

## Eco-mathematics project evaluation for middle school students<sup>1</sup>

Deniz Özen Ünal<sup>2</sup> , Nurtaç Üstündağ Kocakuşak<sup>3</sup> , İrem Coşkun<sup>2</sup> , Emrah Hiğde<sup>2</sup> , Hediye Can<sup>2</sup> , Serhan Uluşan<sup>2</sup> , Ersen Yazıcı<sup>2</sup> 

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes University, Mathematics and Science Education, Aydın, Türkiye; <sup>3</sup> Aydın Adnan Menderes University, Department of Educational Sciences, Aydın, Türkiye.

### ABSTRACT

This study aimed to investigate potential changes or developments in middle school students' attitudes toward mathematics, environmental problem awareness, environmental attitudes, mathematics motivation, and attitudes toward mathematical problem-solving within the framework of the "Eco-Mathematics for Middle School Students" project, which was supported under the TÜBİTAK 4004 Nature Education and Science Schools Program. Additionally, the study sought to determine changes in students' perspectives regarding the conceptual meaning of eco-mathematics and its role in addressing environmental problems upon project completion, as well as to gather their overall reflections and recommendations concerning the project. The project focused on sustainability, water pollution, environmental pollution, climate change, carbon emissions, recycling, production of ecological cleaning materials, and animal husbandry and included activities to increase mathematical knowledge as well as artistic, sportive, and social activities. The study employed a mixed-methods approach, integrating both qualitative and quantitative research methodologies. The study population consisted of 30 middle school students who go to school every day by shuttle bus. The data collection tools of the study consisted of the Attitude Towards Mathematics Scale, Awareness Scale for Environmental Issues, Environmental Attitude Scale, Mathematics Motivation Scale, Mathematics Problem Solving Attitude Scale, eco-mathematics semi-structured interview form, and reflective participant diaries. Quantitative data were analyzed using a t-test for paired samples. Descriptive analysis and content analysis were used to analyze qualitative data. The study findings revealed a statistically significant difference favoring the post-test scores in the study sub-dimension of students' attitudes toward mathematics and in the knowledge sub-dimension of their environmental problem awareness. Following project implementation, students demonstrated enhanced ability to establish connections between environmental issues and eco-mathematics concepts. The project yielded positive effects on student engagement, with participants expressing favorable attitudes toward the project experience.

### KEYWORDS

Eco-mathematics, middle school students, project.

## Introduction

Global problems such as climate change, global pandemics, and genetically modified organisms affect students as well as all segments of society. Therefore, enhancing student awareness and literacy regarding these issues is critical for future sustainability. This objective can only be achieved through innovative educational approaches. The interconnected nature of social and environmental factors necessitates the restructuring of curricular content through the modification of various educational components. Students can become environmentally sensitive citizens through critical citizenship education that will be integrated into the course content (Ernest, 2002). For this reason, students need to have critical thinking skills in order to

<sup>1</sup> Part of this research was presented as an oral presentation at EDUCongress 2022. For this study Aydın Adnan Menderes University Educational Research Ethics Committee granted an ethics committee certificate with decision number XXII in the second session dated 29.02.2024.

make sense of the issues experienced in daily life. The development of critical thinking skills facilitates students' ability to address problem-solving situations encountered in daily life (Hikayat et al., 2020). Mathematics education serves as a crucial domain for fostering critical thinking competencies and cultivating individuals capable of democratic participation in societal issues (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2006). In mathematics education, students' critical citizenship development is supported by addressing social issues in the context of the use of mathematics in the classroom, daily life, and society (Steffensen, 2017). When daily life problems are included in the mathematics course, students can reach solutions by processing the knowledge they have and changing it as they need. In this way, mathematics learning can be achieved more effectively (Laurens et al., 2017). On the other hand, researchers state that it is important to include real-life problems, such as climate change, in mathematics education in order to develop students' critical thinking skills (Abtahi et al., 2017; Ernest, 2009). Students' environmental and mathematical literacy can be improved through project-based practices and environment-themed activities integrated into education (Merz, 2012).

Mathematics plays a major role in defining, predicting, and thus making sense of environmental problems such as climate change (Barwell, 2013). In this way, environmental problems are modeled, solution steps are applied, ways of thinking about problems are developed, and solutions are realized through concretizations (Hauge & Barwell, 2017). Developing thinking skills related to environmental problems and integrating the formative power of mathematics into course content is possible through critical mathematics education. Critical mathematics education transcends computational skills and procedural applications within mathematics curricula. It empowers students to construct meaning from mathematical concepts, comprehend the role of mathematics in everyday contexts, and understand the mechanisms underlying environmental challenges such as climate change, as well as the responsibilities required for their mitigation. (Laurens et al., 2017). The pedagogical approach that emerged from critical mathematics education and modeling activities is the eco-mathematics framework. Eco-mathematics activities are grounded in environmental issues including carbon footprint assessments and climate change phenomena. These activities integrate environmental real-world problems and ecological concepts into mathematics curriculum through modeling methodologies, providing functional and engaging content for students (Merz, 2012). Such content enhances students' environmental problem awareness while enabling behavioral modifications in consumption patterns to address environmental challenges (Salo et al., 2019).

Examination of existing literature reveals climate change as a pressing issue requiring resolution within the critical mathematics education framework. Critical mathematics serves as a communication medium for conveying climate change information to diverse audiences, including scientists, politicians, policymakers, the general public, and children. Drawing from principles of critical mathematics education and critical citizenship, the integration of climate change issues into mathematics instruction represents not only ethical practice but also a moral imperative. (Abtahi et al., 2017). The benefits of combining eco-critical approach and eco-mathematics education in curriculum studies are extensively examined. In this context, curricula aiming to mathematize social and ecological projects by associating them with each other are proposed. This approach aims to establish a novel framework for research endeavors focused on enhancing environmental problem awareness through mathematics education within environmental education contexts (Wolfmeyer & Lupinacci, 2017). For instance, Steffensen et al. (2018) sought to develop students' critical mathematical perspectives by incorporating climate change discourse and problem-solving scenarios. Their findings demonstrated how students with diverse values and perspectives exhibited variations in interpreting environmental and social challenges. In a subsequent mathematical modeling investigation, Steffensen and Kacerja (2021) examined students' cognitive processes when utilizing a carbon footprint

calculator related to climate change within mathematics instruction from a socio-critical modeling perspective. This study revealed how middle school students calculate carbon footprints, analyzed variable effects on footprint magnitude, constructed meaning through exploration of components and outliers, identified affected stakeholders and calculator limitations, and reflected upon individual, national, and global emissions. Carbon footprint calculators are considered significant due to their capacity to influence individuals' lives and their critical reflections on mathematical models (Steffensen & Kacerja, 2021)

It is of great importance for students to make sense of environmental problems, develop a critical perspective, and reach solutions by questioning mathematical problems involving daily life contexts. In order to achieve common goals involving multiple disciplines at the same time, an interdisciplinary education approach is recommended (Renert, 2011). The interdisciplinary educational approach encompassing science, technology, engineering, and mathematics is designated as STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). STEM education constitutes a pedagogical framework that emphasizes the integration of two or more interconnected disciplines, with the objective of examining the relationships among these academic domains (Brown, 2012). This methodology facilitates the experiential instruction of mathematical and scientific concepts through the implementation of engineering design principles and technological applications. (Margot & Kettler, 2019). In this way, students have the opportunity to practice a problem they may encounter in real life. In their study, which included out-of-school activities, Kim et al. (2018) concluded that the interdisciplinary approach positively affects students' academic and social development. When the studies in the literature are examined, the positive effects of interdisciplinary activities that address the STEM approach in educational environments have been similarly revealed (Henderson et al., 2011; Li et al., 2020; Margot & Kettler, 2019; Mizell & Brown, 2016; Schreffler et al., 2019).

An examination of research within mathematics education reveals that mathematical instruction through real-world applications and STEM integration has emerged as a progressively significant research area. (Hikayat et al., 2020; Laurens et al., 2017). Systematic review studies show that research on the intersection between STEM and environmental education (Green STEM) is an increasing trend (Li et al., 2020; Margot & Kettler, 2019; Minichiello et al., 2018), and a large number of studies have recently been conducted on Green STEM (Wheland et al., 2013). For example, there have been studies on operational thinking and software development in the context of climate change (Tucker-Raymond et al., 2019), forest regeneration using remote sensing and smart seeds (Garcia-Piqueras and Sotos Serrano, 2021), or the relationship between photonics and green future (Pompea et al., 2011). In addition, there have been studies promoting social and ecological awareness through international or local competitions related to STEM and environmental awareness, such as Climate Detectives (Garcia-Piqueras & Sotos-Serrano, 2021) and Astro Pi (Honess & Quinlan, 2017). The project entitled "Mathematics in Our Lives: Agriculture" conducted by Sezer Evcan et al. (2020) demonstrated positive effects on student outcomes and enhanced their recognition of mathematical applications in everyday contexts. The present study anticipates that the real-world mathematical applications implemented within the project framework will enhance students' capacity to develop innovative solutions for daily life challenges and environmental issues confronting society and the global community, while contributing to the integration of sustainability principles in education through increased student awareness of mathematics' significance in addressing environmental concerns. The findings of the study can help educators to understand better how eco-mathematics-based activities can be structured and the effects of these activities on students. In this sense, this study may guide enriching mathematics curricula with environmentally focused activities and providing interdisciplinary learning opportunities.

In light of the aforementioned literature, this study aimed to examine the possible changes or developments in middle school students' attitudes toward mathematics, environmental

problem awareness, environmental attitudes, mathematics motivation, and attitudes toward mathematical problem-solving throughout the project implementation process. Additionally, the investigation sought to determine students' perspectives regarding the conceptualization of eco-mathematics and its role in addressing environmental issues both before and after project completion, as well as to elicit their general opinions and recommendations concerning the project. For this purpose, the following questions were tried to be answered.

- Is there a statistically significant difference in the attitude towards mathematics scores of the participants after the project compared to before the project?
- Is there a statistically significant difference in the participants' awareness of environmental problems after the project compared to before the project?
- Is there a statistically significant difference in the environmental attitude scores of the participants after the project compared to before the project?
- Is there a statistically significant difference in the participants' mathematics motivation scores after the project compared to before the project?
- Is there a statistically significant difference in the attitude scores of the participants towards mathematics problem solving after the project compared to before the project?
- What are the participants' views on the meaning of eco-mathematics and the role of eco-mathematics in solving environmental problems before and after the project?
- What are the opinions and suggestions of the students about the activities carried out during the project process?

## Method

### Research design

This study employed a mixed-methods research design incorporating both qualitative and quantitative methodologies. The quantitative component of the study utilized a one-group pretest-posttest experimental design to assess changes in students' attitudes toward mathematics, environmental problem awareness, environmental attitudes, mathematics motivation, and mathematical problem-solving attitudes. One-group pretest-posttest design involves the process of collecting data from a group using the same measurement tools before and after an experimental intervention (Büyüköztürk, 2011; Fraenkel & Wallen, 2006). In this study, data collection tools were administered to the participants as a pre-test before the project, and after the project process was completed, the same tools were administered again as a post-test. The differences between the averages of the pre-test and post-test scores were analyzed. In the qualitative part of the study, semi-structured interviews and document analysis were used, pre-interviews were conducted before the activities. Post-interviews were conducted at the end of the project in order to determine the students' views on the meaning of eco-mathematics and its place in solving environmental problems before and after the project and their opinions and suggestions about the activities carried out during the project process. Reflective diaries were applied after each session to provide feedback on the project process and to collect data to complement the interview data.

### Participants

This study was conducted with disadvantaged students studying in village schools that provide access to education through transportation in order to contribute to the provision of equal opportunities in education. In this context, the study was conducted with 30 7th and 8th grade students, 16 girls and 14 boys, studying in secondary schools that provide access to education through transportation in different districts of Aydın Provincial Directorate of National Education was contacted to determine the participants, information about the project was provided, and a letter of support was obtained for the students to participate in the training in the project. Then, a participant application form was prepared to identify the volunteer participants and delivered

to the students who wanted to participate. The criterion sampling method was used to determine the study group. The criteria were studying in secondary schools that provide access to education through transportation and volunteering to participate in the study. Participants were determined so that the districts where the schools were located and the gender distribution of the students were balanced.

### **Data collection tools**

Within the scope of the project, the changes in middle school students' attitudes towards mathematics, awareness towards environmental problems, environmental attitudes, mathematics motivation, and attitudes towards mathematical problem solving were examined. In this context, the Attitudes Towards Mathematics Scale, Awareness of Environmental Issues Scale, Environmental Attitude Scale, Mathematics Motivation Scale, and Mathematics Problem Solving Attitude Scale were administered to the participants at the beginning and the end of the project as pre-test and post-test. In addition, semi-structured interviews were conducted with the students at the beginning and end of the project process to determine their views on the meaning of eco-mathematics and the role of eco-mathematics in solving environmental problems before and after the project and to obtain their general opinions and suggestions about the project. Reflective diaries were applied to the students at the end of each activity day. Information about the data collection tools used in the study is given below.

#### **Quantitative data collection tools**

##### *Attitude scale towards mathematics (Önal, 2013)*

The Attitude Towards Mathematics Scale developed by Önal (2013) consists of 22 items and four factors. These factors were determined as interest, anxiety, study, and necessity. The items of the scale are 5-point Likert type and are in the form of "Strongly Agree", "Agree", "Neutral", "Disagree" and "Strongly Disagree". Within the scope of the validity and reliability studies of the scale, the internal consistency coefficient (Cronbach's alpha coefficient) for the whole scale was found to be .90. The internal consistency coefficient of the factors that make up the scale is .89 for the "Interest" sub-dimension consisting of ten items, .74 for the "Anxiety" sub-dimension consisting of five items, .69 for the "Study" sub-dimension consisting of four items, and .70 for the "Necessity" sub-dimension consisting of three items, respectively. As a result of confirmatory factor analysis, fit indices for the model were calculated as GFI=.91, AGFI=.88, NFI=.96, NNFI=.98, CFI=.98, RMSEA=.050, and it was confirmed that the scale formed a four-factor structure. The scale explains 55.12% of the variance in total. In this study, Cronbach's alpha value was recalculated and found to be .87 for the whole scale, .84 for the first subscale, .79 for the second subscale, .76 for the third subscale, and .72 for the fourth subscale.

##### *Awareness scale for environmental problems (Güven & Aydoğdu, 2012)*

As a result of the validity and reliability studies of the scale developed by Güven and Aydoğdu (2012), consisting of 6 sub-dimensions and 44 items, the KMO value was found to be .82, and the factor loadings of the items in the scale were found to be between .49 and .97. The scale is a 3-point Likert-type scale and is scaled as "yes", "no idea" and "no". The internal consistency coefficient of the scale was found to be .90. In addition, the reliability values for each factor were calculated separately, and Cronbach's alpha was .95 for eight items in the first factor, .95 for seven items in the second factor, .91 for eight items in the third factor, .90 for eight items in the fourth factor, .75 for seven items in the fifth factor and .71 for six items in the sixth factor. The sub-dimensions of the scale were named knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, and evaluation in accordance with the cognitive domain steps. These six factors explained 63% of the total variance. The discrimination indices of the items ranged between .21 and .66. Cronbach's alpha values calculated in this study were .76 for the whole scale, .74 for the first subscale, .72 for the second and third subscales, .75 for the fourth subscale, .70 for the fifth subscale and .73 for the sixth subscale.



### *Environmental attitude scale (Özata Yücel and Özkan, 2014)*

It was determined that the Environmental Attitude Scale developed by Özata Yücel and Özkan (2014) consists of a single dimension called "behavior" in the first subscale and three dimensions as "idea", "feeling" and "willingness to proceed in action" in the second subscale. The scale consists of 21 items, and the scale items are in 5-point Likert-type: 'Strongly disagree', 'Slightly disagree', 'Moderately agree', 'Strongly agree' and 'Strongly agree'. Cronbach alpha internal consistency coefficient for the whole scale was .88. The Cronbach alpha value of the first subscale was .84, the Guttman Split Half value was .83, and the Spearman Brown coefficient was .83. For the second subscale, the Cronbach Alpha value was .81, Guttman Split Half value was .73, and Spearman Brown coefficient was .73. The item-total correlations of the first subscale were between .37 and .67, and the second subscale was between .30 and .77. According to the confirmatory factor analysis results of the first subscale, the goodness of fit indices were calculated as  $\chi^2/df=2.96$ , RMSEA=.062, GFI=.94, AGFI=.92, NFI=.94, NNFI=.95, CFI=.96, SRMR=.049. When the confirmatory factor analysis results for the second subscale were examined,  $\chi^2/df=2.67$ , RMSEA=.057, GFI=.92, AGFI=.90, NFI=.92, NNFI=.94, CFI=.95, SRMR=0.068. In this study, the second subscale was used, and Cronbach's alpha values were calculated to be .72 for the whole scale. It was .84 for the behavior subscale, .80 for the emotion subscale, .71 for the thought subscale, and .72 for the willingness to proceed in action subscale.

### *Mathematics motivation scale (Aktan & Tezci, 2013)*

The validity and reliability analyses of the scale originally developed by Pintrich et al. (1991) and adapted into Turkish by Aktan and Tezci (2013) were carried out with a sample of 210 fifth-grade students. The scale comprises six sub-dimensions and a total of 27 items, including intrinsic goal orientation (3 items), extrinsic goal orientation (4 items), task value (5 items), learning beliefs (5 items), self-efficacy (6 items), and test anxiety (4 items). The internal consistency coefficient of the Mathematics Motivation Scale was .91. The internal consistency coefficient for the sub-dimensions ranged from .85 to .94. Item total correlation values ranged from .62 to .89. When the confirmatory factor analysis results of the scale were examined,  $\chi^2/df=2.32$ , RMSEA=.080, GFI=.80, AGFI=.75, NNFI=.90, CFI=.91, SRMR=0.059. In this study, Cronbach's alpha value was recalculated and found to be .73 for the whole scale, .70 for the first subscale, .72 for the second subscale, .86 for the third subscale, .70 for the fourth subscale, .72 for the fifth subscale and .84 for the sixth subscale.

### *Mathematics problem solving attitude scale (Çanakçı, 2008)*

The Mathematics Problem Solving Attitude Scale, developed by Çanakçı (2008), is a 5-point Likert-type scale consisting of 19 items. The scale development study was conducted with 638 middle school (6th, 7th, and 8th grade) students. The scale comprises two dimensions: the first dimension, referred to as the Enjoyment Dimension, includes 10 items that assess students' attitudes toward enjoying problems and problem solving; the second dimension, labeled the Teaching Dimension, consists of 9 items that measure students' attitudes toward themselves, the teacher, and the problem-solving process. The Pearson correlation coefficient obtained through the test-retest method was calculated as .89. Cronbach's alpha internal consistency coefficients were reported as .85 for the entire scale, .87 for the enjoyment subscale, and .77 for the instruction subscale. In the current study, Cronbach's alpha values were calculated as .88 for the whole scale, .92 for the enjoyment subscale, and .75 for the teaching subscale.

## **Qualitative data collection tools**

### *Eco-mathematics semi-structured interview form*

In order to determine the scope of the interviews to be conducted within the scope of the study, draft semi-structured interview forms were prepared by the researchers by examining national and international studies emphasizing the handling of environmental problems in the context of

education and the role of eco-mathematics in solving these problems. The interview forms were organized in two different ways to be applied at the beginning and at the end of the training. In the pre-interview, questions about students' level of knowledge about the meaning of eco-mathematics, environmental problems, and how eco-mathematics can be used to solve these problems were prepared. In addition to these questions, the post-interview questions included their evaluation of the project process and their suggestions for increasing the effectiveness of the project. The draft forms were reviewed by three experts and finalized for use in the study.

### *Reflective participant diaries*

Reflective diaries were prepared to allow participants to document their observations and experiences related to the training sessions conducted as part of the project. These diaries included prompts concerning what they learned throughout the day, how they felt, the benefits of the activities, both positive and negative aspects, and features of the activities they would like to change. Within the scope of the research, the data obtained from the reflective diaries were used as a supportive and complementary source alongside the interview data.

### **Data collection and analysis**

The data were collected in stages: before, during, and after the project. In this context, face-to-face pre-interviews were conducted with all participants before the project activities started. Pre-tests were administered immediately after the interviews. During the project, participants were asked to complete reflective diaries after each session. At the end of the project, posttests were administered, and final face-to-face interviews were conducted. Before starting the project, permission for use was obtained from the researchers who developed the data collection tools.

The SPSS 22 package program was used to analyze the quantitative data collected during the research. A paired samples t-test was employed to determine whether there was a statistically significant difference between the pretest and posttest scores of the scales. The normality of the data was assessed using the Shapiro-Wilk test as well as kurtosis and skewness coefficients. For the qualitative data, both descriptive and content analysis methods were applied. Anonymity was maintained by assigning code names to participants. Interview transcripts were coded line by line, and themes were identified by grouping similar responses. In this process, two researchers coded the data simultaneously, while a third researcher independently coded the data to ensure reliability. The codings obtained were analyzed together, and the percentage of agreement was calculated as 91.86% (384 out of 418 codes were in agreement), and consensus was reached on the codes that did not agree. The statements in the reflective diaries were presented with direct quotations to support the interview data.

Within the scope of the validity and reliability studies, the internal consistency coefficients of the scales were calculated. In order to ensure the credibility, consistency, confirmability, and transferability of qualitative data, expert opinions were consulted at the stages of preparing the data collection tools and designing the application process. Data diversification was tried to be provided by using interviews and document analysis. Three different field experts analyzed the data and the findings were supported by direct quotations. The data collection and analysis process was explained in detail. In addition, the study group and the implementation process were described in detail.

