



## An Overview of Artificial Intelligence Use in Mathematics Instruction

Veli TOPTAŞ<sup>1</sup>

### Abstract

Artificial intelligence is one of the subjects that has garnered much attention in the sphere of education globally due to recent technological advancements. Artificial intelligence can be used in many educational disciplines, such as learning and teaching mathematics. Artificial intelligence can make various contributions to mathematics teaching for teachers and students. In this context, the study aims to provide a general overview of the use of artificial intelligence in mathematics teaching and to make inferences for educational practices by discussing this subject. The study is a compilation in the form of a literature review. As a result of the research, it has been seen that artificial intelligence contributes to mathematics teaching by providing students with personalized support and the opportunity to cope with the problems encountered, providing students with instant responses and enabling formative assessment practices, providing educators with data for decisions that will provide valuable information about student learning behaviors and the effectiveness of teaching, and developing students' affective characteristics. Additionally, it has been concluded that artificial intelligence-based calculation applications, artificial intelligence-based drawing applications, intelligent teaching systems, assistants, and artificial intelligence-supported games, exercises, and assessment applications are used in mathematics teaching.

### Key Words

Mathematics Instruction  
Artificial Intelligence  
Review  
Education

### About Article

Sending date: 08.06.2024  
Acceptance date: 04.12.2024  
E-publication date: 31.12.2024

<sup>1</sup> Prof. Dr., Kırıkkale University Faculty of Education, Türkiye, [vtoptas@gmail.com](mailto:vtoptas@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8852-1852>

## Introduction

Technological advancements in our digital environment have impacted human life. Due to these advancements, many new tools and equipment have started to be employed in many aspects of life. One of these tools is artificial intelligence tools. Artificial intelligence is seen as one of the most critical technologies in the world today (Kobilov et al., 2021). Artificial intelligence, imitating human intelligence and behavior, is spreading rapidly daily and professionally. Artificial intelligence tools attract significant attention in many areas, such as education, medicine, art, social, economic, military, law, politics, and agriculture. This study discusses using artificial intelligence in education, specifically in mathematics teaching.

### 1. *Artificial Intelligence*

Intelligence is known as the totality of human abilities and skills such as thinking, reasoning, learning, visualizing concepts and objects in mind, perceiving objective facts, judging, drawing conclusions, controlling the body, perceiving emotions correctly, evaluating them, and inventing (TDK [in English the Turkish Language Association], 2022a). On the other hand, unlike natural intelligence, artificial intelligence is expressed as intelligence created by software (Padmaja et al., 2022). There are many definitions in the literature on artificial intelligence. The Turkish Language Association defines artificial intelligence as "the ability of a computer, a robot under computer control, or a programmable device to exhibit functions similar to humans, such as perception, learning, reasoning, decision-making, problem-solving, communication, etc." (TDK, 2022b). Additionally, in the literature, definitions such as "the ability of a computer or a computer-controlled machine to perform tasks related to higher mental processes such as reasoning, inferring, generalizing, and learning from past experiences, which are generally assumed to be human-specific qualities" (Nabiyev, 2021: p. 27); "the ability to perform mental processes that humans or some living things have, such as decision-making, inferring, generalizing, learning, and benefiting from experiences, using computers, software, and integrated chips" (Elmas, 2021: p. 26) and "the general name given to computer-controlled technology for the realization of human-specific behaviors such as feeling, thinking, decision-making, reasoning, learning, etc., created with completely artificial tools without the use of any living organism and capable of exhibiting human-like behaviors and movements" (Nabiyev & Erümit, 2022: p. 2) are encountered for artificial intelligence. As can be seen, all definitions of artificial intelligence emphasize the ability of technological tools to perform human-specific behaviors or mental processes.

Although artificial intelligence tools are described with human characteristics, whether these tools are as good as human intelligence and their effects on humans have been debated. Researchers may comment that artificial intelligence will be behind or ahead of human intelligence or that artificial intelligence will harm or support human life. Although the debates continue, many groups believe that artificial intelligence tools will positively contribute to humans. For example, scientific studies indicate that artificial intelligence's ability to process data quickly and accurately allows for more conscious and intelligent decisions (Ilham et al., 2024).

When we look at the journey of artificial intelligence in history, it is noticeable that the ideas and inventions that paved the way for artificial intelligence date back centuries. For example, it is stated that the first conceptualization of artificial intelligence was made by Ramon Llull in 1308, and that Ramon Llull produced a paper disk in the form of a mechanism called "Ars Magna". It is stated that this mechanism was produced to assist the human mind in the decision-making process and is considered one of the first studies in the field of artificial intelligence as an automatic decision-support system (Erümit et al., 2022). On the other hand, it is known that the term artificial intelligence was first used by John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, and Claude Shannon at the Dartmouth conference held in New Hampshire in the summer of 1956 (Erümit et al., 2022; Oliveira & Figueiredo, 2024). It is stated that artificial intelligence was accepted as a new field of study at the same conference (Erümit et al., 2022). There have been many developments in artificial intelligence in recent years. Especially in recent years, with the proliferation of digital tools, many hardware, and software that appeal to various fields within the scope of artificial intelligence have been produced.

## **2. *The Use of Artificial Intelligence in Education***

One of the areas where artificial intelligence technology attracts the most attention is education. Students and teachers frequently use artificial intelligence in formal and informal learning environments. Artificial intelligence is increasingly important in educational practices in our country. Additionally, many countries worldwide now include artificial intelligence in their future visions and curricula.

It is emphasized that integrating artificial intelligence with education will create new opportunities to increase the quality of teaching and learning (Bakti et al., 2023). It is stated that the general purpose of using artificial intelligence technologies in education is to support learning, offer new learning environments, and contribute to the quality and qualification of education by making it the most efficient, as in other technologies. Additionally, it is stated that one of the purposes of these technologies is to ensure that students learn the logic of artificial intelligence technologies, how to design them, and how to use them to create knowledge and experience for the future processes of their learning experiences, and another purpose is to try to understand how the learning behavior specific to humans occurs and to provide this feature to machines (Korucu and Biçer, 2022). Today, this technology can be integrated into the teaching of many disciplines.

