Cumhuriyet International Journal of Education, 15(1): 362-382, 2026
DOI: https://dx.doi.org/10.30703/cije.1750040

Cumhuriyet International Journal of Education

| cije.cumhuriyet.edu.tr | Founded: 2011 | ISSN: 2147-1606 | Publisher: Sivas Cumhuriyet University

Secondary School Mathematics Teachers' Perceptions of Artificial Intelligence in Mathematics Education

Elif Öztürk [1,a], Elif Ertem Akbaş[2,b], Kübra Alan [3,c*]

[1] Ministry of Education, Fatih Secondary School, Van, Türkiye
[2] Faculty of Education, Van Yüzüncü Yıl University, Van, Türkiye
[3] Faculty of Education, Hacettepe University, Ankara, Türkiye
***Corresponding author e-mail adress: kubraalan37@gmail.com**

Research Article

History
Received: 24.07.2025
Accepted: 01.11.2025

Acknowledgment

iThenticate

This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

ABSTRACT

This study aimed to identify middle school mathematics teachers' perceptions of artificial intelligence (AI) in mathematics education through metaphors. A phenomenological research design was used to explore the meanings behind these perceptions in depth. Data were collected during the 2023–2024 academic year from 163 mathematics teachers working in various provinces of Türkiye. Participants completed the sentence: "Artificial intelligence in mathematics education is like … because …". The responses were analyzed using content analysis, revealing 112 valid metaphors. These metaphors were grouped into eight categories: AI as a traditional material, manipulative tool, supportive material, digital tool, social-emotional support tool, interactive material, visual material, and game/entertainment tool. The most frequent metaphors were in the category of AI as a traditional material. The findings indicate that many teachers may lack sufficient knowledge and experience regarding the integration of AI into mathematics education. Based on these results, the study suggests organizing professional development programs aimed at enhancing teachers' awareness and competencies in using AI effectively, and supporting their ability to integrate technology into teaching practices.

Keywords: *Artificial intelligence, Mathematics teaching, Perception, Technology*

Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematik Öğretiminde Yapay Zekâya İlişkin Algıları

Araştırma Makalesi

Süreç
Geliş: 24.07.2025
Kabul: 01.11.2025

Bilgi
**Sorumlu yazar*

Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

ÖZ

Bu araştırma, ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde yapay zekâya ilişkin algılarını metaforlar aracılığıyla belirlemeyi amaçlamıştır. Öğretmenlerin algılarındaki anlamları derinlemesine incelemek amacıyla nitel bir yaklaşım olan olgu bilim deseni tercih edilmiştir. Veriler, 2023–2024 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin farklı illerinde görev yapan 163 öğretmenin "Matematik öğretiminde yapay zekâ … gibidir. Çünkü …" cümlesini tamamlamasıyla toplanmıştır. İçerik analizi sonucunda 112 geçerli metafor elde edilmiş ve bu metaforlar sekiz kategori altında sınıflandırılmıştır: geleneksel materyal, manipülatif araç, yardımcı materyal, dijital araç, sosyal-duygusal gelişimi destekleyen araç, etkileşimli materyal, görsel materyal ve oyun/eğlence aracı. En fazla metaforun "geleneksel materyal olarak yapay zekâ" kategorisinde yer aldığı belirlenmiştir. Bulgular, öğretmenlerin yapay zekâyı matematik öğretimine entegre etme konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, öğretmenlerin farkındalığını artıracak ve teknolojiyi etkili kullanma becerilerini geliştirecek hizmet içi eğitimlerin düzenlenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Algı, Matematik öğretimi, Teknoloji, Yapay zekâ*

a 0009-0006-8326-7350
b 0000-0002-4004-1697
c 0000-0002-2586-3350

How to Cite: Öztürk, E., Ertem Akbaş, E., & Alan, K. (2026). Secondary school mathematics teachers' perceptions of artificial intelligence in mathematics education. *Cumhuriyet International Journal of Education, 15*(1), 362-382. https://dx.doi.org/10.30703/cije.1750040

1. Introduction

In today's era, often referred to as the Information Age, everything is undergoing rapid change. It is possible to observe the traces of this transformation in every aspect of our lives. Technology, which represents the application of scientific knowledge, is one of the fields adapting to this change. We encounter new technological developments every day. Artificial intelligence (AI) is considered one of the most important technologies of the modern world (Arslan, 2017).

Edward Fredkin, Director of the MIT Computer Science Laboratory, emphasized the importance of artificial intelligence in an interview with BBC International by stating: "There have been three great events in history. The first is the formation of the universe, the second is the beginning of life, and the third equally important is the emergence of artificial intelligence." But what exactly is artificial intelligence, which is regarded as comparable in importance to the formation of the universe and the beginning of life? Although AI has been defined in various ways by many experts, it still remains a "fuzzy concept" without a universally accepted definition (Emmert-Streib et al., 2020; Kaplan & Haenlein, 2019).

Axe defines artificial intelligence as intelligent programs capable of solving complex problems and generating responses not only to predefined issues but also to new situations (Nabiyev, 2012).

The roots of the idea of artificial intelligence date back to ancient times. However, the foundations of modern AI studies were laid in the 1940s and 1950s, when computer science began to develop. In his 1950 article titled "Computing Machinery and Intelligence," Alan Turing discussed the question, "Can machines think?" (Coşkun & Gülleroğlu, 2021). By examining the combination of the concepts "machine" and "thinking," Turing established the intellectual foundations of artificial intelligence (Turing, 1950). The formal emergence of artificial intelligence as a field occurred at the 1956 Dartmouth Conference, where computer and cognitive scientist John McCarthy first introduced the term "Artificial Intelligence."

Since its initial emergence, the concept of artificial intelligence has continuously evolved and has become an indispensable part of our lives. Every day, new AI applications are introduced to serve humanity across various fields (Uygunoğlu & Yurtcu, 2006; Doğan & Kubat, 2008; Demirhan, Kılıç & İnan, 2010; Yıldız & Yıldırım, 2018; Bilge, 2007; Anohina, 2007; Berman et al., 2016; Williams, 2005). Education is one of the fields significantly influenced by AI technologies. In the 1970s, the goal of developing applications that could support learning led to the use of artificial intelligence in education (Kay, 2015). AI encompasses a range of technological applications aimed at making learning processes more effective, providing personalized education to students, and improving the overall efficiency of educational systems.

Today, artificial intelligence is predominantly reflected in personalized instruction practices, and efforts continue to expand its use across broader areas of education (Çetin & Aktaş, 2021). These areas include grading and assessment, classroom management systems, absenteeism and dropout prediction, performance evaluation, personalized instruction, sentiment analysis, recommendation systems, and intelligent tutoring systems (Ahmad et al., 2020). Materials designed specifically according to each student's learning style support teachers in delivering more effective instruction.

The literature includes numerous studies indicating that the use of technological tools in teaching and learning processes and classroom practices contributes to students' learning and increases their academic achievement (Ertem, 2010; Eyyam & Yaratan, 2014; Harris, Al-Bataineh & Al-Bataineh, 2016; Hsiao, 2012; Korat, 2008; Lei & Zhao, 2005; Sevindik, 2006; Shapley et al., 2010; Yılmaz, 2005; Zhao, Wang, Wu & He, 2011). Intelligent recommendation systems or machine-assisted systems can determine students' mastery levels, enable them to review lessons as needed, and provide personalized learning plans (McArthur, Lewis & Bishary, 2005).

Similarly, in mathematics education, many studies demonstrate that technological tools used in classroom practices contribute to the development of students' mathematical thinking skills and increase their mathematics achievement (Luzano, 2025; Owan et al., 2023; Ahmad et al., 2021). Seferoğlu (2004) stated that mathematics educators' use of technology in mathematics education helps students concretize knowledge, relate it to real life, ensure retention, and improve academic achievement. Luzano (2025) emphasized that preparing the ground for integrating emerging trends into mathematics education will promote enriched learning experiences and support students' success in mathematics learning environments. Evolving learning environments will also serve the dynamic nature of educational methodologies (Li & Manzari, 2025). New educational environments that enable students to approach critical thinking and problem-solving skills from different perspectives (Yurtsever & Yurtsever, 2025) may similarly influence mathematics education.

Perception is defined as the shaping and guiding of individuals' evaluations, impressions, and memories by their knowledge and beliefs about the social world (Macrae & Bodenhausen, 2001). Perception plays a significant role in understanding reality and making sense of the world, and it is influenced by many factors (Göksu & Koçak, 2020). In this context, teachers' perceptions of technological applications may affect classroom practices (Zhao, Coombs & Zhou, 2010). Several studies highlight that teachers' attitudes are critical for the effective and efficient use of instructional technologies in schools (Drossel et al., 2017; Ertmer, 1999, 2005; Teo & Beng Lee, 2010; Zhao et al., 2010).

Mathematics teachers' perceptions of artificial intelligence are thought to significantly influence their ability to effectively integrate this technology into mathematics teaching and to enhance students' mathematical skills. The successful integration of AI into the classroom largely falls under teachers' responsibility. Decisions regarding whether and how AI technologies will be used should be made by teachers (Bayraktar, Gülderen, Akça & Serin, 2023).

Moreover, teachers' understanding and use of artificial intelligence are critical for teaching this technology accurately to students. The effective use of AI in mathematics teaching may depend on teachers' perceptions of this technology. Therefore, having positive and informed perceptions of artificial intelligence is essential for effective mathematics instruction.

A review of the literature shows that Sangapu (2019) and Aljohani (2021) conducted studies examining students' or teachers' views on AI-based applications and artificial intelligence. However, no study was found that specifically investigates mathematics teachers' perceptions of artificial intelligence in mathematics teaching.

In this context, the present study aims to reveal middle school mathematics teachers' perceptions of artificial intelligence in mathematics teaching through the metaphor method. The Turkish Language Association (TDK, 2017) defines a metaphor as "a word used in a meaning other than its literal sense as a result of an association or analogy." In other words, a metaphor is a way of making a concept, situation, or object more understandable by likening it to a well-known and often concrete concept, object, or situation (Çobanoğlu & Gökalp, 2015; Altun & Apaydın, 2013). Through metaphors, the cognitive approach that reveals how and from which perspectives individuals think about a particular subject can be examined (Morgan, 1998; Short, 2000; Kendall & Kendall, 1993).

In this study, what artificial intelligence is likened to was elicited through the word "like," and the meanings attributed to the metaphor were identified through the word "because." The purpose of requesting justification was to accurately categorize the metaphors according to the analogies present in middle school mathematics teachers' thoughts. Accordingly, the study sought to answer the following research questions:

1. What metaphors do middle school mathematics teachers generate regarding the concept of "artificial intelligence in teaching"?

2. Under which categories can these metaphors related to the concept of "artificial intelligence" be grouped in terms of their similarities? These research questions were also addressed in the study.

2. Method

2.1 Research Design

This study was conducted using the phenomenology design, one of the qualitative research methods. Phenomenology is a research design that examines situations and phenomena of which we are aware through individuals' experiences but about which we do not have an in-depth understanding (Creswell, 2016). Lived experiences reveal and describe the underlying knowledge and thoughts embedded in individuals' consciousness (Hays & Singh, 2012). In phenomenological studies, the primary question typically seeks to answer: "What is the meaning, structure, and essence of the lived experience of a person or a group of people regarding a particular phenomenon?" (Patton, 2001).

Although phenomenological studies do not aim to produce definitive and generalizable results, they are frequently preferred for describing the meanings participants construct regarding the phenomenon under investigation (Yıldırım & Şimşek, 2011; Büyüköztürk, Çokluk & Şekercioğlu, 2014).

In this study, the phenomenology design was preferred because it aimed to determine middle school mathematics teachers' perceptions of the concept of "artificial intelligence" in mathematics teaching through metaphors and to examine the meanings attributed to this concept in depth.

2.2 Study Group

In order to determine the study group, the snowball sampling method, one of the purposive sampling techniques, was preferred. First, a participant from the target population was contacted, and through this participant's referral, other participants were reached, thereby forming the study group (Böke, 2009). As a result of the data collection process carried out sequentially by the researcher, the data collection phase of the study was concluded when data saturation was achieved (Kerlinger & Lee, 1999).

In this study, the study group consisted of 163 mathematics educators working in different provinces of Türkiye during the 2023–2024 academic year.

