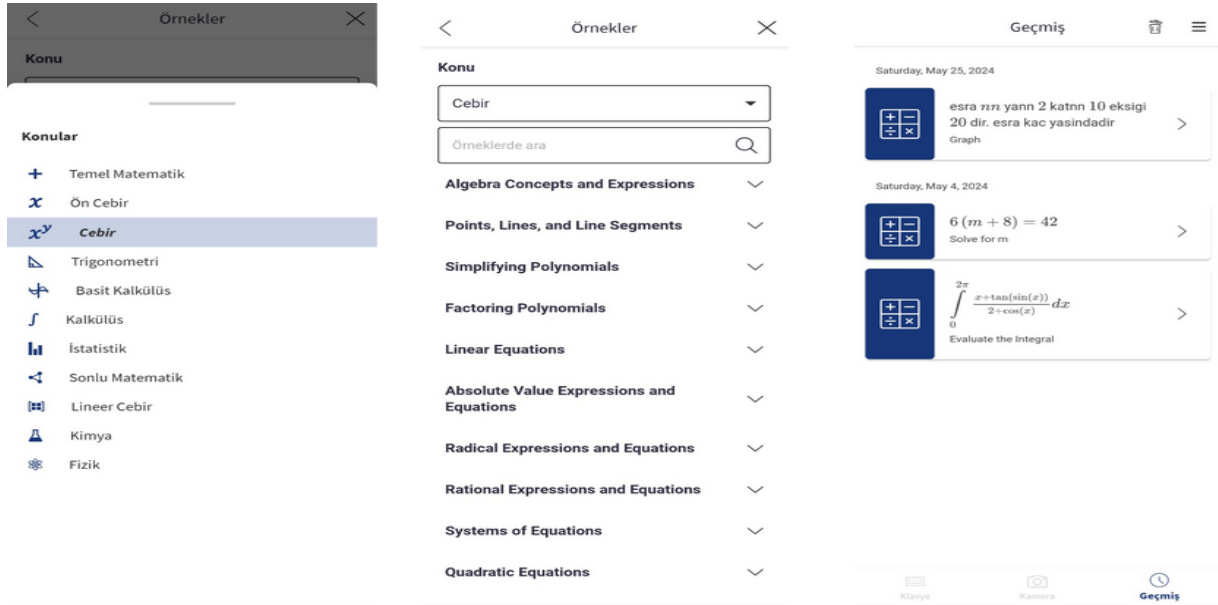
Ancak yapılan incelemelerde, Türkçe dil desteğinin bulunmaması kullanıcı deneyimini sınırlayan önemli bir unsur olarak öne çıkmıştır. Ek olarak, Mathway'in görsel-işitsel içerik üretmemesi, açıklamaların öğrencinin düzeyine göre uyarlanmaması ve bazı çok adımlı işlemlerde ara basamakları atlayarak yalnızca sonuca odaklanması gibi sınırlılıklar tespit edilmiştir. Özellikle üst düzey limit ve integral sorularında sadece nihai cevabın verilmesi, kavramsal öğrenmeyi yeterince desteklememektedir.

Mathway'in sunduğu ücretsiz (serbest) ve premium kullanım planları arasında belirgin farklar bulunmaktadır. Ücretsiz sürüm yalnızca doğrudan cevapları sunarken, premium plan adım adım açıklamalı çözümler, etkileşimli grafikler ve özelleştirilebilir alıştırmalar gibi gelişmiş öğrenme olanakları sağlamaktadır. Bu yönüyle Mathway, bireysel öğrenme sürecini destekleyen bir yardımcı olarak değerlendirilebilmekte; ancak derin kavramsal açıklamalar ve pedagojik yönlendirmeler açısından öğretmen rehberliği ile birlikte kullanılması daha etkili sonuçlar verebilmektedir.

Smodin Omni

Smodin Omni, çok yönlü yapay zeka altyapısına sahip bir ödev çözüm ve öğrenme destek aracıdır. Matematik eğitime yönelik işlevselliği bu çalışmada, cebir, geometri ve kalkülüs gibi farklı alanlardan seçilen çeşitli soru türleriyle test edilmiştir. Sistem hem metin girişiyle hem de görsel yükleme seçeneğiyle çalışabilmektedir; ancak test edilen sürümde görsel yükleme özelliğinin yalnızca premium kullanıcılar için erişilebilir olduğu ve bu yönün önemli bir sınırlılık oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Smodin Omni, yalnızca sonuca odaklanmamakta; aynı zamanda çözüm sürecini adım adım açıklamalarla yapılandırarak öğrenciye rehberlik etmektedir. Bu yönüyle, öğrencilerin yalnızca cevabı elde etmeleri değil, çözüm sürecini anlamaları da mümkün hale gelmektedir. Ancak yapılan uygulamalarda, özellikle soyut ya da çok adımlı problemlerde kavramsal düzeyde açıklamaların yüzeysel kaldığı ve pedagojik derinliğin sınırlı olduğu görülmüştür. Açıklamalar, bazı öğrenciler için yetersiz düzeyde kalmakta; bu nedenle aracın öğretmen rehberliğiyle desteklenerek kullanılması önerilmektedir.



Şekil 3. Mathway Uygulamasında Konular / Örnekler / Soru Geçmişine Dair Görüntüler.

Sade ve kullanıcı dostu bir arayüze sahip olan Smodin Omni, çoklu dil desteği ile erişilebilirliği artırmaktadır. Ortaokuldan üniversite düzeyine kadar geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmesi ve farklı çözüm modlarında işlem yapabilmesi güçlü yönleri arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, ücretsiz sürümde soru çözüm sayısının sınırlı olması, görsel destek eksikliği ve ileri düzey konularda açıklama derinliğinin düşük olması, eğitimsel kullanımı sınırlandıran unsurlar olarak değerlendirilmiştir.

Smodin Omni'nin bir diğer ayırt edici özelliği, matematik dışında da çok çeşitli alanlara hizmet vermesidir. Coğrafya, kimya, intihal denetimi, çeviri, metin yazarlığı ve özetleme gibi farklı akademik ihtiyaçlara da cevap verebilen bu araç, çok yönlü bir yapay zeka destekli platform olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 4. Smodin Omni Arayüzü

Symbolab

Symbolab, cebir, fonksiyon analizi, limit, türev ve integral gibi birçok matematiksel alanda adım adım çözüm desteği sunan, yapay zeka tabanlı bir matematik aracıdır. Bu çalışmada, araç farklı zorluk düzeylerinde seçilmiş matematiksel problemlerle test edilmiş; doğrusal ve kuadratik denklemler, fonksiyon grafikleri, limit ve türev soruları sisteme girilerek performansı değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde çözüm doğruluğu, açıklama derinliği ve kullanım kolaylığı gibi ölçütler temel alınmıştır.

Soru

Arda'nın TL cinsinden bir tam sayı olan bir miktar parası vardır. Bu paranın yarısı, üçte biri ve dörtte birinin toplamı TL cinsinden bir tam sayıdır. Buna göre Arda'nın parası aşağıdakilerden hangisi olamaz? A) 12 B) 24 C) 32 D) 48

Maths | Zorluk: MEDIUM

Uzun Açıklama:

Report Kopyala

Bu sorunu çözebilmek için bu paranın yarısının, üçte birinin ve dörtte birinin toplamının tam sayı olması koşuluyla verilen seçeneklerden hangisinin Arda'nın parası olamayacağını bulmamız gerekiyor.

Arda'nın parasını M olarak gösterelim. Probleme göre M 'nin yarısı, üçte biri ve dörtte birinin toplamı bir tam sayı olmalıdır:

$$\frac{M}{2} + \frac{M}{3} + \frac{M}{4} = \text{tamsayı}$$

Bu kesirleri toplamak için ortak bir paydaya ihtiyacımız var. 2, 3 ve 4'ün en küçük ortak katı (LCM) 12'dir. Dolayısıyla denklemini şu şekilde yeniden yazabiliriz:

$$\frac{6M}{12} + \frac{4M}{12} + \frac{3M}{12} = \text{tamsayı}$$

Kesirleri birleştirerek şunu elde ederiz:

$$\frac{13M}{12} = \text{tamsayı}$$

Toplamın tam sayı olabilmesi için M 'nin 12'nin katı olması gerekir. Şimdi verilen (A) 12, (B) 24, (C) 32, (D) 48 seçeneklerinden hangisinin olmadığını kontrol edelim. 12'nin katı.

- (A) 12, 12'nin katıdır.
- (B) 24, 12'nin katıdır.
- (C) 32, 12'nin katı değildir.
- (D) 48, 12'nin katıdır.

Dolayısıyla Arda'nın bu şartta göre sahip olamayacağı para miktarı 32 TL oluyor.

Şekil 5. Smodin Omni Adım Adım Soru Çözümüne Bir Örnek

Symbolab, yalnızca doğru cevabı sunmakla kalmayıp, çözüm sürecini aşamalı olarak yapılandırma kapasitesiyle öne çıkmaktadır. Bu özellik, öğrencilerin çözüm mantığını kavramalarını ve kendi hatalarını fark ederek öğrenmelerini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, kullanıcıların çözümlerine notlar ekleyebilme özelliği sayesinde, öğrenme süreci daha kişisel ve izlenebilir hale gelmektedir. Araç hem mobil hem de masaüstü platformlarda çalışabilmesiyle geniş bir erişilebilirlik sunmaktadır.

Bununla birlikte, yapılan incelemelerde Türkçe dil desteğinin bulunmaması, uygulamanın Türkiye'deki kullanıcılar açısından erişilebilirliğini sınırlandıran bir dezavantaj olarak öne çıkmıştır. Ayrıca, grafiksel ya da sembolik temsiller üretme konusunda sınırlılıklar taşıdığı; özellikle geometri gibi görsel ağırlıklı alanlarda yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Ücretsiz sürümde bazı çözüm adımlarına erişim kısıtlı olup, yalnızca temel çıktılar sunulmaktadır. Gelişmiş özelliklerin kullanılabilmesi için ücretli pakete geçiş gerekmektedir.

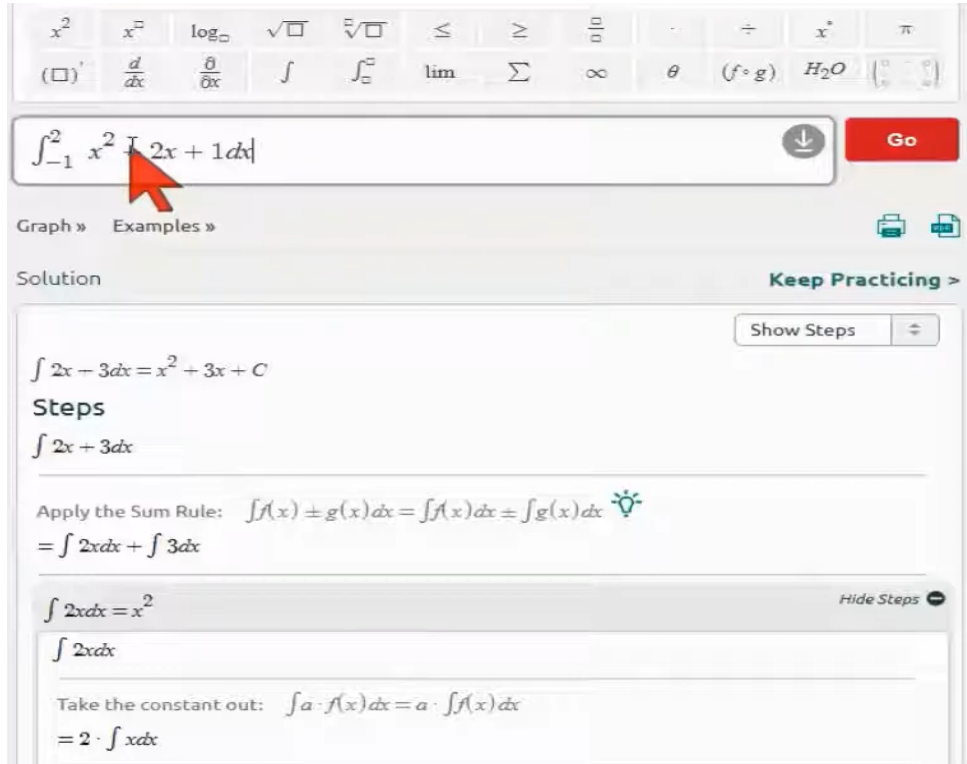
Symbolab'ın ücretsiz paketinde sınırlı sayıda not kaydetme, temel alıştırmalar ve kısıtlı kişiselleştirme seçenekleri yer alırken; ücretli paket, çözüm adımlarına eksiksiz erişim, detaylı ilerleme raporları, özel ayarlar ve reklamsız kullanım gibi daha kapsamlı işlevler sunmaktadır.

