



## Investigating the Effect of Integrated STEM Activities on Summer School Students' STEM Interests and Opinions

İbrahim BENEK<sup>a</sup> (ORCID ID - 000-0002-7124-4905)  
İsmail DÖNMEZ<sup>b\*</sup> (ORCID ID - 0000-0002-7792-0169)

<sup>a</sup> Van Edremit Science and Art Centre, Van/Türkiye

<sup>b</sup> Muş Alparslan University, Child Development, Muş/Türkiye



### Article Info

DOI: 10.14812/cuefd.1417392

#### Article history:

Received 12.01.2024

Revised 03.07.2024

Accepted 04.07.2024

#### Keywords:

STEM,  
Summer School,  
Integrated STEM,  
STEM Interest,  
Self-determination Theory.

### Abstract

The purpose of this study is to examine the transformative effect of integrated STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) activities implemented in summer school on students' interests and experiences in STEM fields. A mixed method approach including both qualitative and quantitative data sources was used in the study. STEM Interest Scale, interview form, diaries and field notes were used as data collection tools. While qualitative data enabled in-depth exploration of students' experiences, quantitative data provided empirical evidence of the impact of integrated STEM activities on students. The findings show that integrated STEM activities positively affect students' interest in STEM fields, their perceptions and experiences regarding STEM education. The research is in line with the "Self-Determination Theory" which shows that intrinsic motivation, interest, and autonomy are important elements that shape students' experiences with STEM activities. The results highlight the need to diversify STEM education practices and promote inclusiveness in summer schools to ensure the long-term effectiveness and sustainability of STEM programmes.

### Research Article

## Bütünleşik STEM Etkinliklerinin Yaz Okulu Öğrencilerinin STEM İlgi ve Görüşleri Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

### Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cuefd.1417392

#### Makale Geçmiş:

Geliş 12.01.2024

Düzeltilme 03.07.2024

Kabul 04.07.2024

#### Anahtar Kelimeler:

STEM,  
Yaz Okulu,  
Bütünleşik STEM,  
STEM ilgisi,  
Öz-belirleme Teorisi.

### Öz

Bu çalışmanın amacı, yaz okulunda uygulanan bütünleşik STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgi ve deneyimleri üzerindeki dönüştürücü etkisini incelemektir. Çalışmada hem nitel hem de nicel veri kaynaklarını içeren karma bir yöntem yaklaşımı kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak STEM İlgi Ölçeği, görüşme formu, günlükler ve saha notları kullanılmıştır. Nitel veriler öğrencilerin deneyimlerinin derinlemesine araştırılmasına olanak sağlarken, nicel veriler bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki etkisine dair ampirik kanıtlar sunmuştur. Bulgular, bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerini, STEM eğitimine ilişkin algılarını ve deneyimlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Araştırma; içsel motivasyon, ilgi ve özerkliğin öğrencilerin STEM etkinlikleriyle ilgili deneyimlerini şekillendiren önemli unsurlar olduğunu gösteren "Öz Belirleme Teorisi" ile uyumludur. Sonuçlar, STEM programlarının uzun vadeli etkinliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak için STEM eğitimi uygulamalarını çeşitlendirme ve yaz okullarında kapsayıcılığı teşvik etme ihtiyacını vurgulamaktadır.

### Araştırma Makalesi

## Introduction

STEM education, which includes science, technology, engineering and mathematics, is of great importance in today's society. STEM has gained increasing international recognition and has been the subject of extensive research (Li et al., 2019). STEM education is significant for promoting human capital development and reducing economic inequality (Harden et al., 2020). STEM prepares students with the essential skills needed in the 21st century workforce (Lian et al., 2021). One of the key aspects of STEM education is the ability to integrate scientific inquiry and engineering design processes to solve real-world problems (Kelley & Knowles, 2016). The findings show that integrated STEM activities positively affect students' interest in STEM fields, their perceptions and experiences regarding STEM education (Kelley & Knowles, 2016). By engaging in these processes, students develop critical thinking, problem solving, and creativity skills that are highly valuable in various fields (Kelley & Knowles, 2016). STEM activities in summer schools have a positive impact on students' STEM interests and views (Donmez, 2021). A STEM-based summer school is defined as an environment where participants participate in various STEM activities and interact with STEM professionals, where they can improve their perceptions and knowledge of STEM careers (Gray et al., 2017). Martinez Ortiz et al. (2018) focus on a summer school intervention program and state that early exposure to engineering and mathematics career opportunities can influence students' motivation and self-determination to pursue STEM careers. Dillivan and Dillivan (2014) show that inquiry-based STEM activities during a summer school process can significantly increase students' interest in STEM subjects. By participating in hands-on, inquiry-based activities, students can develop a deeper understanding of STEM concepts and their real-world applications (Eroğlu & Bektaş, 2016). It is emphasized that the effectiveness of STEM activities in summer school depends on various factors, such as the design of activities, the quality of instruction, and students' prior knowledge and interests (Erol & Erol, 2022). Therefore, STEM activities need to be carefully planned and implemented in a way that is engaging, relevant, and compatible with students' interests and abilities (Ata & Arslan, 2021). By engaging in hands-on, inquiry-based activities, students can better understand STEM concepts, hone their problem-solving skills, and increase their motivation and interest in STEM disciplines. However, to ensure the effectiveness of these activities in summer school, it is important to carefully plan and implement STEM activities, provide professional development opportunities for teachers, and consider students' prior knowledge and interests. As of 2022, the Ministry of National Education aimed to increase the potential of students through activity-based programmes in summer schools by using the infrastructure of Science and Art Centres (BİLSEM). In this study, the change in students' STEM interests and perceptions was examined through integrated STEM activities carried out in the Innovation and Design workshop within these summer schools.

## Literature Review

### *Integrated STEM Education*

STEM education aims to enable students to look at the problems they face in daily life from an integrated perspective and to gain the necessary skills with an interdisciplinary educational approach (Bahadır & Köse, 2021). The aim of the STEM education approach is to ensure the integrated use of four disciplines in life situations (Biçer, 2023). Integrated STEM education is an approach that combines science, technology, engineering and mathematics in a multidisciplinary and interconnected way (Kelley & Knowles, 2016). It aims to provide students with a holistic understanding of these subjects and their real-world applications (Stohlmann et al., 2012). This approach went beyond teaching these topics in isolation, focussing on their integration to solve complex problems and engage students in hands-on, inquiry-based learning experiences (Dare et al., 2018; Gök & Sayıcı, 2022). Integrated STEM education brings science, technology, engineering and mathematics disciplines together and provides students with different perspectives (Özcan & Koca, 2019). One of the most important benefits of integrated STEM education is that it makes learning more connected and relevant for students (Stohlmann et al., 2012). By integrating different disciplines, students can see the connections between concepts and understand how they apply to real-world situations (Dare et al., 2018). This approach also helps students develop problem-solving and critical thinking skills because they are encouraged to think creatively and collaboratively to

find solutions (Kelley & Knowles, 2016). However, implementing integrated STEM education can be challenging. Teachers need to have the necessary knowledge and skills to effectively integrate these subjects (Shernoff et al., 2017). Professional development and ongoing support are crucial to helping teachers develop the pedagogical strategies and instructional practices necessary for integrated STEM education (Shernoff et al., 2017). Furthermore, further research and discussion are needed to identify effective methodologies and evaluate the strategies recommended by the overall framework of integrated STEM education (Kelley & Knowles, 2016). Despite the challenges, integrated STEM education has been a topic that has attracted attention in recent years. It offers a promising approach to engage students in meaningful learning experiences and prepare them for future careers in STEM fields (Guzey et al., 2016). By integrating science, technology, engineering, and mathematics, students can develop a deeper understanding of these subjects and their interconnections and increase their interest and motivation in STEM (Stubbs & Myers, 2016). Moreover, integrated STEM education can also contribute to improving students' attitudes toward science as it provides students with hands-on experiences and opportunities to see the relevance and applicability of scientific concepts (Toma & Greca, 2018). Although it is difficult to implement integrated STEM education, this education offers benefits as it makes learning more connected and relevant for students, improves students' problem solving and critical thinking skills, and increases students' interest and motivation in STEM. In addition, intensive STEM programmes implemented in out-of-school settings can also increase students' interest in scientific and technological subjects (Okul et al., 2022). More research and professional development are needed to support teachers in implementing effective integrated STEM education strategies. Therefore, it is crucial to create integrated experiences that intentionally and explicitly support students to develop their knowledge and skills both within their field and across different disciplines (Gencer et al., 2019).

### ***STEM Interest***

STEM interest refers to the level of attraction, curiosity and enthusiasm that individuals have toward science, technology, engineering and mathematics (STEM) fields (Wang & Degol, 2013; Christensen et al., 2015). It encompasses a range of factors, such as motivation, career goals, and personal enjoyment of STEM subjects (Wang & Degol, 2013). In addition to its effects on educational and career choices, STEM interest is of great importance in terms of addressing the professional shortage in STEM fields (Nugent et al., 2015). Research has shown that various factors can influence STEM interests. One study revealed that individual and gender differences in STEM interests and choices may be linked to sociocultural, contextual, biological, and psychological factors (Wang & Degol, 2013). For example, students' perception of parental interest and support for STEM as well as their exposure to STEM-related activities and experiences may influence their interest in STEM (Nugent et al., 2015). Developing a STEM identity and belonging to a mixed-gender group of friends with high STEM interest may contribute to higher STEM career interest among girls (Kim et al., 2018). Moreover, the development of STEM interest may also be influenced by educational interventions. Interventions in primary education have shown that interest in STEM is generally equal for girls and boys (Hurk et al., 2018). This highlights the significance of early exposure and engagement in STEM subjects to increase interest and prevent pipeline leakage. Furthermore, developing 21<sup>st</sup>-century skills, science motivation, and positive attitudes toward STEM have been identified as important factors in developing STEM career interest among middle school students (Razali, 2021). The importance of STEM interests extends beyond educational choices. It has implications for career decisions and the future workforce. Positive STEM interest has been associated with the selection of STEM majors in higher education (Maltese & Tai, 2011; Wang, 2013). Furthermore, STEM interest is crucial for addressing the shortage of professionals in STEM fields and fostering innovation and technological advancements. STEM interest has implications for educational choices, career decisions and the future workforce. Encouraging and nurturing STEM interest is crucial to foster innovation and address the shortage of professionals in STEM fields. Studies have concluded that STEM education has positive effects on students' achievement, attitudes toward STEM and career interest (Duran & Sarı, 2021). Engineering-focused STEM integration activities have been shown to have positive effects on scientific process skills and STEM career interests (Özkuş & Özden, 2020). It has been observed that STEM education programmes and non-STEM experiences play an important role in increasing students' interest in STEM fields (Yabas et

al., 2022). Various programmes and activities are organised by schools, universities and other educational institutions to increase STEM interest. These programmes include robotics competitions, science fairs, summer camps and mentoring programmes. In addition, STEM education is supported through various online platforms and applications and reaches a broad audience. It has been determined that out-of-school STEM education for students enables students to acquire science and mathematics achievements and 21<sup>st</sup>-century skills, such as creativity, critical thinking, collaboration, and communication (Özçelik & Akgündüz, 2018). In addition, out-of-school activities were effective in female students' STEM profession choices (Dönmez, 2021) and changing the image of STEM people (Dönmez, 2023). However, STEM interests of students in summer school intervention programmes have not been sufficiently investigated and remained under-researched.

### **Theoretical Framework**

Self-determination Theory (hereafter referred to as SDT) is a psychological framework that emphasizes the importance of autonomy and intrinsic motivation in human behavior (Deci & Ryan, 1985). It suggests that individuals are more likely to engage in activities and pursue their interests when they feel a sense of autonomy and self-determination (Deci & Ryan, 1985). In this study, in the context of STEM interest, SCT was used to understand the factors affecting individuals' motivation and participation in STEM fields. One of the factors investigated about STEM interest is self-efficacy, which refers to individuals' belief in their ability to perform in STEM fields (Lent et al., 2018; Chan, 2022; Mohtar et al., 2019). Research has shown that self-efficacy in STEM is positively related to interest in STEM, which in turn is associated with higher academic and career goals in STEM (Chan, 2022). This suggests that individuals with higher levels of self-efficacy in STEM are more likely to be interested in and sustain their interest in STEM fields. Another factor examined in the context of STEM interest is the role of cultural and gender norms (Chan, 2022).

### **Importance of Research**

"Summer School Support and Training Courses" were opened for the first time within BİLSEMs in 2022. Students in formal education (including private education institutions) from 2nd grade to 12th grade can apply for these courses (MoNE, 2022a). The aim of these courses is to increase the potential of students in line with their interests and abilities and to give them the opportunity to use the summer period in the most efficient way (MoNE, 2022b). Within the scope of "Summer School Support and Training Courses", programmes related to many workshops have been prepared. One of the programmes is related to the field of "Design and Innovation". The Design and Innovation programme was prepared by taking into account mental processes such as innovative thinking, creative thinking, critical thinking, reasoning and questioning (MoNE, 2022c). One of the contents implemented in the Design and Innovation programme is Integrated STEM activities.

The study in which we investigated the effect of integrated STEM activities on the STEM interests and views of students participating in the summer school is important for several reasons. By exploring the impact of integrated STEM activities on STEM career interest, our research can help us understand students' understanding of STEM concepts and their real-world applications. This, in turn, can help improve educational outcomes and career readiness.

### **Aim**

This study aims to examine the effect of integrated STEM activities implemented in the Design and Innovation workshop in the summer school at the Science and Art Center (BİLSEM) on students' STEM interests and views. In line with this purpose, the following research questions were sought to be answered:

- Is there a significant difference between students' STEM interest scale pre-test and post-test scores?
- What are the students' views on the integrated STEM application?

## Method

### Research Design

This study was shaped according to a mixed research methodology. In this methodology, qualitative and quantitative methods are used together to collect and analyze data (Creswell & Plano-Clark, 2007). In the present study, nested design was preferred among mixed methods. In this design, qualitative and quantitative data can be obtained sequentially, simultaneously, or in combination (Creswell & Clark, 2018). In the quantitative part of this study, a one-group quasi-experimental design with pre-test - post-test was used, and in the qualitative part, the case study method was used. Case study is a frequently used design as one of the qualitative research methods. This design is used to analyze and understand a phenomenon in detail (Yin, 2003). In qualitative research, case study is an important tool to analyse real life situations in depth (Dilekçi & Nartgün, 2020). This type of research is usually conducted to understand, explain and interpret a specific situation or event in detail (Leymun et al., 2017). Case studies offer researchers the opportunity to comprehensively understand and explain the phenomenon under study (Çapar & Ceylan, 2022).

### Participants

The study participants consisted of 21 students who participated in a summer school organized by a Science and Art Center in eastern Turkey during the summer vacation 2023. The study group was selected by the "convenience sampling" method, one of the purposeful sampling methods. In convenience sampling, the researcher selects a situation that is close to him/her and easy to access, which provides speed and practicality to the research (Yıldırım & Şimşek, 2013). The participants consisted of students attending different secondary schools in the province. Eight of the students were girls and 13 were boys. Their ages ranged from 10 to 14 years old.

### Data Collection Tools

#### *STEM Interest Scale*

In this study, the STEM Interest Scale developed by Falk et al. (2016) to determine middle school students' interest in STEM and translated into Turkish by Kiran (2021) was used. In the development of the scale, two separate stages were followed as pilot study and main study. The two separate phases were conducted with 468 middle school students. As in the original scale, the adapted scale has 16 items and four sub-dimensions: "earth and space sciences," "life sciences," "technology and engineering," and "mathematics." The scale has a 5-point Likert-type rating with "strongly dislike," "dislike," "neutral," "like," and "strongly like." As a result of the factor analysis conducted in the adaptation study of the scale, it was determined that the scale has construct validity and values within acceptable limits regarding reliability coefficients (Kiran, 2021). The validity and reliability evidence obtained from the scale adaptation study shows that the STEM Interest Scale is proper for determining the STEM interests of middle school students (Kiran, 2021).

#### *Semi-structured Interview Form*

To determine the participants' views about the implementation process in detail, semi-structured interviews were conducted with eight students selected from the study group at the end of the implementation. In this process, a draft questionnaire form consisting of 10 questions was first created. This draft was sent to three experts experienced in the field for their evaluation. In line with the feedback received from the experts, some questions were removed from the questionnaire, while others were revised and re-added. After these adjustments, the questionnaire was finalized with six questions. The questions in the interview form were aimed at determining the difficulties experienced by the students in the process, the new information they learned during the implementation, the benefits of the implementation for the students and the students' feelings about the implementation.