2.3 Data Collection Tools

In this study, a semi-structured interview form, including participants' demographic information and a metaphor question, was used as the data collection tool. The semi-structured form, created via Google Forms, was distributed through e-mail and WhatsApp platforms. In the demographic section, participants were asked questions regarding gender, years of professional experience, educational background, the type of school where they work, and the province in which they are employed. In the open-ended section, the question "Artificial intelligence in mathematics teaching is like … because …" was directed to participants in order to determine their metaphorical perceptions. A copy of the semi-structured form is provided in the appendices.

Indeed, since the same metaphors may be interpreted differently by different individuals, the logical basis of the generated metaphors can be revealed through the participants' responses to the question "why" (Yıldırım & Şimşek, 2011).

The ethical process in the study is as follows:

- Van Yüzüncü Yıl University Social and Human Sciences Publication Ethical Board ethical committee approval obtained. (Date: 03/22/2024, Number: 2024/06-17)
- Informed consent was obtained from the participants.

2.4 Data Analysis

The content analysis method was used to analyze the data. In content analysis, the collected data are subjected to an in-depth process to identify concepts and themes related to the research topic. These concepts and themes are then logically organized to determine themes that explain the data (Yıldırım & Şimşek, 2013).

Fundamentally, content analysis involves grouping similar data under specific concepts and themes and interpreting them in a manner that is understandable to the reader (Yıldırım & Şimşek, 2013).

The form prepared to identify middle school mathematics teachers' metaphorical perceptions of artificial intelligence in teaching was reviewed by a faculty member prior to its implementation, and necessary corrections were made based on the feedback received. While administering the form to determine participants' metaphorical perceptions of AI, sufficient time was allocated for participants to complete it. Credibility and transferability are crucial for ensuring the validity of qualitative research (Yıldırım & Şimşek, 2006). To achieve this, the data collection and analysis process was explained in detail. To further ensure validity, the coding and categorization processes were carried out meticulously and without interference, and participants' statements were directly included in the study (Hruschka et al., 2004).

The data obtained from the study group were analyzed in five stages, taking previous similar studies into account (Hacıhafızoğlu et al., 2011; Coşkun, 2011; Çobanoğlu & Gökalp, 2015; Kaya, 2014): (i) coding and extraction, (ii) compilation of sample metaphors, (iii) category development, (iv) validity and reliability, and (v) transferring data to a digital format.

Coding and Extraction Stage: At this stage, the metaphors produced by middle school teachers on the collected forms were first transferred to Microsoft Excel and organized. The preliminary list was carefully examined to determine whether each participant had generated a clear metaphor. Forms that were incomplete, left blank, or lacked a response to the sentence beginning with "because" (51 forms in total) were excluded from the analysis. The remaining 112 forms, each containing a single metaphor with its explanation, were used to finalize the study results.

Sample Metaphor Compilation Stage: At this stage, the new list from the first stage was reorganized and reexamined. For each metaphor, the statement deemed to best represent it among participants' responses was selected, resulting in a "sample metaphor list" of 62 metaphors. This list served as a reference source suitable for use in the subsequent stages of the study.

Category Development Stage: The metaphors were analyzed based on participants' explanations in terms of topic, justification, meaningfulness, and the relationships they contained. Categories were developed based on participants' statements, and a thematic framework was established on the basis of these categories.

The final metaphors were examined, arranged according to frequency of repetition, and frequency and percentage values reflecting each metaphor were determined.

For reliability, the consistency of the codes was examined by two field experts. Subsequently, the inter-coder agreement was calculated using the formula developed by Miles and Huberman (1994). As a result of the calculations, the agreement percentage was found to be 88%.

Throughout all stages of this research—from planning and implementation to data collection and analysis—all procedures adhered to the rules specified under the "Directive on Scientific Research and Publication Ethics in Higher Education Institutions." None of the actions listed under the second section of the directive, titled "Acts Contrary to Scientific Research and Publication Ethics," were committed.

During the writing of this study, scientific, ethical, and citation rules were strictly followed; no tampering was made with the collected data, and this study has not been submitted for evaluation in any other academic publication venue.

2.5 Limitations of the Research

The limited sample size used in this study restricts the generalizability of the findings. In addition, methodological limitations arising from the nature of the methods and techniques employed in the research can also be considered among the study's limitations.

3. Results

In this study, which aimed to identify middle school mathematics teachers' perceptions of artificial intelligence in mathematics teaching through metaphors, categories were created based on the commonalities among the codes derived from the metaphors developed by the teachers.

As shown in Table 1, a total of 112 metaphors were generated across eight categories related to the concept of "artificial intelligence." The highest number of metaphors was in the category of Artificial Intelligence as a Traditional Material (43; 41.07%), while the lowest number of metaphors was in the category of Artificial Intelligence as a Game and Entertainment Tool (4; 3.57%).

Table 1. Distribution of metaphors related to the concept of artificial intelligence according to categories

Categories	f	%	Categories	f	%
Artificial Intelligence as a Digital Tool	10	8,92	Artificial Intelligence as a Manipulative Material	20	17,85
Artificial Intelligence as a Visual Material	5	4,46	Artificial Intelligence as a Supplementary Material	14	12,5
Artificial Intelligence as a Traditional Material	43	41,07	Artificial Intelligence as a Game and Entertainment Tool	4	3,57
Artificial Intelligence as an Interactive Material	8	7,14	Artificial Intelligence as a Tool Supporting Social and Emotional Development	8	7,14
Total				100	112

3.1 Artificial Intelligence as a Digital Tool

Among the metaphors generated by middle school mathematics teachers, it was observed that 10 different metaphors belonged to the category of Artificial Intelligence as a Digital Tool.

Table 2. Metaphors Generated for the Concept of Artificial Intelligence as a Digital Tool

Metaphors	f	%	Metaphors	f	%
Intelligent Machine	1	10	Everything	1	10
Personalized Learning Experience	1	10	Supportive Technique	1	10
Combination of Human Brain and Machine	1	10	Computer Model of the Brain	1	10
Cheating	1	10	Material	1	10
Computer	1	10	Digital Teacher	1	10
Total				10	100

Some examples of the logical justifications for the metaphors generated by middle school mathematics teachers, as presented in Table 2, are provided below:

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a material because it provides the potential to offer students a more personalized, interactive, and efficient learning experience.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a computer because it assists us in our work.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like the computer model of the brain because a computer processes everything very quickly, but it is based on the functioning of the brain.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a supportive technique because it gathers large amounts of data from virtual environments in a very short time. In this way, learners can shorten the research process and save time. However, learners should treat this obtained information as data, not as final results; otherwise, AI may become a technique that causes more harm than benefit.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a personalized learning experience because it develops learning materials tailored to students' interests.

3.2 Artificial Intelligence as Visual Material

As shown in Table 3, five different metaphors were generated within the category of Artificial Intelligence as a Visual Material from the metaphors produced by middle school mathematics teachers.

Table 3. Metaphors Generated for the Concept of Artificial Intelligence as a Visual Material

Metaphors	f	%
Calculator	1	20
Problem Solving	1	20
Material	1	20
Photograph	1	20
Pen	1	20
Total	5	100

3.3 Artificial Intelligence as a Traditional Material

As shown in Table 5, the highest number of metaphors in the study was generated in the category of Artificial Intelligence as a Traditional Material.

These metaphors include the following examples:

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a calculator because mathematics often relies on calculations.

It is like a calculator because it helps us perform operations quickly and automatically.

Table 4. Metaphors Generated for the Concept of Artificial Intelligence as a Traditional Material

Metaphors	f	%	Metaphors	f	%
Calculator	7	16,27	Brain	2	4,65
Teacher	4	9,30	Flashlight	1	2,32
Mathematics Support	1	2,32	Serum	1	2,32
Ease/Convenience	1	2,32	Equation	1	2,32
Hypotenuse	1	2,32	Guide/Signpost	1	2,32
Result of a Mathematical Situation	1	2,32	Private Teacher	1	2,32

Table 4. (Continuation)

Metaphors	f	%	Metaphors	f	%
Snow Plow Truck	1	2,32	Speed	1	2,32
Puzzle Pieces	1	2,32	Light	2	4,65
Taking a Taxi Instead of a Bus	1	2,32	Clock	1	2,32
Private Teacher	1	2,32	Pen	1	2,32
Bread	1	2,32	Tool	1	2,32
Material	2	4,65	Consciousness	1	2,32
Navigation	1	2,32	Turkish Dictionary	1	2,32
Guide	1	2,32	Instructor/ Educator	1	2,32
Compass	1	2,32	Sun	1	2,32
Spinal Column	1	2,32			
Total				43	100

Artificial intelligence in mathematics teaching is like problem solving because it allows for inference and draws conclusions.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a teacher because it can identify gaps in understanding very effectively.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a material because it helps studets grasp the subject.

Artificial intelligence in mathematics education is like navigation because it guides students to the correct path quickly, facilitating efficient learning of the topic.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a guide because it provides direction in explaining the topic.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a compass because it serves as a guiding tool.

It was observed that the most frequently generated metaphor by middle school mathematics teachers in the category of Artificial Intelligence as a Traditional Material was calculator (f=7). The calculator metaphor was used multiple times by different participants. It was characterized as a material used in teaching basic arithmetic operations and in strengthening students' ability to perform calculations more quickly.

3.4 Artificial Intelligence as an Interactive Material

As shown in Table 5, eight different metaphors were generated within the category of Artificial Intelligence as an Interactive Material from the metaphors produced by middle school mathematics teachers.

Table 5. Metaphors Generated Regarding the Concept of Artificial Intelligence as Interactive Material

Metaphors	f	%	Metaphors	f	%
Guide	1	12,50	Brain	1	12,50
Mirror	1	12,50	Simulation	1	12,50

Table 5. (Continuation)

Metaphors	f	%	Metaphors	f	%
Savior	1	12,50	Miracle	1	12,50
Key	1	12,50	Spatial Thinking	1	12,50
Total				8	100

Among the metaphors generated by middle school mathematics teachers, eight different metaphors were identified in the category of Artificial Intelligence as an Interactive Material. These metaphors are:

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a mirror for the student because it provides one of the most effective ways to receive instant feedback and make corrections.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a miracle because it is highly helpful in understanding three-dimensional topics.

Artificial intelligence in mathematics teaching is another term for spatial thinking because it enables the organization of a complex, multi-dimensional structure in real-life contexts.

3.5 Artificial Intelligence as a Manipulative Material

Table 6. Metaphors Generated for the Concept of Artificial Intelligence as a Manipulative Material

Metaphors	f	%	Metaphors	f	%
Power	1	5	Humanoid Technology	1	5
Vitamin	1	5	Material	2	10
Proofing / Demonstration	1	5	Guide	1	5
Theater	1	5	Brain	1	5
Savior / Rescuer	1	5	Living/Life	1	5
Life-Saving Method	1	5	Visualization of Mathematics	1	5
Tool to Reveal the Invisible	1	5	Concrete Form of Mathematics	1	5
Leap Forward/ Advancement	1	5	Basic Necessity	2	5
Imagination	1	5	Turning on the Lights in a Dark Room	1	5
Machine with a Brain	1	5			
Total			20		100

As shown in Table 6, twenty different metaphors were identified within the category of Artificial Intelligence as a Manipulative Material from the metaphors generated by middle school mathematics teachers. These metaphors are:

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a power because it helps to concretize the abstract nature of mathematics. This not only saves time for teachers but also increases students' interest and motivation, positively shaping their perspective on mathematics.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like vitamins for the body because it helps students concretize their imagination and activates their minds.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like theater because it allows students to visualize algebraic and geometric expressions, which may initially be difficult to imagine, in a more concrete way.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like turning on the lights in a dark room because it makes abstract concepts easier to understand by concretizing them, enabling better comprehension.

3.6 Intelligence as a Supplementary Material

As shown in Table 7, fourteen different metaphors were identified within the category of Artificial Intelligence as a Supplementary Material from the metaphors generated by middle school mathematics teachers.

Table 7. Metaphors Generated for the Concept of Artificial Intelligence as a Supplementary Material

Metaphors	f	%	Metaphors	f	%
Supportive / Helper	2	14,28	Household Appliances	1	7,14
Supportive Computer	1	7,14	Tool	1	7,14
Indispensable	1	7,14	Glasses	1	7,14
Systematized Brain	1	7,14	Technological Tool	1	7,14
Machine	2	14,28	Lever	1	7,14
Computer	1	7,14	Katya	1	7,14
Total				14	100

These metaphors are:

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a helper because it reduces the workload.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like household appliances because it makes our lives easier and helps save time.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a lever because it facilitates teaching.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a technological tool because technological developments assist in mathematics teaching, and AI, as part of these developments, makes teaching easier.