Photomath

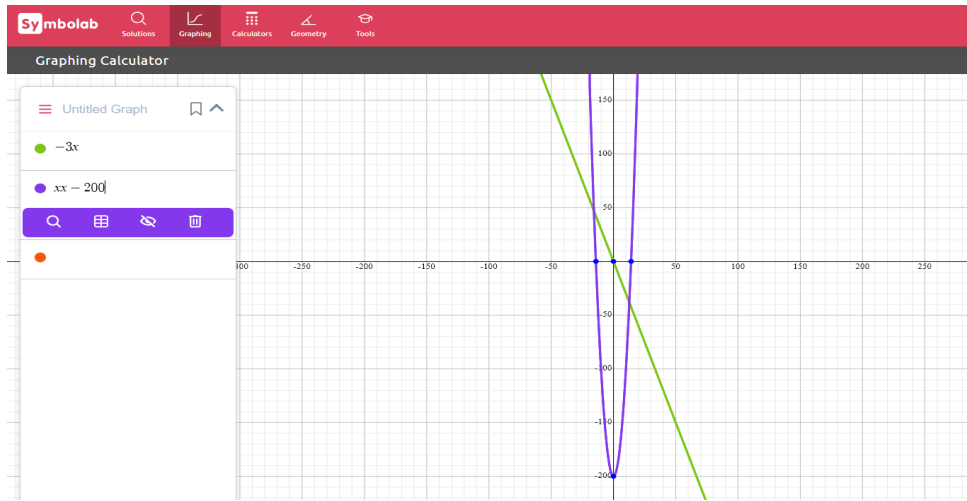
Photomath, mobil cihaz kamerası aracılığıyla yazılı ya da basılı matematiksel ifadeleri tanıyan ve adım adım açıklamalı çözümler sunan üretken yapay zeka destekli bir uygulamadır. Bu çalışmada, Photomath'in matematik eğitimindeki potansiyeli; farklı seviyelerdeki cebir, fonksiyon, limit ve integral problemleri hem yazılı hem de görsel formatta sisteme tanıtılarak test edilmiştir. Analizlerde çözüm doğruluğu, açıklama detayı, tanıma başarısı ve kullanım kolaylığı temel değerlendirme ölçütleri olarak kullanılmıştır.

Uygulama hem basılı hem de el yazısı ifadeleri yüksek doğrulukla tanıyabilmekte ve bu yönüyle özellikle öğrencilerin hızlı geri bildirim almasına olanak sağlamaktadır. Sunulan çözümler, adım adım açıklamalı biçimde verilmekte; kullanıcıların çözüm sürecini takip edebilmesi ve kendi hatalarını görebilmesi açısından fayda sunmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin geçmişte çözdükleri son 50 soruya erişim imkânı, tekrar ve pekiştirme açısından avantaj sağlamaktadır.

Photomath, Türkçe dil desteğine sahip olmasına rağmen, sözel ifade içeren problemleri algılayamaması, uygulamanın kapsamını sınırlayan önemli bir eksiklik olarak değerlendirilmiştir. Ek olarak, ücretsiz sürümde adım açıklamalarının sınırlı sunulması, ileri düzey kavramsal öğrenme süreçleri için yeterli derinliğin sağlanamamasına neden olmaktadır. Uygulamanın zaman zaman kamera algılama hataları verdiği ve ışık, yazı tipi gibi dış etkenlerden kolayca etkilenbildiği de gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Symbolab Adım Adım Soru Çözümüne Örnek

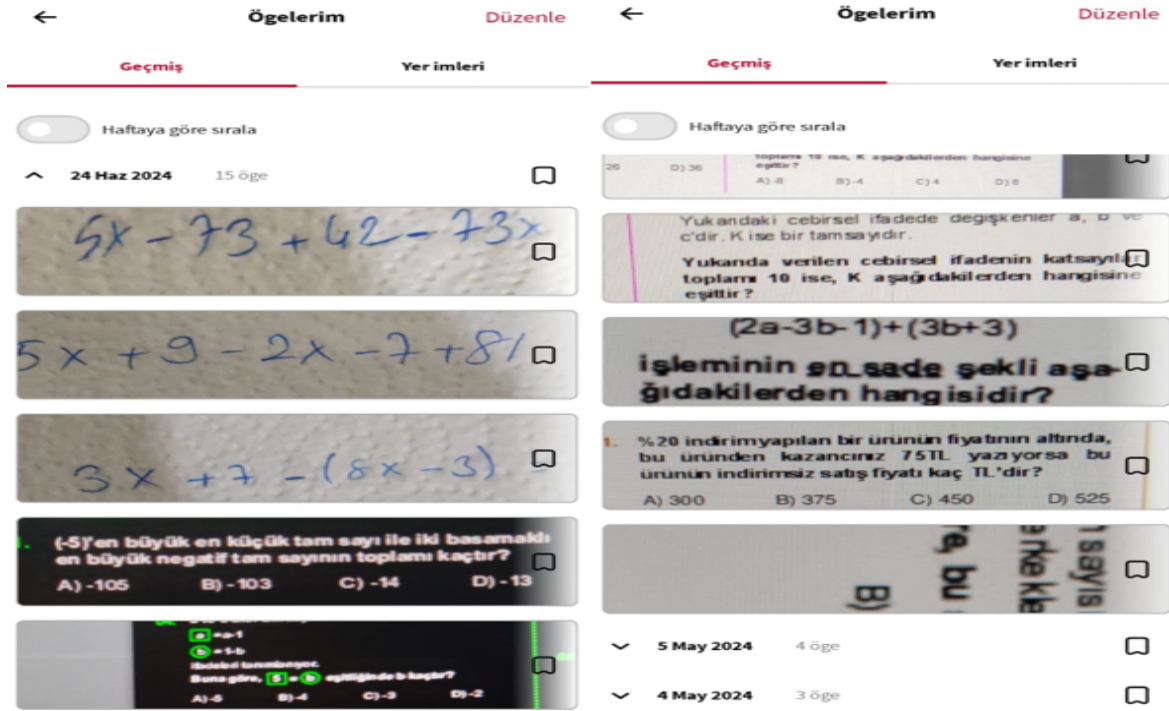


Şekil 7. Symbolab grafik desteği

Bir diğer önemli sınırlılık ise öğrencilerin aracı sadece doğru cevaba hızlı ulaşmak için kullanma eğilimi göstermesidir. Bu durum, öğrenme sürecinin pasifleşmesine ve araç bağımlılığı riskinin artmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle Photomath'ın öğretmen rehberliğinde ve bilinçli kullanımına dikkat edilmesi önerilmektedir.

Gauthmath

Gauthmath, kullanıcıların mobil cihaz kamerasını kullanarak matematik problemlerini tarayıp çözebildiği, yapay zeka tabanlı bir öğrenme destek aracıdır. Bu çalışmada, uygulamanın matematik eğitimindeki potansiyeli; cebir, geometri, kalkülüs ve istatistik gibi çeşitli alanlardan seçilen problemlerle test edilmiştir. Problemler yazılı ve görsel formatta sisteme tanıtılmış, araç çözüm doğruluğu, adım adım açıklama derinliği, kullanım hızı ve arayüz etkileşimi gibi kriterler doğrultusunda değerlendirilmiştir.



Şekil 8. Photomath Geçmiş Soru Çözümleri Ekranı

Uygulama sürecinde, Gauthmath'in özellikle ortaokul ve lise düzeyindeki cebirsel ve geometri problemlerinde oldukça yüksek doğruluk oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Çözümler çoğunlukla birkaç saniye içinde sağlanmakta, bu da öğrencilerin hızlı geri bildirim almalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca, kullanıcıların önceden çözülmüş sorulara tekrar erişebilmesi, öğrenmenin sürekliliği açısından önemli bir avantaj sunmaktadır.

Gauthmath'in dikkat çeken bir diğer yönü, kullanıcıların isteğe bağlı olarak canlı öğretmen desteği alabilmesidir. Öğrenciler, özellikle karmaşık veya çok adımlı problemlerle karşılaştıklarında, bu destek aracılığıyla ek açıklamalar ve yönlendirmeler edinebilmektedir. Ancak bu özellik, ücretsiz sürümde sınırlı erişimle sunulduğu için bazı kullanıcıların derinlemesine bilgiye ulaşmasını engelleyebilmektedir.

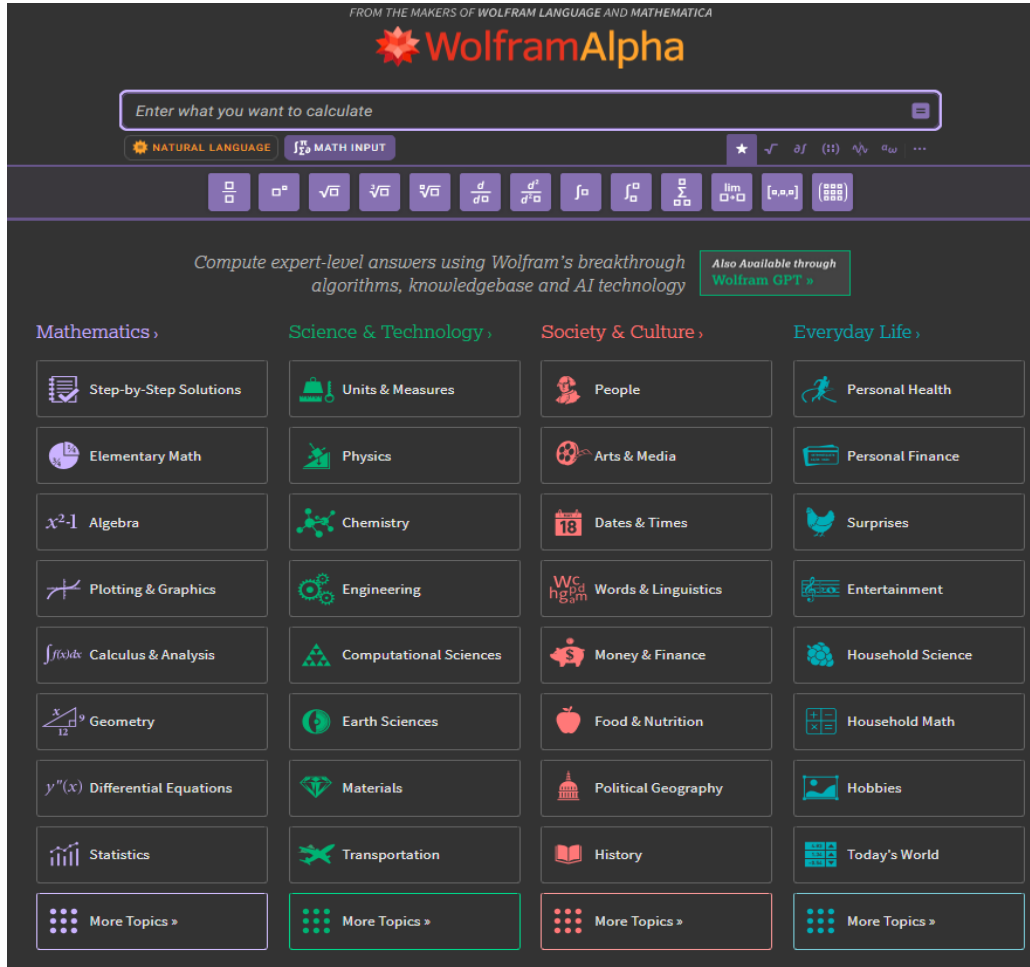
Bununla birlikte, uygulamanın Türkçe dil desteğinin bulunmaması, sözel içerikli Türkçe soruların çözümlenmesini büyük ölçüde kısıtlamaktadır. Araç yalnızca işlem odaklı matematiksel ifadeleri tanıyabilmekte; sözel veya bağlamsal problem çözme desteği yalnızca İngilizce sorular için geçerliliğini korumaktadır. Ayrıca, grafik ve geometrik temsil üretme kapasitesinin sınırlı olması, kavramsal öğrenme açısından eksiklik yaratmakta ve öğretmen rehberliğini gerekli kılmaktadır.

