

Mathematics teacher candidates' beliefs and self-efficacy perceptions towards the use of origami: A mixed method study¹

Hakan Ulum² 

²Necmettin Erbakan University, Ereğli Faculty of Education, Department of Elementary Education, Department of Classroom Education, Konya, Türkiye.

ABSTRACT

Origami can be a creative tool for pre-service mathematics teachers and enhance learning by helping students concretise abstract mathematical concepts. Therefore, using Origami in mathematics courses and pre-service teachers' perceptions can be an essential resource for developing teaching strategies. This study examines the effect of associating origami activities with mathematics curriculum outcomes on pre-service mathematics teachers' beliefs and self-efficacy in using origami in mathematics education. The study adopted a mixed research method, utilising a one-group pretest-posttest experimental design and holistic phenomenology. The study group consisted of twenty-six pre-service mathematics teachers. The results showed that associating Origami activities with mathematics curriculum outcomes significantly impacted pre-service teachers' beliefs and self-efficacy regarding using Origami in math education. Moreover, a 5-stage change process regarding Origami occurred in the participants during this course: Recognition and association, meaning attribution, assimilation, comparison, and accommodation. These results indicate that pre-service teachers' beliefs and self-efficacy towards using Origami as a tool in teaching mathematics changed positively. At the end of the study, suggestions such as providing more space for Origami in teacher education programs, furthering existing research, and developing educational materials for pre-service teachers were offered.

KEYWORDS

Mathematics, Origami, Beliefs, Self-efficacy.

Introduction

Mathematics is one of the oldest and most effective tools in humanity's effort to understand the universe. Since ancient times, mathematics has been a subject and a system of thought that shapes students' analytical and logical thinking skills (National Research Council, 2001). Nevertheless, perceiving mathematics as abstract and complex causes students to have difficulty understanding and liking mathematics, especially at the primary level (Metje et al., 2007; Attard, 2011). It is also frequently criticised that traditional teaching methods make mathematics a rote-based course, making conceptual understanding difficult (Köğçe, 2020). All these can cause negativities in the mathematics education process. These affect students and teachers in mathematics education (Cuevas & Berou, 2016). Along with these negativities, an ineffective learning environment can shake teachers' confidence and beliefs in their ability to teach the subject effectively (Jojo, 2020). In this context, pre-service teachers' beliefs and self-efficacy can be increased through contemporary enriched teaching methods (Arslan, 2012; Aydın, 2021); (for example, embodiment and facilitation methods such as teaching

¹Permission for this study was obtained from the Necmettin Erbakan University Ethics Committee on 10.11.2023, meeting number 11 and number 2024/533.

mathematics with Origami) (Wares, 2016; Wares & Elstak, 2017). This is because Origami is a contemporary teaching method that provides students with a visual and tactile experience that makes mathematical concepts tangible and easier to understand (Arıcı & Aslan-Tutak, 2013). It teaches students various folding and shape-forming techniques to explore the properties of shapes, understand geometric concepts, and develop mathematical thinking skills. This method offers students the opportunity to experience abstract mathematical concepts in a concrete way (Respitawulan & Afianti, 2019).

Origami and Mathematics

Origami is the Japanese art of paper folding, where “ori” means folding and “kami” means paper (Beech, 2009). Today, origami is an art form widely used in fields such as education, science, and engineering. In educational sciences, it is accepted that origami is an essential tool for learning processes (Wares, 2013a; Gür & Kobak-Demir, 2017).

Origami has a great potential in education, especially in mathematics education. In addition to helping develop psychomotor skills and hand-eye coordination, students can concretise abstract mathematical concepts (Wares & Elstak, 2017). This makes origami an effective teaching tool that can be used in mathematics lessons. By activating both the right and left brain hemispheres, Origami supports brain-based learning and improves students' analytical thinking skills (Wares, 2016). Therefore, using Origami activities in mathematics education contributes to a better understanding of mathematical concepts by increasing students' self-confidence and motivation (Arslan, 2012).

Many researchers agree that Origami has many educational benefits, such as developing cognitive and behavioral skills, creating multicultural awareness, community building, and group work (Aydın, 2021; Tuğrul & Kavici, 2002). In addition, it is stated that Origami involves visuospatial skills such as listening, watching, seeing, and doing, and that these skills provide a good foundation for understanding mathematical concepts (Boakes, 2009). Mathematics educators consider Origami an effective tool, especially in concretising abstract mathematical concepts. Therefore, it is thought that Origami activities can be used in mathematics lessons to teach students more effectively (Wares, 2013a; Chen, 2006; Coad, 2006; Çakmak et al., 2014; Masal et al., 2018).

The limitations of traditional education methods make abstract courses such as mathematics difficult for students, leading teachers to search for alternative teaching methods (Aydın, 2021). In this context, origami-supported mathematics education emerges as an innovative and effective method that facilitates students' understanding by making abstract mathematical concepts concrete (Wares, 2013b). Thanks to its ability to concretise mathematical concepts, origami supports visual-spatial learning and increases students' interest and motivation in mathematics (Miura et al., 2015a).

Therefore, integrating origami with mathematics education can help students better understand abstract mathematical concepts, making it an essential pedagogical tool (Miura et al., 2015b). In this context, integrating origami into mathematics education opens new horizons for researchers and students to develop mathematical thinking and problem-solving skills.

Importance of Research

Origami is an effective teaching tool that helps students better understand abstract concepts in mathematics lessons (Arslan, 2012). Especially at the elementary level, teachers can use origami to make mathematics learning more enjoyable and help students understand mathematical concepts in depth (Gür & Kobak-Demir, 2017). By making abstract mathematical concepts concrete, origami can increase students' physical and emotional involvement in the lessons, soften the challenging nature of this course, and prevent students from developing negative attitudes towards mathematics (Larkin & Jorgensen, 2016).

Pre-service teachers' beliefs and self-efficacy about Origami enable them to use this tool effectively in their lessons and support students' learning processes. Beliefs and self-efficacy express teachers' confidence and motivation to adopt and implement new educational approaches (Arslan & Bostan, 2016). However, research on pre-service teachers' beliefs and self-efficacy about using origami in mathematics lessons is limited in Turkey (Gür & Kobak-Demir, 2017). This deficiency reveals the necessity of improving pre-service teachers' knowledge and skills in this field (Masal et al., 2018).

This study examines how pre-service teachers can effectively use origami in mathematics lessons. Focusing on pre-service teachers' beliefs and self-efficacy, it seeks to reveal the role and importance of Origami in mathematics education. Thus, it aims to fill the gaps in the existing literature and contribute to the more effective use of Origami in education.

Purpose of the Study

The study aimed to determine the effect of associating Origami activities with mathematics curriculum outcomes on the beliefs and self-efficacy perceptions of prospective mathematics teachers about using Origami in mathematics education and to determine whether their views on using Origami as a teaching tool or material changed.

The research questions are as follows;

1. Do Origami experiences significantly change pre-service mathematics teachers' beliefs about using Origami?
2. Do origami experiences significantly affect pre-service mathematics teachers' perceptions of self-efficacy regarding using origami?
3. How do Origami experiences change pre-service mathematics teachers' perceptions of Origami use?

Method

Research Design

In this study, a mixed method was used in which quantitative and qualitative data were collected together, and a sequential explanatory design, which is a design of this method, was preferred (Büyüköztürk et al., 2016). In the sequential explanatory design of the mixed method, quantitative data are collected and analysed in the first stage of the research. Qualitative data are collected and interpreted to understand these quantitative findings more deeply (Creswell, 2018). This design was chosen for this study as it allows for a better explanation of the reasons and processes behind the quantitative findings.

In the study's first phase, quantitative data were collected using a one-group pretest-posttest quasi-experimental design. At this stage, the effect of the experiment was examined by statistically analysing the pre-test and post-test scores of the participant group (Büyüköztürk et al., 2016). In the second stage, qualitative data was collected. In this process, through in-depth interviews with pre-service teachers, their perceptions and experiences regarding the role of origami in mathematics education were examined. Qualitative data allowed us to understand the quantitative results better and to reveal how Origami's impact on pre-service teachers' beliefs and self-efficacy was realised (Yıldırım & Şimşek, 2013). The preference for the sequential explanatory design of the mixed method enabled us to examine the potential of Origami in mathematics education in both quantitative and qualitative dimensions by addressing the results of this study more comprehensively.

Population and Sample of the Study

The study population consists of pre-service mathematics teachers studying at a Faculty of Education in the Central Anatolia Region of Turkey in the 2023-2024 academic year. The sample

comprises 26 pre-service mathematics teachers taking the elective course “Mathematics and Origami” at this faculty. Sixteen of the participants were female, and 10 were male; 18 of them were 2nd grade, and 8 of them were 3rd grade students. The convenience sampling method was used in the study. Convenience sampling is preferred when the researcher selects the participants with the easiest access. The researcher selected participants from the class she teaches at the university where she works because these students represent a group that is easily accessible to the researcher and suitable for collecting the data required by the research. This method was chosen considering time and resource constraints and offered the most practical solution under the current circumstances (Yıldırım & Şimşek, 2013). Therefore, the sample was selected from the group to which the researcher had the easiest access and ensured the data collection that would serve the purpose of the research.

Data Collection Tools

In this study, three different data collection tools were used:

- Origami Belief Scale in Mathematics Education (OBSME)
- Self-Efficacy Scale for the Use of Origami in Mathematics Education (SSOME)
- Semi-structured Interview Form

The researcher used these tools to analyse the collected data, and each is explained in detail in the relevant sections.

Origami Belief Scale in Mathematics Education (OBSME)

In this study, pre-service mathematics teachers' beliefs about using origami in mathematics education were determined using the Origami Belief Scale in Mathematics Education developed by Arslan (2012). The rating scale is a 6-point Likert type and consists of 26 items. Responses were graded as “Strongly Disagree (1)”, “Disagree (2)”, “Somewhat Disagree (3)”, “Somewhat Agree (4)”, “Agree (5)”, and “Strongly Agree (6)”. The measurement tool can obtain a minimum score of 26 and a maximum score of 156. The Cronbach Alpha coefficient of the scale calculated in the original study was .95. Within the scope of our research, the Cronbach's Alpha coefficient of this scale was calculated as .73. Although the Cronbach's Alpha coefficient obtained in this study is lower than the coefficient in the original research, it meets the value of .70 and above (Nunnally, 1978), which is considered reliable in the literature. This difference in the reliability coefficient may be due to factors such as differences in sample size, characteristics of the participant group, or changes in the context in which the instrument was administered.

Self-Efficacy Scale for the Use of Origami in Mathematics Education (SSOME)

In this study, mathematics teacher candidates' self-efficacy perceptions towards using origami in mathematics education were determined with the Self-Efficacy Scale for the Use of Origami in Mathematics Education developed by Arslan (2012). The rating scale is a 9-point Likert type and consists of 8 items. Responses were graded from “Insufficient (1)” to “Very Sufficient (9)”. The measurement tool can obtain a minimum score of 8 and a maximum score of 72. In the original scale, Cronbach's alpha coefficient was calculated as .95. Within the scope of our research, the Cronbach's Alpha coefficient of this scale was calculated as .93.

Semi-structured Interview Form

The other data collection tool used in the study was a semi-structured interview form prepared by the researchers to understand the pre-service teachers' views on mathematics and Origami in depth. This form was designed to determine how pre-service teachers use Origami in mathematics education, what advantages and disadvantages they observe in this process, and how they associate Origami with mathematics concepts. The literature on using origami in education was considered when developing the interview form. For example, Boakes (2009) examined how Origami can help students understand mathematical concepts. In addition, Gür and Kobak-Demir (2017) examined the effects of using Origami in education on students and teachers. Such studies played an important role in determining the focal points of the questions in our study. In addition, the guidelines on qualitative research methods proposed by Yıldırım and Şimşek (2013) were taken into consideration in the development of the interview form. These guidelines provide basic principles on how qualitative data collection tools should be structured and contribute to the development of the form by the purpose.

Data Collection

In this study, a sequential explanatory design was used. In this context, data collection was carried out in two stages: Quantitative data were collected in the first phase, and qualitative data were collected in the second phase. In the first phase of the study, quantitative data were collected. These data were collected twice, at the beginning (pre-test) and the end (post-test) of the study, using the Origami Beliefs in Mathematics Education Scale (OBSME) and the Self-Efficacy Scale for the Use of Origami in Mathematics Education (SESEMES) forms. Participants completed these forms through Google Forms, an online platform. These forms were used to measure the participants' beliefs and self-efficacy levels regarding the effects of Origami in mathematics education. The collected data were securely stored on Google Drive.

After analysing the quantitative data, the qualitative data collection phase was initiated to examine these findings in depth. At this stage, face-to-face semi-structured interviews were conducted with pre-service teachers. The interviews were planned to understand the reasons behind the quantitative findings obtained during the research process and the participants' experiences in more detail. The interviews focused on the participants' perceptions of the role of origami in mathematics education, their experiences and the changes they experienced during the process. These interviews were organised regularly throughout the course and lasted approximately 30-45 minutes each. The interviews were audio-recorded, and transcripts were prepared and used for qualitative data analysis. In keeping with the nature of the sequential explanatory design, the qualitative data provided a better understanding of the quantitative findings. They allowed for a more comprehensive interpretation of the research results. In both quantitative and qualitative data collection processes, the confidentiality and security of the data were meticulously maintained.

Elective Course Application Process

The Mathematics and Origami elective course was planned as two hours per week for 14 weeks with a fun and attention-grabbing approach associated with the outcomes of the elementary mathematics curriculum and carried out meticulously. At the beginning of the course, pre-service teachers' attention was attracted by the presentation of interesting information about the origins and history of origami. From the first week onwards, the pre-service teachers had the opportunity to create their own Origami artifacts by participating in hands-on activities. However, the actual depth and systematic approach started in the fourth week. Pre-service teachers were offered free Origami activities in the second and third weeks of the course. This allowed them to explore their creativity and skills. Then, starting from the fourth week, the Ministry of National Education's Primary Education 1-8. Grade Mathematics Curriculum (2018) of the Ministry of National Education, the content of the course was meticulously planned. For example, to support the "Angle Measurements and Transformations" topic in the 5th grade

mathematics program, different angles and how they can be measured were concretely shown to the students using Origami. In this process, students were given a better understanding of geometric concepts by measuring and comparing the angles formed during Origami folding.