Participants believe that the use of artificial intelligence in mathematics teaching reduces workload and facilitates the teaching process.

3.7 Artificial Intelligence as a Game and Entertainment Tool

As shown in Table 8, the category of Artificial Intelligence as a Game and Entertainment Tool included four different metaphors, representing the lowest proportion (3.57%) among the metaphors generated by middle school mathematics teachers.

Table 8. Metaphors Generated for the Concept of Artificial Intelligence as a Game and Entertainment Tool

Metaphors	f	%
Game	2	50,0
Addictive Substance	1	25,0
Fun and Educational	1	25,0
Total	4	100

Some examples of the logical justifications for the metaphors generated by middle school mathematics teachers are provided below:

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a game because it allows students to enjoy the learning process, making it lively and engaging.

Artificial intelligence in mathematics teaching is like a fun and educational tool because it captures students' interest while teaching new concepts and increases their participation in the lesson.

3.8 Artificial Intelligence as a Social and Emotional Development Tool

Table 9. Metaphors Generated for the Concept of Artificial Intelligence as a Social and Emotional Development Tool

Metaphors	f	%	Metaphors	f	%
Power	1	12,50	Learning Companion	1	12,50
Emotionless Healthy Body	1	12,50	Key	1	12,50
Key and Lock	1	12,50	Essential	1	12,50
Supplement / Extra Support	1	12,50	Move Required by the Era	1	12,50
Total				8	100

These metaphors are:

Artificial intelligence in mathematics teaching is like an emotionless healthy body because, just as a healthy body performs its functions but cannot communicate effectively without emotions, effective teaching cannot occur without social and emotional engagement.

It is like a supplement / extra support because it encourages individual learning and aims to develop students' strengths and address their weaknesses.

It is like a learning companion because it provides exercises that are appropriate and developmentally suitable.

It is like a key because it helps uncover hidden talents.

As seen from these responses, mathematics teachers perceive artificial intelligence in mathematics teaching as a material that supports social and emotional development by helping students discover hidden talents and develop both their strengths and weaknesses.

4. Discussion

The rapid increase in artificial intelligence (AI) applications today has led to various changes in the field of education, and these changes are expected to bring

about a transformation aimed at enhancing student learning experiences, providing greater support to teachers in instruction, and making educational processes more effective overall. To enable students to adapt to the needs of a changing and developing world and to prepare them better for the future, it is necessary to integrate innovations into teaching. In this context, new roles and responsibilities are being assigned to teachers. It is increasingly necessary for teachers to adapt to new pedagogical approaches and integrate AI tools into their teaching methods (Hindawi, 2020). Research by Xie and Reider (2020) indicated that teachers need adequate training and support to use AI tools effectively. Similarly, Uyar (2025) emphasized the importance of conducting pilot applications to determine the accessibility and effectiveness of AI tools.

In mathematics, which contains abstract content, the teaching methods and techniques used by the teacher are also significant (Günhan, 2006). The advantages of AI, such as personalized learning, rapid feedback, and interactive learning experiences, can make mathematics instruction more effective and student-centered. Similarly, a study by Bernardi et al. (2025) highlighted that using AI tools to support critical and creative thinking skills can positively shape the educational process. Additionally, in a process where AI technologies assist teachers, the most suitable instructional materials can be selected for students, their motivation can be increased, and lasting learning can be achieved (Nabiyev & Erümit, 2020). Particularly in mathematics education, using appropriate software to animate shapes and mathematical representations enhances students' imagination and problem-solving skills (Voskoglou & Salem, 2020).

The perceptions of middle school mathematics teachers regarding AI reflect innovative approaches that technology brings to mathematics instruction. At this point, teacher training and support on how to integrate AI into classrooms can play an important role in the future of mathematics education. Based on this, the present study aimed to determine teachers' perceptions of the role and effects of AI in mathematics teaching through metaphors and to raise awareness in this area. While there are several studies in the literature on teachers' perceptions of AI in education, there are relatively few studies specifically focusing on teachers' perceptions of AI in mathematics instruction.

As a result of the study, it was determined that teachers generated 112 different metaphors related to technology, which were grouped into eight categories. These categories, in order of the number of metaphors included, are: AI as traditional material, AI as manipulative material, AI as supportive material, AI as digital material, AI as material supporting social and emotional development, AI as interactive material, AI as visual material, and AI as game and entertainment material. According to the findings, the most frequently produced metaphors by middle school mathematics teachers were "calculator" (f=8), "teacher" (f=8), "material" (f=7), and "brain" (f=6).

In a study conducted by Aktaş (2021) examining school administrators' and teachers' metaphorical perceptions of AI, the most frequently produced metaphors by teachers were identified as robot (f=31), child (f=10), computer (f=9), machine (f=9), artificial human (f=9), baby (f=5), and brain (f=5). In this respect, the findings of the current study show partial similarity. In the study by Lin et al. (2025), AI literacy and perceptions regarding mathematics instruction were found to be significant mediators shaping behavioral responses to technology. In this study, potential behavioral responses are considered within a quantitative relationship between mathematics and technology. Therefore, a holistic perspective is required to further develop the integration of technology and mathematics.

In the category of AI as digital material, mathematics teachers associated AI in instruction with terms such as intelligent machine, material, everything, cheating, computer, brain-computer model, combination of human brain and machine, personalized learning experience, and digital teacher. Bağcı and Çoklar (2010) revealed that the metaphors produced by teacher candidates for instructional technologies varied by field. In this study, it was observed that teachers related the metaphors they produced for AI in mathematics instruction to concepts and terms from their own field. Field-specific differences should also be considered when evaluating how AI tools are perceived. Research by Nikolova (2024) indicated that AI tools are generally used as a complement to traditional methods rather than as a core component of learning.

In the category of AI as visual material, mathematics teachers associated AI with terms such as photograph, material, pencil, and problem-solving. These metaphors can be interpreted as indicating that AI supports lasting learning in instruction. Similar studies have found that visual materials provide student-centered learning opportunities, make lessons more enjoyable, and positively affect students' mathematics achievement (Brecht, 2000; Güngör, 2005; Kamina & Iyer, 2009; McNeil & Jarvin, 2007; Stokes, 2002).

In the category of AI as traditional material, teachers defined AI as a material used to facilitate instruction, teach core mathematical concepts, and present them effectively in a short time. Teachers associated AI with terms such as teacher, calculator, mathematics support, snowplow truck, brain, flashlight, serum, guide, clock, pencil, Turkish dictionary, material, consciousness, and instructional material. Similarly, the NCTM identified computers and calculators as basic technologies that can be used to learn and teach mathematics (Açıkgül, 2016). Ekici (2016) also noted that teacher candidates frequently explained computers metaphorically as a "brain." AI tools are seen by students as a helpful element that increases classroom participation, which is consistent with the metaphor of "guide" (Taani & Alabidi, 2024).

In the category of AI as interactive material, mathematics teachers associated AI with guide, mirror, savior, key, brain, simulation, miracle, and spatial thinking. Literature review revealed no similar prior

findings; however, studies involving chatbots created with AI tools show that chatbots positively influence mathematics learning assessments (Moral-Sanchez & Ruiz-Rey, 2025).

In the category of AI as manipulative material, teachers viewed AI as a material where students actively participate in learning and acquire knowledge through concrete experiences. Research shows that education involving materials that relate mathematics to daily life and make it tangible positively contributes to students' motivation, participation, and achievement (Taani & Alabidi, 2024; Byoung, 2001; Birgin & Tutak, 2006; Gündüz et al., 2008).

In the category of AI as supportive material, mathematics teachers associated AI with terms such as helper, indispensable, systematic brain, machine, computer, household appliances, tools, glasses, technological tool, lever, and Katya. These metaphors highlight AI's supportive role. How and Hung (2019) also emphasized that AI supports teachers in education by facilitating meaningful experiences for learners. Similarly, Nabiyev and Erümit (2020) noted that AI technologies can be used in education to assist teachers, evaluate information, analyze student behavior, and provide personalized learning systems. Ergun (2022) found that science teachers primarily perceived AI as a human-assisting tool, supporting the current study's findings.

In the category of AI as game and entertainment material, mathematics teachers associated AI with game, addictive substance, and enjoyable instructor. It is known that games can be used to teach mathematics across primary, secondary, and even higher education curricula (Uğurel & Moralı, 2008). Learning through play and enjoyment is also recognized as easier than concentrating on passive learning (Kinchin, 2018).

In the category of AI as material supporting social and emotional development, mathematics teachers associated AI with power, emotionless healthy body, key-lock, supplement, learning companion, key, necessary, and necessary steps for the era. This aligns with Haenlein and Kaplan's (2019) findings regarding AI's impact on societal and individual life. Technological competence is critical for adapting to contemporary requirements. Curriculum updates, expanding course content according to technological advancements, and redesigning classrooms are essential to shaping educational environments (Egara & Mosimege, 2024).

The findings of this study partially overlap with Kılıç's (2025) research with classroom teachers. In both studies, AI is generally perceived as a positive tool. However, while Kılıç's study identified "useful and supportive need" as the highest category, the current study found most metaphors in the "AI as traditional material" category. Moreover, classroom teachers associated metaphors with technological tools and support elements, whereas mathematics teachers associated AI with materials and tools integrated into the teaching process. This suggests that the perception of AI among mathematics teachers emphasizes material use aligned with the nature of the subject.

5. Conclusion and Recommendations

Some common metaphors produced by different participants appeared in different categories due to varying interpretations. For example, for one participant, AI in mathematics teaching may evoke a "helper" role, while another participant may categorize it as a "guide" or "brain." This demonstrates the flexible, multi-layered nature of metaphors and reflects differences in individual mental models. These differences are likely due to variations in participants' perceptions and metaphorical understandings of AI.

Analyses according to participants' demographic characteristics (gender, years of professional experience, education level, province of work) revealed no statistically significant differences. This indicates that these demographic variables did not influence the research results and that the findings are not specific to a particular demographic group.

It was found that 54 invalid metaphors did not include a metaphor source, belonged to multiple categories, were unrelated to AI in mathematics instruction, or were left blank. This suggests that middle school mathematics teachers face challenges in expressing their perceptions of AI. Similarly, Bahadır (2016) found that participants struggled to convey emotions and thoughts on a given topic. These metaphors may indicate difficulties in understanding AI, integrating it, and guiding students effectively.

Overall, the findings indicate that middle school mathematics teachers lack sufficient knowledge regarding AI in mathematics instruction, which may cause challenges in integrating AI technologies and applications into teaching processes. These results align with Aktaş (2021), which examined AI perceptions among administrators and teachers. Similar research by Pac (2008) also emphasized that teachers lack the background knowledge necessary to integrate technology into curricula. However, based on the metaphor analysis in this study, it cannot be definitively concluded that mathematics teachers' perceptions of AI in teaching are entirely inadequate.

Based on the findings obtained, the following recommendations can be made:

- Research can be conducted within this theme to evaluate the effects of artificial intelligence on mathematics teaching, to understand how this technology can be used more effectively in classrooms, to develop educational materials, or to design specialized training programs for teachers.
- Mandatory in-service training sessions can be organized to explore AI-supported learning tools.
- Undergraduate mathematics teacher candidates can be offered courses during their degree programs that contribute to the development of their technology

perceptions, strengthen their skills in effectively using technology, and raise awareness in this field.

- Studies can be conducted with larger and more diverse sample groups to contribute further to the relevant literature.

Additionally, in future studies on this topic, the use of interview techniques can provide opportunities for in-depth examination of the findings.

Türkçe Metin

1. Giriş

Bilgi çağı olarak adlandırılan günümüzde, her şey hızlı bir değişim içerisindedir. Hayatımızın her alanında bu değişimin izlerine rastlamak mümkündür. Bilimsel bilginin uygulaması olan teknoloji de değişime ayak uyduran alanlardan birisidir. Günden güne yeni bir teknolojik gelişmeyle karşılaşmaktayız. Yapay zekâ günümüz dünyasının en önemli teknolojilerinden biri olarak görülmektedir. (Arslan, 2017).

MIT Bilgisayar Bilimleri Laboratuvarı yöneticilerinden Edward Fredkin, BBC International ile yapmış olduğu bir röportajda, yapay zekânın önemini şu ifadelerle belirtmiştir: "Tarihte üç büyük olay vardır. Bunlardan ilki evrenin oluşması, ikincisi yaşamın başlaması, bu ikisiyle aynı derecede önemli olan üçüncüsüyse, yapay zekânın ortaya çıkmasıdır." Peki, evrenin oluşması, yaşamın başlaması gibi önemli olaylarla eş değerde görülen yapay zekâ nedir? Yapay zekâ birçok uzman tarafından yapılan farklı tanımlara maruz kalsa da henüz evrensel olarak kabul edilmiş bir tanıma sahip olmayan "bulanık bir kavram" olarak kalmıştır (Emmert-Streib ve ark, 2020; Kaplan ve Haenlein, 2019).

