

Cognitive Awareness and Mathematics Achievement: The Mediating Role of Mathematics Perception

Clement K. Asiedu Menlah^a, Ernest Larbi^b and Benjamin Adu Obeng^c

^aWisconsin International University College, Ghana - Kumasi Campus, Ghana (ORCID: 0009-0008-2903-8850)

^bAkenten Appiah Menka University of Skills Training And Entrepreneurial Development, Ghana (ORCID: 0000-0003-3652-5223)

^cAkenten Appiah Menka University of Skills Training And Entrepreneurial Development, Ghana (ORCID: 0000-0002-8150-2613)

Article History: Received: 22 September 2024; Accepted: 30 November 2024; Published online: 31 December 2024

Abstract: The study sought to examine the mediating role of mathematics perception on the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement. The study used a purely quantitative method, which used a descriptive research design. The study adopted convenience sampling, stratified sampling, and simple random sampling techniques to select a sample of three hundred and fifty-three (353) students. The researchers used a structured questionnaire as a research instrument for data collection from the target respondents. The findings of the study revealed that cognitive awareness significantly influenced students' mathematics perception. In addition, mathematics perception had a direct and positive effect on mathematics achievement. Furthermore, mathematics perception partially mediates the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement. The study recommends that teachers should encourage students to reflect on their problem-solving processes, which can be facilitated through activities that require students to explain their reasoning, discuss different problem-solving strategies, and reflect on the effectiveness of the strategies used.

Keywords: Cognitive awareness, Mathematics achievement, Mathematics perception

1. Introduction

Mathematics is the systematic study of quantity, structure, space, and change (Yi et al., 2019). It deals with patterns and relationships among numbers, shapes, and abstract entities. Mathematics encompasses a broad range of areas such as arithmetic, algebra, geometry, calculus, probability, and statistics, each contributing to different aspects of understanding the world and solving real-world problems (Amalia et al., 2024; Tran et al., 2020). According to Zhao et al. (2024), mathematics is the bedrock of analytical and logical thinking, crucial for problem-solving across diverse domains, spanning from everyday situations to specialized fields like science, engineering, and finance. Mathematics equips individuals with the essential tools for quantitative literacy, empowering them to make well-informed decisions and navigate intricate information landscapes effectively (Dananjayan et al., 2023). Proficiency in mathematics opens doors to a myriad of career pathways, spanning finance, technology, research, education, and engineering, as these sectors actively seek individuals with robust mathematical skills. Moreover, mathematics fosters critical thinking and nurtures creativity by encouraging individuals to explore patterns, formulate conjectures, and construct coherent arguments, thereby enriching cognitive abilities (Kynigos & Diamantidis, 2022). In an increasingly interconnected world, nations with robust mathematical education systems gain a competitive edge. Hence, investing in mathematics education is pivotal for sustaining competitiveness on the global stage. Furthermore, studying mathematics instills valuable life skills such as perseverance, resilience, and effective problem-solving strategies, contributing to personal growth and overall cognitive development (Ansya et al., 2024). Thus, mathematics education catalyzes intellectual advancement and equips individuals with the tools necessary to thrive in an ever-evolving world.

As students advance in their education, mathematics tends to grow increasingly complex (Lambert et al., 2014). The fear of being unable to comprehend or solve problems can be overwhelming (Maloney et al., 2013). Many students view mathematics as inherently challenging, leading to feelings of fear and anxiety (Usher, 2009). This perception often arises from past negative experiences or difficulties with the subject. Moreover, there's often significant pressure to excel in mathematics, whether from family, educators, or societal expectations. This pressure can further intensify feelings of anxiety and a fear of failure. Additionally, some students lack confidence in their mathematical abilities, which contributes to their apprehension about studying the subject (Bursal & Paznokas, 2006). This lack of confidence may be rooted in past setbacks or a belief that they are not inherently "good at math". Furthermore, mathematics frequently deals with abstract concepts, which can pose difficulties, particularly for students who prefer more tangible or visual learning approaches (Abrahamson et al., 2020). The precision required in mathematics can also instill a fear of making mistakes, hindering full engagement with the material. This fear of being incorrect can be paralyzing and impede learning progress. Cultural attitudes and stereotypes about mathematics can also impact students' perceptions of the subject (Plante et al., 2009). If students internalize the idea that only certain individuals excel at math or that it lacks relevance to their lives, they may develop a fear of studying it.

Corresponding Author: Clement K. Asiedu Menlah 

email: clement@wiuc-ghana.edu.gh

Citation Information: Asiedu Menlah, C. K., Larbi, E., & Adu Obeng, B. (2024). Cognitive awareness and mathematics achievement: The mediating role of mathematics perception. *Turkish Journal of Mathematics Education*, 5(3), 123-135.

The study of mathematics holds immense significance in our daily lives. It equips us with problem-solving abilities that prove invaluable across various scenarios. Whether we are deciphering the best bargains at the grocery store or plotting the most efficient route for a road trip, mathematical thinking guides us. Moreover, a grasp of basic arithmetic, percentages, and interest rates is indispensable for managing personal finances effectively (Paladino, 2023). It aids in budgeting, saving, investing, and making informed choices regarding loans and mortgages, ensuring financial stability. Furthermore, mathematics serves as the universal language of science and technology, permeating fields like engineering, physics, computer science, and economics (Paladino, 2023). Mathematical concepts form the bedrock of these disciplines, from the design of structures to the coding of algorithms (Cao et al., 2023). In today's data-driven landscape, mathematical techniques such as statistics and probability are essential tools for analyzing vast datasets, making accurate predictions, and deriving meaningful insights. This is pivotal across diverse sectors, including healthcare, marketing, sports, and politics. Additionally, mathematics fosters logical reasoning and critical thinking skills, which are invaluable within mathematical domains and everyday decision-making and problem-solving contexts (Szabo et al., 2020). The principles of mathematics underpin numerous facets of art, architecture, and design, enriching creativity and aesthetics. Whether it's the symmetry in artwork or the algorithms powering digital design software, mathematics plays a central role. Lastly, mathematics aids us in comprehending and interpreting the world around us. From calculating distances and time to interpreting graphical representations in the media, mathematical literacy is crucial for making sense of information and phenomena, enabling a deeper understanding of our surroundings.

Cognitive awareness is instrumental in fostering metacognitive skills, which entail comprehending one's cognitive processes (Ilma et al., 2022). In the realm of mathematics, being cognizant of one's problem-solving approaches can lead to the formulation of superior strategies and more streamlined techniques. According to Du (2020) by cultivating cognitive awareness, learners can more efficiently regulate their learning trajectory. They gain the capacity to monitor their comprehension of mathematical principles, pinpoint areas of challenge and deploy tailored learning tactics to surmount these obstacles. Moreover, cognitive awareness serves as a conduit for delving deeper into mathematical concepts (Biber, 2023). By conscientiously observing student's cognitive processes during mathematical exploration, students can forge connections between disparate concepts and fortify their grasp of the subject matter. Cognitive awareness empowers learners to detect and rectify errors in their mathematical reasoning (Qomariyah & Darmayanti, 2023). Through introspection on their problem-solving methodologies and identification of misconceptions, students refine their understanding and enhance their precision in mathematical endeavors. This heightened cognitive awareness affords learners the flexibility to approach mathematical problems with adaptability. They can customize their strategies to suit the unique context of each problem, select suitable tools and methodologies, and explore alternative avenues to arrive at solutions. Cognitive awareness instills confidence in mathematical prowess (Ismirawati et al., 2020). By comprehending their cognitive processes and acknowledging their progress and accomplishments, learners cultivate a positive outlook toward mathematics, fostering motivation to further delve into new concepts and continue their learning journey. Cognitive awareness facilitates the transference of mathematical knowledge to novel scenarios (Schumacher & Stern, 2023). By reflecting on the application of mathematical concepts across diverse contexts, learners can extrapolate their understanding and effectively apply it to tackle unfamiliar challenges.

1.1. Problem Statement

Despite extensive research on the determinants of mathematics achievement, gaps persist in understanding the nuanced interplay between student cognitive awareness, perception of the subject, and their collective impact on academic outcomes. Cognitive awareness has been acknowledged as a fundamental aspect of mathematical proficiency, but the mediating role of math perception in shaping this relationship remains insufficiently explored. Previous studies have underscored the significance of student cognitive awareness in mathematics achievement. For instance, Wang et al. (2023) emphasized the importance of metacognitive processes, highlighting how students' ability to monitor and regulate their thinking influences problem-solving efficacy. Similarly, Dörrenbächer-Ulrich et al. (2023) seminal work on metacognition elucidated its role in facilitating self-regulated learning, a critical skill for mathematical success.

In parallel, studies have examined the impact of students' perceptions of mathematics on their academic performance. Kapasi and Pei's (2022) research on mindset theory revealed how students' beliefs about the malleability of intelligence influence their approach to learning mathematics, with a growth mindset associated with greater resilience and achievement. Additionally, Hidayatullah and Csikos (2024) demonstrated the influence of perceived competence and value on students' attitudes toward mathematics, indicating their pivotal role in shaping motivation and effort allocation.

A gap that remains in this growing body of research is the relationship between cognitive awareness, mathematics perception, and student mathematics achievement, which has not been thoroughly examined. There is a shortage of empirical studies that specifically examine the mediating effect of student mathematics perception on the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement. To close the gap, the current study examines the mediating effect of mathematics perception on the relationship between cognitive

awareness and mathematics achievement. This study examines the mediating role of mathematics perception on the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement.

1.2. Research Objectives

This paper aimed 1) to determine the effect of cognitive awareness on mathematics perception, 2) to determine the effect of mathematics perception on mathematics achievement, and 3) to examine the mediating role of mathematics perception on the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement.

2. Literature Review

2.1. Cognitive Awareness and Mathematics Perception

Research by Sari and Sumilah (2020) suggests that cognitive awareness, particularly metacognitive knowledge correlates with students' self-efficacy beliefs in mathematics. Students who are aware of their thinking processes and strategies tend to have higher confidence in their ability to succeed in mathematical tasks. According to a study by Buzzai et al. (2020), students with strong metacognitive skills exhibit more positive attitudes toward mathematics. Understanding one's cognitive processes and problem-solving strategies can lead to a sense of mastery and enjoyment of mathematical tasks. Khasawneh et al. (2021) found that cognitive awareness is inversely related to mathematical anxiety. Students who are aware of their cognitive processes and confident in their problem-solving abilities are less likely to experience anxiety when faced with mathematical tasks, leading to a more positive perception of mathematics. Yorulmaz et al. (2021) argue that metacognitive awareness is essential for developing a deep understanding of mathematics. By reflecting on their thinking processes, students can identify misconceptions and gaps in understanding, leading to a more nuanced perception of mathematical concepts. According to Potgieter and van der Walt (2022), metacognitive skills enable individuals to adapt their problem-solving strategies based on the demands of the task. Students who are cognitively aware can approach mathematical problems with flexibility, viewing them as opportunities for creative problem-solving rather than rigid exercises. The National Research Council (2001) emphasizes the importance of metacognitive awareness for transferring mathematical skills to real-world contexts (Go et al., 2023). Students who understand the underlying principles and strategies in mathematics are better able to apply their knowledge in various situations, enhancing their perception of mathematics as a practical and relevant discipline. These hypothesized that;

H1: Cognitive awareness significantly predicts mathematics perception.

2.2. Mathematics Achievement and Mathematics Perception

The effect of students' perception of mathematics on their mathematics achievement has been a focal point in educational research, given its implications for pedagogical strategies and student outcomes. The relationship between mathematics perception and achievement has been extensively studied. Ma and Kishor (1997) found that students' positive perceptions of mathematics were positively correlated with their mathematics achievement. Similarly, a meta-analysis by Wang et al. (1993) concluded that students with a positive perception of mathematics tend to achieve higher levels of mathematics proficiency. Eccles and Wigfield (2002) proposed the expectancy-value theory, which suggests that students' perceptions of the utility and relevance of mathematics influence their motivation and achievement. Research by Hidi and Harackiewicz (2000) supported this theory, demonstrating that students who perceive mathematics as relevant to their goals and interests are more motivated to engage with the subject and consequently achieve higher levels of mathematics proficiency. Research by Ma and Xu (2004) found a significant negative correlation between mathematics perception and mathematics achievement. Students who experience higher levels of negative perception tend to perform more poorly in mathematics. The perception of mathematics as difficult or challenging can influence students' self-concept in mathematics, which in turn affects their achievement outcomes (Devries et al., 2021). Niepel et al. (2022) demonstrated that students' perceptions of their mathematical ability (math self-concept) are significant predictors of their mathematics achievement. Students with higher math self-concepts tend to perform better in mathematics. Appiah et al. (2022) conducted a study examining the roles of teacher-student relationships, students' self-efficacy, and students' perceptions of mathematics on their performance in the subject. The study involves 400 students, including 112 males and 298 females, randomly selected from public senior high schools in the Ashanti region. Data was collected using a structural questionnaire and analyzed through structural equation modeling (SEM). The findings revealed that students' positive perception of mathematics has a significant positive impact on their performance in the subject.

H2: Mathematics perception significantly predicts mathematics achievement.

From hypotheses one and two, it was found that *Cognitive awareness significantly predicts mathematics perception and Mathematics perception significantly predicts mathematics achievement*. Based on these hypotheses, we hypothesized that;

H3: Mathematics perception mediates the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement.

Figure 1 illustrates the conceptual framework for the study.

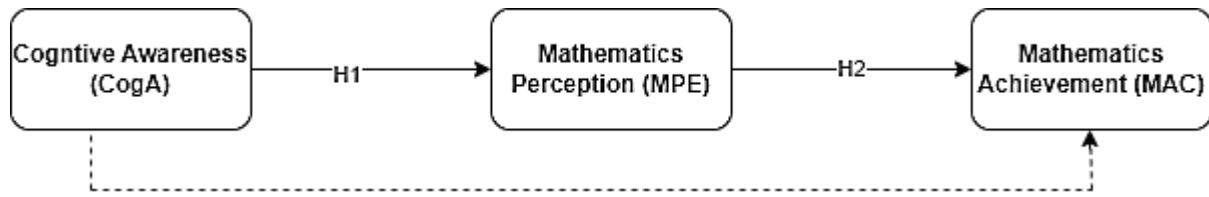


Figure 1. Conceptual Framework

3. Methodology

A quantitative research approach was adopted in this study. In quantitative research, researchers collect and analyze numerical data (Thwaites, 2020). This approach is often used to establish cause-and-effect relationships and to test hypotheses. Surveys, experiments, and statistical analysis are common methods in quantitative research.

3.1. Population of the Study

The population of the study was made up of students at Jackie Pramso Senior High School. All the students in General Arts, General Science, Home Economics, Visual Arts, and Business were included in the target population. Three thousand and seventeen (3017) students in SHS 1, SHS 2, and SHS 3 made up the total population.

The sample size for this study was determined using the formula proposed by Miller and Brewer (2003), which is outlined as follows: $n = \frac{N}{1 + Ne^2}$ where n = sample size, N = the target population ($n = 3017$), and e = level of significance = 0.05 (5%).

Given that the study involved human respondents, whose answers might be influenced by biases, the sample size was calculated using a 95% confidence interval and a 5% margin of error. From the formula, we have;

$$n = \frac{3017}{1 + 3017(0.05)^2} = 353.1753 \approx 353$$

The demographic information about the respondents includes their gender, age, educational level, and the program they are enrolled in. The demographic characteristics of respondents are presented in Table 1.

Table 1. Result of Demographic Characteristics of Respondents

Demographic Characteristics of Respondents	Frequency (N)	Percentage (%)
Gender	353	100
Male	258	73.1
Female	95	26.9
Age	353	100
14-16 years	58	16.4
17-19 years	193	54.7
20-22 years	82	23.3
23 years and above	20	5.6
Level of Education	353	100
SHS1	139	39.4
SHS2	112	31.7
SHS3	102	28.9
Program of Study	353	100
General Arts	184	52.1
General Science	56	15.9
Business	16	4.5
Home Economics	57	16.1
Visual Arts	40	11.4

From Table 1, out of the three hundred and fifty-three (353) respondents, two hundred and fifty-eight (258) representing 73.1% were males while ninety-five (95) representing 26.9% were females. From the above

description, there were more male respondents compared to female respondents. Moreover, fifty-eight (58) respondents representing 16.4% had ages ranging from fourteen (14) years to sixteen (16) years; one hundred and ninety-three (193) respondents representing 54.7% had ages ranging from seventeen (17) years to nineteen (19) years. Besides, eighty-two (82) respondents representing 23.3% had ages from twenty (20) to twenty-two (22) years, and twenty (20) respondents representing 5.6% had ages from twenty-three (23) years and above. This shows that most of the study respondents were from seventeen (17) years to nineteen (19) years. In terms of the level of education, one hundred and thirty-nine (139) representing 39.4% of the respondents were at senior high school (SHS), one hundred and twelve (112) representing 31.7% were in SHS 2, and one hundred and two (102) representing 28.9% were in SHS three. The data distribution shows that most of the study respondents were in SHS 2. Finally, according to the program of study, one hundred and eighty-four (184) representing 52.2% studied general arts, fifty-six (56) representing 15.9% studied general science, sixteen (16) representing 4.5% studied business, fifty-seven (57) representing 16.1% studied home economics, and forty (40) representing 11.4% studied visual arts. This shows that the number of students who responded to most of the questionnaires studied general arts.