## **3. *The Use of Artificial Intelligence in Mathematics Instruction***

Artificial intelligence technology can be frequently used in mathematics teaching practices at many levels. Students have individual differences. Dealing with each student individually and responding to their different learning styles and experiences can require much time and effort. At this point, artificial intelligence technologies can address the learning needs of each student in the mathematics teaching-learning processes. The advancement of artificial intelligence technology offers the opportunity to diagnose individual students' learning problems and cope with the problems encountered by providing personalized support to maximize their learning performance in mathematics lessons (Hwang and Tu, 2021).

On the other hand, one of the positive aspects of artificial intelligence is that learning tools provide instant responses to students and enable formative assessment practices. Real-time feedback mechanisms and formative assessment practices encourage metacognitive skills and self-regulation by allowing students to actively participate in their learning journey (Luzano, 2024).

It is also noted that artificial intelligence technologies contribute to mathematics teachers (Park, 2020). Data-based decision-making facilitated by artificial intelligence analytics can encourage continuous improvement and innovation in mathematics education by providing educators with valuable information about student learning behaviors and the effectiveness of teaching (Luzano, 2024). Thanks to the data from artificial intelligence tools, teachers can quickly obtain detailed information about whether their students have achieved their mathematics learning goals and progress in mathematics learning and teaching.

Additionally, artificial intelligence applications can support students who struggle with learning mathematics. Studies are being carried out worldwide to diagnose or treat dyscalculia using machine learning algorithms in mathematics learning-teaching processes (Dhingra et al., 2021; Giri et al., 2020; Hewapathirana et al., 2021).

In general, scientific research supports the contributions of artificial intelligence to students' cognitive fields in mathematics learning and teaching processes. For example, Hwang (2022) examined the general effect size of 30 different independent studies in his scientific research and revealed that using artificial intelligence positively and significantly affects the mathematics achievement of primary school students.

Additionally, scientific studies emphasize that using artificial intelligence in mathematics learning and teaching improves students' affective characteristics (Park, 2020). Students' use of artificial intelligence technology-supported tools can positively affect their interest, desire, and attitude toward mathematics lessons. A study conducted by Inoferio et al. (2024) found that artificial intelligence applications increase students' self-confidence in learning mathematics and alleviate their anxiety.

#### ***4. Artificial Intelligence-Supported Tools that Can Be Used in Teaching Mathematics***

Artificial intelligence tools that can be used in teaching mathematics include artificial intelligence-based calculation applications, artificial intelligence-based drawing applications, intelligent teaching systems, assistants, and other artificial intelligence-supported digital applications (Mondal et al., 2019; Öngöz, 2022; Vaerenbergh and Pérez-Suay, 2021).

##### **4.1. Artificial Intelligence-Based Computing Applications**

Applications that assist in calculations, such as Photomath, Mathway, Microsoft Math Solver, and Socratic by Google and Symbolab, are known as artificial intelligence-based calculation applications (Booc et al., 2023; Capinding, 2023; Vaerenbergh and Pérez-Suay, 2021). These applications can solve mathematical operations, problems, or equations by perceiving the image or text. The most significant advantage of such applications is that they can show the solution steps in detail. On the other hand, there are also discussions that these applications accustom students to laziness. Therefore, using such applications for reinforcement and complementary purposes in certain sections of the mathematics learning process can be recommended.

##### **4.2. Artificial Intelligence-Based Drawing Applications**

Mathematics is a field in which shapes and geometric concepts also have an essential place. Artificial intelligence-supported drawing programs can be developed to teach and learn how to draw geometric shapes and equations. Digital tools can perceive information about shapes and draw shapes related to them. For example, these applications can display the shape given the location information in the coordinate system on the screen. On the other hand, some artificial intelligence-supported applications can perceive ready-drawn shapes and present information about them. Some applications can also compare the drawn ones with the correct drawings and give feedback about the wrong places or suggest estimated visuals for the drawings. Thanks to such applications, students can reinforce with drawings of geometric shapes, and teachers support teaching. In their research, Kanvaria and Suraj (2024) found that using artificial intelligence-based automatic drawing programs in teaching mathematics significantly increased the academic success of middle school students.

##### **4.3. Intelligent Tutoring Systems**

Intelligent tutoring systems are also known as innovative tutoring systems. They are among the most well-known artificial intelligence tools in mathematics learning-teaching processes. These systems are artificial intelligence-based computer programs that can imitate and perform the tasks of a human educator (Adelana and Akinyemi, 2021). In other words, these systems are pedagogical computer programs that know who they are teaching, what they are teaching, and how they should teach (Akpınar, 1999). The basic logical architecture of the intelligent tutoring system generally consists of three basic modules: student, teacher, and knowledge (Chen, 2022). In the intelligent tutoring system, the student is personally guided according to their situation in that subject, and feedback is given to the student about what they have done.

##### **4.4. Assistants**

Voice or written assistants such as ChatGPT, Google Assistant, and Bard can be listed among the AI-supported assistant tools. With the widespread use of assistant tools for general use, these tools have also begun to be used in the mathematics learning-teaching processes. These tools can help users or students answer mathematical questions (Govender, 2023; Remoto, 2024). It is stated that these tools serve as a “guide” and “math friend” with step-by-step explanations and personalized help (Inoferio et al., 2024). On the other hand, the sources of information provided by assistants produced for general use may not be reliable. Therefore, it is recommended that assistants developed explicitly for the course and whose source of information is reliable be used to be more helpful.

##### **4.5. Other Digital Applications Powered by Artificial Intelligence**

Other AI-supported applications that can be used in mathematics learning-teaching processes include applications developed for games, exercises, and assessments. For example, platforms such as Prodigy and Mathletics can help create interactive, game-like experiences by making mathematics fun and interesting using artificial intelligence (AI) algorithms (Soshal, 2023).

Additionally, artificial intelligence-supported tools for teaching every discipline and mathematics have been developed recently. Examples include digital or robot teachers, intelligent toys, teacher assistant tools, interactive digital books, simulation applications, and museum assistant tools.