### **Implementation process**

As part of this study, the "Eco-Mathematics for Secondary School Students" project—designed with an interdisciplinary approach and incorporating mathematics activities themed around environmental education—was implemented over the course of seven sessions with secondary school students considered disadvantaged, attending village schools that offer access to education through transportation services. The project aimed to increase students' knowledge and awareness of the concept of eco-mathematics, to improve their environmental awareness

and attitudes towards the environment in a positive way, to increase their mathematics knowledge, and to improve their attitudes and motivation towards learning environment and mathematics. In the project, activities involving approaches such as open and closed-ended experiments, computational thinking, scientific excursions and fieldwork, and STEM were carried out. The planned activities aimed at village school students to have knowledge about the concept of eco-mathematics and to establish a connection between the environment and mathematics. Through the eco-mathematics activities carried out during the project, mathematics was tried to be explained to students in the context of global and local environmental problems. Thus, it was aimed to raise students as ecologically informed, empathetic, and justice-oriented citizens and to develop their creative problem solving skills. This project was designed to be a camp for the realization of mathematics education in ecological contexts. It includes the calculation of ecological footprint through mathematical operations and sustainable use of water resources, awareness-raising activities on geothermal greenhouses and sustainable agriculture using renewable energy sources on a local scale, informative trips on agriculture and biodiversity, possible effects of climate change on biodiversity, and awareness activities on environmental problems.

Detailed information on the events is presented in Annex 1.

Informed consent forms were obtained from the parents of the students who applied and participated in the project. The research was reviewed and approved by the Ethics Committee of the university where the researchers work (Aydın Adnan Menderes University Educational Research Ethics Committee- 29.02.2024 date 2nd Session XXII decision number). In all stages of the research, the rights of the participants were respected, the protection of their personal data was emphasized, and ethical principles were followed.

## Findings

### Findings from quantitative data

In order to determine the effect of the project activities carried out within the scope of the study on students' attitudes towards mathematics, awareness of environmental problems, environmental attitudes, mathematics motivation, and attitudes towards mathematics problem solving, pretest, and posttest were applied to the students. The normality of distribution for pretest and posttest score differences of the scales employed in this study was assessed through the Shapiro-Wilk test and examination of kurtosis and skewness coefficients, with the obtained results presented in Table 1.

**Table 1** Normality test results for the participants' pretest and posttest difference scores

|                                            | Score            | Shapiro-Wilk |    |      | Skewness | Sh   | Ratio | Kurtosis | Sh   | Ratio |
|--------------------------------------------|------------------|--------------|----|------|----------|------|-------|----------|------|-------|
|                                            |                  | Z            | df | p    |          |      |       |          |      |       |
| Attitude Scale towards Mathematics         | Posttest-Pretest | .195         | 30 | .005 | -.247    | .427 | -.58  | 1.614    | .833 | 1.93  |
| Awareness Scale for Environmental Problems | Posttest-Pretest | .151         | 30 | .080 | -.320    | .427 | -.75  | 1.258    | .833 | 1.51  |
| Environmental Attitude Scale               | Posttest-Pretest | .205         | 30 | .002 | -.825    | .427 | -1.93 | 1.155    | .833 | 1.39  |
| Mathematics Motivation Scale               | Posttest-Pretest | .145         | 30 | .109 | -.607    | .427 | -1.42 | 1.414    | .833 | 1.69  |
| Mathematics Problem Solving Attitude Scale | Posttest-Pretest | .191         | 30 | .007 | -.659    | .427 | 1.54  | 1.371    | .833 | 1.64  |

Upon examination of Table 1, it can be determined that the pretest and posttest difference scores for the "Awareness Scale for Environmental Problems" and "Mathematics Motivation Scale" administered to project participants exhibited normal distribution. ( $p > .05$ ). The difference scores of the "Attitude Toward Mathematics Scale" (Shapiro-Wilk  $Z = 0.195$ ,  $p < .05$ ), the "Environmental Attitude Scale" (Shapiro-Wilk  $Z = 0.205$ ,  $p < .05$ ), and the "Mathematics Problem



Solving Attitude Scale" (Shapiro-Wilk  $Z = 0.191$ ,  $p < .05$ ) were found to violate the assumption of normality. However, the values obtained by dividing the kurtosis coefficient by the standard error of kurtosis and those obtained by dividing the skewness coefficient by the standard error of skewness were within the acceptable range of  $-1.96$  to  $+1.96$  (Büyüköztürk, 2012). Therefore, it can be stated that the distribution of scores for each measurement approximated normality. Since a normal distribution of pretest and posttest scores indicates that parametric tests (i.e., t-tests) are appropriate, the paired samples t-test was used in this study to examine whether there was a significant difference between participants' pretest and posttest mean scores on the scales. The results of the Attitude Towards Mathematics Scale are presented in Table 2.

**Table 2** Paired sample t-test results of attitudes towards mathematics scale pretest and posttest scores

|                                    |           | Score     | N  | x    | s    | sd | t      | p    |
|------------------------------------|-----------|-----------|----|------|------|----|--------|------|
| Attitude Scale towards Mathematics |           | Pre-test  | 30 | 4.02 | .59  | 29 | -.875  | .38  |
|                                    |           | Post-test | 30 | 3.93 | .83  |    |        |      |
| Sub Dimensions                     | Interest  | Pre-test  | 30 | 3.96 | .67  | 29 | -.636  | .53  |
|                                    |           | Post-test | 30 | 3.90 | .92  |    |        |      |
|                                    | Anxiety   | Pre-test  | 30 | 3.50 | 1.16 | 29 | 1.272  | .21  |
|                                    |           | Post-test | 30 | 3.70 | 1.13 |    |        |      |
|                                    | Study     | Pre-test  | 30 | 4.35 | .63  | 29 | -2.371 | .02* |
|                                    |           | Post-test | 30 | 4.05 | .96  |    |        |      |
|                                    | Necessity | Pre-test  | 30 | 4.44 | .66  | 29 | -1.852 | .07  |
|                                    |           | Post-test | 30 | 4.21 | .88  |    |        |      |

Upon examination of Table 2, findings indicate no statistically significant difference between the pretest and posttest means of the Attitude Towards Mathematics Scale [ $t(29)=-0.875$ ,  $p=.38>.05$ ]. When comparing the means of the scale's sub-dimensions, a statistically significant difference [ $t(29)=-2.371$ ,  $p=.02<.05$ ] was identified in the "Study" sub-dimension. The results of the Awareness Scale for Environmental Problems are presented in Table 3.

**Table 3** Paired sample t-test results of awareness scale for environmental issues pre-test and post-test scores

|                                            |                | Score     | N  | x    | s   | sd | t      | p    |
|--------------------------------------------|----------------|-----------|----|------|-----|----|--------|------|
| Awareness Scale for Environmental Problems |                | Pre-test  | 30 | 1.41 | .19 | 29 | .983   | .33  |
|                                            |                | Post-test | 30 | 1.43 | .22 |    |        |      |
| Sub Dimensions                             | Knowledge      | Pre-test  | 30 | 1.37 | .26 | 29 | 3.194  | .00* |
|                                            |                | Post-test | 30 | 1.50 | .30 |    |        |      |
|                                            | Comprehension  | Pre-test  | 30 | 1.47 | .24 | 29 | 1.464  | .15  |
|                                            |                | Post-test | 30 | 1.53 | .26 |    |        |      |
|                                            | Implementation | Pre-test  | 30 | 1.46 | .34 | 29 | .017   | .98  |
|                                            |                | Post-test | 30 | 1.47 | .37 |    |        |      |
|                                            | Analysis       | Pre-test  | 30 | 1.59 | .27 | 29 | .648   | .52  |
|                                            |                | Post-test | 30 | 1.62 | .29 |    |        |      |
|                                            | Synthesis      | Pre-test  | 30 | 1.14 | .27 | 29 | .393   | .69  |
|                                            |                | Post-test | 30 | 1.17 | .33 |    |        |      |
|                                            | Evaluation     | Pre-test  | 30 | 1.30 | .30 | 29 | -1.773 | .08  |
|                                            |                | Post-test | 30 | 1.42 | .35 |    |        |      |

As seen in Table 3, there was no statistically significant difference between the pre-test and post-test averages of the Awareness Scale for Environmental Issues [ $t(29)=-0.983$ ,  $p=.33>.05$ ]. When the averages of the sub-dimensions of the scale were compared, a statistically significant difference [ $t(29)=3.194$ ,  $p=.00<.05$ ] was found in the "Knowledge" sub-dimension. When the other sub-dimensions are analyzed, it is seen that there is no statistically significant difference between the pre-test averages and post-test averages. The results of the Environmental Attitude Scale are presented in Table 4.

**Table 4** Paired sample t-test results of environmental attitude scale pretest and posttest scores

|                              |         | Score     | N  | x    | s   | sd | t     | p   |
|------------------------------|---------|-----------|----|------|-----|----|-------|-----|
| Environmental Attitude Scale |         | Pre-test  | 30 | 4.20 | .39 | 29 | -.525 | .60 |
|                              |         | Post-test | 30 | 4.15 | .69 |    |       |     |
| Sub Dimensions               | Emotion | Pre-test  | 30 | 4.43 | .62 | 29 | -.882 | .38 |

|                            |           |    |      |     |    |        |     |
|----------------------------|-----------|----|------|-----|----|--------|-----|
|                            | Post-test | 30 | 4.31 | .84 |    |        |     |
| Reflection                 | Pre-test  | 30 | 4.43 | .39 | 29 | -1.214 | .23 |
|                            | Post-test | 30 | 4.26 | .73 |    |        |     |
| Willingness to Take Action | Pre-test  | 30 | 3.63 | .62 | 29 | 1.210  | .24 |
|                            | Post-test | 30 | 3.80 | .91 |    |        |     |

Upon examination of Table 4, findings reveal no statistically significant difference between students' Environmental Attitude Scale pretest means and posttest means [ $t(29)=-0.525$ ,  $p=.60>.05$ ]. When comparing the means of the scale's sub-dimensions, no statistically significant differences were identified. The results of the Mathematics Motivation Scale are presented in Table 5.

**Table 5** Paired sample t-test results of mathematics motivation scale pretest and posttest scores

|                              |                              | Score     | N  | x    | s    | sd | t      | p   |
|------------------------------|------------------------------|-----------|----|------|------|----|--------|-----|
| Mathematics Motivation Scale |                              | Pre-test  | 30 | 4.11 | .49  | 29 | -.527  | .60 |
|                              |                              | Post-test | 30 | 4.06 | .71  |    |        |     |
| Sub Dimensions               | Internal Goal Orientation    | Pre-test  | 30 | 4.25 | .65  | 29 | -.591  | .55 |
|                              |                              | Post-test | 30 | 4.15 | .99  |    |        |     |
|                              | Extrinsic Goal Orientation   | Pre-test  | 30 | 4.15 | .66  | 29 | .314   | .75 |
|                              |                              | Post-test | 30 | 4.20 | 1.09 |    |        |     |
|                              | Subject Value                | Pre-test  | 30 | 4.40 | .64  | 29 | -1.001 | .32 |
|                              |                              | Post-test | 30 | 4.26 | .93  |    |        |     |
|                              | Controlling Learning Beliefs | Pre-test  | 30 | 4.14 | .63  | 29 | -.208  | .83 |
|                              |                              | Post-test | 30 | 4.11 | .75  |    |        |     |
|                              | Self-efficacy                | Pre-test  | 30 | 4.13 | .71  | 29 | -.097  | .92 |
|                              |                              | Post-test | 30 | 4.12 | .95  |    |        |     |
|                              | Test anxiety                 | Pre-test  | 30 | 4.11 | .49  | 29 | 1.107  | .27 |
|                              |                              | Post-test | 30 | 4.06 | .71  |    |        |     |

Upon examination of Table 5, findings indicate no statistically significant difference between students' Mathematics Motivation Scale pretest means and posttest means [ $t(29)=-0.527$ ,  $p=.60>.05$ ]. When comparing the means of the scale's sub-dimensions, no statistically significant differences were identified. The results of the Mathematics Problem Solving Attitude Scale are presented in Table 6.

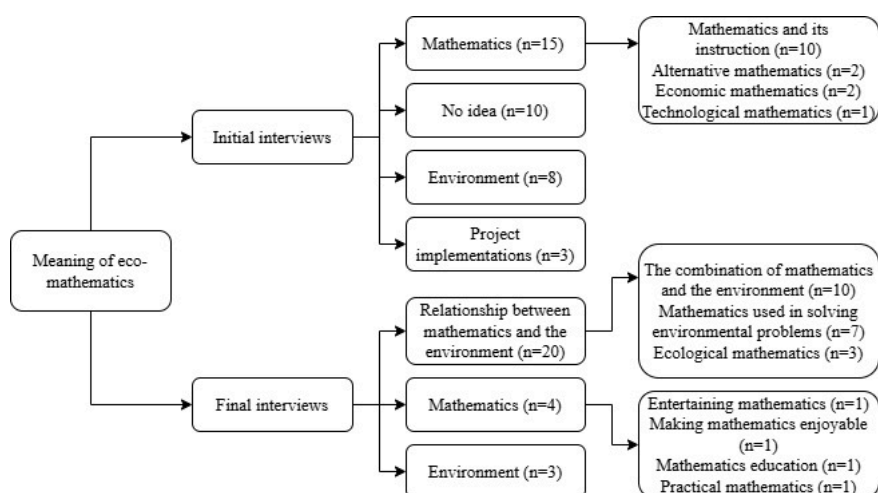
**Table 6** Paired sample t-test results of mathematics problem solving attitude scale pretest and posttest scores

|                                            |           | Score     | N  | x    | s   | sd | t      | p   |
|--------------------------------------------|-----------|-----------|----|------|-----|----|--------|-----|
| Mathematics Problem Solving Attitude Scale |           | Pre-test  | 30 | 3.92 | .57 | 29 | -1.118 | .27 |
|                                            |           | Post-test | 30 | 3.79 | .72 |    |        |     |
| Sub Dimensions                             | Enjoyment | Pre-test  | 30 | 3.80 | .84 | 29 | -1.015 | .32 |
|                                            |           | Post-test | 30 | 3.63 | .92 |    |        |     |
|                                            | Teaching  | Pre-test  | 30 | 3.96 | .40 | 29 | -.870  | .39 |
|                                            |           | Post-test | 30 | 4.05 | .66 |    |        |     |

As seen in Table 6, findings reveal no statistically significant difference between the pretest and posttest means of the Mathematics Problem Solving Attitude Scale [ $t(29)=-1.118$ ,  $p=.27>.05$ ]. When comparing the means of the scale's sub-dimensions, no statistically significant differences were identified.

### Findings from qualitative data

The findings of the students' views on the meaning of eco-mathematics and its role in solving environmental issues before and after the project were analyzed under the themes of "the meaning of eco-mathematics," "environmental issues," and "the role of eco-mathematics in solving environmental issues". The students' views on the theme of "meaning of eco-mathematics" before and after the project are presented in Image 1.



**Image 1** Students' views on the meaning of eco-mathematics

When Image 1 is examined, it is seen that there are some differences in students' views on the meaning of eco-mathematics in the pre and post-interviews.

In the pre-project interviews, most of the students were able to relate eco-mathematics only to mathematics, whereas in the post-project interviews, they emphasized the relationship between the environment and mathematics more. Some of the participants' views expressing that eco-mathematics is related to mathematics in the pre-interviews are as follows:

"I think that we will be taught a different version of mathematics than the one shown to us."

(S5-pre)

"The name of your project was eco-mathematics. In terms of the project, solving tests related to mathematics, playing games." (S12-Pre)

"Mathematics, advanced mathematics, I can't think of anything else." (S6-pre)

"Numbers, subjects related to mathematics come." (S19-pre)

Although many participants stated that they did not know the meaning of eco-mathematics in the interviews conducted before the project, this response was not found in the interviews conducted after the project. Some of the participant statements in the pre-project interviews regarding the meaning of eco-mathematics are as follows:

"I haven't heard of it. I don't know. I can't think of it." (S9-pre)

"I have no idea." (S11-pre)

Some examples of the statements of a few participants who were able to establish the relationship between eco-mathematics and the environment in the preliminary interviews are as follows:

"I thought it was something about the environment." (S6-pre)

"We can come up with something about keeping the environment clean. If we can use the formulas in the mathematics lesson about the environment, something good can come out." (S14-pre)

One participant explained the meaning of eco-mathematics as project implementations. An example statement on this subject is as follows:

"Nothing much is coming. My teacher said we would have a camp, and I thought about that in the project. We can go somewhere in the project. We can deal with something. We solve tests in math. We can do something different here." (S26-pre)

In the final interviews, most of the participants were able to establish the relationship between eco-mathematics and the environment, stated that eco-mathematics is a combination of environment and mathematics, and expressed the role of ecological mathematics and mathematics in solving environmental problems. Sample participant statements are as follows:

"It is related to mathematics because it involves mathematics, and when I say eco, I think of the environment. Therefore, it is a combination of environment and mathematics." (S6-final)

"For me, nothing was coming before, after this one-week activity, the combination of environment and mathematics comes to me." (S20-final)

"Mathematics associated with the environment, how we can use mathematics in daily life. We need numerical data to measure air pollution." (S24-final)

In the final interviews, participants who explained the meaning of eco-mathematics based on the concept of mathematics defined eco-mathematics as fun mathematics, making mathematics enjoyable, mathematics teaching, and practical mathematics. The statements of some participants on the subject are as follows:

"The activities are fun, training, trips are coming. Games, mathematics courses, things that make us love mathematics." (S28-final)

"The math lesson comes, math tests, subjects." (S1-final)

"Mathematics comes to mind, and when I say eco, practical mathematics comes to mind." (S27-final)

In the last interviews, some participants explained the meaning of eco-mathematics only by associating it with the environment without mentioning mathematics. Examples of participant views on this issue are presented below:

"We are coming to teach the wrong things we do. Environment is about air pollution, throwing garbage into the sea. It is about the environment." (S7-final)

"Protecting the environment, taking garbage from the ground, not destroying natural beauty, preventing factory fumes, situations arising from car exhaust. Sensitivity to the environment, damages to the environment, factories, throwing garbage into the sea." (S17-final)

Students' views on the theme of "environmental issues" before and after the project are presented in Image 2.

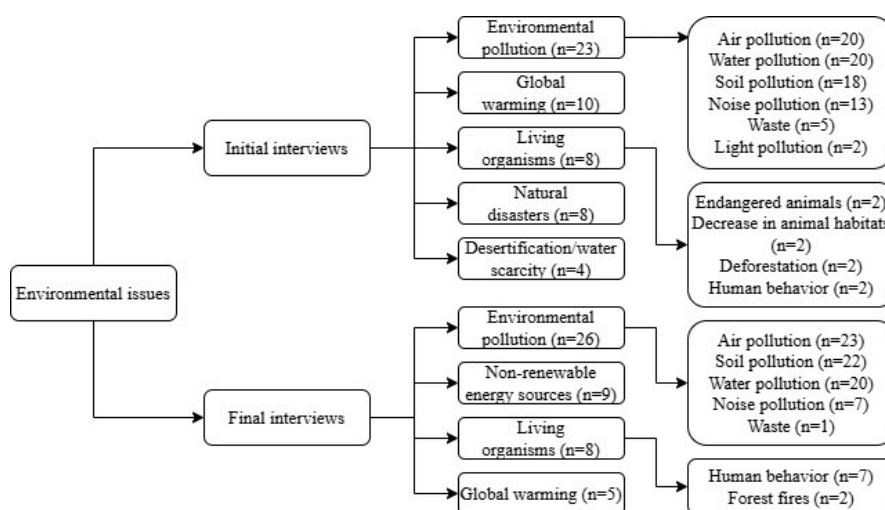


Image 2 Students' views on existing environmental problems

When Image 2 is examined, it is seen that students' views on existing environmental problems have some common points in the pre- and post-interviews. In the pre-interviews, participant views were grouped under the codes of "environmental pollution", "global warming", "living organisms", "natural disasters" and "desertification and water scarcity". Within the scope of environmental pollution, which is the most frequently expressed concept related to environmental problems, the participants expressed the factors that cause environmental pollution, such as air, water, soil, noise, and light pollution, as well as wastes such as garbage. Global warming is another environmental problem emphasized. Sample statements on this issue are as follows:

"Pollution, excessive noise, air pollution, water pollution, all of them" (S16-pre)

"Environmental problems, air pollution, global warming, greenhouse effect and things like that, noise pollution, water pollution..." (S11-pre)

"Global warming, air pollution, environmental pollution, water pollution" (S7-pre)

Under the code of living organisms, participants stated that endangered animals, the decrease in the habitats of animals, cutting down trees and unconscious behaviors of people are among the factors that cause environmental problems. Some participant views on this issue are as follows:

"Environmental problems, human-made problems. Global warming, greenhouse effect, desertification, flooding because trees cannot hold the water because people cut them down." (S27-pre)

"Polluting the habitats of animals, buildings in green areas, global warming, water pollution, garbage around, unconscious use of cardboard cups." (S10-pre)

When the findings obtained from the last interviews are analyzed, air, water, soil, noise pollution, and waste are some of the environmental problems emphasized in the last interviews. Sample statements are as follows:

"Cutting down trees, air, water, nature pollution." (S1-final)

"Quarantine and mask pollution, masks used in hospitals should be disposed of in a separate place. There should be medical waste bins, air, exhaust pollution." (S5-final)

"Air, water, soil, nuclear pollution, pine beetles, for example." (S25-final)

In the final interviews, unlike the preliminary interviews, statements regarding the use of non-renewable energy resources were included. Some statements on this issue are presented below:

"Thinning of the atmosphere, increase in carbon dioxide, rawer materials wasted without recycling" (S30-final)

"Exhausts of cars, smoke from factories." (S17-final)

In addition, in recent interviews, there has been more emphasis on environmental problems caused by human behavior. Some examples are presented below:

"Actually, I think it's divided into two, the one caused by humans and the one caused by natural conditions. People pollute the air and nature. Even though nature tries to solve it, it has difficulties. There are fires caused by nature. We need to help them, too; nature cannot do it alone." (S2-final)

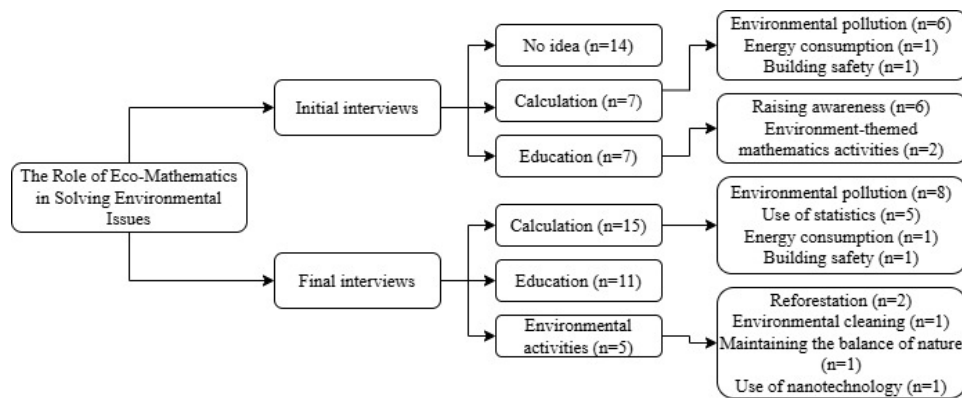
"They don't put filters on factory chimneys they pollute the seas and oceans, they throw garbage on the ground, they pollute the air, and everyone uses cars instead of buses. They cut down trees and construct buildings instead of them." (S29-final)

"People's unconsciousness, when people are unconscious, the rest comes and then progresses under the title of unconsciousness. Water pollution, noise pollution, air pollution, global warming." (S14-final)



"Throwing garbage on the ground, forest fires destroy nature, throwing garbage in the forest, throwing garbage in the sea." (S17-final)

The students' views on the theme of "the role of eco-mathematics in solving environmental issues" before and after the project are presented in Image 3.