3.2. Sampling Techniques

The researcher employed three sampling techniques: convenience sampling, stratified sampling, and simple random sampling. Convenience sampling was chosen for its cost-effectiveness, time efficiency, and ease of implementation (Kamrul-Hasan et al., 2023). Stratified sampling was used to categorize students into homogeneous sub-groups, including General Arts, General Science, Business, Home Economics, and Visual Arts. During the sample selection process, simple random sampling was utilized to select members from each stratum, ensuring that key characteristics of the population were represented in the sample. This method guarantees that each individual was chosen randomly, avoiding bias.

3.3. Data Collection Instruments

This study incorporated one independent variable (Cognitive Awareness – CogA), one mediator (Mathematics Perception – MPE), and one dependent variable (Mathematics Achievement-MACH. Responses for all five constructs were collected using a Likert scale ranging from 1 (Strongly Disagree) to 5 (Strongly Agree). The measurement items for cognitive awareness were adapted from Demetriou et al. (2020), while those for mathematics perception were based on Arthur (2022). Items assessing mathematics achievement were developed by Asare et al. (2023). Although these items were sourced from previous studies, they were modified to align with the objectives of the current research.

A pilot test was conducted to refine the instrument, during which ambiguous statements were reworded. After analyzing the pilot test data, Cronbach's alpha scores were calculated to assess the reliability of the constructs. The alpha score for cognitive awareness was 0.705, mathematics perception was 0.728, and mathematics achievement was 0.852. The relatively low factor loadings for certain constructs were attributed to ambiguities in some measurement items, which were identified and addressed during the pilot study before finalizing the questionnaire for the main data collection. One key advantage of using pre-existing measurement scales in a study is their extensive prior testing, which enhances reliability. As highlighted by Hyman et al. (2006), validated questionnaires are particularly effective when the conditions of the original validation closely resemble those of the new study environment. Employing validated measurement scales also alleviates the need for researchers to independently develop and validate new instruments.

3.4. Validity and Reliability

Determining the validity of a research questionnaire is a systematic process involving a variety of methods and analyses. First, content validity was examined by giving the questionnaire to an expert whose research interest is in line with the study title. The expert ensures that the questionnaire covers the entire domain of the concepts being measured. The expert also makes sure that the questions designed are clear, concise, and relevant to the research objects. The researchers revised the questions based on the expert's comments before administering the final questionnaire to the respondents.

Moreover, Cronbach's alpha was used to calculate reliability analysis using SPSS (ver. 23). This study was performed to examine the latent variables' internal consistency. Table 2 shows the reliability analysis for the various constructs.

Table 2. Reliability Analysis

Variables	Number of Items	Cronbach's Alpha Value
CogA	4	0.926
MP	5	0.909
MACH	3	0.837

The reliability coefficient for cognitive awareness, mathematics perception, and mathematics achievement were given as 0.922, 0.891, and 0.886 respectively. The reliability coefficients for the four constructs used in this analysis were higher than the 0.7 minimal cut-off value as recommended by (Kosteniuk et al., 2017). In summary, Table 2 shows that all the variables being measured have high reliability, with Cronbach's Alpha values ranging from 0.837 to 0.926. This suggests that the items within each variable are consistent with each other in measuring the intended construct.

3.5. Data Analysis

To aid in research analysis, quantitative data were coded and input into the SPSS (version 23) where exploratory factor analysis (E.F.A) was performed and AMOS (version 23) software packages purposely for confirmatory factor analysis (C.F.A). The structural equation model (SEM) was then used to assess the data. The analysis of the gathered data was done to identify the key characteristics and relationships between the data to generalize and predict the results. Negative statements were reversed in the coding.

3.6. Confirmatory Factor Analysis (CFA)

After conducting the exploratory factor analysis (EFA), the next step involved performing a confirmatory factor analysis (CFA) using AMOS (version 23) to validate the EFA loadings for the latent variables. CFA is a statistical technique implemented in AMOS to confirm the measurement items associated with the latent variables. This method allows researchers to test hypotheses regarding the relationships between the examined variables and the underlying factors (Marsh et al., 2020). Researchers utilize theoretical knowledge, empirical research, or both to establish a prioritized relationship pattern, which is then tested using statistical methods (Byrne, 2010; Hair et al., 2010). The results of the CFA are presented in Table 3.

Table 3. Confirmatory Factor Analysis (CFA)

Model Fit: CMIN = 94.116; DF = 45; CMIN/DF = 2.091; CFI = 0.984; TLI = 0.976; NFI = 0.970; GFI = 0.956; SRMR = 0.047; RMSEA = 0.056; PClose = 0.261	Std. Estimate
Cognitive Awareness (CogAW): CA = 0.926; CR = .928; AVE = .763	
CogA2: I am aware of my performance after completing a math exam.	.867
CogA3: In my mathematics studies, I slow down when I come across crucial mathematics concepts.	.846
CogA4: Interest in the subject matter increases my learning.	.910
CogA5: I consider many approaches to a mathematical problem and select the most effective one.	.869
Mathematics Perception (MEP): CA = 0.909; CR = 0.910; AVE = 0.669	
MP3: The knowledge I get from mathematics learning will not be useful in my career.	.780
MP4: Mathematics is for creative people.	.857
MP5: Mathematics is male-dominated.	.876
MP6: Without learning mathematics, I will get a job to do in the future.	.830
MP7: No matter how hard I try, I will not understand mathematics concepts.	.740
Mathematics Achievement (MAC): CA = 0.837; CR = 0.838; AVE = 0.635	
MACH3: I get good grades in mathematics examinations.	.712
MACH4: Mathematics enhances my ability to comprehend other subjects.	.875
MACH5: Mathematics is one of the easy subjects to pass.	.795

The required factor loading value should exceed the minimum threshold of 0.6 as recommended by Dogbe et al. (2020). From Table 3, the least factor loading for the measurement items was 0.688 which exceeded the minimum factor loading of 0.6. This means that the measurement items under their respective constructs (i.e. cognitive awareness, mathematics perception, and mathematics achievement) loaded better and these measurement items will be used for further data analysis. Another important aspect to consider when conducting confirmatory factor analysis (CFA) is the model's fit. According to Dogbe et al. (2019), the CMIN/DF ratio should be less than 3, while the CFI and TLI should be at least 0.9. Additionally, RMR and RMSEA should be below 0.08, and P-close should be greater than 0.05. CMIN measures minimal inconsistency in the model, whereas RMR and RMSEA assess the deviation of the hypothesized model from a perfect model. CFI and TLI represent incremental fit indices by comparing how well the hypothesized model fits the baseline model which reflects minimal agreement (Zhou et al., 2020). The threshold values for CFI and TLI are derived from the maximum probabilities associated with normal continuous data theory, while P-close is expected to be statistically insignificant at the 5% level (above 0.05), representing the p-value for testing the null hypothesis in the population. All criteria were met, as shown in Table 3. The CFI value was 0.984, exceeding the 0.90 threshold, indicating that the model is valid and demonstrates a strong correlation between the model and the data. The CFI value was 0.984, suggesting a good fit for the resulting model. Furthermore, the RMSEA value was 0.056, which is below the acceptable threshold of 0.08, indicating that the basic factors of the four

constructs are valid and acceptable. The TLI value of 0.976 also exceeded 0.9, signifying an excellent fit for the three-factor model. In terms of fitness assessments, the CMIN/DF value was 2.091, falling below 3, while the P-close value of 0.261 indicated statistical insignificance at the 5% level (Dogbe et al., 2019). Figure 2 illustrates a schematic representation of the confirmatory factor analysis.

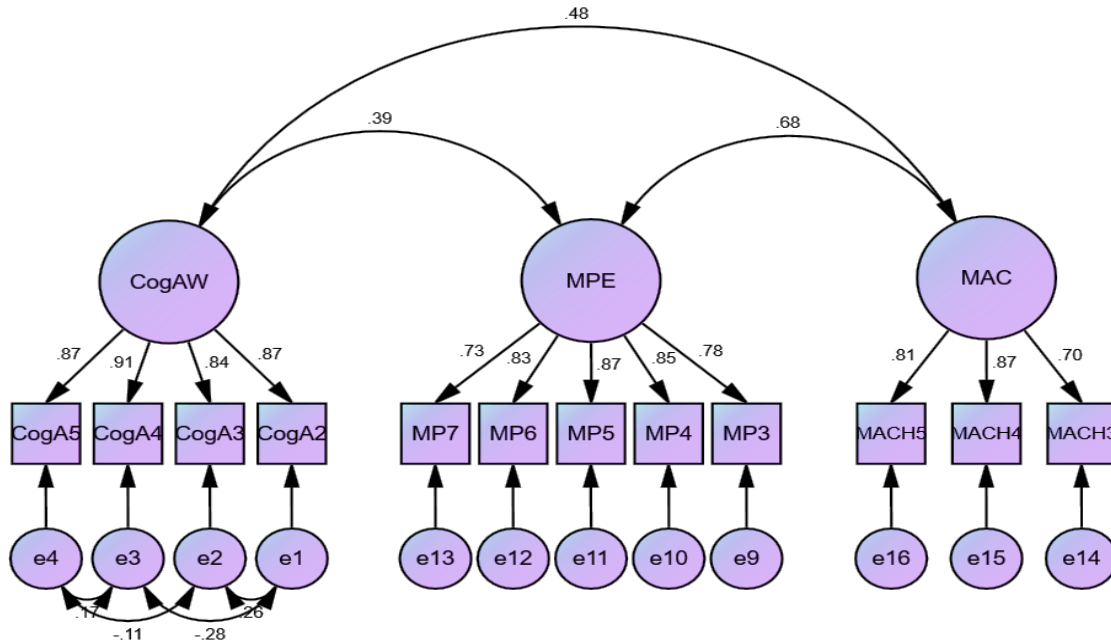


Figure 2. Confirmatory Factor Analysis (CFA)

3.7. Discriminant Validity Analysis

To objectively evaluate the convergent validity of the final observed variables used in the confirmatory factor analysis (CFA), Average Variance Extracted (AVE) and Composite Reliability (CR) were calculated. According to Trochim and Donnelly (2006), convergent validity examines the degree to which two observable variables correlate when they pertain to the same concept. Both AVE and CR should meet the expected thresholds of at least 0.5 and 0.7, respectively. The results of the discriminant analysis for the study are presented in Table 4.

Table 4. Discriminant Analysis

Variables	CR	AVE	CogAW	MPE	MAC
CogAW	0.928	0.763	0.873		
MPE	0.910	0.669	0.397***	0.818	
MAC	0.838	0.635	0.485**	0.671***	0.797

Note: $\sqrt{AVE}$ s Are bolded; *** signified p-value less than 1% (0.001) meaning significant.

The results presented in Table 5 meet the AVE and CR criteria established by Bright et al. (2024), with an AVE of 0.635 and a CR of 0.838, indicating that convergent validity has been achieved. Additionally, discriminant validity was assessed using a tool from AMOS (ver. 23). Discriminant validity is confirmed when the highest value of the interrelated constructs does not exceed the lowest value of the square root of the Average Variance Extracted ($\sqrt{AVE}$). In Table 4, the highest value for interrelated constructs was 0.397, while the lowest value for the square root of the Average Variance Extracted was 0.797. Since the highest value of the interrelated constructs does not surpass the lowest value of $\sqrt{AVE}$, this study successfully demonstrates discriminant validity.

4. Results

The research hypotheses of this study are evaluated in Table 5 using path analysis to determine the numerous direct effects. The paths analysis provides a method of breaking down the link between the independent factors and the dependent variables, supporting theories put forth by previous scholars. This was examined utilizing Structural Equation Modeling (SEM) run in AMOS (ver. 23).

Table 5. Path Estimation

Hypothesis	Path Summary	Std. Estimates	S.E.	C.R.	p-value
H1	CogAW→MPE	0.458	0.069	6.602	< 0.01
H2	MPE→MAC	0.414	0.047	8.875	< 0.01
	Mediating Effects	Std. Estimate	Lower BC	Upper BC	p-value
H3	CogAW→MPE→MAC	.072	.041	.122	.000

4.1. Research Hypothesis One (H1): Cognitive awareness significantly predicts mathematics perception

Research hypothesis one investigated the impact of cognitive awareness on predicting students' mathematics perception. This was analyzed using direct effect analysis (see Table 5). The analysis demonstrated that cognitive awareness had a direct and positive effect on mathematics perception, with a p -value < 0.01, indicating significance. Specifically, the relationship between cognitive awareness and mathematics perception had a p -value of 0.000, confirming its significance at the 0.01 level. The hypothesized paths (see Figure 3) showed that the path coefficients in the inner model are significant, with a critical ratio value greater than 1.64. The relationship between cognitive awareness and the mathematics perception of students was substantial. This was evidenced by a path coefficient (β) of 0.458 and a critical ratio of 6.602 (see Table 5). The β value of 0.458 indicated that cognitive awareness positively affects mathematics perception. The interpretation is that for every unit increase in cognitive awareness, there was an associated increase in mathematics perception by 0.458 units. The critical ratio result of 6.602 showed that the effect of cognitive awareness is statistically significant on students' mathematics perception.

4.2. Research Hypothesis Two (H2): Mathematics perception significantly predicts mathematics achievement

The second research hypothesis sought to examine the effect of mathematics perception on mathematics achievement. The effect of mathematics perception on mathematics achievement was analyzed using direct effect analysis (see Table 5). The analysis demonstrated that mathematics perception had a direct and positive effect on mathematics achievement, with a p -value < 0.01. Specifically, the relationship between mathematics perception and mathematics achievement had a p -value of 0.000, confirming its significance at the 0.01 level. The hypothesized paths (see Figure 3) showed that the path coefficients in the inner model were statistically significant, with a critical ratio value greater than 1.64. The relationship between mathematics perception and mathematics achievement of students was substantial. This was evidenced by a path coefficient (β) of 0.414 and a critical ratio of 8.875 (Table 5). The β value of 0.414 indicated that mathematics perception positively affected mathematics achievement; for every unit increase in student positive mathematical perception, there was an associated increase in mathematics achievement by 0.414 units. The critical ratio of 8.875 signified that this relationship was statistically significant and reliable, providing strong support for the positive impact of mathematics perception on the mathematics achievement of students.

4.3. Research Hypothesis Three (H3): Mathematics perception mediates the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement

The research hypothesis (H3) sought to examine the mediating effect of mathematics perception on the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement. From Table 5, the mediating effect of mathematics perception was positive and statistically significant on the relationship between cognitive awareness and mathematics perception ($\beta = .072^{***}$). This implied that the effect of cognitive awareness on students' mathematics perception, is direct, but also explained through the mediating role of mathematics perception.

