



## The Views and Recommendations of STEM Educated and Non-STEM Educated Prospective Teachers on STEM Education with regard to their Epistemological Beliefs

Aylin ÇAM<sup>1</sup>, Semra TİCAN BAŞARAN<sup>2</sup>

### Abstract

The aim of this study is to examine the views of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers on STEM education with regard to their epistemological beliefs. The participants of the study, which is a basic qualitative research, consist of 24 voluntary prospective teachers enrolled in elementary mathematics education and primary teacher education programs. Data were collected through a data collection tool comprising demographic information, beliefs about the nature of knowledge, and open-ended questions about views and recommendations regarding STEM education and subjected to content analysis. At the end of the content analysis, it was observed that STEM educated prospective teachers with sophisticated beliefs about the structure of knowledge had more views and recommendations regarding STEM education and intended to incorporate more STEM activities in their classrooms in the future.

### Key Words

STEM education  
Epistemological beliefs  
Prospective teachers

### About Article

Sending date: 01.03.2024  
Acceptance date: 30.04.2024  
E-publication date: 30.04.2024

<sup>1</sup> Prof. Dr., Mugla Sıtkı Kocman University, Faculty of Education, Türkiye, [aylincam@mu.edu.tr](mailto:aylincam@mu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-2853-8713>  
<sup>2</sup> Assoc. Prof. Dr., Mugla Sıtkı Kocman University, Faculty of Education, Türkiye, [semrabasaran@mu.edu.tr](mailto:semrabasaran@mu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0003-2734-7779>

## Introduction

In recent years, countries need to keep up with the rapid developments in science and technology. With the advancement of science and technology, there is a need for a skilled workforce for economic development, which necessitates equipping young people with new generation competencies. In addition to academic knowledge and skills, there is a need to impart knowledge and skills that enable adaptation to the work environment and competitiveness (Jerald, 2009). The Partnership for 21st Century Skills (P21) (2019) summarizes these skills under three themes: learning and innovation skills; information, media, and technology skills; and life and career skills. Learning and innovation skills encompass critical thinking and problem-solving, creativity and innovation, and communication and collaboration skills, while information, media, and technology skills include information literacy, media literacy, and information, communication, and technology literacy. Life and career skills cover flexibility and adaptability, initiative and self-direction, social and cross-cultural skills, productivity and accountability, leadership, and responsibility (P21, 2019).

It appears possible to impart intertwined, interrelated skills of the 21st-century such as creativity, critical thinking, problem-solving, and collaboration to students through education that reflects situations of interdependence in daily life, especially in interconnected core areas such as science, technology, engineering, and mathematics (STEM). Akgündüz et al. (2015) state that such education is possible not through traditional STEM education but through integrated STEM education, which can easily be implemented with primary school students. STEM education not only prepares students for the future in STEM fields (National Research Council [NRC], 2011) but also supports their orientation towards STEM-related careers. Schmidt and Fulton (2016) emphasize the importance of early STEM education but highlight shortcomings in educational programs. Early STEM education provides a strong foundation for life skills by enabling students to develop interdisciplinary knowledge and skills (NRC, 2011) and increases the likelihood of choosing STEM-related professions and working in STEM-related jobs in the future (NRC, 2011). STEM education enables students to understand complex scientific issues, enjoy STEM integration, engage in collaborative learning, and thus develop collaboration skills (Çetin & Balta, 2017). Therefore, to support students' 21st-century skills providing quality early STEM education is important. In this regard ensuring that teachers receive training about STEM education (Schmidt & Fulton, 2016), and strengthening the professional capacities of early STEM educators (Corlu et al., 2014) are inevitable. Karisan et al. (2019) state that prospective teachers need to be effective in STEM education but cannot understand STEM and STEM education without adequate education and experience, ultimately, they will not be able to implement STEM education as expected.

STEM education has made progress in the last twenty years, and many countries such as Russia, Japan, Canada, Australia, the United States, and Türkiye have begun to integrate STEM education into their science and/or mathematics curricula (Günbatır & Bakırcı, 2019). Lederman and Lederman (2013) noted that teacher education programs in the United States focus on the development of pre-service teachers in STEM education and integration of science, technology, engineering, and mathematics (STEM). However, Rinke et al. (2016) state that the idea of particularly training STEM teachers at the primary school level in the United States has not yet received the attention it deserves.

Practices at the primary school level are important to increase students' interest in STEM at an early age (DeJarnette, 2012; Johnson et al., 2021). For this purpose, there is a need for primary school teachers who have received quality STEM education (Wang, 2012). It is emphasized that primary school teacher candidates need to learn STEM content knowledge and teaching in pre-service education. However, studies indicate that there are some deficiencies, especially in interdisciplinary STEM content knowledge among primary school teacher candidates (Honey et al., 2014), and they do not have confidence in STEM and do not exhibit positive attitudes (Johnson et al., 2021).

Schmidt and Fulton (2016) stated that at the end of inquiry-based STEM education, prospective primary school teachers may require facts/evidence, proven knowledge, and more explicit, direct instruction, which could be associated with inadequate epistemological beliefs. Therefore, they emphasized the importance of identifying the epistemological beliefs of student teachers in pre-service STEM education. Davis (2003) generally asserted that teachers' beliefs and worldviews influence the instructional methods they use in their classrooms. In this context, Barak (2014) expressed the

importance of understanding teachers' beliefs and how these beliefs affect innovations such as STEM education.

Epistemological beliefs are defined as beliefs about knowledge and knowledge acquisition (Hofer & Pintrich, 1997). Developing students' epistemological beliefs at an early age is important for better understanding of science (Greene et al., 2018) The study of epistemological beliefs dates to the early 1970s. Initially, Perry (1970) defined unidimensional epistemological beliefs, while later Schommer (1990) argued that epistemological beliefs are multidimensional, and these dimensions are independent of each other. Schommer (1990) defined these dimensions as simplicity of knowledge, certainty of knowledge, innate ability, and quick learning.

Studies (Ferguson & Brownlee, 2018; Schraw et al., 2011) indicate that epistemological beliefs influence prospective teachers' learning and their participation in teacher education courses, therefore, it is beneficial to be aware of their epistemological beliefs. The epistemological beliefs of prospective teachers have the potential to influence their preferences for teaching and learning processes (Tanase & Wang, 2010). Pre-service teachers with advanced epistemological beliefs generally tend to effectively implement constructivist teaching approaches, while those with underdeveloped epistemological beliefs often prefer traditional teaching approaches (Hashweh, 1996). Although not directly related to epistemological beliefs, Günbatır and Bakırcı (2019) have shown that pre-service science teachers who take more STEM courses have higher intentions of teaching STEM compared to pre-service primary school teachers who take fewer STEM courses.

Pre-service teachers' epistemological beliefs not only influence their preferences in pre-service education but also affect their decisions and practices regarding classroom activities and other duties when they become teachers (Ferguson and Brownlee, 2018; Lunn-Brownlee et al., 2017; Schraw et al., 2011). As future teachers, pre-service teachers need to not only plan, guide, and assess their students' learning but also enhance their content knowledge (Buehl & Fives, 2009). Therefore, understanding pre-service teachers' epistemological beliefs is important to comprehend how they learn STEM and how they can teach it in the future (Elby et al., 2016). Thus, examining prospective teachers' views on STEM education in regard to their epistemological beliefs is thought to provide a more comprehensive perspective.

In this study, it is aimed to examine and reveal the views of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers on STEM education with regard to their epistemological beliefs. Within this aim, answers to the following research questions have been sought:

1. What are the epistemological beliefs of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers regarding the nature of knowledge?
2. What are the views of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers on STEM education?
3. Regarding their beliefs about the structure of knowledge, what are the views of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers on STEM education?
4. Regarding their beliefs about the structure of knowledge, what are the intentions of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers to incorporate STEM activities into their future classrooms?
5. Regarding their beliefs about the structure of knowledge, what are the STEM educated and non-STEM educated prospective teachers' recommendations for STEM education?