**Image 3** Students' views on the role of eco-mathematics in solving environmental issues

As illustrated in Image 3, during pre-project interviews, a substantial proportion of students responded "I have no idea" when queried regarding the role of eco-mathematics in addressing environmental problems. For example, one student said, "I don't have an answer about it" (S3-pre), and another student said, "It helps, but I don't know" (S25-pre). Sample statements of some students who stated that calculations can be made by using eco-mathematics for solving environmental problems in the preliminary interviews are as follows:

"Finding out how to reduce impurities by calculating and processing them." (S2-pre)

"We can calculate the progress of environmental pollution. We can measure how much it has grown." (S24-pre)

"For example, in the consumption of energies, calculations tell us how much it will decrease and increase, that it is cleaner energy if we use renewable energy. By adding the pros and cons. How many renewable energies are used..." (S30-pre)

"For example, earthquakes happen, buildings collapse, if the thickness and length of those buildings are made properly, the rate of collapse of buildings may decrease." (S18-pre)

The opinions of some participants who stated that eco-mathematics can be utilized in solving environmental problems through education are as follows:

"You can tell us; we can act more consciously. You can do this by giving lessons." (S6-pre)

"For example, we count numbers in mathematics, and we collect the plastic garbage around, for example, if three cardboard cups correspond to one pencil, the plastic cups are brought there, and gifts are given for that number, people spend less money." (S10-pre)

In the final interviews, students' views on the role of eco-mathematics in solving environmental problems were categorized under the codes "calculation", "education," and "environmental activities". Students stated that calculations could be made to reduce the amount of environmental pollution, such as air, soil, and water pollution, through mathematics. Some of the participant views on this issue are as follows:

"We use it in everything; how should we reduce air pollution, how much should we use, oil waste, fertilizer... We can prevent air pollution. We can reduce our use of deodorant by proportion, if we use public transportation because more people will be together." (S2-final)

"By making calculations using mathematical calculations and numbers, for example, in one activity we examined sac beetles. We used a lot of numerical calculations there. When we randomly leave a red ant in a month, it kills this many pouch beetles in a month; it can be solved in that way." (S21-final)

"Sea pollution can be solved; there are machines under the sea that clean the sea; they were made with mathematics, for example, by calculating the diameter. Air pollution can be prevented, devices that can prevent the smoke in factory chimneys can be made." (S23-final)

The opinions of some participants who stated that solutions to environmental problems could be produced through mathematics by making calculations related to statistics, energy use, and building safety are presented below:

"For example, landslides can be solved with the rate of tree cutting, for example, nanotechnology is used when building houses. Making them strong prevents houses from collapsing in an earthquake." (S27-final)

"Mathematics can be used to solve environmental problems. Mathematical operations, ratio, and proportion can be done, and they can be used to calculate diameter. Using the diameter of a place. Devices can be developed, and projects can be done using mathematical operations." (S23-final)

Under the education code, participants stated that mathematics can contribute to the solution of environmental problems through awareness-raising training. Some of the participant opinions emphasizing education together with calculation are presented below:

"Raising people's awareness and making them keep the environment clean. There was an activity about pine trees; if there were too many pine beetles, pine trees would be damaged, so it was necessary to calculate their number." (S9-Final)

"Raising awareness, raising awareness of children... Just like garbage collection is done by counting, 300 liters of water is used in a shirt. We can use it for calculation." (S13-final)

"We need to tell people about the environment, about protecting nature. We had a lesson about water. Using water unconsciously, wasting drinking water, watering the grass for no reason. We can warn people by hanging posters. We can write a number and say we should protect trees, we should plant this many trees." (S28-final)

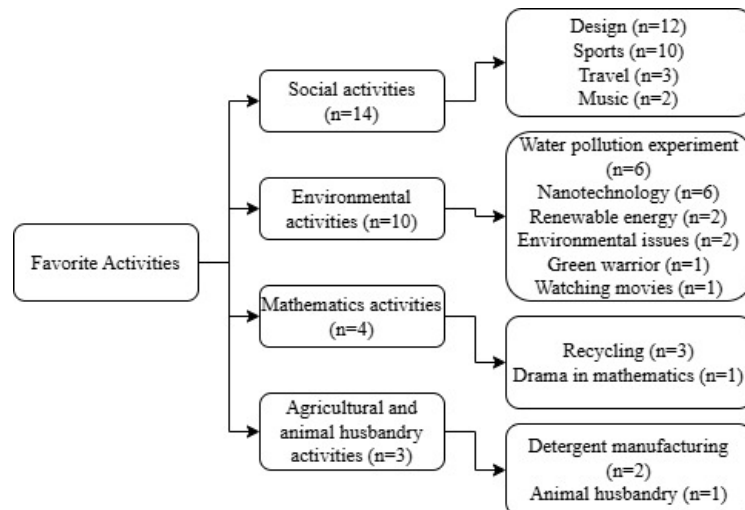
Under the code of environmental activities, participants stated that mathematics can be used in environmental activities such as reforestation, environmental cleaning, maintaining the balance of nature, and the use of nanotechnology. Sample participant opinions on the subject are as follows:

"We cut down trees to produce paper, we measure how much is cut down with numbers. We need mathematics to plant as much as we cut down." (S24-final)

"By using mathematics, for example, when we were in a smokeless forest fire, we had to kill those insects at a certain rate; if we did not follow the rate, the balance of nature would be disturbed. We need to kill them at that rate; for example, there is mathematics there." (S29-final)

"Something is being done with nanotechnology, garbage disappears faster. We did more calculations; for example, we used mathematics there." (S6-final)

The findings obtained from the semi-structured interviews conducted at the end of the project in order to determine the opinions and suggestions of the participants about the activities carried out during the project process were examined under the themes of "favorite activities" and "project-related suggestions". The participants' opinions on the theme of "favorite activities" within the scope of their evaluations of the project activities are presented in Image 4.



**Image 4** Students' views on their favorite activities

When Image 4 is examined, it is seen that the most favorite activities in the students' evaluations of the activities in the project are collected under the codes of "social activities", "environmental activities", "mathematics activities," and "agricultural and animal husbandry activities". Within the scope of social activities, participants stated that they liked design, sports, travel, and music activities the most. Some participant opinions on this subject are as follows:

"I liked all the activities, but I liked the three-dimensional activities more. Since it is difficult, it is nice for me to try a little bit." (S29)

"It was making boxes and pencil cases out of bottles. It was to learn new things on the trips. I liked it because we recycled things, and for example, I did not know how to make a pencil holder out of bottles, I will try it at home." (S1)

After the project activities, students evaluated the activities in their reflective diaries. Sample statements related to the social activities code are given below:

"We went to the house of Çalikuşu, I liked it very much. We went to Meryem Ana, Ephesus was very beautiful." (S4)

"Orienteering was fun; the most fun activity was the packaging design activity." (S20)

Within the scope of environmental activities, water pollution, nanotechnology, and renewable energy are among the most popular. Sample participant opinions on this subject are as follows:

"We examined DNA, we looked at different things in the water, for example, we have pine trees. I always saw things like worms in them. I learned about them. I learned that nanotechnology can be a solution to many diseases such as cancer." (S14)

"Water pollution. Because it was telling all the bad things about water and I will try not to do them." (S8)

"I liked them all very much, but I think nanotechnology was one of the lessons. Because I was very curious about it, I learned it here." (S20)

Examples of the statements in the reflective diaries filled in after the project activities regarding the environmental activities code are presented below:

"In the second activity, I learned a lot of information about vertebrate animal species in Turkey and endangered species... Nanotechnology interested me, gave me an idea about choosing a profession, pine beetles were fun and difficult." (S4)

"Biodiversity was fun, we learned new plant and animal species, I knew some information in the environmental pollution activity, but we also learned new information." (S20)

"Renewable energy is informative, fun, green warrior is informative." (S23)

"I had a lot of fun in laboratory experiments, we also did water purification." (S29)

Participants stated that they liked recycling and drama in mathematics the most among mathematics activities. Some sample statements on this subject are as follows:

"Recycling. I liked it because we recycle things." (S1)

"Drama. Actually, all the activities were good." (S7)

Within the agriculture and animal husbandry activities, the participants stated that they liked making natural detergents from raw materials obtained from agricultural production and animal husbandry during the field trip. The views of one participant on the subject are as follows:

"Detergent making and water purification. It can be used in real life, I can make detergent instead of buying it." (S27)

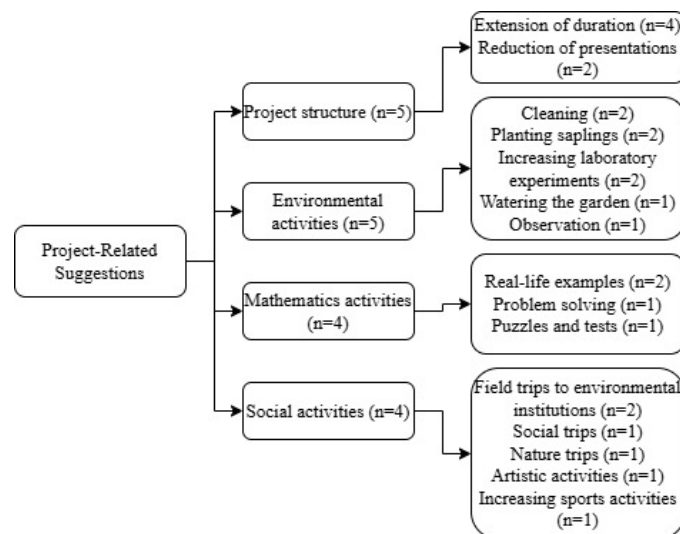
Examples of the statements in the reflective diaries related to the code of agriculture and animal husbandry activities are as follows:

"We went to Fig Research Center, we learned new things about animal husbandry and plants, I had fun making detergent." (S4)

"We went to Germencik Fig Research Institute, we learned about figs, we learned about animals, we liked animals, we learned calculations about agriculture." (S20)

"My day was good, we learned how to grow figs, we learned how to grow flowers in Söke, we learned about animals, we made dishwashing detergent, it was very nice." (S28)

Students' views on the theme of "project-related suggestions" are presented in Image 5.



**Image 5** Students' suggestions for making the project more effective

When Image 5 is examined, it is seen that the students' suggestions regarding the project are grouped under the codes of "project structure", "environmental practices", "mathematics activities" and "social activities". Regarding the structure of the project, some participants suggested extending the duration of the project. Some participant opinions on the subject are as follows:

"The day can be increased." (S27)

"It could be one month, two months." (S19)

"To do this for another year, for other children to learn and to reduce pollution such as air pollution." (S28)

When the findings are analyzed, there is also a suggestion to reduce the number of presentation-oriented courses or activities regarding the structure of the project. Regarding this issue, one participant suggested that *"conferences can be reduced"* (S27).

Participants made suggestions regarding environmental practices such as environmental cleaning, planting saplings, increasing laboratory experiments, watering the garden, and observing nature. Sample participant statements are presented below:

"I wish there were an activity to clean the nature." (S1)

"Like planting saplings or watering the garden, spending time in nature." (S30)

"I think we should have done more experiments in the laboratory." (S6)

"More activities can be done in the laboratory. We can examine dirty and clean soil. We can look at what damage it causes. We can't do it for air, but we can do it for water and soil." (S25)

Within the scope of mathematics activities, participants suggested that more examples, problem solving, puzzles, and tests related to daily life problems should be included. Sample statements on the subject are as follows:

"For example, problem solving could be more." (S22)

"The most that can be done can only be tests with puzzles in mathematics." (S15)

"More activities can be done from daily life." (S27)

Within the scope of social activities, participant suggestions included environmental institutions, social and nature trips, artistic activities, and more sportive activities. Examples of participant suggestions are as follows:

"Nature trips, more like walking in the forest, walking in the animals..." (S3)

"There could be more trips with different environmental topics. For example, we could go to certain organizations and explain what we can do." (S4)

"In sportive activities like soccer, basketball... There were fewer than others." (S21)

## Conclusions and recommendations

The results obtained from the quantitative data of the study show that there was no significant change in students' overall attitudes toward mathematics following their participation in the project. Sezer Evcan et al. (2020) reported similar findings in the TÜBİTAK 4004 project titled *Mathematics in Our Lives: Agriculture*. In that study, it was suggested that the lack of significant change may be attributed to the limited duration of the project. However, when the sub-dimensions of the attitude toward mathematics scale were examined, a significant difference favoring the post-test was found in the "Study" sub-dimension. The literature includes studies indicating that students enjoy the learning process more during activities conducted outside the traditional school setting (Kırıkkaya et al., 2010). Based on this finding, it can be concluded that the out-of-school activities conducted as part of the study contributed to increased student motivation and enjoyment in learning, along with a positive shift in their perceptions of studying mathematics.

Another finding of the study indicated that there was no overall difference in the level of awareness regarding environmental problems among the students participating in the project. However, when the sub-dimensions of environmental problem awareness were analyzed, a statistically significant difference was identified in the "Knowledge" sub-dimension. From this perspective, it can be inferred that the activities conducted during the project contributed to increasing students' knowledge about environmental issues. Similarly, Özgel et al. (2018) reported a significant improvement in the knowledge sub-dimension for the experimental group.

within the scope of nature camp-supported environmental education. It was observed that similar nature education projects had a positive effect on students' knowledge levels (Avcı et al., 2015). Consistent with these findings, Garcia-Piqueras and Ruiz-Gallardo (2021), in a study aimed at enhancing students' achievements and perceptions in mathematics, reported that students who engaged in a STEM task based on project-based learning demonstrated higher performance and knowledge levels on mathematics final exams compared to the control group. Furthermore, international literature highlights that eco-mathematics approaches, which integrate mathematics and environmental issues, are effective in fostering awareness of environmental problems. For instance, Skovsmose (2014) emphasizes the formative power of mathematics by underscoring the importance of critically engaging with mathematics in all environmental practices. To cultivate individuals' critical mathematical perspectives and awareness, it is suggested that real-world challenges such as climate change can serve as a gateway for individuals to participate as critical citizens in society. (Steffensen, 2017).

As a result of the research, it was revealed that there was no significant difference in the environmental attitudes, mathematics motivation and attitudes towards solving mathematical problems of the students who participated in the project. Based on this finding, it can be said that the duration of the project was not sufficient to create a significant change in environmental attitudes and mathematics motivation. It is also stated in various studies that the effect of activities and measurements made in a short time on attitudes and motivation is not sufficient (Keçeci et al., 2019; Yoloğlu & Uçar, 2015).

Upon examination of the qualitative data results, student perspectives regarding the conceptualization of eco-mathematics were categorized under the themes of "no idea," "mathematics," "environment," and "project implementations" during pre-interviews, and under the themes of "relationship between mathematics and the environment," "mathematics," and "environment" in the final interviews. While the theme of "no idea" received greater emphasis prior to the project, the theme of "the relationship between mathematics and the environment" garnered increased attention following the project implementation. The research findings demonstrate that at the project's inception, students exhibited inadequate ability to associate the meaning of eco-mathematics with environmental problems. Within the literature, investigations examining both the eco-critical approach in eco-mathematics-based programs and research on environmental mathematics education have revealed the benefits of integrating these two domains and their positive effects on students (Wolfmeyer & Lupinacci, 2017). As a result of the study, although students' perspectives on environmental problems comprised similar statements in both pre- and post-interviews, different emphases emerged during the interviews. In the pre-interviews, the most frequently cited environmental problem was identified as global warming; however, in the post-interviews, emphasis was placed on human behaviors as causative factors of environmental problems. Regarding the role of eco-mathematics in addressing environmental problems, students articulated their opinions under the themes of "no idea," "calculation," and "education" in the pre-interviews, and under the themes of "calculation," "environmental activities," and "education" in the post-interviews. Although the pre-interview results revealed that students had limited understanding of the connection between eco-mathematics and its role in solving environmental problems, the final interviews demonstrated a greater number of comments related to environmental activities, with an increased emphasis on how mathematics can be applied to address these issues. In this context, it can be asserted that the mathematical modeling activity on agricultural pests, along with other eco-mathematics activities conducted within the project, facilitated students' ability to link environmental problems with mathematics. Steffensen and Kacerja (2021), employing a socio-critical modeling perspective, investigated students' thought processes regarding climate change through the use of a Carbon Footprint Calculator in mathematics classes. Students explored and evaluated the calculation methods, the influence of various variables representing daily actions on the footprint, and the emissions at individual, national, and global levels. The findings



of their study support the notion that eco-mathematics activities positively impact students' perceptions and perspectives on the role of mathematics in solving environmental problems.

According to the results of the research obtained from the data collected at the end of the project, the opinions and suggestions of the students regarding the project activities consist of the themes of "favorite activities" and "project-related suggestions". The students' favorite activities were grouped under the titles of "social activities" such as three-dimensional works with waste materials, funnel snatching, dodgeball, "environmental activities" such as biodiversity, drinking water production routes, "mathematics activities" such as modeling including calculations related to agricultural pests, mathematical drama activity with the theme of environmental pollution, and "agricultural practices" such as wheat planting and the effect of global warming on agricultural products. The most popular activities were sports and design activities, as well as the water pollution experiment in the science laboratory where students performed water treatment. Topalsan et al. (2019) also concluded that students liked the activities in which they played an active role and carried out field studies more in their science projects with middle school students. It can be concluded that students expressed more positive opinions about activities in which they actively participated. Additional findings from the study indicate that students suggested extending the duration of the project, increasing the number of environmental activities with active participation, incorporating environmental practices, including diverse types of mathematics activities, and enhancing social activities. Similarly, an evaluation of the *Our Sea Mediterranean* project conducted by Avcı et al. (2015) with middle school students revealed that the interactive activities implemented during the project had a positive impact on the students. In another project conducted by Akay (2013), it was stated that middle school students accessed scientific knowledge by having fun. It is seen in the literature that students are more interested in summer camps, out-of-school activities, and out-of-class activities in which they are more actively involved rather than lessons that have rules and are based on a single discipline in their classes or formal education, and that they state that the time allocated to such activities is short (Aktamiş et al., 2018; Yazıcı et al., 2018). In summary, the results of the study show that the one-week eco-mathematics project was ineffective in creating a significant change in students' attitudes towards mathematics and the environment. However, it increased students' awareness of the role of eco-mathematics in solving environmental problems, and the general student opinions about the project were positive.

## Limitations of the study and recommendations

Within the scope of the research, students' attitudes towards mathematics and environmental attitudes, awareness of environmental problems, mathematics motivation, and mathematics problem solving attitudes were assessed using quantitative measurement tools. In this context, it may be recommended to conduct qualitative studies that will be structured more in-depth and over longer periods of time to measure these characteristics. In addition, students' views on the role of eco-mathematics in solving environmental problems were analyzed through semi-structured interviews. Through participant observations, studies can be conducted on how students make sense of the relationship between mathematics and the environment. This study is limited to students studying in secondary schools that provide access to education through transportation. Studies can also be conducted with students studying in different cities or educational levels. Regarding the applications to be carried out, it can be suggested that eco-critical approach, realistic mathematical modeling, eco-mathematics activities should be included more in the studies to be carried out on environment and sustainability. Mathematics-based activities for solving environmental problems can be integrated into education programs by designing content and learning-teaching process based on real life problems

## Author contribution rates

1st Author: %15, 2nd Author: %15, 3rd Author: %14, 4th Author: %14, 5th Author: %14, 6th Author: %14, 7th Author: %14 contributed to the study.

## Conflict of interest declaration

Our article titled "Eco-mathematics project evaluation for middle school students" has no financial conflict of interest with any institution, organization or person. There is also no conflict of interest between the authors.