### *Student Diaries*

Students were encouraged to keep a diary to share their experiences, feelings and thoughts about the implementation. The diaries were written on the day of the activities and collected by the researcher the following day.

### *Field Notes*

The implementer was also the researcher-teacher and took an active role in the classroom activities. The researcher-teacher monitored all activities as a participant-observer, established a relationship with the participants and actively communicated with them. After each implementation, the researcher-teacher recorded the important events that occurred during the implementation without wasting time to prevent data loss. While recording the events, she considered the order of occurrence of the events.

### **Research Process**

This study, which examined students' interests and perceptions toward STEM, was conducted during the summer vacation of 2023. This study was conducted within the scope of summer school support and training courses initiated by MoNE within BİLSEMs. This study was conducted in the Design and Innovation workshop opened within the scope of the summer school. Four integrated STEM activities prepared were applied to the students in the study group. In the process of deciding on the activities, the learning outcomes of the Ministry of National Education were taken into consideration. The learning outcomes taken into consideration in the MoNE's Science curriculum are as follows:

1. Predict the variables affecting liquid pressure and test their predictions.
2. Gives examples of the applications of the pressure properties of solids, liquids and gases in daily life and technology (Examples are given from the applications of Pascal's principle related to liquid pressure).
3. Classifies energy as kinetic and potential energy by associating it with the concept of work (a. Potential energy is classified as gravitational potential energy and elastic potential energy. b. It is stated that potential energy depends on mass and height, and kinetic energy depends on mass and speed).
4. Recognizes the circuit elements that make up a simple electrical circuit with their functions (Battery, light bulb, cable and switch are introduced as circuit elements).
5. Establishes a working electrical circuit (A circuit consisting of a light bulb, battery and switch is asked to be established).
6. Explains the functions of organs that help digestion.
7. Explains the functions of the structures and organs that make up the digestive system using models (MoNE, 2018).

The implementation of this study lasted for six weeks, adhering to MoNE's summer school calendar. In the first week, information about the implementation was given. In this context, students were informed about the purpose of this research, the path to be followed in the research, and the activities to be performed in this research. In addition, the engineering design process was explained to the students and a pilot application was made with a sample activity. STEM activities were conducted in the second, third, fourth and fifth weeks and post-tests were administered in the sixth week. The implementation process of the study is given in Table 1.

**Table 1**  
*Implementation of the Study*

Week	Activities Conducted	Date	Data Collection
1	Introducing and piloting the application	06.07.2023 07.07.2023	-STEM Interest Scale Pre-Test
2	Crane Design Event	13.07.2023 14.07.2023	-Diary, -Field Notes
3	Basketball Hoop Design Activity	20.07.2023 21.07.2023	- Diary, -Field Notes
4	Drawing with my Robot Activity	27.07.2023 28.07.2023	- Diary, -Field Notes
5	Modeling my Digestive Organs with 3D Pen Activity	03.08.2023 04.08.2023	- Diary, -Field Notes
6	Post-test	10.08.2023 11.08.2023	-STEM Interest Scale Post-test -Semi-structured Interview

After the pilot study in the first week, it was decided that four class hours would be sufficient for each activity. The activities were implemented in 16 lesson hours, two lesson hours per day. During the implementation, four separate integrated STEM activities were carried out: "Designing a Crane," "Designing a Basketball Hoop," "Drawing with my Robot" and "Modeling my Digestive Organs with a 3D Pen."

In this study, activities were performed using the engineering design stages developed by Hynes et al. (2011). In this direction:

1. *In the need or problem identification phase (10 min.)*, students in groups tried to define the problem in the context of real life.
2. *During the research phase to identify needs or problems (10 minutes)*, students reviewed sources such as the internet, books, and magazines to determine the need.
3. *At the stage of developing possible solutions (10 min.)*, students developed different solutions by brainstorming within the group.
4. *Selecting the best solution phase (10 min.)*, students selected the best solution from the different solutions they proposed in the previous phase.
5. *Prototyping phase (40 min.)*, students created a product using the materials they received from the teacher.
6. *Solution testing and evaluation phase (20 min.)*, the groups tested the products they created within the framework of the criteria and limitations they set beforehand.
7. *Presenting the solution phase (20 min.)*, students presented their products that they tested and met certain criteria to the class.
8. *Redesigning/revising phase (30 min.)*, students revised their products that did not meet the criteria and limitations in their tests. They also redesigned the defective parts.
9. *Completion decision stage (10 min.)*, students finalized their products.

Integrative STEM education is the approach that explores learning and teaching between any two or more STEM subject areas and one or more other school subjects (Sanders, 2009). That is, it is defined as an approach to teaching the STEM content of two or more STEM fields (Kelley & Knowles, 2016). In the integrated STEM activities implemented in our study, students were enabled to participate in at least two or more STEM fields. In other words, students integrated at least two fields of science, mathematics, engineering and technology in their activities or designs. For example, in the "crane design" activity,

students used topics, such as pressure, liquid pressure, and Pascal's principle in science. During the product design, students benefited from the design-making stages in engineering. The teacher utilized mathematical knowledge and skills, such as measuring the amount of liquid in the injectors, measuring the weight of the crane, calculating the height at which the load can be lifted, and graphing the results.

At the beginning of the process, the teacher presented a scenario from a real-life context and allowed the students to think about this scenario and exchange ideas within the group. For example, in crane design, the teacher said:

*"The crane installed in an 8-storey hotel construction in the Edremit district of Van broke and collapsed during the crane raising work at the 5th floor level. In the statement made by the authorities, they explained that there was a chain of negligence in this accident and that the accident occurred while the crane officials were trying to raise the crane above its capacity."*

The students were given the scenario and asked to analyze the event. Then he gave them the big design task. For the design task, he asked them:

*"You are expected to design a crane that carries materials to all floors in constructing an 8-story building in the Edremit district of Van. The success of your design is related to its durability, duration of use, the amount of weight it can lift, and the height to which it can be raised."*

An explanation was made in the form of an explanation. Students exchanged ideas in groups, searched for alternative solutions and determined the success criteria and limitations of the design. Then, the groups were given the necessary materials and started to make their designs. Each student in the group was asked to take responsibility during the design process.

### **Data Analysis**

In this study, in accordance with the nested mixed design, data were collected at the beginning, during and at the end of the process, which were then integrated and evaluated in the interpretation section. The collected data were analyzed using quantitative and qualitative methods. The STEM Interest Scale was administered as a pre-test and post-test. To analyze the results of this test, we first examined whether the test scores were normally distributed. For this purpose, kurtosis and skewness values, Shapiro-Wilk tests were evaluated. As a result of the analyses, it was understood that the data were normally distributed and based on this, it was decided that parametric tests were appropriate to be used. Accordingly, one of the parametric tests, the paired measures t-test, was applied to determine the significant difference between the STEM Interest Scale pre and post-test scores. Descriptive and content analysis methods were used to analyze the qualitative data collected in this study. The opinions conveyed by the students in their diaries and interviews and the field notes kept by the researcher were digitized and various readings were made on these data. After the readings, codes and themes were created based on similar codes. Two independent researchers took part in the coding process and the codes created by the two independent researchers were compared. Miles and Huberman's (1994) reliability calculation formula was used to determine the reliability of the coding done by the researchers and the agreement between the coders was calculated as 92%.

### **Validity, Reliability and Ethics**

In this research, various measures were applied by paying attention to validity and reliability. In the study, the data obtained using qualitative and quantitative data collection methods were evaluated and presented together. The STEM Interest Scale, which was used as the quantitative data collection tool used in the study, was previously developed by Falk et al. (2016) and translated into Turkish by Kiran (2021). Its validity and reliability were proven (Kiran, 2021). In the qualitative research dimension, diaries, interviews and field notes were used to provide data diversity. Credibility, transferability, consistency and confirmability (Merriam & Tisdell, 2015) of the collected data were ensured. Thus, it was thought to contribute to the validity and reliability of the qualitative dimension. In this direction, expert opinion was taken in the creation of the interview form, detailed descriptions were made, diversity was provided in data collection, direct quotations were made from the opinions of the students, different researchers took



an active role in coding, participant confirmation was applied in the data obtained, the data were detailed, digitized to prevent data loss and these data were reviewed when necessary. In addition, students were told that participation in the study was voluntary and codes were used instead of their real names. In addition, to conduct this study, it was found ethically appropriate in accordance with the decision of Muş Alparslan University Scientific Research and Publication Ethics Committee dated 09.10.2023-110960 and numbered 37/8.

### Findings

In this study, the effect of integrated STEM activities on students' interest and perceptions toward STEM was examined. In this direction, the findings obtained as a result of the analysis of the data obtained with quantitative and qualitative data collection tools are given below in order.

#### Students' Interests in STEM

In this section, the results obtained from the interest scale used to observe the changes in the interest of the students in the study group in STEM are discussed. In the study, the STEM Interest In the study, the STEM Interest Scale consisting of 16 questions was carried out as a pre-test before the application and as a post-test after the completion of the application. During the analysis of the data, it was first examined whether the students' test scores were normally distributed. For this purpose, skewness and kurtosis values, Shapiro-Wilk tests were used. The data obtained from the test results are presented in Tables 2 and 3.

**Table 2**

*Skewness-Kurtosis Results of the Pre-test-Post-test Scores of the Study Group*

		N	X	S	sd	Min.	Max.	Skewness	Kurtosis
STEM Interest Scale	Pre-test	21	56.81	67.66	8.22	36	68	-.623	-.358
	Post-test	21	71.67	10.73	3.27	65	80	-.592	1.191

As shown in Table 2, the skewness and kurtosis coefficients of the scores obtained from the STEM Interest Scale were between -2 and +2. In evaluating whether these data conform to a normal distribution, it is considered acceptable to have skewness and kurtosis coefficients between -2 and +2 (George & Mallery, 2010) or -1.5 and +1.5 (Tabachnick & Fidell, 2013).

**Table 3**

*Results of Shapiro-Wilk Test for the Pre-test and Post-test Scores of the Study Group*

	Test	Shapiro-Wilk		
		Statistics	sd	p
STEM Interest Scale	Pre-test	.945	21	.271
	Post-test	.958	21	.476

As shown in Table 3, the results of the Shapiro-Wilk test performed on the pre-test and post-test of the STEM Interest Scale showed that the data reflected a normal distribution with a p-value greater than .05. In the light of the data shown in Tables 2 and 3, it was evaluated that the pre-test and post-test scores of the STEM Interest Scale of the study group showed normal distribution and that parametric tests would be appropriate for the analysis of this test. In this direction, paired measures t-test, one of the parametric tests, was used to determine whether there was a significant difference between the pre- and post-application interest scale test scores of the students in the study group. The results of the analysis are given in Table 4.

**Table 4***Paired Samples t-test Results of STEM Interest Scale Pre-test and Post-test Scores*

	Test	N	X	S	Sd.	t	p
<b>STEM Interest Scale</b>	Pre-test	21	56.81	8.22	20	-8.028	.000
	Post-test	21	71.67	3.27			

As shown in Table 4, while the mean score of the students in the pre-test of the scale was 56.81, the mean score in the post-test was 71.67. The STEM Interest Scale pre-test and post-test scores of the students in the study group were evaluated for significance at the .05 level. 05 level of significance and according to the analysis, it was determined that there was a statistically significant difference ( $p < .05$ ) between the pre-test and post-test scores. These findings indicated that integrated STEM activities positively affect students' interest in the STEM field.

#### **Students' Opinions on Integrated STEM Application**

In this section, the results of the interviews, diaries and field notes analysed to determine the participants' perceptions of integrated STEM implementation are presented. Based on the opinions of the students, two themes were established: "Beneficial Aspects of the Application" and "Students' Feelings toward the Application." The theme and codes created based on students' opinions regarding the beneficial aspects of the application are presented in Table 5.

**Table 5***Student Opinions on the Beneficial Aspects of the Application*

Theme	Code	Students
<b>Beneficial Aspects of the Application</b>	Learning new information	S4, S12, S14, S15, S19, S21
	Developing design skills	S11, S15, S17, S19, S20, S21
	Enhancing innovative thinking skills	S4, S8, S19, S20

As seen in Table 5, the theme "beneficial aspects of the application" was formed based on the participants' opinions. This theme includes codes, such as "learning new information," "developing design skills," and "enhancing innovative thinking skills." Six students (S4, S12, S14, S15, S19, S21) reported learning new information, six students (S11, S15, S17, S19, S20, S21) reported gaining and improving design skills, and four students (S4, S8, S19, S20) reported enhancing their innovative (creative) thinking skills. The codes obtained were presented below in order.

#### **Students' Opinions on the Usefulness of the Application**

##### *Learning New Knowledge*

The students in the study group stated in the interviews and diaries that they learned new information thanks to the integrated STEM activities and contributed to adding new information to their existing knowledge. In particular, they think that they gained knowledge and skills about the functions of the elements of the electrical circuit, potential energy and kinetic energy, Pascal's principle, and the structures and organs of the digestive system. Some student opinions on this code are presented below:

S4: "With the robot we made, I learned to connect the electrical circuit parts together. With this activity, we made a robot that draws pictures; maybe in the future, I will make a robot that writes." (Interview)

S19: "Thanks to the designs we made, I learned new information that I did not know before, which I like. I think it is very nice for people to be informed. For example, I learned about potential energy with the basketball hoop activity. When I pull the ball and the spoon backward, the elasticity accumulates potential energy." (Interview)

S21: "I learned a lot of new information in this workshop. For example, I learned the pressure of solids, liquids and gases. I also learned that liquids cannot be compressed." (Interview)

S12: "Today, we made our internal organs with 3D pens. We made the stomach and esophagus very well. I was surprised when I learned that the large intestine and small intestine are the organs of our digestive system." (Diary-4/Date: 11.08.2023)

S14: "We made a drawing robot today. We learned how to build an electrical circuit using DC motor, battery, switch and cables. Thanks to what I learned today, I can build some electrical circuits from now on..." (Diary-3/Date: 28.07.2023)

S21: "Today, we designed a crane in the design and innovation lesson. We completed the design using tongue sticks, syringe and thin pipe. Then, we filled the syringe half full of water. When we squeezed that syringe, the other syringe would rise upwards. Here we learned that liquids transmit pressure in the same way. We also learned that our crane works with Pascal's principle." (Daily-1/Date: 14.07.2023)

In addition, the researcher-teacher kept field notes about the remarkable situations in the process. The notes kept by the researcher-teacher for students' learning new information are given below:

"In this workshop, a drawing robot activity was done. It was determined that most students built an electrical circuit for the first time. Although they had difficulty at first, they were able to build the electrical circuit using appropriate steps. At the same time, it was determined that they learned the functions of the vibrating dc motor, circuit switch, conductive cables, battery and battery bed." (Researcher-Teacher Observation Date: 27.07.2023)

"In the activity of designing a basketball hoop, students learned the difference between potential energy and kinetic energy, as well as that potential energy is divided into elastic potential energy and attractive potential energy." (Researcher-Teacher Observation Date: 20.07.2023)

The data obtained from the note kept by the researcher-teacher as a result of the observations made during the process confirm the conclusion that students learned new information with the integrated STEM application.

