Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences
Year: 2024, Volume: 57, Issue: 2, 703-758
DOI: 10.30964/auebfd.1252380, E-ISSN:2458-8342, P-ISSN:1301-3718

Pre-Service Teachers' STEM Teaching Competencies: A Qualitative Study on Experiences, Perceptions, and Readiness States

ARTICLE TYPE	Received Date	Accepted Date	Published Date
Research Article	02.17.2023	04.17.2024	07.25.2024

Tuğba Ecevit [1]
Düzce University

Dilber Acar [2]
Ministry of National Education

Yasemin Büyükşahin [3]
Bartın University

Abstract

The future workforce requires individuals with academic knowledge and 21st-century skills like problem-solving, critical thinking, creativity, collaboration, and analytics. STEM education aims to provide both, focusing on developing well-rounded individuals. Effective implementation depends on teachers' competencies in STEM instruction. This study investigates the STEM teaching competencies of final-year pre-service teachers. Using a case study design, it explores their experiences, perceptions, and readiness for STEM education. The research involved 45 Science Education and Classroom Teaching students from 21 universities in Turkey, utilizing the "STEM Teaching Competencies Interview Form" for data collection. Three independent researchers analyzed the data, identifying relevant categories and themes. Results show that pre-service teachers' STEM experiences are largely theoretical and limited. They need better understanding and implementation skills for STEM education and improved perceptions of STEM learning environments. Despite their desire to apply STEM approaches in their future classrooms, they require practical training and resources like STEM lesson plans. The study concludes that pre-service teachers' experiences and perceptions of STEM education significantly influence their readiness to implement it, highlighting the need for enhanced, practice-oriented training to prepare them effectively for STEM teaching.

Keywords: STEM Education, STEM Teaching Competency, Pre-service Teacher Education, Pre-Service Teachers.

Citation: Ecevit., T., Acar, D., & Büyükşahin, Y. (2024). Pre-Service Teachers' STEM Teaching Competencies: A Qualitative Study on Experiences, Perceptions, and Readiness States. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences, 57*(2), 703-758. https://doi.org/10.30964/auebfd.1252380

[1]*Corresponding Author*: Dr, Faculty of Education, Elemantary Education Department, tugbaecevit@duzce.edu.tr, https://orcid.org/0000-0025-5119-9828
[2]Dr, Elementary Education Teacher, dilber.kaptan@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3869-0874
[3]Dr, Faculty of Education, Elementary Education Departmant, ybuyuksahin@bartin.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5771-2063

While Industry 4.0 is often understood as a process driven by robotics, virtualization, and metrics, it is fundamentally driven by humans. As the needs change with each industrial revolution, the fourth industrial revolution we are experiencing today necessitates a skilled workforce. Adaptability to the changing era in the business world requires individuals with 21st-century skills and well-developed social skills (NRC, 2012; Akgündüz et al., 2015).

An examination of international K-12 curricula reveals a predominant emphasis on teaching content knowledge in separate and distinct subjects (Bybee, 2013; NGSS, 2013; NRC, 2009). Attempting to teach subjects independently hinders the transfer of knowledge into daily life and the development of various cognitive, social, and affective skills in students (Osborne, Simon & Collins, 2003). Educating individuals required in the Industry 4.0 process is only possible through the perspective of Education 4.0. It is crucial to equip students with academic knowledge in line with the requirements of the era while fostering their ability to transfer learned knowledge into daily life and nurturing individuals with 21st-century skills and social skills. One of the approaches aiming to educate students in the fields of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) while preparing them as individuals with 21st-century skills is the STEM education approach (Bybee, 2014).

STEM education is an instructional approach that is interdisciplinary/transdisciplinary and application-oriented, facilitating integration among the disciplines of science, technology, engineering, and mathematics through context-based approaches (Bybee, 2010). An interdisciplinary/transdisciplinary, application-based learning environment facilitates the transfer of acquired knowledge into daily life, enabling the development of more qualified students with various skills (Akgündüz et al., 2015; Bybee, 2010; White, 2014). The widespread adoption of STEM education is highlighted as a priority for countries in their future advancement goals. Therefore, increasing the number of students who receive STEM education is among the important objectives for countries. Despite the National Science Foundation's emphasis on the necessity and importance of the STEM education approach in the 1990s, it began to be emphasized in Turkiye's 2018 science curriculum (NGSS, 2013; MNE, 2018).

While changes in the curriculum are significant, the competencies of teachers who will implement STEM education are equally crucial. The successful implementation of STEM education is directly related to teachers' knowledge, skills, and experiences in STEM practices (Aslan-Tutak, Akaygün, & Tezsezen, 2017). The characteristics that STEM-literate teachers should possess can be categorized as necessary domain knowledge in STEM, integration knowledge in STEM, pedagogical knowledge, knowledge of 21st-century skills, and skills in designing and planning learning environments (Aslan-Tutak et al., 2017; Yıldırım, 2020; Yıldırım, 2021). The achievement of STEM education goals is directly linked to the development of pre-service teachers' STEM teaching competencies (Ring et al., 2017).

When examining undergraduate programs, it is observed that the STEM education and applications course is not yet directly included in the curricula (Science Education Undergraduate Program, 2018; Classroom Education Undergraduate Program, 2018; Preschool Education Undergraduate Program, 2018). Researchers interested in STEM education and applications include STEM education and applications in various courses in undergraduate programs (e.g., science teaching, science laboratory, teaching methods, or elective courses) (e.g., Aslan-Tutak, Akaygün & Tezsezen, 2017; Altan, Yamak & Kırıkkaya, 2016; Öztürk et al., 2019; Yıldırım & Altun, 2015). The widespread adoption of STEM education and applications becomes crucial for the training of pre-service teachers who will be practitioners of STEM education. The learning-teaching experiences, practical experiences, beliefs, attitudes, awareness, and self-efficacy gained by pre-service teachers will affect their planning and designing of learning environments (Tatar et al., 2012). For STEM education approaches to be applicable in classrooms, our teachers need to be proficient in STEM literacy (Honey vd. 2014). In other words, only if a teacher is STEM-literate, can effective STEM education occur in their classroom. Teachers need to be equipped with real classroom implementation experiences.

In this context, numerous projects (STEM & Makers Fest/Expo, Design Skills Workshops, Experiment Workshops) and research laboratories (Hacettepe STEM & Makers Lab, Istanbul Aydin University STEM Lab), research centers and institutes (METU BILTEMM Application and Research Center, Muş University STEM Education Application and Research Center, STEM Teacher Institutes, Bahçeşehir University BAUSTEM Center, Özyeğin University STEM Academy), and various research modules and programs (Akaygün & Aslan-Tutak, 2016; Aslan-Tutak, Akaygün, &Tezseven, 2017; Günbatar & Şardağ, 2022; Bozan & Anagün, 2019; Şardağ, 2020; Yıldırım, 2020) have been developed and continue to be developed.

Current Situation Analysis and Determination of Needs

National literature review reveals various studies conducted at different levels and time intervals to determine the trends in STEM education (e.g., Aydın-Günbatar & Tabar, 2019; Çavaş et al., 2020; Daşdemir et al., 2018, Ecevit et al., 2022). When these studies are synthesized comprehensively, it emerges that research predominantly involves middle school students in student study groups, with the least involvement of primary school students (Daşdemir et al., 2018). Concerning teacher and pre-service teacher groups, studies are primarily conducted with science pre-service teachers and science teachers, with fewer studies involving classroom pre-service teachers and classroom teachers (Akan & Timur, 2023; Deligöz & Han Tosunoğlu, 2023; Metin, Güler & Çevik, 2023), indicating a general emphasis on more studies with pre-service teachers (Ateş & Sungur Gül, 2023; Aydın-Günbatar & Tabar, 2019; Daşdemir et al., 2018).

The development of teachers who are competent in STEM education and instruction is a crucial point to focus on. Studies with pre-service teachers encompass themes such as attitude towards STEM fields (Hiğde et al., 2020), perception of STEM education (Aslan-Tutak, Akaygün & Tezseven, 2017; Akaygün & Aslan-Tutak, 2016; Öztürk, Tüzün & Yıldırım, 2019), awareness of STEM approach (Dadacan, 2021; Özbilen, 2018; Karakaya et al., 2018; Buyruk & Korkmaz, 2016), STEM education self-efficacy (Dadacan, 2021; Gelen et al., 2019; Öztürk, Yılmaz-Tüzün & Yıldırım, 2019), STEM teaching orientations (Dadacan, 2021; Hacıömeroğlu & Bulut, 2016; Hiğde et al., 2020; Gökbayrak, 2017; Karışan & Bakırcı, 2018; Timur & Belek, 2020), attitude towards STEM instruction (Hiğde, Keleş & Aktamış, 2020), opinions about STEM applications (Bektaş & Aslan, 2019; Yıldırım & Türk, 2018), opinions about STEM education (Özbilen, 2018; Öztürk, Tüzün & Yıldırım, 2019), the impact of STEM education on academic achievement (Yıldırım & Altun, 2015), and its effects on 21st-century skills (Gökbayrak & Karışan, 2017; Ertuğrul Akyol, 2020), as well as affective characteristics (Kocakülah, Abacı & Kocakülah, 2021; Aslan-Tutak, Akaygün & Tezseven, 2017). It can be noted that studies with pre-service teachers are predominantly conducted through quantitative research methods, particularly using survey methods, while experimental studies are relatively few (Kalemkuş, 2020). In qualitative research conducted with pre-service teachers, themes primarily revolve around opinions about STEM applications (Bektaş & Aslan, 2019; Yıldırım & Türk, 2018) and views on STEM education (Özbilen, 2018; Öztürk, Tüzün & Yıldırım, 2019). The perceptions, attitudes, and self-efficacy of teachers and pre-service teachers regarding STEM education and instruction are mostly identified using quantitative data collection tools. Considering the limitations of quantitative measurement tools to determine and evaluate teachers' or pre-service teachers' STEM competencies, there is a clear necessity for qualitative research that delves more detailed and in-depth into the current situation and needs. Solely relying on quantitative data measurement tools may inadequately reflect teachers' or pre-service teachers' STEM competencies and may lead to incomplete or misleading results. To fully understand and evaluate STEM teacher competencies, methods addressing the complexity of these skills are required. Therefore, qualitative research methods will provide a more comprehensive approach to examining and evaluating teachers' knowledge, experiences, and readiness in STEM education.

Importance and Purpose of Study

STEM education is increasingly gaining importance in today's education system, and the competencies of teachers in this field are critical for providing effective STEM education. This research aims to determine the STEM teaching competencies of pre-service teachers within the framework of a qualitative case study. To achieve this goal, the experiences, perceptions, and readiness of pre-service teachers regarding STEM education have been examined.

Method

This research aims to examine in detail the STEM teaching competencies of pre-service science and classroom pre-service teachers studying in the final year of education faculties at different universities in Turkey, with a focus on experiences, perceptions, and readiness themes, to reveal the current situation and assess the needs. The research adopts a case study approach, focusing on prominent individual actors or actor groups and their perceptions. Classroom and science pre-service teachers have been included in a broad study group to best represent the country, attempting to determine STEM competencies. The process of starting a job is influenced by individuals' perceptions, experiences, and emotional states regarding the subject they are about to undertake. Therefore, STEM education competency statuses are addressed in terms of pre-service teachers' STEM education experiences, perceptions, and readiness. This research utilizes an Illustrative Case Study to define the competency status. Illustrative case studies assimilate known situations into real-life scenarios and interpret details to explain them (Datta, 1990).

Study Group

The participant group of the study consists of 45 final-year (4th-year) pre-service teachers studying in the science education and classroom education programs of 20 universities in Turkey during the Spring semester of the 2019-2020 academic year. These universities are as follows: Adıyaman University, Afyon Kocatepe University, Aksaray University, Alanya Alaaddin Keykubat University, Bartın University, Boğaziçi University, Cumhuriyet University, Çukurova University, Dokuz Eylül University, Eskişehir Osmangazi University, Hacettepe University, Kastamonu University, Kütahya Dumlupınar University, Kırıkkale University, Mersin University, Necmettin Erbakan University, Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Pamukkale University, Tokat Gaziosmanpaşa University, Yıldız Technical University. These students have completed all their courses and are pre-service teachers who will embark on a teaching career soon. The reason for selecting this group of students for the study includes their current educational status and their imminent entry into the teaching profession. To achieve this purpose, the purposive sampling method of "maximum diversity sampling" was employed in forming the study group. Maximum diversity sampling aims to examine the relevant problem of the research in various scenarios containing diverse situations (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2010). Thus, the aim is to examine the STEM education competencies of science and classroom education pre-service teachers studying in the final year in various regions of Turkey in detail, to reveal the current situation, and to evaluate the need situation.

Data Collection Tools

To determine the STEM competencies of pre-service teachers, a "semi-structured interview form" was developed. The draft of the interview form was created based on the opinions of two STEM education experts, and then this draft was evaluated through a pilot study with two pre-service teachers. Following the pilot study, necessary adjustments were made to ensure that the questions were clear and understandable. Repetitive questions were revised, resulting in the final semi-structured interview form. The questions in the interview form address the pre-service teachers' STEM education experiences, perceptions of STEM education, and readiness for STEM education.

Theme 1: Pre-service Teachers' STEM Education Experiences

Within the theme of STEM education experiences, the focus is on pre-service teachers' participation in STEM-related courses and workshops. Engaging in STEM education courses and workshops allows pre-service teachers to develop fundamental knowledge and skills in this area. These experiences shape the pre-service teachers' understanding of STEM education, comprehension of pedagogical approaches in this field, and their ability to guide and direct their future students. It is crucial to understand to what extent and through which methods pre-service teachers were exposed to STEM education courses during their undergraduate education and how they acquired theoretical and practical knowledge in this field because these foundational experiences in STEM education can influence their ability to successfully implement STEM education in their classrooms in the future. In this context, the following questions are included in the interview form:

- Did you take any STEM education-related courses during your undergraduate studies? Can you describe the content of the course?
- Were any of the courses you took during your undergraduate studies related to STEM education? Which course(s) covered STEM education topics? Can you describe the content of the course?
- Have you taken any courses or workshops related to STEM education? Where did you take them? Can you describe the learning process?

Theme 2: Pre-service Teachers' Perceptions of STEM Education

Within the theme of perceptions of STEM education, the focus is on how pre-service teachers understand STEM education, their conceptual misconceptions, and their perceptions of learning processes. These perceptions about STEM education reflect the pre-service teachers' capacity to understand the scope of this approach, interdisciplinary integration methods, organization of the learning-teaching environment, and the roles of teachers and students. In this context, the following interview questions were used to shed light on this theme:

- What is your understanding of STEM education? What do you know about the STEM education approach?
- How would you describe the learning environment in STEM education, considering factors such as classroom arrangement and physical environment?
- How would you describe the roles of the teacher and the student in the STEM education process?

Theme 3: Pre-service Teachers' Readiness for STEM Education

Within the theme of readiness for STEM education, the focus is on pre-service teachers' competencies and readiness. This theme was created to examine pre-service teachers' confidence in implementing STEM education, their level of knowledge and skills in STEM education, and their readiness to embrace STEM education as they begin their teaching careers. The readiness of pre-service teachers for STEM education reflects their ability to effectively implement this innovative teaching approach and their motivation. The following interview questions were used to understand how ready pre-service teachers feel for STEM education:

- How do you envision implementing the STEM education approach in your future teaching career?
- Do you feel prepared to effectively use STEM education?
- What resources or support do you need to successfully implement the STEM education approach in your classes?

Data Analysis

The qualitative data obtained from semi-structured interviews with pre-service teachers in the scope of the research was analyzed using the content analysis method. Content analysis is a method that systematically categorizes words or groups of words reflecting the content of the text into themes and categories (Büyüköztürk et al., 2013). The content of each question for each theme was initially evaluated separately through content analysis. The generated codes were then classified according to specific categories and presented accordingly

Ethical Committee Approval

This research was approved by the permission of Düzce University Scientific Research and Publication Ethics Committee dated 14.05.2020 and decision number 2020/95.

Validity and Reliability

Various measures have been taken to ensure the internal and external validity of this research.

Measures to Ensure Internal Validity of the Research:

In creating the interview protocol, the input of two subject matter experts was sought, enhancing the content validity of the formA pilot study was conducted to assess the comprehensibility of the interview protocol. This confirmed that the protocol was understandable to participants. The process of developing the interview protocol and analyzing the data was elaborated in detail, demonstrating the transparency of the research process. Direct quotations were included, and participants were consulted for clarification on any ambiguous expressions, thereby enhancing the accuracy and understandability of the data.

Measures to Ensure External Validity of the Research:

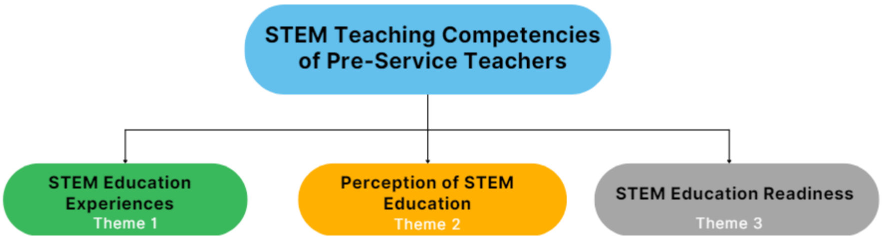
Consistency among the data was ensured, and the data were independently coded by two researchers. This increased the reliability of the data. Consensus was reached among researchers in creating themes based on the codes, ensuring the consistency of the research. The data were presented directly without interpretation, indicating the unbiased presentation of the data. Ethical approvals were obtained for the research, and participants were informed about the study and provided voluntary consent. This demonstrates adherence to ethical standards and respect for participant rights. The identities of pre-service teachers were kept confidential by ethical rules, indicating the preservation of privacy.