Origami has natural gains that improve pre-service teachers' hand skills, attention and concentration, problem-solving skills and three-dimensional thinking capacities. In this context, the lesson was taught by selecting Origami shapes compatible with the mathematics outcomes determined each week, and discussions were held with the pre-service teachers on how to establish this relationship and how the teaching could be enriched. Through Origami, pre-service teachers experienced mathematical concepts such as geometry, symmetry, measurement and spatial awareness concretely and visually. For example, pre-service teachers learned the properties and relationships of geometric shapes during origami folding by transforming a two-dimensional paper into a three-dimensional structure. In addition, topics such as symmetry and angle measurements were reinforced in a practical way through Origami activities. These natural gains of Origami strengthened the pre-service teachers' skills in mathematics education and made the learning process more effective.

In the last week of the course, a general evaluation was made to review the knowledge and skills acquired by the pre-service teachers. Scales and semi-structured interview forms were used before and at the end of the course to collect the data systematically. The scales were reapplied in the last week of the course, and the pre-service teachers' progress was evaluated. Interviews were conducted at regular intervals based on the study methodology. This approach provided essential data in terms of understanding how effective the instruction was regarding the natural outcomes of origami and the development of pre-service teachers' mathematical skills.

Data Analysis

This study's quantitative data were first collected and analysed using a sequential explanatory design. Descriptive statistics, dependent groups t-tests and effect size calculations were used to analyse the quantitative data. Before statistical analysis, normality of the data and descriptive statistics values (mean, standard deviation, skewness, kurtosis, etc.) were evaluated by the Shapiro-Wilk test, and the t-test was applied on the data that met normality. According to Green and Salkind (2016), it may not be sufficient to determine whether the difference between two measurements in the t-test for dependent groups is significant. Therefore, in addition to the t-test, effect size (Cohen's d) calculations were also performed. The effect size is used to assess the practical significance of the difference obtained by the t-test. In this context, effect size calculations provide more information about the magnitude of the difference and reveal how effective statistically significant results are. The effect size is calculated with the following formula:

$$d = \frac{\text{Difference between measurement means}}{\text{Standard deviation of difference scores}}$$

The content analysis method was used to analyse qualitative data. In this analysis, the answers to the questions in the semi-structured interview form were used as data sources to understand pre-service mathematics teachers' perceptions about mathematics education with origami in depth. The data obtained were organised, categorised, and coded. The themes identified under each category are given in Table 1.

Table 1 Shapiro-Wilk test results for VET and VETLSS scale data

Themes	Categories	Codes
Origami and Relation to Mathematics Education	Having knowledge about origami and associating it with mathematics education.	Has knowledge about origami. Associates it with mathematics education. Has knowledge about origami. Does not associate it with mathematics education.
	The role of origami in making mathematical concepts concrete and meaningful.	No knowledge about origami.

Meaning Attribution and Contribution	Fun, aesthetic and problem solving skills development aspects of origami in maths lessons. Encouraging student-centred and creative thinking in mathematics education.	Open It's fun Aesthetics Useful Interesting and remarkable Developing fine muscle skills Student-centred Problem solver Embodiment Creative
Adaptation of Origami to the Teaching Process and Assimilation	Ensuring mathematical motivation and specialisation by integrating Origami into the educational process. Selecting projects appropriate to student level and taking individual differences into account.	Orienting the environment towards maths and origami Allocate more time Exhibit intrinsic motivation Discover Enjoyment Associating maths concepts with origami Choosing Origami projects suitable for student level Patience Specialisation
Comparison of Origami with Traditional Tools	Making the maths teaching process of origami fun and remarkable. Practical difficulties such as material supply and time constraints.	Not suitable for individual differences Evaluation challenges Developing hand skills Interest and attracting attention Making the maths teaching process fun Facilitating maths education Material supply Embodiment Develop creative thinking and aesthetic perception Time constraints
Settlement and adaptation in the teaching process	Student-centred approaches and taking individual needs into consideration. Making origami a permanent part of the lesson and developing empathy.	Taking individual differences into account Considering the needs of children Developing an objective point of view Making origami part of maths lessons To exhibit a student-centred approach Develop patience and empathy

As a result, the findings collected under these themes show that pre-service mathematics teachers offer a broad perspective on the role of origami in mathematics education. These themes were interpreted and analysed in line with the methods suggested by Creswell (2018), Patton (2014), and Yıldırım & Şimşek (2013). In the research process, the qualitative data collected after the quantitative data were obtained in specific periods with the intermittent measurement method. In this method, a model was applied in which the changes experienced by the participants in the math and Origami lesson process were monitored and analysed as a five-stage process. Through intermittent measurement, the development and changes of the participants in the process were systematically monitored, and thus, how the changes in the process developed were examined in depth. The sequential explanatory design was applied by collecting and analysing quantitative data and then deepening these findings with qualitative data. This method paved the way for the research to be called a mixed method and ensured the integration of quantitative and qualitative data. As a result, this approach allowed for a more comprehensive and richer interpretation of the study's findings.

Validity and Reliability

Some validity and reliability measures were taken within the scope of the research. Reliability coefficients of the data obtained from the scales were calculated. In addition, the researcher, who is the lecturer of the elective course, adopted the principle of moving away from prejudices and preconceived ideas about mathematics and origami. She exhibited a neutral approach to prevent the prior knowledge gained from the literature reviews from affecting her research.

Then, the researcher used phenomenological reduction in this research process by trying to predict the data obtained from pre-service teachers with an independent reasoning power. This approach is recommended in phenomenological studies regarding reliability (Dowling, 2012).

The interviews were audio-recorded, and then these recordings were transcribed and converted into written texts. This method ensured the interview data were obtained reliably (Merriam, 2013). Approval was obtained from the pre-service teachers who participated in the interviews for the audio recordings and the use of the data. In order to increase reliability in the coding and analysis process, the data obtained from the audio recordings were compared with the written interview forms and content analysis was carried out. In this process, the interview texts obtained by transcribing the audio recordings and the written forms were analysed together to provide data diversity, thus increasing the validity of the research. Data diversity is important to increase reliability and validity in qualitative data analysis.

In order to ensure content validity, the interview questions were designed to cover the purpose and questions of the research. In this process, the expert review method was used to increase the validity of the interview form. Expert review was carried out by taking the opinions of three academicians experienced in their fields (Yıldırım & Şimşek, 2013). One of these academics specialised in educational sciences, the other in mathematics education, and the third in qualitative research methods. The experts were asked to evaluate the scope and appropriateness of the interview questions. After the expert review, some adjustments were made to make the questions more transparent and understandable. For example, if a question was initially formulated generally, it was made more specific with the experts' suggestions. In addition, some questions were restructured, and some additional questions were added in line with the experts' feedback. This process was considered an important step towards increasing the content validity of the research.

Within the scope of content validity, in order to ensure that the interview questions comprehensively address the Origami experiences and views of the pre-service mathematics teachers, a literature review was conducted, and the questions were structured accordingly. As a result of the literature review, it was ensured that the questions were compatible with a specific theory or previous research (Büyüköztürk et al., 2016). Three different coders were used in the data analysis, and a consensus was reached in the coding process. In the analysis of the interview data, the method of independent coding by more than one researcher and comparison of the coding was adopted (Miles & Huberman, 1994). As a result of the calculation of the agreement between the coders, it was found that the agreement between them was 96% by Cohen's Kappa method. This high agreement rate ensured the coding process's reliability and the data's consistency.

Findings

The findings obtained within the scope of the research are as follows.

Findings Related to Quantitative Measurements

The study data's central tendency measures, skewness, and kurtosis coefficients were examined to check whether they showed a normal distribution. The data showed a normal distribution, and this acceptance was validated by testing with the Shapiro-Wilk test. The results are presented in Table 2.

Table 2 Shapiro-Wilk test results for VET and VETLSS scale data

	Statistics	SD	p
VET Scale	.947	26	.200
VETLSS Scale	.951	26	.243

Table 2 shows that the scales' data show normal distribution ($p > 0.05$). In this context, parametric tests were applied to the data. The study analysed whether there is a significant difference between participants' mean scores on both scales using the related sample t-test technique. The results are given in Table 3 and Table 4.

Table 3 Paired sample t-test results of students' pre and post-test mean scores of the MEOI scale

		n	X	s	SD	t	p*
MMEO Scale	Pre-Test	26	118.03	9.27	25	-5.209	0.000
	Final Test	26	129.07	12.37			

* $p < 0.01$

In a class of 26 students in which the effect of associating origami activities with the mathematics curriculum outcomes on pre-service mathematics teachers' perceptions of their beliefs about the use of origami in mathematics education was investigated, as a result of the t-test for related samples conducted to determine whether there was a difference between the mean belief scores applied at the beginning and end of the course, the difference between the mean scale score applied at the beginning of the course (pretest = 118.03) and the mean scale score applied at the end of the course (posttest = 129.07) was found to be significant [$t(25) = -5.209, p < 0.01$]. In addition, the effect size was calculated as $d = 1.02$. According to Cohen et al.'s (2013) effect size classification, this finding is at a large effect level. This finding shows that pre-service mathematics teachers' beliefs about using Origami in mathematics education increased significantly by associating Origami activities with the mathematics curriculum outcomes. In other words, it was concluded that Origami activities greatly affected pre-service mathematics teachers' beliefs about using Origami in mathematics education.

Table 4 Paired sample t-test results of students' pre and post-test mean scores of the MEOSRLS scale

		n	X	s	SD	t	p*
VETERA Scale	Pre-Test	26	40.53	13.09	25	-5.685	0.000
	Final Test	26	51.65	9.79			

The association of origami activities with the outcomes of the mathematics curriculum significantly affected the self-efficacy perceptions of pre-service mathematics teachers towards using origami in mathematics education. In a class of 26 students, according to the pre-test and post-test results, it was determined that there was a significant difference between the self-efficacy scores applied at the beginning and end of the course. While the average score in the scale applied at the beginning of the course was 40.53, this score increased to 51.65 at the end. The results of the paired samples t-test showed that this difference was statistically significant [$t(25) = -5.685, p < 0.01$]. In addition, the effect size ($d = 1.11$) indicates a significant effect level. These results show that origami activities significantly increased pre-service teachers' perceptions of self-efficacy regarding using origami in mathematics education. In addition, the effect size was calculated as $d = 1.11$. This finding indicates a significant effect level. This shows that the mathematics teacher candidates' associating Origami activities with the outcomes of the mathematics curriculum significantly increases their self-efficacy perceptions towards using Origami in mathematics education.

Findings Related to Qualitative Data

Within the scope of the research, the changes experienced by prospective mathematics teachers in teaching mathematics and origami lessons emerged as a five-stage process, as shown in Figure 1.

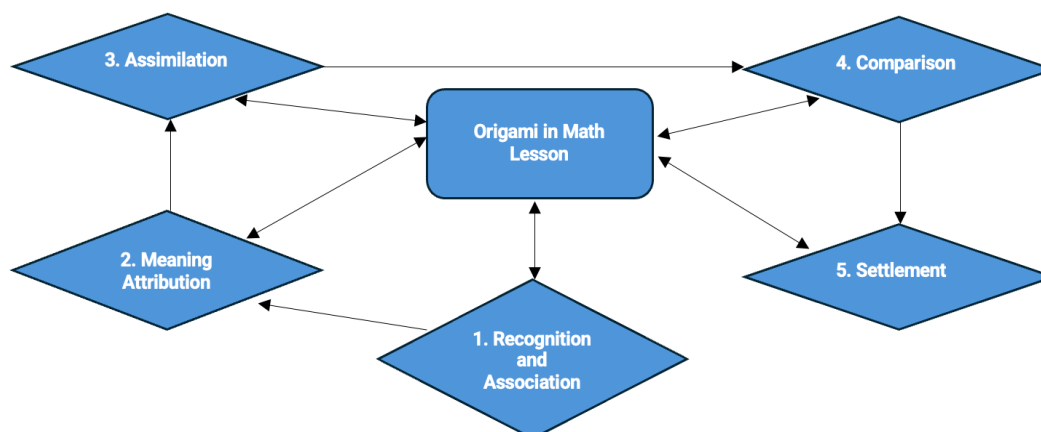


Figure 1. Five-stage change process

Phase 1: Recognition and association

The category of recognition and association refers to how the pre-service teachers defined Origami and associated it with mathematics education. At the beginning of the lesson, the participants' processes of recognising Origami and associating it with mathematics were emphasised

Sample quotations and explanations about the participants' views are given below:

P6: "Origami is the art of folding paper. It can be done as a hobby."

The participant coded K6 sees origami as an art and hobby and does not associate it with mathematics education. This view shows that the participant had difficulty perceiving origami as a mathematical tool. In this case, it is understood that such participants may need more information and guidance about when Origami should be used as a teaching tool.

P24: "Although I know origami as the art of folding paper, I think it can help students to see intertwined geometric shapes while folding paper, but I cannot fully associate it with mathematics."

Although P24 sees origami as a potential tool for teaching geometric shapes, he has difficulty directly associating it with mathematical concepts. This suggests that the participant needs more information and guidance to use Origami in a teaching context.

The findings are important for understanding how pre-service teachers perceive Origami and how they relate it to mathematics education. While most participants defined Origami as an artistic activity, some had difficulty associating it with mathematics education. These findings suggest that more training and information are needed to use origami effectively in mathematics education.

Stage 2: Attribution of Meaning

At this stage, it was analysed how the pre-service teachers associated Origami with the meaning of mathematics education. The participants expressed Origami's contributions to mathematics education in various ways. Sample quotations and explanations of these quotations are given below:

P8: "It can be used as a tool that makes boring maths lessons more fun; it can keep children's focus on the lesson longer."

This statement shows that pre-service teachers perceive that origami can add fun to mathematics lessons and thus increase students' interest in the lesson.

P11: "I do not doubt it will improve students' fine motor skills and provide us with fun time. So I think it will be an efficient lesson."

The participant states that Origami can make the lesson fun and productive while developing students' motor skills. Thus, origami is a versatile learning tool that develops students' physical and mental skills together.

The findings show that pre-service teachers are optimistic about using Origami as a fun and instructive tool in mathematics education. They believe that Origami can increase students' interest in mathematics lessons and make learning more efficient.

Stage 3: Assimilation

How the pre-service mathematics teachers assimilated and adopted Origami was examined at this stage. The participants learned different folding techniques and made various mathematical origami shapes. They said they developed these skills with pleasure and became experts in time. Sample quotations and explanations of the participants' views are given below:

P1: "Students often start the mathematics lesson with a prejudice, and the teacher can break it. In order to ensure that students listen to the lesson and actively participate, it is possible to do activities without distracting from the lesson. Origami is one of them."

P1 emphasises that Origami can effectively break students' prejudices in mathematics lessons and increase student participation. The learning process is perceived as more effective when the lesson structure is more dynamic and students can participate actively.

P20: "I will recommend Origami to all mathematics teachers."