### 5. Conclusion

Artificial intelligence techniques have recently gained popularity in all areas of education, including applications for teaching mathematics. Artificial intelligence is the ability of technological tools to perform human-specific behaviors or mental processes. The contributions of artificial intelligence in mathematics teaching can be listed as providing personalized support and the opportunity to cope with the problems encountered, providing students with instant responses and enabling formative assessment applications, and providing educators with data for decisions that will provide valuable information about student learning behaviors and the effectiveness of teaching, and developing students' affective characteristics. Additionally, artificial intelligence-based calculation applications, artificial intelligence-based drawing applications, intelligent teaching systems, assistants, and artificial intelligence-supported games, exercises, and assessment applications can be given as examples of artificial intelligence tools that can be used in mathematics teaching. On the other hand, it should be remembered that artificial intelligence tools cannot completely replace teachers. They should be used in a supportive and complementary way for teaching.

Additionally, new artificial intelligence tools are being produced for mathematics education daily. It is only sometimes possible to keep up with their speed. Studies can be recommended to benefit education stakeholders from newly developed applications. For example, information can be provided about introducing reliable artificial intelligence tools that experts have tested.

### References

- Adelana, O. P. & Akinyemi, A. L. (2021). Artificial intelligence-based tutoring systems utilization for learning: A survey of senior secondary students' awareness and readiness in Ijebu-ode, Ogun State. *UNIZIK Journal of Educational Research and Policy Studies*, 9, 16-28. <https://unijerps.org/index.php/unijerps/article/view/193>
- Akpınar, Y. (1999). Zeki öğretim sistemleri. *Eğitim ve Bilim*, 23(112), 35-39.
- Bakti, I. K., Zulkarnain, Z., Yarun, A., Rusdi, R., Syaifudin, M., & Syafaq, H. (2023). The Role of artificial intelligence in education: A Systematic literature review. *Jurnal Iqra': Kajian Ilmu Pendidikan*, 8(2), 182-197. <https://doi.org/10.25217/ji.v8i2.3194>
- Booc, N. B., Sobremisana, K., Ybañez, A., Tolosa, R., Ladroma, S. M., & Caparoso, K. M. (2023). Artificial intelligence-powered calculator application usage in mathematics summative assessments. *Iconic Res. Eng. J*, 6(10), 446-474. <https://www.irejournals.com/formatedpaper/17042661.pdf>
- Capinding, A. T. (2023). Revolutionizing pre-calculus education: Photomath's AIpowered mathematics tutorship. *Problems of Education in the 21st Century*, 81(6), 758-775. <https://doi.org/10.33225/pec/23.81.758>
- Chen, B. (2022). Design of piano intelligent teaching system based on neural network algorithm. *Mobile Information Systems*. <https://doi.org/10.1155/2022/5991124>
- Dhingra, K., Garg, A., & Pujari, J. (2021). Identification of dyscalculia using supervised machine learning algorithms. *2021 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)* içinde (s. 1331-1337). IEEE.
- Elmas, Ç. (2021). Yapay zekâ uygulamaları yapay sinir ağı makine öğrenmesi derin öğrenme derin ağlar *bulanık mantık sinirsel bulanık mantık genetik algoritma* (5. Baskı). Seçkin.
- Erümit, A. K., Calap, T., Çolak, A. F., Yavuz, S., & Aydın, (2022). Okullarda yapay zekâ öğretimi. V. Nabiyeve A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde (3. Baskı, s. 85-112). Pegem Akademi.
- Giri, N., Saini, T., Bhole, K., Bhosale, A., Shetty, T., Subramanyam, A., & Shelke, S. (2020). Detection of dyscalculia using machine learning. *2020 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)* içinde (s. 1-6). IEEE.

- Govender, R. (2023). The impact of artificial intelligence and the future of ChatGPT for mathematics teaching and learning in schools and higher education. *Pythagoras*, 44(1), a787.
- Hewapathirana, C., Abeyasinghe, K., Maheshani, P., Liyanage, P., Krishara, J., & Thelijjagoda, S. (2021). A mobile-based screening and refinement system to identify the risk of dyscalculia and dysgraphia learning disabilities in primary school students. 2021 10th International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAfS) içinde (s. 287-292). IEEE.
- Hwang, S. (2022). Examining the effects of artificial intelligence on elementary students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Sustainability*, 14, 13185. <https://doi.org/10.3390/su142013185>
- 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), 1-19. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Inoferio, H. V., Espartero, M. M., Asiri, M. S., Damin, M. D. & Chavez, J. V. (2024). Coping with math anxiety and lack of confidence through AI-assisted Learning. *Environment and Social Psychology*, 9(5), 1-14. <https://doi.org/10.54517/esp.v9i5.2228>
- Ilham, R., Giatman, M. & Maksun, H. (2024). Artificial intelligence research in education: A bibliometric analysis. *Journal on Education*, 6(2), 13467-13479. <https://www.jonedu.org/index.php/joe/article/view/5199>
- Kanvaria, V. K. & Suraj, M. T. (2024). The role of AI in mathematics education: Assessing the effects of an 'Auto Draw' webtool on middle-level achievement. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 12(1), 49-55. <https://tojnih.net/journals/tojdel/articles/v12i01/v12i01-07.pdf>
- Kobilov, A. U., Abdulakhatov, M. M. U. & Jaloliddinova, M. S. Q. (2021). Peculiarities of the use of artificial intelligence in the educational process. *Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari*, 1(3), 32-37. <https://dgeconomy.tsue.uz/index.php/dgeco/article/download/35/34>
- Korucu, A. T. & Biçer, H. (2022). Eğitimde yapay zekanın rolleri ve eğitsel yapay zeka uygulamaları. V. Nabyev ve A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde (3. Baskı, s. 37-56). Pegem Akademi.
- Luzano, J. F. P. (2024). Assessment in mathematics education in the sphere of artificial intelligence: A systematic review on its threats and opportunities. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research (IJAMR)*, 8(2), 100-104.
- Mondal, A., Mukherjee, A. & Garain, U. (2019). Intelligent monitoring and evaluation of digital geometry figures drawn by students. S. Bhattacharyya, I. Pan, A. Das ve S. Gupta (Ed.), içinde *Intelligent Multimedia Data Analysis* (s. 95-120). Walter de Gruyter.
- Nabyev, V. (2021). *Yapay zekâ derin öğrenme stratejili oyunlar örüntü tanıma doğal dil işleme* (6. Baskı). Seçkin.
- Nabyev, V. & Erümit, A. K. (2022). Yapay zekanın temelleri. V. Nabyev ve A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde (3. Baskı, s. 1-35). Pegem Akademi.
- Oliveira, A. L. & Figueiredo, M. A. T. (2024). Artificial intelligence: Historical context and state of the art. Sousa Antunes, H., Freitas, P. M., Oliveira, A. L., Martins Pereira, C., Vaz de Sequeira, E. ve Barreto Xavier, L. (Ed.), *Multidisciplinary perspectives on artificial intelligence and the law* içinde (s.3-24). Switzerland: Springer
- Öngöz, S. (2022). Yapay zekâ teknolojisinin kullanıldığı yeni nesil öğretim materyalleri. V. Nabyev ve A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde (3. Baskı, s.57-84). Pegem Akademi.
- Padmaja, M., Shitharth, S., Prasuna, K., Chaturvedi, A., Kshirsagar, P. R., & Vani, A. (2022). Grow of artificial intelligence to challenge security in IoT application. *Wireless Personal Communications*, 127(3), 1829-1845. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08725-4>
- Park, M. (2020). Applications and possibilities of artificial intelligence in mathematics education. *Communications of Mathematical Education*, 34(4), 545-561. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2020.34.4.545>
- Remoto, J. P. (2024). ChatGPT and other AIs: Personal relief and limitations among mathematics-oriented learners. *Environment and Social Psychology*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.54517/esp.v9i1.1911>