## References

- Abtahi, Y., Gøtze, P., Steffensen, L., Hauge, K. H., & Barwell, R. (2017). Teaching climate change in mathematics classroom: An ethical responsibility. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 32, 1-18.
- Akay, C. (2013). Secondary school students' views on the concept of science after TUBITAK 4004 science school project based on learning by doing-living. *Mersin University Journal of Faculty of Education*, 9(2), 326-338.
- Aktamış, H., Acar, E., & Hiğde, E. (2018). Did the Let's learn astronomy-let's explore space camp change students' conceptual knowledge about astronomy?. *Kastamonu Education Journal*, 26(2), 523-533. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.389816>
- Aktan, S., & Tezci, E. (2013). Mathematics Motivation Scale (MMS) validity and reliability study. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(4), 57-77. <https://doi.org/10.9761/JASSS1173>
- Avcı, E., Özenir, Ö. S., Kurt, M., & Atik, S. (2015). Evaluation of "Our Sea Mediterranean" project for middle school students within the scope of TUBITAK 4004 nature education and science schools. *Amasya University Journal of Faculty of Education*, 4(2), 312-333. <https://doi.org/10.17539/aej.38049>
- Barwell, R. (2013). The mathematical formatting of climate change: Critical mathematics education and post-normal science. *Research in Mathematics Education*, 15(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633>
- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education*, 13(5), 7-11.
- Büyükoztürk, Ş. (2011). *Experimental designs* (3rd edition). Pegem Academy.
- Çanakçı, O. (2008). *Development and evaluation of mathematics problem solving attitude scale*. [Doctoral dissertation, Marmara University], YÖK Thesis Center.
- Ernest, P. (2002). Empowerment in mathematics education. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 15(1), 1-16.
- Ernest, P. (2009). Reflections on theories of learning. In *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers* (pp. 39-47). Springer.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th edition). McGraw-Hill.
- Garcia-Piqueras, M., & Ruiz-Gallardo, J. R. (2021). Green stem to improve mathematics proficiency: Esa mission space lab. *Mathematics*, 9(17), 2066. <https://doi.org/10.3390/math9172066>
- Garcia-Piqueras, M., & Sotos Serrano, M. (2021). Regeneración forestal tras un incendio: Complejidad y protocolos en una aproximación STEM transversal [Forest regeneration after a fire: Complexity and protocols in a transversal STEM approach]. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias [Eureka Magazine on Science Teaching and Dissemination]*, 18(1), 1201. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensdivulgcienc.2021.v18..i1.1201>
- Güven Yıldırım, E., & Aydoğdu, M. (2012). Developing the Awareness Scale for Environmental Problems and determining the awareness levels of prospective teachers. *Journal of Teacher Education and Educators*, 1(2), 185-2020.

- Hauge, K. H., & Barwell, R. (2017). Post-normal science and mathematics education in uncertain times: Educating future citizens for extended peer communities. *Futures*, 91, 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.013>
- Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 952-984.
- Hikayat, C., Suparman, S., Hairun, Y., & Suharna, H. (2020). Design of realistic mathematics education approach to improve critical thinking skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8(6), 2232-2244. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080606>
- Honess, D., & Quinlan, O. (2017). Astro pi: Running your code aboard the international space station. *Acta Astronautica*, 138, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2017.05.023>
- Keçeci, G., Zengin, F. K., & Alan, B. (2019). The effect of TUBITAK 4004 "Little Scientists Exploring the Ecosystem of Elâzığ Hazar Lake" project on the environmental attitudes of middle school students. *Journal of Human and Social Sciences Research*, 8(1), 41-63. <http://www.itobiad.com/issue/43055/482979>
- Kim, A. Y., Sinatra, G. M., & Seyranian, V. (2018). Developing a STEM identity among young women: A social identity perspective. *Review of Educational Research*, 88(4), 589-625. <https://doi.org/10.3102/0034654318779957>
- Kirikkaya, E. B., Iseri, S., & Vurkaya, G. (2010). A board game about space and solar system for primary school students. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 9(2), 1-13.
- Laurens, T., Batlolona, F. A., Batlolona, J. R., & Leasa, M. (2017). How does realistic mathematics education (RME) improve students' mathematics cognitive achievement?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(2), 569-578. <https://doi.org/10.12973/ejmste/76959>
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Merz, C. J. (2012). *Eco-math: Creating a model curriculum for teaching mathematics in the context of environmental education*. Theses digitization project. 4126. <https://scholarworks.lib.csusb.edu/etd-project/4126>
- Minichiello, A., Hood, J. R., & Harkness, D. S. (2018). Bringing user experience design to bear on STEM education: A narrative literature review. *Journal for STEM Education Research*, 1, 7-33. <https://doi.org/10.1007/s41979-018-0005-3>
- Mizell, S., & Brown, S. (2016). The current status of STEM education research 2013-2015. *Journal of STEM Education*, 17(4), 52-56.
- OECD (2006). *Evolution of student interest in science and technology studies: Policy report*. OECD Global Science Forum.
- Önal, N. (2013). Scale development study on middle school students' mathematics attitudes. *İlköğretim Online*, 12(4), 938-948.
- Özgel, Z. T., Aydoğdu, M., & Güven Yıldırım, E. (2018). The effect of nature camp supported environmental education on awareness and attitude towards environmental problems. *Ihlara Journal of Educational Research*, 3(2), 90-106.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning*. <https://files.>
- Pompea, S. M., Fine, L. W., & Meystre, P. (2011.). Photonics education for a green future: connecting the dots of the Arizona STEM education experiment. In *SPIE Eco-Photonics 2011: Sustainable Design, Manufacturing, and Engineering Workforce Education for a Green Future* (Vol. 8065, pp. 193-205). SPIE.

- Renert, M. (2011). Mathematics for life: Sustainable mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 31(1), 20-26.
- Salo, M., Mattinen-Yuryev, M. K., & Nissinen, A. (2019). Opportunities and limitations of carbon footprint calculators to steer sustainable household consumption-Analysis of Nordic calculator features. *Journal of cleaner production*, 207, 658-666. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.035>
- Schreffler, J., Vasquez III, E., Chini, J., & James, W. (2019). Universal design for learning in postsecondary STEM education for students with disabilities: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0161-8>
- Sezer Evcan, S., Adilov, G., Eken, Z., Barut, S., Kemali, S., & Tinaztepe, G. (2020). Evaluation of the "Mathematics in Our Lives: Agriculture" project realized for 7th grade students within the scope of TUBITAK 4004-Nature education and science schools. *International Journal of Educational Researchers*, 3(1), 28-41.
- Skovsmose, O. (2014). *Critique as uncertainty*. Information Age Publishing.
- Steffensen, L. (2017). Critical mathematics education and post-normal science: A literature overview. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 2017(32), 1-30.
- Steffensen, L., Herheim, R., & Rangnes, T. E. (2018). Wicked problems in school mathematics. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Eds.). *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 227-234). PME.
- Steffensen, L., & Kacerja, S. (2021). Carbon footprints calculators and climate change. In F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical modeling education in East and West* (pp. 513-523). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6_43)
- Topalsan, A. K., Türk, Z., & Güler, G. (2019). Evaluation of the "I Do Science in Nature!" project for children in need of protection. Evaluation of TUBITAK 4004 project. *Journal of Human and Social Sciences Research*, 8(1), 581-607. <https://doi.org/10.15869/itobiad.488344>
- Tucker-Raymond, E., Puttick, G., Cassidy, M., Harteveld, C., & Troiano, G. M. (2019). "I Broke Your Game!": critique among middle schoolers designing computer games about climate change. *International Journal of STEM Education*, 6, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0194-z>
- Wheland, E. R., Donovan, W. J., Dukes, J. T., Qammar, H. K., Smith, G. A., & Williams, B. L. (2013). Green action through education: A model for fostering positive attitudes about STEM. *Journal of College Science Teaching*, 42(3), 46-51.
- Wolfmeyer, M., Lupinacci, J., & Chesky, N. (2017). EcoJustice mathematics education: An ecocritical (re)consideration for 21st century curricular challenges. *Journal of Curriculum Theorizing*, 32(2), 53-71.
- Yazıcı, E., Aktamış, H., Hiğde, E., Arabacıoğlu, T., & Özen Ünal, D. (2018, November 22-24). *Move to STEM let's meet STEM nature education and science school*. [Oral Presentation] Innovation and Global Issues Congress IV (INGLOBE4), Antalya, Turkey
- Yoloğlu, A., & Uçar, M. (2015). Evaluation of a TUBITAK-4004 Project designed based on active learning about cultural assets and conservation. *Mersin University Journal of Faculty of Education*, 11(3), 1043-1062. <https://doi.org/10.17860/efd.81882>
- Yücel, E. Ö., & Özkan, M. (2014). Developing an Environmental Attitude Scale for middle school students. *Journal of Uludağ University Faculty of Education*, 27(1), 27-48. <https://doi.org/10.19171/uuefd.37221>

## Annex 1. Activities

| Day    | Event Name                                                                                                                                           |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Day | Measurement and evaluation activities, opening, environmental problems, economy, environment and mathematics themed activities and sports activities |
| 2. Day | Orienteering, Biodiversity and recycling themed environmental and math education activities                                                          |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Day | Sports activities, activities on water pollution, green technologies and nanotechnology, mathematical modeling activities on ecological balance, recycling-based geometry and art activities                                                                |
| 4. Day | Interdisciplinary activities focused on science and mathematics on the chemistry of water, drinking water pollution and production, global warming, geometry and art activities based on recycling, sports activities                                       |
| 5. Day | Visit to fig research center, interdisciplinary workshop with agriculture and mathematics education based on the relationship between agriculture, animal husbandry, irrigation and environmental problems, eco-mathematics themed music and art activities |
| 6. Day | Field trips and social excursions, eco-mathematics themed music and art activities                                                                                                                                                                          |
| 7. Day | Seminar on the pandemic process, environmental pollution and the role of mathematics in understanding it, sports and assessment and evaluation activities and console game                                                                                  |

## Ortaokul öğrencileri için eko-matematik proje değerlendirmesi<sup>1</sup>

Deniz Özen Ünal<sup>2</sup> , Nurtaç Üstündağ Kocakuşak<sup>3</sup> , İrem Coşkun<sup>2</sup> , Emrah Hiğde<sup>2</sup> , Hediye Can<sup>2</sup> , Serhan Ulusan<sup>2</sup> , Ersen Yazıcı<sup>2</sup> 

<sup>2</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimler Eğitimi Bölümü, Aydın, Türkiye; <sup>3</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Aydın, Türkiye.

### ÖZET

Bu çalışmada TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları çağrısı kapsamında desteklenen “Ortaokul Öğrencileri için Eko-Matematik” projesi kapsamında ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları, çevre sorunlarına yönelik farkındalıkları, çevresel tutumları, matematik motivasyonları ve matematiksel problem çözmeye yönelik tutumlarındaki olası değişim veya gelişimi incelemek, ayrıca proje sonunda eko-matematiğin anlamı ve eko-matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki yerine dair görüşlerindeki değişiklikleri ve proje ile ilgili genel düşünce ve önerilerini belirlemek amaçlanmıştır. Projede sürdürülebilirlik, su kirliliği, çevre kirliliği, iklim değişikliği, karbon salınımı, geri dönüşüm, ekolojik temizlik malzemelerinin üretimi ve hayvancılık konularına odaklanılmış, matematik bilgisini arttırmaya yönelik etkinlikler ile sanatsal, sportif ve sosyal etkinliklere yer verilmiştir. Çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Çalışma grubunu taşımalı eğitim yoluyla öğrenim gören 30 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmanın veri toplama araçlarını; Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği, Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık Ölçeği, Çevresel Tutum Ölçeği, Matematik Motivasyon Ölçeği, Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği, eko-matematik yarı yapılandırılmış görüşme formu ve yansıtıcı katılımcı günlükleri oluşturmaktadır. Nicel veriler eşleştirilmiş örneklemeler için t-testi aracılığıyla analiz edilmiştir. Nitel verilerin analizinde ise betimsel analiz ve içerik analizinden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin matematiğe yönelik tutum puanları için çalışma alt boyutunda ve çevre sorunlarına yönelik farkındalık puanları için bilgi alt boyutunda son test lehine anlamlı fark bulunmuştur. Proje sonrasında öğrencilerin çevre sorunları ve eko-matematik arasındaki ilişkiyi daha kolay kurabildikleri, projenin öğrenciler üzerinde olumlu etki bıraktığı ve öğrencilerin projeden keyif aldıkları belirlenmiştir.

### ANAHTAR KELİMELER

Eko- matematik, ortaokul öğrencileri, proje.

## Giriş

İklim değişikliği, küresel salgınlar ve genetiği değiştirilmiş organizmalar gibi küresel ölçekte yaşanan sorunlar toplumun her kesimini olduğu gibi öğrencileri de etkilemektedir. Bu nedenle öğrencilerin bu konularda bilgi sahibi olmaları ve okuryazarlıklarının artırılması gelecek için kritik öneme sahiptir. Bu da ancak eğitimde farklı bir yaklaşım ile mümkün olabilir. Sosyal ve çevresel faktörlerin iç içe geçmiş yapısı, eğitimde çeşitli unsurları değiştirerek, ders içeriklerinin düzenlenmesini gerektirmektedir. Öğrencilerin ders içeriklerine entegre edilecek olan eleştirel vatandaşlık eğitimi sayesinde çevreye duyarlı vatandaşlar olabilmeleri mümkündür (Ernest, 2002). Bu nedenle öğrencilerin günlük hayatta yaşanan konuları anlamlandırabilmeleri için eleştirel düşünme becerisine sahip olmaları gerekmektedir. Eleştirel düşünme becerisine sahip

<sup>1</sup> Bu araştırmanın bir bölümü EDUCongress 2022’de sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Bu çalışma için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 29.02.2024 tarihli 2. Oturumda XXII karar numarası ile etik kurul belgesi verilmiştir.



olmak, öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabilecekleri problem durumlarını çözümlemelerini kolaylaştıracaktır (Hikayat vd., 2020). Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeleri ve toplumsal konularda demokratik katılım sağlayan bireyler olabilmeleri için matematik eğitimi önemli bir yere sahiptir (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2006). Matematik eğitiminde toplumsal konular, matematiğin sınıfta, günlük yaşamda ve toplumda kullanım alanları bağlamında ele alınarak öğrencilerin eleştirel vatandaşlık gelişimi desteklenmektedir (Steffensen, 2017). Günlük hayat problemleri, matematik dersinin içerisine dahil edildiğinde, öğrenciler sahip oldukları bilgiyi işleyip ihtiyaç duydukları şekilde değiştirerek çözüme ulaşabilmektedir. Bu sayede matematik öğrenimi daha etkin bir şekilde sağlanabilmektedir (Laurens vd., 2017). Öte yandan araştırmacılar, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilebilmesi için iklim değişikliği gibi gerçek yaşam problemlerinin matematik eğitimi içerisinde bulunmasının önemli olduğunu dile getirmektedir (Abtahi vd., 2017; Ernest, 2009). Öğrencilerin çevre ve matematik okuryazarlıkları, eğitime entegre edilmiş proje bazlı uygulamalar ve çevre temalı etkinlikler ile geliştirilebilmektedir (Merz, 2012).

Matematik, iklim değişikliği gibi çevre sorunlarının tanımlanması, tahmin edilmesi ve bu sayede anlamlandırılmasında büyük rol oynamaktadır (Barwell, 2013). Bu sayede çevreye ilişkin problemler modellenerek çözüm adımlarının uygulanması, sorunlara ilişkin düşünme biçimlerinin geliştirilmesi ve somutlamalar ile çözümün gerçekleştirilmesi sağlanır (Hauge ve Barwell, 2017). Çevre problemlerine ilişkin düşünme becerilerini geliştirmek ve matematiğin biçimlendirici gücünü ders içeriklerine entegre etmek eleştirel matematik eğitimi ile mümkün olmaktadır. Eleştirel matematik eğitimi, matematik derslerinde hesaplama ve uygulamanın ötesine geçerek matematiği anlamlandırma, günlük hayatta matematiğin yerini kavrama ve iklim değişikliği gibi çevre problemlerinin oluşumunu ve önüne geçilebilmesi için alınması gereken sorumlulukları kavramayı sağlamaktadır (Laurens vd., 2017). Eleştirel matematik eğitimi ve modelleme etkinliklerini temel alarak ortaya çıkan yaklaşım eko-matematik yaklaşımıdır. Eko-matematik etkinliklerinin temelinde karbon ayak izi uygulamaları, iklim değişikliği problemleri gibi çevre sorunları yer almaktadır. Eko-matematik etkinlikleri, çevresel gerçek yaşam problemlerini ve ekolojik kavramları matematik ders içeriğine modelleme etkinlikleri ile entegre ederek işlevsel ve öğrenciler açısından ilgi çekici bir içerik sunmaktadır (Merz, 2012). Bu içerikler, öğrencilerin çevre sorunları hakkında bilinçlendirilmesini ve çevre sorunlarının önüne geçebilmek için tüketim davranışlarını değiştirmelerini sağlamaktadır (Salo vd., 2019).

Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde eleştirel matematik eğitimi kapsamında çözülmesi gereken acil konulardan birinin iklim değişikliği olduğu görülmektedir. Eleştirel matematik, iklim değişikliğini bilim insanlarına, politikacılara, politika yapıcılara, genel halka ve çocuklara iletmek için kullanılmaktadır. Eleştirel matematik eğitimi ve eleştirel vatandaşlıktan kaynaklanan fikirlerden yola çıkarak, iklim değişikliği konularını matematik öğretimine dahil etmek sadece etik bir davranış değil ahlaki bir zorunluluk olarak da görülmektedir (Abtahi vd., 2017). Eğitim programları çalışmalarında eko-eleştirel yaklaşım ve eko-matematik eğitimi alanlarının bir arada ele alınmasının sağlayacağı yararlar üzerine tartışılmaktadır. Bu kapsamda, sosyal ve ekolojik projeleri birbirleriyle ilişkilendirerek matematikleştirmeyi amaçlayan eğitim programları önerilmektedir. Böylece, çevre eğitimi bağlamında matematik eğitimi ile çevresel sorunlara yönelik farkındalığı artırmayı amaçlayan çalışmalara yeni bir çerçeve sunulması hedeflenmektedir (Wolfmeyer ve Lupinacci, 2017). Örneğin Steffensen vd. (2018) çalışmalarında iklim değişikliği tartışmalarını ve problem durumlarını kullanarak öğrencilerin eleştirel matematik bakış açılarının geliştirilmesini amaçlamıştır. Bu çalışma farklı değerlere ve bakış açılara sahip öğrencilerin çevresel ve toplumsal sorunları yorumlarken nasıl farklılaştıklarını ortaya koymuştur. Matematiksel modellemeyi konu alan bir diğer çalışmada Steffensen ve Kacerja (2021), sosyo-eleştirel modelleme perspektifinden, öğrencilerin matematik dersinde iklim değişikliği ile ilgili bir karbon ayak izi hesaplayıcısını kullanırken sergiledikleri düşünme süreçlerini incelemiştir. Bu çalışma, ortaokul öğrencilerinin karbon ayak izini nasıl hesapladıklarını, değişkenlerin ayak izinin büyüklüğünü nasıl etkilediğini, bileşenleri ve uç değerleri keşfederek

hesaplamayı nasıl anlamlandırdıklarını, hesaplayıcının etkilediği kişileri ve sınırlamalarını, ayrıca bireysel, ulusal ve küresel emisyonlar üzerine düşüncelerini ortaya koymuştur. Karbon ayak izi hesaplayıcılarının, bireylerin hayatlarını etkileme gücü ile matematiksel modeller üzerinde eleştirel yansımalar ortaya koyması açısından önemli olduğu düşünülmektedir (Steffensen ve Kacerja, 2021)

Öğrencilerin çevre problemlerini anlamlandırmaları, eleştirel bir bakış açısı geliştirebilmeleri ve günlük hayat bağlamını içeren matematik problemlerini sorgulayarak çözüme ulaşmaları büyük önem taşımaktadır. Aynı anda birden çok sayıda disiplini içeren ortak hedeflere ulaşabilmek için disiplinlerarası eğitim yaklaşımı uygulanması önerilmektedir (Renert, 2011). Disiplinlerarası eğitim yaklaşımını uygulayan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını konu alan yaklaşım STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) olarak adlandırılmaktadır. STEM eğitimi, ilgili disiplinlerden iki veya daha fazlasını konu alan ve bu disiplinler arasındaki ilişkiyi keşfetmeyi amaçlayan yaklaşımdır (Brown, 2012). Matematik ve fen kavramlarının, mühendislik tasarımı ve teknoloji kullanımı yoluyla uygulamalı olarak öğretilmesini sağlamaktadır (Margot ve Kettler, 2019). Bu sayede öğrenciler gerçek hayatta karşılaşabilecekleri bir problemde uygulama yapma imkânı bulmaktadır. Okul dışı etkinlikleri de içeren çalışmalarında Kim vd. (2018) disiplinlerarası yaklaşımın, öğrencilerin akademik ve sosyal gelişimini olumlu etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde STEM yaklaşımını ele alan disiplinlerarası etkinliklerin benzer şekilde eğitim ortamlarındaki olumlu etkisi ortaya konmuştur (Henderson vd., 2011; Li vd., 2020; Margot ve Kettler, 2019; Mizell ve Brown, 2016; Schreffler vd., 2019).

Matematik eğitime yönelik çalışmalar incelendiğinde günlük yaşam olayları ve STEM yoluyla matematik eğitiminin giderek önem kazanan bir araştırma alanı haline geldiği görülmektedir (Hikayat vd., 2020; Laurens vd., 2017). Yapılan sistematik derleme araştırmaları STEM ve çevre eğitimi arasındaki kesişime (Yeşil STEM) yönelik araştırmaları artan bir eğilim olarak değerlendirmekte (Li vd., 2020; Margot ve Kettler, 2019; Minichiello vd., 2018) ve son dönemde Yeşil STEM'e yönelik çok sayıda araştırma yapılmaktadır (Wheland vd., 2013). Örneğin, iklim değişikliği (Tucker-Raymond vd., 2019), uzaktan algılama ve akıllı tohumlar kullanılarak orman yenilenmesi (Garcia-Piqueras ve Sotos Serrano, 2021) veya fotonik ve yeşil gelecek arasındaki ilişki (Pompea vd., 2011) bağlamında işlemsel düşünme ve yazılım geliştirme ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, İklim Dedektifleri (Garcia-Piqueras ve Sotos-Serrano, 2021) ve Astro Pi (Honess ve Quinlan, 2017) gibi STEM ve çevre bilinciyle ilgili uluslararası veya yerel yarışmalar yoluyla sosyal ve ekolojik farkındalığı teşvik eden çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sezer Evcan ve diğerlerinin (2020) "Hayatımızdaki Matematik: Tarım" başlıklı projeleri kapsamında yapılan tarımsal ve matematiksel uygulamaların öğrenciler üzerinde olumlu etki bıraktığı ve öğrencilerin günlük yaşamda matematiğin kullanımına yönelik farkındalıklarının arttığı gözlenmiştir. Bu çalışmada proje kapsamında gerçekleştirilen günlük hayata ilişkin matematik uygulamalarının, öğrencilerin karşılaşabilecekleri günlük hayat problemleri ile toplumun ve dünyanın karşı karşıya kaldığı çevresel sorunlara yönelik yaratıcı çözüm önerileri getirebilmelerini kolaylaştırması ve öğrencilerin çevre sorunlarının çözümünde matematiğin önemine dair farkındalıklarını artırarak eğitimde sürdürülebilirlik ilkesinin benimsenmesine katkı sağlaması beklenmektedir. Çalışmanın bulguları eğitimcilere, eko-matematik temelli etkinliklerin nasıl yapılandırılabilirliği ve bu etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkilerini daha iyi anlamaları konusunda yardımcı olabilir. Bu anlamda bu çalışma, matematik öğretim programlarının çevre odaklı etkinliklerle zenginleştirilmesi ve disiplinler arası öğrenme fırsatları sunma konusunda yol gösterici olabilir.