P20 stated that he thought Origami was an effective method in mathematics education and would recommend it to other teachers. Origami is a creative and practical tool for teaching mathematics, and it can help teachers make lessons more enjoyable and efficient. The participant found the classroom applications of Origami positive and stated that a broader range of teachers should adopt this method.

At this stage, the pre-service teachers stated that associating Origami with mathematics made the lesson interesting and instructive. The participants realised the effectiveness of Origami in the lessons and planned to use this method in their teaching practices. This shows that Origami contributed to the professional development of pre-service teachers and made their lessons more effective.

Stage 4: Comparison

At this stage, how the prospective mathematics teachers integrated origami into the mathematics education process was examined by comparing it with traditional tools. The pre-service mathematics teachers stated that origami makes students more active in the mathematics learning process, improves their high-level cognitive skills, and creates differences from traditional methods. However, some practical difficulties were also emphasised. Sample quotations and explanations of the participants' views are given below:

P14: "Besides being interesting and attention-grabbing, it is a lesson that requires preliminary preparation and special materials, even if it is simple."

Although P14 accepts that origami attracts attention and arouses interest in lessons, he states that the preliminary preparation and material supply required to implement this method may cause difficulties for teachers. In order to carry out origami activities effectively, teachers need to make the necessary preparations and provide appropriate materials before the lesson. This may require extra effort in terms of time and resources to plan and implement the lesson. These factors may have affected the participant's perception.

P4: "Although this lesson is fun and enjoyable, the lesson time needs to be managed and used well."

P4 states that origami makes math lessons more fun but also emphasises the importance of time management. For creative and interactive activities such as origami to be implemented efficiently during the lesson, time should be planned well and used effectively. Otherwise, covering all the targeted topics during the lesson may be difficult. Therefore, it is emphasised that teachers should pay special attention to time management while making lesson plans.

P2: "When evaluating mathematical outputs, it may be a problem to give higher grades to Origami products close to me."

P2 expresses the difficulties of remaining objective in the origami evaluation process. She states that when evaluating artistic and creative activities such as origami, teachers may give higher grades to works with which they feel personal liking and affinity.

All pre-service mathematics teachers stated that Origami makes the mathematics teaching process fun, attracts student interest and attention, and develops embodiment and creative thinking skills. However, practical difficulties, such as material supply, time management, and individual differences, must also be considered to use origami effectively. It was also stated that care should be taken to remain objective in the evaluation process. These findings show that Origami can be a powerful tool in education, but some precautions must be taken for its successful implementation.

Stage 5: Settlement

Pre-service mathematics teachers focus on the students in the settling phase of Origami and make them a part of the mathematics lesson. In this process, while adapting Origami to individual needs, they enable students to understand mathematical topics with patience and empathy better. Sample quotations and explanations of the participants' views are given below:

P13: "Origami is a technique that develops creativity and thanks to this activity, mathematics education can be done more efficiently. It will be a part of my maths lessons."

P13 stated that origami is a technique that encourages creativity and can increase efficiency in mathematics education. Developing students' creative thinking skills can enable them to approach mathematical problems from different perspectives. Origami makes abstract mathematical concepts concrete and increases students' interest and participation in mathematics lessons. P13 emphasised that origami should have a permanent place in his lessons and acknowledged how this method can be effective in education.

P7: "I think origami is an innovation for mathematics lessons. It is suitable for different techniques, shapes, and age groups. It also minimises individual differences."

P7 emphasises that Origami offers an innovative approach to mathematics lessons and is flexible enough to appeal to different age groups. It can be adapted to students' abilities and learning speeds, minimising their differences and ensuring that each student learns at his/her level. This feature increases the effectiveness of the lessons and makes the learning process fairer and inclusive.

P5: "Origami is one of the things that a student can do at the beginning of a lesson or during the most fun moments of a lesson, which is related to mathematics education".

P5 states that origami can take place in the lessons' most fun and compelling moments and can be a learning tool related to mathematics. Origami keeps students' interest in the lessons alive and allows them to learn mathematical concepts in a more fun way. This approach can make the lesson an activity that students enjoy rather than a tedious obligation. P5 stated that Origami can be used in the most exciting moments of the lesson to increase students' motivation.

At this stage, the prospective mathematics teachers exhibit a student-centred approach and make Origami a part of the mathematics lesson. Origami enables each student to learn at his/her own pace by considering individual differences while providing students with patience and empathy. In this way, it helps students to understand mathematical subjects more deeply and effectively. The pre-service teachers realised that Origami makes the lessons more innovative, fun and instructive, and they plan to integrate this method into their teaching practices.

Conclusion, Discussion, and Recommendations

The primary purpose of this study is to examine the effect of associating origami activities with the mathematics curriculum on pre-service mathematics teachers' beliefs and perceptions of self-efficacy regarding the use of origami in mathematics education. The findings reveal pre-service teachers' changes in this process and origami's role in mathematics education.

Results

The study's quantitative findings show that associating origami activities with the outcomes of the mathematics curriculum significantly affected pre-service mathematics teachers' beliefs and perceptions of self-efficacy regarding using origami in mathematics education. In particular, significant increases were observed in the participants' beliefs and self-efficacy perceptions during the course. These results show that Origami can be an effective teaching tool in mathematics education and contribute to pre-service teachers' professional development. The qualitative findings of the study reveal that pre-service teachers experienced a five-stage change process regarding the use of Origami: Recognition and Association, Attribution of Meaning, Absorption, Comparison and Accommodation. Throughout this process, it was observed that pre-service teachers' attitudes towards Origami changed from neutral to positive, and they realised the potential of this method to enrich mathematics education.

Discussion

This study's findings show that using Origami activities in mathematics teaching significantly improves pre-service teachers' beliefs and self-efficacy perceptions. Quantitative findings revealed that integrating Origami into the mathematics curriculum strengthened pre-service teachers' self-efficacy perceptions and beliefs about using this method. These findings align with previous research and become part of a broader debate in the literature on the effects of creative teaching methods in education.

For example, Taylor and Hinton (2020) state that using creative and concrete materials in education increases student engagement and makes abstract mathematical concepts more understandable. Similarly, Sun et al. (2019) emphasise that art-based methods in mathematics education improve students' visual-spatial thinking skills and increase their problem-solving and conceptual understanding levels. In this context, this study's findings show that Origami positively affects pre-service teachers' self-efficacy perceptions and their general beliefs about using creative materials in teaching.

The study's qualitative findings revealed that the pre-service teachers underwent a five-stage change process towards using Origami as a mathematics teaching tool. This process evolved from the initial perception of Origami as an artistic activity to the acceptance of Origami as a powerful tool for teaching mathematical concepts. This result is based on Rogers' Diffusion of Innovations Theory (Rogers, 2003). According to the theory, adopting an innovation occurs when individuals first gain awareness, then understand, try, evaluate and finally adopt this innovation. This study's gradual change in pre-service teachers' attitudes towards Origami is compatible with this theory.

In the studies conducted by Boakes (2009) and Budinski et al. (2019), it is emphasised that Origami increases interest in mathematical concepts and teachers' confidence in using this method. Similar findings observed in this study reveal that Origami creates a positive change in pre-service teachers' beliefs and self-efficacy perceptions. The teaching strategies that pre-service teachers learn during Origami activities have the potential to be reflected in future course practices, supporting the long-term effects of this method in education.

In addition, studies conducted by Masal et al. (2018) and Avcu and Avcu (2019) show that pre-service teachers adopt innovative methods such as Origami, which they initially hesitated, as an effective tool in mathematics education over time. The findings of these studies shed important light on how pre-service teachers adopt creative teaching methods. This suggests that integrating creative activities in teacher education programmes is critical in promoting professional development. For example, methods such as origami promote understanding of mathematical concepts and help teachers gain flexibility and develop creative approaches in their teaching (Holden et al., 2022).

At this point, it is necessary to mention the broader literature on the role of creative education methods. According to Bandura's (1997) social cognitive theory, self-efficacy is directly related to an individual's beliefs about accomplishing a task, which are shaped through experience and achievement. This study demonstrates how creative activities such as origami strengthen pre-service teachers' perceptions of self-efficacy. Mainly applied teaching methods reinforce the belief that individuals can succeed and encourage them to try new methods. This may contribute positively to the future professional practice of pre-service teachers.

The study's findings also support the international literature showing that Origami has the potential to make mathematical concepts more concrete. Cooper et al. (2004) state that Origami improves teachers' ability to make mathematical topics more comprehensible, reinforcing pre-service teachers' confidence in this method. In particular, pre-service teachers' integration of this method into mathematics education can help students understand abstract mathematical concepts more easily (Noss & Hoyles, 2006).

However, some limitations of the study should also be considered. First, the sample is limited to pre-service teachers of a particular university, which may limit the generalisability of the results. Second, the data collection tools used in the study were based on self-reports, which may lead to biased responses. Future studies can consider these limitations, and larger samples and different data collection techniques can be used.

Recommendations

In line with the findings of this study, it is suggested that Origami and similar creative activities should be integrated into teacher training programmes more widely. In addition, studies examining the effects of Origami activities on students of different age groups can be conducted. For example, investigating how Origami can be used not only in mathematics education but also in other disciplines such as science or engineering education can place the potential of this method in a broader context. Furthermore, longer-term research would help evaluate Origami's lasting effects on pre-service teachers' professional development.

In conclusion, this study shows that Origami can be an effective tool in mathematics teaching and significantly contributes to developing preservice teachers' self-efficacy. Integrating creative approaches such as origami into teacher education programmes will enable pre-service teachers to develop innovative and effective teaching strategies.

Conflict of Interest Declaration

"Mathematics Teacher Candidates' Beliefs and Self-Efficacy Perceptions Towards the Use of Origami: Mixed Method Study" has no financial conflict of interest with any institution, organisation or person.

References

- Arıcı, S., & Aslan Tutak, F. (2013). Using origami to enhance geometric reasoning and achievement. *Eighth Congress of European Research in Mathematics Education (CERME 8)*.
- Arslan, O. (2012). Investigating beliefs and perceived self-efficacy beliefs of prospective elementary mathematics teachers towards using origami in mathematics education (Master's thesis). Middle East Technical University.
- Arslan, O., & Işıksal-Bostan, M. (2016). Matematik eğitiminde origami kullanımına yönelik öz yeterlik ölçeği geliştirilmesi ve geçerlik çalışmaları. *Elementary Education Online*, 15(2), 548–559. <https://doi.org/10.17051/ieo.2016.06024>
- Attard, C. (2011). "My favourite subject is maths. For some reason no-one really agrees with me": Student perspectives of mathematics teaching and learning in the upper primary classroom. *Mathematics Education Research Journal*, 23(4), 363–377. <https://doi.org/10.1007/s13394-011-0020-5>
- Avcu, S., & Avcu, R. (2019). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının origami dersinde edindikleri deneyimler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 136–166. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.482716>
- Aydın, F. (2021). Matematik öğretmenlerinin origaminin matematik eğitiminde kullanılmasına ilişkin inançlarının ve öz yeterlik algılarının bazı değişkenlere göre incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Beech, R. (2009). *The practical illustrated encyclopedia of origami: The complete guide to the art of paper folding*. Lorenz Books.
- Boakes, N. J. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: Its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *RMLE Online*, 32(7), 1–12. <https://doi.org/10.1080/19404476.2009.11462060>
- Budinski, N., Lavicza, Z., Fenyvesi, K., & Novta, M. (2019). Mathematical and coding lessons based on creative origami activities. *Open Education Studies*, 1(1), 220–227. <https://doi.org/10.1515/edu-2019-0016>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Chen, K. (2006). Math in motion: Origami math for students who are deaf and hard of hearing. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 11(2), 262–266. <https://doi.org/10.1093/deafed/enj031>
- Coad, L. (2006). Paper folding in the middle school classroom and beyond. *Australian Mathematics Teacher*, 62(1), 6–13.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic Press.
- Cooper, E. E., Ness, M., & Smith, M. (2004). A case study of a child with dyslexia and spatial-temporal gifts. *Gifted Child Quarterly*, 48(2), 83–94. <https://doi.org/10.1177/001698620404800202>
- Cooper, M., McKeown, R., & Ferrer, D. (2004). The use of origami in teaching mathematics: Transforming abstract concepts into concrete understanding. *Journal of Mathematics Education*, 8(2), 134–145.
- Creswell, J. W. (2018). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni* (S. Demir, Çev.). Siyasal Kitabevi.
- Cuevas, M. M., & Berou, M. (2016). Students' mathematics self-efficacy and anxiety as correlates to academic performance. *University of Bohol Multidisciplinary Research Journal*, 4, 1–18. <https://doi.org/10.15631/ubmrj.v4i1.64>
- Dowling, M. (2012). Phenomenological research approaches: Mapping the terrain of competing perspectives. In *Qualitative research in midwifery and childbirth* (pp. 55–78). Routledge.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2016). *Using SPSS for Windows and Macintosh*. Pearson.
- Gür, H., & Kobak-Demir, M. (2017). Geometry teaching via origami: The views of secondary mathematics teacher trainees. *Journal of Education and Practice*, 8(15), 65–71.
- Holden, C., Green, S., & Fairchild, L. (2022). Creative teaching methods in mathematics education: Exploring the impact of hands-on activities like origami. *International Journal of Educational Innovation*, 15(1), 45–61.