Results

The findings obtained from the interviews with pre-service teachers have been thoroughly examined within three distinct themes: pre-service teachers' STEM education experiences, pre-service teachers' perceptions of STEM education, and pre-service teachers' readiness for STEM education. The analysis of the discussions related to these themes yielded categories, subcategories, and codes, which have been systematically presented..

Figure 1

Themes of Pre-Service Teachers' STEM Teaching Competencies: Experiences, Perceptions, and Readiness

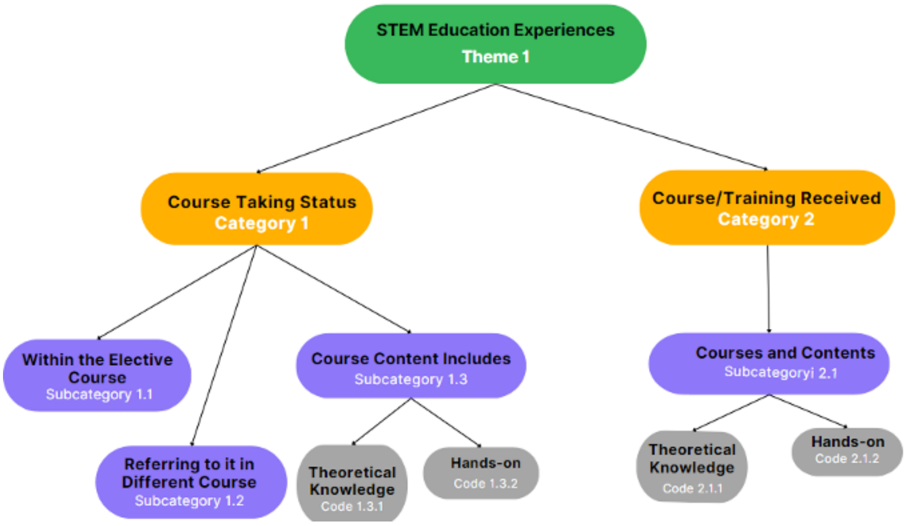


Theme 1: Pre-Service Teachers's STEM Education Experiences

Determining pre-service teachers' exposure to STEM education during their undergraduate studies is one of the main focal points of this study. Under this category, the courses related to STEM education that pre-service teachers took during their undergraduate studies and the contents of these courses have been thoroughly reviewed and presented by grouping these course types and contents.

Figure 2

Categories, Subcategories, and Codes Obtained for the Theme of Pre-Service Teachers' STEM Education Experiences



Category 1: Exposure to STEM Education Courses during Undergraduate Studies

Subcategory 1.1. Elective Courses

20% of pre-service teachers expressed that they took an elective course related to STEM education during their undergraduate studies. However, 2% of pre-service teachers stated that although there were elective courses related to STEM education, they did not choose to take these courses.

Subcategory 1.2. Mention of STEM Education in Various Courses

69% of pre-service teachers indicated that STEM education was mentioned in their undergraduate courses. Pre-service teachers mentioned that STEM education and instruction were discussed in courses such as Science Teaching (15), Science Laboratory (14), Special Teaching Methods (9), Material Design (5), Science and Technology Instruction Program Planning (2), Special Topics in Chemistry (2), Inquiry-Based Science Education (1), Creativity (1), Mathematics and Games (1).

Subcategory 1.3. **Course Content and Structure**

Code 1.3.1. Theoretical Knowledge

Pre-service teachers stated that the content and scope of STEM education were discussed in the courses they took during their undergraduate studies, emphasizing the importance of STEM education and discussing how STEM education could be implemented within the education system. The findings indicate that pre-service teachers discussed theoretical information about how the STEM education approach could be practically implemented.

Code 1.3.2. Application and Product-Oriented Processes

Pre-service teachers mentioned that they conducted STEM activities within their undergraduate courses. These activities included preparing STEM lesson plans and using the 5E learning model, project-based learning, and problem-based learning methods in the learning process. Additionally, pre-service teachers participated in coding studies where Scratch Jr and Arduino programs were taught. These experiences demonstrate that pre-service teachers engaged in application and product-oriented activities related to STEM education during their undergraduate courses.

Below are some responses from pre-service teachers:

> PST2: In the Special Teaching Methods course, we produced simple but useful materials for everyday life problems such as earthquake-resistant houses or evaluating wasted water with simple tools that we frequently use in daily life.

> PST3: In our Science Teaching laboratory practices course, we attempted to solve many problems in terms of STEM education. We tried to produce solutions with STEM applications to open-ended problem situations given by our teachers.

> PST15: The content was taught and applied within the framework of science teaching, explaining what and how we would teach.

Category 2: Participation in STEM Education Courses or Training

33% of pre-service teachers stated that they participated in STEM education courses or training. 67% of pre-service teachers indicated that they did not attend any courses or training related to STEM education outside of their undergraduate courses.

Subcategory 2.1. STEM Education Courses and Content

It was found that pre-service teachers participated in various STEM education projects funded by TUBITAK (8) and STEM education courses offered by universities (7). When the content and structure of the training courses were examined in detail, theoretical knowledge and applied product-oriented processes emerged as significant dimensions. It is noteworthy that half of the courses attended by pre-service teachers were theoretical in nature.

Code 2.1.1. Theoretical Knowledge

50% of pre-service teachers stated that they attended theoretical courses, which included verbal and visual information about technology, materials, and methods that could be used in STEM applications.

Code 2.1.2. Application and Product-Oriented Processes

50% of pre-service teachers mentioned that the courses they attended included practical and product-oriented processes such as augmented reality, virtual reality, 3D printers, robotic coding, product creation, and design.

Below are some responses from pre-service teachers:

> *PST3: I attended Yildiz SEM from Yildiz Technical University. It was a 2-day program. First, we grasped the logic, prepared a program accordingly, and then we experienced how to concretize and design a product based on a problem from our lives, how to give this problem to students, how to narrate it for preschoolers, and how to create a story. We made a fast car from vegetables, raced it, made a parachute, and put an egg inside it without breaking it. We built an opening-closing bridge from ready-made legos and made robots with coding.*

> *PST5: STEM education was provided in TUBITAK projects. What is STEM? What kind of application is made in STEM education? What is its contribution to students? What is the role of the teacher? How do students receive education?... Our teacher who taught this course formed groups, and each group member designed and evaluated original products related to STEM applications such as making a tower from a pipette, balancing 11 nails on one nail, and making a seismograph.*

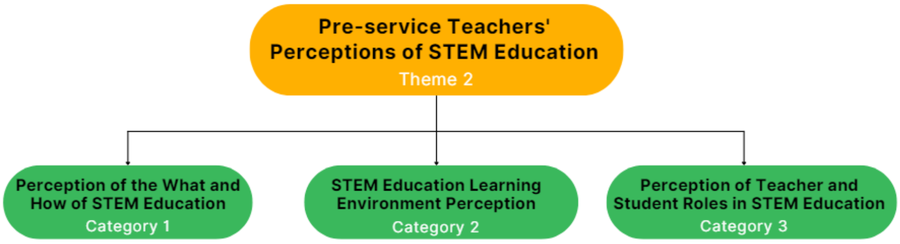
> *PST7: I received robotic coding training and participated in STEM activities at Science Festivals. In robotic coding, you can make the robot do whatever you want by using ready-made codes in the program, and you can differentiate the robot by attaching different tools. In STEM activities, we produced tools to solve the given problem using the materials provided.*

Theme 2: Perceptions of Pre-Service Teachers' Regarding STEM Education

Understanding pre-service teachers' perceptions of STEM education constitutes another focal point of this study. Under this category, pre-service teachers' perceptions of what STEM education is, how it is implemented, their perceptions of what the STEM learning environment should be like, and their perceptions of the roles of teachers and students in this learning environment are systematically and detailedly presented.

Figure 3

Categories Related to Pre-Service Teachers' Perceptions of STEM Education

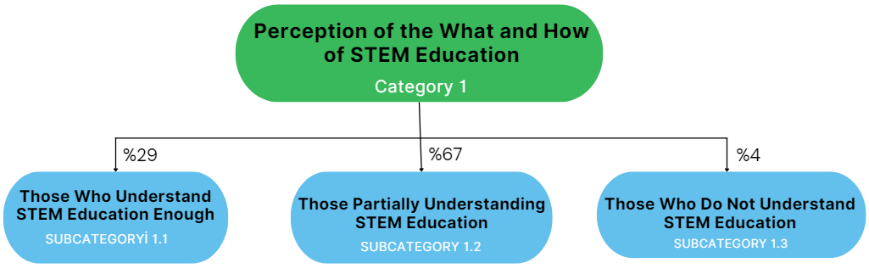


Category 1: Perception of What STEM Education Is and How It Is

Pre-service teachers' perceptions of what and how STEM education is can be categorized into three different subcategories. This classification will help us better understand pre-service teachers' perceptions of what STEM education is and how it is, shedding light on how they will implement STEM education in their classrooms.

Figure 4

Subcategories Related to Perceptions of What STEM Education Is and How It Is



Subcategory 1.1: Those Who Understand STEM Education Sufficiently

In this subcategory, pre-service teachers have understood what STEM education is and how it is applied in a general framework. They describe important components of STEM education such as integrating different fields, problem-solving processes, bringing disciplines together, and establishing interdisciplinary connections. Twenty-nine percent of pre-service teachers fall into this subcategory.

Subcategory 1.2: Those Who Partially Understand STEM Education

Pre-service teachers in this subcategory have a partial understanding of STEM education. They generally define STEM education as the integration of disciplines or interdisciplinary interaction. However, they have a limited and incomplete understanding of how STEM education is applied and even have misconceptions about what constitutes STEM education. Sixty-seven percent of pre-service teachers fall into this subcategory.

Subcategory 1.3: Those Who Do Not Understand STEM Education at All

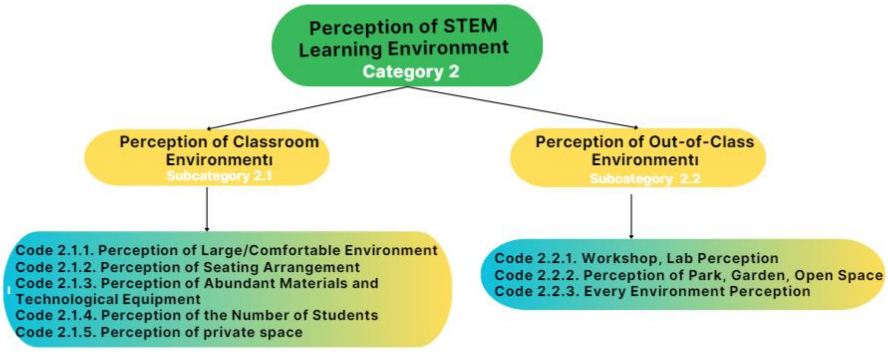
Pre-service teachers in this subcategory have almost no knowledge or perception of STEM education. They have no opinion about any definition or concept related to STEM education. Pre-service teachers who say "I don't know" about what STEM education is categorized into this subcategory. Four percent of pre-service teachers fall into this subcategory.

Category 2: Perception of Learning Environment

Pre-service teachers' perceptions of the STEM learning environment can be categorized into two subcategories: classroom environment perception and out-of-class environment perception. Various codes are included under each subcategory

Figure 5

Subcategories of Pre-Service Teachers' Perception of STEM Education Learning Environment



Subcategory 2.1: Perception of Classroom Environment

Code 2.1.1: Perception of Large/Comfortable Space

29% of pre-service teachers believe that for STEM activities, students need a large space where they can move comfortably and engage in group work.

Code 2.1.2: Perception of Seating Arrangement

18% of pre-service teachers think that desks in STEM classrooms should be arranged in a U or C shape to facilitate collaboration and group work.

Code 2.1.3: Perception of Abundant Materials and Technological Tools

29% of pre-service teachers believe that STEM education requires ample and diverse materials. Additionally, 4% of them expressed the need for technological resources such as learning materials and internet access in STEM learning environments.

Code 2.1.4: Perception of Class Size

4% of pre-service teachers believe that a larger class size is more suitable for STEM education.

Code 2.1.5: Perception of Special Area

29% of pre-service teachers think that the STEM learning environment should be in a designated area within the classroom. This area should be conducive to group work and include a corner where students can showcase their STEM projects.

Subcategory 2.2: Perception of Outside Classroom Environment

Code 2.2.1: Perception of Workshop/Laboratory

9% of pre-service teachers believe that STEM education should take place in a laboratory-like environment.

Code 2.2.2: Perception of Park, Garden, Open Space

31% of pre-service teachers think that STEM learning can occur outside the classroom, especially in school gardens, home environments, parks, or open spaces.

Code 2.2.3: Perception of Any Environment

9% of pre-service teachers believe that the STEM learning environment does not require any specific physical setting and can take place anywhere.

Below are some responses from pre-service teachers regarding their perceptions of the learning environment:

> *PST2: "STEM education, where science, engineering design process, technology, and mathematics come together, cannot be separated from a laboratory-like environment. It is essential to create an environment where students can easily carry out the design process. My statement does not mean that every material should be complete. Students should be able to find materials that are simple and economical but can solve their problems."*

> *PST3: "Since students will find solutions to problems, the seating arrangement should be made according to this. There should be a space in the classroom where students can exhibit their projects, and by making a*

STEM corner, they should be able to put their projects there and look at them again when they want. There may be visuals about STEM on the walls of the classroom."

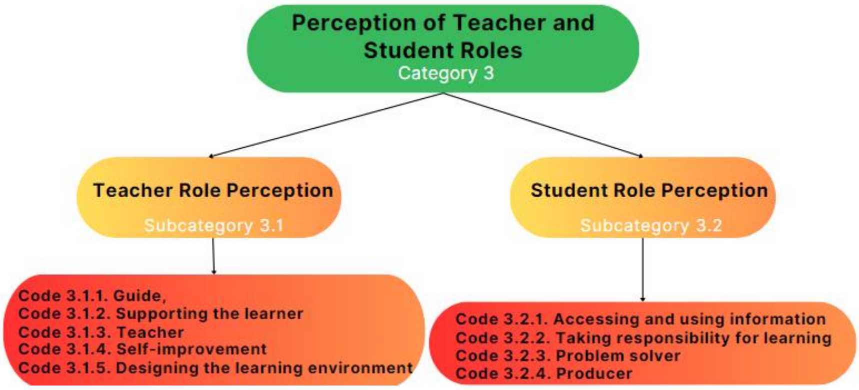
PST5: "Of course, physical conditions are very important in the learning environment, but I think STEM can be applied even in a school with very poor physical conditions. Sometimes I call it extracting science from dust and trash. In other words, STEM activities can be done with a plastic bottle, balloon, and pipette, or with software and coding. It is up to the teacher to use the environmental factors meaningfully."

Category 3: Perception of Teacher and Student Roles

Pre-service teachers' perceptions of teacher and student roles in the STEM learning environment are categorized into two subcategories, each with various codes.

Figure 6

Subcategories of Pre-Service Teachers' Perception of Teacher and Student Roles in the STEM Education Learning Environment



Subcategory 3.1: Perception of Teacher Roles

Code 3.1.1: Guide, Mentor

100% of pre-service teachers expressed that the teacher plays a guiding role.

Code 3.1.2: Supporter of Students

40% of pre-service teachers believe that the teacher's role includes encouraging learning and supporting students.

Code 3.1.3: Instructor

18% of pre-service teachers mentioned the teacher's role in delivering knowledge.

Code 3.1.4: Self-Improver

13% of pre-service teachers emphasized that teachers should continually improve themselves, highlighting the need for teachers to be in a position of learning, open to innovations, and enhancing their subject and pedagogical knowledge.

Code 3.1.5: Learning Environment Designer

Only 2% of pre-service teachers highlighted the role of the teacher in designing the learning environment.

Below are some responses from pre-service teachers regarding the teacher's role in STEM education:

> *PST6: "The teacher should not be egocentric. By progressing student-centeredly, they should value their thoughts. Instead of answering directly, they should encourage questioning and reasoning. They should enable students to learn by doing and experiencing."*

> *PST7: "The teacher should always be a guide. They should guide the students but not explicitly tell them what to do. They should enable the development of the student's creativity. They should assist the student when needed."*

> *PST26: "The teacher should be open to innovations and knowledgeable."*

Subcategory 3.2: Perception of Student Roles

Code 3.2.1: Accessing and Utilizing Information

92% of pre-service teachers described students in the STEM learning environment as researchers, curious, questioning, critical, exploratory, experiential learners, acting like scientists, capable of conveying what they have learned, and effectively using this knowledge.

Code 3.2.2: Taking Responsibility for Learning

69% of pre-service teachers perceive students in the STEM learning environment as actively directing their learning processes and taking responsibility for learning.

Code 3.2.3: Problem Solvers

24% of pre-service teachers described students in the STEM learning environment as capable of analytically solving problems, thinking innovatively, being enterprising, and possessing various skills.