Yukarıda bahsi geçen alanyazın ışığında, ortaokul öğrencilerinin bu projenin uygulama sürecinde matematiğe yönelik tutumları, çevre sorunlarına yönelik farkındalıkları, çevresel tutumları, matematik motivasyonları ve matematiksel problem çözmeye yönelik tutumlarındaki, olası değişim veya gelişimi incelemek, ayrıca proje öncesi ve sonrasında da eko-matematiğin anlamı ve çevre sorunlarının çözümündeki yerine dair görüşlerini ve proje ile ilgili genel görüş ve

önerilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda verilen sorulara yanıt verilmeye çalışılmıştır.

- Katılımcıların proje sonrasındaki matematiğe yönelik tutum puanlarında proje öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
- Katılımcıların proje sonrasındaki çevre sorunlarına yönelik farkındalık puanlarında proje öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
- Katılımcıların proje sonrasındaki çevresel tutum puanlarında proje öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
- Katılımcıların proje sonrasındaki matematik motivasyonu puanlarında proje öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
- Katılımcıların proje sonrasındaki matematik problemi çözmeye yönelik tutum puanlarında proje öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır?
- Katılımcıların proje öncesi ve sonrasında eko-matematiğin anlamı ve çevre sorunlarının çözümünde eko-matematiğin rolüne ilişkin görüşleri nelerdir?
- Öğrencilerin proje sürecinde gerçekleştirilen etkinlikler hakkındaki görüş ve önerileri nelerdir?

## Yöntem

### Araştırmanın deseni

Bu çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Çalışmanın nicel yöntem kullanılarak yapılandırılan bölümünde öğrencilerin matematiğe yönelik tutum, çevre sorunlarına yönelik farkındalık, çevresel tutum, matematik motivasyon ve matematik problemi çözme tutumlarındaki değişimi gözlemlemek amacıyla tek gruplu ön test-son test deneysel desenden yararlanılmıştır. Tek gruplu ön test-son test deseni, deneysel bir müdahale öncesinde ve sonrasında aynı ölçme araçları kullanılarak bir gruptan veri toplama sürecini içermektedir (Büyüköztürk, 2011; Fraenkel ve Wallen, 2006). Bu çalışmada katılımcılara veri toplama araçları proje öncesinde ön test olarak uygulanmış, proje süreci tamamlandıktan sonra, aynı araçlar son test olarak yeniden uygulanmıştır. Elde edilen ön test ve son test puanlarının ortalamaları arasındaki farklılıklar analiz edilmiştir. Çalışmanın nitel yöntemle yapılandırılan bölümünde ise yarı yapılandırılmış görüşme ve doküman analizinden yararlanılmış, öğrencilerin proje öncesi ve sonrası eko-matematiğin anlamı ve çevre sorunlarının çözümündeki yerine ilişkin görüşleri ile proje sürecinde gerçekleştirilen etkinlikler hakkındaki görüş ve önerilerini belirlemek amacıyla etkinliklerin öncesinde ön görüşmeler ve proje sonunda son görüşmeler yapılmıştır. Proje sürecinde ise her oturumun ardından yansıtıcı günlükler uygulanarak, proje süreci hakkında geribildirim sağlamak ve görüşme verilerini tamamlayıcı nitelikte veri toplamak amaçlanmıştır.

### Çalışma grubu

Bu çalışma, eğitimde fırsat eşitliğinin sağlanmasına katkıda bulunmak amacıyla dezavantajlı konumda bulunan ve taşıma yoluyla eğitime erişim sağlayan köy okullarında öğrenim gören öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda çalışma, Aydın ilinin farklı ilçelerindeki taşıma yoluyla eğitime erişim sağlayan ortaokullarda öğrenim gören 7. ve 8. sınıf, 16'sı kız 14'ü erkek 30 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların belirlenmesi hususunda Aydın İl Milli Eğitim Müdürlüğü ile iletişime geçilmiş, proje ile ilgili bilgilendirme yapılmış ve öğrencilerin projede eğitimlere katılabilmesi için destek mektubu alınmıştır. Ardından gönüllü katılımcıları belirleyebilmek için bir katılımcı başvuru formu hazırlanmış ve katılımcı olmak isteyen öğrencilere ulaştırılmıştır. Çalışma grubunun belirlenmesinde ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçütler, taşıma yoluyla eğitime erişim sağlayan ortaokullarda öğrenim gören ve çalışmaya katılmaya gönüllü olma şeklindedir. Okulların bulunduğu ilçeler ve öğrencilerin cinsiyet dağılımı dengeli olacak şekilde katılımcılar belirlenmiştir.

## Veri Toplama Araçları

Proje kapsamında ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları, çevre sorunlarına yönelik farkındalıkları, çevresel tutumları, matematik motivasyonları ve matematiksel problem çözmeye yönelik tutumlarındaki değişim incelenmiştir. Bu kapsamda, projenin başlangıcında ve sonunda katılımcılara ön test-son test şeklinde Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği, Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık Ölçeği, Çevresel Tutum Ölçeği, Matematik Motivasyon Ölçeği ve Matematik Problem Çözme Tutum Ölçeği uygulanmıştır. Ayrıca proje öncesi ve sonrası eko-matematiğin anlamı ve çevre sorunlarının çözümünde eko-matematiğin rolüne ilişkin görüşlerini belirlemek ve proje hakkındaki genel görüş ve önerilerini almak amacıyla öğrencilerle proje sürecinin başında ve sonunda yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve her etkinlik gününün sonunda öğrencilere yansıtıcı günlükler uygulanmıştır. Çalışma kapsamında yararlanılan veri toplama araçlarına ilişkin bilgiler aşağıda yer almaktadır.

### Nicel veri toplama araçları

#### *Matematiğe yönelik tutum ölçeği (Önal, 2013)*

Önal (2013) tarafından geliştirilen Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği 22 madde ve dört faktörden oluşmaktadır. Bu faktörler; ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik şeklinde belirlenmiştir. Ölçek maddeleri 5'li likert tipi olup "Tamamen Katılıyorum", "Katılıyorum", "Kararsızım", "Katılmıyorum" ve "Kesinlikle Katılmıyorum" şeklindedir. Ölçeğin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında tüm ölçek için iç tutarlılık katsayısı (Cronbach's alpha katsayısı) .90 bulunmuştur. Ölçeği oluşturan faktörlerin iç tutarlılık katsayısı ise, sırasıyla on maddeden oluşan "İlgi" alt boyutu için .89, beş maddeden oluşan "Kaygı" alt boyutu için .74, dört maddeden oluşan "Çalışma" alt boyutu için .69 ve üç maddeden oluşan "Gereklilik" alt boyutu için .70 şeklindedir. Doğrulamalı faktör analizi sonucunda modele ilişkin uyum indeksleri GFI=.91, AGFI=.88, NFI=.96, NNFI=.98, CFI=.98, RMSEA=.050 olarak hesaplanmış ve ölçeğin dört faktörlü bir yapı oluşturduğu doğrulanmıştır. Ölçek toplamda varyansın % 55.12'sini açıklamaktadır. Bu çalışmada ise Cronbach alfa değeri tekrar hesaplanmış ve tüm ölçek için .87, birinci alt boyut için .84, ikinci alt boyut için .79, üçüncü alt boyut için .76 ve dördüncü alt boyut için .72 bulunmuştur.

#### *Çevre sorunlarına yönelik farkındalık ölçeği (Güven ve Aydoğdu, 2012)*

Güven ve Aydoğdu (2012) tarafından geliştirilen, 6 alt boyuttan ve 44 maddeden oluşan ölçeğin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sonucunda KMO değeri .82 bulunmuş ve ölçekteki maddelerin faktör yüklerinin .49 ile .97 arasında olduğu görülmüştür. Ölçek 3'lü likert tipinde olup "evet", "fikrim yok" ve "hayır" şeklinde ölçeklendirilmiştir. Ölçeğin iç tutarlılık katsayısı .90 olarak bulunmuştur. Ayrıca her bir faktöre ilişkin güvenirlik değerleri ayrı ayrı hesaplanmış ve ilk faktörde bulunan sekiz madde için Cronbach Alfa .95, ikinci faktörde bulunan yedi madde için .95, üçüncü faktörde bulunan sekiz madde için .91, dördüncü faktörde bulunan sekiz madde için .90, beşinci faktörde bulunan yedi madde için .75 ve altıncı faktörde bulunan altı madde için .71 olarak bulunmuştur. Ölçeğin alt boyutları bilişsel alan basamaklarına uygun olarak bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme şeklinde isimlendirilmiştir. Bu altı faktör toplam varyansın % 63'ünü açıklamaktadır. Maddelerin ayırt edicilik indeksleri .21 ile .66 arasında değişmektedir. Bu çalışmada hesaplanan Cronbach alfa değerleri ise tüm ölçek için .76, birinci alt boyut için .74, ikinci ve üçüncü alt boyut için .72, dördüncü alt boyut için .75 beşinci alt boyut için .70 ve altıncı alt boyut için .73 bulunmuştur.

#### *Çevresel tutum ölçeği (Özata Yücel ve Özkan, 2014)*

Özata Yücel ve Özkan (2014) tarafından geliştirilen Çevresel Tutum Ölçeği'nin ilk alt ölçekte "davranış" olarak adlandırılan tek boyuttan, ikinci alt ölçekte ise "düşünce", "duygu" ve "eylemde bulunmaya isteklilik" olmak üzere üç boyuttan oluştuğu belirlenmiştir. Ölçek 21 maddeden oluşmaktadır ve ölçek maddeleri 5'li likert tipi olmak üzere 'Hiç katılmıyorum', 'Çok az katılıyorum', 'Orta derecede katılıyorum', 'Çok katılıyorum' ve 'Tamamen katılıyorum' şeklindedir.

Tüm ölçek için Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı .88 bulunmuştur. Birinci alt ölçeğin Cronbach Alpha değeri .84, Guttman Split Half değeri .83 ve Spearman Brown katsayısı .83 olarak belirlenmiştir. İkinci alt ölçeğin ise Cronbach Alpha değeri .81, Guttman Split Half değeri .73 ve Spearman Brown katsayısı .73 olarak bulunmuştur. Birinci alt ölçeğin madde-toplam korelasyonları .37 ile .67 arasında, ikinci alt ölçeğin ise .30 ile .77 arasındadır. Birinci alt ölçeğin doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarına göre uyum iyiliği indeksleri  $\chi^2/sd=2.96$ , RMSEA=.062, GFI=.94, AGFI=.92, NFI=.94, NNFI=.95, CFI=.96, SRMR=.049 olarak hesaplanmıştır. İkinci alt ölçek için yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonuçları incelendiğinde,  $\chi^2/sd=2.67$ , RMSEA=.057, GFI=.92, AGFI=.90, NFI=.92, NNFI=.94, CFI=.95, SRMR=0.068 şeklindedir. Bu çalışmada ikinci alt ölçek kullanılmış ve hesaplanan Cronbach alfa değerleri tüm ölçek için .72, bulunmuştur. Davranış alt boyutu için .84, duygu alt boyutu için .80, düşünce alt boyutu için .71 ve eylemde bulunmaya isteklilik alt boyutu için ise .72 bulunmuştur.

#### ***Matematik motivasyon ölçeği (Aktan ve Tezci, 2013)***

Pintrich vd. (1991) tarafından geliştirilen ve Aktan ve Tezci (2013) tarafından Türkçe'ye uyarlanan ölçeğin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları 210 beşinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Toplam altı alt boyut ve 27 maddeden oluşan ölçeğin alt boyutları sırasıyla içsel hedef yönelimi (3 madde), dışsal hedef yönelimi (4 madde), konu değeri (5 madde), öğrenme inançları (5 madde), öz yeterlik (6 madde), sınav kaygısıdır (4 madde). Matematik Motivasyon Ölçeği'nin iç tutarlılık katsayısı .91 bulunmuştur. Alt boyutlara ilişkin iç tutarlılık katsayısı ise .85 ile .94 arasında değişmektedir. Madde toplam korelasyon değerleri ise .62 ile .89 arasındadır. Ölçeğin doğrulayıcı faktör analizi sonuçları incelendiğinde,  $\chi^2/sd=2.32$ , RMSEA=.080, GFI=.80, AGFI=.75, NNFI=.90, CFI=.91, SRMR=0.059 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ise Cronbach alfa değeri tekrar hesaplanmış ve tüm ölçek için .73, birinci alt boyut için .70, ikinci alt boyut için .72, üçüncü alt boyut için .86, dördüncü alt boyut için .70, beşinci alt boyut için .72 ve altıncı alt boyut için .84 bulunmuştur.

#### ***Matematik problem çözme tutum ölçeği (Çanakçı, 2008)***

Çanakçı (2008) tarafından geliştirilen Matematik Problem Çözme Tutum Ölçeği 5'li likert tipinde ve 19 maddeden oluşmaktadır. Ölçek geliştirme çalışması 638 ortaokul (6, 7 ve 8. sınıf) öğrencisiyle yürütülmüştür. Ölçek, iki boyutlu olup ilk boyutunda yer alan 10 madde öğrencilerin problem ve problem çözmeyle ilgili hoşlanma tutumlarını (Hoşlanma Boyutu), ikinci boyutunda yer alan 9 madde ise öğrencilerin problem çözerken kendi, öğretmen ve süreç ile ilgili tutumlarını (Öğretim Boyutu) ölçmektedir. Test- tekrar test tekniği kullanılarak hesaplanan Pearson korelasyon katsayısı .89 olarak bulunmuştur. Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayıları ise tüm ölçek için .85, hoşlanma ve öğretim alt ölçekleri için sırasıyla .87 ve .77 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada hesaplanan Cronbach alfa değerleri ise tüm ölçek için .88, hoşlanma alt boyutu için .92 ve öğretim alt boyutu için .75 bulunmuştur.

#### **Nitel veri toplama araçları**

##### ***Eko-matematik yarı-yapılandırılmış görüşme formu***

Çalışma kapsamında yapılacak görüşmelerin kapsamını belirlemek amacıyla çevre sorunlarının eğitim bağlamında ele alınışını ve eko-matematiğin bu sorunların çözümüne yönelik rolünü vurgulayan ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenerek araştırmacılar tarafından taslak yarı yapılandırılmış görüşme formları hazırlanmıştır. Görüşme formları, eğitimlerin başında ve sonunda uygulanmak üzere iki farklı şekilde düzenlenmiştir. Ön görüşmede öğrencilerin eko-matematiğin anlamına dair bilgi düzeyleri, çevre sorunlarının neler olduğu ve eko-matematiğin bu sorunların çözümünde nasıl kullanılabileceğini içeren sorular hazırlanmıştır. Son görüşme soruları ise bu sorulara ek olarak proje sürecini değerlendirme ve projenin etkililiğini artırmaya yönelik önerilerini içermektedir. Hazırlanan taslak formlar üç uzman tarafından incelenmiş ve çalışmada kullanılmak üzere nihai halini almıştır.

##### ***Yansıtıcı katılımcı günlükleri***



Katılımcıların proje kapsamındaki eğitimlere ilişkin gözlem ve deneyimlerini aktarabilmeleri amacıyla yansıtıcı günlükler hazırlanmıştır. Yansıtıcı günlüklerde, gün içinde neler öğrendikleri, neler hissettikleri, etkinliğin yararları, olumlu ve olumsuz yönleri, etkinliğin değişmesini istedikleri özelliklerine ilişkin sorular yer almaktadır. Araştırma kapsamında yansıtıcı günlüklerden elde edilen verilerden görüşme verilerini destekleyici/tamamlayıcı veri kaynağı olacak şekilde yararlanılmıştır.

### **Verilerin toplanması ve analizi**

Araştırmada veriler, proje öncesinde, proje süresince ve proje sonrasında olmak üzere aşamalı olarak toplanmıştır. Bu bağlamda proje etkinlikleri başlamadan önce tüm katılımcılarla yüz yüze ön görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerin hemen ardından öntestler uygulanmıştır. Proje süresince her oturumun ardından katılımcılardan yansıtıcı günlükleri doldurmaları istenmiştir. Proje sonunda ise sontestler uygulanmış ve yüz yüze olacak şekilde son görüşmeler yapılmıştır. Projeye başlamadan önce veri toplama araçlarını geliştiren araştırmacılardan kullanım izni alınmıştır.

Araştırma süresince toplanan nicel verilerin analizinde SPSS 22 paket programı kullanılmış ve ölçeklere ilişkin öntest-sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı eşleştirilmiş örneklem için (paired samples) t-testi aracılığıyla analiz edilmiştir. Araştırmada elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ve basıklık ve çarpıklık katsayıları ile incelenmiştir. Nitel verilerin analizinde ise betimsel analiz ve içerik analizinden yararlanılmıştır. Katılımcılar için kod isimler kullanılarak anonimlik sağlanmıştır. Görüşmeler kapsamındaki katılımcı ifadeleri, transkripsiyonun ardından satır satır kodlanmış ve benzer yanıtlar bir araya getirilerek temalara ulaşılmıştır. Bu kapsamda iki araştırmacı eş zamanlı olarak, bir araştırmacı ise bu iki araştırmacıdan bağımsız olarak verileri kodlamıştır. Elde edilen kodlamalar bir araya getirilerek incelenmiş, uyum yüzdesi %91,86 olarak hesaplanmış (418 koddan 384'ü uyumlu) ve uyum sağlamayan kodlarda görüş birliğine varılmıştır. Yansıtıcı günlüklerdeki ifadeler ise görüşme verilerini destekleyici nitelikte doğrudan alıntılarla sunulmuştur.

Çalışmanın geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında ölçeklerin iç tutarlılık katsayıları hesaplanmıştır. Nitel verilerin inandırıcılık, tutarlılık, teyit edilebilirlik ve aktarılabilirliğinin sağlanabilmesi amacıyla, veri toplama araçlarının hazırlanması ve uygulama sürecinin tasarlanması aşamalarında uzman görüşlerine başvurulmuştur, görüşme ve doküman incelemesinden yararlanılarak veri çeşitlemesi sağlanmaya çalışılmıştır. Veriler üç farklı alan uzmanı tarafından analiz edilmiş ve bulgular doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Veri toplama ve analiz süreci detaylı şekilde açıklanmıştır. Ayrıca çalışma grubu ve uygulama süreci detaylı olarak betimlenmeye çalışılmıştır.

### **Uygulama süreci**

Bu çalışma kapsamında taşıma yoluyla eğitime erişim sağlayan köy okullarında öğrenim görmekte olan dezavantajlı olarak nitelendirilebilecek ortaokul öğrencileri ile yedi oturum süren, disiplinler arası yaklaşımı temel alan, çevre eğitimi temalı matematik etkinliklerini içeren "Ortaokul öğrencileri için Eko-Matematik" projesi gerçekleştirilmiştir. Projede öğrencilerin eko-matematik kavramına ilişkin bilgi ve farkındalık düzeylerinin artırılması, çevre farkındalığı ve çevreye yönelik tutumlarının olumlu yönde geliştirilmesi, matematik bilgilerinin artırılması, çevre ve matematik öğrenmeye yönelik tutum ve motivasyonlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Projede açık ve kapalı uçlu deney, bilgi işlemsel düşünme, bilimsel gezi ve saha çalışması ve STEM gibi yaklaşımları içeren etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Planlanan etkinlikler aracılığıyla köy okulu öğrencilerinin eko-matematik kavramı hakkında bilgi sahibi olmaları, çevre ile matematik arasında bağlantı kurabilmeleri hedeflenmiştir. Proje sürecinde yapılan eko-matematik etkinlikleriyle; matematik, küresel ve yerel çevre sorunları bağlamında öğrencilere açıklanmaya çalışılmıştır. Böylece öğrencilerin ekolojik olarak bilgili, empatik ve adaletle önem veren



vatandaşlar olarak yetiştirmelerinin sağlanması ve yaratıcı problem çözme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu proje matematik eğitiminin ekolojik bağlamlarla gerçekleştirilmesine yönelik bir kamp olacak şekilde tasarlanmıştır. Matematiksel işlemler aracılığıyla ekolojik ayak izinin hesaplanması ve su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanılması, yerel ölçekte yapılan yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak gerçekleştirilen jeotermal seralar ve sürdürülebilir tarım hakkında bilinçlendirme faaliyetleri, tarım ve biyoçeşitlilik hakkında bilgilendirme gezileri, iklim değişikliğinin biyoçeşitlilik üzerindeki olası etkileri ve çevresel sorunlar hakkında farkındalık faaliyetlerini içermektedir.

Etkinliklere ilişkin detaylı bilgiler Ek 1’de sunulmuştur.

Projeye başvuruda bulunan ve katılım sağlayan öğrencilerin velilerinden bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır. Araştırma, araştırmacıların görev yaptıkları üniversitenin Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve onaylanmıştır (Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Etik Kurulu- 29.02.2024 tarih 2. Oturum XXII karar numarası ). Araştırmanın tüm aşamalarında, katılımcıların haklarına saygı gösterilerek kişisel verilerinin korunmasına önem verilmiş, etik ilkeler çerçevesinde hareket edilmiştir.