Soshal, J. T. (2023). Synergies of Artificial Intelligence and Mathematics: A Study. *Journal Global Values*, 14(2023), 156-162. <https://doi.org/10.31995/jgv.2023.v14iS3.019>

TDK (Türk Dil Kurumu)(2022a). Zekâ. <https://sozluk.gov.tr/>

TDK (Türk Dil Kurumu)(2022b). Yapay zekâ. <https://sozluk.gov.tr/>

Vaerenbergh, S. V. & Pérez-Suay, A. (2021). A classification of artificial intelligence systems for mathematics education. P. R. Richard, P. Véléz, S. Van Vaerenbergh (Eds.) içinde *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence*. Springer Nature.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)





## Matematik Öğretiminde Yapay Zekâ Kullanımına Genel Bir Bakış

Veli TOPTAŞ<sup>1</sup>

### Öz

Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler ile birlikte dünya çapında eğitim alanında büyük ilgi gören konulardan biri yapay zekâ olmuştur. Yapay zekâ, eğitimin birçok disiplinde olduğu gibi matematik öğrenme öğretme süreçlerinde de kullanılabilir. Matematik öğretiminde yapay zekânın öğretmen ve öğrenciye çeşitli katkıları bulunabilmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, matematik öğretiminde yapay zekâ kullanımına genel bir bakış sunmak ve bu konuyu tartışarak eğitim uygulamalarına yönelik çıkarımlarda bulunmaktır. Çalışma literatür taraması şeklinde derleme türündedir. Araştırma sonucunda, yapay zekânın matematik öğretiminde; öğrencilere kişiselleştirilmiş destek sağlayarak karşılaşılan problemlerle baş etme fırsatı sunması, öğrencilere anında yanıt vermesi ile biçimlendirici değerlendirme uygulamalarına olanak sağlaması, eğitimcilere öğrenci öğrenme davranışları ile öğretimin etkinliği hakkında değerli bilgiler verecek kararlar için veriler sunması ve öğrencilerin duyuşsal özelliklerini geliştirmesi gibi katkıları olduğu görülmüştür. Ayrıca matematik öğretiminde yapay zekâ tabanlı hesaplama uygulamaları, yapay zekâ tabanlı çizim uygulamaları, zeki öğretim sistemleri, asistanlar ve yapay zekâ destekli oyun, alıştırma ve değerlendirme uygulamaları gibi yapay zekâ destekli araçların kullanımının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### Anahtar Kelimeler

Matematik öğretimi  
Yapay zekâ  
Derleme  
Eğitim

### Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 08.06.2024  
Kabul Tarihi: 04.12.2024  
E-Yayın Tarihi: 31.12.2024

<sup>1</sup> Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Türkiye, [vtoptas@gmail.com](mailto:vtoptas@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8852-1852>



## Giriş

Dijitalleşen dünyamızda yaşanan teknolojik gelişmeler insan yaşamını etkilemiştir. Yaşanan gelişmeler ile birlikte birçok yeni araç gereç hayatın çeşitli alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu araçlardan biri de yapay zekâ araçlarıdır. Yapay zekâ günümüzde dünyanın en önemli teknolojilerinden biri olarak görülmektedir (Kobilov ve diğerleri, 2021). İnsan zekâsı ile davranışlarının taklidi olarak bilinen yapay zekâ, günlük ve mesleki hayatta hızlıca yayılmaktadır. Yapay zekâ araçları eğitim, tıp, sanat, sosyal, ekonomi, askeri, hukuk, siyasi ve tarım gibi birçok alanda büyük ilgi görmektedir. Bu çalışmada yapay zekânın eğitimde ve özelde de matematik öğretiminde kullanımı ele alınmıştır.

### 1. Yapay Zekâ

Zekâ, insanın düşünme, akıl yürütme, öğrenme, kavramları ve nesnelere zihinde canlandırabilme, objektif gerçekleri algılama, yargılama, sonuç çıkarma, bedeni kontrol edebilme, duyguları doğru algılayabilme, değerlendirebilme, icat edebilme gibi yeteneklerinin ve becerilerinin tamamı olarak bilinmektedir (TDK, 2022a). Yapay zekâ ise doğal zekânın aksine yazılımların ortaya çıkardığı bir zekâ olarak ifade edilmektedir (Padmaja ve diğerleri, 2022). Yapay zekâ üzerine literatürde birçok tanım yapıldığı görülmektedir. Türk Dil Kurumu yapay zekâyı “Bir bilgisayarın, bilgisayar kontrolündeki bir robotun veya programlanabilir bir aygıtın insana benzer biçimde algılama, öğrenme, fikir yürütme, karar verme, sorun çözme, iletişim kurma vb. işlevleri sergileyebilme yeteneği” (TDK, 2022b) olarak tanımlamaktadır. Ayrıca literatürde yapay zekâya yönelik, “Bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği” (Nabiyev, 2021: s. 27); “Karar verme, anlam çıkartma, genelleme, öğrenme ve deneyimlerden yararlanma gibi insanların ya da bazı canlıların sahip olduğu zihinsel süreçleri bilgisayarlar, yazılımlar, tümleşik yongalar kullanarak gerçekleştirme yeteneği” (Elmas, 2021: s. 26) ve “Herhangi bir canlı organizmadan faydalanılmaksızın, tamamen yapay araçlar ile oluşturulan, insan benzeri davranışlar ve hareketler sergileyebilen insana özgü, hissetme, düşünme, karar verme, muhakeme yürütme, öğrenme vb. davranışların gerçekleştirilmesi için bilgisayar denetimli teknolojiye verilen genel ad” (Nabiyev ve Erümit, 2022: s. 2) gibi tanımlamalar ile karşılaşılmaktadır. Görüldüğü gibi yapay zekâ ile ilgili tüm tanımlamalar, teknolojik araçların insana özgü davranışları ya da zihinsel süreçleri gerçekleştirebilme yeteneğine vurgu yapmaktadır.