Code 3.2.4: Producers

Pre-service teachers expressed that students in the STEM learning environment can generate new ideas and develop products.

Below are some responses from pre-service teachers regarding the student's role in STEM education:

PST1: "If STEM education is likened to a film shoot, the student is the lead actor. They are the main characters of the film. The film takes shape according to the attitudes and behaviors of the students. Sometimes, the student is the one who should deviate from the scenarios they need to play and come up with original solutions to problems."

PST 3: "Based on past observations and experiments, the student should find solutions to problems. The student should be curious and have a research-oriented spirit so that the solution proposals they find should not be trivial against the problem situation."

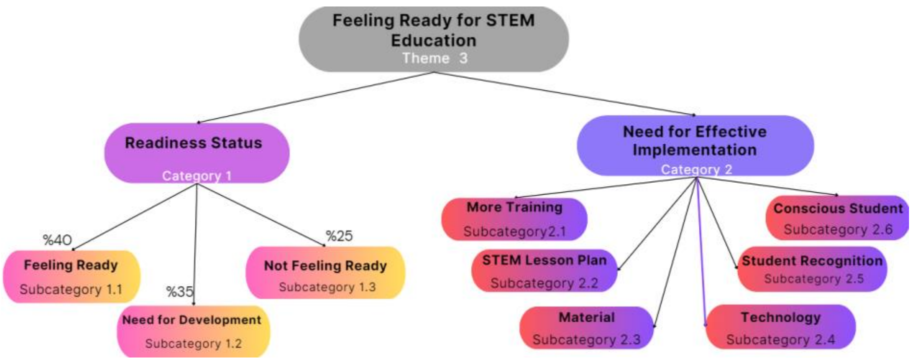
PST8: "The student is the producing part. In STEM, the teacher guides, but the producing part belongs to the student. The student acquires analytical thinking skills and 21st-century skills."

Theme 3: Pre-Service Teachers' Readiness for STEM Education

The readiness of pre-service teachers to implement STEM education practices constitutes another focal point of this study. Under this theme, the extent to which pre-service teachers feel prepared for STEM education and what they need to effectively implement STEM education practices have been examined in detail. Findings have been systematically presented using categories, subcategories, and codes.

Figure 6

Subcategories of Pre-Service Teachers' Perception of Readiness for STEM Education Practices



Category 1: Readiness Status

Subcategory 1.1: Feeling Ready

40% of pre-service teachers expressed feeling ready to implement STEM education.

Subcategory 1.2: Need for Development

35% of pre-service teachers stated that they need to further develop themselves to implement STEM education.

Subcategory 1.3: Not Feeling Ready

25% of pre-service teachers stated that they do not feel ready to implement STEM education or have not received any training on this topic.

Below are some opinions from pre-service teachers:

> *PST37: "I have no education or experience regarding this training. Also, I have no experience in implementing this training."*
>
> *PST43: "I don't feel ready at the moment. I need to take various trainings."*
>
> *PST29: "I partially feel ready. Because I have not received any training on this topic. It was only mentioned in the verbal lessons I took. Also, I have some knowledge through my research."*

Category 2: Needs for Effectively Implementing STEM Education

Subcategory 2.1: More Education

67% of pre-service teachers expressed the need for more STEM knowledge, teaching techniques, and practical training.

Subcategory 2.2: STEM Lesson Plans

11% of pre-service teachers expressed the need for appropriate lesson plans to implement STEM education more effectively and easily.

Subcategory 2.3: Materials

11% of pre-service teachers expressed the need for suitable materials and knowledge of use to effectively implement STEM education.

Subcategory 2.4: Technology

11% of pre-service teachers expressed the need for access to technology and the ability to use it to implement STEM education effectively.

Subcategory 2.5: Knowing the Student

2% of pre-service teachers expressed the need to know the students to effectively implement STEM education.

Subcategory 2.6: Conscious Students

22% of pre-service teachers emphasized that students need to be active, have various skills, and be conscious, willing, curious, and research-oriented for effective STEM education.

Subcategory 2.7: Time

4% of pre-service teachers expressed the need for sufficient time to implement STEM education effectively.

Below are some responses from pre-service teachers:

> *PST3: "To effectively use STEM education, we first need a comprehensible problem situation. Then, solutions to this problem situation in the past should be shown to inspire students. After that, materials to be used should be given to the students, and the students should design their material. At the end of the lesson, concepts related to the topic should be explained to the students based on the material they prepared, as this is the most important part."*

> *PST5: "First of all, I think I need to receive an education in STEM. Because STEM education is a professional process. Also, schools' technological infrastructure needs to be brought to good levels to be able to provide STEM education. Only in this way can the training provided be useful."*

> *PST6: "It is important for me to know the students in every aspect as much as possible because if I have to give them information to implement STEM education, the students' being unfamiliar with the situations where they should be helpless and the student may feel inadequate."*

Discussion, Conclusion, and Suggestions

This study focuses on the perceptions, readiness, and needs for implementation of STEM education among pre-service teachers. The findings shed light on several significant aspects related to STEM education.

The results of the research indicate that pre-service teachers possess a fundamental level of theoretical knowledge about STEM education. Particularly during their undergraduate studies, they encounter STEM education content within the context of science laboratory and science teaching courses, which enables them to acquire foundational theoretical knowledge. In the study by Metin et al. (2023), it was observed that the majority of science teachers perceive STEM as a method and view it as a facilitating pathway for learning, indicating a solid theoretical understanding. Yıldırım (2020) emphasized the need for pre-service teachers to acquire practical knowledge to effectively implement STEM education in classrooms. Similarly, Akan and Timur (2023) noted that while science teachers' views on STEM are generally positive, they are not sufficient. However, it is essential to highlight that theoretical knowledge alone is not sufficient for the effective implementation of STEM education in classrooms. Thus, pre-service teachers require practical experience to effectively implement STEM education in classrooms.

Furthermore, the findings of the study also indicate that the participation rates of pre-service teachers in STEM education courses and practical training are considerably low. This highlights the need for pre-service teachers to have more comprehensive opportunities for learning and practicing STEM education. Consequently, while pre-service teachers possess foundational theoretical knowledge about STEM education, they may not fully utilize it due to insufficient practical experience. Thus, it is imperative to redesign and update the content of undergraduate courses to strike a balance between theoretical knowledge and practical application in the context of STEM education. Specifically, pre-service teachers need to enhance their knowledge and skills regarding what STEM education entails, how it is implemented, and how it can be integrated into science or other subjects. In this regard, the revision and updating of the course content in undergraduate teacher education programs regarding STEM education are of paramount importance. Bektaş and Aslan's (2019) study sheds light on this issue, emphasizing the necessity of STEM applications in undergraduate programs at education faculties to ensure that pre-service teachers have sufficient views on STEM applications. Similarly, Akan and Timur (2023) associated the insufficiency of science teachers' views on STEM with the inadequacy of in-service courses related to subject education and the insufficient emphasis on STEM in undergraduate programs. Therefore, it is essential to take steps to enable pre-service teachers to better understand and practice STEM education effectively.

According to the research results, 29% of pre-service teachers fully understand what STEM education is and how it works, 67% partially understand what STEM education is and how it works, and 4% do not understand what STEM education is and how it works. These results indicate a lack of knowledge and experience among pre-service teachers regarding what the concept of STEM education entails and how it is implemented. Additionally, it was found that they did not explain how STEM disciplines would be integrated. Deligöz and Han Tosunoğlu (2023) also determined that teachers lack a clear idea of how to integrate STEM and science education concepts. This suggests a deficiency in their views on how disciplines should be integrated. Reviewing the literature reveals various approaches to integrating STEM disciplines (multidisciplinary approach, transdisciplinary approach, content integration approach, context integration approach, integrated STEM education approach) (Bybee, 2013; Kelley & Knowles, 2016; Roehrig et al., 2012). A study by Çorlu et al. (2014) demonstrated that the majority of teachers possess adequate expertise only in their respective fields but lack integrated STEM teaching knowledge. In a STEM-focused study by Çınar et al. (2016), it was found that pre-service teachers tended to associate science with mathematics only before the application, but after the application, they considered a more comprehensive approach that includes not only mathematics but also engineering and technology. Indeed, integrated/bundled STEM education is a more effective approach than merely using disciplines together. Felix and Harris (2010) emphasize that teachers delivering STEM education need to have adequate expertise in both STEM content and pedagogy. In a collaborative FETEMM education implementation study conducted by Aslan-Tutak, Akaygün, and Tezsezen (2017), it was determined that pre-service teachers' perceptions of STEM education changed and improved after the practices, with explanations evolving from insufficient to more advanced categories when the fields were integrated. Studies in the literature indicate that there is insufficient understanding of what STEM education is and how it should be implemented, and various misconceptions, beliefs, and perceptions exist (Aslan-Tutak et al., 2017; Deligöz & Han Tosunoğlu, 2023; Ecevit, 2023; Morrison, 2006; Yıldırım & Selvi, 2016). Developing a better understanding of the nature of STEM education will contribute to the effective implementation of STEM education practices.

According to the research findings, pre-service teachers perceive the learning environment where STEM education is applied as a classroom, workshop, laboratory, or extracurricular learning environment characterized by a small number of students, conducive to collaboration, spacious, and rich in materials. Akan and Timur (2023) stated that the inability of science teachers to incorporate STEM practices into their lessons is attributed to the disadvantaged socio-economic structure of schools and the lack of financial resources. Pre-service teachers seem to focus on the physical environmental aspects of the STEM learning environment. However, what truly matters for effective STEM education is not only the physical attributes of the learning environment but also the climate of this environment, namely, teacher-student interaction and student-student interaction. Because it is the teacher who creates, designs, and fosters an effective classroom climate that constitutes the learning environment. Selvi's (2015) study revealed that pre-service teachers harbor fears and negative attitudes toward implementing STEM education in crowded classrooms. These findings suggest that pre-service teachers associate STEM education solely with low-class sizes. While class size, the physical structure of the classroom, and various materials enrich the learning environment, a good STEM teacher can design a conducive STEM environment using simple and inexpensive materials, even waste materials (Ecevit, 2023). However, the perception that pre-service teachers can employ the STEM education approach in any environment has not been fully developed yet. The STEM education environment is shaped not only by physical features but also by teacher-student interaction and student-student interaction. Therefore, it is crucial for pre-service teachers to consider not only the physical environment but also pedagogical approaches suitable for STEM education when creating an effective STEM education environment.

According to the research results, pre-service teachers define the teacher in the STEM education learning environment as guiding, directing, encouraging, teaching, explaining, developing oneself, and designing the learning environment. The qualities of guiding, directing, and encouraging students align with the teacher's roles in the curriculum (MEB, 2018). Describing the teacher as developing oneself and designing the learning environment is a significant characteristic. Ecevit's (2023) research suggests that the teacher's ability to design the learning environment plays a vital role in the effectiveness of STEM education practices. The development of this skill by the teacher is directly correlated with factors such as educational level, STEM implementation experience, lifelong learning approach, and scientific capital. Some pre-service teachers' descriptions of the teacher as "teaching, explaining, and narrating" indicate that a traditional understanding of the teacher role still prevails. While Drake and Burns (2004) define the teacher's role as a guide, mentor, and expert in all fields in an interdisciplinary approach, they express the teacher's role as a co-learner with the student and an expert in all fields in a transdisciplinary approach. In current educational approaches, the adoption of the teacher's role as a co-learner with the student should be more widespread, thereby enabling the teacher to transcend beyond the role of merely teaching.

According to the research findings, 40% of pre-service teachers expressed readiness to implement STEM education in their classrooms, while 35% indicated the need to develop theoretical knowledge and practical skills related to STEM education. However, 25% of pre-service teachers stated that they were not ready to implement STEM education in their classrooms. Pre-service teachers who are ready to implement STEM education in their classrooms may have richer and more developed experiences in terms of theoretical knowledge and practical application related to STEM education compared to others. This suggests that acquiring the necessary knowledge and skills for implementing STEM education may enhance confidence. However, some pre-service teachers who have not received sufficient courses or training during their undergraduate studies expressed readiness to implement STEM education in their classrooms. This situation may indicate that they may not have fully understood STEM education or may not be aware of what they do not know. This phenomenon may reflect the Dunning-Kruger Effect, also known as the "unskilled and unaware of it" syndrome (Kruger & Dunning, 1999). Hoy & Spero (2005) suggest that the high self-efficacy beliefs of pre-service teachers in teaching science may be due to their lack of real classroom experiences. Pre-service teachers may feel ready to implement STEM education in their classrooms because they are unaware of the knowledge and skills they lack. Pre-service teachers who aspire to implement STEM education effectively are willing to enhance their theoretical knowledge and practical skills for this purpose. However, they have clearly expressed the need for education and resources to enhance these competencies. It was found that pre-service teachers who do not feel ready to implement STEM education in their classrooms have lower knowledge and experience in the STEM field compared to other pre-service teachers. Among the demands of pre-service teachers to implement STEM education effectively are more education, suitable lesson plans, materials, access to technology, student recognition, and the presence of conscious students. These needs demonstrate the complexity and various elements of STEM education. In a study conducted by Çetin and Kahyaoğlu (2018), it was found that pre-service teachers did not feel competent enough to implement STEM education. Ateş and Sungur Gül (2023) expressed that pre-service teachers have high levels of anxiety regarding STEM education. Similarly, Geng, Jong, and Chai (2019) determined that 94.5% of teachers do not consider themselves sufficient for STEM education. Teachers expressed the need for pedagogical support and resources for STEM education practices. A study by Hacıoğlu et al. (2016) revealed that pre-service teachers have concerns about preparing and implementing STEM activities. Aslan-Tutak, Akaygün, and Tezsezen (2017) found that pre-service teachers need to observe sample projects and participate in training and seminars. In a study conducted by Han, Yalvac, Capraro, and Capraro (2015), it was observed that teachers experienced some difficulties in STEM education practices despite receiving STEM education. In a study conducted by Margot & Kettler (2019), it is noted that teachers perceive that previous experiences characterized by student-centered and research-based approaches contribute to facilitating success in STEM initiatives. Teachers who have been exposed to more science or mathematics courses and utilize similar teaching methods tend to have greater confidence in STEM pedagogy, which promotes interdisciplinary thinking skills. These prior experiences positively influence teachers' attitudes toward STEM education (Park et al., 2016; Park et al., 2017). In a study by Yıldırım (2020), teachers expressed that they did not receive sufficient STEM education during their university studies, therefore, they felt insufficient in STEM education, had difficulty in preparing STEM lesson plans (e.g., integration of subject knowledge, engineering design processes, integration of 21st-century skills, technology integration, time), and felt inadequate in STEM education. For a teacher to be STEM-literate, they need to have sufficient knowledge in various areas such as STEM field knowledge, pedagogy, integration knowledge, context knowledge, and 21st-century skills and be able to combine these knowledge areas with their lesson planning abilities. It should be noted that STEM literacy is not something that can be achieved in a short time. Therefore, teachers and pre-service teachers need to acquire more knowledge, conduct research, gain experience, and develop themselves to implement integrated STEM education effectively (Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012). Additionally, providing pre-service teachers with exemplary practice examples to use as guiding materials and access to guiding resources through books, articles, and theses in the literature can contribute to their development. In conclusion, pre-service teachers have the basic theoretical knowledge about STEM education, but they feel inadequate as practitioners of STEM education. Although they aspire to use STEM education effectively when they start their careers, they need more practice-based education and personal development to acquire these skills. It is of great importance to present fundamental topics such as what STEM education is, how it is applied, and how it can be integrated with other subjects in an applied manner to pre-service teachers through elective or compulsory courses included in undergraduate programs. Moreover, it is believed that carefully planning the content of the courses can train pre-service teachers as genuine STEM literates. Updating the content of undergraduate programs, increasing teacher training programs, and sharing successful practice examples are crucial for pre-service teachers to better understand STEM education and be able to implement this approach successfully in their classrooms. In this way, pre-service teachers can become more prepared and competent in providing effective STEM education to future students. These results can form the basis for steps to improve and disseminate STEM education and can guide STEM education experts.