#### *Design Making Skills*

Integrated STEM activities contributed to the design skills of the students involved in this study. In line with the thoughts of the students in the diaries and interviews, it was determined that they used the engineering design process and that there was a positive change in their abilities and skills to make a product. Some of the participant views on the positive impact of integrated STEM activities on students' design making skills are given below:

S15: "Now I can design products more easily using various tools, such as pliers, knife, ruler, silicone." (Interview)

S17: "Before we started the activities, our teacher told us about some stages of how to make a design. Although I had difficulty doing the first activity, I did not have much difficulty in the following activities. Indeed, it would be more useful to go through certain stages like an engineer when making a product." (Interview)

S17: "Today, we made a design that we worked very hard. We made a beautiful design. It was a very logical activity. We designed a crane using pressure. Thanks to this activity, my ability to make a base, that is, my manual dexterity, improved. I put this design in my room. I showed it to my mother and father and they said it was a very logical crane." (Diary-1/Date: 14.07.2023)

S11: "Today, we made a design like an engineer. The name of our design is: Crane. It was tiring but I really improved my manual dexterity. We made our crane by going through certain stages in order. First, we exchanged the necessary ideas, then, we created our prototype using the necessary materials. Then we tested it. After the test, we strengthened some parts even more." (Diary-1/Date: 14.07.2023)

S21: "Today, we first discussed what kind of design we were going to make. After a certain time, we decided as a group. We determined how we were going to make the drawing robot and which materials we needed. Then we asked our teacher for the necessary materials and started to make our design. First, we glued three felt-tip pens to our plastic cup. Then we glued the battery bed to a suitable place with silicone, but we made several attempts to prevent it from tipping over. We glued the DC motor to the top of the glass and glued the circuit switch on the side. Then we built the electrical circuit with cables. Finally, we put the batteries in and tested it. Some of our parts came off during the test. The teacher gave us a little more time and we redid the faulty and missing parts and it turned out very well." (Diary-3/Date: 28.07.2023)

#### *Innovative Thinking Skills*

When the opinions of the students are analysed, it can be said that they have perceptions that STEM applications positively improve students' innovative thinking skills. Students stated that they developed new thoughts, ideas and solutions for designing and developing a product both in the diaries and in the interviews. Some of the participant views on the impact of integrated STEM activities on students' innovative thinking skills are given below:

S8: "I was making some inventions by myself at home before, but this course was very useful for me. Because thanks to the stages I learned, I developed the idea of designing a product. When I walk on the road, I wonder what kind of design I can make." (Interview)

S19: "We made different products in this workshop. All of them were interesting. When I go home after the class, I look left and right, I look at household items, I wonder what can be made from them, which parts are missing, which parts are too much. I think to myself, I wonder how it would be better if we redesign the existing items." (Interview)

S20: "The basketball hoop we made was very nice. I will make a different basketball hoop based on this." (Interview)

S4: "Dear diary, we finished a very nice activity today. I can both draw and scratch my head if I want. I used my favourite pencils for this robot. It was actually a very creative invention. I will design new products based on what I have learned. I can use a vibrating dc motor and batteries to make different robots." (Diary-3/Date: 28.07.2023).

Upon examining the opinions of the students who participated in the interviews, it was observed that they expressed various emotions toward the application, leading to the creation of the theme "Students' Feelings Toward the Application." The theme and codes derived from students' emotions toward the application are presented in Table 6 below.

**Table 6**  
*Students' Feelings Toward the Application*

Theme	Code	Student
<b>Students' Feelings Toward the Application</b>	Fun	S5, S9, S11, S15, S19, S20
	Interest	S3, S7, S8, S9, S17
	Enjoyable	S3, S11, S21
	Excitement	S3, S12, S15
	Curiosity	S15, S17
	Having a good time	S15, S20

"Students' Feelings Toward the Application" theme included codes, such as "fun," "interest," "enjoyable," "excitement," "curiosity," and "having a good time." Six students (S5, S9, S11, S15, S19, S20) described the application as fun, five students (S3, S7, S8, S9, S17) showed interest, three (S3, S11, S21)

found it enjoyable, three (S3, S12, S15) felt excitement, two (S15, S17) were curious, and two (S15, S20) reported having a good time (Table 6).

### ***Students' Emotions toward the Practice***

Integrated STEM activities had positive reflections on the participants' feelings toward the application. The students in the study group stated that they had fun during the implementation, their interest in the activities increased, they had a good and enjoyable time, they were excited while doing the activities, and they developed a sense of curiosity about which activity to do. They had productive times during the activities. Some participant opinions within the scope of this theme are given below:

S3: "Actually, I did not have much interest and desire for such activities. But after the lesson started, I liked it when the teacher told us what to do. It was very enjoyable to make those designs. And in the end, when we were testing them, that's when I was very excited. I was really interested in doing science-related activities." (Interview)

S15: "I wish this course were offered continuously. If it is opened, I will definitely come again, because I had a really good time. I liked to see that the designs we made worked. In addition, every day I came, I was dying of curiosity to see what kind of design we would make today." (Interview)

S17: "I am glad that I came here. We did good activities in this workshop. My parents know that I like these activities." (Interview)

S20: "What we did in this course was very fun. I personally had a lot of fun. I feel very lucky to have participated in this workshop. I especially enjoyed the painting robot activity. We had a good time with my friends." (Interview)

S21: "I liked what we did in this workshop very much. I am very sad that this course will end. I tried to come here without missing a day because the designs we made were very enjoyable." (Interview)

S8: "Today we designed a crane. We had a very quality time. We had a very good day. I liked the crane we made very much; it worked well. When I brought it home, I showed it to my mother, father, grandmother, grandfather and brother. It was a nice feeling. They said you did it very well." (Diary-1/Date: 14.07.2023)

S17: "This design was very interesting. I liked it very much." (Diary-3/Date: 28.07.2023)

S19: "Dear diary, today we finished our drawing robot and we ran it. It was a very nice and very fun activity. I showed it to my father and he liked it very much..." (Diary-3/Date: 28.07.2023)

S20: "Today we made a robot that draws pictures. It was very fun to make a robot that draws pictures. His paintings are just like Picasso's paintings. Our robot made very mysterious and interesting paintings. At first I did not believe that we would do such beautiful things and have fun, but it turned out that I was wrong." (Diary-3/Date: 28.07.2023)

S21: "..... was very good. Then we tested it again, and it worked well. Our robot was making colorful pictures while it was spinning around itself. We laughed a lot as a group and had a lot of fun. I will try to do such activities at home from now on because it is very enjoyable." (Diary-3/Date: 28.07.2023)

In addition to the diaries kept by the students in the study group and the thoughts they expressed in the interviews with them, the researcher-teacher kept notes about the situations she considered important in the process. The note kept by the researcher-teacher about the feelings of the students is given below:

"Before the lesson started, the students came to me and asked me which activity they were going to do today. In fact, when the students enjoyed the previous activities, they were curious about the new activity. Today they created models of the digestive system organs with a 3D pen. It was observed that the students had a pleasant time while making the models of the digestive system organs. It was also

noteworthy that there were students who did not go out during the break but wanted to continue." (Researcher-Teacher Observation Date: 03.08.2023)

The data obtained from the notes kept by the researcher-teacher from the observations made during the process confirm the conclusion that the application contributed positively to the affective characteristics of the students.

It was determined that the students especially liked the drawing robot activity, enjoyed working as a group, their interest in STEM activities increased, they enjoyed sharing their designs with their families, they had a productive time during the process, they would like to come back if a similar course was opened again. They were excited when they saw that the products they made were functional.

### Discussion

This study was designed to examine the transformative effect of integrated STEM activities in summer school on students' interest and experiences in STEM education. Research findings on students' perceptions of integrated STEM practices are discussed. This study aimed to investigate the impact of integrated STEM activities on students' interest in STEM, learning, design skills, innovative thinking skills and feelings toward the practice. The findings show that integrated STEM activities have a positive impact on students' interest. Shahali et al. (2016) reported that there was a significant increase in the average interest scores toward STEM subjects and careers among middle school students who participated in an integrated STEM education program. As noted in this study, students expressed excitement and curiosity about the activities, with some expressing their desire to continue STEM-related activities in the future. This is in line with previous research showing that engaging, hands-on STEM activities can increase students' interest in these fields (Hurk et al., 2018; Wang, 2013). Mohd Shahali et al. (2019) conducted a longitudinal study on middle school students who participated in a STEM program and found that the students retained their interest in STEM careers two years after leaving the program. However, their interest in STEM subjects did not persist. The researchers suggested that the decrease in interest toward STEM subjects might be due to the quality of teaching and learning experiences in the classroom (Mohd Shahali et al., 2019). In line with these findings, Chen and Chang (2018) have reported that integrated robotics STEM classes enhanced students' interest, knowledge, and career orientation toward STEM. Integrated STEM activities were highly effective in improving students' learning experiences. Participants reported that they gained new knowledge and skills, especially in subjects, such as electrical circuits, potential energy, kinetic energy, Pascal's principle, and the structure of organs in the digestive system. This is in line with the view that STEM education promotes active learning and critical thinking (Wang & Degol, 2013), as students in this study expanded their understanding by applying theoretical knowledge to practical tasks. In the study, the seven key features of integrated STEM as proposed by Roehrig et al. (2021) were considered, and it was found that the content of the study largely encompassed the recommended seven features. The research shows that integrated STEM activities positively affect students' design skills. The findings show that students perceive that they have developed the skills of using engineering design process, product development and thinking like engineers. This is in line with the conceptual framework of integrated STEM education, which emphasizes developing design and problem-solving skills (Kelley & Knowles, 2016). Fan and Yu (2017) found positive effects of the integrative STEM teaching approach in engineering/technology education in their study. The researchers noted that the integrative STEM engineering module helped students integrate their conceptual knowledge, higher order thinking skills, and engineering design skills (Fan & Yu, 2017). Design and design thinking have become increasingly important in the development and implementation of integrated STEM education (Li et al., 2019). The results of our study are parallel to the literature. Participants indicated that they benefited from a structured design approach that could facilitate more informed decision-making in the future. Integrated STEM activities were seen to encourage innovative thinking among students. Students reported generating new ideas and solutions to design and develop products. This result is in line with the broader view that STEM education nurtures creativity and problem-solving skills (Nugent et al., 2015). Similarly, Zulkifli et al. (2022) reported that the integrated STEM Technological Pedagogical Content Knowledge model had positive effects on students' 21st-century skills. Additionally, Lafifa et al. (2023)

have noted that the STEM approach is effective in developing 21st-century skills, such as communication, creativity, critical thinking, and collaboration among students. The research suggests that STEM activities not only impart knowledge but also develop a mindset that encourages students to explore creative solutions to real-world challenges. The affective characteristics of students' experiences with integrated STEM activities were largely positive. Students reported that they had fun during the process, their interest in the activities increased, and they had a productive time throughout the process. Their curiosity and enthusiasm for the activities were particularly noteworthy. This positive emotional impact has the potential to enhance the overall learning experience, as engaged and motivated students are more likely to succeed academically (Lian et al., 2021). Our research findings are consistent with studies (Hiğde & Aktamış, 2022) that report STEM activities increase students' motivation. Through STEM activities, students have engaged in activities prioritizing affective and psychomotor skills (Hiğde & Aktamış, 2022). The research findings are generally consistent with the principles of SDT. SDT emphasizes the significance of autonomy, intrinsic motivation, and self-determination in influencing human behavior. Research findings suggest that integrated STEM activities positively affect students' interest in STEM fields. This is in line with SDT's emphasis on intrinsic motivation, as students are more likely to engage in activities when they feel genuine interest and curiosity, which are intrinsic motivators. The research shows that integrated STEM activities lead to better learning outcomes. SDT suggests that individuals are more likely to learn and develop their skills effectively when they engage in activities that match their interests and provide opportunities for autonomy and competence. The findings of the study suggest that students experienced positive emotional experiences, such as enjoyment, curiosity and enthusiasm during these activities. In SDT, positive emotions are often associated with intrinsic motivation, as individuals are more likely to engage in activities that make them feel good and fulfill their psychological needs.

### **Conclusions**

The findings of this study highlight the significant impact of integrated STEM activities on students' perceptions and experiences in STEM education. Students who participated in these activities reported increased interest in STEM fields, achieved crucial learning outcomes, and improved their design skills and innovative thinking abilities. They also expressed positive feelings toward the integrated STEM practice. Integrated STEM activities were effective in increasing students' interest in STEM. The hands-on and practical nature of these activities aroused curiosity and enthusiasm among the participants. As STEM fields continue to play a critical role in addressing global challenges, developing this interest from an early age is vital to encourage future generations to pursue STEM careers (Kim et al., 2018). Moreover, students' learning experiences were enriched through these activities. They gained new knowledge and skills by gaining practical knowledge on topics, such as electrical circuits, potential energy and the structure of biological systems. This not only deepens their understanding of STEM concepts but also underlines the effectiveness of a hands-on approach to knowledge acquisition (Li et al., 2020). The research shows that students have perceptions that integrated STEM activities positively affect their design skills. By learning how to use the engineering design process and create functional products, they developed skills that are invaluable in the modern workforce. As the demand for STEM professionals continues to grow, these skills will be a valuable asset for students in their future careers (Papadakis et al., 2021). The research also highlights the development of innovative thinking skills among students. Encouraging students to generate new ideas and solutions can prepare them for complex problem solving in their future endeavors. This is in line with the increasing emphasis on creativity and innovation in STEM education (Dong et al., 2020). Students' positive feelings toward integrated STEM practice are important. Their enjoyment and engagement suggest that such educational methods not only contribute to academic development but also provide a fulfilling and enjoyable learning experience. These positive emotional experiences can have long-lasting effects on students' educational journeys and career choices (Wang & Degol, 2013).

### **Limitations and Recommendations**

This study was conducted in a specific geographical region with a limited sample size. A more comprehensive and diverse sample may provide broader information about the effectiveness of

integrated STEM education. This research was conducted in a relatively short period. In further research, longitudinal studies that follow the development of students in summer schools for several years will provide a more comprehensive perspective on the long-term impact of integrated STEM education. Strategies to promote diversity and inclusion in integrated STEM education could be explored. It would be useful to explore ways to increase student engagement and motivation in integrated STEM programs. Other factors contributing to innovative teaching methods, technology integration, and sustained interest in STEM could be examined. Education authorities and schools should consider expanding the availability of integrated STEM programmes in summer schools and the regular curriculum. Students' interests and skills in STEM fields can be further developed by including more hands-on, inquiry-based learning experiences. Providing continuous professional development opportunities for teachers is crucial to ensure the success of integrated STEM activities. Education should focus on the design and implementation of integrated STEM activities, including strategies to promote innovative thinking and problem-solving skills among students. Efforts should be made to make integrated STEM programmes more inclusive and accessible to diverse learners, including groups underrepresented in STEM fields, such as targeted outreach, scholarships and support services, to ensure that all students have the opportunity to explore their interest in STEM.

#### **Ethics Committee Approval Information**

This study was ethically approved by Muş Alparslan University Scientific Research and Publication Ethics Committee dated 09.10.2023-110960 and numbered 37/8.

#### **Author Conflict of Interest Information**

The authors have no conflict of interest.

#### **Author Contribution**

First author: Designing this study, collecting and analyzing the data. Second author: Writing the introduction, methodology, discussion and conclusions.



## Türkçe Sürümü

### Giriş

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği kapsayan STEM eğitimi, günümüz toplumunda büyük önem taşımaktadır. STEM, uluslararası alanda giderek daha fazla tanınırlık kazanmış ve kapsamlı araştırmalara konu olmuştur (Li vd., 2019). STEM eğitimi, beşerî sermaye gelişimini teşvik etmek ve ekonomik eşitsizliği azaltmak için önemlidir (Harden et al., 2020). STEM, öğrencileri 21. yüzyıl işgücünde ihtiyaç duyulan temel becerilerle hazırlar (Lian vd., 2021). STEM eğitiminin kilit yönlerinden biri, gerçek dünyadaki sorunları çözmek için bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım süreçlerini entegre etme yeteneğidir (Kelley & Knowles, 2016). Bu entegrasyon, öğrencilerin soruları formüle etmelerine, araştırmalar yapmalarına ve bilgilerini çözüm tasarlamak için uygulamalarına olanak tanır (Kelley ve Knowles, 2016). Bu entegrasyon, öğrencilerin soruları formüle etmelerine, araştırmalar yapmalarına ve çözüm tasarlamak için bilgilerini uygulamalarına olanak tanır (Kelley & Knowles, 2016). Yaz okullarında STEM etkinlikleri, öğrencilerin STEM ilgi ve görüşleri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (Donmez, 2021). STEM tabanlı bir yaz okulu, katılımcıların çeşitli STEM etkinliklerine katıldığı ve STEM profesyonelleriyle etkileşime girdiği, STEM kariyerlerine ilişkin algılarını ve bilgilerini geliştirebilecekleri bir ortam olarak tanımlanmaktadır (Gray vd., 2017). Martinez Ortiz vd. (2018), bir yaz okulu müdahale programına odaklanmakta ve mühendislik ve matematik kariyer fırsatlarına erken maruz kalmanın öğrencilerin STEM kariyerlerini sürdürme konusundaki motivasyonlarını ve öz kararlılıklarını etkileyebileceğini ifade etmektedir. Dillivan ve Dillivan (2014), bir yaz okulu sürecinde sorgulamaya dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM konularına olan ilgisini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir. Öğrenciler uygulamalı, sorgulamaya dayalı etkinliklere katılarak STEM kavramları ve bunların gerçek dünyadaki uygulamaları hakkında daha derin bir anlayış geliştirebilirler (Eroğlu ve Bektaş, 2016). Yaz okulundaki STEM etkinliklerinin etkililiğinin, etkinliklerin tasarımı, öğretimin kalitesi ve öğrencilerin ön bilgileri ve ilgileri gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu vurgulanmaktadır (Erol ve Erol, 2022). Bu nedenle, STEM etkinliklerinin ilgi çekici ve öğrencilerin ilgi ve yetenekleriyle uyumlu bir şekilde planlanması ve uygulanması gerekmektedir (Ata ve Arslan, 2021). Öğrenciler uygulamalı, sorgulamaya dayalı etkinliklere katılarak STEM kavramlarını daha iyi anlayabilir, problem çözme becerilerini geliştirebilir ve STEM disiplinlerine yönelik motivasyon ve ilgilerini artırabilirler. Ancak, yaz okulunda bu etkinliklerin etkinliğini sağlamak için STEM etkinliklerini dikkatlice planlamak-uygulamak, öğrencilerin ön bilgilerini ve ilgi alanlarını dikkate almak önemlidir. Millî Eğitim Bakanlığı 2022 yılı itibarı ile Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) altyapısını kullanarak yaz okullarında etkinlik temelli programlar yoluyla öğrencilerin potansiyellerini arttırmayı amaçladı. Bu araştırmada bu yaz okulları bünyesinden gerçekleştirilen İnovasyon ve Tasarım atölyesinden gerçekleştirilen bütünleşik STEM etkinlikleri yoluyla öğrencilerin STEM ilgi ve algılarındaki değişim incelendi.