Axe yapay zekâyı karmaşık problemleri çözen, sadece önceden belirlenen sorunları değil yeni bir durum karşısında da tepkiler oluşturabilen akıllı programlar olarak kabul etmiştir (Nabiyev, 2012).

Yapay zekâ düşüncesinin kökleri, antik çağlara kadar uzanır. Modern yapay zekâ çalışmalarının temelleri ise bilgisayar bilimlerinin gelişmeye başladığı 1940'lı ve 1950'li yıllara dayanır. Alan Turing 1950 yılında yayınladığı "Bilgi İşlem Makineleri ve Zekâ" (Computing Machinery and Intelligence) makalesinde "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu tartışmaktadır (Coşkun ve Gülleroğlu, 2021). "Makine" ve "düşünmek" sözcüklerinin bileşiminden yola çıkarak açıklamalarda bulunan Turing yapay zekânın düşünsel temellerini oluşturmuştur (Turing, 1950). Yapay zekânın resmi olarak tarih sahnesine çıkışı, 1956 yılında gerçekleşen Dartmouth Konferansında Bilgisayar ve Bilişsel Bilimci "John McCarthy" tarafından ilk kez "Yapay Zekâ" terimi kullanılarak başlamıştır.

İlk duyulduğu tarihten bu yana yapay zekâ kavramı sürekli gelişmiş ve hayatımızın olmazsa olmazları arasına girmiştir. Çeşitli alanlarda her geçen gün yeni yapay zekâ uygulamaları insanoğlunun hizmetine sunulmaktadır (Uygunoğlu ve Yurtcu, 2006; Doğan ve Kubat, 2008; Demirhan, Kılıç ve İnan, 2010; Yıldız ve Yıldırım, 2018; Bilge, 2007; Anohina, 2007; Berman, Durning, Fischer, Huwendiek ve Triola, 2016; Williams, 2005). Yapay zekâ teknolojilerinden etkilenen alanlardan biri de eğitim olmuştur. 1970'lerde, öğrenmeye yardımcı olabilecek uygulamalar geliştirme hedefi, eğitimde yapay zekânın kullanılmasına yol açmıştır (Kay, 2015). Yapay zekâ, öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirmek, öğrencilere kişiselleştirilmiş eğitim sağlamak, eğitim sistemlerinin daha etkili olması amacıyla kullanılan bir dizi teknolojik uygulamayı içerir.

Günümüzde daha çok kişiselleştirilmiş öğretim uygulamaları şeklinde kendine yer edinen yapay zekânın eğitimde daha fazla alanda kullanılması için çalışmalar devam etmektedir (Çetin ve Aktaş, 2021). Bu alanlar arasında not verme ve değerlendirme, sınıf yönetim sistemleri, devamsızlık ve okul terk tahmini, performans değerlendirme, kişiselleştirilmiş öğretim, duygu analizi, öneri sistemleri ve akıllı eğitim sistemleri gibi konular bulunmaktadır. (Ahmad vd., 2020). Her öğrencinin öğrenme türüne özel olarak tasarlanmış materyaller, öğretmenlerin daha etkili bir öğretim süreci sağlamalarını destekler.

Alan yazında öğrenme öğretme sürecinde, sınıf içi uygulamalarda, teknolojik araçların kullanımının öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağladığı ve başarılarını arttırdığına ilişkin birçok araştırma bulunmaktadır (Ertem, 2010; Eyyam ve Yaratan, 2014; Harris, Al-Bataineh ve Al-Bataineh, 2016; Hsiao, 2012; Korat, 2008; Lei ve Zhao, 2005; Sevindik, 2006; Shapley, Sheehan, Maloney ve Caranikas-Walker, 2010; Yılmaz, 2005; Zhao, Wang, Wu ve He, 2011).

Akıllı öneri sistemleri ya da makine destekli sistemler, öğrencinin ustalık seviyesini belirleyerek, ihtiyaç duyduğu dersleri tekrar etmesini sağlayacak ve kişiselleştirilmiş bir öğrenme planı sunacaktır (McArthur, Lewis ve Bishary, 2005).

Matematik öğretiminde de benzer biçimde, öğrenme-öğretme sürecinde sınıf içi uygulamalarda kullanılan teknolojik araçların, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve matematik başarılarını artırmalarına katkı sağladığını gösteren birçok araştırma bulunmaktadır (Luzano, 2025; Owan vd., 2023; Ahmad vd., 2021). Seferoğlu (2004) matematik eğitimcilerinin, matematik eğitiminde teknolojiden yararlanmaları öğrencilerin bilgiyi somutlaştırmalarına, gerçek hayatla ilişkilendirmelerine, bilginin kalıcı olmasına yardımcı olacak ve öğrencinin akademik başarısının yükselmesine katkı sağlayacağını belirtmiştir. Luzano (2025), gelişen yeni trendlerin matematik eğitimine entegrasyonu için hazırlanan zeminin zenginleştirilmiş öğrenme deneyimlerini teşvik ederek öğrencilerin matematik öğrenme ortamlarında başarılı olacaklarını belirtmiştir. Gelişen öğrenme ortamları eğitim metodolojilerinin gelişen doğasına da hizmet edecektir (Li ve Manzari, 2025). Öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerisine farklı bir perspektiften bakabilmeyi sağlayacak yeni eğitim ortamları (Yurtsever ve Yurtsever, 2025),

matematik eğitimi çerçevesinde de benzer bir eğilim gösterebilecektir.

Algı, insanın değerlendirmeleri, izlenimleri ve hafızasının, sosyal dünya hakkındaki bilgisi ve inancı tarafından şekillendirilip yönlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Macrae ve Bodenhausen, 2001). Gerçeği anlamada veya dünyayı anlamlandırmada algının önemli bir rol oynadığı ve pek çok faktörden etkilendiği ifade edilebilir. (Göksu ve Koçak,2020) Bu bağlamda, öğretmenlerin teknolojik uygulamalara yönelik algıları, sınıfta gerçekleştirilecek uygulamaları da etkileyebilir (Zhao, Coombs ve Zhou, 2010). Okulda öğretim teknolojilerinden etkili ve verimli bir şekilde yararlanabilmek için öğretmenlerin tutumlarının kritik bir öneme sahip olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. (Drossel ve diğ., 2017; Ertmer, 1999, 2005; Teo ve Beng Lee, 2010; Zhao ve diğ., 2010)

Matematik öğretmenlerinin yapay zekâya ilişkin algıları, bu teknolojiyi matematik öğretiminde etkili bir şekilde entegre etmelerine ve öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmeleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

Yapay zekânın sınıfa başarılı bir şekilde entegre edilmesi çoğunlukla öğretmenlerin sorumluluğunda olmalıdır. Yapay zekâ teknolojilerinin kullanılıp kullanılmayacağı ve nasıl kullanılacağı kararı öğretmenler tarafından verilmelidir (Bayraktar, Gülderen, Akça ve Serin, 2023).

Ayrıca, öğretmenlerin yapay zekâyı anlaması ve kullanması, öğrencilere bu teknolojiyi doğru bir şekilde öğretebilmeleri açısından da kritiktir. Yapay zekânın matematik öğretiminde etkili bir şekilde kullanılabilmesi, öğretmenlerin bu teknolojiye yönelik algılarına bağlı olarak şekillenebilir. Bu nedenle, matematik öğretmenlerinin yapay zekâya ilişkin algılarının olumlu ve bilinçli olması, etkili bir matematik öğretimi için önemlidir.

Alanyazında Sangapu (2019) ve Aljohani (2021) tarafından öğrenciler veya öğretmenlerin yapay zekâ içerikli uygulamalara ve yapay zekâ hakkındaki görüşlerine yönelik araştırmalar yaptığı tespit edilmiştir. Ancak matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde yapay zekâya yönelik algılarını tespit etmeye yönelik bir çalışma bulunmadığı görülmüştür.

Bu bağlamda araştırmada, ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde yapay zekâya ilişkin algıları, metafor yöntemiyle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. TDK (2017) tarafından metafor "bir ilgi veya benzetme sonucu gerçek anlamından başka anlamda kullanılan söz, mecaz" olarak tanımlanır. Bir başka ifadeyle metafor; bir kavram, durum ya da nesnenin daha iyi anlaşılabilmesi için iyi bilinen ve genellikle de somut olan bir kavram, nesne ya da duruma benzeterek anlaşılır duruma getirmektir (Çobanoğlu ve Gökalp, 2015; Altun ve Apaydın, 2013). Metaforlar aracılığıyla bir kişinin herhangi bir konu hakkında neyi nasıl ve hangi açılardan düşündüğünü ortaya koyan bilişsel yaklaşım incelenebilir (Morgan, 1998; Short, 2000; Kendall ve Kendall, 1993). Bu çalışmada yapay zekânın neye benzetildiği 'gibi' kelimesi ile ortaya çıkarılmış, 'Çünkü' ile metafora yüklenen anlamlar belirlenmeye çalışılmıştır. Gerekçenin istenme nedeni, metaforları ortaokul matematik öğretmenlerinin düşüncelerindeki benzetmelerle doğru kategorilere ayırmaktır. Bu doğrultuda;

1.Ortaokul matematik öğretmenlerinin "öğretimde yapay zekâ" kavramı ile ilgili oluşturdukları metaforlar nelerdir?

2.Ortaokul matematik öğretmenlerinin "yapay zekâ" kavramı ile ilgili oluşturdukları metaforların benzerlikleri bakımından hangi kategoriler altında gruplanabilir? Sorularına da cevap aranmıştır.

2. Yöntem

2.1 Araştırma Deseni

Bu araştırma nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim deseniyle yürütülmüştür. Olgu bilimi, bireylerin deneyimleri aracılığıyla farkında olduğumuz ancak detaylı bir görüş sahibi olmadığımız durumları ve olguları inceleyen bir araştırma desenidir (Creswell, 2016). Yaşanan deneyimler, bilinçaltındaki bilgi ve düşünceleri ortaya çıkarır ve tanımlar (Hays ve Singh, 2012). Olgubilim çalışmalarında "Herhangi bir olguya ilişkin birisinin veya bir grup insanın yaşadığı deneyimin anlamı, yapısı ve özü nedir?" şeklindeki temel bir soruya yanıt aranmaktadır (Patton, 2001).

Bununla birlikte olgubilim çalışmaları kesin ve genellenebilir sonuçlar ortaya koymamakla birlikte araştırdığımız olgu hakkında katılımcıların oluşturdukları anlamları tanımlamak amacıyla sık sık tercih edildiği görülmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011; Büyüköztürk, Çokluk ve Şekercioğlu, 2014).

Bu araştırmada ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde "yapay zekâ" kavramına ilişkin algıları metaforlar yoluyla belirlenmeye çalışıldığı ve anlamlar derinlemesine incelendiği için olgu bilim deseni tercih edilmiştir.

2.2 Çalışma Grubu

Çalışma grubunu belirlemek için amaçlı örneklem yöntemlerinden kartopu örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. İlk olarak çalışma evreninden bir katılımcıya ulaşılarak, bu katılımcının yönlendirmesiyle diğer katılımcılara erişilir ve böylece çalışma grubu oluşturulur. (Böke, 2009). Araştırmacının zincirleme bir şekilde sürdürdüğü veri toplama işlemi sonucunda, veri doygunluğuna ulaşıldığında araştırmanın veri toplama aşaması tamamlanır (Kerlinger ve Lee, 1999)

Yapılan araştırmada çalışma grubunu 2023-2024 eğitim öğretim yılında Türkiye'nin farklı illerinde görev yapan 163 matematik eğitimcisi oluşturmaktadır. Katılımcılar gönüllülük esasın göre belirlenmiştir. Çalışmaya katılan katılımcılar hakkında bazı demografik bilgiler Tablo 1'de incelenmiştir.