Wolframalpha

WolframAlpha, doğal dil veya matematiksel semboller aracılığıyla girilen sorgulara dayalı olarak karmaşık matematiksel problemleri çözme ve bilgi sunma kapasitesine sahip güçlü bir hesaplama motorudur. Bu çalışmada, uygulamanın matematik eğitimindeki işlevselliği; cebir, fonksiyon çizimi, limit, türev ve integral gibi konulardan seçilen problemlerle test edilmiştir. Kullanıcılar, problemleri sisteme hem yazılı hem de metin formatında girmiş; değerlendirme sürecinde çözüm doğruluğu, açıklama netliği, grafik üretme kapasitesi ve arayüz kullanışlılığı temel kriterler olarak belirlenmiştir.

Uygulama sürecinde WolframAlpha'nın özellikle ileri düzey hesaplamalar, diferansiyel denklemler, matris işlemleri ve istatistik analizleri gibi alanlarda yüksek doğrulukta ve ayrıntılı çözümler sunduğu gözlemlenmiştir. Araç, yalnızca işlem sonucunu vermekle kalmamakta; adım adım çözüm süreci, grafiksel temsiller ve alternatif çözüm yolları sunarak öğrencilerin konuyu çok yönlü şekilde anlamalarını kolaylaştırmaktadır. Bu özellik, kavramsal öğrenmenin desteklenmesi açısından önemli bir avantaj olarak değerlendirilmiştir. Bu araç diğerlerinden ayıran en büyük özellik birçok konuya dair konu anlatımı ve örnek sorular barındırmasıdır. Bu sayede öğrenciye konu tekrarı yapma fırsatı tanımaktadır.

WolframAlpha'nın mobil ve masaüstü platformlarda erişilebilir olması, kullanıcı deneyimini artıran bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Ancak, uygulamanın Türkçe dil desteğinin bulunmaması, dil bariyeri yaşayan öğrenciler açısından erişimi sınırlandırmaktadır. Ayrıca, bazı adım açıklamaları ve ileri düzey çözüm ayrıntıları, yalnızca ücretli Pro sürüm üzerinden sunulmakta olup, bu durum ücretsiz kullanıcılar için öğrenme sürecini kısıtlayabilmektedir. Özellikle daha üst düzey integral veya özel fonksiyon ifadelerinde, çözüm detaylarının eksik verilmesi gözlemlenmiştir.



Şekil 9. WolframAlpha Uygulamasının Arayüzü

GeoGebra

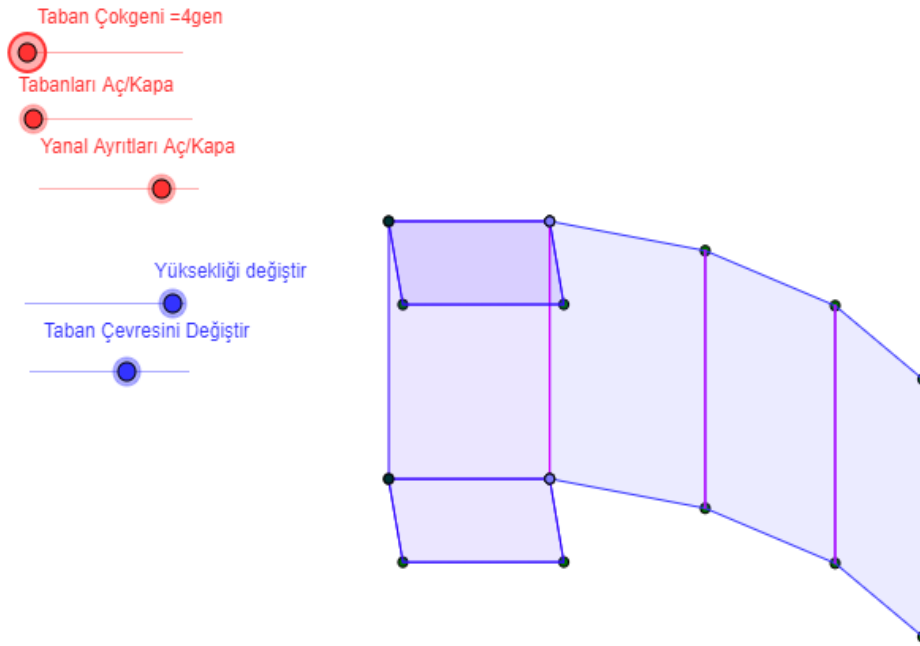
GeoGebra, dinamik geometri, cebir, analiz, istatistik ve diferansiyel hesaplama gibi çeşitli matematiksel alanları bütünleşik şekilde sunan, çok yönlü ve etkileşimli bir dijital öğrenme platformudur. Bu çalışmada araç doğrudan uygulama yoluyla test edilmemiş; ancak farklı düzeylerdeki kullanım örnekleri, kullanıcı arayüzü, sunduğu modüller ve içerik havuzu üzerinden kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir.

Değerlendirme sürecinde GeoGebra'nın özellikle grafik çizimi, geometrik şekil oluşturma ve dönüştürme, denklem ve fonksiyonların görsel temsili, kesişim noktalarının hesaplanması, ölçüm ve veri analizi gibi işlevler açısından güçlü performans sunduğu belirlenmiştir. Ayrıca platform, 3D modelleme ve matematiksel simülasyonlar ile öğrenme sürecini üç boyutlu düzleme taşıyarak öğrencilerin özellikle uzamsal düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır.

GeoGebra'nın sunduğu görselleştirme temelli öğretim olanakları, öğrencilerin matematiksel kavramları deneyimleyerek keşfetmelerine; hipotezler kurmalarına ve eleştirel düşünme süreçlerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Araç; masaüstü, tablet ve mobil cihazlar üzerinden web tabanlı ve çevrimdışı olarak kullanılabilmekte, bu da kullanıcıya esnek ve yaygın erişim imkânı sunmaktadır. Ayrıca uluslararası kullanıcı topluluğu tarafından geliştirilen binlerce etkileşimli materyal ile öğretmen ve öğrenciler için zengin bir öğrenme ekosistemi oluşturmaktadır.

Bununla birlikte, GeoGebra'nın içerik üretiminde kullanıcıya sağladığı yüksek düzeyde teknik kontrol, dijital becerileri düşük öğrenciler için ilk etapta karmaşık ve yönlendirme gerektiren bir deneyim oluşturabilmektedir. Araç, çoğu zaman aktif kullanıcı üretimine dayalı yapısıyla öne çıkmakta; bu yönüyle, otomatik çözüm üretme kapasitesi sınırlı olan uygulamalar arasında yer almaktadır. Özellikle soyut cebirsel işlemler ya da sözel problem çözme gibi alanlarda üretken yapay zeka tabanlı araçlara kıyasla geri planda kalmaktadır.

GeoGebra, ayrıca sınıf içi uygulamalarda öğretmen rehberliğinde kullanıldığında hem bireysel öğrenme hem de işbirlikçi çalışmalarda görsel ve deneysel öğrenme ortamları oluşturmada etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, öğrencilerin tek başına doğru matematiksel çıktılar üretebilmeleri için önceden yapılandırılmış yönlendirmelere ve uygulama desteğine ihtiyaç duydukları gözlemlenmiştir.



Şekil 10. GeoGebra Uygulamasında Bir Prizmanın Açınımına Dair Örnek

Graspable Math

Graspable Math, cebirsel ifadelerin yapılandırılması ve çözüm sürecinin görselleştirilmesi üzerine odaklanan, etkileşimli bir matematik öğrenme aracıdır. Platform, özellikle denklem çözme, cebirsel ifadeleri taşıma ve sadeleştirme, çarpanlara ayırma ve polinom işlemleri gibi temel konulara yöneliktir. Kullanıcılar, matematiksel nesneleri sürükleyip bırak yöntemiyle manipüle edebilmekte; bu da geleneksel kâğıt-kalem yöntemlerinin ötesine geçerek, öğrencilerin işlemleri dinamik olarak deneyimlemelerine imkân tanımaktadır.

Araç, öğrencilerin her adımı manuel olarak gerçekleştirmesini gerektiren yapısıyla, etkileşimli ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını desteklemektedir. Bu özellik, öğrencinin yalnızca sonuç odaklı değil, süreç odaklı bir anlayış geliştirmesine olanak sağlar. Yapılan gözlemler, bu doğrudan katılımın kavramsal öğrenmeyi pekiştirdiğini ve öğrencilere hata farkındalığı kazandırdığını ortaya koymaktadır. Platform, aynı zamanda öğretmenler için sınıf içi quiz gönderme ve öğrenci yanıtlarını anlık izleme imkânı sunarak, değerlendirme süreçlerine de katkı sağlamaktadır.

Graspable Math, web tabanlı bir platform olarak hem sınıf içi uygulamalarda hem de bireysel öğrenme ortamlarında erişilebilir bir dijital kaynak niteliğindedir. Ancak, uygulamanın yalnızca cebir konularına odaklanması, geometri, analiz veya üst düzey görselleştirme gerektiren konular için sınırlı kullanım potansiyeli doğurmaktadır. Ayrıca araç, üretken yapay zeka tabanlı otomatik açıklama ve yönlendirme özelliklerine sahip olmadığından, öğrencilerin kendi başlarına doğru çözüm stratejileri geliştirmesi her zaman kolay olmamaktadır. Bu bağlamda, öğretmen rehberliği Graspable Math'ın etkili kullanımı için kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Socratic by Google

Socratic by Google, öğrencilerin doğal dilde yazdığı ya da görsel olarak sisteme yüklediği sorulara yapay zeka destekli açıklamalar sunan, çok disiplinli bir öğrenme destek uygulamasıdır. Bu çalışmada araç doğrudan uygulama yoluyla test edilmemiş; ancak kullanıcı arayüzü, konu başlıkları, problem türleri ve erişilebilir içerik yapısı analiz edilerek değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

Socratic, özellikle lise düzeyindeki matematik konularında —örneğin cebir, geometri, trigonometri ve temel kalkülüs— öğrencilerin metin ya da görsel yoluyla sundukları soruları tanıyarak, çözüm sürecine rehberlik edecek biçimde açıklamalar sunmaktadır. Diğer üretken yapay zeka tabanlı araçlardan farklı olarak, doğrudan işlem ya da adım adım çözüm üretmek yerine; kavram anlatımı, çözüm stratejisi açıklaması, grafiksel temsil ve bağlantılı içerik sunarak öğrencinin konuyu anlamasını hedeflemektedir.