### Literatür İncelemesi

#### ***Bütünleşik STEM Eğitimi***

STEM eğitimi, öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları sorunlara bütünleşik bir bakış açısıyla bakmalarını ve disiplinler arası bir eğitim yaklaşımıyla gerekli becerileri kazanmalarını amaçlar (Bahadır & Köse, 2021). STEM eğitim yaklaşımının amacı, dört disiplinin bütünleşik olarak yaşam durumlarında kullanılmasını sağlamaktır (Biçer, 2023). Bütünleşik STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği çok disiplinli ve birbiriyle bağlantılı bir şekilde birleştiren bir yaklaşımdır (Kelley & Knowles, 2016). Öğrencilere bu konular ve bunların gerçek dünyadaki uygulamaları hakkında bütünsel bir anlayış kazandırmayı amaçlar (Stohlmann vd., 2012). Bu yaklaşım, bu konuları tek başına öğretmenin ötesine geçmiş, karmaşık sorunları çözmek ve öğrencileri uygulamalı, sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimlerine dâhil etmek için bunların entegrasyonuna odaklanmıştır (Dare vd., 2018; Gök & Sayıcı, 2022). Bütünleşik STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir araya getirerek öğrencilere farklı bakış açıları kazandırmaktadır (Özcan & Koca, 2019). Bütünleşik STEM eğitiminin en önemli faydalarından biri, öğrenmeyi öğrenciler için daha bağlantılı ve ilgili hâle getirmesidir (Stohlmann vd., 2012). Öğrenciler,

farklı disiplinleri entegre ederek kavramlar arasındaki bağlantıları görebilir ve bunların gerçek dünyadaki durumlara nasıl uygulandığını anlayabilirler (Dare vd., 2018). Bu yaklaşım aynı zamanda öğrencilerin problem çözüme ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine de yardımcı olur, çünkü çözüm bulmak için yaratıcı ve iş birliği düşünmeye teşvik edilirler (Kelley & Knowles, 2016). Ancak, bütünlük STEM eğitimi uygulamak zor olabilir. Öğretmenlerin bu konuları etkili bir şekilde entegre edebilmeleri için gerekli bilgi ve becerilere sahip olmaları gerekir (Shernoff vd., 2017). Öğretmenlerin bütünlük STEM eğitimi için gerekli pedagojik stratejileri ve öğretim uygulamalarını geliştirmelerine yardımcı olmak için mesleki gelişim ve sürekli destek çok önemlidir (Shernoff vd., 2017). Ayrıca, etkili metodolojilerin belirlenmesi ve bütünlük STEM eğitiminin genel çerçevesi tarafından önerilen stratejilerin değerlendirilmesi için daha fazla araştırma ve tartışmaya ihtiyaç vardır (Kelley & Knowles, 2016). Zorluklara rağmen, bütünlük STEM eğitimi son yıllarda dikkati çeken bir konu olmuştur. Öğrencileri anlamlı öğrenme deneyimlerine dâhil etmek ve onları STEM alanlarında gelecekteki kariyerlerine hazırlamak için umut verici bir yaklaşım sunmaktadır (Guzey vd., 2016). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği entegre ederek, öğrenciler bu konular ve birbirleriyle olan bağlantıları hakkında daha derin bir anlayış geliştirebilir ve STEM'e olan ilgi ve motivasyonlarını artırabilirler (Stubbs & Myers, 2016). Dahası, bütünlük STEM eğitimi, öğrencilere uygulamalı deneyimler ve bilimsel kavramların alaka düzeyini ve uygulanabilirliğini görme fırsatları sağladığı için öğrencilerin bilime yönelik tutumlarının gelişmesine de katkıda bulunabilir (Toma & Greca, 2018). Bütünlük STEM eğitimi uygulamak zor olsa da, bu eğitim öğrenmeyi öğrenciler için daha bağlantılı ve ilgili hâle getirdiği, öğrencilerin problem çözüme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin STEM'e olan ilgisini ve motivasyonunu artırdığı için fayda sunmaktadır. Ayrıca, okul dışı ortamlarda uygulanan yoğunlaştırılmış STEM programları da öğrencilerin bilimsel ve teknolojik konulardaki ilgilerini artırabilmektedir (Okulu vd., 2022). Etkili bütünlük STEM eğitimi stratejilerinin uygulanmasında öğretmenleri desteklemek için daha fazla araştırma ve mesleki gelişime ihtiyaç vardır. Bu yüzden, öğrencilere bilgi ve yeteneklerini hem kendi alanları içinde hem de farklı disiplinler arasında geliştirebilmeleri için kasıtlı ve net bir şekilde destek veren entegre deneyimler oluşturmak önemlidir (Gencer vd., 2019).

### ***STEM İlgisi***

STEM ilgisi, bireylerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarına yönelik sahip oldukları merak ve coşku düzeyini ifade eder (Wang & Degol, 2013; Christensen vd., 2015). Motivasyon, kariyer hedefleri ve STEM konularından kişisel zevk alma gibi bir dizi faktörü kapsar (Wang & Degol, 2013). STEM ilgisi, eğitim ve kariyer seçimleri üzerindeki etkilerinin yanı sıra STEM alanlarındaki profesyonel açığın giderilmesi açısından da büyük önem taşımaktadır (Nugent vd., 2015). Araştırmalar, STEM ilgisinin çeşitli faktörlerden etkilenebileceğini göstermiştir. Bir çalışma, STEM ilgi alanları ve seçimlerindeki bireysel ve cinsiyet farklılıklarının sosyokültürel, bağlamsal, biyolojik ve psikolojik faktörlerle bağlantılı olabileceğini ortaya koymuştur (Wang & Degol, 2013). Öğrencilerin STEM'e yönelik ebeveyn ilgisi ve desteği algısının yanı sıra STEM ile ilgili faaliyetlere ve deneyimlere maruz kalmaları STEM'e olan ilgilerini etkileyebilir (Nugent vd., 2015). Ayrıca, bir STEM kimliğinin geliştirilmesi ve yüksek STEM ilgisine sahip karma cinsiyetli bir arkadaş grubuna ait olmak, kızlar arasında daha yüksek STEM kariyer ilgisine katkıda bulunabilir (Kim vd., 2018). STEM ilgisinin geliştirilmesi eğitim müdahalelerinden de etkilenebilir. İlköğretime yapılan müdahaleler, STEM'e olan ilginin genellikle kız ve erkek çocuklar için eşit olduğunu göstermiştir (Hurk vd., 2018). Bu durum, ilgiyi artırmak ve boru hattı sızıntısını (pipeline) önlemek için STEM konularına erken maruz kalmanın ve STEM eğitimine katılımın önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, 21. yüzyıl becerilerinin, bilim motivasyonunun ve STEM'e yönelik olumlu tutumların geliştirilmesi, ortaokul öğrencileri arasında STEM kariyer ilgisinin geliştirilmesinde önemli faktörler olarak tanımlanmıştır (Razali, 2021). STEM ilgisinin önemi, eğitim seçimlerinin ötesine uzanmaktadır. Bu durumun kariyer kararları ve gelecekteki iş gücü üzerinde etkileri vardır. Olumlu STEM ilgisi, yükseköğretimde STEM ana dallarının seçilmesiyle ilişkilendirilmiştir (Maltese & Tai, 2011; Wang, 2013). Ayrıca, STEM ilgisi, STEM alanlarındaki profesyonel eksikliğini gidermek ve inovasyon ve teknolojik gelişmeleri teşvik etmek için önemlidir. Araştırmalar STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarı, STEM'e yönelik tutum ve meslek ilgisi gibi konularda olumlu etkilere sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır (Duran & Sarı, 2021). Mühendislik odaklı STEM entegrasyon etkinliklerinin, bilimsel süreç becerileri ve STEM kariyer ilgileri üzerinde olumlu etkileri olduğu

gösterilmiştir (Özkul & Özden, 2020). Öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerini artırmak için STEM eğitim programlarının yanı sıra STEM dışı deneyimlerin de önemli bir rol oynadığı gözlemlenmiştir (Yabas vd., 2022). STEM ilgisinin artırılması için okullar, üniversiteler ve diğer eğitim kurumları tarafından çeşitli programlar ve aktiviteler düzenlenmektedir. Bu programlar arasında robotik yarışmaları, bilim fuarları, yaz kampları ve mentorluk programları bulunmaktadır. Ayrıca, çeşitli online platformlar ve uygulamalar aracılığıyla STEM eğitimi desteklenmekte ve geniş bir kitleye ulaşmaktadır. Öğrenciler için yapılan okul dışı STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik kazanımları ile yaratıcılık, eleştirel düşünme, iş birliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerileri elde etmesini sağladığı tespit edilmiştir (Özçelik ve Akgündüz, 2018). Ayrıca okul dışı etkinliklerin kız öğrencilerin STEM meslek seçimlerinde (Donmez, 2021) ve STEM insanı imajını değiştirmede (Dönmez, 2023) etkili olduğu görülmüştür. Ancak öğrencilerin yaz okullarında müdahale programlarında STEM ilgileri yeterince araştırılmamıştır.

### **Teorik Çerçeve**

Öz Belirleme Teorisi (ÖBT), insan davranışında özerkliğin ve içsel motivasyonun önemini vurgulayan psikolojik bir çerçevedir (Deci & Ryan, 1985). Bireylerin özerklik ve kendi kaderini tayin duygusu hissettiklerinde faaliyetlere katılma ve ilgi alanlarının peşinden gitme olasılıklarının daha yüksek olduğunu öne sürer (Deci ve Ryan, 1985). Bu çalışmada STEM ilgisi bağlamında ÖDT, bireylerin motivasyonunu ve STEM alanlarına katılımını etkileyen faktörleri anlamak için kullanılmıştır. STEM ilgisi ile ilgili olarak araştırılan faktörlerden biri, bireylerin STEM alanlarında performans gösterme yeteneklerine olan inançlarını ifade eden öz yeterliliktir (Lent vd., 2018; Chan, 2022; Mohtar vd., 2019). Araştırmalar, STEM'deki öz yeterliliğin STEM'e olan ilgiyle olumlu yönde ilişkili olduğunu ve bunun da STEM'de daha yüksek akademik ve kariyer hedefleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir (Chan, 2022). Bu durum, STEM alanında daha yüksek düzeyde öz yeterliliğe sahip olan bireylerin STEM alanlarına ilgi duyma ve bu ilgiyi sürdürme olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. STEM ilgisi bağlamında incelenen bir diğer faktör de kültürel ve toplumsal cinsiyet normlarının rolüdür (Chan, 2022).

### **Önem**

“Yaz Okulu Destekleme ve Yetiştirme Kursları”, BİLSEM’ler bünyesinde ilk kez 2022 yılında açıldı. Bu kurslara 2.sınıftan 12.sınıfa kadar örgün (özel öğretim kurumları dâhil) eğitim kapsamındaki öğrenciler başvurabilmektedir (MEB, 2022a). Bu kursların amacı, öğrencilerin ilgi ve yetenekleri doğrultusunda potansiyellerini en üst düzeyde ortaya koymalarına ve yaz dönemlerini en verimli şekilde kullanmalarına fırsat vermektir (MEB, 2022b). “Yaz Okulu Destekleme ve Yetiştirme Kursları” kapsamında birçok atölye ile ilgili program hazırlanmıştır. Hazırlanan programlardan biri de “Tasarım ve İnovasyon” alanı ile ilgilidir. Tasarım ve İnovasyon programı yenilikçi düşünme, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, akıl yürütme ve sorgulama gibi zihinsel süreçler dikkate alınarak hazırlanmıştır (MEB, 2022c). Tasarım ve İnovasyon programında uygulanan içeriklerden biri de Bütünleşik STEM etkinlikleridir.

Bütünleşik STEM etkinliklerinin yaz okuluna katılan öğrencilerin STEM ilgi ve görüşleri üzerine etkisini araştırdığımız çalışma birkaç nedenden dolayı önem taşımaktadır. Araştırmamız, bütünleşik STEM etkinliklerinin STEM kariyer ilgisine etkisini keşfederek, öğrencilerin STEM kavramlarını ve bunların gerçek dünyadaki uygulamalarını anlamalarını anlamamıza yardımcı olabilir. Bu da eğitim çıktılarının ve kariyer hazırlığının iyileştirilmesine yardımcı olabilir.

### **Amaç**

Bu çalışmanın amacı, Bilim ve Sanat Merkezi’nde (BİLSEM) yaz okulunda yer alan Tasarım ve İnovasyon atölyesinde uygulanan bütünleşik STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin STEM ilgilerine ve görüşlerine etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt sorulara cevap aranmıştır;

1. Öğrencilerin STEM ilgi ölçeği ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Öğrencilerin bütünleşik STEM uygulamasına yönelik görüşleri nelerdir?

## Yöntem

### Araştırmanın Deseni

Bu çalışma, karma araştırma metodolojisine göre şekillendirilmiştir. Bu metodolojide hem nitel hem de nicel yöntemler bir arada kullanılarak veriler toplanır ve analiz edilir (Creswell ve Plano-Clark, 2007). Araştırmada, karma yöntemler içerisinde iç içe geçmiş desen tercih edilmiştir. Bu desende, nitel ve nicel veriler ardışık, eşzamanlı ya da birleşik şekilde elde edilebilir (Creswell ve Clark, 2018). Araştırmanın nicel bölümünde, ön test-son test olan tek gruplu yarı deneysel tasarım, nitel bölümde ise durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışması nitel araştırma yöntemlerinden biri olarak sıkça kullanılan bir desendir. Bu desen, bir olguyu detaylı bir şekilde incelemek ve anlamak için kullanılır (Yin, 2003). Nitel araştırmalarda durum çalışması, gerçek yaşam durumlarını derinlemesine analiz etmek için önemli bir araçtır (Dilekçi & Nartgün, 2020). Bu tür araştırmalar genellikle belirli bir durumu veya olayı detaylı bir şekilde anlamak, açıklamak ve yorumlamak amacıyla yapılır (Leymun et al., 2017). Durum çalışmaları, araştırmacılara incelenen olguyu kapsamlı bir şekilde anlama ve açıklama fırsatı sunar (Çapar & Ceylan, 2022).

### Katılımcılar

Çalışmanın katılımcıları 2023 yılının yaz tatilinde Türkiye'nin doğusunda bulunan bir Bilim ve Sanat Merkezi bünyesinde düzenlenen yaz okuluna katılan 21 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabılır durum örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Kolay ulaşılabılır durum örnekleme yönteminde araştırmacı kendisine yakın ve erişilmesi kolay olan bir durumu seçtiği için araştırmaya hız ve pratiklik kazandırır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Katılımcılar bulunduğu ilin farklı ortaokullarına devam eden öğrencilerden oluşmaktadır. Öğrencilerin 8'i kız ve 13 erkektir. Yaşları ise 10-14 arası değişmektedir.