Yapay zekâ araçları her ne kadar insan özellikleriyle betimlense de bu araçların insan zekâsı kadar iyi olup olmadığı ve insana olan etkileri bir tartışma konusu olmuştur. Araştırmacılar yapay zekânın insan zekâsının gerisinde ya da ilerisinde olacağı veya yapay zekânın insan yaşamına zarar vereceği ya da destek olacağı şeklinde yorumlar yapabilmektedirler. Tartışmalar süregelse de birçok kesimin yapay zekâ araçlarının insana olumlu katkı sağlayacağı yönünde görüşlerde bulunduğu rastlanmaktadır. Örneğin bilimsel çalışmalarda yapay zekânın, verileri hızlı ve doğru bir şekilde işleme yeteneğinin, daha bilinçli ve akıllı kararlar alınmasına olanak tanıdığına dikkat çekilmektedir (Ilham ve diğerleri, 2024).

Yapay zekânın tarih içerisindeki yolculuğuna bakıldığında ise yapay zekâyı zemin hazırlayan düşüncelerin ve icatların yüzyıllar öncesine kadar dayandığı göze çarpmaktadır. Örneğin yapay zekânın ilk olarak kavramsallaştırmasının 1308 yılında Ramon Llull tarafından yapıldığı ve Ramon Llull’un “Ars Magna” isminde, mekanizma şeklinde bir kağıt disk ürettiği ifade edilmektedir. Bu mekanizmanın insan aklının karar verme sürecine yardımcı olması amacıyla üretildiğinden otomatik bir karar destek sistemi olarak yapay zekâ alanında yapılan ilk çalışmalardan biri olarak kabul edildiği belirtilmektedir (Erümit ve diğerleri, 2022). Öte yandan yapay zekânın terim olarak ise ilk defa 1956 yılının yaz aylarında New Hampshire’da gerçekleştirilen Dartmouth konferansında John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester ve Claude Shannon tarafından kullanıldığı bilinmektedir (Erümit ve diğerleri, 2022; Oliveira ve Figueiredo, 2024). Aynı konferansta yapay zekânın yeni çalışma alanı olarak kabul edildiği belirtilmektedir (Erümit ve diğerleri, 2022). Bu yıllardan günümüze dek yapay zekâ ile ilgili birçok gelişme yaşanmıştır. Özellikle son yıllarda dijital araçların yaygınlaşmasıyla birlikte yapay zekâ kapsamında çeşitli alanlara hitap eden birçok donanım ve yazılım üretilmektedir.

## 2. Yapay Zekânın Eğitimde Kullanımı

Yapay zekâ teknolojisinin en çok ilgi gördüğü alanlardan biri eğitimidir. Yapay zekâ formal ve informal öğrenme ortamlarında öğrenci ve öğretmenler tarafından sıklıkla kullanılabilir. Yapay zekâ her geçen gün ülkemizde eğitim uygulamalarında artan öneme sahip olmaktadır. Ayrıca artık birçok dünya ülkesi de, gelecek vizyonlarında ve öğretim programlarında yapay zekâyı yer vermektedir.

Yapay zekâ ile eğitimin entegrasyonun, öğretme ve öğrenmenin kalitesini artırmak için yeni fırsatlar yaratacağına vurgu yapılmaktadır (Bakti ve diğerleri, 2023). Eğitimde yapay zekâ teknolojilerinin kullanılmasının genel amacının diğer teknolojilerde olduğu gibi öğrenmeleri desteklemek, yeni öğrenme ortamları sunmak ve tüm bunlar sayesinde eğitimin kalitesini, niteliğini artırarak eğitimi en verimli hale getirerek katkı sağlamak olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca bu teknolojilerin bir amacının öğrencilerin yapay zekâ teknolojilerinin mantığını, nasıl tasarlanacağını, kullanımını öğrenerek; öğrenme yaşantılarının ilerleyen süreçleri için bilgi ve birikim oluşturarak hazır hale gelmelerini sağlamak olduğu diğer bir amacının da insanlara özgü olan öğrenme davranışının nasıl gerçekleştiğini anlamaya çalışarak bu özelliği makinelerle kazandırmak olduğu ifade edilmektedir (Korucu ve Biçer, 2022). Bu teknoloji günümüzde birçok disiplinin öğretimine de entegre edilebilmektedir.

## 3. Yapay Zekânın Matematik Öğretiminde Kullanımı

Yapay zekâ teknolojisi, birçok kademede matematik öğretimi uygulamalarında sıklıkla kullanılabilir. Öğrencilerin bireysel farklılıkları bulunmaktadır. Her bir öğrenci ile birebir ilgilenmek ve onların farklı öğrenme stillerine ve öğrenme yaşantılarına yanıt verebilmek bir hayli zaman ve çaba gerektirebilir. Bu noktada yapay zekâ teknolojileri matematik öğretme-öğrenme süreçlerinde her bir öğrencinin öğrenme ihtiyaçlarına hitap edebilir. Yapay zekâ teknolojisinin ilerlemesi, bireysel olarak öğrencilerin öğrenme problemlerini teşhis etme ve matematik derslerinde öğrenme performanslarını en üst düzeye çıkarmak için kişiselleştirilmiş destek sağlayarak karşılaşılan problemlerle de baş etme fırsatı sunar (Hwang ve Tu, 2021).