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi
Yıl: 2024, Cilt: 57, Sayı: 2, 703-758
DOI: 10.30964/auebfd.1252380, E-ISSN:2458-8342, P-ISSN: 1301-3718

Öğretmen Adaylarının STEM Öğretim Yeterlikleri: Deneyimler, Algılar, Hazır Hissetme Durumları Üzerine Nitel Bir Araştırma

MAKALE TÜRÜ	Başvuru Tarihi	Kabul Tarihi	Yayım Tarihi
Araştırma Makalesi	17.02.2023	17.04.2024	25.07.2024

Tuğba Ecevit [1]
Düzce Üniversitesi

Dilber Acar [2]
Milli Eğitim Bakanlığı

Yasemin Büyükşahin [3]
Bartın Üniversitesi

Öz

Geleceğin iş dünyası, sadece akademik bilgiyle değil, problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, iş birliği ve analitik becerilerle donatılmış bireylere ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, STEM eğitimi, öğrencilere bilgi kazandırmanın yanı sıra, 21. yüzyıl becerileriyle donatılmış bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Bu yaklaşımın başarılı bir şekilde uygulanması, öğretmenlerin STEM öğretimindeki yeterliklerine bağlıdır. Bu çalışma, eğitim fakültelerinin son sınıfında okuyan öğretmen adaylarının STEM öğretim yeterliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. STEM öğretimi yeterlilikleri, öğretmen adaylarının STEM eğitimi deneyimleri, algıları ve hazır hissetme durumları üzerinden bir durum çalışması deseni ile incelenmiştir. Araştırmanın katılımcı grubu, Türkiye genelindeki 21 üniversitenin son sınıfında okuyan toplam 45 Fen Bilimleri ve Sınıf Öğretmenliği öğrencisinden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak "STEM Öğretim Yeterlikleri Görüşme Formu" kullanılmıştır. Veriler, üç bağımsız araştırmacı tarafından içerik analizi yöntemiyle eşzamanlı olarak incelenmiştir. Analiz sırasında ortaya çıkan kodlar için ilgili kategori ve temalar belirlenmiştir. Sonuçlar, öğretmen adaylarının STEM deneyimlerinin genellikle teorik ve sınırlı olduğunu, STEM eğitimi ve uygulamaları hakkındaki algılarının gelişime ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Ayrıca, öğretmen adayları gelecekte STEM eğitimini sınıflarında uygulamak istediklerini, ancak bunun için uygulamalı eğitime ve rehber kaynaklara ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Bu deneyim ve algıların, öğretmen adaylarının STEM eğitimini uygulama konusundaki hazır hissetme durumlarını doğrudan etkilediği söylenebilir.

Anahtar sözcükler: stem eğitimi, stem öğretim yeterliliği, hizmet öncesi öğretmen eğitimi, öğretmen adayları.

Alıntı Gösterim Bölümü eksik…

[1] *Sorumlu Yazar*: Dr, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, tugbaecevit@duzce.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5119-9828
[2] Dr, Milli Eğitim Bakanlığı, dilber.kaptan@gmail.com , https://orcid.org/0000-0002-3869-0874
[3] Dr, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, ybuyuksahin@bartin.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5771-2063

Sanayi 4.0 süreci her ne kadar robotik, sanal ve metrik bir süreç olarak anlaşılsa da bu yeni devrimin temel taşı yine insandır. Sanayi devrimleri ile değişen ihtiyaçlar analiz edildiğinde dördüncü sanayi devrimini yaşadığımız günümüzde nitelikli iş gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. İş dünyasında değişen çağa uyum sağlayabilen 21. yüzyıl becerileri ve sosyal becerileri gelişmiş bireylere gereksinim vardır (NRC, 2012; Akgündüz vd., 2015).

Uluslararası K-12 seviyesindeki öğretim programları incelediğinde içerik bilgisinin farklı derslerde birbirinden bağımsız bir şekilde öğretilmesinin baskın olduğu görülmektedir (Bybee, 2013; NGSS, 2013; NRC, 2009). Derslerin birbirinden bağımsız olarak öğretilmeye çalışılması öğrencilerin öğrenmeye çalıştığı bilgilerin günlük hayata transferini ve çeşitli bilişsel, sosyal ve duyuşsal becerilerinin gelişimini zorlaştırmaktadır (Osborne, Simon ve Collins, 2003). Sanayi 4.0 sürecinde ihtiyaç duyulan insanın eğitilmesi ancak Eğitim 4.0 perpsektifiyle mümkündür. Öğrencileri çağın gerektirdiği şekilde akademik bilgilerle donatırken onları öğrendiği bilgileri günlük hayata transfer edebilen, 21. Yüzyıl becerilerine ve sosyal becerilere sahip bireyler yetiştirilmesi önemlidir. Öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik, matematik alanlarında gerekli bilgileri kazandırırken, onları 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler olarak yetiştirmeyi hedefleyen yaklaşımlardan biri de STEM eğitimi yaklaşımıdır (Bybee, 2014).

STEM eğitimi disiplinlerarası/ötesi ve uygulamaya yönelik, bağlam temelli yaklaşımları içeren fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirleri arasında bağ kurarak entegrasyonunu sağlayan bir öğretim yaklaşımıdır (Bybee, 2010). Disiplinlerarası/ötesi uygulamaya dayalı bir öğrenme ortamı öğrenilen bilgilerin günlük hayata transfer edilmesini kolaylaştırarak çeşitli becerilere sahip daha nitelikli öğrencilerin yetişmesine imkan sağladığı görülmektedir (Akgündüz vd., 2015; Bybee, 2010; White, 2014). Ülkelerin gelecekte ilerleme hedefleri açısından STEM eğitimin yaygınlaştırılması ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla STEM eğitimi almış öğrencilerin sayısının artırılması ülkeler açısında önemli hedefler arasındadır. National Science Foundation 1990'lı yıllarda STEM eğitimi yaklaşımının gerekliliği ve önemini vurgulamasına rağmen ülkemizde 2018 yılı fen bilimleri öğretim programında vurgulanmaya başlamıştır (NGSS, 2013; MEB, 2018).

Öğretim programlarında yapılan değişiklikler önemli olmakla birlikte, bu programları uygulayacak öğretmenlerin STEM öğretimine yönelik yetkinlikleri de çok önemlidir. STEM eğitiminin amacına uygun bir şekilde gerçekleştirilebilmesi, öğretmenlerin STEM uygulama bilgi, beceri ve deneyimleri ile ilişkilidir (Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017). STEM okuryazarı öğretmenlerin sahip olması gereken özellikler STEM ile ilgili gerekli alan bilgisi, STEM entegrasyon bilgisi, pedagojik bilgi, 21. yy becerileri bilgisi ve öğrenme ortamı tasarlama ve planlama becerileri olarak ele alınabilir (Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017; Yıldırım, 2020; Yıldırım 2021). STEM eğitiminin hedeflerine ulaşabilmesi öğretmen adaylarının STEM öğretim yeterliklerinin geliştirilmesi ile doğrudan ilişkilidir (Ring, Dare vd., 2017).

Lisans öğretim programları incelendiğinde STEM eğitimi ve uygulamaları dersinin henüz öğretim programlarında doğrudan yer almadığı görülmektedir (Fen Eğitimi Lisans Programı, 2018; Sınıf Eğitimi Lisans Programı, 2018; Okulöncesi Eğitimi Lisans Programı, 2018). STEM eğitimi ve uygulamaları ile ilgilenen araştırmacıların lisans öğretim programlarında yer alan çeşitli derslere (Örn: fen öğretimi, fen laboratuvar, öğretim yöntemleri gibi ya da seçmeli ders olarak) STEM eğitimi ve uygulamalarını dahil ettikleri görülmektedir (Örn: Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017; Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016; Öztürk, Yılmaz Tüzün ve Çakır Yıldırım, 2019; Yıldırım ve Altun, 2015). STEM eğitimi uygulayıcı olacak olan öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili gerekli bilgi, beceri ve deneyime sahip bireyler olarak yetiştirilmesi amacıyla STEM eğitimi ve uygulamalarının yaygınlaştırılması önem kazanmaktadır. Öğretmen adaylarının hizmet öncesi edindiği öğrenme-öğretme yaşantıları, uygulama deneyimleri, inançları, tutumları, farkındalıkları, öz-yeterlikleri öğrenme ortamlarını planlamalarını ve tasarlamalarını etkileyecektir (Tatar vd., 2012). STEM eğitimi yaklaşımlarının sınıflarda uygulanabilir olması için öğretmenlerimizin iyi düzeyde STEM okuryazarı olması gerekmektedir (Honey vd., 2014). Başka bir deyişle bir öğretmen STEM okuryazarıysa ancak o zaman sınıfında etkili bir STEM eğitimi gerçekleşebilir. Öğretmenlerin sınıf içi gerçek uygulama deneyimleriyle donanımlı olması gerekmektedir.

Bu bağlamda STEM eğitimin uygulayacısı olan öğretmen ve öğretmen adaylarının yetiştirilmesi amacıyla pek çok proje (STEM ve Makers Fest/Expo, Tasarım Becerileri Atölyeleri, Deneyap Atölyeleri) ve araştırma laboratuvarları (Hacetepe STEM ve Makers Lab, İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Lab), araştırma merkezleri ve entsitüleri (ODTÜ BİLTEMM Uygulama ve Araştırma Merkezi, Muş Üniversitesi STEM Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, STEM Öğretmen Entstitüleri, Bahçeşehir Üniversitesi BAUSTEM Merkezi, Özyeğin Üniversitesi STEM Akademi), çeşitli araştırma modül ve programları (Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Aslan-Tutak, Akaygün, veTezseven, 2017; Günbatar ve Şardağ, 2022;Bozan ve Anagün, 2019; Şardağ, 2020; Yıldırım, 2020) geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir.

Mevcut Durum Analizi ve İhtiyaç Durumunun Belirlenmesi

Ulusal alanyazın incelendiğinde STEM eğitimi eğilimlerini belirlemek amacıyla farklı düzeylerde, farklı zaman aralıklarında çeşitli araştırmaların yapıldığı görülmektedir (Örn: Aydın-Günbatar ve Tabar, 2019; Çavaş vd., 2020; Daşdemir, Cengiz ve Aksoy, 2018, Ecevit vd., 2022). Bu araştırmalar bütüncül bir şekilde sentezlendiğinde araştırmaların öğrenci çalışma gruplarında en fazla ortaokul öğrencileriyle çalışıldığı en az ise ilkokul öğrencileriyle çalışıldığı (Daşdemir, Cengiz ve Aksoy, 2018), öğretmen ve öğretmen adayı gruplarında ise en fazla fen bilimleri öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenleriyle çalışmalar yürütüldüğü (Akan ve Timur, 2023; Deligöz ve Han Tosunoğlu, 2023; Metin vd., 2023), en az ise sınıf eğitimi öğretmen adayları ve sınıf öğretmenleriyle çalışmalar yürütüldüğü (Çavaş vd., 2020) genel olarak öğretmen adayları ile daha fazla çalışma yapıldığı (Ateş ve Sungur

Gül, 2023; Aydın-Günbatar ve Tabar, 2019; Daşdemir, Cengiz ve Aksoy, 2018) ortaya çıkmaktadır.

STEM eğitimi ve öğretiminde yeterliliğe sahip öğretmenlerin yetiştirilmesi üzerinde önemli durulması gereken bir noktadır. Öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmaların STEM alanlarına yönelik tutum (Hiğde vd., 2020), STEM eğitimine yönelik algı (Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezseven, 2017; Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Öztürk, Tüzün ve Yıldırım, 2019), STEM yaklaşımına yönelik farkındalık (Dadacan, 2021; Özbilen, 2018; Karakaya vd, 2018; Buyruk ve Korkmakz, 2016), STEM eğitimi öz-yeterlik (Dadaca, 2021; Gelen, Akçay, Tiryaki ve Benek, 2019; Öztürk, Yılmaz-Tüzün ve Yıldırım, 2019), STEM öğretim yönelimleri (Dadacan, 2021; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016; Hiğde vd.,2020; Gökbayrak, 2017; Karışan ve Bakırcı, 2018; Timur ve Belek, 2020), STEM öğretimine yönelik tutum (Hiğde, Keleş ve Aktamış 2020), STEM uygulamaları hakkında görüş (Bektaş ve Aslan, 2019, Yıldırım ve Türk, 2018), STEM eğitimi hakkında görüş (Özbilen, 2018; Öztürk, Tüzün ve Yıldırım, 2019), STEM eğitiminin akademik başarıya etkisi (Yıldırım ve Altun, 2015) ve 21 yy becerilerine etkileri (Gökbayrak ve Karışan, 2017; Ertuğrul Akyol, 2020) duyuşsal özeliklere etkileri (Kocakülah, Abacı ve Kocakülah, 2021; Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezseven, 2017) temalarında olduğu söylenebilir. Öğretmen adayları ile yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak nicel araştırma yöntemlerinden tarama yöntemi ile yürütüldüğü deneysel araştırmaların ise daha az sayıda olduğu (Kalemkuş, 2020) söylenebilir. Öğretmen adayları ile yapılan nitel araştırmalarda ise daha çok yapılan STEM uygulamaları hakkında görüş (Bektaş ve Aslan, 2019, Yıldırım ve Türk, 2018), STEM eğitimine yönelik görüş (Özbilen, 2018; Öztürk, Tüzün ve Yıldırım, 2019) çalışmalarının olduğu görülmektedir. Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve öğretimine yönelik algıları, tutumları ve öz-yeterliklerinin daha çok nicel veri toplama araçları kullanılarak tespit edildiği görülmektedir. Öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının STEM öğretimi yeterliklerini belirlemek ve değerlendirmek için nicel ölçme araçlarının sınırlılıkları göz önüne alındığında, mevcut durumun ve ihtiyaçların daha ayrıntılı ve derinlemesine bir şekilde incelendiği nitel araştırmalara duyulan gereklilik açıkça ortaya çıkmaktadır. Sadece nicel verilere dayalı ölçme araçları, öğretmenlerinin veya öğretmen adaylarının STEM yeterliklerini tam olarak yansıtmakta yetersiz kalabilir ve bu durum eksik veya yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. STEM öğretmen yeterliklerini tam olarak anlamak ve değerlendirmek için, bu yeteneklerin karmaşıklığını ele alan yöntemlere ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, nitel araştırma yöntemleri daha kapsamlı bir yaklaşım sunarak öğretmenlerin STEM eğitimi alanındaki bilgi, deneyim ve hazırbulunuşluklarını daha ayrıntılı ve derinlemesine bir şekilde inceleme ve değerlendirme fırsatı sağlayacaktır.

Çalışmanın Önemi ve Amacı

STEM eğitimi, günümüz eğitim sisteminde giderek artan bir öneme sahiptir ve öğretmenlerin bu alandaki yeterlikleri, etkili bir STEM eğitimi sağlamak için kritik bir faktördür. Bu araştırmada, nitel bir durum araştırması çerçevesinde öğretmen adaylarının STEM öğretimi yeterliklerini belirlemeyi hedeflenmektedir. Bu amaç doğrultusunda, öğretmen adaylarının STEM eğitimi deneyimleri, algıları ve hazır hissetme durumları incelenmiştir.

Yöntem

Bu araştırma, Türkiye'deki farklı üniversitelerin eğitim fakültelerinin son sınıfında okuyan fen bilimleri ve sınıf öğretmenleri adaylarının STEM öğretimi yeterliklerini, deneyimler, algılar ve hazır hissetme durumları temaları kapsamında ayrıntılı bir şekilde inceleyerek mevcut durumu ortaya koymayı ve ihtiyaç durumunu değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, belirgin bireysel aktörler ya da aktör grupları ve onların algıları üzerine odaklanılması yönü ile bir durum çalışması tercih edilmiştir. Sınıf ve fen bilgisi öğretmen adayları, ülkeyi en iyi şekilde temsil edebilecek geniş bir çalışma grubuna dahil edilerek STEM yeterlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bir işe başlama süreci, bireylerin başlayacakları konu hakkındaki algıları, deneyimleri ve duygu durumları tarafından etkilenir.Bu nedenle, STEM eğitimi yeterlik durumları, öğretmen adaylarının STEM eğitimi deneyimleri, algıları ve STEM eğitimine hazır hissetme durumlarıyla ele alınmıştır. Yeterlik durumunu tanımlamaya yönelik bu araştırmada, Açıklayıcı/Tanımlayıcı Durum Çalışması (Illustrative Case Study) kullanılmıştır. Tanımlayıcı durum çalışmaları, gerçek olaylarda ve herkesin günlük yaşamda karşılaşabileceği durumlarda, bilinen durumları özümseyen ve ayrıntıları birleştirip yorumlayarak açıklayan çalışmalardır (Datta, 1990).

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcı grubu, 2019-2020 eğitim-öğretim yılı Bahar döneminde Türkiye'de 20 üniversitenin fen bilimleri ve sınıf eğitimi programlarında eğitim gören 45 son sınıf (4. sınıf) öğretmen adayından oluşmaktadır. Bu üniversiteler şunlardır: Adıyaman Üniversitesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Aksaray Üniversitesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Bartın Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, Cumhuriyet Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Kastamonu Üniversitesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kırıkkale Üniversitesi, Mersin Üniversitesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Pamukkale Üniversitesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi. Bu öğrenciler, tüm dersleri tamamlamış ve yakın bir gelecekte öğretmenlik mesleğine atılacak olan adaylardır. Araştırmanın bu öğrenci grubunu seçme nedeni, bu adayların mevcut öğrenim durumlarını ve yakın bir gelecekte öğretmenlik kariyerine başlayacak olmalarını içermektedir. Bu amaçla, çalışma grubu oluşturulurken amaçlı örnekleme yöntemlerinden "maksimum çeşitlilik örnekleme" kullanılmıştır. Maksimum çeşitlilik örnekleme, araştırmanın ilgili problemi çeşitli durumları içeren farklı senaryolarda incelemeyi hedefler (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010). Bu şekilde, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde son sınıfta okuyan Fen Bilimleri ve Sınıf Eğitimi öğretmen adaylarının STEM eğitim yeterlikleri detaylı bir şekilde incelenerek mevcut durumunun ortaya çıkarılması ve ihtiyaç durumunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır..