Uygulamanın temel avantajı, Google altyapısı üzerinden geniş bir veri setine erişebilmesi ve sunduğu içeriklerin çoğunlukla dilsel açıdan sade, anlaşılır ve öğrenci seviyesine uygun olmasıdır. Ayrıca video dersler, makaleler ve ek materyaller gibi çoklu ortam destekli kaynaklar da sunarak, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine hitap eden içerikler sağlamaktadır. Bu yönüyle Socratic, öğrenmeyi yalnızca soru çözmeye indirgemek yerine, kavramsal gelişim ve bireysel öğrenme becerilerini destekleme amacı taşımaktadır.

Student	1. Quiz Change	2. Quiz Change	3. Quiz Change	4. Quiz Change	5. Quiz Change	6. Quiz Change	7. Quiz Change	8. Quiz Change	9. Quiz Change	10. Quiz Change	11. Quiz Change	12. Quiz Change	13. Quiz Change	14. Quiz Change	15. Quiz Change	16. Quiz Change
Elena	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Jen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Jenny	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
JiEun	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kate	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Luisa	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
shreya	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Stacy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1. Student	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Student	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Student	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Şekil 11. Graspable Math Öğretmen Quiz Takip Ekranı

Bununla birlikte uygulama, karmaşık cebirsel dönüşümler, çok adımlı matematiksel ispatlar veya ileri düzey analiz gerektiren problemler karşısında yalnızca genel çözüm yaklaşımları sunmakta; detaylı çözüm süreci sunma kapasitesi sınırlı kalmaktadır. Ayrıca, kullanıcıya genellikle tek bir çözüm yolu sunmak yerine çeşitli konu anlatımları ve benzer örnek açıklamalar vererek, çözümün oluşum sürecine yönelik rehberlik sağlamaktadır. Bu özellik, uygulamanın bir otomatik çözüm aracı olmaktan çok, öğrenciye öğrenme sürecinde eşlik eden dijital bir rehber olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır.

Upstudy

UpStudy, cebirden kalkülüse, istatistikten trigonometriye kadar geniş kapsamlı matematiksel içeriklerde adım adım çözüm desteği sunan yapay zeka tabanlı bir problem çözme aracıdır. Bu çalışmada araç doğrudan uygulamalı olarak test edilmemiş; ancak kullanıcı arayüzü, çözüm adımları ve konu kapsamı çerçevesinde kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir.

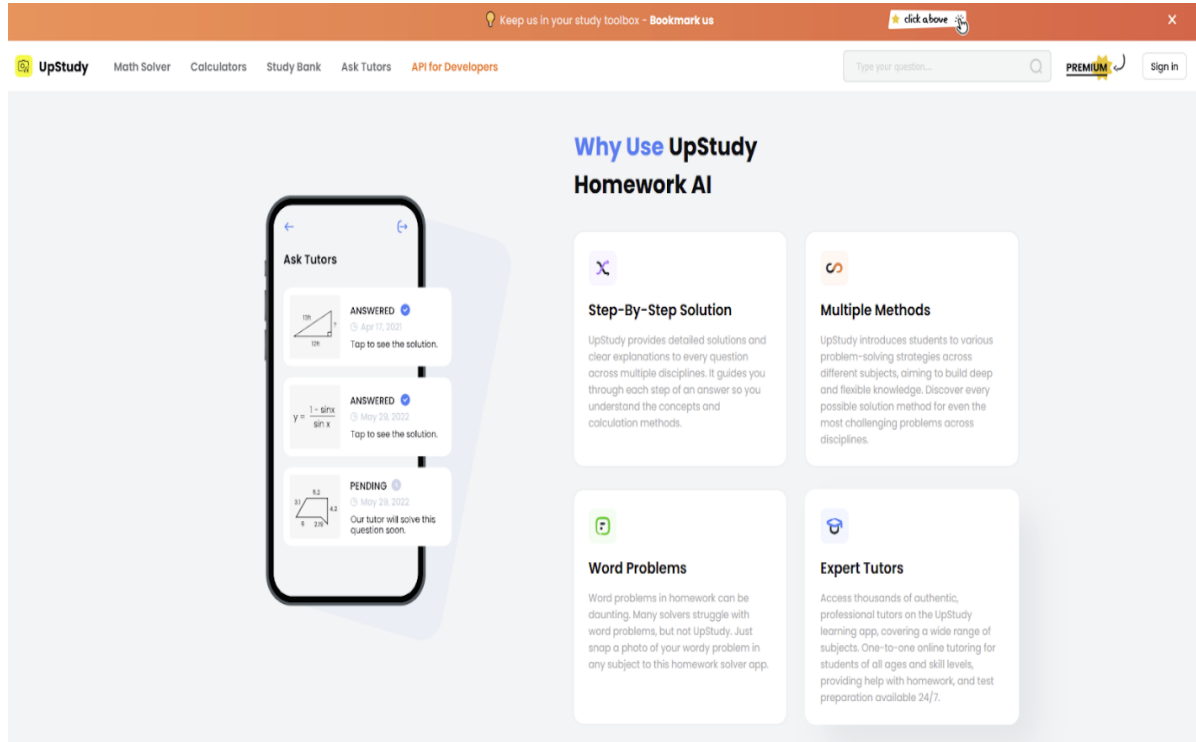
Uygulamanın temel işlevi, öğrencilerin metin olarak ya da fotoğraf yoluyla sundukları matematiksel ifadeleri hızlı bir şekilde tanımlayarak, açıklamalı ve sistematik çözüm önerileri sunmaktır. Uygulama özellikle cebirsel ifadeler, limit, türev, integral, matris işlemleri, istatistik ve olasılık gibi alanlarda yüksek doğruluk oranına sahip sonuçlar üretmekte; bu yönüyle özellikle standart sınav tipi uygulamalarda işlevsellik göstermektedir.

UpStudy'nin dikkat çeken yönlerinden biri, grafiksel ve görsel içerik üretimine sınırlı yer vermesi, buna karşılık metin tabanlı açıklamalarda ve çözüm süreçlerinde güçlü bir performans sergilemesidir. Bu yapı, kavramsal analizde açıklık ve işlem temelli öğrenmede sistematiklik sağlasa da görsel-işitsel öğrenme desteğinin sınırlı olması, görselleştirmeye dayalı kavramsal anlayışı tercih eden öğrenciler için dezavantaj oluşturabilmektedir.

Uygulamanın mobil cihazlar aracılığıyla kullanılabilmesi, geniş kullanıcı kitlesine erişim açısından önemli bir avantaj sunarken; bazı özelliklerin yalnızca ücretli sürümde sunulması, özellikle kullanım sayısının sınırlandırılması gibi kısıtlar nedeniyle erişilebilirlik açısından eleştiri alabilmektedir. Ayrıca fotoğrafla çözüm özelliği sınırlı düzeyde çalıştığı için, özellikle karmaşık yazılı olmayan içeriklerde otomatik tanıma konusunda sınırlılıklar gözlemlenmiştir.

Kahoot!

Kahoot!, matematik eğitiminde oyunlaştırma temelli öğrenme ve değerlendirme yaklaşımıyla öne çıkan çevrim içi bir platformdur. Bu çalışmada araç, kullanıcı arayüzü, uygulama deneyimleri ve içerik olanakları bakımından değerlendirilmiş; özellikle çoktan seçmeli soru biçimindeki etkinliklerde kavram pekiştirme, tekrar ve ön bilgi değerlendirmesi gibi amaçlarla kullanım potansiyeli analiz edilmiştir.



Şekil 12. UpStudy Web Sitesinden Bir Görünüm

Platform, öğretmenlerin oluşturduğu çoktan seçmeli soruları öğrencilere gerçek zamanlı olarak sunmakta; öğrenciler ise mobil cihazları aracılığıyla soruları yanıtlarak sürece aktif biçimde katılmaktadır. Puanlama sistemi, sıralama tabloları ve süreli yanıtlar, öğrenciler arasında etkileşim ve rekabet ortamı oluşturarak motivasyonu artırmakta ve dikkat düzeyini yükseltmektedir. Bu yönüyle Kahoot!, özellikle sınıf içi etkileşimli değerlendirme uygulamalarında güçlü bir araç olarak değerlendirilmektedir.

Ancak yapılan incelemelerde, platformun yalnızca sonuca dayalı değerlendirmeyi desteklediği; yani öğrencilerin çözüm basamaklarını yapılandırma veya açık uçlu düşünme becerilerini değerlendirme açısından sınırlılıklar içerdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca her soruya verilen sabit süre, bazı öğrencilerde zaman baskısı yaratarak yüzeysel öğrenmeye ve hız odaklı yanıt davranışına neden olabilmektedir. Bu durum, öğrenme sürecinde bireysel farklılıkların göz ardı edilmesine yol açabilir.

Bununla birlikte, öğretmen kontrolünde ve amaca yönelik kullanıldığında Kahoot!, matematiksel kavramların eğlenceli bir ortamda test edilmesini, öğrenciler arası etkileşimi artırmayı ve öğrenme sürecine dinamizm kazandırmayı sağlayan etkili bir dijital araç olarak öne çıkmaktadır. Özellikle ders başlangıçlarında motivasyon sağlama, ünite sonlarında genel tekrar yapma ya da formel olmayan ölçme uygulamaları için yüksek işlevselliğe sahiptir.

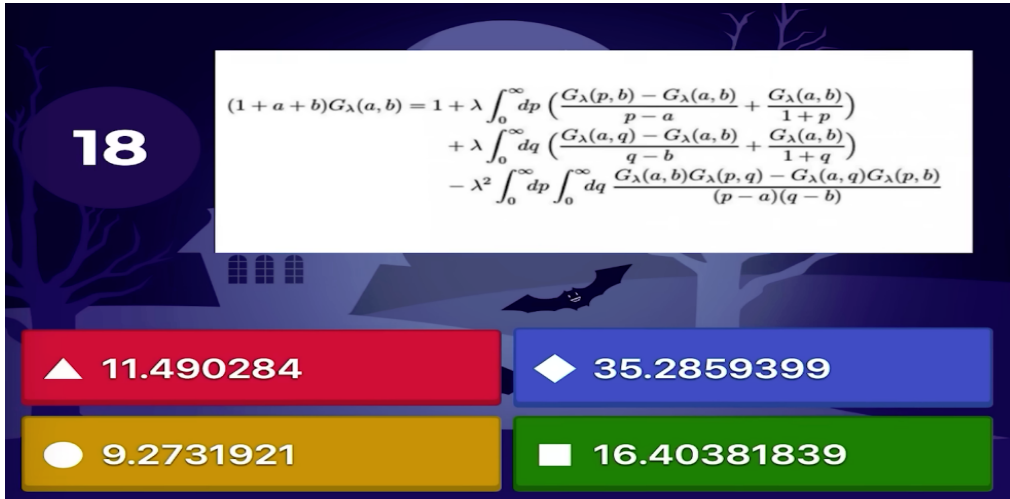
Mathletics

Mathletics, 5 ila 16 yaş arası öğrencilerin matematiksel becerilerini geliştirmek amacıyla tasarlanmış, oyunlaştırma ve bireyselleştirme temelli çevrim içi bir öğrenme platformudur. Bu çalışmada, platformun öğrenci ve öğretmen panelleri üzerinden içerik yapısı, kullanım deneyimi ve değerlendirme olanakları detaylı şekilde incelenmiştir.