### **Method**

This study was conducted as a basic qualitative research. According to Merriam (2009/2013), basic qualitative research, which is widely preferred in the field of education, focuses on how individuals interpret their interactions with their environments, the meanings they attribute to their experiences, and how they construct those meanings. In line with this, in this study, the meanings STEM educated and non-STEM educated prospective teachers attribute to STEM education, their intentions to implement STEM practices in their classrooms when they become teachers, and their recommendations for STEM education were presented in relation to their beliefs about the structure of knowledge.

### ***Study Group***

The study group consists of a total of 24 volunteer prospective teachers, with 12 from elementary mathematics education (n=12; 4 male, 8 female) and 12 from primary school education (n=12; 3 male, 9 female) programs. Since the focus of this study is to examine the views of prospective teachers on STEM education considering their epistemological beliefs, prospective teachers STEM educated (elementary mathematics education) and non-STEM educated (primary school education) were included in the study.

### ***Processes***

Different processes were involved for elementary mathematics prospective teachers and primary school prospective teachers depending on STEM education they received or not. The group receiving STEM education, composed of elementary mathematics prospective teachers, attended an elective course titled "Mathematics in Science Education" conducted by the first author for 14 weeks, two hours per week. In this course, besides acquainting elementary mathematics prospective teachers with the theoretical foundations and basic philosophy of STEM approach, they were aimed to examine STEM activities related to their fields and then develop, implement, and evaluate STEM activities. For this purpose, in the first three weeks, theories related to STEM and relevant literature were discussed in the classroom. Then, for another three weeks, prospective teachers examined and discussed STEM activity examples from the literature. Discussions were deepened with questions such as what features make an activity a STEM activity and how the activity can be further developed. In the remaining weeks, elementary mathematics prospective teachers planned STEM activities to impart the goals they selected from the elementary mathematics curriculum and presented the activities planned in the classroom. The STEM activities they presented were discussed in the classroom, and they were encouraged to improve their activities and activity plans based on the feedback received.

Non-STEM educated prospective teachers consisted of 12 primary school prospective teachers who attended the Science Teaching course conducted by the first author for the same period of 14 weeks, two hours per week. In this course, teaching methods for science education were provided to primary school prospective teachers. In this study, prospective teachers which had received very limited STEM education were named as non-STEM educated prospective teachers, while the prospective teachers which had received STEM education were named as STEM educated prospective teachers.

### ***Data Collection***

A data collection instrument covering sections on demographic information, beliefs regarding the nature of knowledge, and views and suggestions on STEM education was used to collect data.

The demographic information section included three questions regarding the gender, the teacher training program they are currently enrolled in, and receiving STEM education.

To determine the epistemological beliefs, a data collection tool developed by Güven (2013) was conducted. In his master's thesis, Güven (2013) developed a data collection tool comprising five dimensions based on Schommer's (1990) theoretical propositions regarding the nature of knowledge, including its source, structure, and certainty, as well as learning speed and learning ability dimensions regarding the nature of learning. To ensure the validity of the instrument, opinions from experts in the fields of science education and qualitative research methods were obtained regarding the content, language, and appropriateness of the instrument. Subsequently, a pilot study was conducted with two volunteer prospective primary school teachers. Following expert opinions and the pilot study, one question for each dimension of Schommer's (1990) epistemological beliefs was included, resulting in a total of five questions. Since this study was focused on the prospective teachers' epistemological beliefs regarding the nature of knowledge, three open-ended questions related to the source, structure, and certainty of knowledge were asked.

To evaluate the responses of prospective teachers to open-ended questions, a rubric developed by Güven (2013) was taken into consideration. This rubric categorized responses into three groups based on the structure of knowledge: 1) Naive (responses indicating simplicity of knowledge); 2) Moderate (responses indicating some knowledge as simple and some as complex); and 3) Sophisticated (responses indicating complexity of knowledge). Additionally, responses were categorized based on the source of

knowledge into: 1) Naive (responses indicating experts, books, or the internet as sources of knowledge,); 2) Moderate (responses indicating that the source of knowledge could vary depending on the situation, sometimes relying on reason and other times on other sources); and 3) Sophisticated (responses indicating reason as the source of knowledge). Lastly, responses were categorized based on the certainty of knowledge into: 1) Naive (responses indicating that knowledge does not change, is absolute, and certain); 2) Moderate (responses indicating that some knowledge does not change while others can); and 3) Sophisticated (responses indicating that knowledge can change and is not certain).

To determine the views and recommendations of prospective teachers regarding STEM education, a semi-structured interview form consisting of ten open-ended questions, whose final form was obtained after consulting experts in the field of STEM following a comprehensive literature review by Yıldırım and Türk (2018), was conducted. The three key questions addressing the research questions of interest in this study were: "What are your views on STEM education?", "Would you like to incorporate STEM practices into your classroom when you become a teacher?", and "In your opinion, what are the key factors to ensure the effectiveness of STEM practices?" Permission was obtained from the authors of the data collection instruments conducted in the study. At the end of the semester, data were collected by the first author through face-to-face administration of the data collection instruments.

### ***Data Analysis***

The collected qualitative data underwent content analysis using an inductive approach (Creswell, 2014). In a two-stage content analysis, initially, NVivo 11 was utilized for in vivo and open coding (Creswell, 2013), followed by axial coding (Gürbüz & Şahin, 2018). During the open coding, meaningful units within the data were identified to create codes, and then, through axial coding, similar and related codes were grouped together to form themes, thus making the bulk of data more comprehensible (Kvale, 1996). The relationships between the obtained codes and themes were visualized using NVivo maps (Miles & Huberman, 1994). In interpreting the obtained data, NVivo maps displayed the frequency or percentage of codes, with the aim of allowing for comparison and enabling quality interpretations (Yıldırım & Şimşek, 2016), but not being to generalize or determine the direction of the finding (Creswell, 2013). Consequently, the findings were interpreted through a holistic approach by establishing intra- and inter-theme relationships and relating them to beliefs about the nature of knowledge (Creswell, 2013), leading to inferences (Teddlie & Tashakkori, 2009). Moreover, scientific ethical principles were meticulously adhered to throughout all stages of the study.

### ***Validity and Reliability***

Lincoln and Guba (1985) suggest some measures to convince the reader of the significance of the findings in qualitative studies (as cited in Teddlie & Tashakkori, 2009). Accordingly, in this study, every stage of the research has been presented as openly as possible for transferability. For credibility, expert opinions were sought in the design of the study, development of data collection instruments, data analysis, and interpretation stages. Moreover, participant and researcher diversification were achieved by including two researchers with different levels of belief about the nature of knowledge, as well as expertise in STEM education, epistemological beliefs of prospective teachers, qualitative research methods, and teacher education fields. Finally, the positions of the researchers conducting the study were disclosed under the relevant heading. For confirmability, the appropriateness of the data collection process and analyses, whether the findings represent the data, and whether the inferences are based on research findings were discussed with experienced researchers in STEM education, epistemological beliefs, teacher education, and qualitative data analysis. These discussions with other researchers enabled the researchers to recognize their biases and thus refine the findings and interpretations (Teddlie & Tashakkori, 2009). Additionally, direct quotations from participants were provided in presenting the findings, and consistency was supported by making connections within and between themes in interpreting the findings.

### ***Researchers' Role***

The first author, who has studies in STEM and science education fields, conducted the study and collected data from prospective teachers for the elective courses titled "Teaching Science in Primary Education" and "Mathematics in Science Education" that they taught concurrently. The participants were grouped based on their beliefs about the nature of knowledge. Additionally, the first author, who

formed the theoretical framework of the study, also discussed the findings within the relevant literature framework. The second author, who has experience in teacher education, qualitative research, and qualitative data analysis in addition to studies in science and STEM education, undertook responsibilities related to the methodology of the research, data analysis, and writing up the findings.