Veri Toplama Araçları

Öğretmen adaylarının STEM yeterliklerini belirlemek amacıyla "yarı yapılandırılmış görüşme formu" oluşturulmuştur. Görüşme formunun taslağı, iki STEM eğitim uzmanının görüşleri alınarak oluşturulmuş, ardından bu taslak sorular iki öğretmen adayıyla yapılan pilot çalışma ile değerlendirilmiştir. Pilot çalışma sonrasında, soruların açık ve anlaşılır olması için gerekli düzenlemeler yapılmış, tekrarlayan sorular revize edilmiş ve nihai yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturulmuştur. Görüşme formunda yer alan sorular öğretmen adaylarının STEM eğitimi deneyimleri, STEM eğitimi algıları ve STEM eğitimine hazır hissetme temalarını ele almaktadır.

Tema 1: Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Deneyimleri

STEM eğitimi deneyimleri teması kapsamında öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili dersler ve kurslar alma durumlarına odaklanılmıştır. STEM eğitimi konusundaki ders ve kurs deneyimleri, öğretmen adaylarının bu konudaki temel bilgi ve yeteneklerini geliştirmelerine olanak tanır. Bu deneyimler, öğretmen adaylarının STEM eğitimini anlama, bu konudaki pedogojik yaklaşımı kavrama ve gelecekteki öğrencilerine rehberlik ederek yönlendirme yeteneklerini şekillendirir. Öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince STEM eğitimi derslerine ne ölçüde ve hangi yöntemlerle maruz kaldıkları ve bu alandaki teorik ve pratik bilgiyi nasıl edindikleri büyük önemlidir. Çünkü, STEM eğitimi konusundaki bu temel deneyimler, gelecekte kendi sınıflarında STEM eğitimini başarılı bir şekilde uygulama yeteneklerini etkileyebilir. Bu bağlamda görüşme formunda aşağıdaki sorulara yer verilmiştir.

- Lisans öğreniminiz süresince STEM eğitimi ile ilgili ders aldınız mı? Dersin içeriğini betimleyebilir misiniz?
- Lisans öğreniminiz süresince aldığınız dersler içerisinde STEM eğitimine değinildi mi? Hangi ders kapsamında STEM eğitimi ele alındı? Dersin içeriğini betimleyebilir misiniz?
- STEM eğitimi ile ilgili herhangi bir kurs ya da eğitim aldınız mı? Nereden aldınız? Eğitim sürecini neler yaptığınızı anlatabilir misiniz?

Tema 2: Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Algıları

STEM eğitimi algıları teması kapsamında öğretmen adaylarının STEM eğitimini nasıl anladıkları, kavramsal yanılgıları ve öğrenme süreçlerine yönelik algılarına odaklanılmıştır. STEM eğitimi hakkındaki bu algılar, öğretmen adaylarının bu yaklaşımın kapsamını, disiplinler arası entegrasyon yöntemlerini, öğrenme-öğretme ortamının düzenlenmesini ve öğretmen ile öğrenci rollerini anlama kapasitelerini yansıtmaktadır. Bu bağlamda, aşağıdaki görüşme soruları bu temayı aydınlatmak amacıyla kullanılmıştır:

- Sizce STEM eğitimi nedir? STEM eğitimi yaklaşımıyla ilgili neler biliyorsunuz?

- STEM eğitimi yapılan öğrenme ortamını sınıf düzeni ve fiziksel çevre gibi unsurları düşünerek nasıl tarif edersiniz?
- STEM eğitimi sürecinde öğretmenin ve öğrencinin rolünü nasıl betimlersiniz?

Tema 3: Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Hazır Hissetme Durumları

STEM eğitimine hazır hissetme durumları teması kapsamında öğretmen adaylarının kendi yetkinlikleri ve hazırbulunuşluklarına odaklanılmıştır. Bu tema öğretmen adaylarının STEM eğitimini uygulamalarına yönelik özgüven, STEM eğitimi bilgi ve becerisi düzeyi, öğretmenlik kariyerlerine başlarken STEM eğitimini ne derece benimsemeye hazır olduklarını incelemek amacıyla oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik hazır hissetme durumları, onların bu yenilikçi öğretim yaklaşımını etkili bir şekilde uygulama yeteneklerini ve motivasyonlarını yansıtmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM eğitimine ne kadar hazır olduklarını anlamak için kullanılan görüşme soruları aşağıda sunulmuştur.

- Gelecekteki öğretmenlik kariyerinizde STEM eğitim yaklaşımını nasıl uygulamayı düşünüyorsunuz?
- Kendinizi STEM eğitimini etkili bir şekilde kullanmaya hazır hissediyor musunuz?
- Derslerinizde STEM eğitim yaklaşımını başarılı bir şekilde kullanabilmek için ihtiyaç duyduğunuz kaynaklar veya desteğiniz nelerdir?

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında, öğretmen adayları ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerin elde ettiği nitel veriler, içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. İçerik analizi, metin içeriğini yansıtan kelimeleri veya kelime gruplarını sistemli bir şekilde temalara ve kategorilere ayırmayı sağlayan bir yöntemdir (Büyüköztürk vd, 2013). Her tema için her sorunun içeriği başlangıçta ayrı ayrı içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Oluşturulan kodlar daha sonra belirli kategorilere göre sınıflandırılarak sunulmuştur.

Etik Kurul Onayı

Bu araştırma Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 14.05.2020 tarih ve 2020/95 karar numaralı izni ile onaylanmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Bu araştırmanın iç ve dış geçerliliğini sağlamak amacıyla çeşitli önlemler alınmıştır.

Araştırmanın İç Geçerliğini Sağlamak İçin Alınan Önlemler

Görüşme formunun oluşturulmasında, iki alan uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Görüşme formunun anlaşılabilirlik açısından değerlendirilmesi amacıyla pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Görüşme formunun geliştirilme süreci ve elde edilen verilerin analiz süreci, detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Doğrudan alıntılara yer verilmiş ve anlaşılmayan ifadeler için katılımcılardan teyit alınmıştır.

Araştırmanın Dış Geçerliğini Sağlamak İçin Alınan Önlemler

Veriler arasındaki tutarlılık kontrol edilmiştir. Veriler, iki bağımsız araştırmacı tarafından bağımsız bir şekilde kodlanmıştır. Kodlardan yola çıkarak temaların oluşturulması sırasında araştırmacılar arasında fikir birliğine varılmıştır. Elde edilen veriler, yorum yapılmadan doğrudan sunulmuştur.

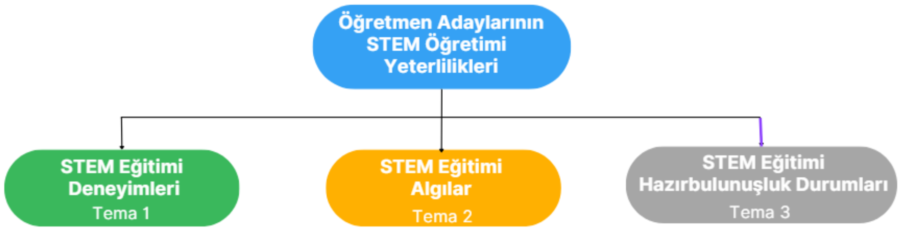
Araştırmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli Etik Kurul izinleri alınmış, öğretmen adayları çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllü katılımları sağlanmıştır. Öğretmen adaylarının isimleri, etik kurallara uygun bir şekilde gizli tutulmuştur.

Bulgular

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının STEM eğitimi deneyimleri, öğretmen adaylarının STEM eğitimi algıları ve öğretmen adaylarınının STEM eğitimi hazırbulunuşluk durumları olmak üzere üç farklı temada detaylı olarak incelenmiştir. Bu temalara ait görüşmelerin analizinden elde edilen kategoriler, alt kategoriler ve kodlar sistematik bir şekilde sunulmuştur.

Şekil 1

Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Yeterlikleri Temaları, Deneyimler, Algılar ve Hazırbulunuşluk Durumları

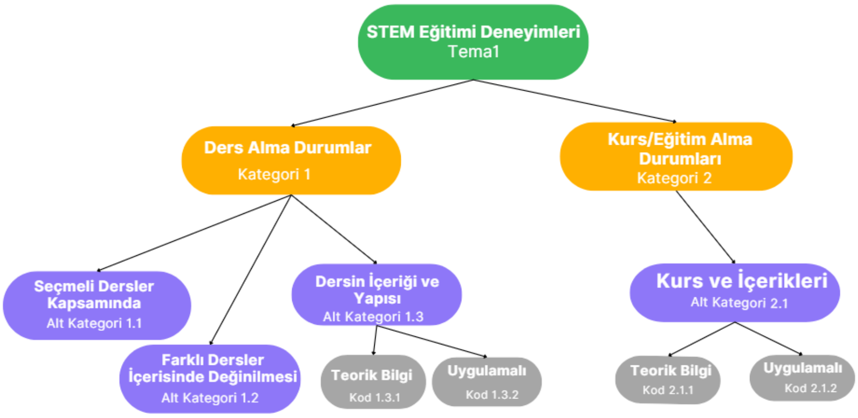


Tema 1: Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Deneyimleri

Öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince STEM eğitimi ile ilgili ders alma durumlarının belirlenmesi bu çalışmanın temel odak noktalarından biridir. Bu kategori altında, öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince STEM eğitimi ile ilgili aldıkları dersler ve bu derslerin içerikleri ayrıntılı bir şekilde gözden geçirilerek, bu ders türleri ve içerikleri gruplandırılarak sunulmuştur.

Şekil 2

Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Deneyimleri Temasına ait Elde Edilen Kategoriler, Alt Kategoriler ve Kodlar



Kategori 1: Lisans Eğitimi Süresince STEM eğitimi ile ilgili Ders Alma Durumları

Alt Kategori 1.1. Seçmeli Dersler

Öğretmen adaylarının %20'si lisans eğitimleri süresince STEM eğitimi ile ilgili seçmeli bir ders aldığını ifade etmiştir. %2 öğretmen adayı ise STEM eğitimi ile ilgili seçmeli ders olmasına rağmen bu dersleri seçmediklerini belirmiştir.

Alt Kategori 1.2. Farklı Dersler İçersinde STEM Eğitimine Değinilmesi

%69 öğretmen adayı lisans dersleri kapsamında STEM eğitimine değinildiğini belirtmiştir. Öğretmen adayları Fen Öğretimi (15), Fen Laboratuvar (14), Özel Öğretim Yöntemleri (9), Materyal Tasarımı(5), Fen ve Teknoloji Öğretim Programı Planlama (2), Kimyada Özel Konular (2), Sorgulamaya Dayalı Fen Eğitimi (1), yaratıcılık (1), matematik ve oyun (1) gibi derslerde STEM eğitimi ve öğretimine değinildiğini ifade etmişlerdir.

Alt Kategori 1.3. Dersin İçeriği ve Yapısı

Kod 1.3.1. Teorik Bilgi

Öğretmen adayları aldıkları lisans derslerinde STEM eğitiminin içeriği ve kapsamından bahsedildiğini, STEM eğitiminin öneminin anlatıldığını ve STEM eğitiminin eğitim sistemi içinde nasıl uygulanabileceği hakkında konuştuklarını ifade etmişlerdir. Elde edilen bulgular öğretmen adaylarının aldıkları derslerde STEM eğitimi yaklaşımının pratikte nasıl hayata geçirilebileceği hakkında teorik bilgileri tartışmış olduklarını göstermektedir.

Kod 1.3.2. Uygulama ve Ürün odaklı Süreç

Öğretmen adayları, lisans dersleri kapsamında STEM etkinlikleri gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir. Bu etkinliklerin içeriği, STEM ders planları hazırlamayı içermekte olup öğrenme sürecinde 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme yöntemi ve problem dayalı öğrenme yöntemlerini kullandıklarını ifade etmişlerdir.. Ayrıca, öğretmen adayları, Scratch Jr ve Arduino programların öğretildiği kodlama çalışmalarına da katılmışlardır. Bu deneyimler, lisans derslerinde öğretmen adaylarının STEM eğitimine dair uygulama ve ürün odaklı çalışmalar yaptıklarını göstermektedir.

Aşağıda öğretmen adaylarının cevaplarından bazıları yer almaktadır:

> *Ö2: Özel Eğitim Yöntemleri dersi içeriğinde günlük yaşamda sıkça kullandığımız basit araç gereçlerle örneğin; depreme dayanıklı ev ya da israf edilen suların değerlendirilmesi gibi günlük yaşam problemlerine çözüm olarak basit ama kullanışlı materyaller ürettik.*
>
> *Ö3: Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersimiz de STEM eğitimi adına birçok probleme çözüm üretmeye çalıştık. Öğretmenlerimizin bizlere vermiş oldukları açık uçlu problem durumlarına bizler STEM uygulamaları ile çözümler üretmeye çalıştık*
>
> *Ö15: İçerik olarak neyi nasıl anlatacağımız fen bilimleri çerçevesinde anlatıldı ve uygulandı.*

Kategori 2: STEM Eğitimi ile ilgili Kurs ya da Eğitim Alma Durumları

Öğretmen adaylarının %33'ü STEM eğitimi ile ilgili kurs veya eğitime katıldığını ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının %67'si lisans derslerin dışında STEM eğitimi ile ilgili herhangi bir kursa ya da eğitime katılmadığını belirtmiştir.

Alt Kategori 2.1. STEM Eğitimi Kursları ve İçeriği

Öğretmen adaylarının çeşitli STEM eğitimi ile ilgili TUBİTAK projelerine (8), üniversitelerin açtığı STEM eğitim kurslarına (7) katıldığı tespit edilmiştir. Eğitim kurslarının içeriği ve yapısı detaylı olarak incelediğinde teorik bilgi ve uygulamalı ürün odaklı süreç boyutları ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının katıldığı kursların yarısının teorik yapıda olduğu göze çarpmaktadır.

Kod 2.1.1. Teorik Bilgi

Öğretmen adaylarının %50'si teorik kurslara katıldığını bu kurslarda STEM uygulamaları ile ilgili kullanılabilecek teknoloji, materyal, yöntemlerle sözel ve görsel bilgiler sunmayı içerdiğini ifade etmişlerdir.

Kod 2.1.2. Uygulama ve Ürün Odaklı Süreç

Öğretmen adaylarının %50'si ise katıldıkları kurslarda artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, 3D yazıcılar, robotic kodlama, ürün oluşturma, tasarım yapma gibi uygulamalı ve ürün odaklı süreci içerdiğini ifade etmişlerdir.

Aşağıda öğretmen adaylarının cevaplarından bazılarına yer verilmiştir:

Ö3: Yıldız Teknik Üniversitesinden Yıldız SEM ile aldım.2 günlük bir programdı. İlk olarak mantığını kavradık buna uygun program hazırladık ve hayatımızdan bir olay bulup hangi dersleri içerisine alabileceğini nasıl öğrencilere bu problemi verip somutlaştıracağımızı elimizde bir tasarım ürünü sağlamamız gerektiğini, okul öncesi için hikayeleştirilmesi ve nasıl hikaye oluşturabileceğinizi, deneyimledik. Sebzelerden düz ve hızlı giden araba yaptık, yarıştık, paraşüt yaptık içerisine yumurta koyduk kırılmaması istendi, hazır legolardan açılır kapanır köprü yaptık, kodlama ile robotlar yaptık.

Ö5: Tübitak projelerinde STEM eğitimi verildi. STEM nedir? STEM eğitiminde nasıl bir uygulama yapılıyor? Öğrencilere katkısı nedir? Öğretmenin rolü nedir? Öğrenciler nasıl bir eğitim alıyorlar?.... Bu dersi veren hocamız gruplar oluşturdu ve Her grup üyeleri işbirliği ile pipetten kule, 1 çivi üzerinde 11 çivi dengede, sismograf i yapımı gibi stem uygulamalarına yönelik özgün ürünler tasarladık ve değerlendirdik.

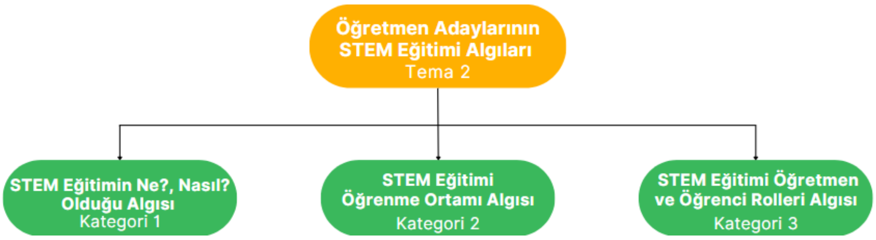
Ö7: Robotik kodlama eğitimi aldım ve Bilim Şenliklerindeki STEM etkinliklerine katıldım. Robotik kodlamada robota ne yaptırmak istiyorsan programda bulunan hazır kodları kullanarak yaptırabiliyorsun ayrıca farklı araçlarda takarak robot farklılaştırılabiliyor. STEM etkinliklerinde ise verilen malzemeleri kullanarak verilen soruna çözüm olacak araçlar ürettik.