- Holden, L. R., Ko, Y. Y. W., Maxwell, D. W., Goodwin, C. A., Lee, C. H., Runge, J. E., & Beeman, E. B. (2022). Exploring geometry with origami one-cut-heart. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 115(9), 650–658. <https://doi.org/10.5951/MTLT.2021.0335>
- Jojo, Z. (2020). Enhancing mathematics teachers' conceptual understanding through action learning in an open distance learning context. *Ponte International Journal of Science and Research*, 76(11). <https://doi.org/10.21506/j.ponte>
- Köğce, D. (2020). Use of origami in mathematics teaching: An exemplary activity. *Asian Journal of Education and Training*, 6(2), 284–296. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2020.62.284.296>
- Larkin, K., & Jorgensen, R. (2016). 'I hate maths: Why do we need to do maths?' Using iPad video diaries to investigate attitudes and emotions towards mathematics in year 3 and year 6 students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 925–944. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9621-x>
- Masal, M., Ergene, Ö., Takunyacı, M., & Masal, E. (2018). Prospective teachers' views about using origami in mathematics lessons. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 5(2), 56–65. <https://doi.org/10.17278/ijesim.2018.05.2.06>
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev. Ed.). Nobel Yayınları.
- Metje, N., Frank, H. L., & Croft, P. (2007). Can't do maths—Understanding students' maths anxiety. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 26(2), 79–88. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrl004>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları.
- Miura, K., Kawasaki, T., Tachi, T., Uehara, R., Lang, R. J., & Iverson, P. W. (2015a). Origami: I. In R. J. Lang (Ed.), *Education technology, art, and mathematics*. American Mathematical Society.
- Miura, K., Kawasaki, T., Tachi, T., Uehara, R., Lang, R. J., & Iverson, P. W. (2015b). Origami: II. In R. J. Lang (Ed.), *Education technology, art, and mathematics*. American Mathematical Society.
- National Research Council. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Noss, R., & Hoyles, C. (2006). *Exploring mathematics through digital technologies*. Springer.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Bütün & S. B. Demir, Çev. Ed.). Pegem Akademi.
- Respitawulan, R., & Afrianti, N. (2019, November). Limited trial on origami construction as mathematics learning strategy for early childhood on kindergarten teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1375(1), 012073. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1375/1/012073>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Sun, Y., Harris, J., & Tao, R. (2019). Integrating art into STEM education: Impact on students' problem-solving and visual-spatial skills. *Journal of STEM Education Research*, 10(3), 245–260. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00021-3>
- Taylor, J., & Hinton, D. (2020). Engaging students through creative learning: The role of art-based practices in mathematics classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, 104(2), 225–240. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09957-2>
- Tugrul, B., & Kavici, M. (2002). Kâğıt katlama sanatı ve öğrenme [The art of paper folding and learning]. *Pamukkale University Education Faculty Journal*, 11(11), 1–17.
- Ulum, H. (2023). Classroom teacher candidates' perceptions on the use of origami in mathematics course. *1st International Congress on Math Learning Difficulties*, 31–32.
- Wang, M. T., Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L., & Linn, J. S. (2016). The math and science engagement scales: Scale development, validation, and psychometric properties. *Learning and Instruction*, 43, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.008>
- Wares, A. (2013a). An application of the theory of multiple intelligences in mathematics classrooms in the context of origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(1), 122–131. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.678892>

- Wares, A. (2013b). Appreciation of mathematics through origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(2), 277–283. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.703334>
- Wares, A. (2016). Mathematical thinking and origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(1), 155–163. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1055081>
- Wares, A., & Elstak, I. (2017). Origami, geometry, and art. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 317–324. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1245870>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. Baskı). Seçkin Yayıncılık.

Matematik öğretmen adaylarının origami kullanımına yönelik inanç ve öz yeterlik algıları: Karma yöntem çalışması

Hakan Ulum¹ 

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı, Konya, Türkiye.

ÖZET

Origami, matematik öğretmeni adayları için yaratıcı bir araç olabilir ve öğrencilerin soyut matematik kavramlarını somutlaştırmasına yardımcı olarak öğrenmeyi güçlendirebilir. Bu nedenle, Origami'nin matematik derslerindeki kullanımı, öğretmen adaylarının algıları ve öğretim stratejilerini geliştirmek için önemli bir kaynak olabilir. Bu çalışmanın amacı Origami etkinlikleri ile matematik öğretim programı kazanımlarının ilişkilendirilmesinin, matematik öğretmeni adaylarının matematik eğitiminde Origami'nin kullanımına yönelik inanç ve öz yeterlik algıları üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmada karma araştırma yöntemi benimsenmiş, tek gruplu ön test-son test deneysel desen ve bütüncül fenomenoloji kullanılmıştır. Çalışma grubunu yirmi altı matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Sonuçlar, Origami etkinlikleri ile matematik öğretim programı kazanımlarının ilişkilendirilmesinin, öğretmen adaylarının matematik eğitiminde Origami'nin kullanımına yönelik inanç ve öz yeterlikleri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, bu ders sürecinde katılımcılarda Origami'ye ilişkin 5 aşamalı bir değişim süreci oluşmuştur: Tanıma ve ilişkilendirme, anlam yükleme, özümseme, karşılaştırma ve yerleştirme. Bu sonuçlar öğretmen adaylarının matematik öğretme sürecinde Origami'yi bir araç olarak kullanmaya yönelik inanç ve özyeterliklerinin olumlu şekilde değiştiğini göstermektedir. Çalışmanın sonunda, öğretmen öğretim programlarında Origami'ye daha fazla yer verilmesi ve mevcut araştırmaların yanı sıra daha ileri araştırmaların yapılması ile öğretmen adaylarına yönelik eğitim materyallerinin geliştirilmesi gibi önerilere yer verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Matematik, Origami, İnanç, Öz yeterlik.

Giriş

Matematik, insanlığın evreni anlama çabasının en eski ve en etkili araçlarından biridir. Antik çağlardan beri, matematik sadece bir ders değil, aynı zamanda öğrencilerin analitik ve mantıksal düşünme becerilerini şekillendiren bir düşünce sistemidir (National Research Council, 2001). Buna rağmen, matematik dersinin soyut ve zor olarak algılanması, özellikle ilköğretim düzeyinde, öğrencilerin bu dersi anlamada ve sevmekte zorluk yaşamasına neden olmaktadır (Metje ve ark., 2007; Attard, 2011). Geleneksel öğretim yöntemlerinin, matematiği ezbere dayalı bir ders haline getirdiği ve bu nedenle kavramsal anlamayı zorlaştırdığı da sıkça eleştirilmektedir (Köğçe, 2020). Tüm bunlar matematik eğitim sürecinde olumsuzluklara neden olabilir. Bunlar matematik eğitimi sürecinde hem öğrencileri hem de öğretmenleri etkiler (Cuevas & Berou, 2016). Bu olumsuzluklarla beraber etkisiz bir öğrenme ortamı öğretmenlerin konuyu etkili bir şekilde öğretme becerilerine olan güvenlerini ve inançlarını sarsabilir (Jojo, 2020). Bu bağlamda öğretmen adaylarının inanç ve özyeterlikleri, çağdaş zenginleştirilmiş öğretim yöntemleri (Arslan, 2012; Aydın, 2021); (örneğin Origami ile matematiğin eğitimi gibi somutlaştırıcı ve kolaylaştırıcı yöntemler) ile artırılabilir (Wares, 2016; Wares & Elstak, 2017). Çünkü Origami, matematiksel kavramları somutlaştırarak öğrencilere daha kolay anlamalarını sağlayan bir görsel ve dokunsal deneyim sunan çağdaş bir öğretim yöntemidir (Arıcı & Aslan-Tutak, 2013). Öğrencilere, şekillerin özelliklerini keşfetmek, geometrik kavramları anlamak ve matematiksel

düşünme becerilerini geliştirmek için çeşitli katlanış ve şekil oluşturma teknikleri öğretir. Bu yöntem, öğrencilere soyut matematik kavramlarını somut bir şekilde deneyimleme fırsatı sunar (Respitawulan & Afrianti, 2019).

Origami ve Matematik

Origami, Japon kâğıt katlama sanatı olup "ori" katlamak, "kami" ise kâğıt anlamına gelmektedir (Beech, 2009). Günümüzde Origami, sadece bir sanat formu olmanın ötesinde, eğitim, bilim ve mühendislik gibi alanlarda da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle eğitim bilimlerinde, Origami'nin öğrenme süreçlerine katkı sağlayan önemli bir araç olduğu kabul görmektedir (Wares, 2013a; Gür & Kobak-Demir, 2017).

Origami, eğitimde özellikle matematik eğitimi açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Psikomotor becerilerin ve el-göz koordinasyonunun geliştirilmesine yardımcı olmasının yanı sıra, öğrencilere soyut matematiksel kavramları somutlaştırma imkânı sunar (Wares & Elstak, 2017). Bu da Origami'yi, matematik derslerinde kullanılabilecek etkili bir öğretim aracı haline getirmektedir. Origami hem sağ beyin hem de sol beyin yarıkürelerini aktive ederek, beyin temelli öğrenmeyi destekler ve öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirir (Wares, 2016). Bu nedenle, matematik eğitiminde Origami etkinliklerinin kullanılması, öğrencilerin özgüvenini ve motivasyonunu artırarak, matematiksel kavramların daha iyi anlaşılmasına katkı sağlar (Arslan, 2012).

Birçok araştırmacı, Origami'nin bilişsel ve davranışsal becerileri geliştirme, çok kültürlü farkındalık yaratma, topluluk oluşturma ve grup çalışması gibi birçok eğitsel faydası olduğu konusunda hemfikirdir (Aydın, 2021; Tuğrul & Kavici, 2002). Ayrıca, Origami'nin dinleme, izleme, görme ve yapma gibi görsel-uzamsal becerileri içerdiği ve bu becerilerin matematiksel kavramları anlamak için iyi bir temel oluşturduğu belirtilmektedir (Boakes, 2009). Matematik eğitimcileri, Origami'yi özellikle soyut matematiksel kavramların somutlaştırılmasında etkili bir araç olarak görmektedir. Bu nedenle, Origami etkinliklerinin matematik derslerinde kullanılarak öğrencilere daha etkili bir şekilde öğretilebileceği düşünülmektedir (Wares, 2013a; Chen, 2006; Coad, 2006; Çakmak ve ark., 2014; Masal ve ark., 2018).

Geleneksel eğitim yöntemlerinin sınırlılıkları, öğrencilerin matematik gibi soyut derslerde zorlanmalarına yol açmakta ve bu durum öğretmenleri alternatif öğretim yöntemleri arayışına yönlendirmektedir (Aydın, 2021). Bu bağlamda, Origami destekli matematik eğitimi, soyut matematik kavramlarını somut hale getirerek öğrencilerin anlamalarını kolaylaştıran yenilikçi ve etkili bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır (Wares, 2013b). Origami, matematiksel kavramları somutlaştırma yeteneği sayesinde, özellikle görsel-uzamsal öğrenmeyi desteklerken, öğrencilerin matematik dersine olan ilgisini ve motivasyonunu artırır (Miura ve ark., 2015a).

Bu nedenle, Origami'nin matematik eğitimi ile bütünleşik bir şekilde kullanılması, öğrencilerin soyut matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir ve bu da matematik eğitiminde önemli bir pedagojik araç olarak değerlendirilmesini sağlar (Miura ve ark., 2015b). Origami'nin bu bağlamda matematik eğitime entegrasyonu hem öğretmenler hem de öğrenciler için matematiksel düşünmenin ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yönelik yeni ufuklar açmaktadır.

Araştırmanın Önemi

Origami, matematik derslerinde soyut kavramların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olan etkili bir öğretim aracı olarak değerlendirilmektedir (Arslan, 2012). Özellikle ilköğretim düzeyinde, öğretmenler matematik öğrenimini daha ilgi çekici hale getirmek ve öğrencilerin matematiksel kavramları derinlemesine anlamalarına yardımcı olmak amacıyla Origami'yi kullanabilirler (Gür & Kobak-Demir, 2017). Origami, öğrencilerin derslere fiziksel ve duygusal katılımını artırarak, soyut matematiksel kavramları somutlaştırmak suretiyle bu dersin zorlayıcı doğasını yumuşatır ve öğrencilerin matematiğe karşı olumsuz tutumlarını engelleyebilir (Larkin & Jorgensen, 2016).

Öğretmen adaylarının Origami'ye ilişkin inanç ve öz yeterlikleri, onların bu aracı derslerde etkin bir şekilde kullanmalarını ve öğrencilerin öğrenme süreçlerini desteklemelerini sağlar. İnanç ve öz yeterlik, öğretmenlerin eğitimde yeni yaklaşımları benimseme ve uygulama konusundaki güvenini ve motivasyonunu ifade eder (Arslan & Bostan, 2016). Ancak Türkiye'de öğretmen adaylarının Origami'nin matematik derslerinde kullanımı konusundaki inançları ve öz yeterlikleri üzerine yapılan araştırmalar sınırlıdır (Gür & Kobak-Demir, 2017). Bu eksiklik, öğretmen adaylarının bu alandaki bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Masal ve ark., 2018).

Bu bağlamda, bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının Origami'yi matematik derslerinde etkin bir şekilde nasıl kullanabileceklerini incelemektir. Araştırma, öğretmen adaylarının inançları ve öz yeterlikleri üzerine odaklanarak, Origami'nin matematik eğitimi üzerindeki rolünü ve önemini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Böylece, mevcut literatürdeki boşlukların doldurulmasına ve eğitimde Origami'nin daha etkin bir şekilde kullanılmasına yönelik katkılar sağlamayı hedeflemektedir.

Araştırmanın Amacı

Araştırmada, Origami etkinlikleri ile matematik öğretim programı kazanımlarının ilişkilendirilmesinin, matematik öğretmeni adaylarının matematik eğitiminde Origami'nin kullanımına yönelik inanç ve öz yeterlik algıları üzerindeki etkisini belirlemek ve Origami'nin bir öğretim aracı veya materyali olarak kullanımına ilişkin görüşlerindeki değişiklikleri belirlemek amaçlanmıştır.

Araştırmanın soruları şu şekildedir;

1. Origami deneyimleri, matematik öğretmeni adaylarının Origami kullanımına yönelik inançlarını anlamlı bir şekilde değiştirir mi?
2. Origami deneyimleri, matematik öğretmeni adaylarının Origami kullanımına yönelik öz yeterlik algılarını anlamlı bir şekilde etkiler mi?
3. Origami deneyimleri, matematik öğretmeni adaylarının Origami kullanımına dair algılarını nasıl değiştirir?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada, nicel ve nitel verilerin bir arada toplandığı karma yöntem kullanılmış ve bu yöntemin bir deseni olan sıralı açıklayıcı desen tercih edilmiştir (Büyüköztürk ve ark., 2016). Karma yöntemin sıralı açıklayıcı deseninde, araştırmanın ilk aşamasında nicel veriler toplanır ve analiz edilir; ardından bu nicel bulguların daha derinlemesine anlaşılabilmesi için nitel veriler toplanır ve yorumlanır (Creswell, 2018). Bu desen, nicel bulguların ardındaki nedenleri ve süreçleri daha iyi açıklamaya olanak tanıdığı için bu araştırmanın amacına uygun olarak seçilmiştir.