Platform, öğrencilere dört işlem, kesirler, oran-orantı, zaman, geometrik şekiller, ölçme gibi temel matematik konularına ilişkin çok sayıda kısa ve hızlı etkinlik sunmakta; bu etkinlikler, seviye bazlı ilerleme, puan ödülleri, kişiselleştirilebilir avatarlar ve canlı yarışmalar gibi motivasyonu artırıcı unsurlarla desteklenmektedir. Bu yapı, öğrencilerin matematiksel içeriklere karşı olumlu tutum geliştirmelerine katkı sunmaktadır.

Mathletics'in en güçlü yönlerinden biri, tekrar ve pratik odaklı öğrenme anlayışını oyunlaştırılmış ortamla bütünleştirerek, öğrencilerin düzenli çalışma alışkanlığı geliştirmelerine katkı sağlamasıdır. Ancak inceleme sürecinde, etkinliklerin çoğunlukla çoktan seçmeli sorulara dayanması nedeniyle öğrencilerin çözüm yollarını açıklama veya açık uçlu düşünme becerilerini sergileme olanağının sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, bazı soruların tekrar etmesi, zaman sınırlaması nedeniyle öğrenciler üzerinde baskı yaratması ve çözüm yollarının sistem tarafından gösterilmemesi, pedagojik açıdan gelişim alanları olarak dikkat çekmiştir. Öğrencilerden alınan geri bildirimler, zaman baskısının düşünme sürecini olumsuz etkileyebildiğini ve bazı etkinliklerde dil bariyerine bağlı olarak kavrama gücünün yaşandığını göstermektedir.



Şekil 13. Kahoot! Öğrencilerin Yarıştığı Süreli Bir Sınav

Öğretmen arayüzü, öğrencilerin doğru-yanlış sayıları, başarı yüzdeleri ve tamamlanan görevler gibi temel istatistiklerini izlemeyi kolaylaştırırsa da çözüm süreçlerine dair derinlemesine analiz ya da pedagojik yönlendirme sağlayan gelişmiş raporlama seçenekleri sınırlı kalmaktadır. Bu durum, öğrenme sürecinin niteliğine ilişkin öğretmen geri bildirimlerini sınırlandırmaktadır.

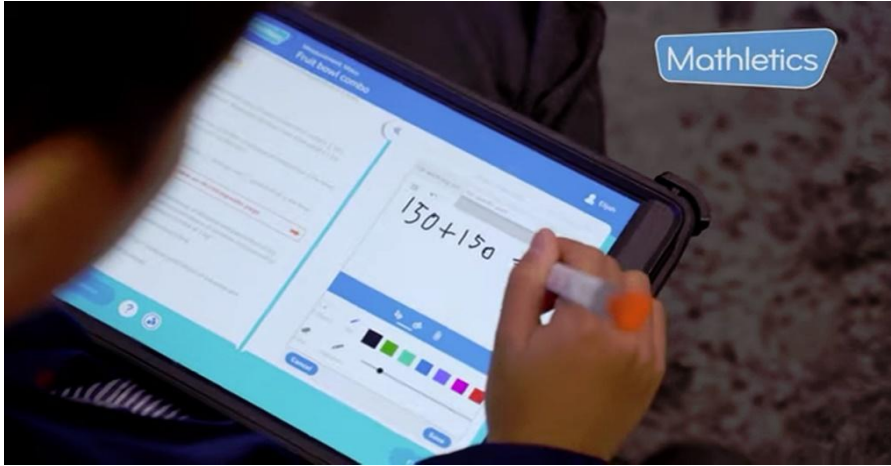


Şekil 14. Mathletics Uygulamasında Öğrencilerin Yarıştığı Bir Etkinlik Görseli

Matematik Eğitiminde Üretken Yapay Zeka Araçlarının Kullanım Amaçları ve Sağlayabileceği Faydalar

Tablo 5, çalışmanın ikinci alt problemine yönelik olarak matematik eğitiminde üretken yapay zekâ araçlarının kullanım amaçları ve sağlayabileceği faydaları ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. Bu tablo, literatürde yer alan ve doğrudan yapay zekâ araçlarının eğitim bağlamındaki uygulamalarını ele alan çalışmaları sistematik biçimde özetlemekte; yazar, yıl, çalışma amacı, öğrenim seviyesi ve kullanılan yapay zekâ aracı gibi temel bilgileri bir arada sunmaktadır. Böylece, farklı yapay zekâ araçlarının hangi eğitim düzeylerinde, hangi amaçlarla ve nasıl kullanıldığını karşılaştırmalı olarak görmeyi mümkün kılmakta; araştırmacılar ve uygulayıcılara, araç seçimi ve uygulama tasarımı süreçlerinde yol gösterici bir kaynak oluşturmaktadır. Ayrıca tablonun hemen ardından, yer verilen çalışmalardan elde edilen sonuçlara ilişkin ayrıntılı açıklamalara yer verilerek, bu bulguların ortak noktaları, farklılıkları ve matematik eğitimine sunduğu katkılar metin içinde tartışılmıştır.

Tablo 5'te, matematik eğitiminde üretken yapay zeka araçlarının kullanımını inceleyen araştırma çalışmaları özetlenmektedir. Çeşitli yazarlar tarafından yürütülen bu çalışmalarda, yapay zeka araçlarının öğrenci motivasyonu, matematiksel başarı ve eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkililiği değerlendirilmiştir. Tablo, çalışmaları; yazar, yıl, başlık, yayınlandığı yer, amaç, öğrenim seviyesi, kullanılan yapay zeka aracı gibi başlıklara göre gruplandırmaktadır.



Şekil 15. Mathletics Öğrencilerin Yazarak Çalışmasına İmkan Tanır



Şekil 16. Matletics ile Sınıf Etkinliklerinden Bir Görsel

Matematik eğitiminde üretken yapay zeka (ÜYZ) araçlarının kullanımı, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde önemli gelişmeler sağladığını göstermektedir. GeoGebra, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirirken (Kuchkarova, 2024), aynı zamanda hesaplamalı düşünme becerilerini destekleyerek matematiğe olan ilgiyi artırmıştır (Chytas vd., 2024). Photomath destekli yaratıcı problem çözme yaklaşımları, öğrencilerin matematik okuryazarlığını ve merak düzeylerini anlamlı şekilde artırmış; Polya'nın problem çözme stratejileriyle birlikte kullanıldığında ise düşünme ve uygulama becerilerinde ciddi gelişmeler sağlamıştır (Pamungkas vd., 2024; Wongtan vd., 2024). Wolfram Alpha ve Symbolab gibi araçlar, cebir ve doğrusal cebir gibi konuların anlaşılmasını kolaylaştırmakta ve öğrencilerin bağımsız öğrenmelerine katkıda bulunmaktadır (Saragi, 2024; Mahdalena, 2024). Ancak, bu araçlara aşırı bağımlılığın eleştirel düşünmeyi ve zorluklarla başa çıkma becerilerini zayıflatabileceği belirtilmiştir (Alcalde vd., 2024). Oyun temelli araçlar olan Kahoot gibi uygulamalar, öğrencilerin motivasyonunu ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilemektedir (Jarrah vd., 2025). Öte yandan, mobil uygulamaların erişilebilirliği, kolay kullanımı ve etkileşimli doğası sayesinde öğrenciler tarafından sıklıkla tercih edildiği; ancak karmaşık arayüzler, maliyet ve internet erişimi gibi zorluklarla da karşılaştığı vurgulanmıştır (Cabugwason vd., 2024). Yapılan çalışmalarda, ÜYZ araçlarının etkin ve bilinçli bir şekilde kullanımının öğrenme süreçlerine önemli katkılar sağladığı, ancak bu süreçte öğretmen rehberliği, etik farkındalık ve pedagojik uyumun hayati önemde olduğu vurgulanmaktadır (Nurlaelah vd., 2024). Öğrencilerin bu araçları destekleyici birer kaynak olarak kullanması ve bağımsız problem çözme becerilerini kaybetmeden ilerlemeleri gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin dijital ve pedagojik yeterliliklerinin artırılması, müfredat uyumu sağlanması ve uygulamaların öğrenme sürecinde rehberlik amacıyla kullanılması önerilmektedir (Chytas vd., 2024; Wongtan vd., 2024). Eğitimde teknoloji kullanımının yaygınlaşmasına karşın, insan öğretmenlerle etkileşimin halen temel önemde olduğu ve yapay zeka destekli çözümlerin yalnızca destekleyici rol üstlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Dahal vd., 2024).

Tablo 5. Matematik Eğitiminde Üretken Yapay Zeka Aracı Kullanımına Yönelik Çalışmalar

Yazar/Yıl	Başlığı	Çalışmanın amacı	Öğrenim Seviyesi Kullanılan YZ aracı
Jarrah vd. (2025)	Gamifying mathematics education through Kahoot: Fostering motivation and achievement in the classroom	Bu çalışma Kahoot'un 10. Sınıf matematik öğrencilerinin motivasyonunu ve Akademik başarısını artırmadaki etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.	10. sınıf Kahoot!
Kuchkarova (2024)	Harnessing technology: GeoGebra and its influence on high school mathematics learning outcomes	Dinamik bir matematik yazılımı olan GeoGebra'nın lise matematik öğrenme çıktıları üzerindeki etkisini araştırmaktadır.	Lise GeoGebra
Chytas vd. (2024)	Computational thinking in secondary mathematics education with GeoGebra: insights from an intervention in calculus lessons	GeoGebra kullanarak 16-17 yaş arası ortaöğretim öğrencilerinin matematik derslerinde BT becerilerini geliştirmeyi amaçlayan altı derslik bir öğrenme etkinliğinin tasarımı içeren bir araştırma çalışmasının sonuçlarını araştırmaktadır.	16-17 yaş arası ortaöğretim öğrencileri GeoGebra
Siswanto vd. (2024)	A Systematic review: use of GeoGebra in mathematics learning at junior high school in Indonesia and Japan	Endonezya ve Japonya'daki ortaokullarda GeoGebra'nın matematik öğreniminde uygulanmasını analiz etmektedir.	Ortaokul GeoGebra
Wongtan (2024)	Development of learning activities using Polya's problem-solving process in conjunction with artificial intelligence applications to enhance mathematical problem-solving ability on the topic of systems of linear equations with two variables for grade 9 students	9. sınıf öğrencilerinin iki değişkenli lineer denklemler konusundaki matematiksel problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla Polya'nın problem çözme süreci ile yapay zeka uygulamasını birleştirerek öğrenme etkinlikleri düzenlemeyi incelemek.	9. sınıf Photomath, Graspable Math, QANDA, Gemini (Google Bard), Alisa AI
Pamungkas vd. (2024)	Mathematical literacy and curiosity through creative problem solving learning using the PMRI approach assisted by Photomath	Photomath destekli PMRI yaklaşımıyla Yaratıcı Problem Çözme modelini kullanarak öğrencilerin matematik okuryazarlığını ve merak seviyelerini artırmayı amaçlamaktadır	8. sınıf Photomath
Nurlaelah vd. (2024)	Application of artificial intelligence Photomath in learning mathematics	Yapay Zekanın matematik öğrenimindeki etkilerine ilişkin araştırmaların geliştirilmesiyle ilgili araştırma literatürünü özetlemeyi amaçlamaktadır.	Photomath
Dhivya ve Ramakrishnan (2024)	The extent of mobile application usage for learning mathematics among higher secondary students	Matematik lise öğrencilerinin öğrenme amacıyla mobil uygulamaları ne ölçüde kullandığını araştırmaktadır.	Lise
Cabugwason vd. (2024)	Math apps in math education: experiences and challenges of pre-service teachers	Matematik uygulamalarını kullanan matematik öğretmeni adaylarının deneyimlerini ve zorluklarını araştırmıştır.	Lisans
Saragi (2024)	Systematic literature review: pemanfaatan aplikasi wolfram alpha pada pembelajaran matriks	Bu sistematik literatür çalışması, Wolfram Alpha uygulamasının matris matematiğinin öğrenilmesinde kullanımını araştırmaktadır.	Wolfram Alpha
Dahal vd. (2024)	Exploring capabilities and limitations of generative AI Chatbots in solving math algorithm problems	Bu makale, öğrencilerden eğitimcilere kadar her düzeydeki farklı kullanıcılar için matematik algoritmalarının çözümünde üretken yapay zeka sohbet robotlarının etkinliğini inceliyor.	