Tablo 1. Çalışma Grubuna Ait Demografik Bilgiler

Değişken	Kategori	f	%
Cinsiyet	Kadın	102	62,6
	Erkek	61	37,4
Mesleki Deneyim Yılı	1-5 yıl	80	49,1
	6-11 yıl	46	28,2
	11-16 yıl	21	12,9
	16 yıl ve üzeri	16	9,8
Eğitim Düzeyi	Lisans	122	74,8
	Yüksek Lisans	41	25,2
	Doktora	0	0
Görev Yapmakta Olduğunuz İl (Bölge)	Marmara	54	33,12
	Ege	4	2,45
	Akdeniz	6	3,68
	İç Anadolu	9	5,52
	Karadeniz	8	4,90
	Doğu Anadolu	67	41,10
	Güney Doğu Anadolu	15	9,20
Toplam		163	100

2.3 Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak katılımcıların demografik bilgilerinin ve bir metafor sorusunun yer aldığı yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Google Forms vasıtasıyla oluşturulan yarı yapılandırılmış form e-mail ve WhatsApp platformları üzerinden gönderilmiştir. Demografik bilgiler kısmında katılımcılara; cinsiyet, mesleki kıdem yılı, eğitim durumu, görev yaptığı okulun niteliği ve görev yapmakta olduğu il ilgili sorular yönlendirilirken açık uçlu soru kısmında ise katılımcı eğitimcilerinin metaforik algılarını belirlemek için "Matematik öğretiminde yapay zekâ …… gibidir. Çünkü……." sorusu yönlendirilmiştir. Ekler kısmında yarı yapılandırılmış forma yer verilmiştir.

Nitekim, aynı metaforlara farklı bireyler tarafından farklı anlamalar yüklenebileceğinden ötürü üretilen metaforların mantıksal dayanağına "niçin" sorusunun yanıtıyla ulaşılabilecektir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Çalışmada etik süreç şu şekildedir:

• Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimleri Yayın Etik Kurulu Başkanlığı'ndan etik kurul onayı alındı (Tarih: 22.03.2024, Kara no: 2024/06-17)

• Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alındı.

2.4 Veri Analizi

Verilerin çözümlenmesinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizinde, toplanan veriler derin bir işleme tabi tutulur ve araştırma konusuna ilişkin kavram ve temalar ortaya çıkarılır. Bu kavram ve temalar mantıklı bir biçimde düzenlenerek verileri açıklayan temaların belirlenmesi sağlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Ortaokul matematik öğretmenlerinin öğretimde yapay zekâya ilişkin ilişkin metaforik algılarının tespit edilmesi amacıyla hazırlanan form, uygulama çalışmasından önce öğretim üyesi tarafından incelenmiş ve görüşleri doğrultusunda formlarda gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Katılımcıların yapay zekâya ilişkin metaforik algılarını belirlemeye yönelik form uygulanırken, formun katılımcılar tarafından doldurulması için yeterli süre tanınmıştır. Araştırmanın geçerliğini sağlamada inandırıcılık ve aktarılabilirlik çok önemlidir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bunun sağlanabilmesi için veri toplama ve analiz süreci ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Araştırma geçerliğini sağlamak için ayrıca kodlama ve kategorilere ayrıma süreci titizlikle ve müdahale olmaksızın yürütülmüş, katılımcıların ifadelerine bizzat araştırmada yer verilmiştir (Hruschka vd., 2004)

Çalışma grubundan elde edilen veriler daha önceki benzer çalışmalar da göz önünde bulundurularak (Hacıhafızoğlu vd., 2011; Coşkun, 2011; Çobanoğlu ve Gökalp, 2015; Kaya, 2014); (i) kodlama ve ayıklama, (ii) örnek metafor derleme, (iii) kategori geliştirme, (iv) geçerlilik ve güvenilirlik ve (v) verilerin bilgisayar ortamına aktarılması olmak üzere beş aşamada analiz edilmiştir. Kodlama ve ayıklama aşaması; Bu aşamada öncelikle elde edilen formlarda ortaokul öğretmenlerinin ürettikleri metaforlar Microsoft Excel programına aktarılarak sıralanmıştır. Böylelikle oluşturulan geçici liste dikkatle incelenerek net bir şekilde herhangi bir metaforu üretip üretemedikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan incelemede eksik ya da boş bırakılan formlar ve "çünkü" ile başlayan cümlenin doldurulmadığı 51 adet form ayıklanarak veri analizine dâhil edilmemiştir. Geri kalan 112 adet formda bir metafor üretilerek tanımlandığı anlaşıldığından araştırma bu formlar üzerinden sonuçlandırılmaya çalışılmıştır.

Metafor Derleme Aşaması; Bu aşamada birinci aşamadan geçen yeni liste yeniden listelenmiş ve tekrar incelenmeye başlanmıştır. İnceleme esnasında bir metaforu temsil eden katılımcıların doldurdukları formlarından ilgili metaforu en iyi temsil ettiği varsayılan ifade alınmış ve 62 metafordan oluşan bir "örnek metafor listesi" oluşturulmuştur. Böylelikle araştırmanın bir sonraki aşamasında kullanmaya elverişli başvuru kaynağı olacak listeye ulaşılmıştır.

Kategori Geliştirme Aşaması; Metaforlar, katılımcı açıklamalarına dayalı olarak konu, gerekçe, anlamlılık ve içerdikleri ilişkiler açısından analizden geçirilmiştir. Katılımcıların açıklamaları temel alınarak kategoriler geliştirilmiş ve bu kategoriler temelinde tematik bir çerçeve oluşturulmuştur.

Oluşturulan metaforlar incelenmiş ve tekrar edilme sıklığına göre dizilerek her metaforu yansıtan frekans ve yüzde değerleri bulunmuştur.

2.5 Geçerlik, Güvenirlik ve Etik

Güvenirlik kapsamında kodların tutarlılığı iki alan uzmanı tarafından incelenmiştir. Daha sonra kodlar arası

tutarlılıklarının hesaplanması Miles ve Huberman'ın 1994 yılında geliştirdiği formül ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu uyum yüzdesi % 88 bulunmuştur.

Bu araştırmanın planlanmasından, uygulanmasına, verilerin toplanmasından verilerin analizine kadar olan tüm süreçte "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Bu çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

2.6 Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada kullanılan örneklem büyüklüğünün sınırlı olması elde edilen bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Ayrıca araştırmada kullanılan yöntemlerin ve tekniklerin doğasından kaynaklanan metodolojik sınırlılıklar araştırmanın sınırlılıkları arasında gösterilebilir.

3. Bulgular

Ortaokul matematik öğretmenlerin matematik öğretiminde yapay zekâya ilişkin sahip oldukları algıların metaforlar aracılığı ile belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada öğretmenler tarafından geliştirilen metaforlardan kodlar arasındaki ortak yönlerden hareketle kategoriler oluşturulmuştur.

Tablo 2. Yapay Zekâ Kavramına İlişkin Metaforların Kategorilerine Göre Dağılımı

Kategoriler	f	%	Kategoriler	f	%
Dijital materyal olarak yapay zekâ	10	8,92	Manipülatif materyal olarak yapay zekâ	20	17,8
Görsel materyal olarak yapay zekâ	5	4,46	Yardımcı materyal olarak yapay zekâ	14	12,5
Geleneksel materyal olarak yapay zekâ	43	41,07	Oyun ve eğlence materyali olarak yapay zekâ	4	3,57
İnteraktif materyal olarak yapay zekâ	8	7,14	Sosyal ve duygusal gelişimi destekleyen materyal olarak yapay zekâ	8	7,14
Toplam				100	112

Tablo 2'de görüldüğü üzere "yapay zekâ" kavramına ilişkin 8 kategoride toplam 112 metafor üretilmiştir. Üretilen metaforlar en fazla geleneksel materyal olarak yapay zekâ kategorisinde (43, %41,07) yer alırken, en az sayıda metafor ise oyun ve eğlence materyali olarak yapay zekâ kategorisinde (4,%3,57) olduğu görülmüştür.

3.1 Dijital Materyal Olarak Yapay Zekâ

Ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen metaforlar arasında "Dijital materyal olarak yapay zekâ" kategorisine ait 10 farklı metafor oluşturulduğu görülmüştür.

Tablo 3. Dijital Materyal Olarak Yapay Zekâ Kavramın İlişkin Üretilen Metaforlar

Metaforlar	f	%	Metaforlar	f	%
Zeki makine	1	10	Her şey	1	10
Özelleştirilmiş bir öğrenme deneyimi	1	10	Destekleyici teknik	1	10
İnsan beyniyle makine birleşimi	1	10	Beynin bilgisayar modeli	1	10
Kopya çekmek	1	10	Materyal	1	10
Bilgisayar	1	10	Dijital öğretmen	1	10
Toplam				10	100

Tablo 3'te yer verilen ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen metaforların mantıksal dayanaklarına ilişkin bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Matematik öğretiminde yapay zekâ, materyal gibidir. Çünkü öğrencilere daha özelleştirilmiş, etkileşimli ve verimli bir öğrenme deneyimi sunma potansiyeli sağlar.

Matematik öğretiminde yapay zekâ bilgisayar gibidir çünkü işimize yardımcı olur.

Matematik öğretiminde yapay zekâ beynin bilgisayar modeline benzer çünkü bilgisayar her şeyi hesaplar ve çok hızlıdır ama beyinden hareketle yapılmıştır.

Matematik öğretiminde yapay zekâ destekleyici bir teknik gibidir. Çünkü sanal ortamda bulunan birçok veriyi çok kısa bir sürede bir araya getirmektedir. Öğrenen bu şekilde araştırma sürecini kısaltarak zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ancak öğrenen bu elde edilen bilgileri veri olarak kabul etmeli, sonuç olarak değil. Aksi taktirde yapay zekâ yarar yerine zarar üreten bir tekniğe dönüşür.

Matematik öğretiminde yapay zekâ özelleştirilmiş bir öğrenme deneyimi gibidir çünkü öğrencilerin ilgi alanlarına göre öğrenme materyalleri geliştirir.

3.2 Görsel Materyal Olarak Yapay Zekâ

Tablo 4'te ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen metaforlar arasından oluşturulan "Görsel materyal olarak yapay zekâ" kategorisinde 5 farklı metafor oluşturulduğu görülmüştür.

Tablo 4. Görsel Materyal Olarak Yapay Zekâ Kavramına İlişkin Üretilen Metaforlar

Metaforlar	f	%
Hesap Makinesi	1	20
Problem Çözme	1	20
Materyal	1	20
Fotoğraf	1	20
Kalem	1	20
Toplam	5	100

3.3 Geleneksel Materyal Olarak Yapay Zekâ

Tablo 5'te gösterildiği üzere çalışmada en fazla metaforun geleneksel materyal olarak yapay zekâ kategorisinde üretildiği görülmüştür.

Tablo 5. Geleneksel Materyal Olarak Yapay Zekâ Kavramına İlişkin Üretilen Metaforlar

Metaforlar	f	%	Metaforlar	f	%
Hesap Makinesi	7	16,27	Beyin	2	4,65
Öğretmen	4	9,30	Fener	1	2,32
Matematik Desteği	1	2,32	Serum	1	2,32
Kolaylık	1	2,32	Denklem	1	2,32
Hipotenüs	1	2,32	Yol Gösterici	1	2,32
Matematiksel Durumun Sonucu	1	2,32	Özel Öğretmen	1	2,32
Kar Kazıma Kamyonu	1	2,32	Hız	1	2,32
Yapboz Parçaları	1	2,32	Işık	2	4,65
Otobüs Yerine Taksiye Binmek	1	2,32	Saat	1	2,32
Özel Öğretmen	1	2,32	Kalem	1	2,32
Ekmek	1	2,32	Araç	1	2,32
Materyal	2	4,65	Bilinç	1	2,32
Navigasyon	1	2,32	Türkçe Sözlük	1	2,32
Rehber	1	2,32	Öğretici	1	2,32
Pusula	1	2,32	Güneş	1	2,32
Bel Kemiği	1	2,32			
Toplam				43	100

Bu metaforlar;

Matematik öğretiminde yapay zekâ hesap makinesi gibidir. Çünkü matematik çoğunlukla hesaplamalara dayanır.

Hesap makinesi gibidir. Çünkü işlemleri otomatik olarak çabuk hesaplamamıza yardımcı olur.

Matematik öğretiminde yapay zekâ problem çözme gibidir. Çünkü çıkarım yapıp sonuç çıkarır.

Matematik öğretiminde yapay zekâ Öğretmen çünkü eksiklikleri çok iyi tespit edebilir.

Matematik öğretiminde yapay zekâ materyal gibidir çünkü konuyu kavramayı sağlar.

Matematik eğitiminde yapay zekâ navigasyon gibidir çünkü doğru yola kısa yoldan götürür. Yani konuyu kısa yoldan doğru şekilde aktarmaya yarar.