### Findings

In the presentation of the research findings, a deductive approach was followed. Accordingly, first, the categories derived from both study groups and the main themes were visualized, subsequently, comparatively interpreted in relation to beliefs about the nature of knowledge. Due to providing a richer data source, interpretations of prospective teachers' views on STEM education were limited to beliefs about the structure of knowledge. To facilitate the correlation of the findings on STEM education with beliefs about the structure of knowledge, in direct quotations, alongside the participant number, if the belief about the structure of knowledge was sophisticated, it was denoted as S, if moderate, as M, and if naive as N. For example, M1-S indicates the first mathematics prospective teacher with a sophisticated structure of knowledge.

The findings regarding prospective teachers' beliefs about the structure, source, and certainty of knowledge are presented in Table 1. In Table 1, the participant numbers with “S” represent prospective primary school, while those with “M” represent prospective elementary mathematics teacher.

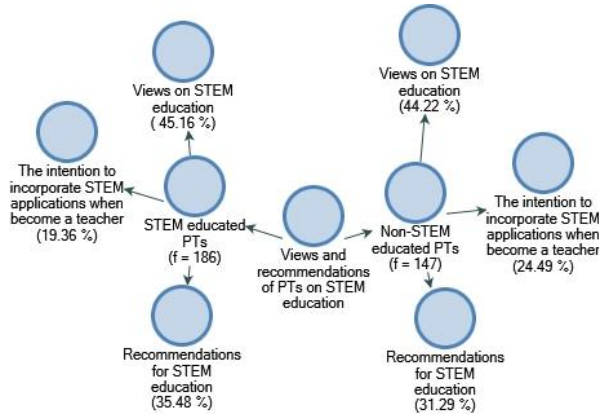
**Table 1.** Findings regarding prospective teachers' beliefs about the nature of knowledge

Participant number	Beliefs about the nature of knowledge		
	Structure of knowledge	Source of knowledge	Certainty of knowledge
S1	Sophisticated	Sophisticated	Moderate
S2	Sophisticated	Moderate	Sophisticated
S3	Moderate	Naive	Sophisticated
S4	Naive	Sophisticated	Sophisticated
S5	Moderate	Moderate	Sophisticated
S6	Moderate	Sophisticated	Sophisticated
S7	Sophisticated	Moderate	Sophisticated
S8	Moderate	Moderate	Sophisticated
S9	Moderate	Sophisticated	Sophisticated
S10	Moderate	Sophisticated	Sophisticated
S11	Moderate	Moderate	Sophisticated
S12	Moderate	Moderate	Sophisticated
M1	Sophisticated	Moderate	Sophisticated
M2	Moderate	Moderate	Sophisticated
M3	Sophisticated	Naive	Sophisticated
M4	Sophisticated	Sophisticated	Sophisticated
M5	Sophisticated	Moderate	Moderate
M6	Sophisticated	Moderate	Sophisticated
M7	Naive	Naive	Sophisticated
M8	Naive	Sophisticated	Moderate
M9	Moderate	Sophisticated	Sophisticated
M10	Moderate	Sophisticated	Sophisticated
M11	Sophisticated	Moderate	Sophisticated
M12	Sophisticated	Moderate	Sophisticated

In Table 1; it is observed that, in terms of the structure of knowledge, 33.33% of prospective primary school teachers, 41.67% in terms of the source of knowledge, and 91.67% in terms of the certainty of knowledge have sophisticated epistemological beliefs. On the other side, 58.33% of prospective elementary mathematics teachers in terms of the structure of knowledge, 33.33% in terms of the source of knowledge, and 83.33% in terms of the certainty of knowledge have sophisticated

epistemological beliefs. While S4, M7, and M8 have naive epistemological beliefs in terms of the structure of knowledge, S3, M3, and M7 have naive epistemological beliefs in terms of the source of knowledge, and S1, M5, and M8 have moderate epistemological beliefs in terms of the certainty of knowledge.

The overall view of the findings regarding the opinions and recommendations of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers is presented in Figure 1.

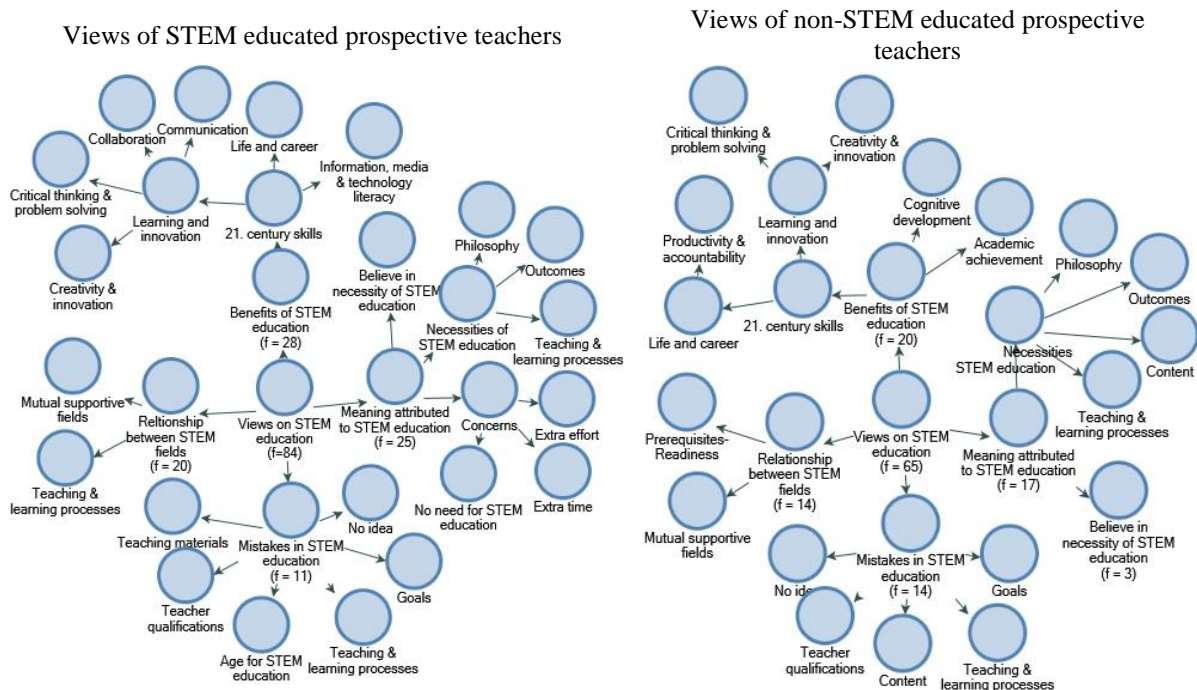


**Figure 1.** Overall view of the findings regarding the opinions and recommendations of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers

The findings in Figure 1 indicate that the 186 codes derived from the views of STEM educated prospective teachers through open coding, and the 147 codes obtained from the views of non-STEM educated prospective teachers, were categorized into three main themes parallel to the research questions following axial coding: Views on STEM education, intention to incorporate STEM practices when they become teachers, and recommendations regarding STEM education.

**Findings related to Prospective Teachers' Views on STEM Education**

The findings obtained from STEM educated and non-STEM educated prospective teachers' views on STEM education are presented in Figure 2 and interpreted in relation to their beliefs about the nature of knowledge.



**Figure 2.** Views of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers on STEM education

Findings in Figure 2 shows that the views of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers are grouped under four parallel themes, with STEM educated prospective teachers expressing more views in all themes except for the theme of mistakes in STEM education.

In the theme of the meaning attributed to STEM education, it is evident that STEM educated prospective teachers particularly perceive STEM education is necessary in today's conditions and especially within the Turkish education system. Regarding the rationale for the necessity of STEM education, they provide rationales clustered around its philosophy, outcomes, and teaching and learning processes. They perceive STEM education as necessary in terms of its supportive philosophy of scientific and applied education, its provision of 21st-century skills and critical thinking abilities, its facilitation of learning, and its permanence in learning and teaching processes. Under this theme, the rationales provided by participants such as M9-M, "I definitely think it needs to be learned. Without integrating it into other disciplines, mathematics, science, technology, and engineering no longer make much sense," M12-S, "I think it should be implemented more in our country [Türkiye]," M4-S, "Development-oriented education is what is needed in the 21st-century," and M6-S, "Through STEM education... individuals with 21st-century skills are being raised," as well as M10-M's rationale, "It makes learning permanent, enables the use of learned information in a chain like manner," have been noteworthy.