Lingefjärd, T. 2024	Empowering mathematics education through programming	Bu çalışmanın amacı, GeoGebra, Python ve Wolfram Alpha gibi programlama ortamlarının matematik eğitiminde nasıl etkili bir araç olarak kullanılabileceğini incelemektir.	Lisans GeoGebra, Wolfram, Alpha, Python
Mahdalena (2024)	Using Wolfram Alpha for assistance in the learning of linear algebra	Bu çalışmanın amacı, Wolfram Alpha'nın doğrusal cebir konularında, özellikle matris çarpımı, determinant hesaplama, doğrusal denklem sistemleri ve doğrusal bağımsızlık gibi alanlarda nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini incelemektir.	Wolfram Alpha
Mohamed vd. (2024)	Applications of artificial intelligence in teaching mathematics for the second preparation year in Egyptian official language schools	Bu çalışmanın amacı, eğitimciler ve öğrenenlerin yapay zeka gibi teknolojik ilerlemelerle öğretim ve öğrenme süreçlerinde karşılaştıkları zorlukları ele almalarına ve bu süreçlerin sonuçlarını iyileştirmelerine yardımcı olmaktır.	Ortaokul -
Alcalde vd. (2024)	Guided Symbolab application (GSA): intervention strategy in addressing the low-performing based math students in the let enhancement assessment	Bu çalışmanın amacı, BSED Matematik bölümü 1. ile 3. sınıf öğrencilerinin LET (Licensure Examination for Teachers) Geliştirme Değerlendirmesi'nde %75'lik geçme notunu alamayan öğrencilerine yardımcı olmaktır. Bu hedef doğrultusunda, katılımcıların en az öğrendikleri yeterlilikler hakkında rehberlik sağlamak amacıyla Guided Symbolab Application (GSA) uygulamasının rehberli kullanımını içeren bir müdahale gerçekleştirilmiştir.	Lisans Symbolab
Zain vd. (2023)	Use of Photomath applications in helping improving students' mathematical (algebra) achievement	Bu eylem araştırması, Beşinci Sınıf seviyesindeki beş öğrencinin özellikle <i>Faktoring</i> ve <i>Cebirsel Geliştirme</i> konularındaki matematik başarılarını artırmalarına yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu eylem araştırması, aynı zamanda araştırmacılara <i>Photomath</i> uygulamasını kullanarak öğretim ve öğrenme uygulamalarını geliştirme fırsatı sunmaktadır.	Ortaokul -
Rahayu vd. (2021)	Pembelajaran aljabar melalui aplikasi Wolfram Alpha.	Cebir problemlerinin anlaşılmasına ve çözülmesine yardımcı olmak için Wolfram Alpha uygulaması kullanılması.	Wolfram Alpha
Paulin ve Ndagijimana (2024)	Effectiveness of the Symbolab calculator in improving second year science and mathematics students' ability to solve trigonometric equations	Çalışmanın amacı, Symbolab hesap makinesinin, trigonometri denklemlerini çözmede ikinci sınıf fen ve matematik öğretmen adaylarının performansı üzerindeki etkisini incelemektir.	Lisans Symbolab

Sonuç ve Tartışma

Matematik eğitiminde yapay zeka uygulamaları, öğrencilerin matematiksel kavramları öğrenme ve bu kavramlarla etkileşim kurma biçiminde köklü değişiklikler yaratmaktadır (Nurlaelah vd., 2024). Bu araştırmada, matematik eğitiminde kullanılan üretken yapay zeka araçları araç özellikleri ve kullanım amaçları/etkileri bağlamında incelenmiştir. Doküman incelemesi ve doğrudan uygulama deneyimlerinden elde edilen bulgular, iki araştırma sorusuna net yanıtlar sunmaktadır.

Birinci araştırma sorusuna yönelik olarak, 13 üretken yapay zeka aracı sekiz tema altında karşılaştırılmıştır. Bulgular, araçların büyük bölümünün sözel ve işlemsel problem çözmede etkili olduğunu, ancak şekil içeren soruları destekleyen araç sayısının sınırlı olduğunu göstermiştir. Türkçe dil desteği, yalnızca bazı araçlarda yer almakta; özellikle fotoğraf yükleme desteği ve adım adım açıklamalı çözüm sunma gibi özelliklerin öğrenci öğrenmesini desteklemede kritik öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

Yapay zeka destekli matematik araçlarının sekiz farklı özelliğine dair yapılan analiz sonucu elde edilen bulgulara göre, bu araçlar öğrencilerin ödev ve ders çalışmaları sırasında karşılaştıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olmaktadır. Görsel yükleme özelliği, öğrencilerin karmaşık problemleri hızlıca aktarıp çözüm bulmalarını sağlamaktadır. Telefon ve bilgisayardan erişilebilir olmaları ise öğrencilerin her zaman ve her yerde kullanımına olanak tanımaktadır. Soru türü olarak işlemsel, sözel problem ve görsel soruları desteklemeleri birçok matematik konusunda kullanılmalarına olanak tanır. Photomath, ondalık sayılar, kesirler, aritmetik, geometri ve basit doğrusal denklemler gibi çeşitli matematik problemlerini çözerken eksiksiz, doğru tartışmalar ve çözüm adımları sunduğu ayrıca öğrencilerin evde olduklarında ve başvurabilecekleri başka bir kaynak bulunmadığında bir araç olarak geniş çapta kullanılabileceği belirtilmiştir (Zain vd., 2023). Bu araçlar öğrencilerin ödevlerinde ya da ders çalışırken takıldıkları durumlarda onlara yardımcı olur. Bu araçların adım adım çözüm sunmaları, bu çözümleri grafikler ile desteklemeleri öğrenme sürecini kolaylaştırır, öğrencilerin konuları daha iyi anlamalarını sağlar. Mathway, Photomath ve Wolfram Alpha gibi araçlar, öğrencilerin matematiksel problem çözme becerilerini geliştirmek için adım adım çözümler sunmakta ve öğrencilerin eksikliklerini tespit ederek özelleştirilmiş öğrenme materyalleri sağlamaktadır (Nurlaelah vd., 2024; Park, 2020). GeoGebra gibi araçlar, öğrencilerin matematiksel kavramları görselleştirme ve dinamik simülasyonlarla anlamalarını kolaylaştırmaktadır (Kuchkarova, 2024). Dil çeviri özelliği, çok dilli kullanıcılar için erişilebilirliği geliştirerek kapsayıcılığı teşvik ediyor ve erişimini genişletiyor. (Çetan & Preethi, 2024). Ülkemizde de 2024 yılında uygulanmaya başlayan "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli" matematik öğretim programında belirli konular içinde uygun matematik yazılımlarının kullanılması gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2024). Örneğin öğretim programında "Öğrencilere gerçek bir bağlam üzerinde olayların olasılığı hakkında tahmin ve hesaplama yapmalarını gerektiren performans görevi verilebilir. Öğrencilerin bu görevlerde olayın olasılığına yönelik tahminlerde bulunmaları, matematik yazılımları aracılığıyla simülasyon oluşturarak çok sayıda tekrar yapmaları sağlanabilir (MAB5, OB2)." ve "Bu süreçte matematik yazılımındaki yüzey açınımlarından da yararlanılabilir (MAB5, OB2)." vb. matematik yazılımlarını kullanmaya yönelik ifadeler yer almaktadır (MEB 2024). Bu durumda matematik öğretiminde öğretmenler, geometri konularında GeoGebra, cebir konusunda Photomath ya da WolframAlpha, matrislerde WolframAlpha yazılımları kullanılabilir (Kuchkarova, 2024; Rahayu vd., 2021; Saragi, 2024; Zain vd., 2023).

Matematik eğitiminde kullanılan üretken yapay zeka araçlarının avantajları arasında zaman ve mekandan bağımsız olarak öğrenme fırsatları sunması, öğrenmeyi bireyselleştirmesi ve oyunlaştırma teknikleriyle öğrencilerin motivasyonlarını artırması öne çıkmaktadır (Jarrah vd., 2025; Monroe & Nelson, 2003). Bu araçların kullanımı, öğrencilerin başarılarını ve öğrenme süreçlerini destekleme potansiyeline sahip olsa da farklı çalışmalarda bu araçların çeşitli yönlerine dikkat çekilmiştir. Örneğin, Kahoot! gibi oyunlaştırma araçlarının matematik derslerinde öğrenci motivasyonunu ve akademik başarıyı artırdığı görülmüş ve öğretmenlerin bu aracı etkili bir şekilde kullanabilmesi için özel eğitimler düzenlenmesi gerektiği önerilmiştir (Jarrah vd., 2025). GeoGebra, öğrencilerin matematiksel kavramları derinlemesine anlamalarını sağlayarak eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmiş, ancak öğretmenlerin pedagojik ve dijital becerilerini artırmalarının önemine vurgu yapılmıştır (Chytas vd., 2024; Siswanto vd., 2024).

Photomath, zorlu matematik problemlerine kapsamlı çözümler sunarak matematikte zorluk çeken öğrencilere yardımcı olup, onlara rekabet avantajı sağlayarak ve özellikle düşük başarı düzeyindeki öğrencilerin matematik okuryazarlığını artırmada etkili bir araç olarak öne çıkmış; ancak bağımlılık ve akademik kopya çekme gibi olumsuz etkilerin önlenmesi gerektiği belirtilmiştir (Pamungkas vd., 2024; Nurlaelah vd., 2024). Wolfram Alpha'nın doğrusal cebir ve matris matematiği gibi konularda problem çözme süreçlerini kolaylaştırdığı, öğrencilerin bağımsız öğrenme becerilerini desteklediği ve eleştirel düşünmeyi teşvik ettiği görülmüş, bu araçların kullanımında etik kaygılara ve eşit erişime dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Mahdalena, 2024; Saragi, 2024). Ayrıca, Symbolab gibi akıllı matematik çözücü uygulamalar, trigonometri denklemlerini çözmede başarıyı artırırken, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini olumsuz etkileyebilecek aşırı bağımlılık riskine karşı rehberli kullanımının önemine işaret edilmiştir (Paulin & Ndagijimana, 2024). Bunun yanı sıra, yapay zeka destekli sohbet robotlarının kişiselleştirilmiş öğrenme desteği sunduğu, ancak karmaşık problemlerde sınırlamalar gösterdiği ve

öğrencilerin bilişsel becerilerini geliştirmeleri için insan öğretmen rehberliğinin kritik olduğu ifade edilmiştir (Dahal vd., 2024).