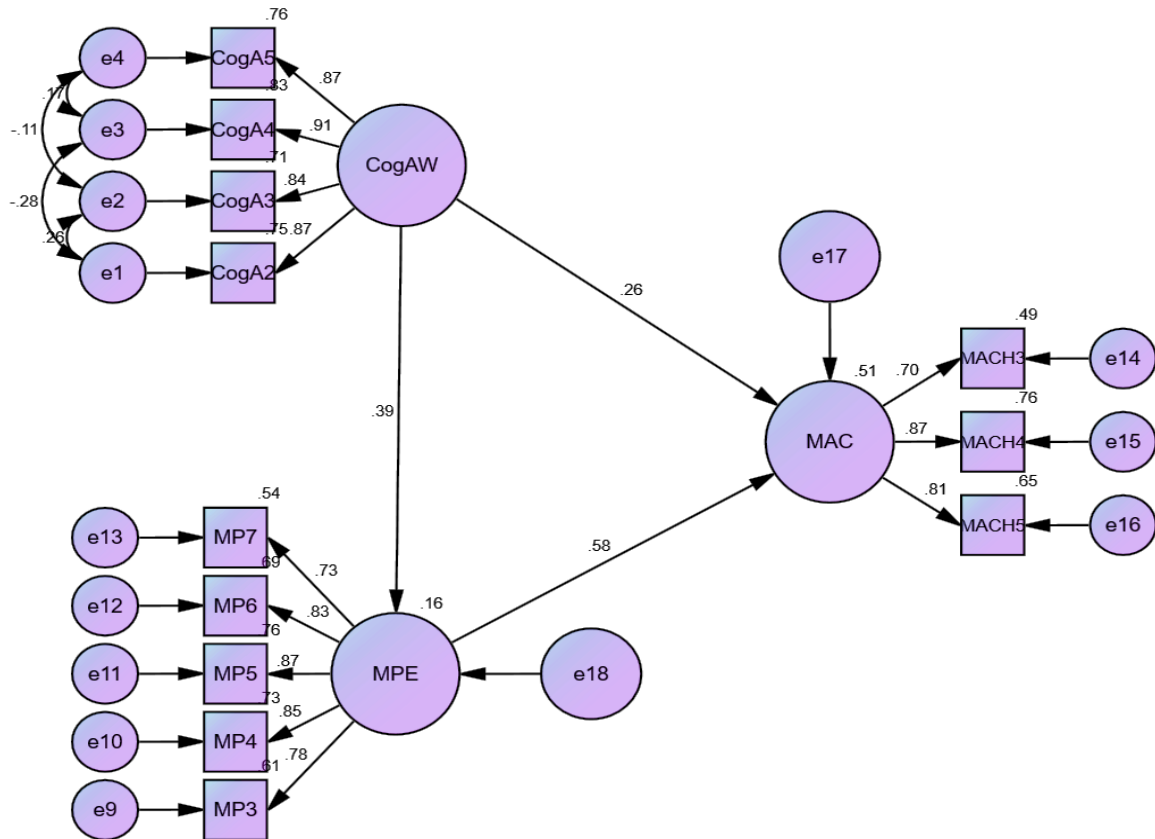


Figure 3. Path Summary

5. Discussion

The study result revealed that cognitive awareness positively influence students' mathematics perception. This result is supported by several empirical studies. According to Rivas et al. (2022), metacognitive plays a crucial role in learning and problem-solving, as it enables students to regulate their learning strategies effectively. Akpur (2021) also emphasized the importance of meta-cognitive strategies in academic success. His research demonstrated that students who employ meta-cognitive strategies tend to have better mathematics achievement, as they are more capable of monitoring their understanding and adjusting their learning approaches accordingly. Moreover, Eriyani (2020) developed the Metacognitive Awareness inventory, which further established the link between metacognitive awareness and academic performance. Their studies showed that higher levels of meta-cognitive awareness are associated with improved academic performance, particularly in complex subjects like mathematics. The positive relationship between cognitive awareness and mathematics perception is further supported by recent research by Öztürk et al. (2020), who found that students' self-regulation and cognitive strategies significantly predict their academic perception. Their work highlights that cognitive awareness, as a component of self-regulation, is crucial for understanding and succeeding in mathematics.

The findings of this study indicated that students' mathematics perception has a direct positive and statistically significant effect on their mathematics achievement. This suggests that students' attitudes and feelings toward mathematics can directly influence their performance in the subject. Furthermore, the positive correlation between students' perceptions of mathematics and their achievement is supported by existing literature. When students hold a positive view of mathematics, they are more likely to engage with the subject, persist through challenging problems, and employ effective learning strategies, all of which contribute to improved achievement. This finding is in line with the study of Lazarides et al. (2019). Their study discussed the expectancy-value theory, which posits that students' expectations of success and the value they place on the task at hand are critical predictors of their performance. Their result found that a positive perception of mathematics enhances both their expectancy of success and the intrinsic value they place on learning mathematics, thereby improving their achievement. The study by Kiwanuka et al. (2022) investigated the relationship between mathematics perception and achievement using a LISREL model. The findings indicated that students with a positive perception of mathematics tend to perform well in the subject. Additionally, Öztürk et al. (2020) found that interest in a subject, closely linked to positive perception, significantly predicts academic achievement. Their research demonstrated that when students find mathematics interesting, they are more likely

to invest time and effort, leading to improved performance. Furthermore, Mao et al. (2021) conducted a meta-analysis that revealed a strong relationship between students' attitudes toward mathematics and their achievement, supporting the notion that a positive student attitude results in better outcomes in mathematics. Finally, Appiah et al. (2023) examined the roles of teacher-student relationships, student efficacy, and students' perceptions of mathematics on their performance in the subject. Their study involved 400 randomly selected students from public senior high schools in the Ashanti region, comprising 112 males and 298 females. Data were collected using structured questionnaires and analyzed through structural equation modeling (SEM). The findings revealed that students' positive perceptions of mathematics have a significant positive effect on their performance in the subject.

Finally, the study supports the notion that students' perception of mathematics mediates the relationship between cognitive awareness and mathematics performance. Arthur (2022) asserted that mathematics perception acts as a mediating mechanism between the history of mathematics, peer-assisted learning, and students' interest in mathematics. Additionally, Hagan et al. (2020) found that students with a positive perception of mathematics tend to perform well in the subject.

6. Conclusion

The current study aimed to examine the effect of cognitive awareness on mathematics achievement, mediated by mathematics perception. The study used a convenient, stratified, and simple random sampling approach for selecting the samples for the research. Hence, the data analysis emphasized three hundred and fifty-three (353) respondents. Questionnaire items that were used in the data collection were all adopted from other research work and these questions were scaled based on the variables under the study, comprising cognitive awareness, mathematics perception, and mathematics achievement. Data analysis was conducted using the Structural Equation Model (SEM) run using AMOS (version 23). The analyses performed in the study included Exploratory Factor Analysis, Confirmatory Factor Analysis, Direct Path Effect analysis, Discriminant Validity assessment, and Indirect Effect analysis. The study findings revealed that cognitive awareness had a significant positive effect on students' mathematics perception. Moreover, mathematics perception significantly predicts mathematics achievement. Finally, mathematics perception partially mediates the relationship between cognitive awareness and mathematics achievement.

7. Limitations for the Study

The study concentrated on the use of cognitive awareness and mathematics perception to measure students' mathematics achievement. The study was limited to one Senior High School in the Bosomtwe District in the Ashanti region of Ghana, that is, Jachie Pramso Senior High School, which was not enough to make a true inference about the population. Additionally, questionnaire was used to collect data from the sampled students. Finally, a structural equation modeling (SEM) run in Amos was used to test the hypothesis paths for this study.

8. Recommendations

Mathematics curricula should include training in meta-cognitive strategies to enhance students' self-awareness and regulation of their cognitive processes. This can be achieved through explicit teaching of meta-cognitive skills such as self-monitoring, self-evaluation, and strategic planning. Furthermore, teachers should prompt students to reflect on their problem-solving processes, which can be facilitated through activities that require students to explain their reasoning, discuss different problem-solving strategies, and reflect on the effectiveness of the strategies used. Further, professional development programs should therefore include components that help pre-service and in-service teachers develop their meta-cognitive skills and positive beliefs about mathematics. In addition, educational stakeholders should integrate meta-cognitive strategy training and formative assessments into mathematics curricula, develop students' problem-solving skills to enhance cognitive awareness, foster positive attitudes towards mathematics through supportive and engaging teaching practices, and consider individual and social factors in educational interventions to create a conducive learning environment.

Funding: The study received no funding support.

Ethics Declaration: All participants into the current study were given a consent form and asked to opt in whether they wanted to participate. No additional ethical approval was required to conduct the study.

Data Availability: The corresponding author has access to the data supporting the findings of this study upon request.

Conflict of Interest: The author affirms that there were no conflicts of interest associated with the study.

References

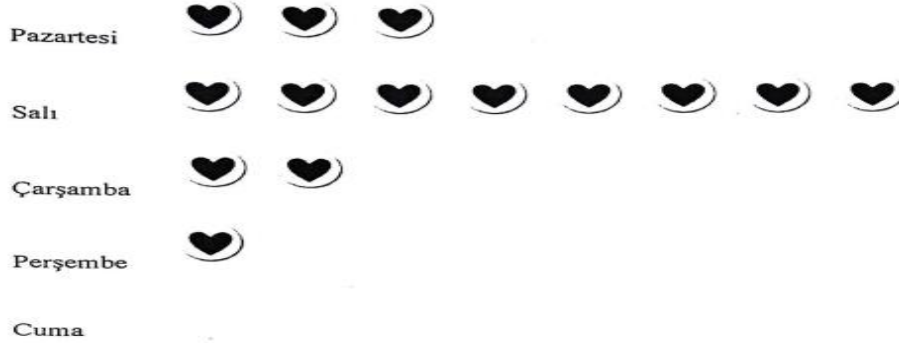
- Abrahamson, D., Nathan, M. J., Williams-Pierce, C., Walkington, C., Ottmar, E. R., Soto, H., & Alibali, M. W. (2020). The Future of Embodied Design for Mathematics Teaching and Learning. *Frontiers in Education*, 5(August), 1–29. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00147>
- Akpur, U. (2021). The Predictive Level of Cognitive and Meta-Cognitive Strategies on Academic Achievement. *International Journal of Research in Education and Science*, 593–607. <https://doi.org/10.46328/ijres.1444>
- Ansyah, Y. A. U., Alfianita, A., & Syahkira, H. P. (2024). Optimizing Mathematics Learning in Fifth Grades: the Critical Role of Evaluation In Improving Student Achievement and Character. *Progres Pendidikan*, 5(3), 302–311.
- Amalia, L., Makmuri, M., & Hakim, L. El. (2024). Learning Design: To Improve Mathematical Problem-Solving Skills Using a Contextual Approach. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(3), 2353–2366. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i3.3455>
- Appiah, J. B., Arthur, Y. D., Boateng, F. O., & Akweitley, E. (2023). *Teacher-student relationship and students' mathematics achievement : Mediating roles of students' perception of mathematics , students' self-efficacy , and cooperative learning strategies*. 3(2).
- Appiah, J. B., Korkor, S., Arthur, Y. D., & Obeng, B. A. (2022). Mathematics achievement in high schools, the role of the teacher-student relationship, students' self-efficacy, and students' perception of mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0688. <https://doi.org/10.29333/iejme/12056>
- Arthur, Y. D. (2022). *Modeling student's interest in mathematics : Role of history of mathematics , peer-assisted learning , and student's perception*. 18(10).
- Asare, B., Arthur, Y. D., & Boateng, F. O. (2023). Exploring the Impact of ChatGPT on Mathematics Performance: The Influential Role of Student Interest. *Education Science and Management*, 1(3), 158–168. <https://doi.org/10.56578/esm010304>
- Biber, M. (2023). *Zihinsel Modeller İnşa Etmek : Kavramsal Öğrenmede Matematiksel İletişim ve Söylemler Öz*. 5, 271–305.
- Bright, A., Welcome, N. B., & Arthur, Y. D. (2024). The effect of using technology in teaching and learning mathematics on student's mathematics performance: The mediation effect of students' mathematics interest. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 4(2), em059. <https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/14309>
- Bursal, M., & Paznokas, L. (2006). Mathematics Anxiety and Preservice Elementary Teachers' Confidence to Teach Mathematics and Science. *School Science and Mathematics*, 106(4), 173–180. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2006.tb18073.x>
- Buzzai, C., Filippello, P., Puglisi, B., Mafodda, A. V., & Sorrenti, L. (2020). The relationship between mathematical achievement, mathematical anxiety, perfectionism and metacognitive abilities in Italian students. *Mediterranean Journal of Clinical Psychology*, 8(3), 1–18.
- Cao, C., Ding, Z., Lee, G.-G., Jiao, J., Lin, J., & Zhai, X. (2023). *Elucidating STEM Concepts through Generative AI: A Multi-modal Exploration of Analogical Reasoning*. 1997. <http://arxiv.org/abs/2308.10454>
- Dananjayan, M. P., Gopakumar, S., & Narayanasamy, P. (2023). Unleashing the algorithmic frontier: Navigating the impact of algo trading on investor portfolios. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 0(1), 1–8. <https://doi.org/10.1177/20438869231189519>
- Demetriou, A., Kazi, S., Makris, N., & Spanoudis, G. (2020). Cognitive ability, cognitive self-awareness, and school performance: From childhood to adolescence. *Intelligence*, 79(October 2019), 101432. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2020.101432>
- Devries, J. M., Szardenings, C., Doebler, P., & Gebhardt, M. (2021). Subject-specific self-concept and global self-esteem mediate risk factors for lower competency in mathematics and reading. *Social Sciences*, 10(1), 1–17. <https://doi.org/10.3390/socsci10010011>
- Dogbe, C. S. K., Bamfo, A. B., & Sarsah, A. S. (2019). Determinants of Bank Selection by University Students in Ghana. *International Journal of Developing and Emerging Economies*, 7(1), 13–28.
- Dogbe, C. S. K., Tian, H. Y., Pomegbe, W. W. K., Sarsah, S. A. T. O., & Otoo, C. O. A. (2020). Market orientation and new product superiority among small and medium-sized enterprises (smes): The moderating role of innovation capability. *International Journal of Innovation Management*, 24(5). <https://doi.org/10.1142/S1363919620500437>
- Dörrenbächer-Ulrich, L., Dilhuit, S., & Perels, F. (2023). Investigating the relationship between self-regulated learning, metacognition, and executive functions by focusing on academic transition phases: a systematic review. *Current Psychology*, 43(18), 16045–16072. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-05551-8>
- Du, Y. (2020). Study on Cultivating College Students' English Autonomous Learning Ability under the Flipped Classroom Model. *English Language Teaching*, 13(6), 13. <https://doi.org/10.5539/elt.v13n6p13>
- Eriyani, E. (2020). Metacognition Awareness and Its Correlation with Academic Achievement of Student Teachers: The Case of One Private Higher Education Institution. *Indonesian Research Journal in Education [IRJE]*, 4(1), 78–90. <https://online-journal.unja.ac.id/irje/article/view/8573>

- Go, M. C., Cris, M., & Go, J. (2023). Enhancing Mathematical Proficiency Assessment: Insights From Mathematics Teachers. *Sci.Int.(Lahore)*, 35(6), 773–780. <https://www.researchgate.net/publication/375828757>
- Hagan, J. E., Amoaddai, S., & Lawer, V. T. (2020). *Students' Perception towards Mathematics and Its Effects on Academic Students' Perception towards Mathematics and Its Effects on Academic Performance*. May. <https://doi.org/10.9734/AJESS/2020/v8i130210>
- Hidayatullah, A., & Csikos, C. (2024). The Role of Students' Beliefs, Parents' Educational Level, and The Mediating Role of Attitude and Motivation in Students' Mathematics Achievement. *Asia-Pacific Education Researcher*, 33(2), 253–262. <https://doi.org/10.1007/s40299-023-00724-2>
- Hyman, L., Lamb, J., & Bulmer, M. (2006). The Use of Pre-Existing Survey Questions : Implications for Data Quality. *European Conference on Quality in Survey Statistics*, 3.
- Ilma, S., Al-Muhdhar, M. H. I., Rohman, F., & Sari, M. S. (2022). Promoting students' metacognitive awareness and cognitive learning outcomes in science education. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(1), 20–30. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i1.22083>
- Ismirawati, N., Corebima, A. D., Zubaidah, S., Ristanto, R. H., & Nuddin, A. (2020). Implementing ercore in learning: Will metacognitive skills correlate to cognitive learning result? *Universal Journal of Educational Research*, 8(4), 51–58. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081808>
- Kamrul-Hasan, A. B. M., Hannan, M. A., Alam, M. S., Rahman, M. M., Asaduzzaman, M., Mustari, M., Paul, A. K., Kabir, M. L., Chowdhury, S. R., Talukder, S. K., Sarkar, S., Hannan, M. A., Islam, M. R., Iftekhar, M. H., Robel, M. A. B., & Selim, S. (2023). Comparison of simplicity, convenience, safety, and cost-effectiveness between use of insulin pen devices and disposable plastic syringes by patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study from Bangladesh. *BMC Endocrine Disorders*, 23(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12902-023-01292-8>
- Kapasi, A., & Pei, J. (2022). Mindset Theory and School Psychology. *Canadian Journal of School Psychology*, 37(1), 57–74. <https://doi.org/10.1177/08295735211053961>
- Khasawneh, E., Gosling, C., & Williams, B. (2021). What impact does maths anxiety have on university students? *BMC Psychology*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00537-2>
- Kiwanuka, H. N., Van Damme, J., Van den Noortgate, W., & Reynolds, C. (2022). Temporal relationship between attitude toward mathematics and mathematics achievement. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(6), 1546–1570. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1832268>
- Kosteniuk, J. G., Stewart, N. J., Karunanayake, C. P., Wilson, E. C., Penz, K. L., Kulig, J. C., Kilpatrick, K., Martin-Misener, R., Morgan, D. G., & MacLeod, M. L. P. (2017). Exploratory factor analysis and reliability of the Primary Health Care Engagement (PHCE) Scale in rural and remote nurses: Findings from a national survey. *Primary Health Care Research and Development*, 18(6), 608–622. <https://doi.org/10.1017/S146342361700038X>
- Kynigos, C., & Diamantidis, D. (2022). Creativity in engineering mathematical models through programming. *ZDM - Mathematics Education*, 54(1), 149–162. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01314-6>
- Lambert, N. M., Ketzenberger, K. E., & Kemp, C. A. (2014). American Psychologist. *Encyclopedia of Special Education*. <https://doi.org/10.1002/9781118660584.ese0122>
- Lazarides, R., Dietrich, J., & Taskinen, P. H. (2019). Stability and change in students' motivational profiles in mathematics classrooms: The role of perceived teaching. *Teaching and Teacher Education*, 79, 164–175. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.12.016>
- Maloney, E. A., Schaeffer, M. W., & Beilock, S. L. (2013). Mathematics anxiety and stereotype threat: Shared mechanisms, negative consequences and promising interventions. *Research in Mathematics Education*, 15(2), 115–128. <https://doi.org/10.1080/14794802.2013.797744>
- Miller, R. L., & Brewer, J. D. (2003). The AZ of social research: a dictionary of key social science research concepts. SAGE. <https://books.google.com/books>
- Niepel, C., Marsh, H. W., Guo, J., Pekrun, R., & Möller, J. (2022). Supplemental Material for Revealing Dynamic Relations Between Mathematics Self-Concept and Perceived Achievement From Lesson to Lesson: An Experience-Sampling Study. *Journal of Educational Psychology*, 114(6), 1380–1393. <https://doi.org/10.1037/edu0000716.supp>
- Öztürk, M., Akkan, Y., & Kaplan, A. (2020). Reading comprehension, Mathematics self-efficacy perception, and Mathematics attitude as correlates of students' non-routine Mathematics problem-solving skills in Turkey. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(7), 1042–1058. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1648893>
- Paladino, G. (2023). Ask a Question and Get an Answer: a Study of the Framing Effect on Financial Literacy in Italy. *Journal of the Knowledge Economy*, 11318–11354. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01525-0>
- Plante, I., Théorêt, M., & Favreau, O. E. (2009). Student gender stereotypes: contrasting the perceived maleness and femaleness of mathematics and language. *Educational Psychology*, 29(4), 385–405. <https://doi.org/10.1080/01443410902971500>
- Potgieter, E., & van der Walt, M. (2022). Metacognitive awareness and the zone of proximal intermediate phase