### Veri Toplama Araçları

#### *STEM İlgili Ölçeği*

Araştırmada Falk vd. (2016) tarafından ortaokul öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğe (STEM) yönelik ilgilerini tespit etmek amacıyla geliştirilen ve Kıran (2021) tarafından Türkçeye çevrilen STEM İlgili Ölçeği kullanılmıştır. Ölçeğin geliştirilmesinde pilot çalışma ve asıl çalışma şeklinde iki ayrı aşama takip edilmiştir. İki ayrı aşama toplam 468 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Orijinal ölçekte olduğu gibi uyarlanan ölçekte de 16 madde ve "yer ve uzay bilimleri", "yaşam bilimleri", "teknoloji ve mühendislik" ve "matematik" şeklinde dört alt boyut bulunmaktadır. Ölçek "hiç sevmem", "sevmem", "kararsızım", "severim" ve "çok severim" şeklinde 5'li likert tipi derecelendirmeye sahiptir. Ölçeğin uyarlama çalışmasında yapılan faktör analizleri sonucunda ölçeğin yapı geçerliliğine sahip olduğu ve güvenilirlik katsayıları bakımından da alt boyutlarda kabul edilebilir sınırlar içerisinde değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Kıran, 2021). Ölçek uyarlama çalışmasından elde edilen geçerlik ve güvenilirlik kanıtları STEM İlgili Ölçeğinin ortaokul öğrencilerinin STEM ilgilerini belirlemek için uygun olduğu göstermektedir (Kıran, 2021).

#### *Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu*

Uygulama süreci hakkında katılımcı görüşlerini ayrıntılı olarak belirlemek amacıyla, çalışma grubu içinden seçilen sekiz öğrenci ile uygulamanın bitiminde yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, ilk olarak 10 sorudan oluşan bir taslak anket formu oluşturulmuştur. Bu taslak, alanda deneyimli üç uzmana gönderilerek değerlendirilmeleri istenmiştir. Uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda, bazı sorular ankette yer almaktan çıkarılırken, diğerleri gözden geçirilip yeniden eklendi. Bu düzenlemelerin ardından, anket formu altı soruluk nihai hâline ulaştırılmıştır. Görüşme formunda yer alan sorular öğrencilerin süreçte yaşadığı zorlukları, onların uygulama boyunca öğrendikleri yeni bilgileri, uygulamanın öğrencilere yönelik faydalarını ve uygulama ile ilgili öğrencilerin duygularını belirlemeye yöneliktir.

### **Öğrenci Günlükleri**

Öğrencilerin uygulama ile ilgili deneyimlerini, duygu ve düşüncelerini paylaşmaları için günlük tutmaları sağlanmıştır. Günlükler etkinliklerin yapıldığı gün yazılmış ve sonraki gün araştırmacı tarafından toplanmıştır.

### **Alan Notları**

Uygulamayı yapan kişi aynı zamanda araştırmacı-öğretmen rolünde olup sınıf içinde yapılan çalışmalarda aktif rol almıştır. Araştırmacı-öğretmen, katılımcı-gözlemci şeklinde tüm etkinlikleri izlemiş, katılımcılarla ilişki kurmuş ve onlarla aktif bir iletişim hâlinde bulunmuştur. Araştırmacı-öğretmen her uygulamanın sonrasında veri kaybı meydana gelmemesi adına zaman kaybetmeden uygulama boyunca meydana geldiği önemli olayları kaydetmiştir. Olayları kaydederken olayların oluş sırasını dikkate almıştır.

### **Uygulama**

Öğrencilerin STEM'e yönelik ilgi ve algılarının incelendiği bu çalışma 2023 yılının yaz tatilinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma MEB tarafından BİLSEM'ler bünyesinde başlattığı yaz okulu destekleme ve yetiştirme kursları kapsamında yürütülmüştür. Çalışma yaz okulu kapsamında açılan Tasarım ve İnovasyon atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan dört bütünlük STEM etkinliği çalışma grubundaki öğrencilere uygulanmıştır. Etkinliklere karar verilme sürecinde MEB'in kazanımları dikkate alınmıştır. MEB'in fen bilimleri öğretim programında dikkate alınan kazanımlar şu şekildedir:

1. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini test eder.
2. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojiye uygulamlarına örnekler verir (*Sıvı basıncı ile ilgili Pascal prensibinin uygulamalarından örnekler verilir.*).
3. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır (*a. Potansiyel enerji, çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi şeklinde sınıflandırılır. b. Potansiyel enerjinin kütle ve yüksekliğe, kinetik enerjinin kütle ve süratle bağlı olduğu belirtilir.*).
4. Basit elektrik devresini oluşturan devre elemanlarını işlevleri ile tanırlar (*Devre elemanı olarak, pil, ampul, kablo ve anahtar tanırlar.*).
5. Çalışan bir elektrik devresi kurar (*Ampul, pilden ve anahtardan oluşan devre kurulması istenir.*).
6. Sindirime yardımcı organların görevlerini açıklar.
7. Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar (MEB, 2018).

Çalışmanın uygulanması, MEB'in yaz okulu takvimine bağlı kalınarak altı hafta sürmüştür. Birinci hafta yapılacak uygulama ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bu kapsamda araştırmanın amacı, araştırmada izlenilecek yol, araştırmada yapılacak etkinlikler ile ilgili öğrenciler bilgilendirilmiştir. Ayrıca öğrencilere mühendislik tasarım süreci anlatılmış ve örnek bir etkinlikle pilot uygulama yapılmıştır. İkinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci haftalarda STEM etkinlikleri yapılmış ve altıncı hafta son testler uygulanmıştır. Çalışmanın uygulama süreci Tablo 1'de verilmiştir:

**Tablo 1**  
*Çalışmanın Uygulanması*

Hafta	Yapılan Çalışmalar	Tarih	Verilerin Toplanması
1	Uygulamanın tanıtılması ve pilot uygulama	06.07.2023 07.07.2023	-STEM İlgili Ölçeği Ön Test
2	Vinç Tasarımı Etkinliği	13.07.2023 14.07.2023	-Günlük -Alan Notları
3	Basket Potası Tasarlama Etkinliği	20.07.2023 21.07.2023	-Günlük -Alan Notları
4	Robotumla Çiziyorum Etkinliği	27.07.2023 28.07.2023	-Günlük -Alan Notları
5	3D Kalemle Sindirim Organlarımı Modelliyorum Etkinliği	03.08.2023 04.08.2023	-Günlük -Alan Notları
6	Son testlerin Yapılması	10.08.2023 11.08.2023	-STEM İlgili Ölçeği Son Test -Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Birinci hafta yapılan pilot uygulama sonrasında her etkinlik için dört ders saatinin yeterli olacağına karar verildi. Etkinlikler günde iki ders saati olmak üzere toplamda 16 ders saatinde uygulanmıştır. Uygulama boyunca “Vinç Tasarımı”, “Basket Potası Tasarlama”, “Robotumla Çiziyorum” ve “3D Kalemle Sindirim Organlarımı Modelliyorum” şeklinde dört ayrı bütünsel STEM etkinliği yapılmıştır.

Çalışmada Hynes et al. (2011) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım aşamaları kullanılarak etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda;

1. *İhtiyaç ya da problemi tanımlama* aşamasında (10 dk.); öğrenciler gruplar şeklinde problemi gerçek yaşam bağlamında tanımlamaya çalışmışlardır.
2. *İhtiyaç ya da problemi araştırma* aşamasında (10 dk.); öğrenciler internet, kitap, dergi vb. kaynakları tarayarak ihtiyacı belirlemişlerdir.
3. *Olası çözümler geliştirme* aşamasında (10 dk.); öğrenciler grup içerisinde çeşitli beyin fırtınası yaparak farklı çözüm önerileri geliştirmişlerdir.
4. *En iyi çözümü seçme* aşamasında (10 dk.); öğrenciler bir önceki aşamada ileri sürdükleri farklı çözüm önerilerinden en iyi çözüm önerisini seçmişlerdir.
5. *Prototip oluşturma* aşamasında (40 dk.); öğrenciler öğretmenden aldıkları malzemeleri kullanarak ürün ortaya koymuşlardır.
6. *Çözümü test etme ve değerlendirme* aşamasında (20 dk.); gruplar oluşturdukları ürünleri önceden belirledikleri kriterler ve sınırlamalar çerçevesinde test etmişlerdir.
7. *Çözümü sunma* aşamasında (20 dk.); öğrenciler test ettikleri ve belirli kriterleri sağlayan ürünlerini sınıfa sunmuşlardır.
8. *Yeniden tasarlama/revize etme* aşamasında (30 dk.); öğrenciler yaptıkları testlerde kriter ve sınırlamaları karşılamayan ürünlerini yeniden revize etmişlerdir. Ayrıca aksayan kısımlarını yeniden tasarlamışlardır.
9. *Tamamlama kararı* aşamasında (10 dk.); öğrenciler ürünlerini son hâline getirmişlerdir.

Bütüleştirici STEM eğitimi, herhangi iki veya daha fazla STEM konu alanı ile bir veya daha fazla diğer okul konuları arasındaki öğrenme ve öğretmeyi araştıran yaklaşımdır (Sanders, 2009). Yani, iki veya daha fazla STEM alanının STEM içeriğini öğretme yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Kelley ve Knowles, 2016). Araştırmamızda uygulanan bütünsel STEM etkinliklerinde öğrenciler en az iki ve daha fazla STEM alanına katılmaları sağlanmıştır. Yani öğrenciler yaptıkları etkinlik veya tasarımlarda; fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarından en az ikisini entegre ederek çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Örneğin “vinç

tasarımı” etkinliğinde öğrenciler fen bilimlerinde; basınç, sıvı basıncı, Pascal prensibi gibi konuları kullanmışlardır. Ürün tasarımı sırasında mühendislikte yer alan tasarım yapma aşamalarından faydalanmıştır. Matematik ile ilgili, enjektörlerde bulunması gereken sıvı miktarının ölçümü, vinci kaldıracağı ağırlık ölçümleri ve yükün kaldırılabilmesi yüksekliğinin hesaplanması ve bunların grafiğe dökülmesi gibi bilgi ve becerileri işleve sokmuştur.

Sürecin başında öğretmen gerçek yaşam bağlamından bir senaryo sunmuş ve öğrencilerin bu senaryo üzerinde düşünmelerini ve grup içerisinde fikir alışverişinde bulunmalarını sağlamıştır. Örneğin vinç tasarımında öğretmen;

*“Van’ın Edremit ilçesinde 8 katlı bir otel inşaatında kurulu olan vinç 5. kat seviyesinde vinç yükseltme çalışması esnasında kırılarak yıkıldı. Yetkililerin yaptıkları açıklamada bu kazada ihmaller zincirinin olduğu ve vinç görevlilerinin vinci kapasitesinin üzerinden yükseltmeye çalıştıkları sırada kazanın meydana geldiğini açıkladılar.”*

senaryosunu vermiş ve olayı analiz etmelerini istemiştir. Daha sonra onlara büyük tasarım görevi vermiştir. Tasarım görevi için onlara;

*“Sizlerden Van’ın Edremit ilçesinde 8 katlı bir bina inşaatında tüm katlara malzeme taşıyan bir vinç tasarlamanız bekleniyor. Yaptığınız tasarımınızın başarısı, tasarımın dayanıklılığı, kullanım süresi, kaldırabildiği ağırlık miktarı ve yükseltilebileceği yükseklik ile ilgilidir.”*

şeklinde açıklama yapılmıştır. Öğrenciler grup şeklinde fikir alışverişinde bulunmuş, alternatif çözüm yolları araştırmış ve tasarımla ilgili başarı kriterleri ve sınırlılıkları belirlemişlerdir. Daha sonra gruplara gerekli malzemeleri verilmiş ve tasarımlarını yapmaya başlamışlardır. Tasarım sürecinde gruptaki her öğrencinin sorumluluk alması istenmiştir.

#### **Verilerin Analizi**

Araştırmada, iç içe geçmiş karma desen gereği, sürecin başında, sırasında ve sonunda veriler toplanmış, bu veriler sonradan yorumlama bölümünde entegre edilerek değerlendirilmiştir. Toplanan veriler hem nicel hem de nitel yöntemlerle analiz edilmiştir. STEM İlgili Ölçeği, ön test ve son test şeklinde uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarını analiz etmek için, öncelikle test skorlarının normal dağılımı olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla, basıklık ve çarpıklık değerleri, Shapiro-Wilk testleri değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği anlaşılmış ve buna dayanarak parametrik testlerin kullanılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir. Bu doğrultuda, STEM İlgili Ölçeği ön ve son test puanları arasındaki anlamlı farklılığı belirlemek için parametrik testlerden biri olan ilişkili ölçümler t-testi uygulanmıştır. Çalışmada toplanan nitel verilerin analizinde betimsel ve içerik analiz yöntemleri kullanılmıştır. Öğrencilerin günlük ve görüşmede ilettikleri görüşler ve araştırmacının tuttuğu alan notları dijital ortama aktarılmış ve bu veriler üzerinden okumalar yapılmıştır. Yapılan okumalardan sonra kodlar ve benzer kodlardan yola çıkarak temalar oluşturulmuştur. Kod oluşturma sürecinde iki bağımsız araştırmacı rol almış ve iki bağımsız araştırmacının oluşturduğu kodlar karşılaştırılmıştır. Araştırmacıların yaptıkları kodlamaların güvenilirliği belirlemek için Miles ve Huberman’ın (1994) güvenilirlik hesaplama formülü kullanılmış ve sonuçta kodlayıcılar arasındaki uyum % 92 olarak hesaplanmıştır.

#### **Geçerlilik, Güvenirlik ve Etik**

Araştırmada, geçerlilik ve güvenilirlik hususlarına dikkat edilerek çeşitli tedbirler uygulanmıştır. Çalışmada hem nitel hem de nicel veri toplama yöntemleri kullanılarak elde edilen veriler bir arada değerlendirilip sunulmuştur. Araştırmada kullanılan nicel veri toplama aracı olarak kullanılan STEM İlgili Ölçeği daha önce Falk vd., (2016) tarafından geliştirilmiş ve Kiran (2021) tarafından Türkçeye çevrilmiş, geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış (Kiran, 2021) bir ölçme aracıdır. Nitel araştırma boyutunda ise veri çeşitliliği sağlamaya yönelik olarak, günlük, görüşme ve alan notları kullanılmıştır. Toplanan verilerin inanırılığı, aktarılabilirliği, tutarlılığı ve teyit edilebilirliği (Merriam & Tisdell, 2015) sağlanmıştır. Böylece nitel boyutun geçerlilik ve güvenilirliğine katkı sağladığı düşünülmüştür. Bu doğrultuda görüşme formunun oluşturulmasında uzman görüşü alınmış, ayrıntılı betimlemeler yapılmış, veri toplamada çeşitlilik sağlanmış, öğrencilerin görüşlerinden doğrudan alıntılar yapılmış, kodlamada farklı araştırmacılar aktif rol

almış, elde edilen verilerde katılımcı teyidinde başvurulmuş, veriler detaylandırılmış, veri kaybının meydana gelmemesi için dijital ortama geçirilmiş ve gerekli durumlarda bu verilere yeniden bakılmıştır. Bunun yanında öğrencilere çalışmaya katılmada gönüllülüğün esas olduğu söylenmiş ve öğrencilerin gerçek isimleri yerine kodlar kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için Muş Alparslan Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 09.10.2023-110960 tarih ve 37/8 sayılı kararı gereğince etik açıdan uygun bulunmuştur.

### Bulgular

Bu çalışmada bütünlük STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM'e yönelik ilgi ve algılarına etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda nicel ve nitel veri toplama araçları ile elde edilen verilerin analizi sonucunda ulaşılan bulgular aşağıda sıra ile verilmiştir.

#### Öğrencilerin STEM'e Yönelik İlgileri

Bu kısımda, çalışma grubundaki öğrencilerin STEM konusundaki ilgisindeki değişiklikleri gözlemek amacıyla kullanılan ilgi ölçeğinden elde edilen sonuçlar ele alınmıştır. Araştırmada, 16 sorudan oluşan STEM İlgi Ölçeği, uygulama öncesinde ön test ve uygulamanın tamamlanmasının ardından son test olarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizi sırasında, ilk olarak öğrencilerin test skorlarının normal dağılımı olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla, normallik testlerinden çarpıklık-basıklık değerleri, Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır. Test sonuçlarına dair elde edilen veriler, Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 2**

*Çalışma Grubunun Ön Test-Son test Puanlarına İlişkin Çarpıklık-Basıklık Sonuçları*

	Ölçüm	N	Ort.	Varyans	S.S.	Min.	Max.	Çarpıklık	Basıklık
STEM İlgi Ölçeği	Ön test	21	56.81	67.66	8.22	36	68	-.623	-.358
	Son test	21	71.67	10.73	3.27	65	80	-.592	1.191

Tablo 2'ye bakıldığında, STEM İlgi Ölçeği'nden alınan puanların çarpıklık ve basıklık katsayılarının -2 ile +2 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Bu verilerin normal dağılıma uyup uymadığının değerlendirilmesinde, çarpıklık ve basıklık katsayılarının -2 ile +2 (George ve Mallery, 2010) veya -1.5 ile +1.5 (Tabachnick ve Fidell, 2013) aralığında olmasının kabul edilebilir olduğu düşünülmektedir.