Araştırmanın ilk aşamasında, nicel veriler tek gruplu ön test-son test yarı deneysel desen ile toplanmıştır. Bu aşamada, deneyin etkisi katılımcı grubun ön test ve son test puanlarının istatistiksel olarak analiz edilmesiyle incelenmiştir (Büyüköztürk ve ark., 2016). İkinci aşamada ise, nitel veriler toplanmıştır. Bu süreçte, öğretmen adaylarıyla yapılan derinlemesine görüşmeler aracılığıyla Origami'nin matematik eğitimindeki rolüne ilişkin algıları ve deneyimleri incelenmiştir. Nitel veriler, nicel sonuçları daha iyi anlamamıza ve Origami'nin öğretmen adaylarının inançları ve öz yeterlikleri üzerindeki etkisinin nasıl gerçekleştiğini ortaya koymamıza olanak tanımıştır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Karma yöntemin sıralı açıklayıcı deseninin tercih edilmesi, bu araştırmanın sonuçlarını daha kapsamlı bir şekilde ele alarak, Origami'nin matematik eğitimindeki potansiyelinin hem nicel hem de nitel boyutlarda derinlemesine incelenmesini sağlamıştır.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evreni, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesindeki bir Eğitim Fakültesi'nde öğrenim gören matematik öğretmeni adaylarıdır. Örneklem, bu fakültede "Matematik ve Origami" seçmeli dersini alan 26 öğretmen adayından oluşmaktadır. Katılımcıların 16'sı kız, 10'u erkek olup; 18'i 2. sınıf, 8'i ise 3. sınıf öğrencisidir. Araştırmada, Uygun (Kolayda) Örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Uygun örneklem, araştırmacının erişiminin en kolay olduğu katılımcıları seçmesi durumunda tercih edilen bir yöntemdir. Araştırmacı, görev yaptığı üniversitedeki ders verdiği sınıftan katılımcıları seçmiştir çünkü bu öğrenciler, araştırmacının kolayca ulaşabileceği ve araştırmanın gerektirdiği verileri toplamak için uygun bir grubu temsil etmektedir. Bu yöntem, zaman ve kaynak kısıtlamaları göz önünde bulundurularak seçilmiş olup, mevcut koşullar altında en pratik çözümü sunmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2013). Dolayısıyla, örneklem, araştırmacının erişiminin en kolay olduğu gruptan seçilmiş ve araştırmanın amacına hizmet edecek verilerin toplanmasını sağlamıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, üç farklı veri toplama aracı kullanılmıştır:

- Matematik Eğitiminde Origami İnanç Ölçeği (MEOİÖ)
- Matematik Eğitiminde Origami Kullanımına Yönelik Öz Yeterlik Ölçeği (MEOÖYÖ)
- Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Bu araçlar, araştırmacı tarafından toplanan verilerin analizinde kullanılmıştır ve her biri ilgili bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır.

Matematik Eğitiminde Origami İnanç Ölçeği (MEOİÖ)

Bu araştırmada, matematik öğretmeni adaylarının matematik eğitiminde Origami'nin kullanımına yönelik inançları, Arslan (2012) tarafından geliştirilen Matematik Eğitiminde Origami İnanç Ölçeği ile belirlenmiştir. Derecelendirme ölçeği 6'lı Likert tipi olup, 26 maddeden oluşmaktadır. Yanıtlar, "Kesinlikle Katılmıyorum (1)", "Katılmıyorum (2)", "Biraz Katılmıyorum (3)", "Biraz Katılıyorum (4)", "Katılıyorum (5)" ve "Kesinlikle Katılıyorum (6)" şeklinde derecelendirilmiştir. Ölçme aracından en düşük 26, en yüksek 156 puan alınabilmektedir. Ölçeğin orijinal çalışmada hesaplanan Cronbach Alfa katsayısı .95'tir. Araştırmamız kapsamında bu ölçeğin Cronbach Alfa katsayısı ise .73 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada elde edilen Cronbach Alfa katsayısı, orijinal çalışmadaki katsayıdan düşük olmasına rağmen, literatürde güvenilir kabul edilen .70 ve üzeri değeri (Nunnally, 1978) karşılamaktadır. Güvenirlik katsayısındaki bu fark, örneklem büyüklüğündeki farklılıklar, katılımcı grubun özellikleri veya ölçme aracının uygulandığı bağlamdaki değişiklikler gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Matematik Eğitiminde Origami Kullanımına Yönelik Öz Yeterlik Ölçeği (MEOÖYÖ)

Bu araştırmada, matematik öğretmeni adaylarının matematik eğitiminde Origami'nin kullanımına yönelik öz yeterlik algıları, Arslan (2012) tarafından geliştirilen Matematik Eğitiminde Origami Kullanımına Yönelik Öz Yeterlik Ölçeği ile belirlenmiştir. Derecelendirme ölçeği 9'lu Likert tipi olup, 8 maddeden oluşmaktadır. Yanıtlar, "Yetersiz (1)" ile "Çok Yeterli (9)" değerleri arasında derecelendirilmiştir. Ölçme aracından en düşük 8, en yüksek 72 puan alınabilmektedir. Ölçeğin orijinalinde Cronbach Alfa katsayısı .95 olarak hesaplanmıştır. Araştırmamız kapsamında, bu ölçeğin Cronbach Alfa katsayısı ise .93 olarak hesaplanmıştır.

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Araştırmada kullanılan diğer veri toplama aracı, öğretmen adaylarının matematik ve Origami'ye ilişkin görüşlerini derinlemesine anlamak amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formudur. Bu form, öğretmen adaylarının Origami'yi matematik eğitiminde nasıl kullandıklarını, bu süreçte ne tür avantaj ve dezavantajlar gözlemlediklerini ve Origami ile matematik kavramlarını nasıl ilişkilendirdiklerini öğrenmeye yönelik olarak

tasarlanmıştır. Görüşme formunun geliştirilmesinde, eğitimde Origami kullanımına yönelik literatürdeki çalışmalar dikkate alınmıştır. Örneğin, Boakes (2009) çalışmasında, Origami'nin matematiksel kavramların anlaşılmasında öğrencilere nasıl yardımcı olabileceğini detaylı bir şekilde incelemiştir. Ayrıca, Gür ve Kobak-Demir (2017) tarafından yapılan çalışmada, Origami'nin eğitimde kullanımının hem öğrenciler hem de öğretmenler üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Bu tür çalışmalar, araştırmamızdaki soruların odak noktalarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Ayrıca, görüşme formunun oluşturulmasında, Yıldırım ve Şimşek (2013) tarafından önerilen nitel araştırma yöntemlerine ilişkin rehberler dikkate alınmıştır. Bu rehberler, nitel veri toplama araçlarının nasıl yapılandırılması gerektiğine dair temel ilkeleri sunmakta ve formun amaca uygun şekilde geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Verilerin Toplanması

Bu araştırmada, sıralı açıklayıcı desen kullanılmıştır. Bu bağlamda, verilerin toplanması iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir: İlk aşamada nicel veriler, ikinci aşamada ise nitel veriler toplanmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında, nicel veriler toplanmıştır. Bu veriler, araştırmanın başlangıcında (ön test) ve sonunda (son test) olmak üzere iki kez, Matematik Eğitiminde Origami İnanç Ölçeği (MEOİÖ) ve Matematik Eğitiminde Origami Kullanımına Yönelik Öz Yeterlik Ölçeği (MEOÖYÖ) formları kullanılarak elde edilmiştir. Katılımcılar, bu formları çevrim içi bir platform olan Google Form aracılığıyla doldurmuşlardır. Bu formlar, katılımcıların Origami'nin matematik eğitimindeki etkilerine yönelik inanç ve öz yeterlik düzeylerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Toplanan veriler, Google Drive üzerinde güvenli bir şekilde depolanmıştır.

Nicel verilerin analiz edilmesinden sonra, bu bulguların derinlemesine incelenmesi amacıyla nitel veri toplama aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada, öğretmen adaylarıyla yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler, araştırma sürecinde elde edilen nicel bulguların ardındaki nedenleri ve katılımcıların deneyimlerini daha ayrıntılı olarak anlamak için planlanmıştır. Görüşmelerde, katılımcıların Origami'nin matematik eğitimindeki rolüne ilişkin algıları, deneyimleri ve süreç boyunca yaşadıkları değişimler ele alınmıştır. Bu görüşmeler, ders süreci boyunca belirli aralıklarla düzenlenmiş ve her biri yaklaşık 30-45 dakika sürmüştür. Görüşmelerin ses kayıtları alınmış, daha sonra transkriptleri hazırlanarak nitel veri analizi için kullanılmıştır. Sıralı açıklayıcı desenin doğasına uygun olarak, nitel veriler, nicel bulguların daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve araştırma sonuçlarının daha kapsamlı bir şekilde yorumlanmasına olanak tanımıştır. Hem nicel hem de nitel veri toplama süreçlerinde, verilerin gizliliği ve güvenliği titizlikle korunmuştur.

Seçmeli Ders Uygulama Süreci

Matematik ve Origami seçmeli dersi, ilköğretim matematik dersi öğretim programı kazanımları ile ilişkilendirilmiş, eğlenceli ve dikkat çekici bir yaklaşımla 14 hafta boyunca haftalık iki saat olarak planlanmış ve titizlikle yürütülmüştür. Dersin başlangıcında, öğretmen adaylarının Origami'nin kökenleri ve tarihi hakkında ilgi çekici bilgiler sunularak dikkatleri çekilmiştir. İlk haftadan itibaren, öğretmen adayları uygulamalı etkinliklere katılarak kendi Origami eserlerini yaratma fırsatı bulmuşlardır. Ancak asıl derinlik ve sistematik yaklaşım, 4. haftadan itibaren başlamıştır. Dersin 2. ve 3. haftalarında, öğretmen adaylarına serbest Origami etkinlikleri sunulmuştur. Böylece kendi yaratıcılıklarını ve becerilerini keşfetmeleri sağlanmıştır. Ardından, 4. haftadan itibaren Millî Eğitim Bakanlığı İlköğretim 1-8. Sınıf Matematik Dersi Öğretim Programı'nda (2018) belirlenen kazanımlar temel alınarak, dersin içeriği titizlikle planlanmıştır. Örneğin, 5. sınıf matematik programında yer alan "Açı Ölçüleri ve Dönüşümler" konusunu desteklemek amacıyla, Origami kullanılarak farklı açılar ve bunların nasıl ölçülebileceği somut olarak öğrencilere gösterilmiştir. Bu süreçte, Origami katlamaları sırasında oluşan açıların ölçülmesi ve karşılaştırılması ile öğrencilere geometrik kavramların daha iyi anlaşılması sağlanmıştır.

Origami, öğretmen adaylarının el becerilerini, dikkat ve konsantrasyonlarını, problem çözme yeteneklerini ve üç boyutlu düşünme kapasitelerini geliştiren doğal kazanımlara sahiptir. Bu

bağlamda, her hafta belirlenen matematik kazanımlarıyla uyumlu Origami şekilleri seçilerek ders işlenmiş, öğretmen adaylarına bu ilişkinin nasıl kurulacağı ve öğretimin nasıl zenginleştirilebileceği konusunda tartışmalar yapılmıştır. Origami sayesinde öğretmen adayları, geometri, simetri, ölçme ve mekânsal farkındalık gibi matematiksel kavramları somut ve görsel bir şekilde deneyimlemişlerdir. Örneğin, Origami katlamaları sırasında öğretmen adayları, iki boyutlu bir kâğıdı üç boyutlu bir yapıya dönüştürerek geometrik şekillerin özelliklerini ve ilişkilerini öğrenmişlerdir. Ayrıca, simetri ve açı ölçümleri gibi konular, Origami etkinlikleri ile pratik bir şekilde pekiştirilmiştir. Origami'nin bu doğal kazanımları, öğretmen adaylarının matematik eğitimindeki becerilerini güçlendirmiş ve öğrenme sürecini daha etkili hale getirmiştir.

Dersin son haftası, genel bir değerlendirme yapılarak öğretmen adaylarının edindikleri bilgi ve becerilerin gözden geçirilmesi sağlanmıştır. Araştırma kapsamında belirlenen ölçekler ve yarı yapılandırılmış görüşme formu, ders öncesinde ve sonunda kullanılarak veriler sistematik bir şekilde toplanmıştır. Ölçekler, dersin son haftasında tekrar uygulanarak öğretmen adaylarının ilerlemesi değerlendirilmiştir. Görüşmeler ise araştırmanın yöntemine uygun olarak, belirli aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım, verilen eğitimin Origami'nin doğal kazanımları ile ne kadar etkili olduğunu ve öğretmen adaylarının matematiksel becerilerinin gelişimini anlamak açısından önemli veriler sunmuştur.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada sıralı açıklayıcı desen kullanılarak, önce nicel veriler toplanmış ve analiz edilmiştir. Nicel verilerin analizi için betimsel istatistikler, bağımlı gruplar t-testleri ve etki büyüklüğü hesaplamaları kullanılmıştır. İstatistiksel analiz öncesinde, verilerin normalliği ve tanımlayıcı istatistik değerleri (ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık vb.) Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiş ve normalliği sağlayan veriler üzerinde t-testi uygulanmıştır. Green ve Salkind'e (2016) göre, bağımlı gruplar için t-testindeki iki ölçüm arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek yeterli olmayabilir. Bu nedenle, t-testinin yanı sıra etki büyüklüğü (Cohen's d) hesaplamaları da yapılmıştır. Etki büyüklüğü, t-testi ile elde edilen farkın pratik anlamını değerlendirmek için kullanılır. Bu bağlamda, etki büyüklüğü hesaplamaları, farkın büyüklüğü hakkında daha fazla bilgi sahibi olunmasını sağlar ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçların ne kadar etkili olduğunu ortaya koyar. Etki büyüklüğü aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$d = \frac{\text{Ölçüm ortalamaları arası fark}}{\text{Fark puanlarının standart sapması}}$$

Nitel verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu analizde, matematik öğretmeni adaylarının Origami ile matematik eğitimine ilişkin algılarını derinlemesine anlamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formundaki sorulara verdikleri cevaplar veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Ulaşılan veriler düzenlenmiş, kategorilere ayrılmış ve kodlanmıştır. Her bir kategori altında belirlenen temalar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 MEOİÖ ve MEOÖYÖ ölçeği verileri Shapiro-Wilk testi sonuçları

Temalar	Kategoriler	Kodlar
Origami ve Matematik Eğitimiyle İlişkilendirme	Origami hakkında bilgi sahibi olma ve bunu matematik eğitimi ile ilişkilendirme.	Origami hakkında bilgisi var. Matematik eğitimi ile ilişkilendiriyor.
	Origami'nin matematiksel kavramları somutlaştırma ve anlamlı kılma rolü.	Origami hakkında bilgisi var. Matematik eğitimi ile ilişkilendirmiyor. Origami hakkında bilgisi yok.
Anlam Yükleme ve Katkı Sağlama	Origami'nin matematik derslerinde eğlence, estetik ve problem çözme becerilerini geliştirme yönleri.	Açık Eğlenceli Estetik