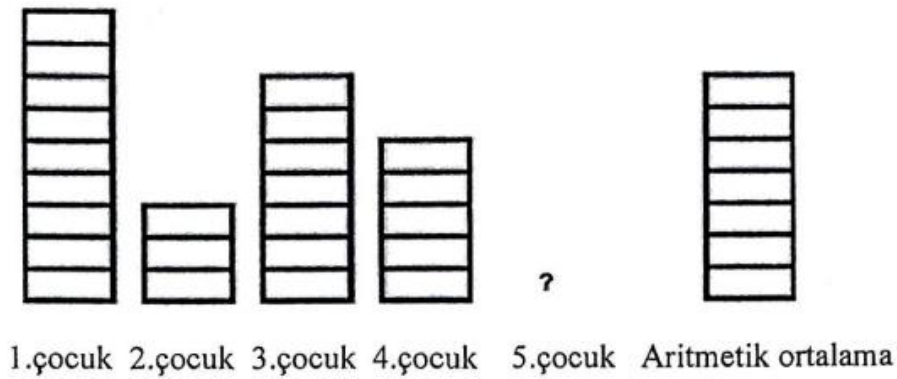
- mathematics teachers' professional development. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(8). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12206>
- Qomariyah, S., & Darmayanti, R. (2023). Development of High School Students' Mathematical Reasoning Ability Instruments on Three Dimension Material. *JEMS (Journal of Mathematics and Science Education)*, 11(1), 249–260.
- Rivas, S. F., Saiz, C., & Ossa, C. (2022). Metacognitive Strategies and Development of Critical Thinking in Higher Education. *Frontiers in Psychology*, 13(June). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.913219>
- Sari, E. V., & Sumilah, S. (2020). Relationship of Metacognitive Awareness and Self Efficacy To Mathematics Learning Outcomes. *Elementary School Teacher*, 3(2), 1–6. <https://doi.org/10.15294/est.v3i2.28047>
- Schumacher, R., & Stern, E. (2023). Promoting the construction of intelligent knowledge with the help of various methods of cognitively activating instruction. *Frontiers in Education*, 7(January). <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.979430>
- Szabo, Z. K., Körtesi, P., Guncaga, J., Szabo, D., & Neag, R. (2020). Examples of problem-solving strategies in mathematics education supporting the sustainability of 21st-century skills. *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), 1–28. <https://doi.org/10.3390/su122310113>
- Thwaites, R. (2020). Research design and methodology. *Changing Names and Gendering Identity*, 32–42. <https://doi.org/10.4324/9781315571256-9>
- Tran, T., Nguyen, T. T., & Trinh, T. P. T. (2020). Mathematics teaching in Vietnam in the context of technological advancement and the need of connecting to the real world. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(3), 255–275. <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.3.14>
- Trochim, M. K., & Donnelly, J. (2006). The Research Methods Knowledge Base, 2nd Edition. *Atomic Dog Publishing, Cincinnati, OH.*, Internet WWW. <https://doi.org/10.2471/BLT.05.029181>
- Usher, E. L. (2009). Sources of middle school students' self-efficacy in mathematics: A qualitative investigation. *American Educational Research Journal*, 46(1), 275–314. <https://doi.org/10.3102/0002831208324517>
- Wang, T., Zheng, J., Tan, C., & Lajoie, S. P. (2023). Computer-based scaffoldings influence students' metacognitive monitoring and problem-solving efficiency in an intelligent tutoring system. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(5), 1652–1665. <https://doi.org/10.1111/jcal.12824>
- Yi, L., Ying, Z., & Wijaya, T. T. (2019). The Trend of Mathematics Teaching Method Has Change From Fragments To Systematics. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 471–480. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v3i2.137>
- Yorulmaz, A., Uysal, H., & Çokçaliskan, H. (2021). Pre-service primary school teachers' metacognitive awareness and beliefs about mathematical problem solving. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 6(3), 239–259. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i3.14349>
- Zhao, H., Liu, Z., Wu, Z., Li, Y., Yang, T., Shu, P., Xu, S., Dai, H., Zhao, L., Mai, G., Liu, N., & Liu, T. (2024). *Revolutionizing Finance with LLMs: An Overview of Applications and Insights*. 1–37. <http://arxiv.org/abs/2401.11641>
- Zhou, D., Du, X., Hau, K. T., Luo, H., Feng, P., & Liu, J. (2020). Teacher-student relationship and mathematical problem-solving ability: mediating roles of self-efficacy and mathematical anxiety. *Educational Psychology*, 40(4), 473–489. <https://doi.org/10.1080/01443410.2019.1696947>

Appendix 1. The data collection instrument used in the study consists of five questions.

- At the charity fair for children with leukemia, the numbers of heart-shaped necklaces sold by Ayşe during the first four days of the week are given below. Given that the average number of heart-shaped necklaces sold by Ayşe during the weekdays is 5, find out how many necklaces she sold on Friday.

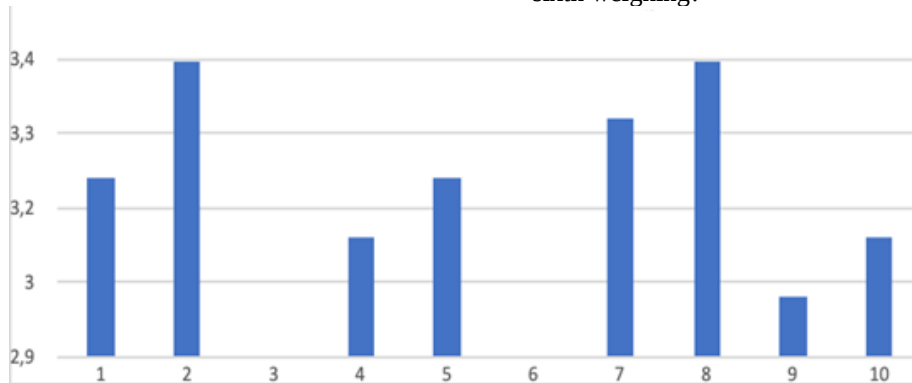


- The stacks of blocks in front of four children are given below. How many stacks of blocks should there be in front of the fifth child so that the average of the blocks is 7?



Appendix 1 continued

- In the science class, a student has weighed an object ten times. The results of the Weighing process are presented in the graph below. The student has lost the results of the third and sixth weighing. If the average of the ten weights obtained from the weighing process is 3.2 grams, what could be the results of the third and sixth weighing?



- Oya has scored 75 and 81 points on the first two exams of the math class. Since Oya wants her average score in the course to be 85, what score does Oya need to get on her third exam?
- You work as an employee at a supermarket, and you need to put price tags on 9 bags of potato chips. The average price of the chips is 12.50 TL, and you will not put 12.50 TL on any of the chip bags. Additionally, you will put a price tag of 13.50 TL on the first bag of chips and 12.00 TL on the second bag of chips. Determine the price tags for the remaining seven bags of chips.

İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretim Uygulamasına İlişkin Değerlendirmeleri

1. Giriş

Etkili bir öğretimin gerçekleşmesi, eğitim alanında yapılan önemli reformların sınıflarda hayat bulması nitelikli öğretmenlerin yetiştirilmesiyle mümkün olabilir. Bunun için de öncelikle öğretmen yetiştiren kurumların öğretmen adaylarını çağın gerektirdiği yeterliklere ulaştırması beklenmektedir. Hizmet öncesi eğitimde matematik öğretmen adayları meslek bilgisi, genel kültür ve alan eğitimi dersleriyle teorik bilgiler edinmekte ve beceriler kazanmaktadır. Son sınıfta ise öğretmenlik uygulaması derslerinde gerçek ortaokul öğrencileriyle uygulama fırsatı elde etmektedirler (Yüksek Öğretim Kurumu [YÖK], 2018). Eğitim fakültelerinde matematik eğitimcilerinin teorik bilgi ile uygulama bilgisi arasında bir köprü oluşturarak öğretmen adaylarına yol göstermesi beklenmektedir (Baki, 2019). Bu beklentiye karşılık için öğretmen yetiştirme programlarında farklı derslerde kuramsal olarak öğrenilen bilgilerin uygulamaya konması için kullanılan tekniklerden birisi de mikro öğretimdir (Benton-Kupper, 2001; Köksal & Ayvaz-Tuncel, 2019).

Mikro öğretim, öğrenci sayısı, içerik kapsamı ve süre açısından kısıtlanarak kontrollü koşullar altında, yapay bir ortamda öğretim sürecinin öğretmen adayları veya öğretmenler tarafından deneyimlenmesine dayanmaktadır (Allen & Eve, 1968; Otsupius, 2014; Aida & Antoni, 2017). Öğrenci grubu gerçek öğrencilerden veya öğretmen adaylarının öğrenci rolü yapan sınıf arkadaşlarından oluşabilir (Allen, 1980; Fernandez, 2010). Mikro öğretim tekniğinde yapılan kısıtlamalar sonucunda oluşturulan yapay ortamla gerçek bir sınıfta yaşanabilecek karmaşıklıkları azaltmak ve böylece öğretmen adayının uygulamasını yapacağı bilgi ve beceriye odaklanmasını kolaylaştırmak amaçlanmaktadır (Çoban, 2015; Yeşilyurt, 2021). Mikro öğretim tekniğinde genelde ders süresinin 5- 20 dakika arasında (Demirel, 2006; Fernandez, 2010) ve öğrenci sayısının 1-5 arasında olacak şekilde sınırlandırılması önerilmektedir (Demirel, 2006).

Öğretmen adayının mikro öğretim tekniğini aşamalarına göre uygulaması mikro öğretim sürecinin daha verimli geçmesini sağlar (Sucuoğlu & Güven, 2019). Mikro öğretim tekniğinin aşamaları genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır. İlk aşamada belirli bir konuda 5-10 dakikalık bir ders planı hazırlanmaktadır. Ardından planlanan ders işlenmekte ve imkan varsa video kamera ile kaydedilmektedir. Ders işlendiği sırada ya da daha sonra video kaydından izlenmektedir. İzlenen ders hem öğretim elemanı, hem izleyen grup hem de uygulama yapan kişinin kendisi tarafından değerlendirilerek öneri, katkı ve eleştirileri içeren dönütler verilmektedir. Verilen dönütler ışığında gerekli düzeltmeler yapılarak ders tekrar planlanıp işlenmekte ve imkan varsa video kaydına alınmaktadır. Son olarak işlenen ders tekrar değerlendirilerek dönüt verilmektedir (Demirel, 2006; Görgeç, 2003).

Mikro öğretim tekniği uygulanırken dersin yeniden hazırlanıp işlendiği aşamada anlatılan içerik ve ders süresi ilk işleyişle aynıdır fakat dersin farklı bir öğrenci grubuyla işlenmesi daha iyi sonuç verebilir (Demirel, 2006; Singh, 2010). Mikro öğretim tekniğinde öğretmen adayı işlediği dersle ilgili öğretim elemanından, öğretmen adayı arkadaşlarından, öğrenci rolünde olan katılımcılardan dönüt alabileceği gibi video veya ses kayıtlarını izleyerek kendi öz değerlendirmesini yapma fırsatını da bulmaktadır (Allen 1980; Allen & Cooper, 1970; Çakır, 2000). Bu dönütler sayesinde öğretmen adayı güçlü ve zayıf yönlerini keşfederek kendini geliştirme imkanı bulmaktadır (Çakır, 2010; Dere, 2019; Yeşilyurt, 2021).

Alan yazın incelendiğinde mikro öğretim tekniğinin öğretmen adaylarının öğretim becerilerinin geliştirilmesinde, öğretmenlik mesleğini benimseyerek olumlu tutum geliştirmelerinde etkili olduğu görülmektedir (Benton-Kupper, 2001; Bilen, 2014; Kazu, 1996; Locara, 2022; Peker, 2009; Subramaniam, 2006; Ünlü, 2018). Bunun yanında mikro öğretim tekniğinin yapay bir ortamda gerçekleşmesi, her bir öğretmen adayına uygulama yaptırılarak dönüt verilmesinin zaman alıcı olması, kamera kaydına alınmanın öğretmen adayında heyecana sebep olması gibi sınırlılıkları da bulunmaktadır (Al Darwish & Sadeqi, 2016; Dere, 2019; Kazu, 1996; Köksal & Ayvaz-Tuncel, 2019). Öğretmen adayları her ne kadar teorik bilgi anlamında donanımlı olsalar da öğretmenlik uygulaması derslerinde gerçek bir sınıf ortamına girdiklerinde endişe, korku, kaygı gibi olumsuz duygulara kapılabilmektedir. Gerçek bir sınıf ortamında yaşanan ilk deneyimler öğretmen adayının mesleği benimsemesinde ve kendine güven duymasında büyük etkiye sahiptir. Mikro öğretim tekniği uygulamaları, öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması dersine hazırlanmalarında bir geçiş köprüsü görevindedir (Yeşilyurt, 2021). Alan yazında yer alan çalışmalar mikro öğretim tekniğinin öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamalarında yaşadıkları olumsuz deneyim ve duyguların önlenmesinde (Savaş, 2017), öğretmenlik uygulamasının başarılı bir şekilde yürütülmesinde (Kazu, 1996) faydalı olduğunu göstermektedir. Ülkemizde 2018 yılında güncellenen öğretmen yetiştirme lisans programlarıyla Mikro Öğretim dersinin eğitim fakültelerinde seçmeli bir ders olarak okutulması bu konuya verilen önemi gözler önüne sermektedir (YÖK, 2018).