Diğer taraftan yapay zekânın olumlu yönlerinden biri de öğrenme araçlarının öğrencilere anında yanıt vermesi ve biçimlendirici değerlendirme uygulamalarına olanak sağlamasıdır. Gerçek zamanlı geri bildirim mekanizmalarının ve biçimlendirici değerlendirme uygulamalarının, öğrencilerin öğrenme yolculuklarına aktif olarak katılmalarını sağlayarak üstbilişsel becerileri ve öz düzenlemeyi teşvik ettiğine dikkat çekilmektedir (Luzano, 2024).

Ayrıca yapay zekâ teknolojilerinin matematik öğretmenlerine de katkısı olduğuna dikkat çekilmektedir (Park, 2020). Yapay zekâ analitiğinin kolaylaştırdığı veriye dayalı karar almanın, eğitimcilere öğrenci öğrenme davranışları ve öğretimin etkinliği hakkında değerli bilgiler sağlayarak matematik eğitiminde sürekli iyileştirmeyi ve yeniliği teşvik edebileceğine vurgu yapılmaktadır (Luzano, 2024). Öğretmenler, yapay zekâ araçlardan elde ettikleri veriler sayesinde öğrencilerinin matematik öğrenme hedeflerine ulaşıp ulaşamadıkları ve matematik öğrenme öğretme sürecindeki ilerleme durumları hakkında kolayca detaylı bilgi edinebilmektedirler.

Bunların yanı sıra yapay zekâ uygulamaları matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilere de fayda sağlayabilmektedir. Dünya çapında matematik öğrenme-öğretme süreçlerinde makine öğrenme algoritmaları kullanılarak diskalkulinin tanınması ya da iyileştirmesi için çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Dhingra ve diğerleri, 2021; Giri ve diğerleri, 2020; Hewapathirana ve diğerleri, 2021).

Genel olarak yapılan bilimsel araştırmalar da matematik öğrenme öğretme süreçlerine yapay zekânın öğrencilerin bilişsel alanına katkılarını destekler niteliktedir. Örneğin Hwang (2022) yaptığı bilimsel araştırmasında 30 farklı bağımsız çalışmanın genel etki büyüklüğünü incelemiş ve yapay zekâ kullanımının ilkökul öğrencilerinin matematik başarısını olumlu yönde ve anlamlı şekilde etkilediğini ortaya çıkarmıştır.

Ek olarak bilimsel çalışmalarda matematik öğrenme öğretme süreçlerinde yapay zekâ kullanımının öğrencilerin duyuşsal özelliklerini geliştirdiği de vurgulanmaktadır (Park, 2020). Öğrencilerin yapay zekâ teknolojileri destekli araçları kullanmaları onların matematik derslerine yönelik ilgisini, isteğini ve tutumunu olumlu yönde etkileyebilmektedir. Inoferio ve diğerleri tarafından (2024)

yapılan bir araştırmada da yapay zekâ uygulamalarının öğrencilerin matematik öğrenmede özgüvenlerini yükselttiği ve kaygılarını hafiflettiği yönünde bulgulara ulaşılmıştır.

#### 4. Matematik Öğretiminde Kullanılabilecek Yapay Zekâ Destekli Araçlar

Matematik öğretiminde kullanılabilecek yapay zekâ araçları arasında yapay zekâ tabanlı hesaplama uygulamaları, yapay zekâ tabanlı çizim uygulamaları, zeki öğretim sistemleri, asistanlar ve yapay zekâ destekli diğer dijital uygulamalar sıralanabilir (Mondal ve diğerleri, 2019; Öngöz, 2022; Vaerenbergh ve Pérez-Suay, 2021).

##### 4.1. Yapay Zekâ Tabanlı Hesaplama Uygulamaları

Photomath, Mathway, Microsoft Math Solver, Socratic by Google ve Symbolab gibi hesaplamalara yardımcı uygulamalar yapay zekâ tabanlı hesaplama uygulamaları olarak bilinmektedir (Booc ve diğerleri, 2023; Capinding, 2023; Vaerenbergh ve Pérez-Suay, 2021). Bu uygulamalar görseli ya da metni algılama yoluyla orada bulunan matematiksel işlemi, problemi veya denklemi çözebilmektedir. Bu tür uygulamaların en büyük avantajı çözüm basamaklarını detaylı olarak gösterebilmesidir. Diğer yandan bu uygulamaların öğrencileri tembelliğe alıştırdığı yönünde tartışmalar da yapılmaktadır. O yüzden matematik öğrenme sürecinde belirli bölümlerde pekiştirme amaçlı ve tamamlayıcı olarak bu tür uygulamaların kullanılması önerilebilir.

##### 4.2. Yapay Zekâ Tabanlı Çizim Uygulamaları

Matematik, şekillerin ve geometrik kavramların da önemli bir yere sahip olduğu bir alandır. Geometrik şekillerin ve denklemlerin çiziminin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde de yapay zekâ destekli çizim programları geliştirilebilmektedir. Dijital araçlar şekillere ilişkin bilgileri algılayarak onlara ilişkin şekilleri çizebilmektedir. Örneğin bu uygulamalar koordinat sistemindeki konum bilgileri verilen şekli ekranda gösterebilmektedir. Buna karşılık bazı yapay zekâ destekli uygulamalar hazır çizilmiş şekilleri algılayarak bunlara ilişkin bilgileri de sunabilmektedir. Bazı uygulamalar da çizilenler ile doğru çizimleri karşılaştırabilmekte ve yanlış yerlere yönelik geri dönütler verebilmekte veya çizimlere yönelik tahmini görsel önerebilmektedirler. Öğrenciler bu tür uygulamalar sayesinde geometrik şekillerin çizimleri ile pekiştirme yapabilmekte ve öğretmenler de öğretimi desteklemektedirler. Kanvaria ve Suraj (2024) yaptıkları araştırmada da, matematik öğretiminde yapay zekâ tabanlı otomatik çizim programı kullanımının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarını anlamlı düzeyde yükselttiğini bulmuşlardır.