## Bulgular

### Nicel verilerden elde edilen bulgular

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen proje etkinliklerinin, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarına, çevre sorunlarına yönelik farkındalıklarına, çevresel tutumlarına, matematik motivasyonlarına ve matematik problemi çözmeye yönelik tutumlarına etkisini belirlemek için öğrencilere öntest-sontest uygulanmıştır.

**Tablo 1** Katılımcıların öntest ve sontest fark puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları

|                                              | Puan           | Shapiro-Wilk |    |      | Skewness | Sh   | Oran  | Kurtosis | Sh   | Oran |
|----------------------------------------------|----------------|--------------|----|------|----------|------|-------|----------|------|------|
|                                              |                | Z            | df | p    |          |      |       | s        |      |      |
| Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği              | Sontest-Öntest | .195         | 30 | .005 | -.247    | .427 | -.58  | 1.614    | .833 | 1.93 |
| Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık Ölçeği | Sontest-Öntest | .151         | 30 | .080 | -.320    | .427 | -.75  | 1.258    | .833 | 1.51 |
| Çevresel Tutum Ölçeği                        | Sontest-Öntest | .205         | 30 | .002 | -.825    | .427 | -1.93 | 1.155    | .833 | 1.39 |
| Matematik Motivasyon Ölçeği                  | Sontest-Öntest | .145         | 30 | .109 | -.607    | .427 | -1.42 | 1.414    | .833 | 1.69 |
| Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği        | Sontest-Öntest | .191         | 30 | .007 | -.659    | .427 | 1.54  | 1.371    | .833 | 1.64 |

Araştırmada kullanılan ölçeklere ilişkin öntest ve sontest puan farklarının normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ve basıklık ve çarpıklık katsayılarının incelenmesi ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1’de sunulmuştur. Tablo 1 incelendiğinde projede yer alan katılımcılara uygulanan “Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık Ölçeği” ve “Matematik Motivasyon Ölçeği” öntest ve sontest fark puanlarının normal dağılım gösterdiği ( $p>.05$ ) söylenebilir. “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” (Shapiro Wilk  $Z= 0.195$ ,  $p<.05$ ), “Çevresel Tutum Ölçeği” (Shapiro Wilk  $Z= 0.205$ ,  $p<.05$ ) ve “Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği” (Shapiro Wilk  $Z= 0.191$ ,  $p<.05$ ) fark puanlarının ise normallik varsayımını ihlal ettiği söylenebilir. Bununla birlikte basıklık katsayısının basıklık standart hatasına bölümünden elde edilen değerler ile, çarpıklık katsayısının çarpıklık standart hatasına bölümünden elde edilen değerler -1.96 ile +1.96 aralığındadır (Büyüköztürk, 2012). Bu nedenle grubun her bir ölçüm için normal dağılım gösterdiği söylenebilir. Öntest ve sontest puanlarının normal dağılım göstermesi, verilere parametrik testlerin (t-testi) uygulanabileceği anlamına geldiğinden, bu çalışmada katılımcıların ölçeklerden elde ettikleri öntest ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ilişkili örneklem t-testi aracılığıyla incelenmiştir. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği’ne ilişkin sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2** Matematiğe yönelik tutum ölçeği öntest ve sontest puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçları

|                                 |            | Puan    | N  | x    | s    | sd | t      | p    |
|---------------------------------|------------|---------|----|------|------|----|--------|------|
| Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği |            | Öntest  | 30 | 4.02 | .59  | 29 | -.875  | .38  |
|                                 |            | Sontest | 30 | 3.93 | .83  |    |        |      |
| Alt Boyutlar                    | İlgi       | Öntest  | 30 | 3.96 | .67  | 29 | -.636  | .53  |
|                                 |            | Sontest | 30 | 3.90 | .92  |    |        |      |
|                                 | Kaygı      | Öntest  | 30 | 3.50 | 1.16 | 29 | 1.272  | .21  |
|                                 |            | Sontest | 30 | 3.70 | 1.13 |    |        |      |
|                                 | Çalışma    | Öntest  | 30 | 4.35 | .63  | 29 | -2.371 | .02* |
|                                 |            | Sontest | 30 | 4.05 | .96  |    |        |      |
|                                 | Gereklilik | Öntest  | 30 | 4.44 | .66  | 29 | -1.852 | .07  |
|                                 |            | Sontest | 30 | 4.21 | .88  |    |        |      |

Tablo 2 incelendiğinde Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği ön test ortalamaları ile son test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir [ $t(29)=-0.875$ ,  $p=.38>.05$ ]. Ölçeğin alt boyutlarına ilişkin ortalamaları karşılaştırıldığında “Çalışma” alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı fark [ $t(29)=-2.371$ ,  $p=.02<.05$ ] ortaya çıkmıştır. Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık Ölçeği’ne ilişkin sonuçlar Tablo 3’te sunulmuştur.

**Tablo 3** Çevre sorunlarına yönelik farkındalık ölçeği öntest ve sontest puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçları

|                                              |               | Puan    | N  | x    | s   | sd | t      | p    |
|----------------------------------------------|---------------|---------|----|------|-----|----|--------|------|
| Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık Ölçeği |               | Öntest  | 30 | 1.41 | .19 | 29 | .983   | .33  |
|                                              |               | Sontest | 30 | 1.43 | .22 |    |        |      |
| Alt Boyutlar                                 | Bilgi         | Öntest  | 30 | 1.37 | .26 | 29 | 3.194  | .00* |
|                                              |               | Sontest | 30 | 1.50 | .30 |    |        |      |
|                                              | Kavrama       | Öntest  | 30 | 1.47 | .24 | 29 | 1.464  | .15  |
|                                              |               | Sontest | 30 | 1.53 | .26 |    |        |      |
|                                              | Uygulama      | Öntest  | 30 | 1.46 | .34 | 29 | .017   | .98  |
|                                              |               | Sontest | 30 | 1.47 | .37 |    |        |      |
|                                              | Analiz        | Öntest  | 30 | 1.59 | .27 | 29 | .648   | .52  |
|                                              |               | Sontest | 30 | 1.62 | .29 |    |        |      |
|                                              | Sentez        | Öntest  | 30 | 1.14 | .27 | 29 | .393   | .69  |
|                                              |               | Sontest | 30 | 1.17 | .33 |    |        |      |
|                                              | Değerlendirme | Öntest  | 30 | 1.30 | .30 | 29 | -1.773 | .08  |
|                                              |               | Sontest | 30 | 1.42 | .35 |    |        |      |

Tablo 3’de görüldüğü gibi Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık Ölçeği ön test ortalamaları ile son test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir [ $t(29)=0.983$ ,  $p=.33>.05$ ]. Ölçeğin alt boyutlarına ilişkin ortalamaları karşılaştırıldığında “Bilgi” alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı fark [ $t(29)=3.194$ ,  $p=.00<.05$ ] ortaya çıkmıştır. Diğer alt boyutlar incelendiğinde ise ön test ortalamaları ile son test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Çevresel Tutum Ölçeği’ne ilişkin sonuçlar Tablo 4’te sunulmuştur.

**Tablo 4** Çevresel tutum ölçeği öntest ve sontest puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçları

|                       |                              | Puan    | N  | x    | s   | sd | t      | p   |
|-----------------------|------------------------------|---------|----|------|-----|----|--------|-----|
| Çevresel Tutum Ölçeği |                              | Öntest  | 30 | 4.20 | .39 | 29 | -.525  | .60 |
|                       |                              | Sontest | 30 | 4.15 | .69 |    |        |     |
| Alt Boyutlar          | Duygu                        | Öntest  | 30 | 4.43 | .62 | 29 | -.882  | .38 |
|                       |                              | Sontest | 30 | 4.31 | .84 |    |        |     |
|                       | Düşünce                      | Öntest  | 30 | 4.43 | .39 | 29 | -1.214 | .23 |
|                       |                              | Sontest | 30 | 4.26 | .73 |    |        |     |
|                       | Eylemde Bulunmaya İsteklilik | Öntest  | 30 | 3.63 | .62 | 29 | 1.210  | .24 |
|                       |                              | Sontest | 30 | 3.80 | .91 |    |        |     |

Tablo 4 incelendiğinde öğrencilerin Çevresel Tutum Ölçeği ön test ortalamaları ile son test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir [ $t(29)=-0.525$ ,  $p=.60>.05$ ]. Ölçeğin alt boyutlarına ilişkin ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak

anlamli fark bulunmamıştır. Matematik Motivasyon Ölçeği'ne ilişkin sonuçlar Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5** Matematik motivasyon ölçeği öntest ve sontest puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçları

|                             |                               | Puan    | N  | x    | s    | sd | t      | p   |
|-----------------------------|-------------------------------|---------|----|------|------|----|--------|-----|
| Matematik Motivasyon Ölçeği |                               | Öntest  | 30 | 4.11 | .49  | 29 | -.527  | .60 |
|                             |                               | Sontest | 30 | 4.06 | .71  |    |        |     |
| Alt Boyutlar                | İçsel Hedef Yönelimi          | Öntest  | 30 | 4.25 | .65  | 29 | -.591  | .55 |
|                             |                               | Sontest | 30 | 4.15 | .99  |    |        |     |
|                             | Dışsal Hedef Yönelimi         | Öntest  | 30 | 4.15 | .66  | 29 | .314   | .75 |
|                             |                               | Sontest | 30 | 4.20 | 1.09 |    |        |     |
|                             | Konu Değeri                   | Öntest  | 30 | 4.40 | .64  | 29 | -1.001 | .32 |
|                             |                               | Sontest | 30 | 4.26 | .93  |    |        |     |
|                             | Öğrenme İnançlarının Kontrolü | Öntest  | 30 | 4.14 | .63  | 29 | -.208  | .83 |
|                             |                               | Sontest | 30 | 4.11 | .75  |    |        |     |
|                             | Özyeterlik                    | Öntest  | 30 | 4.13 | .71  | 29 | -.097  | .92 |
|                             |                               | Sontest | 30 | 4.12 | .95  |    |        |     |
|                             | Sınav kaygısı                 | Öntest  | 30 | 4.11 | .49  | 29 | 1.107  | .27 |
|                             |                               | Sontest | 30 | 4.06 | .71  |    |        |     |

Tablo 5'e bakıldığında öğrencilerin Matematik Motivasyon Ölçeği ön test ortalamaları ile son test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir [ $t(29)=-0.527$ ,  $p=.60>.05$ ]. Ölçeğin alt boyutlarına ilişkin ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği'ne ilişkin sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur.

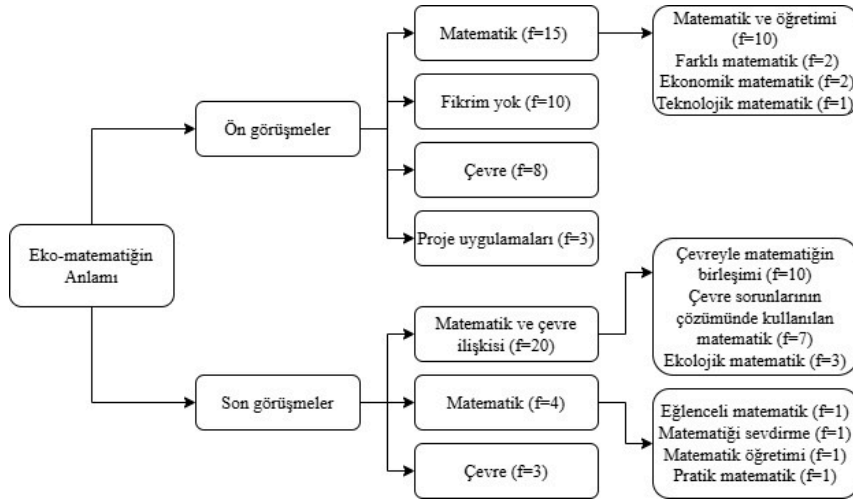
**Tablo 6** Matematik problemi çözme tutum ölçeği öntest ve sontest puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçları

|                                       |          | Puan    | N  | x    | s   | sd | t      | p   |
|---------------------------------------|----------|---------|----|------|-----|----|--------|-----|
| Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği |          | Öntest  | 30 | 3.92 | .57 | 29 | -1.118 | .27 |
|                                       |          | Sontest | 30 | 3.79 | .72 |    |        |     |
| Alt Boyutlar                          | Hoşlanma | Öntest  | 30 | 3.80 | .84 | 29 | -1.015 | .32 |
|                                       |          | Sontest | 30 | 3.63 | .92 |    |        |     |
|                                       | Öğretim  | Öntest  | 30 | 3.96 | .40 | 29 | -.870  | .39 |
|                                       |          | Sontest | 30 | 4.05 | .66 |    |        |     |

Tablo 6'da görüldüğü gibi Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği ön test ortalamaları ile son test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir [ $t(29)=-1.118$ ,  $p=.27>.05$ ]. Ölçeğin alt boyutlarına ilişkin ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

### Nitel verilerden elde edilen bulgular

Öğrencilerin proje öncesi ve sonrasında eko-matematiğin anlamı ve çevre sorunlarının çözümündeki rolüne ilişkin görüşlerine ait bulgular "eko-matematiğin anlamı", "çevre sorunları" ve "eko-matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki yeri" temaları altında incelenmiştir. Öğrencilerin proje öncesi ve sonrasında "eko-matematiğin anlamı" temasına ilişkin görüşleri Görsel 1'de sunulmuştur.



**Görsel 1** Öğrencilerin Eko-Matematiğin Anlamına İlişkin Görüşleri

Görsel 1 incelendiğinde öğrencilerin eko-matematiğin anlamına ilişkin görüşlerinde ön ve son görüşmelerde bazı farklılıklar olduğu görülmektedir.

Proje öncesi görüşmelerde öğrencilerin çoğu eko-matematiğin yalnızca matematikle ilişkisini kurabilmiş, proje sonrası görüşmelerde ise çevre ile matematik ilişkisine daha fazla vurgu yapmışlardır. Ön görüşmelerde eko-matematiğin matematikle ilişkili olduğunu ifade eden bazı katılımcı görüşleri ise şöyledir:

"Matematiğin bize gösterilmiş halinden farklı bir halinin öğretileceğini düşünüyorum." (Ö5-ön)

"Projenizin adı eko-matematikti. Proje açısından matematikle ilgili test çözmek, oyun oynamak." (Ö12-Ön)

"Matematik, gelişmiş matematik, başka aklıma gelmiyor." (Ö6-ön)

"Sayılar, matematikle ilgili konular geliyor." (Ö19-ön)

Proje öncesinde yapılan görüşmelerde çok sayıda katılımcı eko-matematiğin anlamını bilmediğini ifade etmiş olmasına rağmen proje sonrasında yapılan görüşmelerde bu yanıt rastlanmamıştır. Eko-matematiğin anlamına ilişkin proje öncesi görüşmelerde yer alan bazı katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

"Duymadım. Bilmiyorum. Aklıma gelmiyor." (Ö9-ön)

"Hiç bir fikrim yok." (Ö11-ön)

Ön görüşmelerde eko-matematiğin çevreyle ilişkisini kurabilen az sayıda katılımcı ifadelerinden bazı örnekler ise aşağıdaki gibidir:

"Çevre ile ilgili bir şey olduğunu düşündüm." (Ö6-ön)

"Çevreyi temiz tutmakla ilgili bir şey çıkabilir. Matematik dersindeki formülleri çevre ile ilgili kullanabilirsek ortaya güzel bir şeyler çıkabilir." (Ö14-ön)

Bir katılımcı ise eko-matematiğin anlamını proje uygulamaları şeklinde açıklamıştır. Bu konuya örnek ifade şu şekildedir:

"Fazla bir şey gelmiyor. Hocam kamp yapacağız dedi projede onu düşündüm. Projede bir yerlere gidebiliriz. Bir şeylerle uğraşabiliriz. Matematikte test çözüyoruz. Burada farklı bir şeyler yapabiliriz." (Ö26-ön)

Son görüşmelerde katılımcıların çoğu eko-matematiğin çevre ile ilişkisini kurabilmiş, çevre ve matematiğin birleşiminden oluştuğunu ifade etmiş ve ekolojik matematik ile matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki rolünü dile getirmişlerdir. Örnek katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

"Matematik geçtiği için matematikle ilgili, eko deyince çevre geliyor. Bu yüzden çevre ile matematiğin birleşmiş hali geliyor." (Ö6-son)

"Benim için önceden hiçbir şey gelmiyordu, bu bir haftalık etkinlikten sonra çevre ve matematiğin birleşimi geliyor." (Ö20-son)

"Çevre ile ilişkilendirilmiş matematik, matematiği günlük hayatta nasıl kullanabileceğimiz. Hava kirliliğini ölçmek için sayısal verilere ihtiyaç var." (Ö24-son)

Son görüşmelerde eko-matematiğin anlamını matematik kavramından yola çıkarak açıklayan katılımcılar, eko-matematiği eğlenceli matematik, matematiği sevdirmeye, matematik öğretimi ve pratik matematik olarak tanımlamışlardır. Bazı katılımcıların konuya ilişkin ifadeleri aşağıdaki gibidir:

"Etkinliklerin eğlenceli olduğu, eğitimler, geziler geliyor. Oyunlar, matematik kursları, matematiği sevdirecek şeyler." (Ö28-Son)

"Matematik dersi geliyor, matematik testleri, konuları." (Ö1-son)

"Matematik geliyor, eko deyince de pratik matematik geliyor." (Ö27-son)

Bazı katılımcılar ise son görüşmelerde eko-matematiğin anlamını matematikten bahsetmeden yalnızca çevreyle ilişkilendirerek açıklamışlardır. Buna ilişkin katılımcı görüşlerinden örnekler aşağıda sunulmuştur:

"Yaptığımız yanlışları öğretmeniz geliyor. Çevre hava kirliliği ile ilgili, denizlere çöp atma ile ilgili. Çevre ile ilgili." (Ö7-son)

"Çevreyi koruma, yerdeki çöpleri alma, doğal güzelliği yok etmeme, fabrika dumanlarını engelleme, arabanın egzozundan çıkan durumlar. Çevreye duyarlık, çevreye verilen zararlar, fabrikalar, denizlere çöp atılması." (Ö17-son)

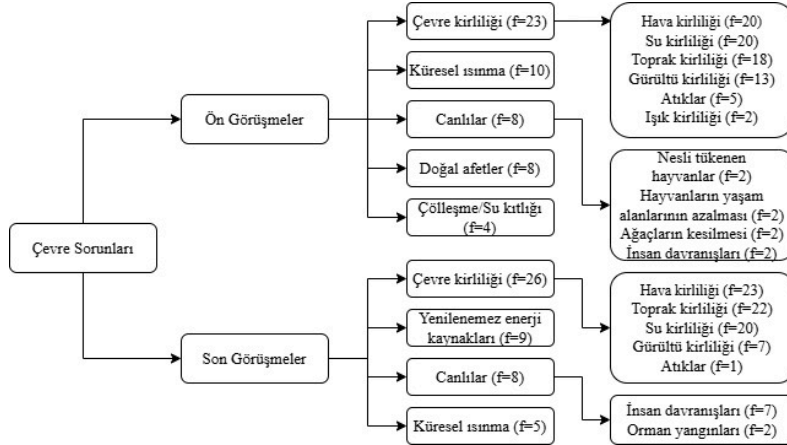
Öğrencilerin proje öncesi ve sonrası "çevre sorunları" temasına ilişkin görüşleri Görsel 2'de sunulmuştur.