Mikro öğretimin uygulama ortamından yalnızca beceri eğitimi için değil, aynı zamanda yeni müfredat materyallerini ve öğretim tekniklerini denemek için de yararlanılabilir (Allen & Eve, 1968). Teknoloji alanındaki ilerlemelerin mikro öğretim tekniğinde yer verilen becerileri ve mikro öğretim tekniğinin uygulanma şeklini etkilediği görülmektedir (Çelebi & Erginer, 2019). Lin (2018)' in çalışmasında mikro öğretim videolarına Facebook tabanlı bir uygulamada geribildirim verilmesini sağlaması, gelişen teknolojiler sayesinde mikro öğretim tekniğinin uygulanmasında yaşanan değişimlerin bir örneğidir. Yaşanan teknolojik gelişmeler sonucunda mikro öğretim tekniğiyle kazandırılmaya çalışılan bilgi ve becerilerin değişimine baktığımızdaysa matematik öğretmen adaylarının teknoloji kullanım düzeylerinin (Kaleli-Yılmaz & Ergün, 2017), bilgisayar destekli ölçme değerlendirme araçlarını kullanmalarının (Akkoç, 2012), teknolojik pedagojik alan bilgilerinin (Akkaya, 2009; Durusoy, 2019; Kurt, 2016) gelişiminin incelendiği görülmektedir. Ayrıca uzaktan mikro öğretimin denendiği (Duman, 2022; Sanal-Erginel, 2022) az sayıda çalışma da bulunmaktadır. Özellikle COVID-19 pandemisi sebebiyle öğretmenler çevrimiçi uzaktan eğitim yapma süreciyle karşı karşıya kalmışlardır. Yapılan çalışmalar pandemi sürecinde matematik öğretmenlerinin bilgisayar ortamında matematik öğretimi yaparken matematiğin temsil biçimlerini kullanmada, işlemleri yapmada, hazırladıkları etkinlikleri uygulamada ve müfredatı yetiştirmekte zorlandıklarını (Özdemir-Baki & Çelik, 2021), öğretmenlerin uzaktan eğitim konusunda hizmet içi eğitime ihtiyaç duyduklarını (Tican & Toksoy-Gökoğlu, 2021) göstermektedir. Gerez-Cantimer ve Şengül (2022) ise pandemi sürecinde yürüttükleri çalışmalarında geleceğin öğretmeni olacak olan matematik öğretmen adaylarının uzaktan eğitim yapma konusunda bilgi, beceri ve tecrübe edinmelerinin gerekli olduğunu ifade etmiştir. Bu bağlamda matematik öğretmen adaylarının uzaktan eğitim yapma deneyimi yaşayarak bu konuda kendilerini geliştirmeleri önem kazanmaktadır. Duman (2022) farklı bölümlerde öğrenim gören öğretmen adaylarıyla yürüttüğü çalışmasında uzaktan eğitime ilişkin mikro öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının gelişimine katkısının olduğunu, öğretmen adaylarının değerlendirmelerine göre birçok avantaj ve dezavantajlarının olduğunu ortaya koymuş ve teknoloji içerikli mikro öğretim uygulamaları çalışmalarının sayısının arttırılmasına ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Teknolojiyi mikro öğretim deneyimlerine entegre etmeleri ve bu deneyimi eleştirel olarak değerlendirmeleri öğretmen adaylarının gelecekte derslerinde teknolojiye yer vermelerini sağlayabilir (Diana, 2013). Bu çalışmada mikro öğretim tekniği kullanılarak matematik öğretmen adaylarının çevrimiçi uzaktan eğitim yapma deneyimi yaşamaları sağlanmış, öğretmen adaylarının geçirdikleri deneyimler sonrasında mikro öğretim uygulamalarına ilişkin görüşlerinin ve yaşadıkları güçlüklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Yöntem

Bu araştırmada karma yöntem yaklaşımı benimsenerek nitel ve nicel yöntemler bir arada kullanılmıştır. Verilerin toplanması ve analizi için nicel aşama ile başlanıp daha sonra nicel sonuçların daha iyi anlaşılması için nitel aşamanın takip edildiği açıklayıcı ardışık desen (Creswell, 2021) benimsenmiştir. Mikro öğretim sürecini deneyimleyen öğretmen adaylarının görüşlerini ve yaşadıkları güçlükleri belirlemek için önce nicel veri toplama araçları kullanılmış ardından görüşme formu ile nitel veriler elde edilmiştir.

2.1. Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubunu, Türkiye'nin doğusunda yer alan bir devlet üniversitesinde İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı 3. sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunu belirlemek için amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın kapsamı gereği belirli özelliklere sahip kişilerle uygulama yapılması amaçlandığında bu örnekleme yöntemi kullanılmaktadır (Büyüköztürk vd., 2021). Ölçüt olarak Mikro Öğretim dersini alan ve ders kapsamında verilen görevleri tamamlayan öğretmen adaylarıyla çalışılmıştır. 50 öğretmen adayının kayıtlı olduğu derste 3 öğretmen adayı ders sürecini tamamlayamamış ve çalışma grubundan çıkarılmıştır. Çalışma 2020-2021 bahar döneminde 47 (35 kız, 12 erkek) öğretmen adayı ile yürütülmüştür.

2.2. Mikro Öğretim Süreci

Mikro Öğretim dersi kapsamında 5 er kişilik gruplara ayrılan öğretmen adayları belirledikleri bir kazanımla ilgili 15 dakikalık bir ders planlayarak kendi grubundaki akranlarına dijital platform (Zoom, Microsoft Teams) üzerinden uzaktan eğitim şeklinde dersi anlatmış ve bu dersi video kaydına almıştır. Derslerin video kayıtları sınıfça uzaktan eğitim platformu üzerinden izlenmiş, Öğretmenlik Uygulaması dersi çerçevesinde kullanılan "Öğretmen Adayı Ders Gözlem Formu" kullanılarak öğretmen adayları ve öğretim elemanı tarafından değerlendirme yapılarak dönüt verilmiştir. Burada verilen dönütler ışığında öğretmen adayının ikinci kez aynı kazanım için dersi planlaması ve farklı öğretmen adaylarından oluşan bir gruba uzaktan eğitimle anlatması için imkan tanınmıştır. İkinci kez anlatılan dersler de video kaydına alınmıştır. İkinci kez anlatılan derslerin video kayıtları için de değerlendirme yapılarak dönüt verilmiştir.

2.3. Veri Toplama Aracı / Araçları

Tamamlanan mikro öğretim sürecinin sonunda Kazu (1996) tarafından geliştirilen “Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretime İlişkin Görüşleri” ve “Mikro Öğretimde Öğretmen Adaylarının Yaşadığı Güçlükler” isimli veri toplama araçları gerekli izinler alınarak öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

“Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretime İlişkin Görüşleri” 17 maddelik 5’li likert tipi (kesinlikle katılmıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılıyorum, kesinlikle katılıyorum) , iki kapalı uçlu ve bir açık uçlu anket (en çok sevilen yan, en az sevilen yan) maddesinden oluşmaktadır. Kazu (1996) veri toplama aracını geliştirirken uzman görüşü ve öğretmen adayı görüşüne başvurmuştur. Kazu (1996) tarafından geliştirilen veri toplama aracını kullanan Kartal (2013), çalışmasında aracın Cronbach Alpha güvenirlik katsayısını 0,908 olarak hesaplamıştır. Bu çalışma için hesaplanan Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,983’tür.

“Mikro Öğretimde Öğretmen Adaylarının Yaşadığı Güçlükler” 6’lı likert tipi (hiç, çok az, az, orta, fazla, çok fazla) 45 maddeden oluşmaktadır. Ders öncesi hazırlık (7 madde), derse giriş yapma (5 madde), konuyu sunma (22 madde), dersi bitirme (4 madde) ve genel özellikler (7 madde) alt boyutlarından oluşmaktadır. Kazu (1996) tarafından geliştirilen veri toplama aracının Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,81 olarak belirlenmiştir. Bu veri toplama aracını kullanan Kartal (2013) aracın Cronbach Alpha güvenirlik katsayısını 0,978 olarak hesaplamıştır. Bu çalışma için hesaplanan Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,961’dir.

Ayrıca öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamaları hakkındaki görüşleriyle ilgili daha ayrıntılı bilgi edinmek amacıyla her gruptan gönüllü birer öğretmen adayı olmak üzere toplamda 10 öğretmen adayından görüşme formu ile veri toplanmıştır. Alan yazında yer alan çalışmalar incelenerek ve araştırmada kullanılan diğer veri toplama araçları göz önünde bulundurularak hazırlanan açık uçlu sorular için iki alan eğitimi uzmanından görüş alınmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Öğretmen adayları dijital ortamda görüşme formunu doldurmuştur. Görüşme formunda bulunan açık uçlu sorularla öğretmen adaylarına mikro öğretim uygulamalarının katkıları, olumlu yönleri, karşılaştıkları sorunlar ve olumsuz yönleri sorulmuştur. Ayrıca mikro öğretim uygulamalarında yaptıkları sunumları sınıf arkadaşlarıyla izlemenin, sınıf arkadaşlarının yazdığı değerlendirme formlarının, diğer öğretmen adaylarının ders sunumlarını izlemenin katkısına ilişkin düşünceleri istenmiştir. Bunlara ek olarak mikro öğretim uygulamalarının daha başarılı olabilmesi için öğretmen adaylarına ve öğretim elemanına önerilerinin neler olduğu sorulmuştur. Veri toplama araçları ve çalışmada yer alma şekilleri Tablo 1’de açıklanmaktadır.

Tablo 1. Veri toplama araçlarının çalışmada kullanımı

Kullanılma Amacı	Nicel Veri Toplama Aracı	Görüşme Formunda Yer Alan Örnek Sorular
Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarına yönelik görüşlerini belirlemek.	“Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretime İlişkin Görüşleri”	Mikro öğretim uygulamalarının hoşunuza giden yönleri nelerdir? Mikro öğretim uygulamalarında beğenmediğiniz yönleri nelerdir?
Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarında yaşadıkları güçlükleri belirlemek.	“Mikro Öğretimde Öğretmen Adaylarının Yaşadığı Güçlükler”	Mikro öğretim uygulamalarında karşılaştığınız sorunlar nelerdir?
Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarına ilişkin önerilerini belirlemek.	-	Mikro öğretim uygulamalarının daha başarılı olabilmesi için öğretmen adaylarına ve dersin öğretim elemanına önerileriniz nelerdir?

2.4. Verilerin Analizi

Bu araştırmada, nicel veriler istatistiksel bir paket program yardımıyla analiz edilerek durumun betimsel olarak ortaya konulması amaçlanmaktadır. Nicel verilerin analizinde maddelere verilen cevapların ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanarak yorum yapılmıştır.

“Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretime İlişkin Görüşleri” veri toplama aracının 17. Maddesi olumsuz ifade içermektedir. Bu nedenle bu maddenin puanlamasında tersine çevirme yapılmıştır. Her bir maddeden alınabilecek en düşük puan 1, en yüksek puan 5’tir. Puan aralığı katsayısı=(en yüksek değer-en küçük değer)/grup sayısı formülü (Kan, 2017) kullanılarak aritmetik ortalamalar için puan aralığı kat sayısının 0,80 olduğu belirlenmiştir. Buna göre aritmetik ortalaması 1,00-1,80 olan maddeler “kesinlikle katılmıyorum”, 1,81-2,60 olan maddeler “katılmıyorum”, 2,61-3,40 olan maddeler “kararsızım”, 3,41-4,20 olan maddeler “katılıyorum” ve 4,21-5,00 olan maddeler “kesinlikle katılıyorum” olarak kabul edilmiştir. Ayrıca mikro

öğretimin en çok sevilen ve en az sevilen yönleri kapalı uçlu sorularına verilen cevapların frekans ve yüzdeleri hesaplanarak yorum yapılmıştır.

“Mikro Öğretimde Öğretmen Adaylarının Yaşadığı Güçlükler” veri toplama aracında bir maddeden alınabilecek en düşük puan 1, en yüksek puan 6’dır. Puan aralığı katsayısı=(en yüksek değer-en küçük değer)/grup sayısı formülü (Kan, 2017) kullanılarak aritmetik ortalamalar için puan aralığı kat sayısının 0,833 olduğu belirlenmiştir. Buna göre aritmetik ortalaması 1,000-1,833 olan maddeler “hiç”, 1,834-2,667 olan maddeler “çok az”, 2,668-3,501 olan maddeler “az”, 3,502-4,335 olan maddeler “orta”, 4,306-5,169 “fazla”, 5,170-6,000 olan maddeler “çok fazla” olarak kabul edilmiştir.

Nitel veriler betimsel analiz ve içerik analizi teknikleri birlikte kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analizler yapılırken MAXQDA programından yararlanılmıştır. Araştırma soruları ve görüşme formunda yer alan sorulardan yola çıkarak veri analizi için genel bir çerçeve oluşturulmuş ve verilerin hangi temalar altında sunulacağı belirlenerek betimsel bir yaklaşımla analiz sürecine başlanmıştır. Görüşme formunda yer alan sorulara verilen cevaplar içerik analizine tabi tutularak kodlanmış ve betimsel yaklaşımla fark edilemeyen kavram ve temalar da incelenmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Veri setinin bir kısmı ikinci bir araştırmacı tarafından kodlanmış ve kodlama güvenilirliği katsayısı 0,83 olarak bulunmuştur. Öğretmen adayları Ö1, Ö2, Ö3 şeklinde isimlendirilerek hangi kodun hangi katılımcının ifadelerinde yer aldığı bulgulara belirtilmiştir. Ayrıca görüşülen kişilerin görüşlerini çarpıcı bir şekilde okuyucuya sunmak için doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

3. Bulgular

Bu bölümde çalışmada elde edilen bulgular araştırma soruları doğrultusunda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarına yönelik görüşleri, yaşadıkları güçlükler ve önerileri olmak üzere üç alt başlık halinde sunulmuştur. Elde edilen nicel ve nitel bulgular ilgili oldukları başlık altında ard arda sunulmuştur.

3.1. İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretim Uygulamalarına Yönelik Görüşleri

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının “Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretime İlişkin Görüşleri” formunda yer alan likert tipi maddelere vermiş oldukları cevapların ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Mikro öğretim uygulamalarına yönelik görüşler

Mikro Öğretim Uygulamaları;	$\bar{X}$	Ss
1. Daha önceki eğitim bilimleri derslerinde edindiğim bilgi ve becerileri uygulama ve pekiştirme imkânı sağladı.	4,28	1,04
2. Öğretmen olacak bir kişi olarak eksik ve hatalarımı görüp düzeltmeme yardımcı oldu	4,57	1,04
3. Öğretim becerilerimi geliştirdi.	4,36	0,90
4. Derse girmeden önce planlama yapmanın önemini kavramama yardımcı oldu.	4,47	1,14
5. Uygun öğretim yöntemi seçmede ve uygulamada deneyim kazandırdı.	4,45	1,02
6. Uygun öğretim aracı seçmemde ve kullanmamda deneyim kazandırdı.	4,51	1,08
7. Bir grup karşısında konuşurken heyecanımı yenme konusunda yararlı oldu.	4,19	1,21
8. Konuşmalarımdeki bozuklukların farkına varmamda ve düzeltmemde yararlı oldu.	4,32	1,16
9. Öğretmen olacak bir kişi olarak kendime güvenimi arttırdı.	4,36	1,21
Genel	4,39	1,02
Mikro öğretim uygulamaları sırasında;		
10. Kendi mikro öğretim uygulamalarımı izlemem bana yararlı tecrübeler kazandırdı.	4,51	1,10
11. Diğer arkadaşlarımla mikro öğretim uygulamalarını izlemem bana yararlı tecrübeler kazandırdı.	4,49	1,10
12. Yapılan eleştiriler ve tartışmalar mesleki gelişimim için yararlı oldu.	4,45	1,08
13. Yapılan video çekimleri öğretimimi analiz etmeme yardımcı oldu.	4,45	1,19
14. Bir dersin işlenmesi sırasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları hakkında bilgi sahibi oldum.	4,43	1,12
Genel	4,46	1,09
Mikro öğretim deneyimlerimin;		
15. Öğretmenlik uygulamasını başarı ile yürütmemde yararlı olacağını düşünüyorum.	4,51	1,14
16. Öğretim deneyimlerimi zenginleştirerek öğretmenliğe uyum sağlamamı kolaylaştıracağını düşünüyorum.	4,47	1,14
*17. Öğretmenlik mesleğine hazırlık ve uyum için gerekli olmadığını düşünüyorum.	4,23	1,42
Genel	4,40	0,96
Görüşler Genel	4,41	1,00

*Olumsuz ifade içeren madde

Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarına yönelik genel görüşlerinin olumlu olduğu ve bu boyutta yer alan maddelere “kesinlikle katılıyorum” düzeyinde katıldıkları görülmektedir. Mikro öğretim uygulamalarının öğretmen olacak bir kişi olarak eksik ve hatalarını görüp düzeltmelerine yardımcı olması ($\bar{X} = 4,57$), uygun öğretim aracı seçme ve kullanmada deneyim kazandırması ($\bar{X} = 4,51$), derse girmeden önce planlama yapmanın önemini kavramalarına yardımcı olması ($\bar{X} = 4,47$), uygun öğretim yöntemi seçmede ve uygulamada deneyim kazandırması ($\bar{X} = 4,45$) bu olumlu görüşlerin başında gelmektedir. Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamaları sırasında yaşanan durumlara ilişkin görüşlerinin de olumlu olduğu ve bu boyutta yer alan maddelere verdikleri cevapların “kesinlikle katılıyorum” düzeyinde olduğu görülmektedir. Bu boyuttaki görüşlerin başında kendi mikro öğretim uygulamalarını izlemenin ($\bar{X} = 4,51$) ve diğer arkadaşlarının mikro öğretim videolarını izlemenin ($\bar{X} = 4,49$) yararlı tecrübeler kazandırdığı görüşü gelmektedir. Mikro öğretim deneyimlerinin öğretmenlik mesleğine uyum sağlama açısından öğretmen adaylarının olumlu görüşe sahip oldukları ve bu boyutta yer alan maddelere “kesinlikle katılıyorum” düzeyinde katıldıkları görülmektedir. Bu deneyimlerin özellikle öğretmenlik uygulamasını başarı ile yürütmelerinde yararlı olacağını ($\bar{X} = 4,51$) ve öğretim deneyimlerini zenginleştirerek öğretmenliğe uyum sağlamalarını kolaylaştıracağını ($\bar{X} = 4,47$) düşünmektedirler. Ayrıca mikro öğretim deneyimlerinin öğretmenlik mesleğine hazırlık ve uyum için gerekli olduğu ($\bar{X} = 4,23$) görüşünde oldukları görülmektedir.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarının en çok sevdikleri yönlerle ilişkin kapalı uçlu soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 3’de yer almaktadır. Burada katılımcılar birden çok ifadeyi cevap olarak verebilmektedir. Bu nedenle toplam frekans katılımcı sayısından fazladır. Yüzde (%) ise her bir ifadeye katılan kişi sayısının tüm katılımcılar arasındaki oranını ifade etmektedir.