It has been observed that many prospective teachers who think STEM education as necessary and provide rationales for its necessity hold sophisticated beliefs regarding the nature of knowledge. However, in the theme of concerns, some STEM educated prospective teachers express reservations. For example, M1-S mentions that from the teacher's perspective, STEM education "requires extra time and effort," which may lead to STEM education not being carried out in a manner consistent with its purpose. Additionally, M2-M expresses concerns from the student's perspective, stating that "a lack of knowledge in one area may negatively affect learning in other areas," and highlights drawbacks such as the risk of disrupting the connections between STEM fields and removing opportunities for students to establish connections themselves. Due to these reasons, they express reservations about STEM education. In fact, M2-M states that "the student should establish the connection between STEM fields" and therefore expresses opposition to STEM education.

Although fewer in number, the views of non-STEM educated prospective teachers regarding the meaning attributed to STEM education are grouped under parallel themes with the views of STEM educated peers. The rationales of non-STEM educated prospective teachers for the necessity of STEM education are categorized into four categories. One group of non-STEM educated prospective teachers considers STEM education necessary due to its philosophy, citing reasons such as its reliance on research and inquiry, support for hands-on learning, and alignment with a constructivist approach. Some emphasize its outcomes, such as supporting meaningful learning and fostering productive and innovative individuals, while others highlight its interdisciplinary or complementary content structure. Additionally, some emphasize the necessity of delivering education in all four different areas that constitute STEM, requiring the use of both in-school and out-of-school learning environments, enabling students to engage in interdisciplinary studies and utilize technology in teaching and learning processes. In this category, the views of prospective teachers such as S7-S, "STEM education is great; students see everything by doing and experiencing, leading to more meaningful learning," S9-M, "I think it is a system more suitable for a constructivist approach," and S6-M, "STEM education is based on research and inquiry," have been noteworthy.

It is noteworthy that many non-STEM educated prospective teachers have moderate beliefs regarding the nature of knowledge. However, S12-M believes that STEM education is "exaggerated" in Türkiye, while K5-N perceives it as an education that occurs in "certain places, certain schools."

When examining the theme of the outcomes of STEM education, it is observed that STEM educated prospective teachers believe that STEM education can lead to the acquisition of 21st-century skills grouped into categories such as knowledge, media and technology literacy, life and career skills, and learning and innovation skills. Focusing on learning and innovation skills among 21st-century skills, STEM educated prospective teachers believe that STEM education can impart not only creative thinking, communication, and collaboration skills but also primarily critical thinking and problem-



solving skills. In this category, views such as those of M5-S, "STEM education contributes to the development of children's three-dimensional thinking and the ability to work in teams by applying theoretical knowledge practically," and M9-M, "STEM education develops children's critical thinking, scientific thinking, technology literacy, integration of different disciplines, collaborative work, creativity, communication, productivity, responsibility, entrepreneurship, and self-direction skills" stand out. STEM educated prospective teachers, the majority of whom have sophisticated beliefs regarding the nature of knowledge, have stated that STEM education can impart skills such as scientific and critical thinking, the ability to establish relationships between different disciplines, inquiry, and problem-solving skills in the category of critical thinking and problem-solving skills. Regarding the ability to establish relationships between different disciplines, the views of prospective teachers with varying levels of beliefs regarding the nature of knowledge, such as M2-S's "It helps children establish connections between topics," M9-M's "... enables the integration of different disciplines," and M7-N's "brings together different fields of science at a shared template," indicate differences in beliefs regarding the nature of knowledge and perspectives on the outcomes of STEM education.

On the other hand, some non-STEM educated prospective teachers perceive STEM education as supportive of cognitive development and academic achievement in STEM-related subjects such as science and mathematics. While much of this group, whose beliefs regarding the nature of knowledge are mostly moderate, believe that STEM education can impart 21st-century skills, some others think that STEM education can impart skills related to life and career skills, specifically productivity. Only S3-M believes that STEM education can impart productivity in life and career skills, while others predominantly believe that critical thinking and problem-solving skills, along with creativity and innovation skills, can be acquired in the theme of learning and innovation skills. In this category, views such as those of S9-M, "STEM education improves children's efficiency in subjects like mathematics and science," S12-M, "STEM education promotes intelligence, thought, creativity, active participation, and development in these areas," S5-M, "STEM education enhances children's problem-solving, creative thinking, and design skills," and S6-M, "STEM education instills in children the ability to be researchers, innovators, and solve problems on their own," form the main source of findings.

While the perspectives of both groups of prospective teachers on the benefits of STEM education are primarily focused on 21st-century skills, it is observed that STEM educated prospective teachers with sophisticated beliefs of structure of knowledge tend to emphasize a greater diversity of 21st-century skills. Conversely, the views of non-STEM educated prospective teachers' moderate beliefs of structure of knowledge tend to be limited to a lesser number/types of skills.

Upon examining the views of prospective teachers on the relationship between STEM fields, it is evident that opinions emphasizing the mutual supportiveness of STEM fields are prominent. Many of STEM educated prospective teachers stating mutual supportiveness of STEM fields have sophisticated belief of structure of knowledge, whereas those without STEM education tend to exhibit a moderate belief of structure of knowledge. STEM educated prospective teachers highlight the interconnectedness and mutual supportiveness among different STEM fields, despite their distinctiveness. Noteworthy perspectives in this regard include the statement by M11-S: "These disciplines are not independent; they influence each other and form a whole," M10-M's assertion that "Science uses mathematics, technology supports engineering. In fact, there is an inseparable connection between them," and M5-S's statement is that "One's development plays a role in the other." Furthermore, the beliefs of prospective teachers regarding the structure of knowledge influence how they define the relationship between STEM fields. Those have sophisticated belief of structure of knowledge tend to define this relationship as mutual influence, mutual support, and co-creation, while those have moderate beliefs tend to describe it as a one-way relationship, such as stating that science supports mathematics or technology supports engineering. Conversely, those have naive beliefs do not provide any specific description of the relationship between STEM fields. Moreover, the view expressed by M1-S, stating that "In most cases, [STEM] helps to explain each other, making it easier to understand," goes beyond merely defining the four fields as related; it suggests that their interconnectedness has positive implications for teaching and learning processes, facilitating the teaching/learning of one field through another. Although less frequent among non-STEM educated prospective teachers, some still recognize that STEM fields are related to each other and complementary. For instance, S2-S describes the relationship between STEM fields just

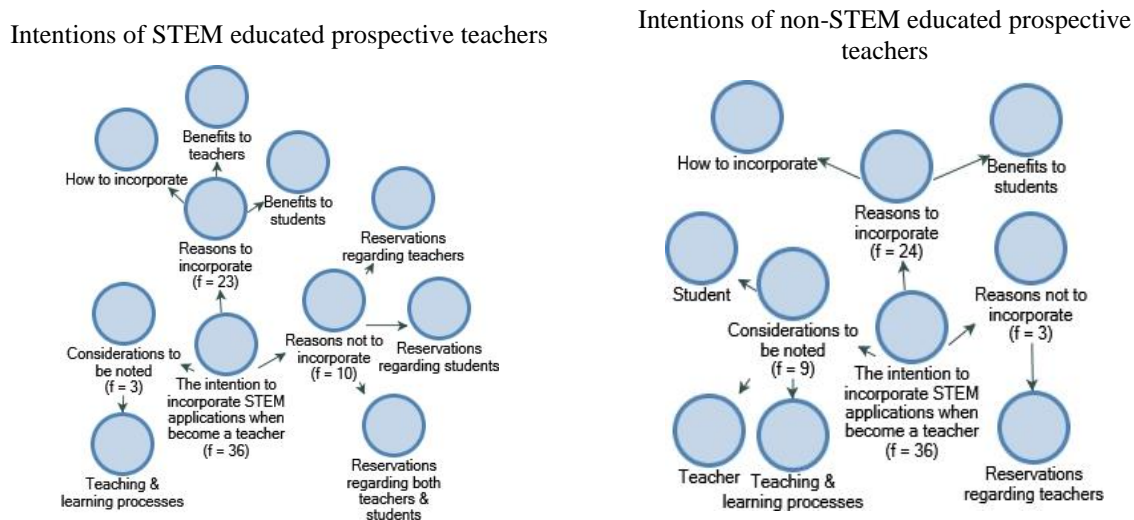
like colors that together create a beautiful picture, while S4-N emphasizes Mathematics as the common denominator. In contrast to their STEM educated peers, non-STEM educated prospective teachers underscore the prerequisites of STEM education. For example, S10-M suggests that STEM education requires a creative intellect, implying that it can only occur under certain conditions.