Görsel 2 incelendiğinde var olan çevre sorunlarına ilişkin öğrenci görüşlerinin ön ve son görüşmelerde bazı ortak noktalara sahip olduğu görülmektedir. Ön görüşmelerde katılımcı görüşleri "çevre kirliliği", "küresel ısınma", "canlılar", "doğal afetler" ve "çölleşme ve su kıtlığı" kodları altında toplanmıştır. Çevre sorunlarına ilişkin en çok ifade edilen kavram olan çevre kirliliği kapsamında katılımcılar hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliğinin yanı sıra çöpler vb. atıklar gibi çevre kirliliğine neden olan etmenleri dile getirmişlerdir. Küresel ısınma da vurgulanan diğer çevre sorunlarındandır. Bu konuya ilişkin örnek ifadeler şu şekildedir:

"Kirlilik, aşırı ses, hava kirliliği, su kirliliği hepsi" (Ö16-ön)

"Çevre sorunları, hava kirliliği, küresel ısınma, sera etkisi filan öyle şeyler, gürültü kirliliği, su kirliliği..." (Ö11-ön)

"Küresel ısınma, hava kirliliği, çevre kirliliği, su kirliliği" (Ö7-ön)



Görsel 2 Öğrencilerin Var Olan Çevre Sorunlarına İlişkin Görüşleri

Canlılar kodu altında ise katılımcılar nesli tükenen hayvanlar, hayvanların yaşam alanlarının azalması, ağaçların kesilmesi ve insanların bilinçsizce davranışlarının çevre sorunlarına yol açan etmenler arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu konuya ilişkin bazı katılımcı görüşleri aşağıdaki gibidir:

"Çevre sorunları, insanların yarattığı sorunlar. Küresel ısınma, sera etkisi, çölleşme, sel çünkü insanlar ağaçları kestikleri için ağaçlar tutamıyor suları." (Ö27-ön)

"Hayvanların yaşam alanlarının kirlenmesi, yeşillik alanlara binalar yapılması, küresel ısınma, su kirliliği, etrafta çöplerin olması, bilinçsiz karton bardak kullanılması." (Ö10-ön)

Son görüşmelerden elde edilen bulgular incelendiğinde çevre kirliliğine ilişkin hava, su, toprak, gürültü kirliliği ve atıklar son görüşmelerde de üzerinde durulan çevre sorunlarından bazılarıdır. Örnek ifadeler şu şekildedir:

"Ağaçların kesilmesi, hava, su, doğa kirliliği." (Ö1-son)

"Karantina ile maske kirliliği, hastanelerde kullanılan maskelerin ayrı bir yere atılması gerekiyor. Tıbbi atık kutuları olmalıydı, hava, egzoz kirliliği." (Ö5-son)

"Hava, su, toprak, nükleer kirlilik, çam kese böcekleri mesela." (Ö25-son)

Son görüşmelerde ön görüşmelerden farklı olarak, yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin ifadeler yer almıştır. Bu konuya ilişkin bazı ifadeler aşağıda sunulmuştur:

"Atmosferin incelenmesi, karbondioksitin çoğalması, geri dönüşüm olmayınca daha çok hammadde harcanması" (Ö30-son)

"Arabaların egzozları, fabrikalardan duman çıkıyor." (Ö17-son)

Buna ek olarak, son görüşmelerde insan davranışlarının neden olduğu çevre sorunlarına daha fazla vurgu yapılmıştır. Bazı örnekler aşağıda sunulmuştur:

"Aslında ikiye ayrılıyor bence, insanlardan kaynaklanan ve doğal şartlarda olan. İnsanlar havayı, doğayı kirletiyor. Doğa çözmeye çalışsa da zorlanıyor. Doğadan kaynaklı olan yangınlar oluyor. Onlara da yardım etmemiz gerekiyor, doğa tek başına yapamaz." (Ö2-son)

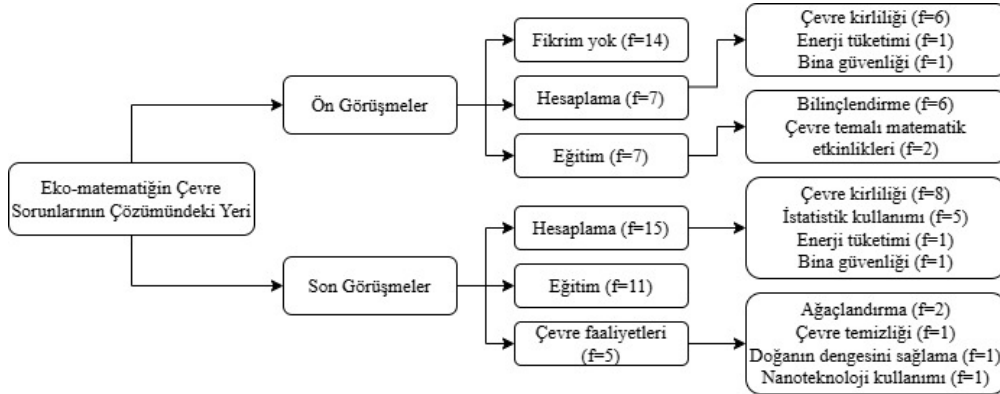
"Fabrika bacalarına filtre takmıyorlar, denizleri okyanusları kirletiyorlar, yerlere çöp atıyorlar, havayı kirletiyorlar, otobüs yerine araba kullanıyor herkes. Ağaçları kesiyorlar onlar yerine binalar yapıyorlar." (Ö29-son)

"İnsanların bilinçsizliği, insanlar bilinçsiz olunca gerisi gelir sonra bilinçsizlik başlığı altında ilerler. Su kirliliği, gürültü kirliliği, hava kirliliği, küresel ısınma." (Ö14-son)

"Yerlere çöp atılması, orman yangınları doğayı mahvediyor, ormana çöp atılması, denize çöp atılması." (Ö17-son)



Öğrencilerin proje öncesi ve sonrasında “eko-matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki yeri” temasına ilişkin görüşleri Görsel 3’te sunulmuştur.



**Görsel 3** Öğrencilerin Eko-Matematiğin Çevre Sorunlarının Çözümündeki Yerine İlişkin Görüşleri

Görsel 3’te görüldüğü gibi, proje öncesindeki görüşmelerde eko-matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki yerine ilişkin öğrencilerin önemli bir kısmı “fikrim yok” yanıtını vermiştir. Örneğin bir öğrenci; “*onunla ilgili bir cevabım yok.*” (Ö3-ön), bir diğer öğrenci ise “*yardımcı olur ama bilmiyorum*” (Ö25-ön) ifadelerini kullanmıştır. Ön görüşmelerde çevre sorunlarının çözümüne ilişkin eko-matematiği kullanarak hesaplama yapılabileceğini belirten bazı öğrencilerin örnek ifadeleri şu şekildedir:

“Hesaplayarak nasıl kirleri azaltacağımızı bulup onları işleme geçirmek.” (Ö2-ön)

“Çevre kirliliğinin ilerlemesini hesaplayabiliriz. Ne ölçüde büyüdüğünü ölçebiliriz.” (Ö24-ön)

“Mesela enerjilerin tüketiminde hesaplamalar, ne kadar azalacağı ve çoğalacağı, yenilenebilir enerji kullanırsak daha temiz enerji olduğunu söyler. Eksileri ve artıları toplayarak... Kaç tane yenilenebilir enerji kullanıldığı...” (Ö30ön)

“Mesela depremler oluyor, binalar yıkılıyor ya, o binaların kalınlığı, uzunluğu düzgünce yapılırsa binaların yıkılma oranı azalabilir.” (Ö18-ön)

Eğitimler yoluyla çevre sorunlarının çözümünde eko-matematikten yararlanılabileceğini belirten bazı katılımcıların görüşleri ise şöyledir:

“Bize anlatabilirsiniz, daha bilinçli davranabiliriz. Bunu dersler vererek yapabilirsiniz.” (Ö6-ön)

“Mesela matematikte sayı sayıyoruz, etraftaki plastik çöpleri toplayıp, 3 karton bardak 1 kaleme denk gelse mesela, pet bardaklar oraya getirilip o sayı kadar hediye verilir, insanlar daha az para harcamış olur.” (Ö10-ön)

Son görüşmelerde öğrencilerin çevre sorunlarının çözümünde eko-matematiğin yerine ilişkin görüşleri “hesaplama”, “eğitim” ve “çevre faaliyetleri” kodları altında toplanmıştır. Öğrenciler matematik aracılığıyla hava, toprak, su kirliliği gibi çevre kirliliği miktarlarının azaltılmasına ilişkin hesaplamalar yapılabileceğini belirtmişlerdir. Bu konuya ilişkin bazı katılımcı görüşleri şu şekildedir:

“Her şeyde kullanıyoruz, havanın kirini nasıl azaltmalıyız, ne kadar kullanmalıyız, petrol atıkları, gübre... Hava kirliliğini önleyebiliriz. Deodorant kullanımımızı orana vurursak azaltabiliriz, toplu taşıma kullanırsak daha çok kişi bir arada olacağı için.” (Ö2-son)

“Matematiksel hesaplamaları ve sayıları kullanarak hesaplama yaparak, mesela bir etkinlikte kese böceklerini incelemiştik. Orada çok fazla sayısal hesap kullandık. Onlarda rastgele kırmızı karınca bir ayda bıraktığımızda bir ayda bu kadar kese böceği öldürüyor gibi, o şekilde çözülebilir.” (Ö21-son)

“Deniz kirliliği çözülebilir, denizin altında makineler oluyor temizliği gideren, onlar matematik ile yapıldı mesela, çapı hesaplanarak. Hava kirliliği önlenir, fabrika bacalarında o dumanı önleyebilecek cihazlar yapılabilir.” (Ö23-son)

İstatistik ve enerji kullanımı ve bina güvenliğine ilişkin hesaplamalar yaparak çevre sorunlarına matematik aracılığıyla çözüm üretilebileceğini dile getiren bazı katılımcı görüşleri ise aşağıda sunulmuştur:

"Mesela heyelan, ağaç kesmenin oranı ile çözülebilir, mesela evler yapılırken nanoteknoloji kullanılır. Sağlam yapmak depremde evlerin yıkılmasını önler." (Ö27-son)

"Çevre sorunlarını çözerken matematikten yardım alınabilir. Matematiksel işlemler, oran orantı yapılabilir, çap hesaplanırken kullanılabilir. Bir yerin çapı kullanılarak. Matematiksel işlemler kullanılarak aygıtlar geliştirilebilir, projeler yapılabilir." (Ö23-son)

Eğitim kodu altında ise katılımcılar bilinçlendirme eğitimleri yoluyla matematiğin çevre sorunlarının çözümüne katkıda bulunabileceğini ifade etmişlerdir. Hesaplama ile birlikte eğitim vurgusu yapan bazı katılımcı görüşleri aşağıda sunulmuştur:

"İnsanları bilinçlendirerek onların çevreyi temiz tutmasını sağlaması. Çam ağaçları ile ilgili bir etkinlik vardı, çam kese böcekleri çok olursa çam ağaçları zarar görürdü, o yüzden sayısını hesaplamak gerekiyordu." (Ö9-Son)

"Bilinçlendirmek, çocukları bilinçlendirmek... Çöp toplamanın sayıyla yapılması gibi, bir gömlekte 300 litre su kullanılıyor. Hesaplama için kullanabiliriz." (Ö13-son)

"İnsanlara çevre ile ilgili şeyler anlatmalıyız, doğayı korumasını anlatmalıyız. Bir dersimiz vardı, su ile ilgili. Suyu bilinçsiz yere kullanmak, içme sularını telef etmek, boş yere otları sulamak. Afiş asarak insanları uyabiliriz. Sayı yazıp ağaçları korumalıyız, bu kadar dikmeliyiz gibi." (Ö28-son)

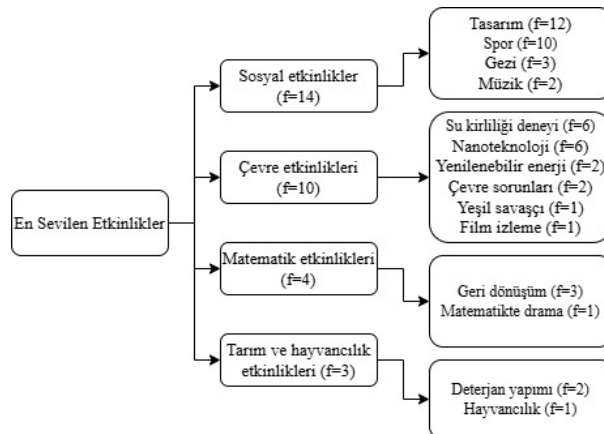
Çevre faaliyetleri kodu altında katılımcılar ağaçlandırma, çevre temizliği, doğanın dengesinin sağlanması ve nanoteknoloji kullanımı gibi çevre faaliyetlerinde matematikten yararlanılabileceğini belirtmişlerdir. Konuya ilişkin örnek katılımcı görüşleri şu şekildedir:

"Ağaçları kesiyoruz kağıt yapmak için, ne kadar kesildiğini sayılarla ölçüyoruz. Kesilen kadar dikmek için matematiğe ihtiyaç var." (Ö24-son)

"Matematik kullanarak, mesela ağaçları, dumansız orman yangınındayken belli bir oranla o böcekleri öldürmemiz gerekiyordu, orana uymazsak doğanın dengesi bozulacaktı. O oranla öldürmemiz lazım, mesela orada matematik var." (Ö29-son)

"Nanoteknoloji ile bir şey yapıyormuş, çöpler daha hızlı yok oluyormuş. Biz daha çok hesaplamalar yaptık mesela, matematiği orada kullandık." (Ö6-son)

Katılımcıların proje sürecinde gerçekleştirilen etkinlikler hakkındaki görüş ve önerilerini belirlemek amacıyla proje sonunda yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda elde edilen bulgular "en sevilen etkinlikler" ve "projeye ilişkin öneriler" temaları altında incelenmiştir. Katılımcıların proje etkinliklerine ilişkin değerlendirmeleri kapsamında "en sevilen etkinlikler" temasına ilişkin görüşleri Görsel 4'te sunulmuştur.



**Görsel 4** Öğrencilerin En Sevdikleri Etkinliklere İlişkin Görüşleri

Görsel 4 incelendiğinde öğrencilerin projede yer alan etkinliklere ilişkin değerlendirmelerinde en sevilen etkinliklerin “sosyal etkinlikler”, “çevre etkinlikleri”, “matematik etkinlikleri” ve “tarım ve hayvancılık etkinlikleri” kodları altında toplandığı görülmektedir. Sosyal etkinlikler kapsamında katılımcılar en çok tasarım, spor, gezi ve müzik etkinliklerini sevdiklerini dile getirmişlerdir. Bu konuya ilişkin bazı katılımcı görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Bütün etkinlikleri sevdim, ama üç boyutlu yaptığımız etkinlikler daha çok hoşuma gitti. Zor olduğu için, biraz uğraşmamız güzel oluyor benim için.” (Ö29)

“Kutu yapma ve şişelerden kalemlik yapmaktı. Gezilerde yeni şeyler öğrenmekti. Eşyaları geri dönüştürdüğümüz için hoşuma gitti, hem de mesela şişeden kalemlik yapmayı bilmiyordum, evde de deneyeceğim.” (Ö1)

Proje etkinliklerinin ardından öğrenciler doldurdıkları yansıtıcı günlüklerde de etkinlikleri değerlendirmişlerdir. Sosyal etkinlikler koduna ilişkin örnek ifadeler aşağıda yer almaktadır:

“Çalıkuşu evine gittik, çok hoşuma gitti. Meryemana’ya gittik, Efes çok güzeldi.” (Ö4)

“Oryantiring eğlenceliydi, en eğlenceli etkinlik ambalaj tasarlama etkinliği idi.” (Ö20)

Çevre etkinlikleri kapsamında su kirliliği, nanoteknoloji ve yenilenebilir enerji etkinlikleri en çok sevilen etkinlikler arasında yer almıştır. Bu konudaki örnek katılımcı görüşleri şu şekildedir:

“DNA’ları inceledik suyun içindeki değişik şeylere baktık, çam ağaçları mesela bizim de var. Ben onlarda da hep solucan gibi şeyler görüyordum. Onlar hakkında bilgilendim. Nanoteknolojinin kanser gibi pek çok hastalıklara çözüm olabileceğini öğrendim.” (Ö14) “Su kirliliği. Çünkü su hakkında olan tüm kötü şeyleri anlatıyordu ve ben bunları yapmamaya çalışacağım.” (Ö8)

“Hepsini çok sevdim ama derslerden nanoteknoloji galiba. Çünkü ben çok merak ediyordum. Öğrenmiş oldum burada.” (Ö20)

Proje etkinliklerinin ardından doldurulan yansıtıcı günlüklerdeki ifadelerden çevre etkinlikleri koduna ilişkin örnekler aşağıda sunulmuştur:

“İkinci etkinlikte Türkiye’deki omurgalı hayvan türlerini, nesli tükenmekte olan canlılar ile ilgili çok bilgi öğrendim... Nanoteknoloji ilgimi çekti, meslek seçiminde fikir verdi, çam kese böcekleri eğlenceli ve zordu.” (Ö4)

“Biyolojik çeşitlilik eğlenceliydi, yeni bitki ve hayvan türleri öğrendik, çevre kirliliği etkinliğinde bazı bilgileri biliyordum ama yeni bilgiler de öğrendik.” (Ö20)

“Yenilenebilir enerji bilgi verici, eğlenceli, yeşil savaşçı bilgilendirici.” (Ö23)

“Laboratuvar deneylerinde çok eğlendim, su arıtma da yaptık.” (Ö29)

Katılımcılar matematik etkinlikleri içerisinde en çok geri dönüşüm ve matematikte drama etkinliğini sevdiklerini belirtmişlerdir. Bu konudaki bazı örnek ifadeler şu şekildedir:

“Geri dönüşüm. Eşyaları geri dönüştürdüğümüz için hoşuma gitti.” (Ö1)

“Drama. Aslında tüm etkinlikler güzeldi.” (Ö7)

Tarım ve hayvancılık etkinlikleri içerisinde ise katılımcılar alan gezisi sırasında gerçekleştirdikleri tarımsal üretimle elde edilen hammaddelerden doğal deterjan yapımı ve hayvancılığı sevdiklerini ifade etmişlerdir. Konuya ilişkin bir katılımcının görüşleri şu şekildedir:

“Deterjan yapımı ve su arıtma. Gerçek yaşamda da kullanılabilir, almak yerine deterjan yapabilirim.” (Ö27)

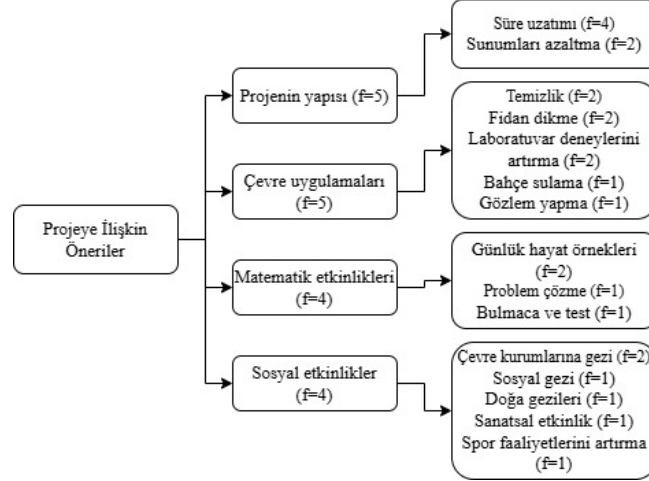
Yansıtıcı günlüklerdeki ifadelerden tarım ve hayvancılık etkinlikleri koduna ilişkin örnekler şu şekildedir:

"İncir Araştırma Merkezi'ne gittik, hayvancılık ve bitki konularında yeni şeyler öğrendik, deterjan yaparken eğlendim." (Ö4)

"Germencik İncir Araştırma Enstitüsü'ne gittik, incirlerle ilgili bilgiler öğrendik. Hayvanlarla ilgili bilgiler öğrendik, hayvanları sevdik, tarımla ilgili hesaplamalar öğrendik." (Ö20)

"Günüm güzeldi, incir nasıl yetiştirilir onu öğrendik, Söke'de çiçek nasıl yetiştirilir onu öğrendik, hayvanlarla ilgili şeyler öğrendik, bulaşık deterjanı yaptık, çok güzeldi." (Ö28)

Öğrencilerin "projeye ilişkin öneriler" temasına ilişkin görüşleri ise Görsel 5'te sunulmuştur.



**Görsel 5** Öğrencilerin Projenin Daha Etkili Hale Getirilmesine Yönelik Önerileri

Görsel 5 incelendiğinde öğrencilerin projeye ilişkin önerilerinin "projenin yapısı", "çevre uygulamaları", "matematik etkinlikleri" ve "sosyal etkinlikler" kodları altında toplandığı görülmektedir. Projenin yapısına ilişkin bazı katılımcılar proje süresinin uzatılması önerisinde bulunmuşlardır. Konuya ilişkin bazı katılımcı görüşleri şu şekildedir:

"Gün arttırılabilir." (Ö27)

"Bir ay, iki ay olabilirdi." (Ö19)

"Bunun bir sene daha yapılması, başka çocukların da öğrenmesi ve hava kirliliği gibi kirliliklerin azalması." (Ö28)

Bulgular incelendiğinde projenin yapısına ilişkin ayrıca sunum ağırlıklı derslerin veya etkinliklerin azaltılması önerisi yer almaktadır. Bu konuya ilişkin bir katılımcı "*konferanslar azaltılabilir*" (Ö27) önerisinde bulunmuştur.

Katılımcıların çevre uygulamalarına ilişkin çevre temizliği, fidan dikme, laboratuvar deneylerini artırma, bahçe sulama ve doğada gözlem yapma şeklinde önerileri bulunmaktadır. Örnek katılımcı ifadeleri aşağıda sunulmuştur:

"Doğayı temizlemek için bir etkinlik olsaydı keşke." (Ö1)

"Fidan dikmek gibi ya da bahçe sulamak gibi, doğada vakit geçirmek gibi." (Ö30)

"Bence daha fazla deney yapmalıydık. Laboratuvarda." (Ö6)

"Laboratuvarda daha çok etkinlik yapılabilir. Kirliliği ve temiz toprağı inceleyebiliriz. Ne zararlar veriyor bakabiliriz. Hava için bakamayız ama su ve toprakta olabilir." (Ö25)

Matematik etkinlikleri kapsamında ise katılımcılar, günlük hayat problemlerine ilişkin daha fazla örnek, problem çözme, bulmaca ve testlere yer verilmesini önermişlerdir. Konuya ilişkin örnek ifadeler şu şekildedir:

"Mesela problem çözme daha çok olabilirdi." (Ö22)

"En çok yapılabilecek matematikte sadece bulmacalı testler olabilir." (Ö15)

“Günlük hayattan daha çok etkinlik yapılabilir.” (Ö27)

Sosyal etkinlikler kapsamında katılımcı önerileri çevre kurumları, sosyal ve doğa gezileri, sanatsal etkinlikler ve daha fazla sportif faaliyet olması şeklindedir. Katılımcı önerilerinden örnekler aşağıdaki gibidir:

“Doğa gezileri, daha fazla ormanın içinde gezmek gibi, hayvanların içinde gezmek gibi...” (Ö3)

“Farklı çevre konuları olan daha çok geziler olabilir. Mesela, belli kuruluşlara gidilip yapabileceğimiz şeyler anlatılabilirdi.” (Ö4)

“Sportif faaliyetlerde futbol, basketbol gibi... Daha az vardı diğerlerine göre.” (Ö21)

## Sonuç ve öneriler

Araştırmanın nicel verilerinden elde edilen sonuçları, projeye katılan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında bir farklılık olmadığını göstermektedir. Sezer Evcan vd.’nin (2020) TÜBİTAK 4004 “Hayatımızdaki Matematik: Tarım” projesinde benzer sonuçları elde ettikleri görülmüştür. Bu çalışmada da durumun sebebinin proje sürecinin sınırlı bir süreden oluşmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Matematiğe yönelik tutuma ilişkin alt boyutlar incelendiğinde ise “Çalışma” alt boyutunda son test lehine anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Alan yazında okul ortamı dışında gerçekleştirilen etkinliklerde öğrencilerin öğrenme sürecinden keyif aldıklarına ilişkin çalışmalara rastlanmaktadır (Kırıkkaya vd., 2010). Bu bulgudan hareketle, araştırma kapsamında farklı ortamlarda gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin daha motive olmalarını ve öğrenmeden keyif almalarını sağladığı, ayrıca matematik çalışmaya yönelik algılarında olumlu bir değişim meydana geldiği söylenebilir.