Tablo 3. Mikro öğretim uygulamalarının en çok sevilen yönleri

Mikro öğretim uygulamalarının en çok sevdiğim yanı	f	%
Öğretimim hakkında geri dönüt almamdı.	43	91,5
Bizzat bizlerin uygulama yapmamızı gerektirmesiydi.	38	80,9
Kendi öğretimimi eleştirme fırsatı vermiş olmasıydı.	37	78,7
Öğretmenlikle ilgili birçok konuda deneyim kazanmamdı.	37	78,7
Diğer derslerden farklı bir atmosferin yaşanmasıydı.	36	76,6
İlk olarak öğretmenlik duygusunu yaşamamdı.	33	70,2
Öğretim becerileri üzerine çalışmamdı.	32	68,1
Kendi mikro öğretim uygulamamı ekranda görmemdi.	30	63,8
Gerçek sınıf ortamından uzakta rahat bir ortamda öğretmenliği denememdi.	25	53,2
N=47		

Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarının en çok sevdikleri yönlerinin başında öğretimleri hakkında geri dönüt almak ($f=43$), bizzat öğretmen adaylarının uygulama yapması ($f=38$), kendi öğretimlerini eleştirme fırsatı vermiş olması ($f=37$) ve öğretmenlikle ilgili birçok konuda deneyim kazandırması ($f=37$) gelmektedir. Bunun yanında diğer derslerden farklı bir atmosferin yaşanması ($f=36$), ilk olarak öğretmenlik duygusunu yaşamaları ($f=33$) ve öğretim becerileri üzerine çalışmaları ($f=32$) sevilen diğer yönlerdir.

Araştırmanın nitel boyutu kapsamında öğretmen adayları yapılan görüşmelerde beğendikleri yön olarak en çok öğretmenlik deneyimi kazanmak (Ö1, Ö5, Ö6, Ö10), teknolojiyi kullanmak (Ö6, Ö7, Ö9) ve ikinci sunum fırsatı verilmesi (Ö1, Ö2, Ö4) durumlarını dile getirmiştir. Bunun yanında dönüt almak (Ö5, Ö7), çeşitli materyalleri kullanma fırsatı bulmak (Ö2, Ö6), karar alma özgürlüklerinin olması (Ö1, Ö4), kendini ekranda görme (Ö5, Ö7), hatalarını fark etme (Ö4, Ö10), öğretmenlik hissiyatını yaşamaları (Ö1, Ö7), öğretmenlik becerilerinin gelişmesi (Ö4, Ö6) beğendikleri diğer yönlerdir. Ayrıca uygulamaya fırsat verilmesi (Ö6), arkadaşlarının videolarını incelemek (Ö3), akran değerlendirme (Ö8) ve özdeğerlendirme (Ö7) yapılması, öğrenci rolü oynamak (Ö2) da öğretmen adayları tarafından beğenilmiştir. Bu bulgulara ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

“Kendi öğretmenlik deneyimimi yaşamam ve bunu ekranda görebilmem, bu deneyimimdeki eksiklerimi görüp aldığım dönütler sayesinde daha iyi bir duruma gelmem. İlk kez bana öğretmenlik deneyimi yaşatmasından kaynaklı olarak kendimi bu mesleğe adapte edebilmem ve bu adaptasyonun benim açımdan oldukça güzel bir his yaratması gibi yönlerden bu yaptığımız uygulama oldukça hoşuma gitti.” (Ö5)

“En çok hoşuma giden yönü öğretmenlik duygusunu yaşamamdı. Kendi ders anlatım videomu izlemem ve özeleştiri yapmam. Ders anlatımım hakkında olumlu ve olumsuz eleştiriler almam. Teknolojiyi kullanarak öğretim yapmam.” (Ö7)

Öğretmen adaylarına yaptığı ders sunumunu sınıf arkadaşlarıyla izlemenin katkılarının neler olduğu sorulduğunda akran değerlendirme (Ö3), özdeğerlendirme (Ö3) yapılarak birden fazla kişiden dönüt alınmasıyla

(Ö1) eksiklerini görüp düzeltmelerine katkısı (Ö5, Ö6, Ö7) olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca heyecanı kontrol etme (Ö6,Ö10), stres yönetimi (Ö10), olumlu dönütler alma (Ö7) ve özgüvenin artması (Ö7) yönünden de katkısının olduğu dile getirilmiştir. Bunun yanında ders sunumunu sınıf arkadaşlarıyla izlemenin katkısının olmadığını (Ö2) düşünen öğretmen adayları da vardır. Bu bulgulara ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

“Özellikle hatalarımızı ve eksikliklerimizi yakından görme fırsatı oldu. Böylelikle ne gibi hatalar yapmışız, bu hataların giderilmesi için neler yapılmalıdır? gibi sorulara cevap aradık..... Arkadaşlarımın geri dönütleri ışığında ders sunumumu düzenlemiş oldum.” (Ö6)

“Olumlu eleştiriler almak da beni mutlu etti. Özgüvenim arttı. Yapılan eleştiriler doğrultusunda ikinci video çekimimde kendimi daha fazla geliştirdiğimi düşünüyorum.” (Ö7)

Öğretmen adaylarına yaptığı ders sunumları için sınıf arkadaşlarının doldurduğu değerlendirme formunun katkılarının neler olduğu sorulduğunda en çok hataları görüp düzeltme (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10) ve olumlu dönütleri tekrar tekrar okuyabilme (Ö3, Ö5, Ö6, Ö8) açısından katkısı olduğu ifade edilmiştir. Değerlendirme formları sayesinde tüm dönütleri görebildiklerini (Ö1), ölçme ve değerlendirmenin önemini kavradıklarını (Ö1) ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştiğini (Ö8) belirtmişlerdir. Bunun yanında değerlendirme formlarını doldururken bazı öğretmen adaylarının olumsuz değerlendirme yapma eğiliminde (Ö1, Ö2) olduğuna dair negatif bir görüş de bulunmaktadır. Bu bulgulara ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

“Çok büyük katkısı oldu tabiki. Şöyle ki onların yorumları sayesinde hatalarımı gördüm ve onların üzerine gidip onları düzeltme odaklı çalıştım. O yüzden beni değerlendiren ve hatalarımı düzeltmemde yardımcı olan arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Bunun yanı sıra çok güzel yorumlarda aldım. Ve bu beni mutlu etti.” (Ö3)

“Tabii şöyle bir sıkıntısı da vardı, bazı arkadaşlar sadece eksiklik bulayım diye dolduranlar olduğunu düşünüyorum.” (Ö1)

Öğretmen adaylarına arkadaşlarının ders sunumlarını izlemenin katkılarının neler olduğu sorulduğunda birçok olumlu görüşe sahip oldukları görülmüştür. Diğer öğretmen adaylarının ders sunumlarını izlemenin iyi örnekleri model almalarına (Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö10) ve arkadaşlarının hatalarından ders çıkarmalarına (Ö4, Ö9, Ö10) imkan tanıyarak materyal kullanımı (Ö2, Ö6, Ö7, Ö9), öğretim yöntem ve stratejileri (Ö1, Ö2, Ö6, Ö7) konusunda kendilerini geliştirmelerini sağladığını belirtmiştir. Bu uygulamayla farklı eğitim teknolojilerini fark ettiklerini (Ö2, Ö9), kavram yanılgıları (Ö1, Ö6), öğretim programı bilgisi (Ö1, Ö6), öğretmen-öğrenci iletişimi (Ö10) ve eleştirel düşünme (Ö7) hususlarında da kendilerini geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Bu bulgulara ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

“Evet. Çünkü diğer arkadaşlarımızın yaptığı olumlu ve olumsuz bütün durumların gözlemine yaparak kendimize katmak istediğimiz olumlu ve yapmamamız gereken olumsuz durumların farkına vardık.” (Ö10)

“Farklı eğitim teknolojilerinden de yararlanabileceğimi fark ettim. Bir konuyu anlatırken hangi araç gereçlerden nasıl faydalı olabileceğini fark ettim. Bu konuda gerçekten çok büyük katkısı oldu.” (Ö2)

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarının en az sevdikleri yönlerine ilişkin kapalı uçlu soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 4’de yer almaktadır. Burada katılımcılar birden çok ifadeyi cevap olarak verebilmektedir. Bu nedenle toplam frekans katılımcı sayısından fazladır. Yüzde (%) ise her bir ifadeye katılan kişi sayısının tüm katılımcılar arasındaki oranını ifade etmektedir.

Tablo 4. Mikro öğretim uygulamalarının en az sevilen yönleri (N=47)

Mikro öğretim uygulamalarının en az sevdiğim yanı	f	%
Süresinin kısıtlılığıydı	33	70,2
Gerçek ilköğretim öğrencilerinin olmamasıydı	27	57,4
Dersin gerçek ortamda işlenmemesi idi	15	31,9
İşlediğim derslerin olumsuz yönde eleştirilmesiydi	3	6,4

Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarının en çok sevdikleri yönlerinin başında mikro öğretim için tanınan sürenin kısa olması (f=33) ve gerçek ilköğretim öğrencilerinin olmaması (f=27) gelmektedir. Ayrıca dersin gerçek ortamda işlenmemesi (f=15) ve işlenen derslerin olumsuz yönde eleştirilmesi (f=3) az sevilen diğer yönlerdir.

Araştırmanın nitel boyutu kapsamında öğretmen adayları yapılan görüşmelerde beğenmedikleri yön olarak en çok sürenin kısa olmasını (Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö9) dile getirmişlerdir. Bunun yanında gerçek ilköğretim öğrencilerinin olmaması (Ö4), gerçek sınıf ortamının olmaması (Ö5, Ö7), mikro öğretim uygulama ve değerlendirme sürecinin fazla zaman alması (Ö4), ikinci kez dönüt vermek (Ö8) ve bazı öğretmen adaylarının değerlendirmede yanlı davranması (Ö4) beğenilmeyen diğer yönlerdir. Bu bulgulara ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

“Beğenmediğim yönler: Gerçek yaş seviyesine uygun öğrenciler olmaması yani yapay bir sınıf ortamı olması, ders anlatımı için verilen sürenin az olması, mikro öğretim uygulamasının değerlendirilip yeniden çekilmesi gibi aşamaların uzun süreler içermesi yani çok zaman alması” (Ö4)

“...bu dersin en beğenmediğim noktası tekrar tüm arkadaşlarımı değerlendirmek. Zaten bunların değerlendirmesini bir defa yaptık orada herkes hatasını gördü....” (Ö8)

3.2. İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretim Uygulamalarında Yaşadıkları Güçlükler

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının “Mikro Öğretimde Öğretmen Adaylarının Yaşadığı Güçlükler” formunda yer alan maddelere vermiş oldukları cevapların ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5’de yer almaktadır.

Tablo 5. Mikro öğretim uygulamalarında yaşanan güçlükler

Ders öncesi hazırlık yaparken (Ders planı hazırlarken)	$\bar{X}$	Ss
1.Dersin amaçlarını yazmada	2,70	1,12
2.Dersin amacına uygun içeriği belirlemede	2,85	1,30
3.Dersin amacına uygun yöntem ve teknikleri seçmede	3,15	1,32
4. Dersin amacına uygun araç ve gereçleri seçmede	3,21	1,23
5. Dersin amacına uygun ölçme aracını hazırlamada	2,83	1,32
6. Kullanılacak araçla ilgili materyal hazırlamada	3,17	1,46
7.Kitap, ders notu, vb. kaynakları bulmada	2,21	1,16
Genel	2,88	0,88
Derse giriş yaparken		
8. Sınıf ortamını iletişim kolaylığı sağlayacak şekilde düzenlemede	2,66	1,31
9.Öğrencileri derse motive etmede	2,34	1,22
10.Dersin amacını belirtmede	2,62	1,28
11. Dersin önemini açıklamada	2,49	1,28
12. Konuyu, öğrencinin önceki bilgileriyle ilişkilendirmedi	2,45	1,41
Genel	2,51	1,05
Konuyu sunarken		
13. Ders planını etkili bir şekilde uygulamada	3,28	1,17
14.Konuyu mantıksal bir sıra içerisinde sunmada	2,57	1,33
15.Amaca uygun örneklerle konuya açıklık getirmede	2,32	1,14
16. Kavramları anlaşılır bir şekilde ve örneklerle açıklamada	2,45	1,14
17. Konuyla ilgili önemli noktaları vurgulamada	2,49	1,28
18. Konuyla ilgili gösteri (demonstrasyon) yapmada	3,04	1,32
19. Konuyla ilgili sınıf tartışmasını yönetmede	2,23	1,22
20. Dersi zevkli kılacak değişik yöntem ve teknikler kullanmada	2,70	1,25
21. Dersi zevkli kılacak değişik etkinlikler yapmada	2,83	1,36
22.Eğitim araçlarını yerinde ve etkili kullanmada	2,81	1,21
23. Tahtayı etkili ve düzenli bir şekilde kullanmada	3,70	1,49
24.Öğrencilerle sağlıklı iletişim kurmada	2,49	1,25
25.Öğrencilerin derse katılımını sağlamada	2,38	1,11
26. Derse öğrencinin ilgisini çekmede	2,53	1,14
27.Yerinde, zamanında ve düşünmeye yönelik soru sormada	2,81	1,33
28.Öğrencileri cevap vermeye teşvik etmede	2,53	1,16
29.Öğrenci cevaplarını pekiştirmede	2,49	1,14
30.Öğrencileri soru sormaya teşvik etmede	2,91	1,23
31. Öğrenci sorularını cevaplamada	2,49	1,25
32.Öğrencilerin kendi aralarında konuşmalarını önlemede	2,02	1,26
33.Öğrenci yaramazlıklarını önlemede	2,04	1,12
34.Ders süresini iyi kullanmada	3,55	1,84
Genel	2,67	0,77
Dersi bitirirken		
35.Konuyla ilgili ana noktaları özetlemede	3,13	1,53
36.Öğrencilerin amaçlara ulaşp ulaşmadıklarını kontrol etmede	2,81	1,33
37.Öğrenci eksiklerini tamamlamada	2,64	1,28
38.Öğrencileri gelecek derse hazırlamada	2,53	1,30
Genel	2,78	1,08

Tablo 5'in devamı

Genel özelliklerle ilgili olarak		
39. Heyecanımı yenmede	3,60	1,73
40. Ses tonumu etkili bir şekilde kullanmada	2,68	1,63
41. Türkçeyi doğru kullanmada	2,43	1,61
42. Düzgün ve anlaşılır cümleler kurmada	2,68	1,52
43. Fiziksel hareket bakımından rahat olmada	2,72	1,68
44. Öğretmenlik rolüne kolayca uyum sağlamada	2,62	1,53
45. Gerçek sınıf ortamına kolayca uyum sağlamada	2,74	1,41
	Genel	2,78
Yaşanan Güçlükler Genel	2,71	0,81

Mikro öğretim uygulamalarında ders öncesi hazırlık yaparken öğretmen adaylarının dersin amacına uygun araç ve gereçleri seçme ($\bar{X} = 3,21$), yöntem ve teknikleri seçme ($\bar{X} = 3,15$), kullanılacak araçla ilgili materyal hazırlama ($\bar{X} = 3,17$) gibi durumlar başta olmak üzere bu boyutta genel olarak “az” seviyede güçlük yaşadıkları görülmektedir. Bunun yanında kitap, ders notu, vb. kaynakları bulmada ise “çok az” seviyede güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir. Mikro öğretim uygulamalarında derse giriş yaparken sınıf ortamını iletişim kolaylığı sağlayacak şekilde düzenleme ($\bar{X} = 2,66$), dersin amacını belirtme ($\bar{X} = 2,62$) ve önemini açıklama ($\bar{X} = 2,49$) gibi durumlar başta olmak üzere bu boyutta genel olarak “çok az” seviyede güçlük yaşadıkları görülmektedir. Genel olarak öğretmen adayları konuyu sunarken “çok az” seviyede güçlük yaşadıklarını belirtmiştir. Mikro öğretim uygulamalarında konuyu sunarken öğretmen adayları tahtayı etkili ve düzenli bir şekilde kullanma ($\bar{X} = 3,70$) ve ders süresini iyi kullanmada ($\bar{X} = 3,55$) “orta” seviyede; ders planını etkili bir şekilde uygulama ($\bar{X} = 3,28$), konuyla ilgili gösteri yapma ($\bar{X} = 3,04$), öğrencileri soru sormaya teşvik etme ($\bar{X} = 2,91$) ve dersi zevkli kılacak değişik etkinlikler yapma ($\bar{X} = 2,83$) gibi durumlarda “az” seviyede güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca kavramları anlaşılır bir şekilde ve örneklerle açıklama ($\bar{X} = 2,45$), öğrencilerle sağlıklı iletişim kurma ($\bar{X} = 2,49$), derse öğrencinin ilgisini çekme ($\bar{X} = 2,53$), öğrencileri cevap vermeye teşvik etme ($\bar{X} = 2,53$) ve öğrenci sorularını cevaplama ($\bar{X} = 2,49$) öğretmen adaylarının konuyu sunarken “çok az” seviyede zorluk yaşadıkları durumlardan bazılarıdır. Öğretmen adaylarının dersi bitirirken konuyla ilgili ana noktaları özetleme ($\bar{X} = 3,13$) ve öğrencilerin amaçlara ulaşip ulaşmadıklarını kontrol etme ($\bar{X} = 2,81$) başta olmak üzere bu boyutta genel olarak “az” seviyede güçlük yaşadıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarında genel özelliklerle ilgili olarak ise en çok heyecanı yenmede ($\bar{X} = 3,60$) “orta” seviyede zorlandıkları ve bu boyutta genel olarak “az” seviyede zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Ayrıca bu boyutta gerçek sınıf ortamına uyum sağlama ($\bar{X} = 2,74$), fiziksel hareket bakımından rahat olma ($\bar{X} = 2,72$), ses tonunu etkili bir şekilde kullanma ($\bar{X} = 2,68$), düzgün ve anlaşılır cümleler kurma ($\bar{X} = 2,68$) “az” seviyede güçlük yaşanan diğer durumlardan bazılarıdır. Ölçeğin boyutlarına bakıldığında öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarında derse giriş yaparken ve konuyu sunarken “çok az” seviyesinde, plan hazırlarken, dersi bitirirken ve genel özelliklerle ilgili olarak “az” seviyede güçlük yaşadıkları görülmektedir.