Some of prospective teachers' views on STEM education focuses on the mistakes made in STEM education. The opinions of both groups regarding the mistakes in STEM education are categorized into common three theme: goals, teaching and learning processes, and teacher qualifications. Additionally, there are additional opinions from STEM educated prospective teachers regarding the starting age for STEM education and teaching materials. STEM educated prospective teachers state the misunderstanding of STEM philosophy, viewing STEM more as a teaching technique than an approach. For example, M6-S pointed out the misunderstanding of STEM philosophy by stating, "STEM is seen more as an instructional technique." Regarding teaching and learning processes in STEM education, STEM educated prospective teachers consider the lack of uniformity in teaching each field and the failure to make connections to daily life as fundamental mistakes. For instance, M2-M mentioned that integrating the four fields detracts from the discipline focused on, while M3-S stated that there is a lack of integration of science and math topics with real-life scenarios, and M4-S noted that mathematics and science education is only provided at a theoretical level, neglecting technology and engineering. In the category of teaching materials, STEM educated prospective teachers see the lack of adequate economic support as a mistake because it hinders the procurement of necessary teaching materials for STEM education. Additionally, in the category of teacher qualifications, they stated that one of the fundamental mistakes in STEM education is teachers with no STEM education. For example, M10-M emphasized the importance of STEM education being understood, practiced, and embraced by teachers, indicating that STEM education should be delivered by teachers having qualifications for STEM education. Regarding the starting age for STEM education, STEM educated prospective teachers consider not initiating STEM education at an early age and not continuing it at an appropriate level at every age as fundamental mistake. For instance, M9-M criticized the lack of emphasis on STEM education at the primary and preschool levels, while P11-S highlighted the absence of STEM education at every grade as a fundamental mistake.

On the other hand, the views of non-STEM educated prospective teachers regarding the mistakes in STEM education are more limited compared to their STEM educated peers. These views are primarily grouped into categories of goals, teaching and learning processes, teacher qualifications, and content. Some non-STEM educated prospective teachers mentioned in the goals category that the philosophy of STEM education is not understood. For example, S5-M stated that "the purpose is not understood," S11-M expressed that there is a lack of importance given to STEM, and S8-S indicated that STEM education is equated solely with conducting activities, which are fundamental mistakes regarding the goals of STEM. In parallel, they perceive the unequal emphasis on STEM fields and the highlighting of certain fields more than others as concerns related to the content. For instance, according to S3-M, "focusing more on technology" is a fundamental issue with the content of STEM education. Non-STEM educated prospective teachers also consider delivering STEM education at a theoretical level without making connections with daily life or other fields as fundamental mistakes in teaching and learning processes. For example, S1-S mentioned that providing STEM education "solely in a theoretical manner," and S19-M highlighted the lack of connection to daily life as fundamental mistakes. Regarding teacher qualifications, not having teachers who have received STEM education is also considered one of the fundamental concerns. For example, according to S4-N, "not giving STEM education to teachers" is a fundamental mistake in STEM education in Türkiye.

### ***Findings regarding the Intentions of Prospective Teachers to Integrate STEM Practices in Their Future Classrooms***

The opinions of prospective teachers, both those who have received STEM education and those who have not, regarding their intentions to incorporate STEM practices in their classrooms are presented in Figure 3.



**Figure 3.** Findings regarding STEM educated and non-STEM educated prospective teachers' intentions to integrate STEM practices in their future classrooms

When examining the findings in Figure 3, it can be observed that the opinions of both groups of prospective teachers regarding their intentions to incorporate STEM practices in their classrooms are grouped into three parallel themes, but there is a significant divergence in the content of these themes.

In the theme of reasons for incorporating STEM practices, it is evident that STEM educated prospective teachers express a higher intention to integrate STEM education into their teaching practices when they become teachers. Without distinction in their beliefs about the structure of knowledge, STEM educated prospective teachers indicate that they will incorporate STEM practices into their classes when they become teachers. For instance, M2-M expresses the intention to include "STEM practices in their classes" when she/he becomes teacher because she/he believes that with STEM education, it is "easier to understand the subject in different ways" for students. Regarding beliefs about the structure of knowledge, sophisticated and moderate, prospective teachers intent to integrate STEM practices in the future and foster active learning-based, and technology-supported STEM education. They emphasize the need for qualified teachers who have received STEM education, as well as the cornerstones of STEM philosophy. In contrast, the naive prospective teachers indicate that they consider incorporating STEM education for indirect purposes such as attracting students' attention. STEM educated prospective teachers believe that STEM education enhances students' focus and participation in class, making it easier for students to understand the content. For example, while M5-S states, "I think it will encourage students to participate more in class and focus," M7-N mentions considering implementing STEM practices as a teacher to "capture students' attention." However, some prospective teachers who have received STEM education express their intention to incorporate STEM practices when they become teachers but view the challenges of preparing STEM activities and the requirement for additional training and experience as drawbacks. M10-M's statement, "... preparing activities or even imagining activities is challenging. That's why I will first improve myself, then implement them with students," summarizes the situation. Similarly, M1-S expresses the view that "I would like to include STEM practices when I become a teacher, but it's not easy; the teacher needs to have received STEM and its education." When examining the views constituting the theme of how to use STEM practices, it is observed that STEM educated prospective teachers intend to take an interdisciplinary approach by addressing different areas together, supporting students' active participation, and using technology-supported instructional materials such as interactive boards, web tools, and modeling. M8-N states, "Blending the four main areas," while M11-S mentions, "Encouraging my students to actively participate in activities in the classroom" by providing real life examples of their intentions to incorporate STEM practices in their classrooms. Furthermore, in the category of considerations to be considered, some prospective teachers who intend to incorporate STEM practices when they become teachers indicate that they will focus on guiding students correctly, enabling students to access knowledge themselves, and supporting active participation, providing clues as to how they will conduct the teaching and learning process. For example, while M10-M states, "I pay attention to enabling the

student to find their own correct path when guiding the student," they emphasize both active participation and enabling the student to construct knowledge themselves.