	Matematik eğitiminde öğrenci merkezli ve yaratıcı düşünmeyi teşvik etme.	Faydalı İlgi ve dikkat çekici İnce kas becerilerini geliştirici Öğrenci merkezli Problem çözücü Somutlaştırıcı Yaratıcı
Origami' nin Öğretim Sürecine Uyarlanması ve Özümseme	Origami'nin eğitim sürecine entegre edilmesiyle matematiksel motivasyon ve uzmanlaşma sağlanması. Öğrenci seviyesine uygun projelerin seçilmesi ve bireysel farklılıkları dikkate alma.	Çevresini matematik ve Origami'ye yönlendirme Daha fazla zaman ayırmak İçsel motivasyon sergilemek Keşfetmek Keyif almak Matematik kavramlarını Origami'yle bağdaştırma Öğrenci seviyesine uygun Origami projeleri seçme Sabır gösterme Uzmanlaşmak
Origami' nin Geleneksel Araçlarla Karşılaştırılması	Origami'nin matematik öğretim sürecini eğlenceli ve dikkat çekici hale getirme. Materyal temini ve zaman kısıtlamaları gibi pratik zorluklar.	Bireysel farklılıklara uygun olmaması Değerlendirme zorlukları El becerilerini de geliştirmesi İlgi ve dikkat çekici olması Matematik öğretim sürecini eğlenceli kılması Matematik eğitimini kolaylaştırması Materyal temini Somutlaştırması Yaratıcı düşünme ve estetik algı geliştirmesi Zaman kısıtlamaları
Öğretim Sürecinde Yeri ve Uyum	Öğrenci merkezli yaklaşımlar ve bireysel ihtiyaçları göz önünde tutma. Origami'nin dersin bir parçası olarak kalıcı hale getirilmesi ve empati geliştirme.	Bireysel farklılıkları dikkate almak Çocukların ihtiyaçlarını göz önünde tutmak Nesnel bir bakış açısı geliştirmek Origami'yi matematik dersinin bir parçası yapmak Öğrenci merkezli yaklaşım sergilemek Sabır ve empati geliştirmek

Sonuç olarak, bu temalar altında toplanan bulgular, matematik öğretmeni adaylarının Origami'nin matematik eğitimindeki rolüne dair geniş bir perspektif sunduğunu göstermektedir. Analiz edilen bu temalar, Creswell (2018), Patton (2014), Yıldırım & Şimşek (2013) tarafından önerilen yöntemler doğrultusunda yorumlanmış ve analiz edilmiştir. Araştırma sürecinde, nicel verilerin ardından toplanan nitel veriler, aralıklı ölçüm yöntemiyle belirli zaman dilimlerinde elde edilmiştir. Bu yöntemde, araştırma sürecinde katılımcıların matematik ve Origami ders sürecinde yaşadıkları değişimlerin beş aşamalı bir süreç olarak izlendiği ve analiz edildiği bir model uygulanmıştır. Aralıklı ölçüm sayesinde katılımcıların süreç içerisindeki gelişimleri ve değişimleri sistematik olarak izlenmiş ve bu sayede, süreç içerisindeki değişimlerin nasıl geliştiği derinlemesine incelenmiştir. Sıralı açıklayıcı desen, önce nicel verilerin toplanıp analiz edilmesi, ardından bu bulguların nitel verilerle derinleştirilmesi şeklinde uygulanmıştır. Bu yöntem, araştırmanın karma yöntem olarak adlandırılmasına zemin hazırlamış ve nicel ile nitel verilerin birbiriyle entegrasyonunu sağlamıştır. Sonuç olarak, bu yaklaşım araştırmanın bulgularının daha kapsamlı ve zengin bir şekilde yorumlanmasına olanak tanımıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırma kapsamında birtakım geçerlik ve güvenirlik tedbirleri alınmıştır. Ölçeklerden elde edilen verilerin güvenirlik katsayıları hesaplanmıştır. Bununla beraber seçmeli dersin öğretim üyesi olan araştırmacı matematik ve Origami'ye ilişkin ön yargılarından ve ön fikirlerinden uzaklaşmayı ilke

edinmiştir. Yapılan alanyazın taramalarından edindiği ön bilgilerin araştırmasını etkilemesini engellemek adına nötr yaklaşım sergilemiştir. Ardından araştırmacı, öğretmen adaylarından elde ettiği verileri bağımsız bir akıl gücüyle yordamaya çalışarak bu araştırma sürecinde fenomenolojik indirgeme (phenomenological reduction) yapmıştır. Bu yaklaşım güvenilirlik açısından fenomenoloji çalışmalarında tavsiye edilir (Dowling, 2012).

Yapılan mülakatların ses kayıtları alınmış ve ardından bu kayıtlar deşifre edilerek yazılı metinlere dönüştürülmüştür. Bu yöntem, görüşme verilerinin güvenilir bir biçimde elde edilmesini sağlamıştır (Merriam, 2013). Görüşmelere katılan öğretmen adaylarından, ses kayıtlarının alınması ve verilerin kullanımı için onay alınmıştır. Kodlama ve analiz sürecinde güvenilirliği artırmak amacıyla, ses kayıtlarından elde edilen veriler, yazılı görüşme formlarıyla karşılaştırılmış ve içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, ses kayıtlarının deşifre edilmesiyle elde edilen mülakat metinleri ve yazılı formlar birlikte analiz edilerek veri çeşitliliği sağlanmış, bu sayede araştırmanın geçerliliği artırılmıştır. Bu tür veri çeşitliliği, nitel veri analizinde güvenilirliği ve geçerliliği artırmak için önemli bir yaklaşımdır.

Kapsam geçerliği sağlanması amacıyla, görüşme soruları araştırmanın amacını ve sorularını kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Bu süreçte, görüşme formunun geçerliliğini artırmak amacıyla uzman incelemesi yöntemine başvurulmuştur. Uzman incelemesi, alanında deneyimli üç akademisyenin görüşlerinin alınması suretiyle gerçekleştirilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu akademisyenlerden biri eğitim bilimleri, diğeri matematik eğitimi, üçüncüsü ise nitel araştırma yöntemleri konusunda uzmanlaşmıştır. Uzmanlardan, görüşme sorularının kapsamını ve uygunluğunu değerlendirmeleri istenmiştir. Uzman incelemesi sonrasında, soruların daha net ve anlaşılır hale getirilmesi amacıyla bazı düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin, bir soru başlangıçta çok genel bir şekilde formüle edilmişse, uzmanların önerisiyle daha spesifik hale getirilmiştir. Ayrıca, uzmanların geri bildirimleri doğrultusunda bazı sorular yeniden yapılandırılmış ve bazı ek sorular eklenmiştir. Bu süreç, araştırmanın kapsam geçerliğinin artırılmasına yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmiştir.

İçerik geçerliği kapsamında, görüşme sorularının matematik öğretmeni adaylarının Origami deneyimlerini ve görüşlerini kapsamlı bir şekilde ele almasını sağlamak amacıyla, ilgili alan yazın taraması yapılmış ve bu doğrultuda sorular yapılandırılmıştır. Alan yazın taraması sonucunda, soruların belirli bir teori veya önceki araştırmalarla uyumlu olmasına dikkat edilmiştir (Büyüköztürk ve ark., 2016). Verilerin analizinde, üç farklı kodlayıcı ile çalışılarak kodlama sürecinde uzlaşma sağlanmıştır. Görüşme verilerinin analizinde, birden fazla araştırmacının bağımsız olarak kodlama yapması ve kodlamaların karşılaştırılması yöntemi benimsenmiştir (Miles & Huberman, 1994). Kodlayıcılar arasında uyumun hesaplanması sonucunda, Cohen's Kappa yöntemiyle kodlayıcılar arası uyumun %96 olduğu bulunmuştur. Bu yüksek uyum oranı, kodlama sürecinin güvenilirliğini ve verilerin tutarlılığını sağlamıştır.

Bulgular

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular şu şekildedir.

Nicel Ölçümlere İlişkin Bulgular

Araştırmada elde edilen verilerin merkezi eğilim ölçüleri, çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenerek normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmiş ve verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Bunun yanında Shapiro-Wilk testi ile de sınanarak bu kabule geçerlik kazandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2 MEOİÖ ve MEOÖYÖ ölçeği verileri Shapiro-Wilk testi sonuçları

	İstatistik	SD	p
MEOİÖ Ölçeği	.947	26	.200
MEOÖYÖ Ölçeği	.951	26	.243

Tablo 2'ye göre ölçeklerden elde edilen veriler normal dağılım göstermektedir ($p>0.05$). Bu bağlamda, verilere parametrik testler uygulanmıştır. Araştırmada katılımcıların her iki ölçek ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ilişkili örneklem t-testi tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3 Öğrencilerin MEOİÖ ölçeği ön ve son test ortalama puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçları

		n	X	s	SD	t	p*
MEOİÖ Ölçeği	Ön Test	26	118.03	9.27	25	-5.209	0.000
	Son Test	26	129.07	12.37			

* $p<01$

Origami etkinlikleri ile matematik öğretim programı kazanımlarının ilişkilendirilmesiyle, matematik öğretmen adaylarının matematik eğitiminde Origami'nin kullanımına yönelik inançlarına yönelik algıları üzerindeki etkisinin araştırıldığı 26 kişilik bir sınıfta, ders başında ve sonunda uygulanan inanç puanları ortalamaları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkili örneklem için t testi sonucunda, ders başında uygulanan ölçek puan ortalaması (öntest = 118.03) ile ders sonu uygulanan ölçek puan ortalaması (sontest = 129.07) arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir [$t(25) = -5.209$, $p < 0.01$]. Ayrıca etki büyüklüğü $d = 1.02$ olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu Cohen ve arkadaşları'nın (2013) etki büyüklüğü sınıflandırmasına göre büyük bir etki düzeyindedir. Bu bulgu, matematik öğretmen adaylarının Origami etkinlikleri ile matematik öğretim programı kazanımlarını ilişkilendirerek matematik eğitiminde Origami'nin kullanımına yönelik inanç algılarının anlamlı derecede arttığını göstermektedir. Başka bir deyişle, Origami etkinliklerinin, matematik öğretmen adaylarının matematik eğitiminde Origami'yi kullanma konusundaki inançları üzerinde büyük bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

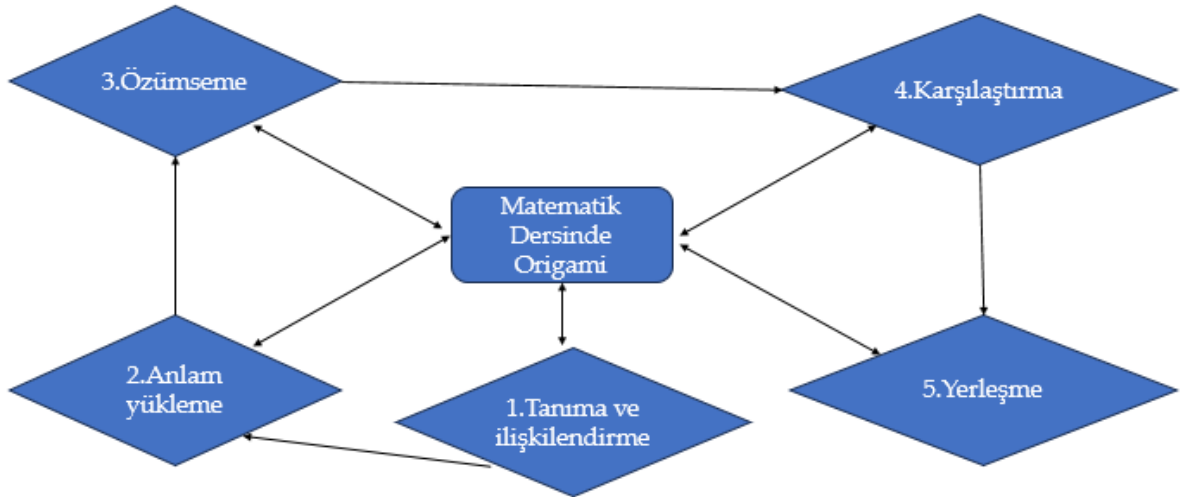
Tablo 4 Öğrencilerin MEOÖYÖ ölçeği ön ve son test ortalama puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçları

		n	X	s	SD	t	p*
MEOÖYÖ Ölçeği	Ön Test	26	40.53	13.09	25	-5.685	0.000
	Son Test	26	51.65	9.79			

Origami etkinlikleri ile matematik öğretim programı kazanımlarının ilişkilendirilmesi, matematik öğretmen adaylarının matematik eğitiminde Origami kullanımına yönelik öz yeterlik algıları üzerinde anlamlı bir etki yaratmıştır. 26 kişilik bir sınıfta yapılan ön test ve son test sonuçlarına göre, ders başında ve sonunda uygulanan öz yeterlik puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Ders başında uygulanan ölçekteki ortalama puan 40.53 iken, ders sonunda bu puan 51.65'e yükselmiştir. Yapılan ilişkili örneklem için t testi sonuçları, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir [$t(25) = -5.685$, $p < 0.01$]. Ayrıca, etki büyüklüğü ($d = 1.11$) büyük bir etki düzeyine işaret etmektedir. Bu sonuçlar, Origami etkinliklerinin, öğretmen adaylarının matematik eğitiminde Origami'yi kullanma konusundaki öz yeterlik algılarında önemli bir artış sağladığını göstermektedir. Ayrıca etki büyüklüğü $d = 1.11$ olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu büyük bir etki düzeyine işaret etmektedir. Bu durum, matematik öğretmen adaylarının Origami etkinlikleri ile matematik öğretim programı kazanımlarını ilişkilendirmesiyle matematik eğitiminde Origami'nin kullanımına yönelik öz yeterlik algılarının artması üzerinde etkisinin büyük olduğunu göstermektedir.

Nitel Verilere İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında matematik öğretmeni adaylarının matematik ve Origami dersi sürecinde yaşadıkları değişimler, beş aşamalı bir süreç olarak ortaya çıkmıştır. Süreç Şekil 1' gösterilmiştir.



Şekil 1. Beş aşamalı değişim süreci

1. Aşama: Tanıma ve ilişkilendirme

Tanıma ve ilişkilendirme kategorisi, öğretmen adaylarının Origami'yi nasıl tanımladıklarını ve matematik eğitimiyle nasıl ilişkilendirdiklerini ifade eder. Dersin başlangıcında, katılımcıların Origami'yi tanıma ve matematikle ilişkilendirme süreçleri üzerinde durulmuştur

Aşağıda, katılımcı görüşlerine dair örnek alıntılar ve açıklamalar yer almaktadır:

K6: "Origami kâğıt katlama sanatıdır. Hobi olarak yapılabilir."