**Tablo 3**

*Çalışma Grubunun Ön Test Son Test Puanlarına İlişkin Shapiro-Wilk Testleri Sonuçları*

	Test	Shapiro-Wilk		
		İstatistik	sd	p
STEM İlgi Ölçeği	Ön test	.945	21	.271
	Son test	.958	21	.476

Büyüköztürk (2015)'e göre, p değeri .05'ten yüksek olduğunda verilerin normal dağılım gösterdiği, .05'ten düşük olduğunda ise normal dağılım göstermediği kabul edilir. Tablo 3'e göre, STEM İlgi Ölçeği'nin ön test ve son testlerinde yapılan Shapiro-Wilk testlerinin sonuçları, p değerinin .05'ten büyük olmasıyla verilerin normal dağılımı yansıttığı tespit edilmiştir. Hem Tablo 2 hem de Tablo 3'te yer alan veriler ışığında çalışma grubunun STEM İlgi Ölçeği ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterdiği ve buradan yola çıkarak bu testin analizinde parametrik testlerin kullanımının uygun olacağı yönünde değerlendirme yapılmıştır. Bu doğrultuda çalışma grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve uygulama sonrası ilgi ölçeği test puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için parametrik testlerden ilişkili ölçümler t-testi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.



**Tablo 4***STEM İlgili Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının İlişkili t-Testi Sonuçları*

	Test	N	Ort.	S	Sd.	t	p
STEM İlgili Ölçeği	Ön test	21	56.81	8.22	20	-	.000
	Son test	21	71.67	3.27		8.028	

Tablo 4'e göre, öğrencilerin ölçeğin ön testindeki ortalama puanları 56.81 iken, son testteki ortalamaları 71.67 olarak belirlenmiştir. Araştırmanın çalışma grubundaki öğrencilerin STEM İlgili Ölçeği ön ve son test puanları. 05 düzeyinde anlamlılık için değerlendirilmiş ve yapılan analize göre ön test ile son test puanları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p<.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, bütünlük STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanına olan ilgisini olumlu yönde etkilediği sonucuna işaret etmektedir.

#### Öğrencilerin Bütünlük STEM Uygulamasına Yönelik Görüşleri

Bu kısımda, katılımcıların bütünlük STEM uygulamasına ilişkin algılarını tespit etmek amacıyla yapılan mülakatlar, günlükler ve alan notlarının analizi sonucunda ulaşılan sonuçlar sunulmuştur. Öğrencilerin görüşlerinden yola çıkarak "Uygulamanın Faydalı Yönleri" ve "Öğrencilerin Uygulamaya Yönelik Duyguları" şeklinde iki tema oluşturulmuştur. Öğrencilerin uygulamanın faydalı yönleri ile ilgili görüşlerinden yola çıkarak oluşturulan tema ve kodlar Tablo 5'te verilmiştir:

**Tablo 5***Uygulamanın Faydalı Yönlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri*

Tema	Kod	Öğrenciler
Uygulamanın Faydalı Yönleri	Yeni bilgiler öğrenme	Ö4, Ö12, Ö14, Ö15, Ö19, Ö21
	Tasarım yapma becerisi	Ö11, Ö15, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21
	İnovatif düşünme becerisi	Ö4, Ö8, Ö19, Ö20

Tablo 5'te görüldüğü gibi katılımcıların görüşlerinden yola çıkarak "uygulamanın faydalı yönleri" teması oluşturulmuştur. Bu tema kapsamında "yeni bilgiler öğrenme", "tasarım yapma becerisi" ve "inovatif düşünme becerisi" kodları yer almaktadır. Öğrencilerden altısı (Ö4, Ö12, Ö14, Ö15, Ö19, Ö21) yeni bilgiler öğrendikleri, altısı (Ö11, Ö15, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21) tasarım yapma becerisi kazandıkları ve bu becerilerini geliştirdiği, dördü (Ö4, Ö8, Ö19, Ö20) inovatif (yenilikçi) düşünme becerilerini geliştirdiği yönünde görüş bildirmişlerdir. Elde edilen kodlar aşağıda sırayla sunulmuştur.

#### Yeni Bilgiler öğrenme

Çalışma grubundaki öğrenciler görüşme ve günlüklerde bütünlük STEM etkinlikleri sayesinde yeni bilgiler öğrendikleri ve var olan bilgilerine yeni bilgiler eklemeye katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Özellikle elektrik devresinin elemanlarının işlevleri, potansiyel enerji ve kinetik enerji, Pascal prensibini ve sindirim sistemi yapı ve organlarına yönelik bilgi ve beceri kazandıklarını düşünmektedirler. Bu koda yönelik bazı öğrenci görüşleri aşağıda sunulmuştur:

Ö4: "Yaptığımız robotla elektik elektrik devre parçalarını birbirine bağlamayı öğrendim. Bu etkinlikle resim çizen robot yaptık, belki ileride yazı yazan robot yaparım belli mi olur." (Görüşme)

Ö19: "Yaptığımız tasarımlar sayesinde daha önce bilmediğim yeni bilgiler öğrendim, bu da benim hoşuma gidiyor. İnsanın bilgilenmesi bence çok güzel. Mesela basket potası etkinliği ile potansiyel enerjiyi öğrendim. Topla kaşığı geri doğru çekince esneklik potansiyel enerji birikiyor." (Görüşme)

Ö21: "Bu atölyede birçok yeni bilgi öğrendim. Mesela katı, sıvı ve gazların basıncını öğrendim. Bunun yanında sıvıların sıkıştırılmadığını öğrendim." (Görüşme)

Ö12: "Bugün 3D kalemlerle iç organlarımızı yaptık. Mideyi ve yemek borusunu çok güzel yaptık. Bir de özellikle kalın bağırsak ve ince bağırsağın sindirim sistemimizin organları olduğunu öğrendiğimde şaşırıyordum." (Günlük-4/Tarih:11.08.2023)

Ö14: “Çizim yapan robot yaptık bugün. DC motor, pil, anahtar ve kabloları kullanarak elektrik devresinin nasıl kurulduğunu öğrendik. Bugün öğrendiklerim sayesinde artık ben de bundan sonra bazı elektrik devrelerini kurabilirim...” (Günlük-3/Tarih: 28.07.2023 )

Ö21: “Bugün tasarım ve inovasyon dersinde vinç tasarımı yaptık. Dil çubukları, şırınga ve ince boru kullanarak tasarımı tamamladık. Daha sonra şırınganın yarısına kadar su doldurduk. O şırıngayı sıkıştırınca diğer şırınga yukarı doğru çıkıyordu. Burada sıvıların basıncı aynı ilettiğini öğrendik. Bunun yanında Pascal prensibi ile vincimizin çalıştığını öğrendik.” (Günlük-1/Tarih: 14.07.2023)

Bunun yanında araştırmacı-öğretmen süreçte dikkat çekici durumlarla ilgili alan notları tutmuştur. Araştırmacı-öğretmenin öğrencilerin yeni bilgiler öğrenmelerine yönelik tuttuğu notlar aşağıda verilmiştir:

“Bu atölye çalışmasında çizim yapan robot etkinliği yapıldı. Öğrencilerin çoğunluğunun ilk defa bir elektrik devresi kurdukları tespit edildi. İlk başta zorlansalar da elektrik devresini uygun adımlar kullanarak yapabildiler. Aynı zamanda titreşimli dc motorun, devre anahtarının, iletken kabloların, pilin ve pil yatağının işlevlerini öğrendikleri belirlendi.” (Araştırmacı-Öğretmen Gözlem Tarihi: 27.07.2023)

“Basket potası tasarlama etkinliğinde öğrenciler potansiyel enerji ve kinetik enerjinin farkını, bunun yanında potansiyel enerjinin esneklik potansiyel enerji ve çekim potansiyel enerji şeklinde ikiye ayrıldığı öğrendiler. (Araştırmacı-Öğretmen Gözlem Tarihi:20.07.2023)

Araştırmacı-öğretmenin süreç boyunca yaptığı gözlemler sonucunda tuttuğu nottan elde edilen veriler, bütünleşik STEM uygulaması ile öğrencilerin yeni bilgiler öğrendikleri sonucunu doğrulamaktadır.

#### *Tasarım Yapma Becerisi*

Bütünleşik STEM etkinliklerinin araştırmaya dâhil olan öğrencilerin tasarım yapma becerilerine katkıları olmuştur. Öğrencilerin günlüklerde ve görüşmelerde belirttikleri düşünceler doğrultusunda onların mühendislik tasarım sürecinin kullandıkları ve bir ürün yapma yetenek ve becerilerinde pozitif bir değişimin olduğu belirlenmiştir. Bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrencilerin tasarım yapma becerilerine pozitif etki yaptığına ilişkin bazı katılımcı görüşleri aşağıda verilmiştir:

Ö15: “Artık pense, bıçak, cetvel, silikon gibi çeşitli araç-gereçler kullanarak daha kolay bir şekilde ürün tasarlayabiliyorum.” (Görüşme)

Ö17: “Biz etkinliklere başlamadan önce öğretmenimiz bizlere bir tasarımın nasıl yapıldığına yönelik bazı aşamalardan bahsetti. Bizler de bu aşamaları kullanarak bir şeyler tasarladık. İlk etkinliği yaparken zorlansam da sonraki etkinliklerde pek zorlanmadım. Gerçekten de bir ürünü yaparken bir mühendis gibi belirli aşamalardan geçilirse daha faydalı olur.” (Görüşme)

Ö17: “Bugün çok uğraştığımız bir tasarı yaptık. Güzel bir tasarım yaptık. Çok mantıklı bir etkinlikti. Basıncı kullanarak vinç tasarladık. Bu etkinlik sayesinde bir alt yapma becerim yani el becerim gelişti. Burayı çok sevdim. Bu tasarımı odama koydum. Annem ve babama gösterdim, onlar da çok mantıklı bir vinç dediler.” (Günlük-1/Tarih: 14.07.2023)

Ö11: “Bugün bir mühendis gibi bir tasarı yaptık. Tasarımın ismi: Vinç. Yorucuydu ama gerçekten el becerim gelişti. Sırayla belirli aşamalardan geçerek vincimizi yaptık. Önce gerekli fikir alış verişi yaptık, sonra gerekli malzemeleri kullanarak protopimizi oluşturduk. Daha sonra test ettik. Testten sonra bazı yerleri daha da sağlamlaştırdık.” (Günlük-1/Tarih: 14.07.2023)

Ö21: “Biz bugün önce nasıl bir tasarı yapacağımızı tartıştık. Belirli bir zaman sonra grupça karar verdik. Resim çizen robotu nasıl yapacağımızı ve hangi malzemelere ihtiyacımızın olduğunu belirledik. Daha sonra öğretmenimizden gerekli malzemelerimizi istedik ve tasarımı yapmaya başladık. Önce plastik bardağımıza üç tane keçeli kalem yapıştırdık. Sonra pil yatağını uygun bir yere silikonla yapıştırdık ama devrilmemesi için birkaç deneme yaptık. DC motoru bardağın üst kısmına yapıştırdık ve devre anahtarını yan tarafa yapıştırdık. Daha sonra kablolarla elektrik devresini kurduk. En son da pilleri taktık ve test ettik.

Test sırasında bazı parçalarımız çıktı. Öğretmen bize biraz daha zaman ver biz de hatalı ve eksik kısımlarını yeniden yaptık ve çok güzel oldu.” (Günlük-3/Tarih: 28.07.2023)

#### *Inovatif Düşünme Becerisi*

Öğrencilerin görüşleri incelendiğinde, STEM uygulamalarının öğrencilerin yenilikçi (inovatif) düşünme becerilerini olumlu yönde geliştirdiğine yönelik algıları olduğu söylenebilir. Öğrenciler hem günlüklerde hem de görüşmelerde bir ürün tasarlamaya ve geliştirmeye yönelik yeni düşünceler, fikirler ve çözümler geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Bütünleşik STEM etkinliklerin öğrencilerin inovatif düşünme becerilerini etkilediğine ilişkin bazı katılımcı görüşleri aşağıda verilmiştir:

Ö8: “Ben daha önceleri de evde kendi kendime bazı icatlar yapıyordum ama bu kurs benim için çok faydalı oldu. Çünkü öğrendiğim aşamalar sayesinde bir ürünü tasarlama fikrim gelişti. Yolda yürürken acaba nasıl bir tasarı yapabilirim diye düşünüyorum.” (Görüşme)

Ö19: “Bu atölyede değişik ürünler yaptık. Hepsi birbirinden ilginçti. Dersten sonra eve gidince, sağıma soluma bakıyorum ev eşyalarına bakıyorum acaba bunlardan neler yapılabilir, hangi kısımları eksik, hangi kısımları fazla diye düşünüyorum. Acaba var olan eşyaları nasıl yeniden tasarlırsak daha iyi olur diye kendi kendime düşünüyorum.” (Görüşme)

Ö20: “Yaptığımız basket potası çok güzeldi. Bende buradan yola çıkarak daha değişik bir basket potası yapacağım.” (Görüşme)

Ö4: “Sevgili günlük bugün çok güzel bir etkinlik bitirdik. Çok güzeldi. Hem çizim yapıyor hem de istersem kafamı kaşıyabileceğim. Bu robot için en sevdiğim kalemlerimi kullandım. Aslında çok yaratıcı bir icattı. Ben de artık öğrendim. Bende bu öğrendiklerimden yola çıkarak yeni ürünler tasarlayacağım. Titreşimli dc motor ve pil kullanıp daha farklı robotlar yapabilirim.” (Günlük-3/Tarih: 28.07.2023)

Görüşmeye katılan öğrencilerin görüşleri incelendiğinde onların uygulamaya yönelik çeşitli duygular ileri sürdükleri görülmüş ve elde edilen görüşlerden yola çıkarak “Öğrencilerin Uygulamaya Yönelik Duyguları” teması oluşturulmuştur. Öğrencilerin uygulamaya yönelik duygularından yola çıkarak oluşturulan tema ve kodlar Tablo 6’da verilmiştir:

**Tablo 6**

#### *Öğrencilerin Uygulamaya Yönelik Duyguları*

<b>Öğrencilerin Uygulamaya Yönelik Duyguları</b>	<b>Yönelik</b>	Eğlenceli	Ö5, Ö9, Ö11, Ö15, Ö19, Ö20
		İlgi	Ö3, Ö7, Ö8, Ö9, Ö17
		Keyifli	Ö3, Ö11, Ö21
		Heyecan	Ö3, Ö12, Ö15
		Merak	Ö15, Ö17
		Güzel vakit geçirme	“Ö15, Ö20

Tablo 6’da görüldüğü gibi katılımcıların görüşlerinden yola çıkarak “öğrencilerin uygulamaya yönelik duyguları” teması oluşturulmuştur. Bu tema kapsamında “eğlenceli”, “ilgi”, “keyifli”, “heyecan”, “merak” ve “güzel vakit geçirme” kodları yer almaktadır. Öğrencilerden altısı (Ö5, Ö9, Ö11, Ö15, Ö19, Ö20) eğlenceli, beşi (Ö3, Ö7, Ö8, Ö9, Ö17) ilgi, üçü (Ö3, Ö11, Ö21) keyifli, üçü (Ö3, Ö12, Ö15) heyecan, ikisi (Ö15, Ö17) merak ve ikisi (Ö15, Ö20) güzel vakit geçirme yönünde görüş bildirmişlerdir. Bütünleşik STEM etkinliklerinin katılımcıların uygulamaya yönelik duygularına olumlu yansımaları olmuştur. Çalışma grubundaki öğrenciler, uygulama boyunca eğlendiklerini, etkinliklere yönelik ilgilerinin arttığını, güzel ve keyifli zamanlar geçirdiklerini, etkinlikleri yaparken heyecanlandıklarını, hangi etkinlik yapacakları konusunda merak duygularının geliştiğini ve etkinlikler boyunca verimli zamanlar geçirdiklerini belirtmişlerdi. Bu tema kapsamında bazı katılımcı görüşü aşağıda verilmiştir:

Ö3: “Aslında bu tip etkinliklere karşı pek ilgim ve isteğim yoktu. Ama ders başladıktan sonra hoca neler yapacağımızı anlatınca hoşuma gitti. O tasarıları yapmak çok keyifliydi. Bir de en son da test ediyorduk ya, işte o zaman çok heyecanlanıyordum. Fenle ilgili etkinlikler yapmak ilgimi çekti gerçekten.” (Görüşme)

Ö15: “Keşke bu kurs sürekli açılrsa. Açılırsa mutlaka yine gelirim, çünkü gerçekten güzel vakit geçirdim. Yaptığımız tasarıların çalıştığını görmek hoşuma gidiyordu. Ayrıca her geldiğim gün acaba bugün nasıl bir tasarı yapacağız diye meraklanıyordum.” (Görüşme)

Ö17: “Ben buraya geldiğim için memnunum. Bu atölyede güzel etkinlikler yaptık. Annem ve babam da bu etkinlikleri sevdiğimi biliyorlar.” (Görüşme)

Ö20: “Bu kursta yaptıklarımız çok eğlenceliydi. Ben şahsen çok eğlendim. Bu atölyeye katıldığım için kendimi çok şanslı hissediyorum. Resim yapan robot etkinliğinde özellikle çok eğlendim. Arkadaşlarımla güzel vakit geçirdik.” (Görüşme)

Ö21: “Ben bu atölyede yaptıklarımızı çok sevdim. Bu kurs bitecek diye çok üzgünüm. Ben hiçbir günü aksatmadan buraya gelmeye çalıştım, çünkü yaptığımız tasarılar çok keyifliydi.” (Görüşme)

Ö8: “Bugün vinç tasarladık. Zamanımız çok kaliteli geçti. Çok güzel bir gün geçirdik. Ben de yaptığımız vinci çok beğendim. Güzel çalışıyordu. Eve getirdiğimde anneme, babama, anneanneme, dedeme ve abime gösterdim. Güzel bir duyguydu. Onlar da çok güzel yapmışsın dediler.” (Günlük-1/Tarih: 14.07.2023)

Ö17: “Bu tasarım çok ilginçti. Ben çok sevdim.” (Günlük-3/Tarih: 28.07.2023)

Ö19: “Sevgili günlük bugün resim çizen robotumuzu bitirdik ve çalıştırdık. Çok güzel ve çok eğlenceli bir etkinlikti. Babama gösterdim o da çok beğendi...” (Günlük-3/Tarih: 28.07.2023)

Ö20: “Biz bugün resim çizen robot yaptık. Resim çizen robot yapmak çok eğlenceliydi. Yaptığı resimler aynı Picasso’nun resimleri gibi. Çok gizemli ve ilgi çekici resimler yaptı bizim robotumuz. Ben ilk başta böyle güzel şeyler yapacağımıza ve eğleneceğimize inanmıyordum, ama meğer yanılmışım.” (Günlük-3/Tarih: 28.07.2023)

Ö21: “.....çok güzel oldu. Daha sonra bir daha test ettik ve güzel çalıştı. Robotumuz kendi etrafında dönerken renkli renkli resimler yapıyordu. Biz grupça çok güldük ve çok eğlendik. Ben de bundan sonra evde bu tip etkinlikler yapmaya çalışacağım, çünkü çok zevkli.” (Günlük-3/Tarih: 28.07.2023)

Çalışma grubundaki öğrencilerin tuttıkları günlükler ve onlarla yapılan görüşmelerde belirttikleri düşüncelere ek olarak araştırmacı-öğretmen süreçte önemli gördüğü durumlarla ilgili not tutmuştur. Araştırmacı-öğretmenin öğrencilerin duygularına yönelik tuttuğu not aşağıda verilmiştir:

“Ders başlamadan öğrenciler yanıma geldi ve bugün hangi etkinliği yapacaklarını bana sordular. Aslında öğrenciler daha önce yapılan etkinliklerden keyif alınca yeni etkinliği de merak etmişlerdir. Bugün 3D kalemle sindirim sistemi organlarının modellerini oluşturdular. Öğrenciler sindirim sistemi organlarının modellerini yaparken keyifli zaman geçirdikleri gözlemlendi. Ayrıca teneffüste dışarı çıkmayıp devam etmek isteyen öğrencinin olması dikkat çekiciydi.” (Araştırmacı-Öğretmen Gözlem Tarihi: 03.08.2023)

Araştırmacı-öğretmenin süreç boyunca yaptığı gözlemler sonucunda tuttuğu nottan elde edilen veriler, uygulamanın öğrencilerin duyuşsal özelliklerine olumlu katkı yaptığı sonucunu doğrulamaktadır.

Öğrencilerin özellikle resim çizen robot etkinliğini çok beğendikleri, grupça çalışmaktan keyif aldıkları, STEM etkinliklerine yönelik ilgilerinin arttığı, yaptıkları tasarıları aileleri ile paylaşmaktan keyif aldıkları, süreç boyunca verimli zaman geçirdikleri, yeniden buna benzer bir kursun açılması durumunda bu kursa katılmak istedikleri ve yaptıkları ürünlerin işlevsel olduğunu gördüklerinde heyecanlandıkları tespit edilmiştir.

### Tartışma

Bu çalışma, yaz okulunda bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM eğitimine olan ilgi ve deneyimleri üzerindeki dönüştürücü etkisini incelemek amacıyla tasarlanmıştır. Çalışmada ortaokul öğrencilerinin bütünleşik STEM uygulamalarına yönelik algılarına ilişkin araştırma bulguları tartışılmıştır.

Çalışma, bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM'e olan ilgileri, öğrenmeleri, tasarım becerileri, yenilikçi düşünme becerileri ve uygulamaya yönelik duyguları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bulgular, bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrencilerin ilgisi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Shahali vd. (2016) ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmada bütünleşik STEM eğitim programına katılan öğrencilerin STEM konularına ve kariyere yönelik ilgi puan ortalamalarında önemli bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada da belirtildiği gibi, öğrenciler etkinliklerle ilgili heyecan ve meraklarını dile getirmiş bazıları gelecekte STEM ile ilgili faaliyetlere devam etme isteklerini ifade etmiştir. Bu durum, ilgi çekici, uygulamalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin bu alanlara olan ilgisini artırabileceğini gösteren önceki araştırmalarla uyumludur (Hurk vd., 2018; Wang, 2013). Mohd Shahali vd. (2019) yürüttükleri boylamsal çalışmada ortaokul öğrencilerine bir STEM programı uygulamış ve öğrencilerin programdan ayrıldıktan iki yıl sonra STEM kariyer ilgilerini koruduğunu ancak STEM konularına yönelik ilginin korunmadığı ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar STEM konularına yönelik ilginin azalmasının nedenlerinin sınıfta deneyimledikleri öğretim ve öğrenimin kalitesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Mohd Shahali vd., 2019). Bu bulgulara benzer olarak, Chen ve Chang (2018) bütünleşik robotik STEM derslerinin öğrencilerin STEM'e ilişkin ilgi, bilgi ve kariyer yöneliminin güçlendirdiğini bildirmişlerdir. Bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrencilerin öğrenme deneyimlerini geliştirmede oldukça etkili olduğu görülmüştür. Katılımcılar özellikle elektrik devreleri, potansiyel enerji, kinetik enerji, Pascal prensibi ve sindirim sistemindeki organların yapısı gibi konularda yeni bilgi ve beceriler kazandıklarını bildirmişlerdir. Bu durum, STEM eğitiminin aktif öğrenmeyi ve eleştirel düşünmeyi teşvik ettiği görüşüyle (Wang ve Degol, 2013) uyumludur; çünkü bu çalışmada yer alan öğrenciler teorik bilgileri pratik görevlere uygulayarak anlayışlarını genişletmişlerdir. Çalışmada Roehrig vd. (2021)'nin önerdiği bütünleşik STEM'in yedi temel özelliği dikkate alınmış ve çalışma içeriğinin çoğunlukla önerilen yedi özelliği barındırdığı tespit edilmiştir. Araştırma, bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrencilerin tasarım becerilerini olumlu yönde etkilediğine yönelik algılarının olduğunu göstermektedir. Bulgular, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini kullanma, ürün geliştirme ve mühendisler gibi düşünme becerilerini geliştirdiklerine yönelik algılarının olduğunu göstermektedir. Bu, tasarım ve problem çözme becerilerinin gelişimini vurgulayan bütünleşik STEM eğitiminin kavramsal çerçevesiyle uyumludur (Kelley ve Knowles, 2016). Fan ve Yu (2017) yürüttükleri çalışmada bütünleştirici STEM öğretim yaklaşımının mühendislik/teknoloji eğitiminde olumlu etkileri olduğunu tespit ettiler. Araştırmacılar bütünleştirici STEM mühendisliği modülünün öğrencilerin kavramsal bilgilerini, üst düzey düşünme becerilerini ve mühendislik tasarım becerilerini birbirine entegre etmelerine yardımcı olduğunu belirttiler (Fan & Yu, 2017). Tasarım ve tasarım odaklı düşünme bütünleşik STEM eğitiminin geliştirilmesinde ve uygulanmasında giderek daha önemli bir hale gelmiştir (Li vd., 2019). Çalışmamızda ulaştığımız sonuçlar literatür ile uyumludur. Katılımcılar, gelecekte daha bilinçli karar vermeyi kolaylaştırabilecek yapılandırılmış bir tasarım yaklaşımından yararlandıklarını belirtmişlerdir. Bütünleşik STEM faaliyetlerinin öğrenciler arasında yenilikçi düşünceyi teşvik ettiği görülmüştür. Öğrenciler, ürün tasarlamak ve geliştirmek için yeni fikirler ve çözümler ürettiklerini bildirmişlerdir. Bu sonuç, STEM eğitiminin yaratıcılığı ve problem çözme becerilerini beslediği yönündeki daha geniş görüşle uyumludur (Nugent vd., 2015). Benzer şekilde Zulkifli vd. (2022) bütünleşik STEM Teknoloji Pedagojik İçerik Bilgisi modelinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Lafifa vd. (2023) STEM yaklaşımının öğrencilerin iletişim, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma, STEM faaliyetlerinin sadece bilgi vermekle kalmayıp aynı zamanda öğrencileri gerçek dünyadaki zorluklara yaratıcı çözümler keşfetmeye teşvik eden bir zihniyet geliştirdiğini öne sürmektedir. Öğrencilerin bütünleşik STEM etkinlikleriyle ilgili deneyimlerinin duyuşsal özellikleri büyük ölçüde olumluydu. Öğrenciler süreç içerisinde eğlendiklerini, etkinliklere olan ilgilerinin arttığını ve süreç boyunca verimli zaman geçirdiklerini belirtmişlerdir. Faaliyetlere duydukları merak ve coşku özellikle dikkat çekiciydi. Bu olumlu duygusal etki, genel öğrenme deneyimini geliştirme potansiyeline sahiptir, çünkü ilgili ve motive olmuş öğrencilerin akademik olarak başarılı olma olasılığı daha yüksektir (Lian vd., 2021). Araştırma bulgularımız STEM etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığını bildiren çalışmaların (Hiğde ve Aktamış, 2022) bulguları ile uyumludur. STEM etkinlikleri sayesinde öğrenciler duyuşsal ve psikomotor becerilerine önem veren etkinliklerde bulunmuşlardır (Hiğde ve Aktamış, 2022).

Araştırma bulguları genel olarak Öz Belirleme Teorisi (ÖDT) ilkeleriyle tutarlıdır. ÖDT, insan davranışını etkilemede özerkliğin, içsel motivasyonun ve kendi kaderini tayin etmenin önemini vurgulamaktadır. Araştırma bulguları, bütünlük STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgisini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu durum, ÖDT'nin içsel motivasyona yaptığı vurgu ile uyumludur; zira öğrencilerin içsel motivasyon kaynakları olan gerçek bir ilgi ve merak hissettiklerinde faaliyetlere katılma olasılıkları daha yüksektir. Araştırma, bütünlük STEM faaliyetlerinin daha iyi öğrenme çıktılarını açtığını göstermektedir. ÖDT, bireylerin ilgi alanlarına uygun faaliyetlerde bulduklarında ve özerklik ve yetkinlik için fırsatlar sağladıklarında, becerilerini etkili bir şekilde öğrenme ve geliştirme olasılıklarının daha yüksek olduğunu öne sürmektedir. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin bu faaliyetler sırasında keyif, merak ve coşku gibi olumlu duygusal deneyimler yaşadıklarını göstermektedir. ÖDT'de olumlu duygular genellikle içsel motivasyonla ilişkilendirilir, çünkü bireylerin kendilerini iyi hissettiren ve psikolojik ihtiyaçlarını karşılayan faaliyetlere katılma olasılıkları daha yüksektir.

### Sonuçlar

Bu araştırmanın sonuçları, bütünlük STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM eğitimindeki algıları ve deneyimleri üzerindeki olumlu etkisini vurgulamaktadır. Bu etkinliklere katılan öğrenciler STEM alanlarına ilgilerinin arttığını, önemli öğrenme çıktıları elde ettiklerini, tasarım becerilerinin ve yenilikçi düşünme yeteneklerinin geliştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, bütünlük STEM uygulamasına yönelik olumlu duygular ifade etmişlerdir. Bütünlük STEM faaliyetlerinin öğrencilerin STEM'e olan ilgisini artırmada etkili olduğu görülmüştür. Bu faaliyetlerin uygulamalı ve pratik doğası, katılımcılar arasında merak ve coşku uyandırmıştır. STEM alanları küresel zorlukların ele alınmasında kritik bir rol oynamaya devam ettiğinden, bu ilgiyi erken yaşlardan itibaren geliştirmek, gelecek nesilleri STEM kariyerlerini sürdürmeye teşvik etmek için önem taşımaktadır (Kim vd., 2018). Dahası, öğrencilerin öğrenme deneyimleri bu faaliyetler sayesinde zenginleşmiştir. Elektrik devreleri, potansiyel enerji ve biyolojik sistemlerin yapısı gibi konularda pratik bilgiler edinerek yeni bilgi ve beceriler kazandılar. Bu sadece STEM kavramlarını anlamalarını derinleştirmekle kalmıyor, aynı zamanda bilgi edinmede uygulamalı bir yaklaşımın etkinliğinin de altını çiziyor (Li vd., 2020). Araştırma, bütünlük STEM etkinliklerinin öğrencilerin tasarım becerilerini olumlu yönde etkilediğine yönelik algılarının olduğunu göstermektedir. Mühendislik tasarım sürecini nasıl kullanacaklarını ve işlevsel ürünler yaratmayı öğrenerek modern iş gücünde çok değerli olan becerileri geliştirdiler. STEM profesyonellerine olan talep artmaya devam ettikçe, bu beceriler öğrenciler için gelecekteki kariyerlerinde değerli bir varlık olacaktır (Papadakis vd., 2021). Araştırma ayrıca, öğrenciler arasında yenilikçi düşünme becerilerinin gelişimini de vurgulamaktadır. Öğrencileri yeni fikirler ve çözümler üretmeye teşvik etmek, onları gelecekteki çabalarında karmaşık problem çözmeye hazırlayabilir. Bu durum, STEM eğitiminde yaratıcılık ve yeniliğe yapılan vurgunun artmasıyla da uyumludur (Dong vd., 2020). Öğrencilerin bütünlük STEM uygulamasına yönelik olumlu duyguları önemlidir. Keyif almaları ve katılımları, bu tür eğitim yöntemlerinin yalnızca akademik gelişime katkıda bulunmakla kalmayıp aynı zamanda tatmin edici ve eğlenceli bir öğrenme deneyimi sağladığını göstermektedir. Bu olumlu duygusal deneyimler, öğrencilerin eğitim yolculukları ve kariyer seçimleri üzerinde uzun süreli etkilere sahip olabilir (Wang ve Degol, 2013).

### Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu araştırma sınırlı bir örneklem büyüklüğü ile belirli bir coğrafi bölgede yürütülmüştür. Gelecekte yürütülecek çalışmalarda yaz okullarında gerçekleşen STEM uygulamalarında daha fazla örneklem ve bölge çeşitliliği tercih edilebilir. Daha kapsamlı ve çeşitli bir örneklem, bütünlük STEM eğitiminin etkinliği hakkında daha geniş bilgiler sağlayabilir. Araştırma nispeten kısa bir zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. İleriki araştırmalarda yaz okullarında öğrencilerin gelişimini birkaç yıl boyunca takip eden boyutsal çalışmalar, bütünlük STEM eğitiminin uzun vadeli etkisine dair daha kapsamlı bir bakış açısı sunacaktır. Bütünlük STEM eğitiminde çeşitliliği ve kapsayıcılığı teşvik edecek stratejileri araştırılabilir. Bütünlük STEM programlarında öğrenci katılımını ve motivasyonunu artırmanın yollarının araştırılmasının faydalı olacağı düşüncesindeyiz. Yenilikçi öğretim yöntemlerini, teknoloji entegrasyonunu ve STEM'e sürekli ilgiye katkıda bulunan diğer faktörler incelenebilir. Eğitim yetkilileri ve okullar, yaz okullarında ve normal öğretim programında bütünlük STEM programlarının kullanılabilirliğini genişletmeyi düşünmelidir. Daha

fazla uygulamalı, sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimleri dâhil edilerek öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgi ve becerileri daha da geliştirilebilir. Bütünleşik STEM faaliyetlerinin başarısını sağlamak için öğretmenlere sürekli mesleki gelişim fırsatları sunmak önemlidir. Eğitim, öğrenciler arasında yenilikçi düşünme ve problem çözme becerilerini teşvik etmeye yönelik stratejiler de dâhil olmak üzere bütünleşik STEM faaliyetlerinin tasarımı ve uygulanmasına odaklanmalıdır. Bütünleşik STEM programlarını, STEM alanlarında yeterince temsil edilmeyen gruplar da dâhil olmak üzere çeşitli öğrenciler için daha kapsayıcı ve erişilebilir hâle getirmek için çaba gösterilmelidir. Bu, tüm öğrencilerin STEM'e olan ilgilerini keşfetme fırsatına sahip olmalarını sağlamak için hedeflenen sosyal yardım, burs ve destek hizmetlerini içerebilir.

#### **Etik Kurul İzin Bilgisi**

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için Muş Alparslan Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 09.10.2023-110960 tarih ve 37/8 sayılı kararı gereğince etik açıdan uygun bulunmuştur.

#### **Yazar Çıkar Çatışması Bilgisi**

Yazarların çıkar çatışması yoktur.

#### **Yazar Katkısı**

Birinci yazar: Çalışmanın tasarlanması, verilerin toplanması ve analiz edilmesi. İkinci yazar: Giriş, yöntemin, tartışma ve sonuçların yazılması

## References

- Ata, A. & Arslan, H. (2021). An investigation of science teachers' readiness for STEM education approach. *Van Yüzüncü Yıl University Journal of Education*, 18(2), 405-436. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.1029055>
- Bahadir, E. B. G. & Köse, E. Ö. (2021). The effect of STEM applications on students' perceptions and attitudes towards stem in the 6th grade science course. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 81-97. <https://doi.org/10.47479/ihead.826909>
- Biçer, B. G. (2023). Examination of secondary students' STEM motivations in terms of some variables: The case of Şırnak. *The Educational Science and Research Journal*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.54637/ebad.1163024>
- Chan, R. C. H. (2022). A social cognitive perspective on gender disparities in self-efficacy, interest, and aspirations in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): the influence of cultural and gender norms. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00352-0>
- Chen, Y., & Chang, C. C. (2018). The impact of an integrated robotics STEM course with a sailboat topic on high school students' perceptions of integrative STEM, interest, and career orientation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), 1-19. <https://doi.org/10.29333/ejmste/94314>
- Christensen, R., Knezek, G.A., & Tyler-Wood, T.L. (2015). A Retrospective Analysis of STEM Career Interest Among Mathematics and Science Academy Students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 10(1), 45-58.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi [Mixed methods research design and conduct]*. Anı.
- Creswell, J., & Plano Clark, V. L. (2007). *Understanding mixed methods research*. In J. Creswell (Ed.), *Designing and conducting mixed methods research* (pp. 1-19). Thousand Oaks.
- Çapar, M. & Ceylan, M. (2022). A comparison of case study and phenomenology design. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 22(2), 295-312. <https://doi.org/10.18037/ausbd.1227359>
- Dare, C., Dreher, A. U., Holder, A., & Sandler, J. (2018). *The patient and the analyst: The basis of the psychoanalytic process*. Routledge.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer. *design into high school STEM courses*. National Center for Engineering and Technology Education. <http://ncete.org/fash/pdfs/Infusing%20Engineering%20Hynes.pdf>
- Dilekçi, Ü., & Sezgin Nartgün, Ş. (2020). A mixed method study. *Bolu Abant İzzet Baysal University Journal of Faculty of Education*, 20(1), 680-704. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2020.20.52925-664924>
- Dillivan, K. D., & Dillivan, M. N. (2014). Student interest in STEM disciplines: Results from a summer day camp. *The Journal of Extension*, 52(1). <https://doi.org/10.34068/joe.52.01.18>
- Dong, Y., Wang, J., Yunying, Y., & Kurup, P. (2020). Understanding intrinsic challenges to stem instructional practices for chinese teachers based on their beliefs and knowledge base. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00245-0>
- Donmez, I. (2021). Impact of out-of-school STEM activities on STEM career choices of female students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 91, 173-203. <https://doi.org/10.14689/ejer.2021.91.9>
- Dönmez, İ. (2023). Breaking gender stereotypes: How Interacting with STEM Professionals Changed female students' perceptions. *Journal of Baltic Science Education*, 22(6), 974-990. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.974>
- Duran, M. & Sarı, K. (2021). Evaluation of thesis studies in the area of STEM education from 4th to 5th grades. *Ihlara Journal of Educational Research*, 6(2), 213-234. <https://doi.org/10.47479/ihead.934643>



- Eroğlu, S. & Bektaş, O. (2016). Ideas of science teachers took stem education about stem based activities. *Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 1-22. <https://doi.org/10.14689/issn.21482624.1.4c3s3m>
- Erol, A. & Erol, M. (2022). Türkiye’de erken çocuklukta STEM eğitimi: araştırmalarda eğilimler [Early childhood STEM education in Turkey: Trends in research]. *Yaşadıkça Eğitim [Journal of Education for Life]*, 36(3), 590-609. <https://doi.org/10.33308/26674874.2022363442>
- Falk, J. H., Staus, N., Dierking, L. D., Penuel, W., Wyld, J., & Bailey, D. (2016). Understanding youth STEM interest pathways within a single community: The Synergies project. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 6(4), 369–384. <https://doi.org/10.1080/21548455.2015.1093670>
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 107-129. <http://dx.doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x>
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K., & Bilge, C. (2019). Integrated STEM education models. *Pamukkale University Journal of Education*, 45(45), 38-55. <https://doi.org/10.9779/PUJE.2018.221>
- George, D. & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide\_and reference*, 17.0 update. Pearson.
- Gök, B. & Sayıcı, E. (2022). İlköğretim fen bilimleri öğretim programlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi: Türkiye, Singapur, Estonya örneği. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(2), 871-891. <https://doi.org/10.51460/baebd.1064766>
- Gray, J. S., Brown, M. A., & Connolly, J. P. (2017). Examining construct validity of the quantitative literacy VALUE rubric in college-level STEM assignments. *Research & Practice in Assessment*, 12, 20-31.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1). 1-19. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Harden, K., Domingue, B., Belsky, D., Boardman, J., Crosnoe, R., Malanchini, M., ... & Harris, K. (2020). Genetic associations with mathematics tracking and persistence in secondary school. *NPI Science of Learning*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41539-020-0060-2>
- Hiğde, E., & Aktamış, H. (2022). The effects of STEM activities on students’ STEM career interests, motivation, science process skills, science achievement and views. *Thinking Skills and Creativity*, 43, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101000>
- Hurk, A., Meelissen, M., & Langen, A. (2018). Interventions in education to prevent stem pipeline leakage. *International Journal of Science Education*, 41(2), 150-164. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1540897>
- Hynes, M., M. Portsmouth, E. Dare, E. Milto, C. Rogers, D. Hammer, & A. Carberry. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. [https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165&&context=ncete\\_publications&&sei-redir=1&referer=https%253A%252F%252Fscholar.google.com%252Fscholar%253Fhl%253Dtr%2526as\\_sdt%253D0%25252C5%2526q%253DHynes%25252C%252BM.%25252C%252BM.%252BPortsmouth%25252C%252BE.%252BDare%25252C%252BE.%252BMilto%25252C%252BC.%252BRogers%25252C%252BD.%252BHammer%25252C%252B%252526%252BA.%252BCarberry.%252B%2525282011%252529.%252BInfusing%252Bengineering%252Bdesign%252Binto%252Bhigh%252Bschool%252BSTEM%252Bcourses%2526btnG%253D#search=%22Hynes%2C%20M.%2C%20M.%20Portsmouth%2C%20E.%20Dare%2C%20E.%20Milto%2C%20C.%20Rogers%2C%20D.%20Hammer%2C%20%26%20A.%20Carberry.%20%282011%29.%20Infusing%20engineering%20design%20into%20high%20school%20STEM%20courses%22](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165&&context=ncete_publications&&sei-redir=1&referer=https%253A%252F%252Fscholar.google.com%252Fscholar%253Fhl%253Dtr%2526as_sdt%253D0%25252C5%2526q%253DHynes%25252C%252BM.%25252C%252BM.%252BPortsmouth%25252C%252BE.%252BDare%25252C%252BE.%252BMilto%25252C%252BC.%252BRogers%25252C%252BD.%252BHammer%25252C%252B%252526%252BA.%252BCarberry.%252B%2525282011%252529.%252BInfusing%252Bengineering%252Bdesign%252Binto%252Bhigh%252Bschool%252BSTEM%252Bcourses%2526btnG%253D#search=%22Hynes%2C%20M.%2C%20M.%20Portsmouth%2C%20E.%20Dare%2C%20E.%20Milto%2C%20C.%20Rogers%2C%20D.%20Hammer%2C%20%26%20A.%20Carberry.%20%282011%29.%20Infusing%20engineering%20design%20into%20high%20school%20STEM%20courses%22)

- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kiran, D. (2021). STEM interest scale validity and reliability study. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty*, (60), 457-479. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.946735>
- Kim, A., Sinatra, G., & 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>
- Lafifa, F., Rosana, D., Suyanta, S., Nurohman, S., & Astuti, S. R. D. (2023). Integrated STEM Approach to Improve 21st Century Skills in Indonesia: A Systematic Review. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 3(2), 252-267. <https://doi.org/10.53889/ijses.v3i2.219>
- Lent, R. W., Sheu, H., Miller, M. J., Cusick, M. E., Penn, L. T., & Truong, N. N. (2018). Predictors of science, technology, engineering, and mathematics choice options: a meta-analytic path analysis of the social-cognitive choice model by gender and race/ethnicity. *Journal of Counseling Psychology*, 65(1), 17-35. <https://doi.org/10.1037/cou0000243>
- Leymun, S. O., Odabaşı, H. F., & Yurdakul, I. K. (2017). The importance of case study research in educational settings. *Journal of Qualitative Research in Education*, 5(3), 1-17. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.5c3s16m>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., Disessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). Design and design thinking in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 2, 93-104. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00020-z>
- Lian, Y., Tsang, K., & Zhang, Y. (2021). The construction and sustainability of teachers' positive emotions toward STEM educational work. *Sustainability*, 13(11), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su13115769>
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among US students. *Science education*, 95(5), 877-907. <https://doi.org/10.1002/sce.20441>
- Martinez Ortiz, A., Rodriguez Amaya, L., Kawaguchi Warshauer, H., Garcia Torres, S., Scanlon, E., & Pruet, M. (2018). They choose to attend academic summer camps? a mixed methods study exploring the impact of a NASA academic summer pre-engineering camp on middle school students in a latino community. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 8(2), 1-9. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1196>
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. John Wiley & Sons.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı (Ministry of National Education [MoNE]). (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (5.,6.,7. ve 8.Sınıflar) [Science curriculum (5th, 6th, 7th and 8th grades)]*. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20BİLİMLERİ%20ÖĞRETİM%20PROGRAMI2018.pdf>
- Milli Eğitim Bakanlığı (Ministry of National Education [MoNE]) [MEB] (2022a). *Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM) Yaz Okulu Destekleme ve Yetiştirme Kursları E-Kılavuzu [Science and Art Centres (BİLSEM) Summer School Support and Training Courses E-Guide]*. [https://orgm.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2022\\_06/03204\\_704BilsemYaz\\_OkuluDYKKYlavuzu.pdf](https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2022_06/03204_704BilsemYaz_OkuluDYKKYlavuzu.pdf)
- Milli Eğitim Bakanlığı (Ministry of National Education [MoNE]) [MEB] (2022b). *BİLSEM Yaz Okulu Örnek Atölye Programları Hazırlanarak Erişime Açıldı [BİLSEM Summer School Sample Workshop Programmes were prepared and made available for Access]*. <https://www.meb.gov.tr/bilsem-yaz-okulu-ornek-atolye-programlari-hazirlanarak-erisime-acildi/haber/26969/tr>
- Milli Eğitim Bakanlığı (Ministry of National Education [MoNE]) (2022c). *Destekleme ve Yetiştirme Kursu Yaz Okulu Programı Tasarım ve İnovasyon [Support and Training Course Summer School Programme]*

- Design and Innovation*]. <https://orgm.meb.gov.tr/mebiysdosyalar/202207/07180753BYLSEMYazOkuluTasarYmveYnovasyonAtolyesiProgramY.pdf>
- Mohd Shahali, E. H., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Mohamad Arsad, N. (2019). Students' interest towards STEM: a longitudinal study. *Research in Science & Technological Education*, 37(1), 71-89. <http://dx.doi.org/10.1080/02635143.2018.1489789>
- Mohtar, L. E., Halim, L., Rahman, N. A., Maat, S. M., Iksan, Z. H., & Osman, K. (2019). A model of interest in stem careers among secondary school students. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 404-416. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.404>
- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>
- Okulu, H. Z., Arabacioglu, S., & Unver, A. O. (2022). Enrichment of nature and science camps: Investigation of a STEM camp designed for gifted students. *Milli Eğitim Dergisi [Journal of Millî Eğitim]*, 51(235), 1983-2008. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.910038>
- Özcan, H. & Koca, E. (2019). The impact of teaching the subject "pressure" with STEM approach on the academic achievements of the secondary school 7th grade students and their attitudes towards STEM. *Education and Science*, 44(198), 201-227. <https://doi.org/10.15390/eb.2019.7902>
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Evaluation of gifted/talented students' out-of-school STEM education. *Trakya University Journal of Education Faculty*, 8(2), 334-351. <https://doi.org/10.24315/trkefd.331579>
- Özkul, H., & Özden, M. (2020). Investigation of the effects of engineering-oriented STEM integration activities on scientific process skills and STEM career interests: A mixed methods study. *Education and Science*, 45(204), 42-63. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2020.8870>
- Papadakis, S., Vaiopoulou, J., Sifaki, E., Stamovlasis, D., & Kalogiannakis, M. (2021). Attitudes towards the use of educational robotics: Exploring pre-service and in-service early childhood teacher profiles. *Education Sciences*, 11(5), 1-14. <https://doi.org/10.3390/educsci11050204>
- Razali, F. (2021). Exploring crucial factors of an interest in STEM career model among secondary school students. *International Journal of Instruction*, 14(2), 385-404. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14222a>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM education: primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2016). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00667a>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Stubbs, E. A. & Myers, B. E. (2016). Part of what we do: Teacher perceptions of STEM integration. *Journal of Agricultural Education*, 57(3), 87-100. <https://doi.org/10.5032/jae.2016.03087>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Pearson.

- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Wang, M. & Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy–value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33(4), 304-340. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2013.08.001>
- Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081-1121. <https://doi.org/10.3102/0002831213488622>
- Yabas, D., Kurutas, B. S., & Corlu, M. S. (2022). Empowering girls in STEM: Impact of the girls meet science project. *School Science and Mathematics*, 122(5), 247-258. <https://doi.org/10.1111/ssm.12540>
- Yıldırım, A. & Şimşek H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri [Qualitative research methods in social sciences]*. Seçkin.
- Yin, R. K. (2003). Designing case studies. *Qualitative research methods*, 5(14), 359-386.
- Zulkifli, Z., Satria, E., Supriyadi, A., & Santosa, T. A. (2022). Meta-analysis: The effectiveness of the integrated STEM technology pedagogical content knowledge learning model on the 21st century skills of high school students in the science department. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, 5(1), 32-42. <https://doi.org/10.33292/petier.v5i1.144>