##### 4.3. Zeki Öğretim Sistemleri

Zeki öğretim sistemleri, akıllı öğretim sistemleri olarak da bilinmektedir. Zeki öğretim sistemleri matematik öğrenme-öğretme süreçlerinde kullanılan en bilindik yapay zekâ araçlarından biridir. Bu sistemler, bir insan eğitimcinin görevlerini taklit edebilen ve yerine getirebilen yapay zekâ tabanlı bilgisayar programlarıdır (Adelana ve Akinyemi, 2021). Başka bir ifadeyle de bu sistemler kime öğrettiğini, ne öğrettiğini ve nasıl öğretmesi gerektiğini bilen pedagojik bilgisayar programlarıdır (Akpınar, 1999). Zeki öğretim sisteminin temel mantıksal mimarisi genellikle öğrenci, öğretmen ve bilgi olmak üzere üç temel modülden oluşur (Chen, 2022). Zeki öğretim sisteminde, o konudaki durumuna göre öğrenci kişisel olarak yönlendirilir ve öğrenciye yaptıkları ile ilgili geri dönütler verilir.

##### 4.4. Asistanlar

ChatGPT, Google Asistan, Bard gibi sesli veya yazılı şekilde çalışan asistanlar yapay zekâ destekli asistan araçları arasında sıralanabilir. Asistan araçların genel kullanım için yaygınlaşmasıyla birlikte bu araçlar matematik öğrenme-öğretme süreçlerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu araçlar kullanıcılara ya da öğrencilere matematiksel soruları yanıtlamada yardımcı olabilmektedirler (Govender, 2023; Remoto, 2024). Bu araçların adım adım açıklamalar ve kişiselleştirilmiş yardım ile birlikte bir "rehber" ve "matematik arkadaşı" görevi gördükleri belirtilmektedir (Inoferio ve diğerleri, 2024). Öte yandan genel kullanım için üretilen asistanların verdiği bilgilerin kaynakları güvenilir olamayabilmektedir. Bu yüzden daha faydalı olması için özel olarak ders için geliştirilen ve verdiği bilginin kaynağı güvenilir asistanlardan faydalanılması önerilmektedir.

#### 4.5. Yapay Zekâ Destekli Diğer Dijital Uygulamalar

Matematik öğrenme-öğretme süreçlerinde kullanılacak diğer yapay zekâ destekli uygulamalar arasında oyun, alıştırma ve değerlendirme için geliştirilen uygulamalar sıralanabilir. Örneğin Prodigy ve Mathletics gibi platformlarda Yapay zekâ (AI) algoritmaları kullanılarak matematik eğlenceli ve ilgi çekici hale getirilerek etkileşimli, oyun benzeri deneyimler yaşanmasına yardımcı olabilmektedir (Soshal, 2023).

Ek olarak son zamanlarda her disiplinin ve matematiğin öğretiminde kullanılacak yapay zekâ destekli araçlar da geliştirilmektedir. Dijital ya da robot öğretmenler, akıllı oyuncaklar, öğretmen yardımcısı araçlar, etkileşimli dijital kitaplar, simülasyon uygulamaları ve müze yardımcı araçları bunlara örnek verilebilir.

### 5. Sonuç

Yapay zekâ araçları, son zamanlarda eğitimin her alanında olduğu gibi matematik öğretimi uygulamalarında da ilgi gören araçlardan olmuştur. Yapay zekâ, teknolojik araçların insana özgü davranışları ya da zihinsel süreçleri gerçekleştirebilme yeteneği olarak bilinmektedir. Yapay zekânın matematik öğretiminde; kişiselleştirilmiş destek sağlayarak karşılaşılan problemlerle baş etme fırsatı sunması, öğrencilere anında yanıt vermesi ile biçimlendirici değerlendirme uygulamalarına olanak sağlaması, eğitimcilere öğrenci öğrenme davranışları ile öğretimin etkinliği hakkında değerli bilgiler verecek kararlar için veriler sunması ve öğrencilerin duyuşsal özelliklerini geliştirmesi gibi katkıları sıralanabilir. Ayrıca matematik öğretiminde kullanılacak yapay zekâ araçlarına, yapay zekâ tabanlı hesaplama uygulamaları, yapay zekâ tabanlı çizim uygulamaları, zeki öğretim sistemleri, asistanlar ve yapay zekâ destekli oyun, alıştırma ve değerlendirme uygulamaları örnek verilebilir. Diğer yandan yapay zekâ araçlarının tamamen öğretmenlerin yerini alamayacağı unutulmamalıdır. Bunların öğretime destekleyici ve tamamlayıcı nitelikte kullanılması önerilebilir. Ayrıca her geçen gün matematik eğitimine yönelik yeni yapay zekâ araçları üretilmektedir. Bunların hızına yetişebilmek her zaman mümkün olamamaktadır. Yeni geliştirilen uygulamalardan eğitim paydaşlarının yararlanması için çalışmaların yürütülmesi önerilebilir. Örneğin uzmanlarca test edilen güvenilir yapay zekâ araçlarının tanıtımı hakkında bilgilendirmeler yapılabilir.

### Kaynakça

- Adelana, O. P. & Akinyemi, A. L. (2021). Artificial intelligence-based tutoring systems utilization for learning: A survey of senior secondary students' awareness and readiness in Ijebu-ode, Ogun State. *UNIZIK Journal of Educational Research and Policy Studies*, 9, 16-28. <https://unijerps.org/index.php/unijerps/article/view/193>
- Akpınar, Y. (1999). Zeki öğretim sistemleri. *Eğitim ve Bilim*, 23(112), 35-39.
- Bakti, I. K., Zulkarnain, Z., Yarun, A., Rusdi, R., Syaifudin, M., & Syafaq, H. (2023). The Role of artificial intelligence in education: A Systematic literature review. *Jurnal Iqra': Kajian Ilmu Pendidikan*, 8(2), 182-197. <https://doi.org/10.25217/ji.v8i2.3194>
- Booc, N. B., Sobremisana, K., Ybañez, A., Tolosa, R., Ladroma, S. M., & Caparoso, K. M. (2023). Artificial intelligence-powered calculator application usage in mathematics summative assessments. *Iconic Res. Eng. J*, 6(10), 446-474. <https://www.irejournals.com/formatedpaper/17042661.pdf>
- Capinding, A. T. (2023). Revolutionizing pre-calculus education: Photomath's AIpowered mathematics tutorship. *Problems of Education in the 21st Century*, 81(6), 758-775. <https://doi.org/10.33225/pec/23.81.758>
- Chen, B. (2022). Design of piano intelligent teaching system based on neural network algorithm. *Mobile Information Systems*. <https://doi.org/10.1155/2022/5991124>
- Dhingra, K., Garg, A., & Pujari, J. (2021). Identification of dyscalculia using supervised machine learning algorithms. *2021 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)* içinde (s. 1331-1337). IEEE.
- Elmas, Ç. (2021). Yapay zekâ uygulamaları yapay sinir ağı makine öğrenmesi derin öğrenme derin ağlar *bulanık mantık sinirsel bulanık mantık genetik algoritma* (5. Baskı). Seçkin.