K6 kodlu katılımcı, Origami'yi daha çok bir sanat ve hobi olarak görmekte ve bu etkinliği matematik eğitimi ile ilişkilendirmemektedir. Bu görüş, katılımcının Origami'yi matematiksel bir araç olarak algılamakta zorlandığını göstermektedir. Bu durumda, Origami'nin öğretim aracı olarak kullanılması gerektiğinde, bu tür katılımcıların daha fazla bilgilendirme ve rehberliğe ihtiyaç duyabileceği anlaşılmaktadır.

K24: "Origami'yi kâğıt katlama sanatı olarak bilmekle beraber, öğrencilere kâğıdı katlarken iç içe geçmiş geometrik şekilleri görme konusunda yardımcı olabileceğini düşünüyorum fakat matematik ile tam olarak ilişkilendiremiyorum."

K24, Origami'yi geometrik şekillerin eğitimi için potansiyel bir araç olarak görse de bunu matematiksel kavramlarla doğrudan ilişkilendirmekte zorlanmaktadır. Bu, katılımcının Origami'yi öğretim bağlamında kullanmak için daha fazla bilgi ve rehberliğe ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Bulgular, öğretmen adaylarının Origami'yi nasıl algıladıklarını ve matematik eğitimi ile nasıl ilişkilendirdiklerini anlamak açısından önemlidir. Katılımcıların çoğu, Origami'yi sanatsal bir etkinlik olarak tanımlarken, bazıları bunu matematik eğitimiyle ilişkilendirme konusunda zorluk yaşamaktadır. Bu bulgular, Origami'nin matematik eğitiminde etkili bir araç olarak kullanılabilmesi için daha fazla eğitim ve bilgilendirme gerektiğini göstermektedir.

2. Aşama: Anlam Yükleme

Bu aşamada, öğretmen adaylarının Origami'yi matematik eğitiminde nasıl bir anlamla ilişkilendirdikleri incelenmiştir. Katılımcılar, Origami'nin matematik eğitimine olan katkılarını çeşitli şekillerde ifade etmişlerdir. Aşağıda, katılımcı görüşlerine dair örnek alıntılar ve bu alıntıların açıklamaları yer almaktadır:

K8: "Sıkıcı matematik derslerini daha eğlenceli bir hale getiren bir araç olarak kullanılabilir, çocukların derse odağını daha uzun tutabilir."

Bu ifade, öğretmen adaylarında Origami'nin matematik derslerine eğlence katabileceği ve bu sayede öğrencilerin derse olan ilgisini artırabileceği algısının oluştuğunu göstermektedir.

K11: "Öğrencilerin hem ince motor becerilerini geliştirip hem de eğlenceli zaman geçirmemizi sağlayacağından hiç şüphem yok. O yüzden verimli bir ders olacağını düşünüyorum."

Katılımcı, Origami'nin öğrencilerin motor becerilerini geliştirirken aynı zamanda dersi eğlenceli ve verimli hale getirebileceğini belirtmektedir. Bu, Origami'nin öğrencilerin fiziksel ve zihinsel becerilerini bir arada geliştiren çok yönlü bir öğrenme aracı olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Bulgular öğretmen adaylarının, Origami'nin matematik eğitiminde hem eğlenceli hem de öğretici bir araç olarak kullanılabileceği konusunda olumlu olduğunu göstermektedir. Bu görüşler, Origami'nin matematik derslerine olan ilgisini artırabileceğini ve öğrenmeyi daha verimli hale getirebileceği algısının olduğunu göstermektedir.

3. Aşama: Özümseme

Bu aşamada, matematik öğretmen adaylarının Origami'yi nasıl özümseyerek süreç içerisinde benimsedikleri incelenmiştir. Katılımcılar, farklı katlama tekniklerini öğrenmiş, bu süreçte çeşitli matematiksel Origami şekillerini yapmış ve zamanla bu becerileri keyifle geliştirip uzmanlaştıklarını ifade etmişlerdir. Aşağıda, katılımcı görüşlerine dair örnek alıntılar ve bu alıntıların açıklamaları yer almaktadır:

K1: "Öğrenciler çoğunlukla matematik dersine bir önyargı ile başlar ve bunu yıkacak kişiyi de öğretmenleridir. Öğrencilerin dersi dinlemesini, aktif katılımını sağlamak için dersten uzaklaşmadan etkinlikler yapmak mümkündür. Bunlardan biri de Origami'dir."

K1, Origami'nin matematik derslerinde öğrencilerin önyargılarını kırmada etkili olabileceğini ve öğrenci katılımını artırabileceğini vurgulamaktadır. Origami ile dersin yapısını daha dinamik bir hale getirerek, öğrencilerin aktif katılım göstermelerine olanak sağlayarak öğrenme sürecinin daha etkili hale geleceği algısı söz konusudur.

K20: "Matematik dersi anlatacak tüm öğretmenlere Origami'yi tavsiye edeceğim."

K20, Origami'nin matematik eğitiminde etkili bir yöntem olduğunu düşündüğünü ve bu yöntemi diğer öğretmenlere de tavsiye edeceğini belirtmektedir. Origami, matematik öğretiminde yaratıcı ve uygulamalı bir araç olarak görülebilir ve bu yöntem, öğretmenlerin dersleri daha ilgi çekici ve verimli hale getirmesine yardımcı olabilir. Katılımcı, Origami'nin sınıf içi uygulamalarını olumlu bulmuş ve bu yöntemin daha geniş bir öğretmen kitlesi tarafından benimsenmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Bu aşamada, öğretmen adayları Origami'yi matematikle ilişkilendirerek, dersin hem ilgi çekici hem de öğretici bir hale gelmesine katkı sağladıklarını belirtmişlerdir. Katılımcılar, Origami'nin derslerdeki etkinliğini fark etmiş ve bu yöntemi kendi öğretim uygulamalarında kullanmayı planlamaktadırlar. Bu durum, Origami'nin öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerine katkıda bulunduğunu ve derslerini daha etkili hale getirdiğini göstermektedir.

4. Aşama: Karşılaştırma

Bu aşamada, matematik öğretmeni adaylarının Origami'yi geleneksel araçlarla karşılaştırarak matematik eğitimi sürecine nasıl entegre ettikleri incelenmiştir. Adaylar, Origami'nin öğrencilerin matematik öğrenme sürecini daha aktif hale getirdiğini, üst düzey zihinsel becerilerini geliştirdiğini ve geleneksel yöntemlere göre farklar oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Ancak, bazı pratik zorluklar da vurgulanmıştır. Aşağıda, katılımcı görüşlerine dair örnek alıntılar ve bu alıntıların açıklamaları yer almaktadır:

K14: "İlgi ve dikkat çekici olmasının yanı sıra ön hazırlık gerektiren ve basit de olsa özel malzemeler gerektiren bir ders."

K14, Origami'nin derslerde dikkat çekici ve ilgi uyandırıcı bir yöntem olduğunu kabul etmekle birlikte, bu yöntemin uygulanması için gerekli olan ön hazırlık ve malzeme temininin

öğretmenler için zorluk yaratabileceğini belirtmektedir. Origami etkinliklerinin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için öğretmenlerin dersten önce gerekli hazırlıkları yapması ve uygun malzemeleri temin etmesi gerekmektedir. Bu durum, dersin planlanması ve uygulanmasında zaman ve kaynak açısından ekstra bir çaba gerektirebilir. Katılımcının algısına bu faktörler etki etmiş olabilir.

K4: "Bu ders eğlenceli ve zevkli olmakla beraber ders zamanının iyi yönetilmesi, kullanılması gerekiyor."

K4, Origami'nin matematik derslerini daha eğlenceli ve zevkli hale getirdiğini belirtmekte, ancak zaman yönetiminin önemine de dikkat çekmektedir. Origami gibi yaratıcı ve interaktif etkinliklerin ders süresince verimli bir şekilde uygulanabilmesi için, zamanın iyi planlanması ve etkin kullanılması gerekmektedir. Aksi takdirde, ders süresi içinde hedeflenen tüm konuların işlenmesi zorlaşabilir. Bu nedenle, öğretmenlerin ders planlarını yaparken zaman yönetimine özel önem göstermeleri gerektiği vurgulanmaktadır.

K2: "Matematiksel çıktıları değerlendirirken bana yakın gelen Origami ürünlerine daha yüksek not vermek sorun olabilir."

K2, Origami'nin değerlendirme sürecinde objektif kalmanın zorluklarını ifade etmektedir. Origami gibi sanatsal ve yaratıcı etkinliklerin değerlendirilmesi sırasında, öğretmenlerin kişisel beğenilerinin ve yakınlık hissettikleri çalışmalara daha yüksek not verme eğilimlerinin olabileceğini belirtmektedir.

Matematik öğretmeni adaylarının tümü, Origami'nin matematik öğretim sürecini eğlenceli kıldığını, öğrenci ilgisini ve dikkatini çektiğini, somutlaştırma ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Ancak, Origami'nin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için malzeme temini, zaman yönetimi ve bireysel farklılıkları göz önünde bulundurma gibi pratik zorluklar da mevcuttur. Ayrıca, değerlendirme sürecinde objektif kalmak için dikkatli olunması gerektiği ifade edilmiştir. Bu bulgular, Origami'nin eğitimde güçlü bir araç olabileceğini, ancak başarılı uygulanabilmesi için bazı önlemler alınması gerektiğini göstermektedir.

5. Aşama: Yerleşme

Matematik öğretmeni adayları, Origami'nin yerleşme aşamasında öğrencilere odaklanarak onları matematik dersinin bir parçası haline getirir. Bu süreçte, Origami'yi bireysel ihtiyaçlara göre uyarlarken, sabır ve empatiyle öğrencilerin matematiksel konuları daha iyi anlamalarını sağlarlar. Aşağıda, katılımcı görüşlerine dair örnek alıntılar ve bu alıntıların açıklamaları yer almaktadır:

K13: "Origami, yaratıcılığı geliştiren bir teknik ve bu etkinlik sayesinde matematik eğitimi daha verimli şekilde yapılabilir. Kesinlikle matematik derslerimin bir parçası olacak."

K13, Origami'nin yaratıcılığı teşvik eden bir teknik olduğunu ve matematik eğitiminde verimliliği artırabileceğini ifade etmektedir. Öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmek, onların matematiksel problemlere farklı açılardan yaklaşmalarını sağlayabilir. Origami, sadece soyut matematiksel kavramları somut hale getirmekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin matematik dersine olan ilgisini ve katılımını artırır. K13, Origami'nin derslerinde kalıcı bir yer edinmesi gerektiğini vurgulayarak, bu yöntemin eğitimde nasıl etkin bir araç olabileceğini kabul etmektedir.

K7: "Origami'nin matematik dersi için başlı başına bir yenilik olduğunu düşünüyorum. Farklı tekniklerle, farklı şekillerle ve en önemlisi yaş gruplarına uygun. Bireysel farklılıkları da en aza indiriyor."

K7, Origami'nin matematik derslerinde yenilikçi bir yaklaşım sunduğunu ve farklı yaş gruplarına hitap edebilecek esneklikte olduğunu vurgulamaktadır. Origami, öğrencilerin bireysel yeteneklerine ve öğrenme hızlarına uygun olarak uyarlanabilir. Bu da öğrenciler arasında var olan bireysel farklılıkları en aza indirerek, her öğrencinin kendi seviyesine uygun olarak öğrenmesini sağlar. K7, bu özelliğin derslerdeki etkinliği artırarak, öğrenme sürecini daha adil ve kapsayıcı hale getirdiğini belirtmektedir.

K5: "Bir öğrencinin dersin başında veya en eğlencesi sırasında, matematik eğitimi ile ilişkisi olan şeylerden biri de Origami'dir".

K5, Origami'nin derslerin en eğlenceli ve etkili anlarında yer alabileceğini ve matematikle bağlantılı bir öğrenme aracı olabileceğini belirtmektedir. Origami, öğrencilerin derslere olan ilgisini canlı tutarak, matematiksel kavramları daha eğlenceli bir şekilde öğrenmelerine olanak tanır. Bu yaklaşım, öğrencilerin dersi sıkıcı bir zorunluluktan ziyade keyif alarak katıldıkları bir etkinlik haline getirebilir. K5, Origami'nin dersin en heyecan verici anlarında kullanılarak, öğrencilerin motivasyonunu artırabileceğini ifade etmektedir.

Matematik öğretmeni adayları, bu aşamada öğrenci merkezli bir yaklaşım sergileyerek Origami'yi matematik dersinin bir parçası haline getirmektedir. Origami, bireysel farklılıkları dikkate alarak her öğrencinin kendi hızında öğrenmesini sağlarken, öğrencilere sabır ve empati kazandırmaktadır. Bu sayede, öğrencilerin matematiksel konuları daha derinlemesine ve etkili bir şekilde anlamalarına yardımcı olmaktadır. Öğretmen adayları, Origami'nin dersleri daha yenilikçi, eğlenceli ve öğretici hale getirdiğini fark etmiş ve bu yöntemi öğretim pratiklerine entegre etmeyi planlamaktadırlar.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmanın temel amacı, Origami etkinliklerinin matematik öğretim programıyla ilişkilendirilmesinin, matematik öğretmeni adaylarının matematik eğitiminde Origami kullanımına yönelik inançları ve öz yeterlik algıları üzerindeki etkisini incelemektir. Araştırmanın bulguları, öğretmen adaylarının bu süreçte geçirdiği değişimleri ve Origami'nin matematik eğitiminde nasıl bir rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır.

Sonuçlar

Araştırmanın nicel bulguları, matematik öğretmen adaylarının Origami etkinlikleri ile matematik öğretim programı kazanımlarını ilişkilendirmesinin, bu adayların matematik eğitiminde Origami kullanımına yönelik inançları ve öz yeterlik algıları üzerinde anlamlı ve büyük bir etki yarattığını göstermektedir. Özellikle, katılımcıların hem inanç algılarında hem de öz yeterlik algılarında ders sürecinde anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, Origami'nin matematik eğitiminde etkili bir öğretim aracı olabileceğini ve öğretmen adaylarının mesleki gelişimine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Araştırmanın nitel bulguları, öğretmen adaylarının Origami kullanımına ilişkin beş aşamalı bir değişim süreci yaşadığını ortaya koymaktadır: Tanıma ve ilişkilendirme, Anlam Yükleme, Özümseme, Karşılaştırma ve Yerleşme. Bu süreç boyunca öğretmen adaylarının Origami'ye yönelik tutumlarının nötrden olumluya doğru değiştiği ve bu yöntemin matematik eğitimini zenginleştirme potansiyelini fark ettikleri görülmüştür.