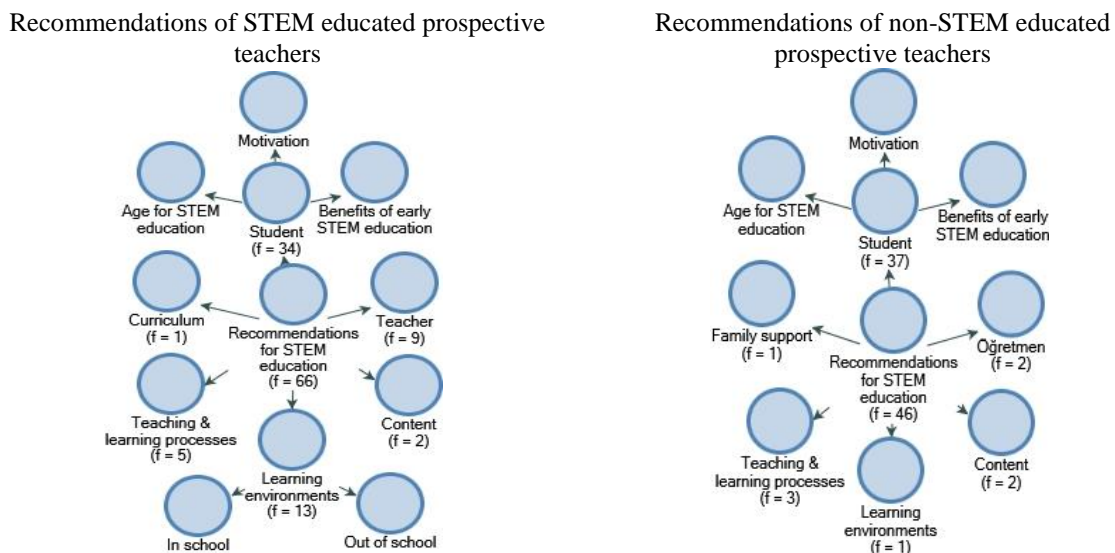
However, despite having received STEM education, some prospective teachers have reservations about incorporating STEM practices into their classes when they become teachers, from the perspectives of both students and teachers. In the teacher category, some prospective teachers express concerns about their ability to provide education in four different areas, the possibility of teachers having educational deficiencies, and the challenges of implementing activities in crowded classrooms. For instance, M9-M expresses concern about facing difficulties in implementing activities in crowded classrooms, indicating that they may not incorporate STEM practices when they become teachers. Similarly, M4-S mentions that the main reason for not providing STEM education in the future is the belief that "STEM education should not only be provided by a mathematics teacher. It should be provided by mathematics and science teachers, computer and engineering educators together." In the category of concerns related to both students and teachers, some STEM educated prospective teachers believe that factors such as not every subject being suitable for STEM, STEM topics not appealing to every student, inadequate technological equipment in learning environments, or classroom activities taking up too much time may increase the risk of not incorporating STEM practices when they become teachers. For example, for M5-S, the reason for not incorporating STEM practices in the future is "the inadequacy of technological devices in the classroom," while for M1-S, possible reasons include "STEM activities taking up too much time" and "creating confusion for both students and teachers due to the lack of a familiar system."

STEM education is also found to generate parallel themes among non-STEM educated prospective teachers regarding their intentions to incorporate STEM practices into their classrooms when they become teachers, though some differences in the content of these themes compared to their STEM-educated peers. In terms of beliefs about the structure of knowledge, many non-STEM educated prospective teachers, mostly moderate beliefs of structure of knowledge, have indicated their intention to incorporate STEM practices into their classrooms when they become teachers, while others have not yet made a decision or expressed no opinion on the matter. It is observed that prospective teachers who express their ability to incorporate STEM practices in the future provide more general responses compared to their STEM-educated peers. For example, S2-S states, "I organize activities, conduct studies," S7-S mentions, "I conduct experiments with students," S9-M says, "experiments would be from daily life," and S11-M states, "I can incorporate STEM practices, but not in too much detail." Some prospective teachers who indicate their intention to incorporate STEM practices in the future have emphasized the necessity for teachers to receive education in STEM. For instance, S3-M states, "I can incorporate STEM practices in my classroom after obtaining more information and learning about STEM education," while S10-M says, "I will thoroughly search STEM, learn about the implementation stages, and then implement them." While S8-M responds with "I don't know" regarding whether they will incorporate STEM practices in their classrooms when they become teachers, S1-S responds, "I think it's too early to think about it." The main reason why prospective teachers like S1-S believe it is too early to answer this question is probably because they have not yet received STEM education. It is observed that the reasons for prospective teachers in this group not intending to incorporate STEM practices into their classrooms when they become teachers are limited to concerns related only to teachers, unlike their STEM-educated peers. When examining their concerns related to teachers, it is understood that they are undecided about incorporating STEM practices into their classrooms due to not having received the necessary education. For example, S3-M states, "I'm undecided because I don't think I have enough education," while S8-M says, "I don't think I'm qualified enough to implement STEM practices." It can be said that this finding is closely related to the finding that a significant portion of prospective teachers would be able to incorporate STEM practices into their classrooms if they receive the necessary pre-service education. Both findings indicate the importance of prospective teachers receiving qualified STEM education before making decisions to incorporate STEM practices into their classrooms in the future. Additionally, the fact that STEM-educated peers express concerns not only about teachers receiving education but also about concerns related to the teaching of STEM indicates a difference in perspective created by STEM education.

Lastly, in the category of considerations to be noted, the views of non-STEM educated prospective teachers indicating their intention to incorporate STEM practices into their classrooms when they become teachers, are categorized into student, teacher, and teaching and learning process. Regarding students, prospective teachers have mentioned that they will pay attention to students' readiness and affective characteristics. For example, S7-S states that they will consider whether the student "likes STEM" or not, while S1-S mentions that they will emphasize "ability." On the other hand, in the teacher category, prospective teachers have emphasized the importance of the teacher's attitude towards STEM. S1-S mentions that for STEM practices, the teacher's "care" is important. In terms of teaching and learning processes, they have mentioned that they will focus on encouraging students' active participation and collaboration. For instance, S5-M states that they will emphasize "collaboration," while K15-M mentions that they will prioritize activities that promote "production, thinking, and research."

### *Findings regarding Recommendations on STEM Education from Prospective Teachers*

The findings regarding recommendations on STEM education from STEM educated and non-STEM educated prospective teachers are presented in Figure 4.



**Figure 4.** Recommendations on STEM education from prospective teachers who have received STEM education and those who haven't.

In Figure 4, it can be observed that both groups of prospective teachers have recommendations regarding STEM education, which are categorized into the common themes of student, teacher, content, learning environments, teaching and learning processes. Additionally, there are additional recommendations grouped under the themes of curriculum for STEM educated prospective teachers and family support for non-STEM educated ones.

STEM educated prospective teachers have provided recommendations in the student theme related to appropriate ages for STEM education, benefits of early STEM education, and motivation categories. In the category of appropriate ages for STEM education, a significant portion of prospective teachers in this group recommend starting STEM education as early as possible, either in preschool or primary school. Some prospective teachers suggest that STEM education should be provided in the secondary or even high schools, while others believe that it can be provided at any age. Regarding the age for STEM education, one participant expresses their view by referring to the proverb "Ağaç yaşken eğilir" in Turkish (as the twig is bent, so grows the tree), suggesting that establishing the foundation early can lead to better thinking in later years. Another participant emphasizes the importance of early STEM education by stating that abstract concepts are difficult for children to understand at an early age, and STEM education can make these concepts more tangible. Conversely, a participant who believes that STEM education should be provided at higher education argues that preschool and primary

education should provide basic education and that providing STEM education before literacy holds no meaning.

The reasons why prospective teachers in this group, the majority of whom possess sophisticated beliefs, advocate for early provision of STEM education is grouped under the sub-theme of benefits of early STEM education, categorized into child understanding and guidance, readiness, benefits to the child, and its effects on teaching and learning processes. Under the category of child understanding and guidance, STEM educated prospective teachers emphasize the role of early STEM education in identifying children's developmental characteristics and guiding them accordingly. For example, participant M5-S suggests that early STEM education can "facilitate directing children towards their areas of interest." In terms of achievements, prospective teachers suggest that early STEM education enables students to experience interdisciplinary transitions at an early age, thus enhancing their holistic and divergent thinking skills. In connection with readiness, they highlight the importance of early STEM education in laying the foundation for STEM education at higher levels. For instance, M5-S states, "Children should be gradually introduced to the system from primary school so that they can benefit more from STEM education later on," while M10-M expresses the view that "STEM fosters integrative thinking. Therefore, it is more beneficial for it to start at preschool level." In the category of teaching and learning processes, prospective teachers highlight the positive effects of early STEM education in attracting children's interests and providing concrete learning opportunities. Regarding motivation, participants stress the importance of students' interest in STEM, with M11-S stating that "the willingness of the student is one of the key factors that will make STEM implementations productive," emphasizing the importance of encouraging students to participate in STEM education for its success.