Tema 2: Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Algıları

Öğretmen adaylarının STEM eğitimi algıları, bu çalışmanın temel odak noktalarından bir diğeridir. Bu kategori altında, öğretmen adaylarının STEM eğitimini ne olarak anladıkları, STEM eğitiminin nasıl uygulandığına dair algıları, STEM öğrenme ortamının nasıl olması gerektiğine yönelik algıları, ve bu öğrenme ortamındaki öğretmen ve öğrenci rollerine dair algıları sistemli ve ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Şekil 3

Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Algıları Temasına ait Kategoriler

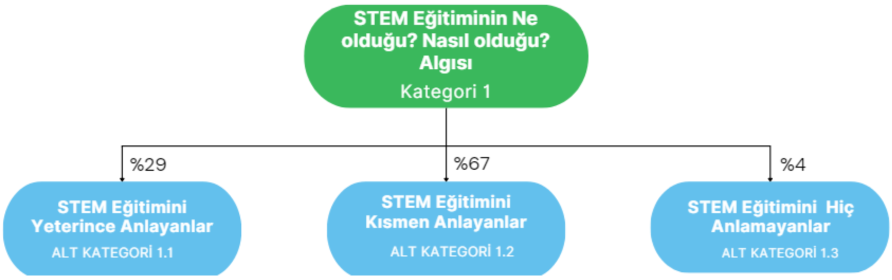


Kategori 1: STEM eğitiminin Ne? Nasıl? Olduğu Algısı

Öğretmen adaylarının STEM eğitimini ne? ve nasıl? Olduğu ile ilgili algıları üç farklı alt kategoride ele alınabilir. Bu sınıflandırma öğretmen adaylarımızın STEM eğitimini ne olduğu, nasıl olduğuna yönelik algılarını daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır. Bu algılar, öğretmen adaylarının STEM eğitimini kendi sınıflarında nasıl uygulayacaklarına ışık tutacak niteliktedir.

Şekil 4

Öğretmen Adaylarının STEM Eğiminin Ne olduğu? Nasıl olduğu Algıları Temasına ait Alt Kategoriler



Alt Kategori 1.1. STEM Eğitimini Yeterince Anlayanlar

Bu alt kategoride yer alan öğretmen adayları STEM eğitiminin ne olduğunu ve nasıl uygulandığını genel bir çerçevede anlamışlardır. Bu alt kategorideki öğretmen adayları STEM eğitiminin farklı alanların birleştirilmesi, problem çözme süreci, disiplinlerin bir araya gelmesi ve disiplinlerarası bağlantıların kurulması gibi önemli bileşenleri tanımlar. Öğretmen adaylarının % 29'u bu alt kategoride yer almaktadır.

Alt Kategori 1.2 STEM Eğitimini Kısmen Anlayanlar

Bu alt kategoride yer alan öğretman adayları STEM eğitimi hakkında kısmı bir anlayışa sahiptir. Genelde STEM eğitimini disiplinlerin bir araya gelmesi veya disiplinler arası etkileşim olarak tanımlarlar. Ancak STEM eğitimin nasıl uygulandığı, disiplinlerarası etkileşiminin nasıl olması gerektiği gibi konularda sınırlı ve eksik bir anlayışları vardır. Bu öğretmen adayları STEM eğitiminin nasıl uygulandığını tam olarak kavrayamamışlardır ve hatta neyin STEM eğitimi olup olmadığı konusunda yanılgıları vardır. Öğretmen adaylarının %67'si bu alt kategoride yer almaktadır.

Alt Kategori 1.3 STEM Eğitimini Hiç Anlamayanlar

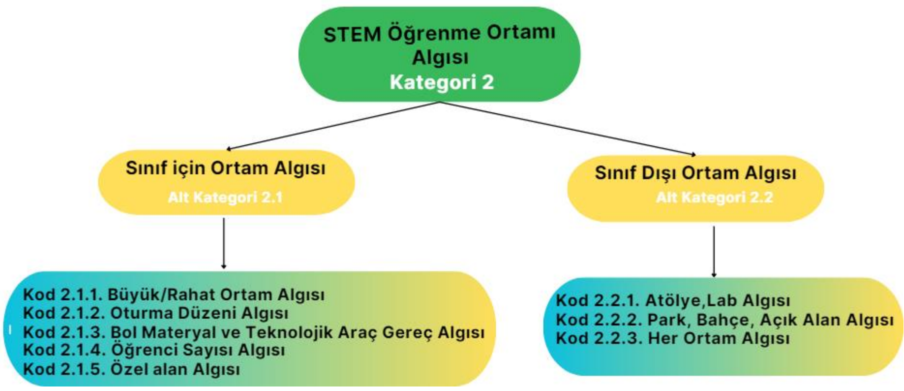
Bu alt kategoride yer alan öğretmen adayları, STEM eğitimi hakkında neredeyse hiçbir bilgeye ve algıya sahip değillerdir. STEM eğitimi ile ilgili herhangi bir tanım veya kavram hakkında bir görüşleri yoktur. STEM eğitiminin ne ve nasıl olduğunu "bilmiyorum" diyen öğretmen adayları bu alt kategoride ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının %4'ü bu alt kategoride yer almaktadır.

Kategori 2: Öğrenme Ortamı Algısı

Öğretmen adaylarının STEM öğrenme ortamı hakkındaki algıları sınıf için ortam algısı ve sınıf dışı ortam algısı olmak üzere iki alt kategori altında ele alınabilir. Her iki alt kategorinin altında çeşitli kodlar yer almaktadır.

Şekil 5

Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Öğrenme Ortamı Algısı Temasına ait Alt Kategoriler



Alt Kategori 2.1. Sınıf İçi Ortam Algısı

Kod 2.1.1 Büyük/Rahat Alan Algısı

Öğretmen adayların %29'u STEM uygulamaları için öğrencilerin rahat hareket edebilecekleri, grup çalışmasına uygun bir büyük bir alanine gerektiğini düşünmektedirler.

Kod 2.1.2. Oturma Düzeni Algısı

Öğretmen adayların %18'i STEM eğitimi sınıflarındaki sıraların U veya C biçiminde düzenlenmesi gerektiğini düşünmektedir. Öğrencilerin işbirliği yapabilmeleri ve grup çalışması yapabilmeleri için oturma düzeninin önemli olduğu görüşünün hakim olduğu görülmektedir.

Kod 2.1.3. Bol Materyal ve Teknolojik Araç Gereçler Algısı

Öğretmen adaylarının %29'u STEM eğitimi için materyallerin bol ve çeşitli olması gerektiğini düşünmektedir.Ayrıca, öğretmen adaylarının %4'ü STEM öğrenme ortamlarında teknolojiye dayalı öğrenme materyalleri ve internet erişimi gibi teknolojik unsurların bulunması gerektiğini ifade etmiştir.

Kod 2.1.4.Öğrenci Sayısı Algısı

Öğretmen adayların % 4'ü STEM eğitimi için daha öğrencinin bulunduğu bir sınıf ortamının daha uygun olduğunu düşünmektedir.

Kod 2.1.5.Özel Alan Algısı

Öğretmen adaylarını %29'u STEM öğrenme ortamının sınıf içinde özel bir alanda gerçekleşmesi gerektiğini düşünmektedir. Bu alanın grup çalışmalarına uygun olmalı ve öğrencilerin STEM projelerini sergileyebilecek bir köşe içermesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Alt Kategori 2.2. Sınıf Dışı Ortam Algısı

Kod 2.2.1. Atölye/ Laboratuvar Algısı

Öğretmen adaylarının %9'ü STEM eğitiminin laboratuvar benzeri bir ortamda gerçekleşmesi gerektiğini düşünmektedir.

Kod 2.2.2. Park, Bahçe, Açık Alan Algısı

Öğretmen adaylarının %31'i STEM öğrenme ortamını sınıf dışında özellikle okul bahçesi, ev ortamı, park veya açık alanlarda gerçekleştirilebileceğini düşünmektedirler.

Kod 2.2.3. Her Ortam Algısı

Öğretmen adayların %9'u STEM öğrenme ortamının herhangi bir fiziksel ortama ihtiyaç duymadığını düşünmektedirler. STEM eğitiminin her yerde yapılacağı düşünceleri hakimdir.

Aşağıda öğretmen adaylarının öğrenme ortamına ilişkin verdikleri cevaplarından bazılarına yer verilmiştir.

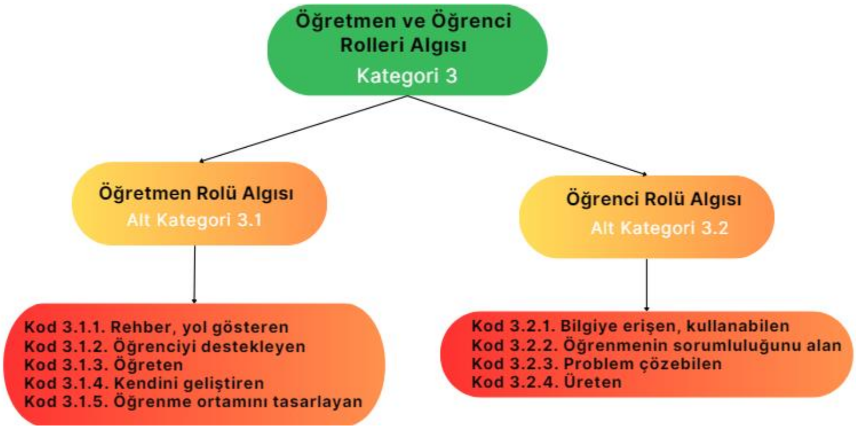
> *Ö2: Fen, mühendislik tasarım süreci, teknoloji ve matematiğin bir araya gelmiş olduğu bu eğitim de laboratuvar gibi bir ortam dan ayrı düşünülemez. Öğrencilerin tasarım sürecini kolaylıkla yapabilecekleri ortamı hazırlamak çok önemli. Bu ifadem her malzemenin eksiksiz olmasını kast etmiyor. Öğrenci elinde ki basit ve ekonomik ama problemine çözüm oluşturabilecek tasarımlar yapabilecek malzemeleri bulabilmeli.*
>
> *Ö3: Öğrenciler soruna yönelik çözüm bulacağı için birbirleriyle iletişim kurmaları açısından sıra düzeni ona göre yapılmalıdır. Sınıf içinde öğrencilerin projelerini sergileyebilecekleri bir alan olmalıdır ve STEM köşesi yaparak bir projelerini o köşeye koyarak istedikleri zaman projelerine tekrardan bakabilmeliler. Sınıfın duvarlarında dikkat çekecek STEM e yönelik STEM hakkında bilgiler görseller olabilir.*
>
> *Ö5: öğrenme ortamında fiziki şartlar tabi ki çok önemli ama bence fiziki şartları çok kötü olan bir okulda bile STEM uygulanabilir. Ben bazen bunu çerden çöpten bilim çıkarmak diye nitelendiriyorum. Yani bir pet şişe balon ve pipetten de STEM etkinliği yapılabilir, yazılım ve kodlamayla da STEM yapılabilir. Çevre unsurlarını anlamları kullanmak öğretmenin elindedir.*

Kategori 3. Öğretmen ve Öğrenci Rolleri Algısı

Öğretmen adaylarının STEM öğrenme ortamıdaki öğretmen ve öğrenci rolleri algısı iki alt kategoride ele alınmıştır. Her iki alt kategorinin altında çeşitli kodlar elde edilmiştir.

Şekil 6

Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Öğrenme Ortamı Öğretmen ve Öğrenci Rolleri Algısı Temasına ait Alt Kategoriler



Alt Kategori 3.1 Öğretmen Rolleri Algısı

Kod 3.1.1. Rehber, Yol Gösteren

Öğretmen adaylarının % 100'ü öğretmenin rehberlik eden bir rol üstlendiğini ifade etmişlerdir.

Kod 3.1.2. Öğrenciyi Destekleyen

Öğretmen adaylarının % 40'ı öğretmenin öğrenmeyi teşvik etme ve öğrencilere destek olmak gibi bir rolü olduğunu ifade etmiştir.

Kod 3.1.3. Öğreten

Öğretmen adayların % 18'iöğremenin bilgiyi aktaran rolünü ifade etmişlerdir.

Kod 3.1.4. Kendini geliştiren

Öğretmen adaylarının %13'ü öğretmenin kendi gelişimini sürekli olarak sürdürmesi gereken bir rolü olduğunu belirtmişlerdir. l Öğretmenlerinde öğretnen pozisyonda olması, yeniliklere açık olması, alan bilgisi ve pedagojik bilgilerini geliştirmeleri gerektiği ön plana çıkmaktadır.

Kod 3.1.5. Öğrenme Ortamı Tasarlayan

Öğretmen adaylarının sadece %2'si öğretmeni öğrenme ortamını tasarlayan rolüne vurgu yapmıştır.

Aşağıda öğretmen adaylarının, STEM eğitiminde öğretmen rolüne ilişkin verdikleri cevaplardan bazılarına yer verilmiştir:

$Ö_6$: Öğretmen ben merkezci olmamalıdır. Öğrenci merkezli ilerleyerek onların düşüncelerine önem vermelidir. Sorunun cevabını direkt olarak vermeyip onları düşündürmeye sorgulamaya itmelidir. Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine olanak vermelidir.

$Ö_7$: Öğretmen daima rehber olmalıdır. Öğrenciye yol göstermeli fakat ona ne yapması gerektiğini açık açık tarif etmemelidir. Öğrencinin yaratıcılığının gelişmesine olanak sağlamalıdır. İhtiyaç anında öğrenciye yardımcı olmalıdır.

$Ö_{26}$: Yeniliklere açık ve öğrenmeyi bilen bir öğretmen olmalı.

Alt Kategori 3.2. Öğrenci Rolleri Algısı

Kod 3.2.1. Bilgiye Erişen ve Kullanabilen

Öğretmen adaylarının %92'si STEM öğrenme ortamındaki öğrencileri bilgiyi araştıran, merak eden, sorgulayan, eleştiren, keşfeden, yaparak-yaşayarak öğrenen, bilim insanı gibi çalışan, öğrendiğini aktarabilen ve bu bilgileri etkili bir şekilde kullanabilen olarak ifade etmiştir.

Kod 3.2.2. Öğrenmenin sorumluluğunu alan

Öğretmen adaylarının % 69'u STEM öğrenme ortamındaki öğrencileri aktif olarak öğenme süreçlerini yönlendiren ve öğrenme sorumluluğunu üstlenen olarak ifade etmiştir.

Kod 3.2.3. Problem çözebilen

Öğretmen adaylarının %24'ü STEM öğrenme ortamındaki öğrencileri problemleri analitik bir şekilde çözebilen, yenilikçi düşünebilien, girişken, çeşitli becerilere sahip öğrenciler olarak ifade etmiştir.

Kod 3.2.4. Üreten

Öğretmen adaylarının % STEM öğrenme ortamındaki öğrencileri yeni fikirler üretebilen, yaratıcı düşünebilien, ürünler geliştirebilen öğrenciler olarak ifade etmiştir.

Aşağıda öğretmen adaylarının, STEM eğitiminde öğrenci rolüne ilişkin verdikleri cevaplardan bazılarına yer verilmiştir.

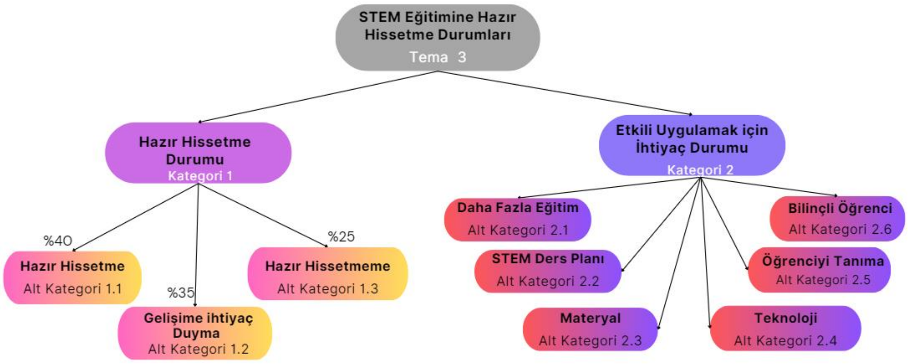
> *Ö1: STEM eğitimi bir film çekimine benzetilirse öğrenci başrol oyuncusudur. Filmin ana karakteri odur. Öğrencinin takındığı hal ve durumlara göre film şekillenmektedir. Bazen kendisinin oynaması gereken senaryoların dışına çıkarak, problemlere orijinal çözümler üretecek, akıl yürütecek kişi öğrencidir.*
>
> *Ö3: Öğrenci geçmişte yaptığı gözlem ve deneylerin sonuçlarından hareketle problem durumuna çözüm bulmalıdır. Öğrenci merak etmeli, araştırmacı ruhlu olmalı ki bulduğu çözüm önerileri problem durumuna karşı hafif kalmamalı.*
>
> *Ö8: Öğrenci üreten kısımdır. STEM de öğretmen yol gösterir ama üretme kısmı öğrencidedir. Öğrenci analitik düşünme becerilerine ve 21. yy becerilerine sahip olur.*

Tema 3: Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Hazır Hissetme Durumları

Öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulamalarına hazır hissetme durumu, bu çalışmanın diğer odak noktalarından birini oluşturur. Bu tema altında öğretmen adaylarının STEM eğitimini ne kadar hazır hissettikleri ve etkili bir STEM eğitimi uygulaması yapabilmek için nelere ihtiyaç duydukları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bulgular, kategori, alt kategori ve kodlar kullanılarak sistemli bir şekilde sunulmuştur.

Şekil 7

Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Uygulamalarına Hazır Hissetme Temasına ait Alt Kategoriler



Kategori 1. Hazır Hisetteme Durumu

Alt Kategori 1.1. Hazır Hissetme

Öğretmen adaylarının %40'ı STEM eğitimini uygulamaya hazır hissettiklerini ifade eden cevaplar vermişlerdir.