Matematik öğretimde yapay zekâ rehber gibidir. Çünkü konuyu anlatmamızda yön verir.

Matematik öğretiminde yapay zekâ pusula gibidir çünkü kılavuz niteliği taşır.

Matematik öğretmenleri tarafından geleneksel materyal olarak yapay zekâ kategorisinde en fazla üretilen metaforun hesap makinesi (f=7) olduğu görülmektedir.

Geleneksel materyal olarak yapay zekâ kategorisinde üretilen hesap makinesi metaforu farklı katılımcılar tarafından birden fazla kez kullanıldığı görülmüştür.

3.4 İnteraktif Materyal Olarak Yapay Zekâ

Tablo 6. İnteraktif Materyal Olarak Yapay Zekâ Kavramına İlişkin Üretilen Metaforlar

Metaforlar	f	%	Metaforlar	f	%
Rehber	1	12,50	Beyin	1	12,50
Ayna	1	12,50	Simülasyon	1	12,50
Kurtarıcı	1	12,50	Mucize	1	12,50
Anahtar	1	12,50	Uzamsal Düşünme	1	12,50
Toplam				8	100

Tablo 6'da ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen metaforlar arasında "İnteraktif materyal olarak yapay zekâ" kategorisine ait 8 farklı metafor oluşturulduğu görülmüştür.

Ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen metaforlar arasından oluşturulan "İnteraktif materyal olarak yapay zekâ" kategorisinde 8 farklı metafor oluşturulduğu görülmüştür. Bu metaforlar;

Matematik öğretiminde yapay zekâ öğrenci için ayna gibidir. Çünkü anında dönüt alabilme ve düzeltme sağlayabilmede en etkili yollardan biridir.

Matematik öğretiminde yapay zekâ mucize gibidir çünkü üç boyutlu konularda yardımcı olduğu nokta çok.

Matematik öğretiminde yapay zekâ uzamsal düşünebilmenin diğer adıdır. Çünkü çok boyutlu ve karmaşık bir yapının hayatta düzeni oluşturabilmesidir.

3.5 Manipülatif Materyal Olarak Yapay Zekâ

Tablo 7. Manipülatif Materyal Olarak Yapay Zekâ Kavramına İlişkin Üretilen Metaforlar

Metaforlar	f	%	Metaforlar	f	%
Güç	1	5	İnsansı Teknoloji	1	5
Vitamin	1	5	Materyal	2	10
İspat Yapma	1	5	Rehber	1	5
Tiyatro	1	5	Beyin	1	5
Kurtarıcı	1	5	Yaşamak	1	5
Hayat Kurtaran Yöntem	1	5	Matematiğin Resimleştirilmesi	1	5
Görünmeyeni Gösterecek Araç	1	5	Matematiğin Somut Hali	1	5
Çağ Atlamak	1	5	Temel İhtiyaç	2	5
Hayal	1	5	Karanlık Bir Ortama Girildiğinde Işıkları Açmak	1	5
Beyni Olan Makine	1	5			
Toplam			20		100

Tablo 7'de görüldüğü üzere ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen metaforlar arasından oluşturulan "Manipülatif materyal olarak yapay zekâ" kategorisinde 20 farklı metafor oluşturulduğu görülmüştür. Bu metaforlar;

Matematik öğretiminde yapay zekâ bir güç gibidir. Çünkü matematik dersinin soyut anlamından kurtarım

somutlaştırmayı kolaylaştıracaktır. Bu sayede biz öğretmenler için zamandan tasarruf sağlayacağı gibi öğrenciler açısından ilgi ve isteklerini artırarak, matematik dersine bakış açılarını olumlu yönde geliştirecektir.

Matematik öğretiminde yapay zekâ vücut sağlığı için alınması gereken vitaminler gibidir. Çünkü öğrencinin hayal dünyasını somutlaştırmasına yardımcı olarak zihni aktif hale getirir

Matematik öğretiminde yapay zekâ tiyatro gibidir. Çünkü öğrencinin kafasında canlandırması ilk zamanlarda biraz zor olan cebirsel ve geometrik ifadeleri daha somut bir şekilde göstermeye yarar.

Matematik öğretiminde yapay zekâ karanlık bir ortama girildiğinde ışıkları açmak gibidir. Çünkü öğrenilmesi, kavranması zor olan her türlü soyut bilgiyi somutlaştırarak daha iyi görmemizi sağlar.

3.6 Yardımcı Materyal Olarak Yapay Zekâ

Tablo 8'de ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen metaforlar arasından oluşturulan "Yardımcı materyal olarak yapay zekâ" kategorisinde 14 farklı metafor oluşturulduğu görülmüştür.

Tablo 8. Yardımcı Materyal Olarak Yapay Zekâ Kavramına İlişkin Üretilen Metaforlar

Metaforlar	f	%	Metaforlar	f	%
Yardımcı	2	14,28	Ev Aletleri	1	7,14
Yardımcı Bilgisayar	1	7,14	Araç	1	7,14
Olmazsa Olmaz	1	7,14	Gözlük	1	7,14
Sistematikleşmiş Beyin	1	7,14	Teknoloji Aracı	1	7,14
Makine	2	14,28	Kaldıraç	1	7,14
Bilgisayar	1	7,14	Katya	1	7,14
Toplam				14	100

Bu metaforlar;

Matematik öğretiminde yapay zekâ yardımcı gibidir. Çünkü iş yükünü hafifletir.

Matematik öğretiminde yapay zekâ ev aletleri gibidir. Çünkü hayatımızı kolaylaştırarak zamandan tasarruf sağlanmamıza yardımcı olur.

Matematik öğretiminde yapay zekâ kaldıraç gibidir. Çünkü öğretimi kolaylaştırır.

Matematik öğretiminde yapay zekâ teknoloji aracı gibidir. Çünkü teknolojik gelişmeler matematik öğretiminde yardımcı oluyor. Teknolojik gelişmelerden yapay zekâda öğretimi kolaylaştırır.

Katılımcılar, matematik öğretiminde yapay zekâ kullanımının iş yükünü azalttığını ve öğretimi kolaylaştırdığını düşünmektedirler.

3.7 Oyun ve Eğlence Materyali Olarak Yapay Zekâ

Tablo 9'da ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen metaforlar arasından oluşturulan "Oyun ve eğlence materyali olarak yapay zekâ" kategorisinde 3 farklı metafor ile en düşük orana (%3,57) sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 9. Oyun ve Eğlence Materyali Olarak Yapay Zekâ

Metaforlar	f	%
Oyun	2	50,0
Bağımlılık Yapan Madde	1	25,0
Eğlenceli Öğretici	1	25,0
Toplam	4	100

Üretilen metaforların ortaokul matematik öğretmenleri tarafından açıklanan mantıksal dayanaklarına ilişkin bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Matematik öğretiminde yapay zekâ oyun gibidir. Çünkü olunca öğrenci eğlenir eğlenerek hayat katar hayat bulur.

Matematik öğretiminde yapay zekâ eğlenceli bir öğretici gibidir çünkü yeni şeyler öğretirken ilgi çeker ve derse olan katılım artar.

3.8 Sosyal ve Duygusal Gelişimi Destekleyen Materyal Olarak Yapay Zekâ

Tablo 10. Sosyal ve Duygusal Gelişimi Destekleyen Materyal Olarak Yapay Zekâ Kavramına İlişkin Üretilen Metaforlar

Metaforlar	f	%	Metaforlar	f	%
Güç	1	12,50	Öğrenme Arkadaşı	1	12,50
Duygusal Sağlıklı Beden	1	12,50	Anahtar	1	12,50
Anahtar Kilit	1	12,50	Gerekli	1	12,50
Ek Takviye	1	12,50	Çağın Gerektirdiği Hamle	1	12,50
Toplam				8	100

4. Tartışma

Günümüzde yapay zekâ uygulamalarının hızla artış göstermesi, eğitim alanında da çeşitli değişimlere neden olmakta ve bu değişimlerin, öğrenci öğrenme deneyimlerini geliştirmeye, öğretmenlere öğretimde daha fazla destek sunmaya ve genel olarak eğitim süreçlerini daha etkin hale getirmeye yönelik bir dönüşümü beraberinde getirmesi beklenmektedir.

Öğrencilerin, değişen ve gelişen dünyanın ihtiyaçlarına adapte olabilmeleri ve geleceğe daha donanımlı hazırlanabilmesi için yeniliklerin öğretime dahil edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, öğretmenlere yeni roller ve sorumluluklar yüklenmektedir. Öğretmenlerin, yeni pedagojik yaklaşımlara uyum sağlayarak yapay zekâ araçlarını öğretim yöntemlerine entegre etmeleri giderek daha fazla gerekmektedir (Hindawi, 2020). Xie ve Reider (2020) tarafından yapılan bir araştırmada, öğretmenlerin yapay zekâ araçlarını etkili bir şekilde kullanabilmek için yeterli eğitime ve desteklenmeye ihtiyaç duydukları belirtilmiştir. Uyar (2025) tarafından yapılan çalışma ise pilot uygulamaların yapılarak yapay zekâ araçlarının erişilebilirliği ve etkinliğinin belirlenmesinin önemi vurgulanmıştır.

Soyut içerikler barındıran matematik dersinde öğretmen tarafından kullanılan öğretim yöntem ve tekniği de önem taşımaktadır (Günhan, 2006). Yapay zekânın bireyselleştirilmiş öğrenme, hızlı geri bildirim ve interaktif öğrenme deneyimleri gibi avantajları, matematik öğretimini daha etkili ve öğrenci odaklı hale getirebilir. Benzer doğrultuda Bernardi vd. (2025) tarafından yapılan çalışmada yapay zekâ araçlarının eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerine katkı sağlayacak şekilde kullanılmasının eğitim sürecini olumlu yönde şekillendireceği belirtilmiştir. Ayrıca yapay zekâ teknolojilerinin öğretmene yardımcı olduğu bir süreçte, öğrenciler için en uygun öğretim materyali seçilebilir, öğrencilerin motivasyonları artırılabilir ve kalıcı öğrenme sağlanabilir (Nabiyev ve Erümit, 2020). Özellikle matematik eğitiminde uygun yazılım kullanılarak elde edilen şekil ve matematiksel temsillerin animasyonu, öğrencinin hayal gücünü ve problem çözme becerilerini artırır (Voskoglou ve Salem,2020).

Ortaokul matematik öğretmenlerinin yapay zekâya yönelik algıları, teknolojinin matematik öğretimine getirdiği yenilikçi yaklaşımları yansıtmaktadır. Bu noktada, öğretmenlerin yapay zekâyı sınıflarında nasıl entegre edebilecekleri konusundaki eğitim ve destek, geleceğin matematik öğretiminde önemli bir rol oynayabilir. Buradan hareketle ortaokul matematik öğretmenlerinin, matematik öğretim süreçlerinde yapay zekânın rolüne ve etkilerine dair algılarını anlamak ve bu alandaki farkındalıklarını artırmak amacıyla yapılan bu çalışma, matematik öğretiminde yapay zekâya ilişkin algıları metaforlar yoluyla belirlemeyi hedeflemektedir. Literatürde, eğitimde yapay zekâya ilişkin öğretmen algılarına ait farklı çalışmalar yer almaktadır ancak matematik öğretiminde öğretmenlerin yapay zekâya ilişkin algılarına yönelik çok fazla çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırma sonucunda öğretmenlerin teknolojiye ilişkin 112 farklı metafor ürettikleri ve bu metaforların 8 farklı kategoride toplandığı belirlenmiştir. Bu kategoriler içerdikleri metafor sayısına göre sırasıyla; geleneksel materyal olarak yapay zekâ, manipülatif materyal olarak yapay zekâ, yardımcı materyal olarak yapay zekâ, dijital materyal olarak yapay zekâ, sosyal ve duygusal gelişimi destekleyen materyal olarak yapay zekâ, interaktif materyal olarak yapay zekâ, görsel materyal olarak yapay zekâ ve oyun ve eğlence materyali olarak yapay zekâdır. Bulgulara göre ortaokul matematik öğretmenleri tarafından en çok üretilen metaforlar hesap makinesi (8), öğretmen (8), materyal (7), beyin (6) şeklindedir. Aktaş, A. (2021) tarafından gerçekleştirilen okul yöneticileri ve öğretmenlerin yapay zekâya yönelik metaforik algılarını inceleyen araştırmada öğretmenler tarafından en çok üretilen metaforların robot (f:31), çocuk (f:10), bilgisayar (f:9), makine (f:9), yapay insan (f:9), bebek (f:5) ve beyin (f:5) olduğu tespit edilmiştir. Bu yönüyle araştırmanın mevcut bulguları ile kısmen benzerlik gösterdiği görülmüştür. Lin vd. (2025) tarafından yapılan çalışmada AI okuryazarlığı ve matematik öğretimi ile ilgili algıların teknolojiye ilişkin davranışsal tepkileri koşullandıran önemli aracılar olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada olası davranışsal tepkiler matematik ve teknolojinin arasında nicelik içerikli bir zeminde kalan ilişki olduğudur. Dolayısıyla bütüncül bir bakış açısıyla teknoloji ve matematik entegrasyonunun geliştirilmesi gerekmektedir.