Yapay zeka araçlarının eğitim sürecine entegre edilmesi, öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Cabugwason vd., 2024). Park (2020) yaptığı çalışmanın sonucunda, matematik eğitimi için yapay zekanın, öğrencilerin kişiselleştirilmiş öğrenimini desteklediğini, matematik öğretmenlerini tamamlayıcı bir rol üstlendiğini ve öğrencilerin yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal yönlerini de geliştiren bir teknoloji olduğunu belirtmiştir.

Yapay zeka teknolojilerinin eğitimde kullanımında sağlanan faydaların yanı sıra bazı dezavantajların da göz önünde bulundurulması önemlidir. Dezavantajlarına bakıldığında, bu araçların aşırı kullanımı, öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerini sınırlayabilir. Yapay zeka sistemleri, belirli yöntemlere odaklanarak farklı düşünme yollarını keşfetme fırsatını azaltabilir ve öğrencilerin bağımsızlık ile öz düzenleme becerilerinin gelişimini engelleyebilir (Voskoglou vd., 2020; Du Boulay, 2022). Ayrıca, öğrenci verilerinin toplanması, güvenlik ve gizlilik ihlalleri gibi sorunlara yol açabilir. Algoritmik önyargılar ise, eşitlik ve adalet açısından sakıncalar yaratabilir (Du Boulay, 2022). Sürekli dijital etkileşim ise öğrencilerin sosyal becerilerini ve empati yeteneklerini zayıflatabilir (Yeşilyurt, 2024).

Bu çalışmalar, yapay zeka araçlarının etkili bir şekilde kullanılabilmesi için öğretmenlerin dijital becerilerinin geliştirilmesi, araçların öğrencilerin bağımsız problem çözme becerilerini destekleyecek şekilde yapılandırılması ve etik kaygılar ile olası risklerin göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna ulaşmıştır.

Öneriler

Matematik eğitiminde yapay zekanın giderek artan önemi, bu teknolojinin öğrenme süreçlerine entegrasyonunun dikkatle planlanmasını gerektirmektedir. Yapay zeka araçları, öğrencilere ve öğretmenlere sunduğu geniş imkanlarla, ilkökul seviyesindeki temel matematik kavramlarından, türev ve integral gibi lise düzeyindeki ileri konulara kadar kapsamlı bir konu yelpazesini desteklemektedir. Yapay zeka destekli uyarlanabilir öğrenme sistemlerinin katılım ve öğrenme sonuçları üzerindeki olumlu etkisi, eğitimde teknolojinin entegrasyonunu daha da önemli hale getirmektedir (Saragi, 2024).

Bu bağlamda, öğretmenlerin pedagojik stratejilerini çeşitlendirerek, teknolojik araçları (örneğin Symbolab, Mathlabs, photomath gibi) derslerine entegre etmeleri önerilmektedir (Paulin & Ndagijimana, 2024). Ancak, bu araçların etkili kullanımı için öğretmenlerin pedagojik ve dijital becerilerinin geliştirilmesi kritik bir ihtiyaçtır (Kuchkarova, 2024). Öncelikle, öğretmenlerin bu araçları sadece teknik açıdan değil, pedagojik olarak da etkili şekilde kullanabilmeleri için hizmet içi eğitim olanakları artırılmalıdır. Bu eğitimlerde araçların hangi seviyelerde, hangi tür sorularda ve hangi kazanımlarla birlikte nasıl entegre edileceğine dair uygulamalı içerikler sunulmalıdır. Bu içeriklerde örnek ders planları, etkinlik tasarımları ve ölçme-değerlendirme önerileri yer almalıdır. Ayrıca yapay zeka araçlarını derslerinde aktif olarak kullanan öğretmenlerin deneyimlerini, örnek etkinliklerini ve karşılaştıkları sorunları paylaşabilecekleri çevrim içi topluluklar oluşturulmalıdır. Jarrah vd. (2025), öğretmenlerin bu teknolojilere hâkim olmasının sınıf içi uygulamalarda başarıyı artıracaklarını belirtmektedir. Bu nedenle öğretmenlere yönelik kapsamlı eğitim programları hazırlanmalı ve bu materyallerin sınıf içindeki kullanımına dair açıklamalar net bir şekilde sunulmalıdır. Wongtan'ın (2024) çalışmasında, Polya'nın problem çözme süreciyle uyumlu öğrenme etkinlikleri tasarımı, yapay zeka destekli matematik öğretimi için önemli bir çerçeve sunmaktadır. Bu doğrultuda önerilen stratejiler:

- Problem çözmenin her aşaması için uygun yapay zeka uygulamaları seçilmesi,
- Grup çalışmasını ve tartışmayı destekleyen etkinliklerin tasarlanması,
- Yapay zeka desteğinin kademeli olarak azaltılarak öğrencilerin bağımsız problem çözme becerilerinin geliştirilmesi.

Bu tür stratejiler, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirirken yapay zeka uygulamalarının etkisini artırabilir.

Yapay zeka matematiksel öğrenmeyi iyileştirme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak, bu teknolojinin uzun vadeli etkileri, farklı eğitim ortamlarındaki etkinliği ve teknolojiye aşırı bağımlılık gibi olası zorluklar da dikkate alınmalıdır (Mohamed vd., 2024). Örneğin, algoritmik önyargılar, veri gizliliği ve teknolojinin aşırı kullanımı, bu araçların dengeli bir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Du Boulay, 2022). Bu nedenle, yapay zeka araçlarının kullanımına dair düzenlemeler ve etik standartlar oluşturulmalıdır. Teknolojinin akıllıca kullanılmasını sağlamak ve öğretmenlerin eğitim sürecindeki önemli rolünü sürdürmek için teknolojinin eğitime entegrasyonuna iyi bir kontrol, öğretmen yardımı ve velilerle iş birliği eşlik etmelidir (Nurlaelah, 2024). Bu doğrultuda, velilere yönelik bilinçlendirme programları düzenlenmeli; ayrıca yapay zekâ tabanlı platformlarda veli takibini kolaylaştıran, kullanım sürecini izleyebilen sistemler geliştirilmelidir. Böylece, öğrencilerin ödevlerini tamamen bu platformlara yaptırması önlenerek, söz konusu araçları yalnızca öğrenme sürecini destekleyici bir yardımcı olarak kullanmaları sağlanabilir.

Üretken yapay zeka araçlarının sadece bireysel değil, işbirlikçi öğrenme süreçlerinde de kullanımı desteklenmeli; bu bağlamda GeoGebra gibi araçların sanal projeler ve grup çalışmalarıyla entegrasyonu

sağlanmalıdır (Tokay vd., 2024). Bu yaklaşım, öğrencilerin yalnızca bireysel değil, sosyal öğrenme becerilerinin de gelişmesine katkı sunacaktır. Öğrenciler arasında etkileşim artacak, işbirlikçi problem çözme ortamları oluşacaktır. Yapay zeka, eğitimi destekleyen bir araç olmanın ötesine geçmemelidir. Dahal vd. (2024) öğrencilerin bu araçları bağımsız problem çözme becerileri geliştirecek şekilde kullanmalarını teşvik etmenin önemini vurgulamaktadır. Öğretmen rehberliği, bu araçların sınıf ortamındaki etkinliğini artıracaktır. Lim vd. (2023) ise bu araçların avantaj ve dezavantajlarının sınıflarda tartışılmasının, yasaklamaktan daha sürdürülebilir bir yaklaşım olduğunu belirtmektedir. Bu sayede öğrenciler bu araçları daha bilinçli kullanarak eğitimlerine destek, zorlandıkları konularda bir yardımcı olarak kullanabilir. Örneğin, Photomath öğrencilerin cebir gibi zor konularda problem çözme becerilerini artırmada etkili bir rehber olarak kullanılabilirken, WolframAlpha matematiğin farklı dallarındaki problem çözme süreçlerini kolaylaştırmak için önerilmektedir (Zain, 2023; Rahayu vd., 2021). Dellermann vd. (2019), insan-yapay zeka hibrit zekasının, insan ve yapay zekanın güçlü yönlerini birleştirerek daha üstün eğitim sonuçları elde edilmesine olanak sağladığını belirtmektedir. Dellermann'ın önerdiği bu hibrit senaryoda, öğretmenlerin öğrencilerine yapay zeka araçlarını etkili bir şekilde kullanmayı öğretmesi, kritik bir görevdir. Bu nedenle, öğretmenlerin bu araçları tanımlarına yönelik eğitimler ve materyallerin geliştirilmesi gerekmekte ve yapay zeka araçlarının hangi seviyelerde, hangi konularda ve nasıl kullanılacağına dair daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Son olarak, bu alandaki uygulamaların etkililiğini ölçen deneysel çalışmalar desteklenmeli, araçların sınıf içi uygulama örnekleri yaygınlaştırılmalı, öğretmen ve öğrenci tutumları sistematik olarak değerlendirilmelidir. Literatürde bu yöndeki çalışmaların sınırlı olması, daha fazla uygulama temelli araştırmaya duyulan ihtiyacı göstermektedir (Nayıroğlu & Tutak, 2024).

Bilgilendirme

Bu çalışma daha önce hiçbir yerde sunulmamıştır.

Etik Kurul İzin Beyanı

Bu araştırmada doküman incelemesi yapılması nedeniyle Etik Kurul İzin gerekli olmayıp, araştırma sürecinde bilimsel araştırma ve yayın etik ilkelerine uyulmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan etmişlerdir.