- Erümit, A. K., Calap, T., Çolak, A. F., Yavuz, S., & Aydın, (2022). Okullarda yapay zekâ öğretimi. V. Nabiyev ve A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde (3. Baskı, s. 85-112). Pegem Akademi.
- Giri, N., Saini, T., Bhole, K., Bhosale, A., Shetty, T., Subramanyam, A., & Shelke, S. (2020). Detection of dyscalculia using machine learning. 2020 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES) içinde (s. 1-6). IEEE.
- Govender, R. (2023). The impact of artificial intelligence and the future of ChatGPT for mathematics teaching and learning in schools and higher education. *Pythagoras*, 44(1), a787.
- Hewapathirana, C., Abeysinghe, K., Maheshani, P., Liyanage, P., Krishara, J., & Thelijjagoda, S. (2021). A mobile-based screening and refinement system to identify the risk of dyscalculia and dysgraphia learning disabilities in primary school students. 2021 10th International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAfS) içinde (s. 287-292). IEEE.
- Hwang, S. (2022). Examining the effects of artificial intelligence on elementary students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Sustainability*, 14, 13185. <https://doi.org/10.3390/su142013185>
- 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), 1-19. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Inoferio, H. V., Espartero, M. M., Asiri, M. S., Damin, M. D. & Chavez, J. V. (2024). Coping with math anxiety and lack of confidence through AI-assisted Learning. *Environment and Social Psychology*, 9(5), 1-14. <https://doi.org/10.54517/esp.v9i5.2228>
- Ilham, R., Giatman, M. & Maksun, H. (2024). Artificial intelligence research in education: A bibliometric analysis. *Journal on Education*, 6(2), 13467-13479. <https://www.jonedu.org/index.php/joe/article/view/5199>
- Kanvaria, V. K. & Suraj, M. T. (2024). The role of AI in mathematics education: Assessing the effects of an 'Auto Draw' webtool on middle-level achievement. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 12(1), 49-55. <https://tojqih.net/journals/tojdel/articles/v12i01/v12i01-07.pdf>
- Kobilov, A. U., Abdulakhatov, M. M. U. & Jaloliddinova, M. S. Q. (2021). Peculiarities of the use of artificial intelligence in the educational process. *Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari*, 1(3), 32-37. <https://dgeconomy.tsue.uz/index.php/dgeco/article/download/35/34>
- Korucu, A. T. & Biçer, H. (2022). Eğitimde yapay zekanın rolleri ve eğitsel yapay zeka uygulamaları. V. Nabiyev ve A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde (3. Baskı, s. 37-56). Pegem Akademi.
- Luzano, J. F. P. (2024). Assessment in mathematics education in the sphere of artificial intelligence: A systematic review on its threats and opportunities. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research (IJAMR)*, 8(2), 100-104.
- Mondal, A., Mukherjee, A. & Garain, U. (2019). Intelligent monitoring and evaluation of digital geometry figures drawn by students. S. Bhattacharyya, I. Pan, A. Das ve S. Gupta (Ed.), içinde *Intelligent Multimedia Data Analysis* (s. 95-120). Walter de Gruyter.
- Nabiyev, V. (2021). *Yapay zekâ derin öğrenme stratejili oyunlar örüntü tanıma doğal dil işleme* (6. Baskı). Seçkin.
- Nabiyev, V. & Erümit, A. K. (2022). Yapay zekanın temelleri. V. Nabiyev ve A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde (3. Baskı, s. 1-35). Pegem Akademi.
- Oliveira, A. L. & Figueiredo, M. A. T. (2024). Artificial intelligence: Historical context and state of the art. Sousa Antunes, H., Freitas, P. M., Oliveira, A. L., Martins Pereira, C., Vaz de Sequeira, E. ve Barreto Xavier, L. (Ed.), *Multidisciplinary perspectives on artificial intelligence and the law* içinde (s.3-24). Switzerland: Springer
- Öngöz, S. (2022). Yapay zekâ teknolojisinin kullanıldığı yeni nesil öğretim materyalleri. V. Nabiyev ve A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde (3. Baskı, s.57-84). Pegem Akademi.
- Padmaja, M., Shitharth, S., Prasuna, K., Chaturvedi, A., Kshirsagar, P. R., & Vani, A. (2022). Grow of artificial intelligence to challenge security in IoT application. *Wireless Personal Communications*, 127(3), 1829-1845. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08725-4>

- Park, M. (2020). Applications and possibilities of artificial intelligence in mathematics education. *Communications of Mathematical Education*, 34(4), 545-561. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2020.34.4.545>
- Remoto, J. P. (2024). ChatGPT and other AIs: Personal relief and limitations among mathematics-oriented learners. *Environment and Social Psychology*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.54517/esp.v9i1.1911>
- Soshal, J. T. (2023). Synergies of Artificial Intelligence and Mathematics: A Study. *Journal Global Values*, 14(2023), 156-162. <https://doi.org/10.31995/jgv.2023.v14iS3.019>
- TDK (Türk Dil Kurumu)(2022a). Zekâ. <https://sozluk.gov.tr/>
- TDK (Türk Dil Kurumu)(2022b). Yapay zekâ. <https://sozluk.gov.tr/>
- Vaerenbergh, S. V. & Pérez-Suay, A. (2021). A classification of artificial intelligence systems for mathematics education. P. R. Richard, P. Vélez, S. Van Vaerenbergh (Eds.) içinde *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence*. Springer Nature.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