STEM educated prospective teachers have recommended that the content of STEM education should mainly be mathematics. For instance, participant M2-M suggests that the effectiveness of STEM applications depends on "giving emphasis to the main subject (Mathematics)," while participant M3-S states, "Mathematics is the mother of everything, everything in STEM is built upon it," suggesting that the content of STEM education could predominantly emphasize mathematics. However, it is worth noting that this suggestion might be influenced by the fact that the prospective teachers making these recommendations are students attending mathematics education program.

Furthermore, prospective teachers who have received STEM education believe that a good STEM education can be achieved through the appropriate use of learning environments both inside and outside of school. For a quality STEM education, participant M11-S recommends that schools should have "sufficient learning environments such as classrooms and laboratories," participant M8-N suggests "well-equipped classrooms," and participant M4-S proposes "... a well-equipped STEM laboratory." Additionally, participant M10-M highlights the necessity of "tools and equipment for students to develop themselves and implement their ideas" in these classrooms, while participant M9-M emphasizes the need for "technological devices." Moreover, regarding successful STEM education, they have also provided recommendations for out-of-school learning environments. In this context, participant M4-S suggests that "there should be science museums near schools," while participant M4-S proposes that "Schools should be located close to engineering faculties," suggesting that out-of-school environments should also be utilized to support STEM education.

In the teaching and learning processes theme, STEM educated prospective teachers have provided recommendations focusing on the integration of STEM fields, supporting effective learning, and allocating sufficient time for STEM education. Regarding teaching and learning processes, participant M6-S suggests that "STEM disciplines need to be properly integrated," participant M11-S states, "Students need to be guided to discover the truth themselves," participant M4-S proposes that "STEM education should not be delivered by a single mathematics teacher. It should be delivered by mathematics and science teachers, along with computer and engineering educators," and participant M12-S emphasizes that "an efficient STEM education depends on allocating sufficient time." It is believed that the inclination of prospective teachers who have received STEM education, such as participant M12-S, to believe that sufficient time should be allocated for STEM education is associated with their views on the philosophy of STEM, which emphasizes practical application and active student participation.

In the teacher theme, STEM educated prospective teachers have pointed out that a good STEM education is associated with the number and quality of teachers, and accordingly, they recommend that STEM education should be delivered by teachers who have received STEM education. For example, M8-N suggests that for a good STEM education, there should be "a sufficient number of teachers," M6-S believes that "Teachers need to be sufficiently informed in the fields of science, mathematics, engineering, and technology," M9-M thinks that "The teacher needs to have teaching knowledge on top of sufficient subject knowledge, and most importantly, they need to know how to integrate the subjects." In this theme, it can be observed that participant P8-N, who is at the naive beliefs of knowledge of structure, focuses on the number of teachers, while participant P9-M, having moderate beliefs focuses on the quality of teachers. This indicates that the beliefs of prospective teachers regarding the structure of knowledge and their perspectives on STEM education are closely related and warrant further investigation.

In contrast to their non-STEM educated peers, STEM educated prospective teachers have also made recommendations regarding the curriculum theme. Some prospective teachers believe that a successful STEM education depends on adjustments made to the curriculum, suggesting that curriculum revisions should be made to support STEM education. For example, participant M12-S proposes that "the effectiveness of STEM implementations depends on necessary adjustments made in the curricula," indicating the need for curriculum modifications.

Furthermore, prospective teachers who believe that the quality of teachers is closely related to successful STEM education have provided recommendations regarding the teacher theme. Despite having different profiles in terms of structure of knowledge, most STEM educated prospective teachers believe that teachers delivering STEM education should have subject knowledge and professional qualifications related to STEM fields. Participant M9-M summarizes these views under this theme by stating, "The teacher needs to have teaching knowledge on top of sufficient subject knowledge, and most importantly, they need to know how to integrate the subjects." While the majority believe that STEM education should be delivered by a teacher who has received education in STEM fields and can integrate them into their teaching, participant M4-S with sophisticated beliefs of structure of knowledge, emphasizes the importance of collaboration among teachers specializing in each STEM field, stating that "STEM education should not be delivered by a single mathematics teacher. It should be delivered by mathematics and science teachers, along with computer and engineering educators."

On the other hand, it is observed that the recommendations of non-STEM educated prospective teachers, although fewer in number compared to STEM educated peers, are grouped under parallel themes, with an additional emphasis on family support. In the student theme, where prospective teachers in this group have expressed the most views, they have provided recommendations like their peers who have received STEM education regarding suitable age for STEM education, benefits of early STEM education, and motivation categories. While S4-N suggests that STEM education can be provided "at any age," S11-M and S1-S propose that it can be provided "after primary school." However, non-STEM educated prospective teachers predominantly suggest that STEM education should start at an early age. S2-S states, "the earlier, the better," while S6-M expresses the view that "STEM education... starting at a young age makes children more curious." Non-STEM educated prospective teachers, most of whom have the moderate beliefs of knowledge of structure, also provide reasons for early STEM education, which are grouped under the categories of child understanding and guidance, readiness, outcomes it provides to the child, and teaching and learning processes. In the category of child understanding and guidance, it is highlighted that early STEM education can enable the early detection of a child's potential abilities. According to S8-M, early STEM education allows the child to "reach their potential if they have any from birth." Under the outcomes category, they emphasize that early STEM education can enhance students' inquiry and critical thinking skills, with the long-lasting learning contributing more to their future lives. For example, S12-M states, "Early STEM education is important for thinking differently and inquiring" while S7-S mentions, "What they learn at an early age... becomes more lasting." S8-M expresses the view that "Children learn more easily than adults. Getting this education at a young age will positively affect them in the future."

In the content theme, non-STEM educated prospective teachers have suggested that STEM education content should not be limited to STEM fields but can be integrated with different fields or led

by technology within STEM. S2-S, who disagrees with limiting STEM education to STEM fields, suggests that "different disciplines can be brought together," while S4-N proposes that "we should take technology as the main concept and expand the others within it, as in T-STEM."

In the teaching and learning processes theme, where fewer recommendations were provided compared to STEM educated prospective teachers, some non-STEM educated prospective teachers emphasize the importance of well-structured and implemented teaching and learning processes and ensuring teacher-student interaction. In the learning environments theme, they suggest providing technology support in learning environments.

Some non-STEM educated prospective teachers also consider teacher quality as part of a quality STEM education. In the teacher theme, S9-M, who believes that the effectiveness of STEM education depends on "how involved teachers are in the process," suggests that teachers need to be well-trained in STEM subjects. Additionally, S9-M, who sees "how involved teachers are in the process" as the key to STEM education, suggests that "teachers should take an active role."

In contrast to all other prospective teachers, in the family support theme, S2-S emphasizes the importance of family support for successful STEM education, suggesting that "parents should support teachers."

### **Discussion, Conclusion and Recommendations**

When the views of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers regarding STEM education were examined, it was observed that STEM educated prospective teachers had deeper and broader perspectives compared to their non-STEM educated peers. While both groups held parallel views, those without STEM education tended to have more limited perspectives. Their views on STEM education were analyzed under four parallel themes: The meaning attributed to STEM education, the benefits of STEM education, the relationship between STEM fields, and mistakes in STEM education. It was found that STEM educated prospective teachers expressed more views in all themes except mistakes in STEM education. These findings support previous research (Adebusuyi et al., 2022; Çorlu, 2012; Shahali et al., 2015) suggesting that individuals' views on STEM, especially those of prospective teachers with STEM education, are more comprehensive, aligning with previous findings indicating that STEM education enhances individuals' STEM knowledge.