Araştırmacı Katkı Beyanı

Çalışmada yer alan yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Kaynakça

- Acar, O. (2020). *Yapay zeka fırsat mı yoksa tehdit mi?*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Akdeniz, M., & Özdiñ, F. (2021). Eğitimde yapay zeka konusunda Türkiye adresli çalışmaların incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 912-932. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.938734>
- Alcalde, A. L. D., Catulong, D. R. P., Cabangbang, A. M. B., Catulong, K. M. A., & Miranda, A. C. (2024). Guided Symbolab Application (GSA): Intervention strategy in addressing the low-performing BSED math students in the LET enhancement assessment. *Psychology and Education: A Multidisciplinary Journal*, 17(5), 495-505. <http://doi.org/10.5281/zenodo.10701345>
- Anh, N. N. P., & Ngan, H. T. (2021). Artificial intelligence in mathematics education: An empirical study of using chatbot in teaching and learning mathematics at Vietnamese high schools. In *5th ASIA PACIFIC International Modern Sciences Congress* (pp. 306-317).
- Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay zeka ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.
- Baker, R. S. J. d., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3-17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3554657>
- Bulut, M. A., Davarcı, M., Bozdoğan, N. K., & Sarpkaya, Y. (2024). Yapay zekanın eğitim üzerindeki etkileri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 4(3), 976-986.
- Cabugwason, M. R., Galoy, R. M. P., Laoreno, B. G., Nobis Jr, M., & Valila, A. J. (2024). Math apps in math education: Experiences and challenges of pre-service teachers. *Ignatian International Journal for Multidisciplinary Research*, 2(5), 1909-1922. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11235604>
- Chen, L., Chen, P. ve Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- Chiu, T. K., 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*, 4, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Chytas, C., van Borkulo, S. P., Drijvers, P., Barendsen, E., & Tolboom, J. L. (2024). Computational thinking in secondary mathematics education with GeoGebra: Insights from an intervention in calculus lessons. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00141-0>
- Çetan, K., & Preethi, K. P. (2024). Yapay zeka tabanlı çok dilli chatbot: Kırsal topluluklarda yüksek öğrenimin geliştirilmesi. *Uluslararası Mühendislik ve Yönetim Bilimsel Araştırma Dergisi (IJSREM)*, 8(7), 1-5. <https://doi.org/10.55041/IJSREM36726>
- Dabingaya, M. (2022). Analyzing the effectiveness of AI-powered adaptive learning platforms in mathematics education. *Interdisciplinary Journal Papier Human Review*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.47667/ijphr.v3i1.226>
- Dahal, N., Luitel, B. C., & Pant, B. P. (2024). Exploring capabilities and limitations of generative AI chatbots in solving math algorithm problems. In *The 15th International Congress on Mathematical Education* (pp. 1-4).
- Dellermann, D., Ebel, P., Söllner, M., & Leimeister, J. M. (2019). Hybrid intelligence. *Business & Information Systems Engineering*, 61, 637-643. <https://doi.org/10.1007/s12599-019-00595-2>
- Demircioğlu, E., Yazıcı, C., & Demir, B. (2024). Yapay zeka destekli matematik eğitimi: Bir içerik analizi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(106), 771-785. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11109449>
- Dhivya, M. L., & Ramakrishnan, N. (2024). The extent of mobile application usage for learning mathematics among higher secondary students. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(5), 6272-6278. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.3930>
- du Boulay, B. (2023). Artificial intelligence in education and ethics. In *Handbook of open, distance and digital education* (pp. 93-108). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_6
- Efendi, M. A., Panglipur, I. R., & Murtinasari, F. (2024). Identifying the use of artificial intelligence in math learning based on learning outcomes. *At-Ta'lim Jurnal Pendidikan*, 10(2), 53-59. <https://doi.org/10.55210/attalim.v10i2.1689>
- Erdurmuş, M. (2023). Yapay zekanın sanat eğitiminde kullanılmasına yönelik bir uygulama örneği [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Erümit, A. K., Calap, T., Çolak, A. F., Yavuz, S., & Aydın, E. (2020). Okullarda yapay zeka öğretimi. V. Nabiye & A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zeka: kuramdan uygulamaya*. Pegem Akademi.

- Güzey, C., Çakır, O., Athar, M. H., & Yurdaöz, E. (2023). Eğitimde yapay zeka üzerine gerçekleştirilmiş araştırmalardaki eğilimlerin incelenmesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 67-78. <https://doi.org/10.53694/bited.1060730>
- Harper, F., Stumbo, Z., & Kim, N. (2021). When Robots invade the neighborhood: Learning to teach prek-5 mathematics leveraging both technology and community knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 21(1), 19-52.
- Hu, Y., Li, Q., & Hsu, S. W. (2022). Interactive visual computer vision analysis based on artificial intelligence technology in intelligent education. *Neural Computing and Applications*, 34(12), 9315-9333. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06285-z>
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and Systematic Review. *Mathematics*, 9 (6), 584. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Jarrah, A. M., Wardat, Y., Fidalgo, P., & Ali, N. (2025). Gamifying mathematics education through Kahoot: Fostering motivation and achievement in the classroom. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 20(10). <https://doi.org/10.58459/rptel.2025.20010>
- Kara, E. (2024). 21. Yüzyıl Matematik eğitiminde yapay zeka: teknolojik dönüşümde global stratejiler. *Çocuk ve Medeniyet Dergisi*, 9(15), 8-43.
- Karabıyık, Ü. (2024). Matematik eğitiminde yenilikçi bir yaklaşım: ChatGPT'nin rolü. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 26–46. <https://doi.org/10.29065/usakead.1393487>
- Kim, K. J., & Han, H. J. (2021). A design and effect of maker education using educational artificial intelligence tools in elementary online environment. *Journal of Digital Convergence*, 19(6), 61-71. <https://doi.org/10.14400/JDC.2021.19.6.061>
- Kuchkarova, A. (2024). Harnessing technology: geogebra and its influence on high school mathematics learning outcomes. *Science and innovation*, 3(A7), 95-98. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13141604>
- 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. <https://doi.org/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.
- Lingefjärd, T. (2024). Empowering mathematics education through programming. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 4(1). <https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/13847>
- Mahdalena, M. (2024). Using Wolfram Alpha for Assistance in the Learning of Linear Algebra.
- MEB (2024). Milli Eğitim Bakanlığı öğretim programları. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari>. 20.03.2025 tarihinde erişilmiştir.
- McCarthy, J. (2007). From here to human-level AI. *Artificial Intelligence*, 171(18), 1174-1182. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2007.10.009>
- McKenzie, A., Lochead, K., Weaver, K. D., Byl, L., Birmingham, C., Piatek, J., Holmes, T., & Anderson, S. (2024). Generative artificial intelligence (GenAI) overview. University of Waterloo Associate Vice-President, Academic Standing Committee on New Technologies, Pedagogies, and Academic Integrity.
- Mohamed, M. A., Said, A. A., Hassan, H., El Sayed, M. M., Abdelhamid, M. G., Shehata, M. S., ... & Ali, Y. M. (2024). Applications of artificial intelligence in teaching mathematics for the second preparation year in Egyptian official language schools. *Ain Shams University, Faculty of Education, Bachelor of Science and Education Mathematics*, 1, 77-94.
- 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), <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Mosher, M. A., Dieker, L. A., & Hines, R. (2024). The past, present and future use of artificial intelligence in teacher Education. *Journal of Special Education Preparation*, 4(2), 6-17. <https://doi.org/10.33043/8aa9855b>
- Nabiyev, V. & Erümit, A. K. (2020), *Eğitimde yapay zeka: kuramdan uygulamaya*. Pegem Akademi
- Nayiroğlu, B., & Tutak, T. (2024). Matematik öğretiminde yapay zekanın rolü: eğitimde kullanılan araçların incelenmesi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 11(1), 65-78. <https://doi.org/10.33907/turkjes.1415591>
- Nurlaelah, E., Sudihartini, E., & Putri, D. N. (2024, September). Application of artificial intelligence photomath in learning mathematics. *In International Conference on Learning Community*, 1(1), 548-556.
- Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
- Özkan, U. B. (2019). Eğitim bilimleri araştırmaları için doküman inceleme yöntemi. *Ankara: Pegem Akademi*.
- Park, M. (2020). Applications and possibilities of artificial intelligence in mathematics education. *Communications of Mathematical Education*, 34(4), 545–561.

- Paulin, M., & Ndagijimana, J. B. (2024). Effectiveness of the symbolab calculator in improving second year science and mathematics students ability to solve trigonometric equations. *East African Journal of Education and Social Sciences*, 4(6), 10-46606.
- Pamungkas, R. G., Wardono, W., & Agoestanto, A. (2024). Mathematical Literacy and curiosity through creative problem solving learning using the PMRI Approach Assisted by Photomath. *Didactical Mathematics*, 6(2), 304-313. <https://doi.org/10.31949/dm.v6i2.10822>
- Rahayu, A. M., Badruzzaman, F. H., & Harahap, E. (2021). Pembelajaran aljabar melalui aplikasi wolfram alpha. *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, 20(1), 51-58.
- Rizos, I., Foykas, E., & Georgakopoulos, S. (2024). Enhancing mathematics education for students with special educational needs through generative AI: A case study in Greece. *Contemporary Educational Technology*. <https://doi.org/10.30935/cedtech/15487>.
- Salas-Pilco, S. Z., & Yang, Y. (2022). Artificial intelligence applications in Latin American higher education: a systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(21). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00326-w>
- Saragi, A. P. (2024). Systematic literature review: Pemanfaatan Aplikasi wolfram alpha pada pembelajaran matriks. *Journal of International Multidisciplinary Research*, 2(5), 113-117.
- Shin, B., Ryu, K., Kim, K., Kang, S., & Joo, J. (2024). A study on exploring strategies for developing digital literacy using generative AI: Focusing on the development of mathematics teaching and learning materials based on ChatGPT. *Korean School Mathematics Society*. <https://doi.org/10.30807/ksms.2024.27.2.003>.
- Siswanto, D. H., Tanikawa, K., Alghiffari, E. K., Limori, M., & Aprilia, D. D. (2024). A Systematic Review: Use of GeoGebra in Mathematics Learning at Junior High School in Indonesia and Japan. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 7(1), 1-20. <http://dx.doi.org/10.21043/jpmk.v7i1.26201>
- Taktak, M. (2024). Transformation of the teaching profession in Turkey with ChatGPT: Opportunities and challenges. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 1595-1613.
- Tokay, I., Agar, S., & Elmas, M. (2024). The significance of artificial intelligence in university education system and course syllabuses. *Creative Education*, 15(5), 739-749. <https://doi.org/10.4236/ce.2024.155045>
- Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2003(24), 234-243.
- Voskoglou, M. G., & Salem, A.-B. M. (2020). Benefits and limitations of the artificial with respect to the traditional learning of mathematics. *Mathematics*, 8(4), 611. <https://doi.org/10.3390/math8040611>
- Wang, T., Lund, B. D., Marengo, A., Pagano, A., Mannuru, N. R., Teel, Z. A., & Pange, J. (2023). Exploring the potential impact of artificial intelligence (AI) on international students in higher education: Generative AI, chatbots, analytics, and international student success. *Applied Sciences-Basel*, 13(11), 6716. <https://doi.org/10.3390/app13116716>
- Wongthan, J., (2024). Development of learning activities using Polya's problem-solving process integrated with artificial intelligence applications to enhance mathematical problem-solving ability on the topic of systems of linear equations in two variables for grade 9 students. *Independent Study Report*. Graduate School, Naresuan University, Mathematics Education Program.
- Woolf, B. P. (2009). Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning. *San Francisco, CA: Morgan Kaufmann*
- Xu, Y., Liu, X., Cao, X., Huang, C., Liu, E., Qian, S., Liu, X., Wu, Y., Dong, F., Qiu, C. W., Qiu, J., Hua, K., Su, W., Wu, J., Xu, H., Han, Y., Fu, C., Yin, Z., Liu, M., ... Zhang, J. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *In Innovation*, 2(4). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100179>
- Yeşilyurt, S., DüNDAR, R. & Aydın, M. (2024). Sosyal bilgiler eğitimi alanında lisansüstü eğitimini sürdüren öğrencilerin yapay zeka hakkındaki görüşleri. *Asya Studies*, 8(27), 1-14. <https://doi.org/10.31455/asya.1406649>
- Yılmaz, A. (2023). Fen bilimleri eğitiminde dijital uygulamalar, yapay zeka ve akıllı yazılımlar: Tehditler ve fırsatlar. *Matematik ve Fen Bilimleri Üzerine Araştırmalar-II (1-20)*. Gaziantep: Özgür Yayınları.
- Yu, H., & Guo, Y. (2023). Generative artificial intelligence empowers educational reform: current status, issues, and prospects. *Frontiers in Education*, 8, 1183162. [Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/educ.2023.1183162](https://doi.org/10.3389/educ.2023.1183162)
- Zain, I. N. M., Setambah, M. A. B., Othman, M. S., & Hanapi, M. H. M. (2023). Use of photomath applications in helping improving students' mathematical (algebra) achievement. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(2), 85–87. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.2.601>