Tartışma

Bu araştırmanın bulguları, Origami etkinliklerinin matematik öğretiminde kullanımının öğretmen adaylarının hem inançlarında hem de öz yeterlik algılarında önemli bir gelişim sağladığını göstermektedir. Nicel bulgular, Origami'nin matematik öğretim programına entegrasyonunun, öğretmen adaylarının bu yöntemi kullanma konusundaki öz yeterlik algılarını ve inançlarını güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, önceki araştırmalarla uyumlu olup, yaratıcı öğretim yöntemlerinin eğitimdeki etkilerine dair literatürdeki geniş bir tartışmanın parçası haline gelmektedir.

Örneğin, Taylor ve Hinton (2020), yaratıcı ve somut materyallerin eğitimde kullanımının öğrenci katılımını artırdığını ve soyut matematiksel kavramları daha anlaşılır hale getirdiğini belirtmektedir. Aynı şekilde, Sun ve arkadaşları (2019), matematik eğitiminde sanat tabanlı yöntemlerin, öğrencilerin görsel-uzamsal düşünme becerilerini geliştirerek, problem çözme yeteneklerini ve kavramsal anlama düzeylerini artırdığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın bulguları, Origami'nin yalnızca öğretmen adaylarının öz yeterlik algıları üzerinde değil, aynı zamanda öğretimde yaratıcı materyal kullanımına yönelik genel inançları üzerinde de olumlu etkiler sağladığını göstermektedir.

Araştırmanın nitel bulguları ise, öğretmen adaylarının Origami'yi bir matematik öğretim aracı olarak kullanmaya yönelik beş aşamalı bir değişim sürecinden geçtiğini ortaya koymuştur. Bu süreç, adayların Origami'yi başlangıçta yalnızca sanatsal bir etkinlik olarak görmesinden, zamanla matematiksel kavramları öğretmede güçlü bir araç olarak kabul etmelerine doğru evrilmiştir. Bu sonuç, Rogers'ın Yeniliklerin Yayılması Kuramı'na (Diffusion of Innovations Theory) dayanmaktadır (Rogers, 2003). Kurama göre, bir yeniliği benimseme süreci bireylerin önce farkındalık kazanması, ardından bu yeniliği anlaması, denemesi, değerlendirmesi ve en sonunda benimsemesiyle gerçekleşir. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının Origami'ye ilişkin tutumlarındaki aşamalı değişim, bu kuramla uyumlu görünmektedir.

Boakes (2009) ve Budinski ve arkadaşları (2019) tarafından yürütülen çalışmalarda, Origami'nin matematiksel kavramlara olan ilgiyi artırdığı ve öğretmenlerin bu yöntemi kullanma konusunda güven kazandıkları vurgulanmaktadır. Bu çalışmada gözlemlenen benzer bulgular, Origami'nin öğretmen adaylarının hem inanç hem de öz yeterlik algılarında pozitif bir değişim yarattığını ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarının, Origami etkinlikleri sırasında öğrendikleri öğretim stratejilerinin, gelecekteki ders uygulamalarına yansıtılma potansiyeline sahip olması da bu yöntemin eğitimdeki uzun vadeli etkilerini desteklemektedir.

Ayrıca, Masal ve arkadaşları (2018) ile Avcu ve Avcu (2019) tarafından yapılan çalışmalar, öğretmen adaylarının başlangıçta tereddüt ettikleri Origami gibi yenilikçi yöntemleri, zamanla matematik eğitiminde etkin bir araç olarak benimsediklerini göstermektedir. Bu çalışmalardaki bulgular, öğretmen adaylarının yaratıcı öğretim yöntemlerini nasıl benimsediklerine dair önemli bir ışık tutmaktadır. Bu da öğretmen eğitim programlarında yaratıcı etkinliklerin entegrasyonunun mesleki gelişimi teşvik etmede kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Örneğin, Origami gibi yöntemler, sadece matematiksel kavramların anlaşılmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda öğretmenlerin ders işleme süreçlerinde esneklik kazanmalarına ve yaratıcı yaklaşımlar geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Holden et al., 2022).

Bu noktada, yaratıcı yöntemlerin eğitimdeki rolü üzerine yapılan daha geniş literatüre değinmek gereklidir. Bandura'nın (1997) sosyal bilişsel teorisine göre, öz yeterlik bireyin bir görevi başarma konusundaki inançlarıyla doğrudan ilişkilidir ve bu inançlar, deneyim ve başarı yoluyla şekillenir. Bu çalışma, Origami gibi yaratıcı etkinliklerin öğretmen adaylarının öz yeterlik algılarını nasıl güçlendirdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle uygulamalı öğretim yöntemleri, bireylerin başarabileceği inancını pekiştirir ve onları yeni yöntemler denemeye teşvik eder. Bu da öğretmen adaylarının gelecekteki mesleki uygulamalarına olumlu katkılar sağlayabilir.

Ek olarak, araştırmanın bulguları, Origami'nin matematiksel kavramları daha somut hale getirme potansiyeline sahip olduğunu gösteren uluslararası literatürü de desteklemektedir. Cooper ve arkadaşları (2004), Origami'nin öğretmenlerin matematiksel konuları daha anlaşılır hale getirme becerilerini geliştirdiğini ve bu durumun öğretmen adaylarının bu yöntemle olan güvenlerini pekiştirdiğini belirtmektedir. Özellikle, öğretmen adaylarının bu yöntemi matematik eğitimine entegre etmeleri, öğrencilerin soyut matematiksel kavramları daha kolay anlamalarına yardımcı olabilir (Noss & Hoyles, 2006).

Bununla birlikte, araştırmanın bazı sınırlamaları da göz önünde bulundurulmalıdır. İlk olarak, araştırmanın örneklemi yalnızca belirli bir üniversitenin öğretmen adayları ile sınırlıdır ve bu durum sonuçların genellenebilirliğini kısıtlayabilir. İkinci olarak, çalışmada kullanılan veri toplama araçları öz bildirimlere dayanmaktadır, bu da katılımcıların yanlı cevaplar verme olasılığını beraberinde getirebilir. Bu sınırlamalar gelecekteki çalışmalarda dikkate alınarak daha geniş örneklem ve farklı veri toplama teknikleri kullanılabilir.

Öneriler

Bu araştırmanın bulguları doğrultusunda, Origami ve benzeri yaratıcı etkinliklerin öğretmen eğitim programlarına daha geniş bir şekilde entegre edilmesi önerilmektedir. Ayrıca, farklı yaş

gruplarındaki öğrencilere Origami etkinliklerinin etkisini inceleyen çalışmalar yapılabilir. Örneğin, Origami'nin sadece matematik eğitimindeki değil, fen bilimleri veya mühendislik eğitimi gibi diğer disiplinlerde de nasıl kullanılabileceğini araştırmak, bu yöntemin eğitimdeki potansiyelini daha geniş bir bağlama oturtabilir. Ayrıca, daha uzun vadeli araştırmalar, Origami'nin öğretmen adaylarının mesleki gelişimi üzerindeki kalıcı etkilerini değerlendirmede faydalı olacaktır.

Sonuç olarak, bu araştırma Origami'nin matematik öğretiminde etkili bir araç olabileceğini ve öğretmen adaylarının öz yeterliklerini geliştirme konusunda önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Origami gibi yaratıcı yaklaşımların öğretmen eğitim programlarına entegre edilmesi, öğretmen adaylarının yenilikçi ve etkili öğretim stratejileri geliştirmelerine olanak sağlayacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı

"Matematik Öğretmen Adaylarının Origami Kullanımına Yönelik İnanç ve Öz Yeterlik Algıları: Karma Yöntem Çalışması" başlıklı makalemin herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Arıcı, S., & Aslan Tutak, F. (2013). Using origami to enhance geometric reasoning and achievement. Eighth Congress of European Research in Mathematics Education (CERME 8).
- Arslan, O. (2012). Investigating beliefs and perceived self-efficacy beliefs of prospective elementary mathematics teachers towards using origami in mathematics education (Master's thesis). Middle East Technical University.
- Arslan, O., & Işıksal-Bostan, M. (2016). Matematik eğitiminde origami kullanımına yönelik öz yeterlik ölçeği geliştirilmesi ve geçerlik çalışmaları. *Elementary Education Online*, 15(2), 548–559. <https://doi.org/10.17051/ie.2016.06024>
- Attard, C. (2011). "My favourite subject is maths. For some reason no-one really agrees with me": Student perspectives of mathematics teaching and learning in the upper primary classroom. *Mathematics Education Research Journal*, 23(4), 363–377. <https://doi.org/10.1007/s13394-011-0020-5>
- Avcu, S., & Avcu, R. (2019). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının origami dersinde edindikleri deneyimler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 136–166. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.482716>
- Aydın, F. (2021). Matematik öğretmenlerinin origaminin matematik eğitiminde kullanılmasına ilişkin inançlarının ve öz yeterlik algılarının bazı değişkenlere göre incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Beech, R. (2009). *The practical illustrated encyclopedia of origami: The complete guide to the art of paper folding*. Lorenz Books.
- Boakes, N. J. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: Its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *RMLE Online*, 32(7), 1–12. <https://doi.org/10.1080/19404476.2009.11462060>
- Budinski, N., Lavicza, Z., Fenyvesi, K., & Novta, M. (2019). Mathematical and coding lessons based on creative origami activities. *Open Education Studies*, 1(1), 220–227. <https://doi.org/10.1515/edu-2019-0016>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Chen, K. (2006). Math in motion: Origami math for students who are deaf and hard of hearing. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 11(2), 262–266. <https://doi.org/10.1093/deafed/enj031>
- Coad, L. (2006). Paper folding in the middle school classroom and beyond. *Australian Mathematics Teacher*, 62(1), 6–13.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic Press.
- Cooper, E. E., Ness, M., & Smith, M. (2004). A case study of a child with dyslexia and spatial-temporal gifts. *Gifted Child Quarterly*, 48(2), 83–94. <https://doi.org/10.1177/001698620404800202>

- Cooper, M., McKeown, R., & Ferrer, D. (2004). The use of origami in teaching mathematics: Transforming abstract concepts into concrete understanding. *Journal of Mathematics Education*, 8(2), 134–145.
- Creswell, J. W. (2018). Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni (S. Demir, Çev.). Siyasal Kitabevi.
- Cuevas, M. M., & Berou, M. (2016). Students' mathematics self-efficacy and anxiety as correlates to academic performance. *University of Bohol Multidisciplinary Research Journal*, 4, 1–18. <https://doi.org/10.15631/ubmrj.v4i1.64>
- Dowling, M. (2012). Phenomenological research approaches: Mapping the terrain of competing perspectives. In *Qualitative research in midwifery and childbirth* (pp. 55–78). Routledge.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2016). Using SPSS for Windows and Macintosh. Pearson.
- Gür, H., & Kobak-Demir, M. (2017). Geometry teaching via origami: The views of secondary mathematics teacher trainees. *Journal of Education and Practice*, 8(15), 65–71.
- Holden, C., Green, S., & Fairchild, L. (2022). Creative teaching methods in mathematics education: Exploring the impact of hands-on activities like origami. *International Journal of Educational Innovation*, 15(1), 45–61.
- Holden, L. R., Ko, Y. Y. W., Maxwell, D. W., Goodwin, C. A., Lee, C. H., Runge, J. E., & Beeman, E. B. (2022). Exploring geometry with origami one-cut-heart. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 115(9), 650–658. <https://doi.org/10.5951/MTLT.2021.0335>
- Jojo, Z. (2020). Enhancing mathematics teachers' conceptual understanding through action learning in an open distance learning context. *Ponte International Journal of Science and Research*, 76(11). <https://doi.org/10.21506/j.ponte>
- Köğçe, D. (2020). Use of origami in mathematics teaching: An exemplary activity. *Asian Journal of Education and Training*, 6(2), 284–296. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2020.62.284.296>
- Larkin, K., & Jorgensen, R. (2016). 'I hate maths: Why do we need to do maths?' Using iPad video diaries to investigate attitudes and emotions towards mathematics in year 3 and year 6 students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 925–944. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9621-x>
- Masal, M., Ergene, Ö., Takunyacı, M., & Masal, E. (2018). Prospective teachers' views about using origami in mathematics lessons. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 5(2), 56–65. <https://doi.org/10.17278/ijesim.2018.05.2.06>
- Merriam, S. B. (2013). Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber (S. Turan, Çev. Ed.). Nobel Yayınları.
- Metje, N., Frank, H. L., & Croft, P. (2007). Can't do maths—Understanding students' maths anxiety. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 26(2), 79–88. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrl004>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: MEB Yayınları.
- Miura, K., Kawasaki, T., Tachi, T., Uehara, R., Lang, R. J., & Iverson, P. W. (2015a). Origami: I. In R. J. Lang (Ed.), *Education technology, art, and mathematics*. American Mathematical Society.
- Miura, K., Kawasaki, T., Tachi, T., Uehara, R., Lang, R. J., & Iverson, P. W. (2015b). Origami: II. In R. J. Lang (Ed.), *Education technology, art, and mathematics*. American Mathematical Society.
- National Research Council. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Noss, R., & Hoyles, C. (2006). *Exploring mathematics through digital technologies*. Springer.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Patton, M. Q. (2014). Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri (M. Bütün & S. B. Demir, Çev. Ed.). Pegem Akademi.
- Respitawulan, R., & Afianti, N. (2019, November). Limited trial on origami construction as mathematics learning strategy for early childhood on kindergarten teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1375(1), 012073. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1375/1/012073>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

- Sun, Y., Harris, J., & Tao, R. (2019). Integrating art into STEM education: Impact on students' problem-solving and visual-spatial skills. *Journal of STEM Education Research*, 10(3), 245–260. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00021-3>
- Taylor, J., & Hinton, D. (2020). Engaging students through creative learning: The role of art-based practices in mathematics classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, 104(2), 225–240. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09957-2>
- Tugrul, B., & Kavici, M. (2002). Kâğıt katlama sanatı ve öğrenme [The art of paper folding and learning]. *Pamukkale University Education Faculty Journal*, 11(11), 1–17.
- Ulum, H. (2023). Classroom teacher candidates' perceptions on the use of origami in mathematics course. 1st International Congress on Math Learning Difficulties, 31–32.
- Wang, M. T., Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L., & Linn, J. S. (2016). The math and science engagement scales: Scale development, validation, and psychometric properties. *Learning and Instruction*, 43, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.008>
- Wares, A. (2013a). An application of the theory of multiple intelligences in mathematics classrooms in the context of origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(1), 122–131. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.678892>
- Wares, A. (2013b). Appreciation of mathematics through origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(2), 277–283. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.703334>
- Wares, A. (2016). Mathematical thinking and origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(1), 155–163. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1055081>
- Wares, A., & Elstak, I. (2017). Origami, geometry, and art. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 317–324. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1245870>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (9. Baskı). Seçkin Yayıncılık.