Araştırmanın nitel boyutu kapsamında yapılan görüşmelerde öğretmen adayları mikro öğretim uygulamalarında en çok internet bağlantısında (Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10) sorun yaşadıklarını ifade etmiştir. Ayrıca teknolojik donanım eksikleri (Ö1, Ö9, Ö10), teknik aksaklıklar (Ö2, Ö8, Ö10) ve bundan kaynaklı olarak ekran kalemi kullanmada (Ö2, Ö7) sorun yaşadıkları belirlenmiştir. Bunun yanında ders planı hazırlama (Ö3, Ö4), heyecanı yenme (Ö4, Ö7), stres yönetimi (Ö4), teknolojik bilgi (Ö1), materyal seçimi (Ö7), sınıf yönetimi (Ö4), ses tonunu etkili kullanma (Ö4), anlaşılır konuşma (Ö4), öğretim yöntem ve stratejileri (Ö4), öğrenci sorularını yanıtlama (Ö4) zorlandıkları diğer noktalardır. Öğretmen adayları arkadaşlarıyla mikro öğretim videosu çekimi için ortak zaman belirlemede (Ö8) de sorun yaşamıştır. Bu bulgulara ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

“Eğitimin uzaktan ilerlediği bu dönemde mikro öğretim uygulamalarının uzaktan olması bizi bazı konularda oldukça olumsuz etkiledi. Özellikle internet ve bilgisayar kaynaklı bağlantı sorunları, seste yaşanan kopukluk, kamera sorunları gibi pek çok sorunla karşılaştık.” (Ö10)

“Görsel ağırlıklı anlattığım halde Zoom’da kalemi kullanma konusunda çok sıkıntı yaşadım.” (Ö2)

3.3. İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Mikro Öğretim Uygulamalarına İlişkin Önerileri

İlköğretim matematik öğretmen adaylarına yapılan görüşmelerde mikro öğretim uygulamalarının daha başarılı olabilmesi için ileride bu uygulamaya katılacak öğretmen adaylarına önerileri sorulmuştur. Öğretmen adaylarına yapılan önerilerde en sık heyecanı kontrol etme (Ö1, Ö3, Ö4), mikro öğretim dersine önem verme (Ö2, Ö4, Ö6) ve ders planı hazırlama (Ö1, Ö7, Ö9) konusunda özenli olma konularına değinilmiştir. Bunun yanında içerik bilgisi (Ö4, Ö10), teknolojik bilgi (Ö1), materyal tasarımı bilgisi (Ö6), sınıf yönetimi bilgisi (Ö10), öğretim yöntem ve stratejileri bilgisi (Ö7) hakkında teorik ön bilgiye sahip olmaya çalışmaları (Ö1)

önerilmiştir. Tasarladıkları mikro öğretim sunumu için de teknoloji kullanımına uygun kazanım seçme (Ö9), günlük hayatla ilişkilendirme (Ö6, Ö9), öğrenci düzeyini göz önünde bulundurma (Ö6), dersi eğlenceli hale getirme (Ö3), zaman yönetimi (Ö10), etkin öğrenme ortamı oluşturma (Ö4) ve değerlendirme formunda yer alan kriterleri göz önünde tutma (Ö5) konularında daha dikkatli olmaları önerilmiştir. Ayrıca uygulamalarda zorluk yaşamamak için gerekli teknolojik donanımı edinme (Ö1), kendilerine güvenerek (Ö4) sunum öncesi prova yapma (Ö9), ikinci sunum için dönütleri dikkate alma (Ö2, Ö8) ve süreç boyunca görevleri zamanında yerine getirme (Ö8) önerileri de dile getirilmiştir. Bu bulgulara ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

“Heyecan yapmamaları ve dersi sıradan konu anlatarak değil de hem kendileri hem öğrencilerin eğleneceği şekilde anlatmalarını önerirdim.” (Ö3)

“Bu sebeple ilk video çekimlerine hazırlıklı bir şekilde yapmalarını ve önemsemeleri gerektiğini öneririm. Böylesine uygulama gerektiren bir dersi hafife almamaları gerektiğini ve elinden geldiklerini fazlasıyla yerine getirmelerini öneririm.” (Ö6)

“Konuya hakim olmalı ve içerikle ilgili çok fazla araştırma yapmalılar. Ders anlatım stratejisi ve uygun materyal seçme konusunda özenli davranmalıdırlar.” (Ö4)

İlköğretim matematik öğretmen adaylarına yapılan görüşmelerde mikro öğretim uygulamalarının daha başarılı olabilmesi için öğretim elemanına önerileri sorulmuştur. Öğretim elemanına, gerçek sınıfta öğrencilere uygulama yapılması (Ö3, Ö7, Ö9, Ö10) ve ders videolarının sadece bir kez izlenmesi (Ö4, Ö5, Ö9) önerilerinde en çok bulunulmuştur. Bunun yanında ikinci sunumun aynı öğrenci grubuna yapılması (Ö7), ikinci sunumda farklı kazanımın ele alınması (Ö2), süre sınırının artırılması (Ö1), ders videolarının bir kez değerlendirilmesi (Ö8) de önerilmiştir. Ayrıca dersin dönemlere yayılması (Ö2) ve ders içinde daha çok mikro öğretim uygulaması yapılması (Ö7) da öneriler arasındadır. Gelecekteki mikro öğretim derslerinde öğretmen adaylarının motive dilmesine (Ö6), ilgisinin çekilmesine (Ö6), ders planı hazırlama eğitimi verilmesine (Ö1) ve örnek ders anlatım videolarına yer verilmesine (Ö10) ilişkin öneriler de bulunmaktadır. Bu bulgulara ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır.

“İmkanlar el verdiği takdirde bu dersin gerçek bir sınıf ortamında (ortaokul) gerçekleştirilmesi gerektiğini düşünüyorum. Böylece öğrenciler kendilerini gerçek bir sınıf ortamında görme fırsatı bulacaklardır.” (Ö10)

“Öğretim elemanına önerim ise öğrencilerin değerlendirmeleri ders esnasında sıcağı sıcağına hem konuşarak hem de formları dolduruyor şekilde yapılması sağlanır ise öğrencilerin bir kaydı 2 kere izlemesine gerek kalmaz ve öğrencilerin derse katılımlarının daha çok olmasına fırsat verilir diye düşünüyorum.” (Ö5)

“Öğretmen adaylarına daha fazla mikro öğretim uygulamaları yaptırılabilir. Farklı konular verilerek anlatım gerçekleştirilebilir.” (Ö7)

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dijital platformlar üzerinden akranlarıyla mikro öğretim deneyimi yaşamaları sağlanmış ve öğretmen adaylarının bu deneyime ilişkin görüşleri ve yaşadıkları güçlükler belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarına ilişkin birçok olumlu görüşe sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları kendi mikro öğretim videolarını izlemenin, bu videolara ilişkin sınıf arkadaşlarından ve öğretim elemanından dönüt almanın onların kendisini geliştirmesi yönünde katkı sağladığı görüşündedir. Özellikle video kayıtlarını tekrar tekrar izleyebilmelerini ve arkadaşları tarafından yazılı olarak verilen dönütleri tekrar tekrar okuyabilmelerini faydalı bulmuşlardır. Bu sonuçları destekleyen şekilde Subramaniam (2006) da video kayıtları, uzmanların eleştirisi ve yazılı/sözlü geribildirimlerle mikro öğretim tekniğinin uygulanmasının daha etkili olacağını belirtmiştir. Benzer şekilde d'Alessio (2018), öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançları geliştirmelerine yardımcı olmak için yürüttüğü çalışmada öz ve akran değerlendirmeleriyle yapılan mikro öğretim uygulamalarının etkili olduğunu ortaya koymuştur. Öğretmen adayları ayrıca diğer arkadaşlarının mikro öğretim videolarını izleyerek yararlı tecrübeler kazandıklarını, arkadaşlarından iyi örnekleri model aldıklarını, arkadaşlarının hatalarından ders çıkardıklarını ve böylece farklı yöntem ve materyal kullanımlarına ilişkin kendilerini geliştirdiklerini ifade etmektedir. Bu sonuca benzer olarak Ünlü (2018) matematik öğretmen adaylarının, akranlarının performanslarını izleyerek kendisinin de aynı şeyleri yapabileceğini düşündüğünü ve bunun somut modellerin kullanımına ilişkin öz-yeterlik inançlarını artırabileceğini ifade etmiştir. Saban ve Çoklar (2013) da öğretmen adaylarının tüm sınıf arkadaşlarının videolarını bir arada izlemeyi faydalı bulduklarını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Benton-Kupper (2001) sınıf arkadaşlarının derslerini gözlemlemelerinin öğretmen adaylarına anlatacakları dersler için yeni fikir ve stratejiler kazandırdığı, Al Darwish ve Sadeqi (2016) da bir yeniliğin öğretmen adayları tarafından sınıf pratiğine aktarılma şansını artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Araştırmanın bir diğer sonucu da öğretmen adaylarının mikro öğretim deneyimlerini öğretmenlik uygulaması dersinde başarılı olmalarında ve öğretmenlik

mesleğine uyum sağlamalarında faydalı olacağını düşünceleridir. Sistemli mikro öğretim uygulamaları, öğretmen adaylarının mesleğe bilişsel ve duyuşsal anlamda hazır olmalarını sağlayabilir (Görgen, 2003). Bu sonuca benzer şekilde d'Alessio (2018)'nin çalışmasında bazı öğretmen adayları fen bilgisi öğretimine ilişkin yaptıkları mikro öğretim uygulamalarında öğrendiklerini öğretmenlik mesleğini yaparken kullanabileceklerini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik deneyimi kazanma, teknolojiyi kullanma ve ikinci kez dersi yeniden anlatma fırsatı verilmesi mikro öğretim uygulamalarının beğendikleri diğer yönlerden bazılarıdır. Özellikle pandemi sürecinin etkisiyle öğretmenlerin dijital platformda uzaktan eğitim yapma ihtiyacı öğretmen adaylarının da bu konuda deneyim kazanma isteğini artırmıştır. Burada teknolojiyi kullanarak uzaktan eğitim yapma deneyimini yaşamak öğretmen adaylarının bu konuda bilgilenmesini ve özgüven kazanmasına katkıda bulunmuştur. Bu sonuca benzer olarak Akkoç (2012) da ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının mikro-öğretim süreçlerini analiz ettiği çalışmasında öğretmen adaylarının teknolojik araçları uygun pedagojik yaklaşımla kullanma konusunda kendilerini geliştirdiklerini, Kaleli-Yılmaz ve Ergün (2017) ise iki ilköğretim matematik öğretmen adayının mikro öğretim uygulamalarıyla teknoloji kullanım düzeylerini artırdıklarını ortaya koymuştur. Bu olumlu görüşlerin yanında öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarına ilişkin beğenmedikleri yönler de bulunmaktadır. Bunların başında mikro öğretim için tanınan sürenin kısa olması ve gerçek ilköğretim öğrencilerinin olmamasıdır. Bu çalışmada mikro öğretim uygulamalarında tek bir beceriye odaklanılmamış olması, bunun yerine bütüncül olarak “Öğretmen Adayı Ders Gözlem Formu” göz önünde bulundurularak uygulamaların ve değerlendirmelerin yapılması tanınan sürenin yetersiz görülmesine neden olmuş olabilir. Alan yazın incelendiğinde öğretmen adaylarından sınırlı bir süre içerisinde uygulama yapmalarının istenmesi, uygulamaların doğal olmayan yapay bir ortamda gerçekleştirilmesi mikro öğretim yönteminin sınırlılıkları olarak görülmektedir (He & Yan, 2011; Kaleli-Yılmaz & Ergün, 2017; Köksal & Ayvaz-Tuncel, 2019; Mahmud & Rawshon, 2013). Peker (2009) ise çalışmasında ortaöğretim matematik öğretmenlerine gerçek okul ortamında, gerçek lise öğrencileriyle, sunum zamanının gerçek okuldaki ders saati kadar olduğu genişletilmiş mikro öğretim uygulamaları yaptırarak bu sınırlılıkları aşmaya çalışmış ve öğretmen adaylarının birçok yönden geliştiğini belirlemiştir. Kılıç (2016)'ın çalışmasında da öğretmen adayları, gerçek sınıfta, gerçek öğrencilerle yapılan mikro öğretimin fakülte ortamında yapılan mikro öğretime göre daha etkili olduğunu belirtmiştir. Gerçek okul ortamında uygulama yapılan çalışmalarda katılımcı sayısının az olduğu görülmektedir. Bu çalışmada ise katılımcı sayısının çok olması gerçek sınıf ortamında uygulamaya fırsat vermeyi zorlaştırmıştır. Nitekim Kula-Ünver ve arkadaşları (2020) da yapay ortam sınırlamasına rağmen matematik öğretmen adaylarının alanı öğretme bilgisini geliştirmede ilk adım olarak mikro öğretimin etkili bir yöntem olduğunu ileri sürmektedir. Al Darwish ve Sadeqi (2016) ise mikro öğretimin ana sınırlılığının zaman sınırlaması olduğunu, fakat buna rağmen etkili bir teknik olduğunu belirtmektedir.

Öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulamalarında yaşadıkları güçlükler bakıldığında derse giriş yaparken ve konuyu sunarken çok az zorluk yaşadıkları, plan hazırlarken, dersi bitirirken ve genel özelliklerle ilgili olarak ise az zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Genel olarak ifade edilen zorluk seviyeleri düşük düzeydedir. Ders planı hazırlarken dersin amacına uygun yöntem, teknik, araç ve gereçleri seçmede az da olsa güçlük yaşamışlardır. Bunun yanında mikro öğretim süreci uygulanmaya devam edildiğinde öğretmen adaylarının etkinlik hazırlama, öğretim stratejisi belirleme ve dersi planlama becerilerini ve yeterlik algılarını geliştirmektedir (Aydın, 2013; Duman, 2022; Karlström & Hamza, 2019). Derse giriş yaparken dersin amacını ve önemini açıklamada çok az da olsa güçlük yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Konuyu sunarken ise tahtayı etkili ve düzenli bir şekilde kullanma, ders süresini iyi kullanma en çok zorluk yaşanan durumlardır. Burada dijital platform üzerinden dersi anlattıkları için bu süreçte teknolojik donanım eksiklikleri, teknik aksaklıklar ve bunlardan dolayı ekran kalemini kullanmada yaşadıkları sorunların bu güçlükler neden olduğu söylenebilir. Özellikle öğretmen adaylarında grafik tabletlerin olmayışı ekran kalemini kullanmada zorluklara sebep olmuştur. Buna ek olarak internet bağlantısında yaşanan sorunlar da uzaktan eğitim yapıldığı için en çok ifade edilen güçlüklerdendir. Alanyazında yer alan bazı çalışmalarda da uzaktan eğitim olarak yapılan mikro öğretimlerin dezavantajlarından bazıları dijital cihaz yetersizlikleri ve teknik sorunlar olarak görülmektedir (Duman, 2022; Sanal-Erginel, 2022; Zalavra & Makri, 2022). Konuyu sunarken az da olsa güçlük yaşanan diğer hususlardan bazıları ders planını etkili bir şekilde uygulama, dersi zevkli kılacak etkinlikler yapma, eğitim araçlarını etkili kullanma ve öğrencileri soru sormaya teşvik etmedir. Ayrıca öğretmen adayları dersi bitirirken konuyla ilgili ana noktaları özetleme ve öğrencilerin amaçlara ulaşp ulaşmadıklarını kontrol etmede az da olsa güçlük yaşadıkları görülmektedir. Genel özelliklerle ilgili olarak öğretmen adaylarının yaşadığı güçlükler bakıldığında en çok heyecanı yenmede zorlandıkları dile getirilmiştir. Buna ek olarak gerçek sınıf ortamına uyum sağlamada, stres yönetiminde, fiziksel hareket bakımından rahat olmada, ses tonunu etkili bir şekilde kullanma ve anlaşılır konuşmada az da olsa güçlük yaşadıkları ifade edilmiştir. Küçüköğlü ve arkadaşları (2012) konuyu sunma, dersi bitirme ve genel özellikler bakımından yaşanan güçlüklerin mikro öğretim uygulamalarıyla azaldığı sonucuna ulaşmıştır. Bilen (2014) de mikro öğretim yönteminin öğretmen adaylarının ders anlatımına ilişkin heyecan ve endişelerini yenmelerinde, ders anlatırken daha rahat olmalarında, ses tonu ve vurguları ayarlamalarında olumlu etkisi olduğunu ifade etmiştir. Benton-Kupper (2001) ise öğretmen adaylarının ne kadar çok mikro öğretim uygulaması yaparlarsa mikro öğretime hazırlanmak için o kadar az zaman harcadıklarını ve kendilerini daha az

kaygılı hissettiklerini tespit etmiştir. Bu araştırmadaki uygulamalarda az seviyede de olsa yaşanan güçlüklerin azaltılması daha çok mikro öğretim uygulaması yapılmasıyla sağlanabilir.

Öğretmen adaylarının ileride bu uygulamaya katılacak öğretmen adaylarına heyecanı yenme, mikro öğretim dersine önem verme ve ders planı hazırlama konusunda özenli olma önerilerinde bulunmuştur. Ayrıca alan, eğitim ve teknoloji bilgisi bakımından teorik bilgilerini artırmalarını ve seçtikleri kazanımı teknoloji kullanımına uygun seçerek gerekli teknolojik donanımı önceden edinmelerini de tavsiye etmektedirler. Peker (2009)'ın çalışmasında da benzer şekilde öğretmen adayları mikro öğretim uygulamasına katılacak diğer öğretmen adaylarına özverili olma, ciddiye alarak konuya hazırlanma, uygulamanın faydasını bilme, kamera kaydı sırasında sakin olma, önceden prova yapmaya çalışma gibi önerilerde bulunmuştur. Mikro öğretim uygulamalarının daha başarılı olması için öğretim elemanına yöneltilen öneriler de vardır. Özellikle gerçek sınıfta öğrencilere uygulama yapılması ve ders videolarının sadece bir kez izlenmesi en çok ifade edilen önerilerdir. Bu çalışmada mikro öğretim videolarını ders öncesinde tüm öğrenciler izleyerek değerlendirme raporu yazmış ve daha sonra videolar ders sırasında tekrar hep birlikte izlenerek dönütler sözlü olarak da ifade edilmiştir. Bazı öğretmen adayları bu iki kez video kaydını izlemenin zorlayıcı olduğu görüşündedir. Fakat uygulama esnasında öğretmen adaylarının daha önce izlerken fark etmedikleri bazı durumları sınıfça izlerken fark ettikleri de gözlemlenmiştir. Dönütlerin daha sağlıklı olması açısından iki kez kaydın izlenmesine uygulamada yer vermenin artıları göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü video kayıtların tüm öğretmen adayları tarafından izlenmesi (Diana 2013; Peker, 2009; Shanu, 2016), dönütlerin yapıcı bir şekilde ve titizlikle verilmesi öğretmen adaylarının daha etkili uygulamalar yaparak kendilerini geliştirmelerini sağlar (Amobi, 2005; Çakır, 2000; Kazu, 1996). Ayrıca eleştirel bir şekilde arkadaşlarının performansları için akran değerlendirmesi yapmak öğretmen adayının kendisine de fayda sağlamakta ve yol gösterici olmaktadır (Cabello & Topping, 2020). Bunun yanında ikinci sunumun aynı öğrenci grubuna yapılması ve ikinci sunumda farklı kazanımın ele alınmasına yönelik öneriler de bulunmaktadır. Burada yapılan önerilerin kaynağında ise öğrencilerin kendi grup arkadaşlarıyla daha rahat çalışmaları ve farklı kazanımlar için daha çok uygulama yapmak istemeleri olabilir. Fakat iki uygulamayı da aynı öğrenci grubuna yapmak ve ikinci anlatımda kazanımı değiştirmek mikro öğretimin döngüsüne uygun değildir. Ayrıca öğretmen adayları dersin diğer dönemlere de yayılması ve ders içinde daha çok mikro öğretim yapılmasını da önermektedir. Mikro öğretim uygulamalarının sayısının artırılması Peker (2009)'ın çalışmasında da öğretmen adayları tarafından dile getirilmiştir.

5. Öneriler

Bu araştırma 47 öğretmen adayıyla yürütüldüğü için öğretmenlik becerileri tek tek yerine bütün olarak ele alınmış ve bir kişinin birden çok konu için mikro öğretim uygulaması yapmasına fırsat verilememiştir. Gelecek araştırmalarda küçük örneklem gruplarıyla uzun süreli çalışmalar yapılarak her becerinin tek tek ele alınması ve öğretmen adaylarının daha çok mikro öğretim uygulaması yapması sağlanabilir.

Ayrıca öğretmen adaylarının akranlarıyla yaptıkları mikro öğretim uygulamalarında temel bazı becerileri geliştirdikten sonra gerçek öğrencilerle de uygulama yapılmasına fırsat verilmesi, öğretmenlik becerilerinin gelişimine daha çok katkı sağlayabilir.

Gelişen teknolojileri kullanarak uzaktan eğitim yapabilme çağımızın önemli öğretmenlik yeterliklerindedir. Gerekli teknolojik araç ve yazılımlar temin edilerek, internet bağlantısı sağlanarak bu konuda öğretmen adaylarının, öğretmenlerin ve öğretim elemanlarının kendilerini geliştirmeleri için mikro öğretim uygulamaları yaygınlaştırılabilir.

Kaynaklar / References

- Aida, W., & Antoni, R. (2017). Basic components of micro teaching skill at third year students FKIP Universitas pasir pengaraian. *Journal of English Education*, 3(2), 100-112.
- Akkoç, H. (2012). Bilgisayar destekli ölçme-değerlendirme araçlarının matematik öğretimine entegrasyonuna yönelik hizmet öncesi eğitim uygulamaları ve matematik öğretmen adaylarının gelişimi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 3(2), 99-114.
- Akkaya, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının türev kavramına ilişkin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin öğrenci zorlukları bağlamında incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Al Darwish, S., & Sadeqi, A. A. (2016). Microteaching impact on student teacher's performance: A case study from Kuwait. *Journal of Education and Training Studies*, 4(8) 126-134.
- Allen, D. W. (1980). Micro-teaching: A personal review. *Britisch Journal of Teacher Education*, 6(2), 147-151.
- Allen, D. W., & Cooper, J. M. (1970). *Microteaching*. PREP-17. Distributed by ERIC Clearinghouse. Washington, D.C.

- Allen, D. W., & Eve, A. W. (1968). Microteaching. *Theory into Practice*, 7(5), 181–185.
- Amobi, F. A. (2005). Preservice teachers' reflectivity on the sequence and consequences of teaching actions in a microteaching experience. *Teacher Education Quarterly*, 32(1), 115-130.
- Aydın, İ. S. (2013). Mikro öğretim tekniğinin Türkçe öğretmeni adaylarının öğretimi planlama, uygulama ve değerlendirme yeterlilik algılarına etkisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(43), 67-81.
- Baki, A. (2019). *Matematiği öğretme bilgisi* (2.Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Benton-Kupper, J. (2001). The microteaching experience: Student perspectives. *Education*, 121(4), 830-835.
- Bilen, K. (2014). Mikro öğretim tekniği ile öğretmen adaylarının öğretim davranışlarına ilişkin algılarının belirlenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 181-203.
- Büyükoztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2021). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (31. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Cabello, V. M., & Topping, K. J. (2020). Peer assessment of teacher performance. What works in teacher education?, *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, 8(2), 121-132
- Creswell, J. W. (2021). *Karma yöntem araştırmalarına giriş* (3.baskı)(M. Sözbilir, Çev. Ed.). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çakır, Ö. (2010). Materyal geliştirmede mikro-öğretim: öğretmen adaylarının yöntem ve geribildirimler üzerine görüşleri. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(5), 55-73
- Çakır, Ö. S. (2000). Öğretmen yetiştirmede teoriyi pratiğe bağlayan mikro-öğretimin Türkiye'deki üç üniversitede durumu. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 62-68.
- Çelebi, M., & Erginer, E. (2019).Dünyadaki mikro öğretim çalışmaları ve uygulamaları. H. H. Şahan ve A. Küçüköğlü (Eds.), *Kuramdan uygulamaya mikro öğretim* (s. 115-132). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çoban, A. (2015). Öğretmen eğitiminde mikro-öğretim ve farklı yaklaşımlar. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(53), 219-231.
- d'Alessio, M. A. (2018). The effect of microteaching on science teaching self-efficacy beliefs in preservice elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 29(6), 441–467.
- Demirel, Ö. (2006). *Öğretimde planlama ve değerlendirme öğretme sanatı* (10.baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Dere, İ. (2019). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının mikro öğretim uygulaması hakkındaki değerlendirmeleri. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori Ve Uygulama*, 10(19), 29-61.
- Diana, T. J. (2013). Microteaching revisited: Using technology to enhance the professional development of pre-service teachers. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 86(4), 150-154.
- Duman, B. (2022). Senkron ve asenkron mikro öğretim uygulamalarına ilişkin değerlendirmeler. F. Nayır ve Ş. Poyrazlı (Eds.), *Eğitim bilimlerinde güncel araştırmalar* (s.1-18). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Durusoy, O. (2019). *Öğretim materyali tasarım sürecinin matematik öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Fernandez, M. L. (2010). Investigating how and what prospective teachers learn through microteaching lesson study. *Teaching and Teacher Education*, 26(2), 351-362.
- Gerez-Cantimer, G., & Şengül, S. (2022). Matematik öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında web destekli öğretim uygulamalarına yönelik deneyimleri. *Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi*, 5(9), 80-102.
- Görgeç, İ. (2003). Mikroöğretim uygulamasının öğretmen adaylarının sınıfta ders anlatımına ilişkin görüşleri üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 56-63
- He, C., & Yan, C. (2011). Exploring authenticity of microteaching in pre-service teacher education programmes. *Teaching Education*, 22(3), 291-302.
- Kaleli-Yılmaz, G., & Ergün, A. (2017). Mikro-öğretim yöntemi matematik öğretmeni adaylarının teknoloji kullanım düzeylerini nasıl değiştirmektedir?. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(24), 573-592.
- Kan, A. (2017). Ölçme sonuçları üzerinde istatistiksel işlemler. H. Atılgan (Ed.) , *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (s.363-428). Ankara: Anı yayıncılık.
- Karlström, M., & Hamza, K. (2019). Preservice science teachers' opportunities for learning through reflection when planning a microteaching unit. *Journal of Science Teacher Education*, 30(1), 44-62.
- Kartal, T. (2013). *Mikro öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kazu, H. (1996). *Öğretmen yetiştirmede mikro öğretim yönteminin etkililiği* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Kılıç, S. D. (2016). Matematik öğretmen adaylarının mikroöğretim deneyimlerine ilişkin görüşleri ve okul uygulamaları dersinden beklentileri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 151-169.
- Köksal, N., & Ayvaz-Tuncel, Z. (2019). Mikro öğretimin avantajları-sınırlılıkları ve eleştirileri. H. H. Şahan ve A. Küçüköğlü (Eds.), *Kuramdan uygulamaya mikro öğretim* (s. 86-97). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık

- Kula-Ünver, S., Özgür, Z., & Güzel, E. B. (2020). Investigating preservice mathematics teachers' pedagogical content knowledge through microteaching. *Journal of Research in Mathematics Education*, 9(1), 62-87.
- Kurt, G. (2016). *İlköğretim matematik öğretmenliği adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi gelişimleri: Bir mikro öğretim ders araştırması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Middle East Technical University, Ankara.
- Küçüköğlu, A., Köse, E., Taşkın, A., Yılmaz, B. Y., & Karademir, Ş. (2012). Mikro öğretim uygulamasının öğretim becerilerine etkisine ilişkin öğretmen adayı görüşleri. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 19-32.
- Lin, G.-Y. (2018). Anonymous versus identified peer assessment via a Facebook-based learning application: Effects on quality of peer feedback, perceived learning, perceived fairness, and attitude toward the system. *Computers & Education*, 116, 81-92.
- Locara, A. P. (2022). Multimedia mediated learning and learner-centered microteaching in developing pre-service teachers' teaching competencies and language proficiency. *Polaris Global Journal of Scholarly Research and Trends*, 1(1), 116-125.
- Mahmud, I., & Rawshon, S. (2013). Micro teaching to improve teaching method: An analysis on students' perspectives. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 1(4), 69-76.
- Otsupius, I. A. (2014). Micro-teaching: A technique for effective teaching. *African Research Review*, 8(4), 183-197.
- Özdemir-Baki, G., & Çelik, E. (2021). Ortaokul matematik öğretmenlerinin uzaktan eğitimde matematik öğretim deneyimleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(1), 293-320.
- Peker, M. (2009). Genişletilmiş mikro öğretim yaşıantıları hakkında matematik öğretmeni adaylarının görüşleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 353-376
- Saban, A., & Çoklar, A. N. (2013). Pre-service teachers' opinions about the micro-teaching method in teaching practise classes. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 12(2), 234-240.
- Sanal-Erginel, S. (2022). Student teachers' experiences in an emergency remote microteaching course: Lessons learned for the Covid-19 era and beyond. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 12(1), 89-112.
- Savaş, B. (2017). Öğretim teknikleri. M. Arslan (Ed.), *Öğretim ilke ve yöntemleri* (s. 171-215) (8.Baskı). Ankara: Anı yayıncılık.
- Shanu, Y. M. (2016). Impact of microteaching video feedback on student-teachers' performance in the actual teaching practice classroom. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 13(11), 45-52.
- Singh, Y. K. (2010). *Micro teaching*. New Delhi: APH Publishing.
- Subramaniam, K. (2006). Creating a microteaching evaluation form: The needed evaluation criteria. *Education*, 126(4), 666-667.
- Sucuoğlu, H., & Güven, M. (2019). Mikro öğretim uygulanması (adımları-ikeleri). H. H. Şahan ve A. Küçüköğlu (Eds.), *Kuramdan uygulamaya mikro öğretim* (s. 99-114). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Tican, C., & Toksoy-Gökoğlu, S. D. (2021). Ortaokul matematik öğretmenlerinin uzaktan eğitim matematik dersine ilişkin görüşleri. *MSKU Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 767-786
- Ünlü, M. (2018). Effect of micro-teaching practices with concrete models on pre-service mathematics teachers' self-efficacy beliefs about using concrete models. *Universal Journal of Educational Research*, 6(1), 68-82.
- Yeşilyurt, E. (2021). Mikro öğretim yöntemi ve örnek ölçme değerlendirme formunun geliştirilmesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10 (4) , 3156-3172.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Ankara:Seçkin Yayıncılık.
- YÖK (2018). *İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programı*. https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-Yetistirme-Lisans-Programlari/Ilkogretim_Matematik_Lisans_Programi.pdf adresinden 09/10/2020 tarihinde erişilmiştir.
- Zalavra, E., & Makri, K. (2022). Relocating online a technology-enhanced microteaching practice in teacher education: Challenges and implications. *The Electronic Journal of e-Learning*, 20(3), 270-283.