Dijital materyal olarak yapay zekâ kategorisinde matematik öğretmenleri öğretimde yapay zekâyı zeki makine, materyal, her şey, kopya çekmek, bilgisayar, beynin bilgisayar modeli, insan beyniyle makine birleşimi, özelleştirilmiş bir öğrenme deneyimi ve dijital öğretmen kelimeleri ile ilişkilendirilmiştir. Bağcı ve Çoklar (2010) öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerine yönelik ürettikleri metaforlarının alanlar bazında farklılaştığını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada öğretmenlerin matematik öğretiminde yapay zekâya yönelik metafor oluştururken kendi alanlarıyla ilgili kavram ve terimlerle ilişki kurdukları görülmüştür. Alan bazlı farklılaşma da yapay zekâ araçlarının algılanış şeklinde meydana gelen farkların etkili olma ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Algının dışavurumuna ilişkin Nikolova (2024) tarafından yapılan çalışma, yapay zekâ araçlarının öğrenmenin temel bir bileşeni olarak değil, geleneksel yöntemin bir tamamlayıcısı olarak kullanıldığını ortaya çıkarmıştır.

Görsel materyal olarak yapay zekâ kategorisinde matematik öğretmenleri öğretimde yapay zekâyı fotoğraf, materyal, kalem, problem çözme kelimeleri ile ilişkilendirmiştir. Bu metaforlar yapay zekânın öğretimde kalıcılığı artırmaya yönelik olduğu yönünde yorumlanabilir. Bu çalışmaya yakın çalışmalarda görsel materyallerin öğrenci merkezli bir eğitim olanağı sağladığı, dersleri daha eğlenceli hale getirerek, öğrencilerin matematik başarısını olumlu yönde etkilediği sonuçlarına ulaşılmıştır (Brecht, 2000; Güngör, 2005; Kamina ve Iyer; 2009; McNeil ve Jarvin, 2007; Stokes, 2002).

Geleneksel materyal olarak yapay zekâ kategorisinde matematik öğretmenlerinin yapay zekâyı öğretimi kısa zamanda yapmaya yardımcı temel matematik kavramlarını öğretmek ve anlatmak amacıyla kullanılan bir materyal olarak tanımlamışlardır. Öğretimde yapay zekâyı öğretmen, hesap makinesi, matematik desteği, kar kazıma kamyonu, beyin, fener, serum, yol gösterici, saat, kalem, Türkçe sözlük, materyal, bilinç, öğretici materyal sözcükleri ile ilişkilendirmişlerdir. Benzer şekilde NCTM matematik öğrenmek ve öğretmek için kullanılabilir temel teknoloji olarak bilgisayar bilimini ve hesap makinelerini göstermiştir (Açıkgül, 2016) Ekici (2016)'ın çalışmasında da öğretmen adaylarının bilgisayarı da çoğunlukla beyin metaforuyla açıklamış olması dikkat çekmektedir. Yapay zekâ araçlarının öğrenciler tarafından ders içi katılımı arttırmaya yarayan yardımcı bir eleman olarak görülmesi de (Taani ve Alabidi, 2024) yol gösterici metaforuyla benzerlik göstermektedir.

İnteraktif materyal olarak yapay zekâ kategorisinde matematik öğretmenleri öğretimde yapay zekâyı rehber, ayna, kurtarıcı, anahtar, beyin, simülasyon, mucize ve uzamsal düşünme sözcükleri ile ilişkilendirmişlerdir. İlgili literatür tarandığında bu sonuca benzer bir sonuca rastlanmamıştır. Fakat yapay zekâ aracı yardımıyla

chatbot oluşturmayı içeren çalışmada (Moral- Sanchez ve Ruiz- Rey, 2025) chatbotların matematik öğrenimini değerlendirilmesinde olumlu bir algı oluşturduğunu göstermektedir.

Manipülatif materyal olarak yapay zekâ kategorisinde matematik öğretmenleri öğretimde yapay zekâyı öğrencinin öğrenmede aktif olduğu ve somut deneyimler yoluyla öğrenmenin gerçekleştiği bir materyal olarak değerlendirmişlerdir. Bu bağlamda matematiği günlük hayatla ilişkilendirmeyi ve somutlaştırıp elle dokunur hale getirmeyi sağlayacak materyaller geliştirerek gerçekleştirilen eğitimin, öğrencilerin motivasyonlarına, derse katılma arzularına ve başarılarına olumlu katkılar sağladığına dair araştırmalara rastlamak mümkündür (Taani ve Alabidi, 2024; Byoung, 2001; Birgin ve Tutak, 2006; Gündüz vd., 2008).

Yardımcı materyal olarak yapay zekâ kategorisinde matematik öğretmenleri öğretimde yapay zekâyı yardımcı, yardımcı materyal, olmazsa olmaz, sistematikleşmiş beyin, makine, bilgisayar, ev aletleri, araç, makine, gözlük, teknoloji aracı, kaldıraç ve katya sözcükleri ile ilişkilendirmişlerdir ve bu metaforlar, yapay zekânın yardımcı rolüne işaret etmektedir. How ve Hung (2019) yapay zekâ, eğitimde öğretmenlere yardımcı olarak ve öğrenenlerin anlamlı yaşantılar sağlayarak destekleyici bir rol almaktadır şeklindeki bulgularıyla uyumludur. Benzer şekilde, Nabiyev ve Erümit (2020) çalışmasında yapay zekâ teknolojilerinin öğretmen asistanı olmak, bilginin değerlendirilmesini sağlamak, öğrenci davranışlarını analiz etmek ve kişiselleştirilmiş öğrenme sistemleri sunmak amacıyla eğitim alanında kullanılabileceğini belirtmiştir.

Ergun (2022) tarafından yapılan çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin yapay zekâyı daha çok insan ihtiyaçlarına yardımcı asistan olarak tanımladığı ve bu çalışmada elde edilen bulguları desteklediği sonucuna varılmıştır.

Oyun ve eğlence materyali olarak yapay zekâ kategorisinde matematik öğretmenleri öğretimde yapay zekâyı oyun, bağımlılık yapan madde ve eğlenceli öğretici sözcükleri ile ilişkilendirmişlerdir. İlköğretim, ortaöğretim hatta üniversite müfredatlarında bile yer alan matematik konularının öğretiminde oyunlardan yararlanılabileceği (Uğurel ve Moralı, 2008) bilinmektedir. Ayrıca eğlenirken ve oyun oynarken öğrenmenin, oturup öğrenmeye konsantre olmaktan çok daha kolay olduğu bilinmektedir (Kinchin, 2018).

Sosyal ve duygusal gelişimi destekleyen yapay zekâ kategorisinde matematik öğretmenleri öğretimde yapay zekâyı güç, duygusuz sağlıklı beden, anahtar kilit, ek takviye, öğrenme arkadaşı, anahtar, gerekli ve çağın gerektirdiği hamle kelimeleri ile ilişkilendirmişlerdir. Haenlein ve Kaplan (2019) tarafından yapay zekânın toplumsal ve bireysel yaşam üzerindeki etkilerine yönelik bulduğu bulgular ile benzemektedir. Çağın gerekliliklerine uyum sağlayabilme açısından teknolojik yeterliğin sağlanması önem arz etmektedir. Müfredat düzenlemeleri, ders içeriklerinin teknolojik gelişmeler doğrultusunda genişletilmesi, sınıfın yeniden dizayn edilmesi gibi faktörlerin eğitim ortamının şekillenmesi için işe koşulması gerekmektedir (Egara ve Mosimege, 2024).

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Kılıç (2025) tarafından sınıf öğretmenleriyle yapılan çalışmanın bulgularıyla bazı yönlerden örtüşmektedir. Her iki çalışmada da yapay zekânın genel olarak olumlu bir araç olarak algılandığı görülmektedir. Ancak Kılıç (2025) çalışmasında 'faydalı ve destekleyici bir gereksinim' kategorisi en yüksek oranda yer alırken, bu araştırmada en çok metafor 'geleneksel materyal olarak yapay zekâ' kategorisinde toplanmıştır. Ayrıca sınıf öğretmenleri metaforlarını daha çok teknolojik araç ve destek unsurlarıyla ilişkilendirirken, matematik öğretmenleri yapay zekâyı öğretim sürecine entegre edilen materyal ve araçlarla özdeşleştirmiştir. Bu durum, matematik öğretmenlerinin yapay zekâ algısında dersin doğasına uygun materyal kullanımının daha ön plana çıktığını göstermektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak farklı katılımcılar tarafından üretilen ortak metaforların farklı kategorilerde yer verildiği görülmüştür. Bunun nedeni metaforun farklı anlamlarda kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin, bir katılımcı için matematik öğretimde yapay zekâ kelimesi bir "yardımcı" rolü çağrıştırırken, başka bir katılımcı için "yol gösterici" veya "beyin" gibi farklı bir kategoriye ait bir metafor olabilir. Bu durum, metaforların esnek ve çok katmanlı doğasını yansıtır ve farklı insanların zihinsel modellerinde nasıl farklılık gösterebileceğini gösterir. Bu durum, katılımcıların yapay zekâ hakkındaki algılarının ve metaforik anlayışlarının farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada, katılımcıların demografik özelliklerine göre (cinsiyet, mesleki deneyim yılı, eğitim düzeyi, görev yaptığı il) yapılan analizlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yani bu demografik değişkenler arasında araştırma sonuçlarını etkileyen bir ilişki tespit edilmemiştir. Bu, çalışmanın belirli bir demografik gruba özgü olmadığını veya bu faktörlerin araştırma sonuçlarını etkilemediğini gösterebilir.

Ortaokul matematik öğretmenleri tarafından üretilen geçersiz metaforların 54'ünün herhangi bir metafor kaynağı içermediği, birden fazla kategoriye ait olduğu, matematik öğretiminde yapay zekâyla ilişkili olmadığı veya boş bırakıldığı tespit edilmiştir. Bu durum, ortaokul matematik öğretmenlerinin yapay zekâya ilişkin algılarında belirli zorluklar yaşadıklarını göstermektedir. Benzer şekilde Bahadır (2016) da katılımcıların belirli bir konuya ilişkin duygu ve düşüncelerini belirtmede sıkıntı yaşadığı sonucuna ulaşmıştır. Bu metaforlar, öğretmenlerin yapay zekâyı anlama, entegre etme ve öğrencilere nasıl rehberlik edeceklerini anlama konusunda belirli sıkıntılar yaşadıklarını işaret edebilir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde yapay zekâ hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı yönünde bir eksikliği göstermektedir. Bu durum,

öğretmenlerin yapay zekâ teknolojilerini ve uygulamalarını matematik öğretim süreçlerine entegre etme konusunda belirli bir güçlük yaşadıklarını gösterebilir. Araştırmanın bulguları (Aktaş, 2021) tarafından yönetici ve öğretmen görüşlerine göre yapay zekâ algılamalarının tespiti için yapılan araştırma bulgularıyla örtüşmektedir. Bu alanda yapılan benzer bir çalışmada da Pac (2008), öğretmenlerin teknolojiyi öğretim programına entegre etmek için gerekli olan arka plan bilgisinden yoksun olduklarını vurgulamıştır. Ancak metafor analizi yapılan bu çalışmanın sonuçlarına bakılarak matematik öğretmenlerinin öğretimde yapay zekâya ilişkin algıları eksiktir şeklinde kesin bir vurgu yapılamaz.

Elde edilen bulgulardan yola çıkarak şu önerilerde bulunulabilir.