Araştırmanın bir diğer sonucuna göre, - projeye katılan öğrencilerin çevre sorunlarına yönelik farkındalık düzeylerinde bir farklılık gözlenmemiştir. Çevre sorunlarına yönelik farkındalığın alt boyutlarına bakıldığında, “Bilgi” alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Buradan hareketle proje sürecindeki etkinliklerin, öğrencilerin çevre sorunlarına yönelik bilgi düzeylerine katkı sağladığı söylenebilir. Özgel ve diğerlerinin (2018) doğa kampı destekli çevre eğitimi kapsamında gerçekleştirdikleri çalışmalarında da bilgi alt boyutunda deney grubu lehine anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Benzer doğa eğitimi projelerinin öğrencilerin bilgi düzeylerine olumlu etki sağladığı gözlenmiştir (Avcı vd., 2015). Bu sonuçlara paralel olarak, Garcia-Piqueras ve Ruiz-Gallardo’nun (2021), öğrencilerin matematik alanındaki kazanımlarını ve algılarını geliştirmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, proje tabanlı öğrenmeye dayalı bir STEM görevi yerine getiren öğrencilerin matematik final sınavlarındaki performanslarının ve bilgi düzeylerinin kontrol grubuna göre arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında, uluslararası alan yazında, matematik ve çevrenin birlikte ele alındığı eko-matematik çalışmalarının çevresel sorunlara yönelik farkındalığın gelişmesinde etkili olduğu belirtilmektedir. Örneğin Skovsmose (2014), matematiğin çevreyle ilgili tüm uygulamalarda eleştirel olarak ele alınmasının ne kadar önemli olduğunun altını çizerek matematiğin biçimlendirici gücü üzerinde durmaktadır. Bireylerin eleştirel matematik bakış açısını ve farkındalığını geliştirmek için, iklim değişikliği gibi gerçek dünya sorunlarının, onların toplumda eleştirel birer vatandaş olarak yer almaları için bir geçit görevi görebileceği öne sürülmektedir (Steffensen, 2017).

Araştırma sonucunda projeye katılan öğrencilerin çevresel tutumları, matematik motivasyonları ve matematik problemi çözmeye yönelik tutumlarında anlamlı fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Bu bulgudan hareketle proje süresinin, çevresel tutum ve matematik motivasyonuna ilişkin anlamlı ölçüde değişim yaratmak için yeterli olmadığı söylenebilir. Kısa sürede yapılan etkinlikler ve ölçümlerin, tutum ve motivasyon üzerindeki etkisinin yeterli düzeyde olmadığı çeşitli çalışmalarda da dile getirilmektedir (Keçeci vd. 2019; Yoloğlu ve Uçar, 2015).

Araştırmanın nitel verilerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde eko-matematiğin anlamına ilişkin öğrenci görüşlerinin ön görüşmelerde “fikrim yok”, “matematik”, “çevre” ve “proje uygulamaları” temaları, son görüşmelerde ise “matematik ve çevre ilişkisi”, “matematik” ve

“çevre” temaları altında toplandığı belirlenmiştir. Proje öncesinde “fikrim yok” temasına daha çok vurgu yapılırken, proje sürecinin ardından “matematik ve çevre ilişkisi” temasının daha fazla vurgulandığı görülmektedir. Araştırma bulguları projenin başlangıcında öğrencilerin eko-matematiğin anlamını çevre sorunlarıyla ilişkilendirmede yetersiz olduklarını göstermektedir. Alan yazında, eko-matematik temelli programlarda hem eko-eleştirel yaklaşımı hem de çevre içinde matematik eğitime yönelik araştırmaları inceleyen çalışmalar, bu iki alanın birleştirilmesinin yararlarını ve öğrenciler üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur (Wolfmeyer ve Lupinacci, 2017). Araştırma sonucunda öğrencilerin çevre sorunlarına ilişkin görüşleri ön ve son görüşmelerde benzer ifadelerden oluşsa da görüşmelerde farklı vurgulamalar yapıldığı görülmektedir. Ön görüşmelerde en sık tekrar edilen çevre sorunu küresel ısınma olarak belirlenmiş, ancak son görüşmelerde daha çok insan davranışlarının çevre sorunlarına yol açması vurgulanmıştır. Eko-matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki yerine ilişkin öğrencilerin ön görüşmelerde “fikrim yok”, “hesaplama ve “eğitim” temaları, son görüşmelerde ise “hesaplama”, “çevre faaliyetleri” ve “eğitim” temaları altında görüş bildirdikleri ortaya çıkmıştır. Ön görüşme sonuçlarında öğrencilerin, eko-matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki yerine ilişkin bağlantıyı kurmakta yetersiz oldukları gözlemlenmekle birlikte son görüşmelerde çevre faaliyetlerine ilişkin daha fazla görüş belirtilmiş ve çevre sorunlarının çözümünde matematiğin kullanılabileceği vurgulanmıştır. Bu bağlamda, proje kapsamında gerçekleştirilen tarım zararlılarına ilişkin matematiksel modelleme etkinliği ve diğer eko-matematik etkinliklerinin öğrencilerin çevre sorunları ve matematik ilişkisini kurmalarını kolaylaştırdığı söylenebilir. Steffensen ve Kacerja (2021), sosyo-eleştirel modelleme perspektifiyle gerçekleştirdikleri çalışmalarında, öğrencilerin matematik dersinde Karbon Ayak İzi Hesaplayıcısı kullanarak iklim değişikliği üzerine düşünme süreçlerini incelemişlerdir. Öğrenciler hesaplamanın nasıl yapıldığını, günlük hayattaki eylemleri ifade eden farklı değişkenlerin ayak izi üzerindeki etkilerini ve bireysel, ulusal, küresel emisyonları keşfetmiş ve değerlendirmişlerdir. Araştırma sonuçları matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki rolüne ilişkin öğrenci görüşlerinde ve bakış açılarında eko-matematik etkinliklerinin etkili olduğu görüşünü desteklemektedir.

Araştırmanın proje sonunda toplanan verilerden elde edilen sonucuna göre öğrencilerin proje etkinliklerine yönelik görüş ve önerileri “en sevilen etkinlikler” ve “projeye yönelik öneriler” temalarından oluşmaktadır. Öğrencilerin en sevdikleri etkinlikler; atık materyaller ile gerçekleştirilen üç boyutlu çalışmalar, huni kapmaca, yakartop gibi “sosyal etkinlikler”, biyolojik çeşitlilik, içme suyu üretim yolları gibi “çevre etkinlikleri”, tarım zararlılarına ilişkin hesaplamaları içeren modelleme, çevre kirliliği temalı matematiksel drama etkinliği gibi “matematik etkinlikleri” ve buğday ekimi, küresel ısınmanın tarım ürünlerine etkisi etkinliği gibi “tarım uygulamaları” başlıkları altında toplanmıştır. En çok sevilen etkinlikler spor ve tasarım etkinliklerinin yanı sıra fen laboratuvarında öğrencilerin su arıtımı gerçekleştirdikleri su kirliliği deneyi olmuştur. Topalsan vd. (2019) de ortaokul öğrencileri ile fen bilimleri alanında gerçekleştirdikleri projelerinde öğrencilerin aktif rol oynadıkları ve arazi çalışmaları gerçekleştirdikleri etkinlikleri daha çok sevdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Öğrencilerin aktif olarak yer aldıkları etkinliklere daha olumlu görüş bildirdikleri söylenebilir. Araştırmanın diğer sonuçları öğrencilerin; sürenin daha uzun olması, aktif yer alabilecekleri çevre etkinliklerinin artırılması, çevre uygulamaları yapılması, farklı türde matematik etkinliklerine yer verilmesi ve sosyal etkinliklerin artırılması şeklinde önerilerde bulunduklarını göstermektedir. Benzer şekilde Avcı ve diğerlerinin (2015) ortaokul kademesindeki öğrenciler ile gerçekleştirdikleri “Bizim Deniz Akdeniz” projesinin sonuçları değerlendirildiğinde proje sürecinde gerçekleştirilen etkileşimli etkinliklerin öğrencilerde olumlu etkiler bıraktığı gözlenmiştir. Akay’ın (2013) gerçekleştirdiği bir başka projede ortaokul öğrencilerinin bilimsel bilgiye eğlenerek ulaştıkları belirtilmiştir. Öğrencilerin sınıflarında veya örgün eğitimde kuralları olan ve tek disipline dayanan derslerden çok yaz kampı, okul dışı etkinlikler ve sınıf dışı daha aktif olarak yer aldıkları etkinliklere ilgi duydukları ve bu tür etkinliklere ayrılan sürenin kısa olduğunu belirttikleri alan yazında karşımıza çıkmaktadır (Aktamış vd., 2018; Yazıcı vd., 2018). Özetle, araştırma sonuçları bir hafta süreli eko-matematik



projesinin öğrencilerin matematiğe ve çevreye yönelik tutumlarında anlamlı bir değişim yaratma konusunda etkisiz kaldığını, ancak öğrencilerin eko-matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki rolüne ilişkin farkındalıklarını artırdığını, projeye ilişkin genel öğrenci görüşlerinin ise olumlu olduğunu göstermektedir.

## Araştırmanın sınırlılıkları ve öneriler

Araştırma kapsamında öğrencilerin matematiğe yönelik ve çevresel tutum, çevre sorunlarına yönelik farkındalık, matematik motivasyonu ve matematik problemi çözme tutumları nicel ölçme araçlarıyla belirlenmiştir. Bu kapsamda bu özelliklerin ölçülmesine yönelik daha derinlemesine ve daha uzun sürelerde yapılandırılacak nitel çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilebilir. Ayrıca öğrencilerin eko-matematiğin çevre sorunlarının çözümündeki rolüne ilişkin görüşleri yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla incelenmiştir. Katılımcı gözlemler yoluyla öğrencilerin matematik ve çevre ilişkisini nasıl anlamlandırdığına yönelik çalışmalar yapılabilir. Bu çalışma taşıma yoluyla eğitime erişim sağlayan ortaokullarda öğrenim görmekte olan öğrencilerle sınırlıdır. Farklı şehirlerde veya eğitim kademelerinde öğrenim görmekte olan öğrencilerle de çalışmalar yapılabilir. Yapılacak uygulamalara ilişkin ise eko-eleştirel yaklaşım, gerçekçi matematiksel modelleme, çevre ve sürdürülebilirlikle ilgili gerçekleştirilecek çalışmalarda eko-matematik etkinliklerine daha fazla yer verilmesi önerilebilir. Gerçek yaşam problemleri üzerine kurulu içerik ve öğrenme-öğretme süreci tasarlanarak eğitim programlarına, çevre sorunlarının çözümüne yönelik matematik temelli etkinlikler entegre edilebilir.

## Yazar katkı oranları

Çalışmaya 1. Yazar: %15, 2. Yazar: %15, 3. Yazar: %14, 4. Yazar: %14, 5. Yazar: %14, 6. Yazar %14 ve 7. Yazar: %14 oranında katkı sağlamıştır.

## Çıkar çatışması beyanı

"Ortaokul öğrencileri için eko-matematik proje değerlendirmesi" başlıklı makalemizin herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur. Yazarlar arasında da herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

- Abtahi, Y., Götze, P., Steffensen, L., Hauge, K. H., & Barwell, R. (2017). Teaching climate change in mathematics classroom: An ethical responsibility. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 32, 1-18.
- Akay, C. (2013). Ortaokul öğrencilerinin yaparak-yaşayarak öğrenme temelli TÜBİTAK 4004 bilim okulu projesi sonrası bilim kavramına yönelik görüşleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 326-338.
- Aktamış, H., Acar, E., & Hiğde, E. (2018). Astronomiyi öğrenelim-uzayı keşfedelim kampı öğrencilerin astronomi hakkındaki kavramsal bilgilerini değiştirdi mi?. *Kastamonu Education Journal*, 26(2), 523-533. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.389816>
- Aktan, S., & Tezci, E. (2013). Matematik Motivasyon Ölçeği (MMÖ) geçerlik ve güvenirlik çalışması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(4), 57-77. <https://doi.org/10.9761/JASSS1173>
- Avcı, E., Özenir, Ö. S., Kurt, M., & Atik, S. (2015). TÜBİTAK 4004 doğa eğitimi ve bilim okulları kapsamında ortaokul öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen "Bizim Deniz Akdeniz" projesinin değerlendirilmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 312-333. <https://doi.org/10.17539/aej.38049>
- Barwell, R. (2013). The mathematical formatting of climate change: Critical mathematics education and post-normal science. *Research in Mathematics Education*, 15(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633>

- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education*, 13(5), 7-11.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Deneyisel desenler* (3. baskı). Pegem Akademi.
- Çanakçı, O. (2008). *Matematik problemi çözme tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi*. [Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi], YÖK Tez Merkezi.
- Ernest, P. (2002). Empowerment in mathematics education. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 15(1), 1-16.
- Ernest, P. (2009). Reflections on theories of learning. In *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers* (pp. 39-47). Springer.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th edition). McGraw-Hill.
- Garcia-Piqueras, M., & Ruiz-Gallardo, J. R. (2021). Green stem to improve mathematics proficiency: Esa mission space lab. *Mathematics*, 9(17), 2066. <https://doi.org/10.3390/math9172066>
- Garcia-Piqueras, M., & Sotos Serrano, M. (2021). Regeneración forestal tras un incendio: Complejidad y protocolos en una aproximación STEM transversal [Forest regeneration after a fire: Complexity and protocols in a transversal STEM approach]. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias [Eureka Magazine on Science Teaching and Dissemination]*, 18(1), 1201. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2021.v18..i1.1201>
- Güven Yıldırım, E., & Aydoğdu, M. (2012). Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık Ölçeğinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinin belirlenmesi. *Öğretmen Eğitimi ve Eğitimcileri Dergisi*, 1(2), 185-2020.
- Hauge, K. H., & Barwell, R. (2017). Post-normal science and mathematics education in uncertain times: Educating future citizens for extended peer communities. *Futures*, 91, 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.013>
- Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 952–984.
- Hikayat, C., Suparman, S., Hairun, Y., & Suharna, H. (2020). Design of realistic mathematics education approach to improve critical thinking skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8(6), 2232-2244. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080606>
- Honess, D., & Quinlan, O. (2017). Astro pi: Running your code aboard the international space station. *Acta Astronautica*, 138, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2017.05.023>
- Keçeci, G., Zengin, F. K., & Alan, B. (2019). TÜBİTAK 4004 "Küçük Bilim insanları Elâzığ Hazar Gölü Ekosistemini Keşfediyor" projesinin ortaokul öğrencilerinin çevresel tutumlarına etkisi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 41-63. <http://www.itobiad.com/issue/43055/482979>
- Kim, A. Y., Sinatra, G. M., & Seyranian, V. (2018). Developing a STEM identity among young women: A social identity perspective. *Review of Educational Research*, 88(4), 589-625. <https://doi.org/10.3102/0034654318779957>
- Kirikkaya, E. B., Iseri, S., & Vurkaya, G. (2010). A board game about space and solar system for primary school students. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 9(2), 1-13.
- Laurens, T., Batlolona, F. A., Batlolona, J. R., & Leasa, M. (2017). How does realistic mathematics education (RME) improve students' mathematics cognitive achievement?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(2), 569-578. <https://doi.org/10.12973/ejmste/76959>
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Merz, C. J. (2012). *Eco-math: Creating a model curriculum for teaching mathematics in the context of environmental education*. Theses digitization project. 4126. <https://scholarworks.lib.csusb.edu/etd-project/4126>

- Minichiello, A., Hood, J. R., & Harkness, D. S. (2018). Bringing user experience design to bear on STEM education: A narrative literature review. *Journal for STEM Education Research*, 1, 7-33. <https://doi.org/10.1007/s41979-018-0005-3>
- Mizell, S., & Brown, S. (2016). The current status of STEM education research 2013-2015. *Journal of STEM Education*, 17(4), 52-56.
- OECD (2006). *Evolution of student interest in science and technology studies: Policy report*. OECD Global Science Forum.
- Önal, N. (2013). Ortaokul öğrencilerinin matematik tutumlarına yönelik ölçek geliştirme çalışması. *İlköğretim Online*, 12(4), 938-948.
- Özgel, Z. T., Aydoğdu, M., & Güven Yıldırım, E. (2018). Doğa kampı destekli çevre eğitiminin çevre sorunlarına yönelik farkındalık ve tutuma etkisi. *İhlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 90-106.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338122.pdf>
- Pompea, S. M., Fine, L. W., & Meystre, P. (2011.). Photonics education for a green future: connecting the dots of the Arizona STEM education experiment. In *SPIE Eco-Photonics 2011: Sustainable Design, Manufacturing, and Engineering Workforce Education for a Green Future* (Vol. 8065, pp. 193-205). SPIE.
- Renert, M. (2011). Mathematics for life: Sustainable mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 31(1), 20-26.
- Salo, M., Mattinen-Yuryev, M. K., & Nissinen, A. (2019). Opportunities and limitations of carbon footprint calculators to steer sustainable household consumption—Analysis of Nordic calculator features. *Journal of cleaner production*, 207, 658-666. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.035>
- Schreffler, J., Vasquez III, E., Chini, J., & James, W. (2019). Universal design for learning in postsecondary STEM education for students with disabilities: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0161-8>
- Sezer Evcan, S., Adilov, G., Eken, Z., Barut, S., Kemali, S., & Tınaztepe, G. (2020). TÜBİTAK 4004-Doğa eğitimi ve bilim okulları kapsamında 7. sınıf öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen "Hayatımızdaki Matematik: Tarım" projesinin değerlendirilmesi. *Uluslararası Eğitim Araştırmacıları Dergisi*, 3(1), 28-41.
- Skovsmose, O. (2014). *Critique as uncertainty*. Information Age Publishing.
- Steffensen, L. (2017). Critical mathematics education and post-normal science: A literature overview. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 2017(32), 1-30.
- Steffensen, L., Herheim, R., & Rangnes, T. E. (2018). Wicked problems in school mathematics. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Eds.). *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 227-234). PME.
- Steffensen, L., & Kacerja, S. (2021). Carbon footprints calculators and climate change. In F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical modelling education in East and West* (pp. 513-523). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6_43)
- Topalsan, A. K., Türk, Z., & Güler, G. (2019). Korunmaya muhtaç çocuklara yönelik gerçekleştirilen "Doğada Bilim Yapıyorum!" TÜBİTAK 4004 projesinin değerlendirilmesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 581-607. <https://doi.org/10.15869/itobiad.488344>
- Tucker-Raymond, E., Puttick, G., Cassidy, M., Harteveld, C., & Troiano, G. M. (2019). "I Broke Your Game!": critique among middle schoolers designing computer games about climate change. *International Journal of STEM Education*, 6, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0194-z>
- Wheland, E. R., Donovan, W. J., Dukes, J. T., Qammar, H. K., Smith, G. A., & Williams, B. L. (2013). Green action through education: A model for fostering positive attitudes about STEM. *Journal of College Science Teaching*, 42(3), 46-51.
- Wolfmeyer, M., Lupinacci, J., & Chesky, N. (2017). EcoJustice mathematics education: An ecocritical (re) consideration for 21st century curricular challenges. *Journal of Curriculum Theorizing*, 32(2), 53-71.

- Yazıcı, E., Aktamış, H., Hiğde, E., Arabacıoğlu, T., & Özen Ünal, D. (2018, Kasım 22-24). *Move to STEM let's meet STEM nature education and science school*. [Sözlü Bildiri] Innovation and Global Issues Congress IV (INGLOBE4), Antalya, Türkiye
- Yoloğlu, A., & Uçar, M. (2015). Kültür varlıkları ve koruma konusunda aktif öğrenme temelli tasarlanan Bir TÜBİTAK-4004 Projesi değerlendirmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 1043-1062. <https://doi.org/10.17860/efd.81882>
- Yücel, E. Ö., & Özkan, M. (2014). Ortaokul öğrencilerine yönelik Çevresel Tutum Ölçeği geliştirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 27-48. <https://doi.org/10.19171/ueefd.37221>

## Ek 1. Etkinlikler

| Gün   | Etkinlik Adı                                                                                                                                                                                                                |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Gün | Ölçme ve değerlendirme etkinlikleri, açılış, çevre problemleri, ekonomi, çevre ve matematik ilişkisi temalı etkinlikler ve spor etkinlikleri                                                                                |
| 2.Gün | Oryantiring, Biyolojik çeşitlilik ve geri dönüşüm temalı çevre ve matematik eğitimi etkinlikleri                                                                                                                            |
| 3.Gün | Spor etkinlikleri, su kirliliği, yeşil teknolojiler ve nanoteknoloji konusunda etkinlikler, ekolojik denge konusunda matematiksel modelleme etkinlikleri, geri dönüşüme dayalı geometri ve sanat etkinlikleri               |
| 4.Gün | Suyun kimyası, içme suyu kirliliği ve üretimi, küresel ısınma konularında bilim ve matematik odaklı disiplinlerarası etkinlikler, geri dönüşüme dayalı geometri ve sanat etkinlikleri, spor etkinlikleri                    |
| 5.Gün | İncir araştırma merkezi ziyareti, tarım, hayvancılık, sulama ve çevre problemleri ilişkisine dayalı ziraat ve matematik eğitimi içeren disiplinler arası atölye çalışması, eko-matematik temalı müzik ve sanat etkinlikleri |
| 6.Gün | Alan gezisi ve sosyal geziler, eko-matematik temalı müzik ve sanat etkinlikleri                                                                                                                                             |
| 7.Gün | Pandemi süreci, çevre kirliliği ve matematiğin bunu anlamadaki rolü temalı seminer, spor ve ölçme ve değerlendirme etkinlikleri ve konsol oyunu                                                                             |