Alt Kategori 1.2. Gelişime İhtiyaç Duyma

Öğretmen adaylarının % 35'i STEM eğitimini uygulamak için kendilerini daha fazla geliştirmeleri gerektiğini belirten cevaplar vermişlerdir.

Alt Kategori 1.3. Hazır Hissetmeme

Öğretmen adaylarınını %25'i STEM eğitimini uygulamaya hazır hissetmediklerini veya bu konuda hiçbir eğitim almadıklarını ifade eden cevaplar vermişlerdir.

Aşağıda, öğretmen adaylarının görüşlerinden bazılarına yer verilmiştir:

Ö37: Bu eğitim ile ilgili bir eğitimin ve deneyimim yok. Ayrıca bu eğitimin uygulanmasına dair de bir deneyimim yok.
Ö43: Şuan için hazır hissetmiyorum. Çeşitli eğitimler almalıyım
Ö29: Kısmen hazır hissediyorum. Çünkü bu konu ile ilgili bir eğitim almadım. Sadece sözel olarak almış olduğum derslerde

değinildi. Bir de kendi yapmış olduğum bir takım araştırmalar sayesinde bilgi sahibiyim.

Kategori 2. STEM Eğitimini Etkili Uygulamak için İhtiyaç Durumları

Alt Kategori 2.1. Daha Fazla Eğitim

Öğretmen adaylarının %67'si daha fazla STEM bilgisine, öğretim tekniklerine, uygulamalı eğitime ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Alt Kategori 2.2. STEM Ders Planı

Öğretmen adaylarının %11'i STEM eğitimini daha etkili ve kolay uygulamak için uygun ders planlarına ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Alt Kategori 2.3. Materyal

Öğretmen adaylarının %11'i STEM eğitimini etkili birşekilde uygulamak için uygun materyal ve kullanma bilgisine ihityaç duyduklarını ifade etmişlerdir.

Alt Kategori 2.4. Teknoloji

Öğretmen adaylarının %11'i STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulamak için teknolojiye erişime ve kullanma yetkinliğine ihityaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Alt Kategori 2.5. Öğrenciyi Tanıma

Öğretmen adaylarının %2'si STEM eğitimini etkili bir şekilde yapabilmek için öğrenciyi tanıma ihtiyacını ifade etmiştir.

Alt Kategori 2.6. Bilinçli Öğrenci

Öğretmen adaylarının %22'si STEM eğitimini etkili bir şekilde yürütmek için öğrencilerin aktif , çeşitli becerilere sahip, bilinçli, istekli, mereaklı, araştırmacı olması gerektiğini ifade etmiştir.

Alt Kategori 2.7. Zaman

Öğretmen adaylarının %4'ü STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulamak için yeterli zaman olması gerektiğini ifade etmiştir.

Aşağıda öğretmen adaylarının cevaplarından bazılarına yer verilmiştir:

Ö3: STEM eğitimini etkili kullanabilmek için öncelikle anlaşılabilir bir problem durumuna ihtiyacımız var. Daha sonra öğrencilere ilham vermesi açısından geçmişte bu problem durumuna bulunan çözümler örnek gösterilmeli. Sonrasında kullanılacak malzemeler öğrenciye verilmeli ve öğrenci materyalini tasarlamalıdır. Ders sonunda öğrencilere konuyla ilgili kavramlar hazırladıkları materyal üzerinden anlatılmalıdır zira en önemli kısım burasıdır.

Ö5: Öncelikle STEM ile ilgili bir eğitim almam gerektiğini düşünüyorum. Çünkü STEM eğitimi profesyonel bir süreçtir. Bir de STEM eğitimini verebilmek için okulların teknolojik alt yapısınında iyi düzeylere getirilmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede verilen eğitimler faydalı olabilir.

Ö6: Öğrencilerin her anlamada elimden geldiği kadar tanımam önemli; çünkü onlara STEM eğitimini uygulamam için vermem gereken föy de onların aşina olmadıkları durumlar da çaresiz kalmaları problem oluşturur ve öğrenci kendisini yetersiz hissedebilir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin algıları, hazır hissetme durumları ve uygulama için ihtiyaçları üzerine odaklanmaktadır. Elde edilen bulgular, STEM eğitimiyle ilgili önemli bir dizi konuyu ortaya koymaktadır.

Araştırmanın sonuçları, öğretmen adaylarının STEM eğitimi konusundaki temel düzeyde teorik bilgiye sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle lisans eğitimleri sırasında fen laboratuvar uygulamaları ve fen öğretimi dersleri bağlamında STEM eğitimi içerikleri ile karşılaştıkları ve bu sayede temel teorik bilgi edindikleri görülmüştür. Metin, Güler ve Çevik (2023) çalışmasında, fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunun STEM'i yöntem olarak tanımladığı, öğrenmeyi kolaylaştıran bir yol olarak gördükleri, teorik düzeyde bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Ancak, STEM eğitiminin sınıflarda etkili bir şekilde uygulanabilmesi için yalnızca teorik bilgi yeterli değildir. Yıldırım (2020) bu noktada vurgu yapmış ve STEM eğitimini sınıflarda etkili bir şekilde uygulayabilmek için öğretmen adaylarının uygulama bilgisine de ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Benzer olarak Akan ve Timur da (2023) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM'e ilişkin görüşlerinin olumlu olmasına rağmen uygulama becerilerinin yeterli olmadığını belirtmiştir. Öğretmenlerin STEM eğitimini etkili bir şekilde sınıflarında uygulayabilmeleri için teorik bilgi, olumlu tutumun yanı sıra uygulama becerisine de sahip olmaları gerekmektedir.

Çalışma sonuçları öğretmen adaylarının eğitimlerine ek olarak STEM eğitimi kurslarına ve uygulamalı eğitimlere katılma oranlarının oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının STEM eğitimini daha kapsamlı bir şekilde öğrenme ve uygulama fırsatlarına ihtiyaç duyduklarını vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, öğretmen adaylarının STEM eğitimi konusundaki temel teorik bilgiye sahip oldukları, ancak bu bilginin eksik olan uygulama deneyimi nedeniyle tam anlamıyla etkili bir şekilde kullanılamadığı sonucuna varılabilir. Bu çıkarım, STEM eğitimi konusundaki teorik bilgi ve uygulama arasındaki dengeyi sağlamak için lisans ders içeriklerinin bu bağlamda tasarlanması ve güncellenmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle, STEM eğitiminin ne olduğu, nasıl gerçekleştirildiği ve fen bilimleri derslerine ya da diğer derslere nasıl entegre edilebileceği konularında daha fazla bilgi ve beceri geliştirmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, lisans öğretim programlarının STEM eğitimi konusunda ders içeriklerini gözden geçirmesi ve güncellemesi büyük önem taşımaktadır. Bektaş ve Aslan'ın (2019) çalışmaları da bu konuya ışık tutmaktadır. Onlar da öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına yönelik yeterli görüşe sahip olmaları için eğitim fakültesindeki lisans programlarında STEM uygulamalarına ihtiyaç olduğunu vurgulamışlardır. Benzer olarak, Akan ve Timur (2023) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM'e yönelik görüşlerinin yeterli olmamasının nedenini, alan eğitimi ile ilgili açılan hizmet içi kursların yeterli olmaması ve lisans programlarında da STEM'e yeterince yer verilmemesiyle ilişkilendirmiştir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının STEM eğitimini daha etkili bir şekilde anlamalarını ve uygulamalarını sağlayacak adımların atılması önemlidir.

Araştırma sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının % 29'nun, STEM eğitiminin ne olduğu ve nasıl uygulandığını yeterince anladığı , %67'sinin kısmen anladığı, %4'nün ise hiç anlamadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, öğretmen adayları arasında STEM eğitimi kavramının ne anlama geldiği ve nasıl uygulandığı konularında bilgi ve deneyim eksikliklerinin varlığına işaret etmektedir. Ayrıca STEM disiplinlerini nasıl ve ne şekilde birleştirecekleri hakkında bir açıklama yapamadıkları tespit edilmiştir. Deligöz ve Han Tosunoğlu da (2023) öğretmenlerin STEM ve fen eğitimi kavramlarını nasıl bütünleştirecekleri konusunda net bir fikirlerinin olmadığını belirlemişlerdir. Bu durum, disiplinlerin nasıl entegre edileceği konusunda görüşlerinin eksik olduğu şeklinde yorumlanabilir. Alanyazın incelendiğinde STEM alanlarının birbirine entegrasyonda farklı yaklaşımlar (multidisipliner yaklaşım, transdisipliner yaklaşım, içerik entegrasyonu yaklaşımı, bağlam entegrasyonu yaklaşımı, bütünleştirilmiş STEM eğitimi yaklaşımı) olduğu görülmektedir (Bybee, 2013; Kelley ve Knowles, 2016; Roehrig vd., 2012). Çorlu, Capraro ve Capraro (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışma, öğretmenlerin büyük bir kısmının yalnızca kendi uzmanlık alanlarında yeterli donanıma sahip olduklarını, fakat entegre STEM öğretmenlik bilgisine sahip olmadıklarını ortaya koymuştur. Çınar ve arkadaşları (2016) tarafından gerçekleştirilen STEM odaklı bir çalışmada, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde fen bilimlerini yalnızca matematikle ilişkilendirmeye eğilim gösterdikleri; ancak uygulama sonrasında, matematik yanı sıra mühendislik ve teknolojiyi de içeren daha kapsamlı bir yaklaşım benimsemeyi düşündükleri belirlenmiştir. Aslında disiplinlerin bir arada kullanılmasından ziyade disiplinlerin birbirleriyle entegre edilmesi yani entegre/bütünleşik STEM eğitimi daha etkin bir yaklaşımdır. Felix ve Harris (2010), STEM eğitimi veren öğretmenlerin hem STEM alan bilgisi hem de pedagoji bilgisi konularında yeterli düzeyde olması gerektiğini önemli bir vurgu yapmaktadır. Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen (2017) tarafından yapılan işbirlikli FETEMM eğitimi uygulaması çalışmasında, uygulama öncesi öğretmen adayları STEM eğitimini ilgi çekme amacıyla kullanılan eğitim, alanların bir arada öğretilmesi, kapsamlı eğitim kategorilerinde yetersiz ifade ederken yapılan uygulamalar sonrası alanların bütünleştirilerek öğretilmesi kategorisinde daha gelişmiş açıklamalar getirdiği STEM eğitimi algılarının değiştiği ve geliştiği tespit edilmiştir. Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde STEM eğitimin ne olduğu ve nasıl uygulanması gerektiği konularında yeterli bir anlayışın olmadığını hatta çeşitli yanlış inanç, anlayış ve algıların bulunduğunu göstermektedir (Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017; Deligöz ve Han Tosunoğlu, 2023; Ecevit, 2023; Morrison, 2006; Yıldırım ve Selvi 2016). STEM eğitiminin doğası hakkında daha iyi anlayış geliştirmek, STEM eğitimi uygulamalarının etkili bir şekilde gerçekleştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Araştırma sonuçlarına göre, öğretmen adayları, STEM eğitimi uygulanan öğrenme ortamını, sınıf içinde az sayıda öğrencinin bulunduğu, iş birliğine elverişli, rahat ve geniş bir alana sahip, zengin materyaller içeren bir sınıf, atölye, laboratuvar veya okul dışı öğrenme ortamı olarak tanımlamışlardır. Akan ve Timur da (2023) fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde STEM uygulamalarına yer verememelerinin nedenini okulların sosyo-ekonomik yapısının dezavantajlı olması ve maddi olanakların zayıf olması şeklinde ifade ettiklerini belirtmişlerdir. STEM öğrenme ortamıyla ilgili öğretmen adayların fiziksel çevre unsurları üzerine odaklandığı görülmektedir. Ancak burada asıl önemli olan, etkili bir STEM eğitimi için öğrenme ortamının fiziksel özelliklerinden ziyade bu öğrenme ortamının iklimi, yani öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci etkileşiminin belirleyici rol oynamasıdır. Çünkü öğrenme ortamını oluşturan, tasarlayan ve etkili bir sınıf iklimi yaratan öğretmendir. Selvi (2015) tarafından yapılan çalışma, öğretmen adaylarının STEM eğitimini kalabalık sınıflarda uygulamaya yönelik korku ve olumsuz tutumlarının olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, öğretmen adaylarının STEM eğitimini yalnızca düşük sınıf mevcudu ile ilişkilendirdiği izlenimini vermektedir. Elbette, öğrenci sayısı, sınıfın fiziksel yapısı ve çeşitli materyaller öğrenme ortamını zenginleştiren unsurlar arasındadır. Ancak iyi bir STEM öğretmeni, sadece basit ve ucuz malzemeler, atık maddeler ile iyi bir STEM ortamı tasarlayabilir (Ecevit, 2023). Araştırma sonuçları göstermektedir ki öğretmen adaylarının her türlü ortamda STEM eğitimi yaklaşımını kullanabilecekleri algısı tam olarak gelişmemiştir. Oysa ki öğretmen adayları etkili bir STEM eğitim ortamı oluştururken sadece fiziksel ortama odaklanmamalı, aynı zamanda STEM eğitimine uygun pedagojik yaklaşımları kullanabilmeyi de önemsemelidirler (Honey vd., 2014).

Araştırma sonuçlarına göre, öğretmen adayları STEM eğitimi öğrenme ortamındaki öğretmeni, rehberlik eden, yönlendiren, öğrencileri teşvik eden, öğreten, açıklayıcı, anlatıcı, kendini geliştiren ve öğrenme ortamını tasarlayan olarak tanımlamışlardır. Öğretmenin rehberlik eden, yönlendiren, öğrencileri teşvik eden özellikleri öğretim programındaki öğretmen rolleri ile uyumludur (MEB, 2018). Öğretmen adaylarının STEM eğitimi öğrenme ortamındaki öğretmeni,kendini geliştiren ve öğrenme ortamını tasarlayan olarak tanımlamaları dikkat çekicidir. Ecevit (2023) araştırmasında, STEM eğitimi uygulamalarının etkililiğini etkileyen faktörler arasında öğretmenin öğrenme ortamını tasarlama becerisinin hayati bir rol oynadığını öne sürmektedir. Öğretmenin bu beceriyi geliştirebilmesi, eğitim seviyesi, STEM uygulama deneyimi, yaşam boyu öğrenmeye olan yaklaşımı ve bilimsel sermayesi gibi faktörlerle doğrudan ilişkilendirilmiştir. Bazı öğretmen adaylarının öğretmeni "öğreten, anlatan, açıklayan" olarak tanımlamaları, öğretmen rolü algısında geleneksel bir anlayışın hala etkili olduğunu işaret etmektedir. Drake ve Burns (2004) disiplinlerarası yaklaşımda öğretmenin rolünü rehber, mentör ve tüm alanlarda uzman olarak tanımlarken, disiplinerüstü yaklaşımda öğretmenin rolünü öğrenci ile birlikte öğrenen ve tüm alanlarda uzman olarak ifade etmektedir. Şu anki eğitim yaklaşımlarında, öğretmenin öğrenci ile birlikte öğrenen rolünün benimsenmesi daha yaygın hale getirilmelidir, böylece öğretmenin sadece öğreten rolünün ötesine geçmesi sağlanabilir.

Araştırmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının %40'ı, kendi sınıflarında STEM eğitimini uygulamaya hazır olduklarını ifade ederken, %35'i STEM eğitimi ile ilgili teorik bilgi ve uygulama becerilerini geliştirmeye ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, %25'lik bir grup öğretmen adayı, STEM eğitimini kendi sınıflarında uygulamaya hazır olmadıklarını dile getirmişlerdir. STEM eğitimi uygulamalarını kendi sınıflarında yapmaya hazır olan öğretmen adaylarının, STEM eğitimi ile ilgili teorik bilgi ve uygulama bilgisi deneyimleri diğerlerine göre daha zengin ve gelişmiş olduğu söylenebilir. Bu durum, STEM eğitimini uygulamak için gereken bilgi ve becerilerin özgüveni artırabileceğini göstermektedir. Ancak lisans eğitimleri süresince yeterli düzeyde ders veya kurs almamış olan bazı öğretmen adaylarının da, STEM eğitimini kendi sınıflarında uygulamaya hazır olduklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir. Bu durum, STEM eğitimini tam anlamıyla anlamamış olabilecekleri veya neyi bilmediklerinin farkında olmayabilecekleri anlamına gelebilir. Bu olgu, "ne bilmediğini bilmeme sendromu" veya "Kunner Grugger Sendromu" olarak adlandırılan Dunning-Kruger Etkisi'nin bir yansıması olabilir (Kruger ve Dunning, 1999). Hoy ve Spero (2005) öğretmen adaylarının fen öğretime yönelik özyeterlik inançlarının yüksek olmasının sebebini açıklarken bu durumun öğretmen adaylarının henüz gerçek sınıf içi deneyimlerinin olmamasından kaynaklanabileceğini öne sürmektedir. Öğretmen adayları, STEM eğitimi ile ilgili sahip olmadıkları bilgi ve becerileri bilmedikleri için kendi sınıflarında STEM eğitimi uygulamaları yürütmek için hazır hissedebilirler. STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulamak isteyen öğretmen adayları, bu amaç doğrultusunda teorik bilgi ve uygulama becerilerini geliştirmeye isteklidirler. Ancak bu yetkinlikleri artırmak için eğitim ve kaynaklara olan ihtiyaçları açıkça ifade edilmiştir. STEM eğitimini kendi sınıflarında uygulamaya hazır hissetmeyen öğretmen adaylarının, STEM alanındaki bilgi ve deneyimlerinin diğer öğretmen adaylarına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulamak için öğretmen adaylarının talepleri arasında daha fazla eğitim, uygun ders planları, materyal, teknoloji erişimi, öğrenci tanıma ve bilinçli öğrencilerin varlığı gibi konular bulunmaktadır. Bu ihtiyaçlar, STEM eğitiminin karmaşıklığını ve çeşitli unsurlarını göstermektedir. Çetin ve Kahyaoğlu (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada da öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulamada kendilerini yeterli hissetmedikleri tespit edilmiştir. Ateş ve Sungur Gül de (2023) çalışmalarında, öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik endişe düzeylerinin yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Geng, Jong, Chai (2019) , çalışmalarına katılan öğretmenlerin %94,5'inin kendilerini STEM eğitimi için yeterli görmediklerini belirlemiştlerdir. Öğretmenler STEM eğitimi uygulamalarına yönelik pedagojik desteğe ve kaynağa ihtiyaç duyduklarını ifade etmişlerdir. Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016) tarafından yapılan çalışma, öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri hazırlama ve etkinlikleri uygulama süreci konusunda kaygılara sahip olduğunu ortaya koymuştur. Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen (2017) tarafından yapılan çalışmada ise öğretmen adaylarının örnek proje gözlemlemeye, eğitim ve seminerlere katılmaya ihtiyaçlarının olduğu tespit edilmiştir. Han, Yalvac, Capraro ve Capraro (2015) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, öğretmenlerin STEM eğitimi almış olmalarına rağmen STEM uygulamalarında bazı zorluklar yaşadıkları gözlemlenmiştir. Margot ve Kettler (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, öğretmenlerin önceki öğrenci merkezli ve araştırmaya dayalı yöntemlerin kullanıldığı deneyimlerinin, STEM girişimlerinde başarının kolaylaşmasına katkı sağladığını algıladıkları belirtilmektedir.Fen bilimleri veya matematik derslerine daha fazla maruz kalan ve benzer öğretim yöntemlerini kullanan öğretmenler, disiplinler arası düşünme becerilerini teşvik eden STEM pedagojisine daha fazla güven duymaktadır. Bu gibi önceki deneyimler, öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir (Park vd., 2016; Park vd., 2017). Yıldırım (2020) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenler üniversite eğitimleri sırasında yeterli bir STEM eğitimi almadıklarını ifade etmişler bu nedenle STEM okuryazarı olmadıkları, STEM ders planları hazırlamakta zorluklar yaşadıkları (örn:alan bilgisi, mühendislik tasarım süreçlerinin entegrasyonu, 21.yy becerileri entegrasyonu, teknoloji entegrasonu, zaman) STEM eğitiminde yetersiz hissettikleri tespit edilmiştir. STEM okuryazarlığı seviyesi yeterli olmayan bir öğretmenin STEM eğitimi uygulamalarını etkili bir şekilde gerçekleştirmesi daha zor olabilir ve bu uygulamaların etkiliği sorgulanabilir hale gelebilir. Bir öğretmenin STEM okuryazarı olabilmesi için, STEM alan bilgisi, pedagoji bilgisi, entegrasyon bilgisi, bağlam bilgisi ve 21. yüzyıl becerileri gibi çeşitli bilgi alanlarında yeterliliğe sahip olması ve bu bilgileri ders planlama yetenekleriyle birleştirebilmesi gerekmektedir (Honey vd., 2014). STEM okuryazarlığının kısa sürede elde edilebilecek bir özellik olmadığı da unutulmamalıdır. Bu nedenle, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının, entegre STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulayabilmeleri için daha fazla bilgi edinme, araştırma yapma, deneyim kazanma ve kendilerini geliştirme ihtiyacı vardır (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Ayrıca, öğretmenlere rehber materyal olarak kullanabilecekleri iyi uygulama örneklerinin sunulması ve literatürde yer alan kitap, makale ve tezler aracılığıyla yol gösterici kaynaklara erişim sağlanması onlara katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki temel teorik bilgilere sahip oldukları, ancak kendilerini STEM eğitimi uygulayıcıları olarak yetersiz gördükleri ortadadır. Mesleğe başladıklarında STEM eğitimini etkili bir şekilde kullanma isteği taşısalar da, bu becerileri kazanmak için daha fazla uygulamaya dayalı eğitime ve kişisel gelişime ihtiyaç duymaktadırlar. STEM eğitiminin ne olduğu, nasıl uygulandığı ve diğer derslerle nasıl entegre edilebileceği gibi temel konuların uygulamalı bir şekilde öğretmen adaylarına sunulmasının, seçmeli veya zorunlu dersler aracılığıyla lisans programlarına dahil edilmesinin büyük bir önemi vardır. Ayrıca, ders içeriklerinin öğretmen adaylarını gerçek birer STEM okuryazarı olarak yetiştirebilecek nitelikte özenle planlanmasının faydalı olacağına inanılmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM eğitimini daha iyi anlamaları ve bu yaklaşımı sınıflarında başarılı bir şekilde uygulayabilmeleri için lisans programlarının içeriklerinin güncellenmesi, öğretmenlere yönelik eğitim programlarının artırılması ve başarılı uygulama örneklerinin paylaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu şekilde, öğretmen adayları gelecekteki öğrencilere daha etkili bir STEM eğitimi sunma konusunda daha hazır ve yetkin hale gelebilirler. Bu sonuçlar, STEM eğitimini geliştirmek ve yaygınlaştırmak için atılacak adımların temelini oluşturabilir ve STEM eğitimi uzmanlarına yol gösterici olabilir.

References

Akan, E., & Timur, B. (2023). Examination of 21st-century skills and STEM practices competency levels of science teachers'. *Eurasian Journal of Teacher Education, 3*(2), 42-56.

Akaygun, S., & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing STEM conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *4*(1), 56-71.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. [STEM education in Turkey Report]. *İstanbul: Scala Basım*.

Altan, E. B., Yamak, H., & Kirikkaya, E. B. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi Uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. [Applications of FETEMM education in pre-service teacher education: Design-based science education]. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 212-232.

Aslan-Tutak, F., Akaygün, S., & Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi.[Collaborative STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) education practice: Examining the STEM awareness of pre-service chemistry and mathematics teachers]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *32*(4), 794-816.

Ateş, H. & Sungur-Gül, K. (2023). Öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik öz-yeterlik ve endişe düzeylerinin incelenmesi.[Investigation of pre-service teachers' self-efficacy and anxiety levels towards STEM education]. *TEBD, 21*(1), 478-504. https://doi.org/10.37217/tebd.1211730.

Aydın-Günbatar, S. A., & Tabar, V. (2019). Türkiye'de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi.[Content analysis of STEM research in Turkey]. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *16*(1), 1054-1083.

Bektaş, O., & Aslan, F. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkında görüşlerinin belirlenmesi. [Determination of pre-service science teachers' views on STEM applications]. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, *3*(2), 17-50.

Buyruk, B., & Korkmaz, Ö. (2014). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. [STEM awareness scale (STAS): Validity and reliability study]. *Journal of Turkish Science Education*, *11*(1), 3-23.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. [Scientific research methods]. Ankara: Pegem Akademi.

Bozan, M. A., & Anagün, S. Ş. (2019). Sınıf öğretmenlerinin STEM odaklı mesleki gelişim süreçleri: bir eylem araştırması. [STEM-oriented professional development processes of classroom teachers: an action research]. *Anadolu Journal of Educational Sciences International, 9*(1): 279-313

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science, 329*(5995), 996-996.

Bybee, R. W. (2013). The next generation science standards and the life sciences. *The Science Teacher, 80*(2), 25.

Bybee, R. W. (2014). NGSS and the next generation of science teachers. *Journal of science teacher education, 25*(2), 211-221.

Çavaş, P., Aslıhan, A. Y. A. R., & Gürcan, G. (2020). Türkiye'de STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmaların durumu üzerine bir çalışma. [A study on the status of research on STEM education in Turkey]. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17*(1), 823-854.

Çetin, A. & Kahyaoğlu, M. (2018). STEM temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarinin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ile 21. yüzyil becerilerine yönelik tutumlarina etkisi. [The effect of STEM-based activities on pre-service science teachers' attitudes towards science, mathematics, engineering and technology and 21st century skills]. *EKEV Akademi Dergisi*, 75 ,15-28.

Çınar, S., Pırasa, N., Uzun, N., & Erenler, S. (2016). The effect of STEM education on pre-service science teachers' perception of interdisciplinary education. *Journal of Turkish Science Education, 13* (Special Issue), 118-142. doi: 10.12973/tused.10175a

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim, 39*(171), 74-85.

Dadacan, G. (2021). Öğretmen adaylarının STEM öğretimiyle ilgili özyeterlik farkındalık ve yönelimlerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. [Examining pre-service teachers' self-efficacy awareness and orientations related to STEM teaching in terms of various variables]. [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Daşdemir, İ., Cengiz, E., & Aksoy, Gökhan (2018). Türkiye'de FeTeMM (STEM) eğitimi eğilim araştırması. [STEM education trend research in Turkey]. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(1), 1161-1183.

Datta, Lois-ellin (1990). *Case Study Evaluations*. Washington, DC: U.S. General Accounting Office, Transfer paper 10.1.9.

Deligöz, T. & Han Tosunoğlu, Ç. (2023). Ortaokul ve lise fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik anlayışları.[Middle and high school science teachers' conceptions of STEM education]. F*en Bilimleri Öğretim Dergisi, 11*(2), 489- 507. DOI: https://doi.org/10.56423/fbod.1336965

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. ASCD.

Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology, 77* (6), 1121–34.

Ecevit (2023). STEM eğitiminde mühendislik ve girişimcilik tasarım modeli. [Engineering and entrepreneurship design model in STEM education]. *STEM Uygulamaları IV.* Vizetek Yayıncılık.

Ecevit, T., Yıldız, M., & Balcı, N. (2022). Türkiye'deki STEM eğitimi çalışmalarının içerik analizi. [Content analysis of STEM education studies in Turkey]. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *22*(1), 263-286.

Ertuğrul Akyol, B. (2020). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi. [The effect of STEM activities on pre-service science teachers' computational, critical, creative thinking and problem solving skills]. [Doktora Tezi]. Erciyes Üniversitesi.

Felix, A., & Harris, J. (2010). A project-based, STEM-integrated alternative energy team challenge for teachers. *Technology and Engineering Teacher*, *69*(5), 29.

Gelen, B., Akçay, B., Tiryaki, A., & Benek, İ. (2019). Fen bilimleri öğretmen adaylarının Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (FeTeMM)'e Yönelik Özyeterlik Ölçeği: Türkçe'ye uyarlama, geçerlik ve güvenirlik çalışması. [Pre-service science teachers' self-efficacy scale for Science-Technology-Engineering-Mathematics (STEM): Turkish adaptation, validity and reliability study]. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, *15*(1), 88-107.

Geng, J., Jong, M. S. Y., & Chai, C. S. (2019). Hong Kong teachers' self-efficacy and concerns about STEM education. *The Asia-Pacific Education Researcher*, *28*, 35-45.

Gökbayrak, S. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri, entegre STEM öğretimi yönelimi ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi [Investigating the effect of science technology engineering and mathematics (STEM) practices on pre-service science teachers' STEM awareness levels, integrated STEM teaching orientation and science process skills]*. (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. [The effect of STEM activities on pre-service science teachers' science process skills]. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, *8*(2), 63-84.

Günbatar, S. A., & Şardağ, M. (2022). Teachers' discourse analysis of interdisciplinary collaboration during design-based integrated stem activities. *Science and Education*, *47*(212).

Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Pre-service science teachers' cognitive structures regarding science, technology, engineering, mathematics (STEM) and science education. *Journal of Turkish Science Education*, *13*(special), 88-102.

Hacıömeroğlu, G., & Bulut, A. S. (2016). Integrative STEM teaching intention questionnaire: A validity and relaibility study of the Turkish form. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, *12*(3), 654-669.

Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M, & Capraro, R. M. (2015). In-service teachers' implementation and understanding of STEM project based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11,* 63-76.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*, National Research Council. 77-106.

Hiğde, E. , Aktamış, H. , Arabacıoğlu, T. , Şen, H. C. , Özen Ünal, D. & Yazıcı, E. (2020). Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik tutumlarının ve STEM öğretimi yönelimlerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. [Investigation of teachers' and pre-service teachers' attitudes towards STEM fields and STEM teaching orientations in terms of different variables]. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi, 6*(1) , 34-56 . DOI: 10.29065/usakead.684766

Hiğde, E., Keleş, F. & Aktamış, H. (2020). STEM alanlarına ve öğretimine yönelik tutumları inceleyen model çalışması.[A model study examining attitudes towards STEM fields and teaching]. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20*(2), 1145-1160

Hoy, A. W., & Spero, R. B. (2005). Changes in teacher efficacy during the early years of teaching: A comparison of four measures. *Teaching and teacher education, 21*(4), 343-356.

Kalemkuş, J. (2019). Deneysel araştırmalarda STEM eğilimi. [STEM trend in experimental research]. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi,* (36), 78-90.

Karakaya, F., Ünal, A., Çimen, O., & Yılmaz, M. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşimina yönelik farkindaliklari. [Science teachers' awareness of STEM approach]. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, *5*(1), 124-138.

Karışan, D., & Bakırcı, H. (2018). Öğretmen adaylarının FeTeMM öğretim yönelimlerinin anabilim dalına ve sınıf düzeyine göre incelenmesi. [Investigation of pre-service teachers' STEM teaching orientations according to department and grade level]. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 8*(2), 152-175.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, *3*, 1-11.

Kocakülah, M. S. , Abacı, B. & Kocakülah, A. (2021). Bütünleştirilmiş STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi tutumlarına etkisi. [The effect of integrated STEM activities on pre-service science teachers' attitudes towards STEM education]. *İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7*(2) , 223-262.

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM education*, *6*(1), 1-16.

Metin, M., Güler, M. M., & Çevik, A. (2023). 21. yüzyıl becerileri hakkında STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. [Opinions of STEM-trained science teachers about 21st century skills]. *Studies in Educational Research and Development, 7*(1), 1- 29.

Ministry of National Education [MNE]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı. (ilkokul ve Ortaokullar 3, 4, 5, 6, 7 ve 8) [Science course curriculum. (Primary and Secondary Schools 3, 4, 5, 6, 7 and 8)]*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES Teaching Institute for Excellence in STEM*, *20*, 2-7.

National Research Council [NRC]. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. National Academies Press.

National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

Next Genetaration Science Standard [NGSS], (2013). *Next generation science standards: for states, by states*. Washington: The National Academies Press.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education*, *25*(9), 1049-1079.

Özbilen, A. G. (2018). Teachers' views and awareness of STEM education. *Scientific educational studies*, *2*(1), 1-21.

Öztürk, N., Tüzün, Ö. Y., & Yıldırım, B. Ç. (2019). Öğretmen adaylarının STEM konularının öğretimine yönelik inanç ve görüşlerinin incelenmesi. [Investigation of pre-service teachers' beliefs and opinions about teaching STEM subjects]. *Trakya Eğitim Dergisi*, *9*(4), 649-665.

Park, M. H., Dimitrov, D. M., Patterson, L. G., & Park, D. Y. (2017). Early childhood teachers' beliefs about readiness for teaching science, technology, engineering, and mathematics. *Journal of Early Childhood Research*, *15*(3), 275-291.

Park, H., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H. S., & Baek, Y. S. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *12*(7), 1739-1753.

Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, *28*(5), 444-467.

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), 4.

Şardağ, M. (2020). STEM eğitiminde etkileşimsel süreçler.[Interactive processes in STEM education]. *STEM Eğitimi Dergisi*, 1(1), 4-23.

Tatar, N., Yildiz Feyzioglu, E., Buldur, S., & Akpinar, E. (2012). Pre-Service science teachers' mental models about science teaching. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *12*(4), 2934-2940.

Timur, B., & Belek, F. (2020). FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarına ve FeTeMM eğitimi yönelimlerine etkisinin incelenmesi. [Investigating the effect of STEM activities on pre-service teachers' self-efficacy beliefs and STEM education orientations]. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-18.

White, D.W. (2014). What is the STEM education and why is it important? *Florida Association of Teacher Educators Journal, 1*(4), 1-9.

Yıldırım B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuar dersindeki etkilerinin incelenmesi. [Examining the effects of STEM education and engineering practices in science laboratory course]. *El-Cezeri*, *2*(2), 28-40.

Yıldırım B., & Selvi, M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science technology society and environment courses. *Journal of Human Sciences, 13*(3).

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* [Qualitative research methods in social sciences]. (9. Baskı). Ankara:SeçkinYayıncılık.

Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. [A model proposal on teacher training: STEM teacher institutes education model]. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 70-98.

Yıldırım, B. (2021). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi uygulama kitabı,[STEM education implementation book from theory to practice]*, (3. Baskı) Nobel Akademi.

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. [Prospective classroom teachers' views on STEM education: an applied study]. *Trakya Eğitim Dergisi*. *8*(2), 195-213.

Ethical Declaration and Committee Approval

This research was approved by the permission of Düzce University Scientific Research and Publication Ethics Committee dated 14.05.2020 and decision number 2020/95.