- Yapay zekânın matematik öğretimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve bu teknolojinin sınıflarda nasıl daha etkili bir şekilde kullanılabileceğini anlamak için bu tema çerçevesinde araştırmalar yapılabilir, eğitim materyalleri geliştirilebilir veya öğretmenlere yönelik özel eğitim programları oluşturulabilir.
- Yapay zekâ destekli öğrenme araçlarını keşfetmeye yönelik zorunlu hizmet içi eğitimler düzenlenebilir.
- Matematik öğretmeni adaylarına lisans eğitimi sürecinde, teknoloji algılarının gelişimine katkı sağlayacak derslerin sunulup, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanma becerilerini güçlendirecek ve bu alandaki farkındalığın artırılacak eğitim programı düzenlenebilir.
- Daha geniş ve çeşitli örneklem grupları ile çalışmalar yapılarak ilgili literatüre katkıda bulunulabilir.

Ayrıca bu konuda yapılacak başka çalışmalarda görüşme tekniği kullanılarak elde edilen bulguların derinlemesine incelenmesi sağlanabilir.

Ethics Committee Approval: Name of the committee conducting the ethics review: Van Yüzüncü Yıl University Social and Human Sciences Publication Ethics Committee (Date: 22.03.2024, Number: 21795).

Informed Consent: Informed consent was obtained from all participants involved in the study.

Peer Review: The authors acknowledge that this manuscript has been peer-reviewed according to the journal's double-blind peer review policy.

Author Contributions: Concept: EÖ; Design: KA; Resources: EEA, EÖ, KA; Data Collection and/ or Processing: EÖ, KA; Analysis and/ or Interpretation: EÖ, KA, EEA; Literature Search: EÖ, KA, EEA; Writing Manuscript: EÖ, KA; Critical Review: EEA

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Use of Artificial İntelligence: The authors confirm that no Artificial Intelligence (AI) or AI-assisted technologies were used in the preparation, writing, or editing of this manuscript.

References

Açıkgül, K. (2016). *GeoGebra destekli mikro öğretim uygulaması ve oyunlaştırılmış teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerine etkisi* (Yayın No.463317) [Doktora tezi, İnönü Üniversitesi]. YÖK. https://tez.yok.gov.tr

Ahmad, A., Mohamed, Z., Setyaningsih, E., ve Sugihandardji, C. (2021). Online learning interaction of mathematics teacher in junior high school: A survey in the COVID-19 pandemic. *Infinity*, 10(2), 271-284. https://doi.org/10.22460/infinity.v10i2.p271-284

Altun, D. (2019). Sanal gerçeklik ve yapay zekâ. G. Telli (Ed.), *Yapay zekâ ve gelecek* (ss. 139-157). Doğu Kitapevi.

Alpaydın, E. (2013). *Yapay öğrenme*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

Arslan, K. (2017). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.

Arslan, M. M., ve Bayrakçı, M. (2006). Metaforik düşünme ve öğrenme yaklaşımının eğitim-öğretim açısından incelenmesi. *Milli Eğitim*, 35(171), 100-108.

Bağcı, H., ve Çoklar, A. N. (2010). Roles assigned by prospective teachers to themselves in terms of use of educational technology: A metaphor study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2*(2), 4412-4416. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.703

Baki, A., ve Bütüner, S. Ö. (2010). Matematiksel bilginin doğasına yönelik bir inanç ölçeği geliştirme çalışması. *E-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences, 5*(4), 1993-2005.

Başaran Y. (2017). Sosyal Bilimlerde Örnekleme Kuramı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(47), 480-495.

Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda matematik öğretimi*. Pegem Akademi.

Bayraktar, B., Gülderen, S., Akça, S., ve Serin, E. (2023). Yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanımına yönelik öğretmen görüşleri. *Ulusal Eğitim Dergisi, 3*(11), 2012-2030. https://uleder.com/index.php/uleder/article/view/380

Bernardi, M., Capone, R., Faggiano, E., ve Rocha, H. (2025). Generative AI in mathematics education: Preservice teachers'knowledge and implications for their professional development. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 1(18). https://doi.org/10.1080/0020739X.2025.2490104

Biernacki, P., ve Waldorf, D. (1981). Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. *Sociological Methods ve Research, 10*(2), 141-163.

Brecht, L. J. (2000). The relative effects of cooperative learning, manipulatives, and the combination of cooperative learning and manipulatives on fourth graders' conceptual knowledge, computation knowledge, and problem-solving skills in multiplication. *Dissertation Abstracts International*.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Pegem Akademi.

Coşkun, F., ve Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay zekânın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 3*(2021), 947-966.

Çalışıcı, H., ve Sümen, Ö. (2019). Matematik öğretmen adaylarının matematiğe yönelik algıları: Bir metafor çalışması. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Dergisi*.

Doğan, Z., ve Sönmez, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik metaforik algılarının oluşturdukları görseller aracılığıyla incelenmesi. *Turkish Studies*.

Drossel, K., Eickelmann, B., ve Gerick, J. (2017). Predictors of teachers' use of ICT in school – The relevance of school characteristics, teachers' attitudes and teacher collaboration. *Education and Information Technologies, 22*(2), 551-573. https://doi.org/10.1007/s10639-016-9476-y

Egara, F., ve Mosimege, M. (2024). Exploring the integration of artificial intelligence- based ChatGPT into mathematics instruction: perception, challenges, and implications for educators. *Education Sciences*, 14(7), 742. https://doi.org/10.3390/educsci14070742

Ekici, G. (2016). Student-teachers' metaphoric perceptions towards the concept of computer. *Gaziantep University Journal of Social Sciences, 15*(3), 755-781. https://doi.org/10.21547/jss.256704

Emmert-Streib, F., Yli-Harja, O., ve Dehmer, M. (2020). Explainable artificial intelligence and machine learning: A reality rooted perspective. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 10*(6), 1-8. https://doi.org/10.1002/widm.1368

Ersoy, Y. (2003). Teknoloji destekli matematik eğitimi-1: Gelişmeler, politikalar ve stratejiler. *İlköğretim-Online, 2*(1), 18-27.

Ergun, M. (2022). Fen Bilimleri öğretmenlerinin yapay zekâ kavramına ilişkin algılarının belirlenmesi: Bir metafor çalışması. *15. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu*, 7-9 Eylül 2022, Holistence Publications, s. 143-145.

Ertmer, P. A. (1999). Addressing first-and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development, 47*(4), 47-61. https://doi.org/10.1007/BF02299597

Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development, 53*(4), 25-39. https://doi.org/10.1007/BF02504683

Güler, A., ve Polatgil, M. (2025). Bilişim Alanında Öğrenim Gören Öğrencilerin Yapay Zekâ Okuryazarlığı Düzeylerinin Ölçülmesi. Journal of Computer and Education Research, 13(25), 30-53.

Güler, G., Öçal, M. F., ve Akgün, L. (2011). Pre-service mathematics teachers' metaphors about mathematics teacher concept. Procedia Social and Behavioral Sciences, 15, 327-330.

Gültekin, M. (2013). İlköğretim öğretmen adaylarının eğitim programı kavramına yükledikleri metaforlar. *Eğitim ve Bilim, 38*(169), 126-141.

Güngör, S. (2005). *Ortaöğretim geometri dersi üçgenler konusunda oluşturmacı yaklaşıma dayalı elle yapılan materyaller ve portfolyo hazırlamanın öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.

Hacısalihoğlu, H. H., Mirasyedioğlu, Ş., ve Akpınar, A. (2004). *İlköğretim 6-8 matematik öğretimi: Matematikte işbirliğine dayalı yapılandırıcı öğrenme ve öğretme* (1. baskı). Asil Yayın Dağıtım.

Haenlein, M., ve Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review, 61*(4), 5-14.

Kamina, P., ve Iyer, N. N. (2009). From concrete to abstract: Teaching for transfer of learning when using manipulatives. *NERA Conference Proceedings 2009 Northeastern Educational Research Association (NERA) Annual Conference*.

Kebap, M., ve Çenberci, S. (2020). Ortaokul öğrencilerinin matematik dersi ve matematik öğretmeni kavramlarına ilişkin metaforik algılarının farklı değişkenlere göre karşılaştırılması. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.

Kılıç, A. (2025). *Sınıf öğretmenlerinin yapay zekâ kavramına ilişkin metaforik algıları*. Journal of Computer and Education Research, 13(26), 678-705.

Kış, A. (2019). Eğitimde yapay zekâ. *14. Uluslararası Eğitim Yönetimi Kongresi* (2-4 Mayıs 2019), Tam Metin Bildiri Kitabı, ss. 197-202.

Li, M., ve Manzari, E. (2025). AI utilization in primary mathematics education: a case study from a soutwestern Chinese study. *Education and Information Technologies*, 30, 11717-11750. https://doi.org/10.1007/s10639-025-13315-z

Lin, T., Zhang, J., ve Xiong, B. (2025). Effects of technology perceptions, teacher beliefs, and AI literacy on AI technology adoption in suitable mathematics education. *Sustainability*, 17(8), 3698. https://doi.org/10.3390/su17083698

Luzano, JFP. (2025). New Frontier in Mathematics Education: A rewiev of emerging trends and critical issues on artificial intelligence. *International Journal of Technology in Education*, 8(1), 208-219. https://doi.org/10.46328/ijte.1028

Macrae, C. N., ve Bodenhausen, G. V. (2001). Social cognition: Categorical person perception. *British Journal of Psychology, 92*(Pt 1), 239-255.

McArthur, D., Lewis, M., ve Bishary, M. (2005). The roles of artificial intelligence in education: Current progress and future prospects. *Journal of Educational Technology, 1*(4), 42-80.

McNeil, N. M., ve Jarvin, L. (2007). When theories don't add up: Disentangling the manipulatives debate. *Theory into Practice, 46*(4), 309-316.

Moral- Sanchez, S., ve Ruiz- Rey, F. (2025). Assesment of the digital learning in mathematics using AI chatbots with pre-service teachers. *Atoz- Novas Praticas em Informacao e Conhecimento*, 14.

Muggleton, S. (2014). Alan Turing and the development of artificial intelligence. *AI Communications, 27*(1), 3-10. https://doi.org/10.3233/AIC-130579

Nabiyev, V. V. (2012). Yapay Zekâ: İnsan-Bilgisayar Etkileşimi. Baskı Yeri: Seçkin Yayıncılık.

Nabiyev, V. ve Erümit, A. K. (2020). Yapay zekânın temelleri. İçinde V. Nabiyev ve A. K. Erümit (Eds.), Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya (ss. 2-37), Pegem Akademi Yayınları.

Nikolova, E. (2024). Artificial intelligence tools into higher mathematics education: Opputunities, challenges, and student perceptions. *Mathematics and Informatics*, 67(4), 406-417. https://dx.doi.org/10.53656/math2024-4-4-int

Nilsson, N. J. (2020). *Yapay zekâ: Geçmişi ve geleceği*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

Owan, V. J., Abang, K. B., Idika, D. O., Etta, E. O., ve Bassey, B. A. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence tools in educational measurement and assessment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(8), em2307. https://doi.org/10.29333/ejmste/13428

Pac, R. L. (2008). *Factors that influence technology use during instructional time* (Master's thesis, Walden University, Minneapolis).

Şahin, B. (2014). Bilimsel araştırma yöntemleri. In A. Tanrıöğen (Ed.), *Metodoloji* (s. 111-130). Anı Yayıncılık.

Seferoğlu, S. S. (2004). Öğretmen yeterlikleri ve mesleki gelişim. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, 58*, 40-45.

Şenol, Ş. (2012). *Araştırma ve örnekleme yöntemleri*. Nobel Yayıncılık.

Taani, O., ve Alabidi, S. (2024). ChatGPT in education: Benefits and challenges of ChatGPT for mathematics and science teaching practices. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-30. https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2357341

Teo, T., ve Beng Lee, C. (2010). Explaining the intention to use technology among student teachers. *Campus-Wide Information Systems, 27*(2), 60-67. https://doi.org/10.1108/10650741011033035

Uyar, A. (2025). Effective use of artificial intelligence tools in STEM education: Perspectives of STEM educators. *Journal of Baltic Science Education*, 24(3), 552-566.

Voskoglou, M. G., ve 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

Xie, Y., ve Reider, D. (2020). Preparing teachers to use artificial intelligence: A study of teacher education programs. *Journal of Teacher Education, 71*(4), 475-490.

Yurtsever, M., ve Yurtsever, G. (2025). Eğiitmde yapay zekâ çalışmalarında öğretmenlerin rolü ve bakış açıları. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 14(2), 344-357. DOI: https://dx.doi.org/10.30703/cije.1453360

Zhao, H., Coombs, S., ve Zhou, X. (2010). Developing professional knowledge about teachers through metaphor research: Facilitating a process of change. *Teacher Development, 14*(3), 381-395.