When the views of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers were examined regarding with their epistemological beliefs about the nature of knowledge, it was observed that prospective teachers who deemed STEM education necessary generally holds sophisticated beliefs about the structure of knowledge. This finding is supported by research indicating the importance of epistemological beliefs in instructional preferences (Tanase & Wang, 2010). Some of the non-STEM-educated prospective teachers with moderate beliefs expressed that STEM education was conducted at limited levels in certain schools in Türkiye. STEM educated prospective teachers with sophisticated beliefs about the structure of knowledge believe that STEM education can impart 21st-century skills. Those with sophisticated beliefs express the relationship between STEM fields as mutual influence, complementarity, support, and integration, whereas those with moderate beliefs express a one-way supportive relationship between certain fields. Those with naive beliefs did not articulate any relationship between STEM fields.

In this study, the intentions of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers to incorporate STEM practices in their future classrooms were examined, considering their epistemological beliefs about the nature of knowledge. Prospective teachers with moderate and sophisticated epistemological beliefs about the nature of knowledge exhibited a perspective parallel to the fundamental principles of STEM philosophy by emphasizing the integration of STEM fields, active learning and technology-supported STEM education, and the importance of qualified STEM education for teachers. In contrast, prospective teachers with naive beliefs tended to focus on secondary goals such as capturing students' attention when considering STEM education. The finding that STEM-educated prospective teachers intend to implement STEM education in their future classrooms, and that their intentions align with the core components of STEM education, parallels the findings of Günbatar and Bakırcı (2019). However, unlike the findings of the quantitative study by Günbatar and Bakırcı (2019), this study also revealed that prospective teachers perceive challenges in preparing STEM activities,



requiring specialized training, insufficient capacity for one teacher to cover four different fields, and difficulties in implementation in crowded classrooms. It was also found that non-STEM educated prospective teachers, most of whom have moderate beliefs of structure of knowledge, exhibit lower intentions to incorporate STEM activities in their classrooms compared to their STEM-educated peers with sophisticated beliefs, with some still undecided.

Lastly, in this study, the recommendations of STEM educated and non-STEM educated prospective teachers regarding STEM education were examined in relation to their epistemological beliefs about the nature of knowledge. STEM-educated prospective teachers provide recommendations related to early STEM education, motivation, and teaching and learning processes. STEM-educated prospective teachers with sophisticated beliefs about the nature of knowledge emphasized the potential effectiveness of STEM education in understanding the developmental characteristics of children, and guiding children. In this context, they highlighted that early STEM education could support more holistic learning by experiencing interdisciplinary transitions at an early age, enhancing different thinking skills, and laying the foundation for higher levels of education. These findings are similar to Aydın's (2020) findings that early STEM education is an effective way to develop 21st-century skills such as creativity, problem-solving, and innovation. STEM-educated prospective teachers also noted the importance of both the quantity and quality of teachers for a good STEM education. When examined together with their epistemological beliefs about the nature of knowledge, prospective teachers with moderate beliefs emphasized the quality of teachers in terms of STEM education, while those with naive beliefs focused on the quantity of teachers. This finding suggests the need to further explore the relationship between prospective teachers' epistemological beliefs about the nature of knowledge and their perspectives on STEM education. On the other hand, it was observed that the recommendations of non-STEM-educated prospective teachers, the majority of whom have moderate beliefs about the nature of knowledge, focused on the early STEM education and effective planning of learning processes, with an emphasis on family support in STEM education, but these recommendations were relatively limited compared to those of STEM-educated prospective teachers.

As a result of the study, it was determined that prospective teachers with sophisticated beliefs about the nature of knowledge provided more views and recommendations regarding STEM education. It was also found that STEM educated prospective teachers expressed a greater intention to incorporate STEM activities in their future classrooms.

At the conclusion of this study, which was limited to 24 primary school and elementary mathematics prospective teachers, it can be said that when prospective teachers have higher levels of beliefs about the nature of knowledge and receive STEM education, their perspectives on STEM education broaden and their intention to incorporate STEM practices in their future classrooms increases. This research provides important results for investigating the relationship between prospective teachers' epistemological beliefs and their views on STEM education. Researchers may suggest experimental studies involving different groups of prospective teachers, along with quantitative data and analyses, to examine the relationship between prospective teachers' beliefs about the nature of knowledge and their views on STEM education. These research findings indicate that teacher education programs and STEM education policies could be shaped to make STEM education more effective and comprehensive.

### **Acknowledgement**

ChatGPT (2024) support was employed in the creation of the English version of this article.

## References

- Adebusuyi, O. F., Bamidele, E. F., & Adebusuyi, A. S. (2022). The role of knowledge and epistemological beliefs in chemistry teachers STEM professional development and instructional practices: Examination of STEM-integrated classrooms. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 243-255. <https://doi.org/10.30935/scimath/11799>.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. Scala Basım.
- Aydın, G. (2020). Prerequisites for elementary school teachers before practicing STEM education with students: A case study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 20(88), 1-40. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1359969>.
- Barak, M. (2014). Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT-enhanced learning among pre-service STEM teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9446-8>.
- Buehl, M. M., & Fives, H. (2009). Exploring teachers' beliefs about teaching knowledge: Where does it come from? Does it change?. *The Journal of Experimental Education*, 77(4), 367-408. <https://doi.org/10.3200/JEXE.77.4.367-408>.
- Corlu, 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. <https://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/2142/651>
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). Sage publications, Inc.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications, Inc.
- Çetin, A., & Balta, N. (2017). Pre-service science teachers' views on STEM materials and STEM competition in instructional technologies and material development course. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 279-288. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.6.3.279>
- Çorlu, M. S. (2012). A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science [Doctoral dissertation, Texas A&M University]. <http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/ETD-TAMU-2012-05-10839/CORLUDISSERTATION.pdf?sequence=2>
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (Science, Technology, Engineering and Math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84. <https://www.ingentaconnect.com/content/prin/ed/2012/00000133/00000001/art00008>
- Elby, A., Macrander, C., & Hammer, D. (2016). Epistemic cognition in science. In *Handbook of epistemic cognition* (pp. 113-127). Routledge.
- Ferguson, L. E., & Brownlee, J. L. (2018). An investigation of preservice teachers' beliefs about the certainty of teaching knowledge. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 43(1), 94-111. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v43n1.6>
- Greene, J. A., Cartiff, B. M., & Duke, R. F. (2018). A meta-analytic review of the relationship between epistemic cognition and academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 110(8), 1084. <https://doi.org/10.1037/edu0000263>
- Günbatar, M. S., & Bakırcı, H. (2019). STEM teaching intention and computational thinking skills of pre-service teachers. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1615-1629. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9849-5>
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. Felsefe-Yöntem-Analiz* (5. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Güven, G. (2013). *Fen ve teknoloji laboratuvar uygulamalarında sınıf öğretmeni adaylarının yansıtıcı günlük yazım ve epistemolojik inançlarının incelenmesi* (Tez No. 327571) [Yüksek Lisans Tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 47-63. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199601\)33:1<47::AID-TEA3>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199601)33:1<47::AID-TEA3>3.0.CO;2-P)
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88-140. <https://doi.org/10.3102/00346543067001088>

- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Jerald, C. D. (2009). *Defining a 21st century education*. The Center for Public Education.
- Johnson, T. M., Byrd, K. O., & Allison, E. R. (2021). The impact of integrated STEM modeling on elementary preservice teachers' self-efficacy for integrated STEM instruction: A co-teaching approach. *School Science and Mathematics*, 121(1), 25-35. <https://doi.org/10.1111/ssm.12443>
- Karisan, D., Macalalag, A., & Johnson, J. (2019). The effect of methods course on preservice teachers' awareness and intentions of teaching science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 5(1), 22-35. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1198055.pdf>
- Kvale, S. (1996). *Interviews: An introduction qualitative research interviewing*. Sage Publications, Inc.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2013). Is it STEM or "S & M" that we truly love?. *Journal of Science Teacher Education*, 24(8), 1237-1240. <https://doi.org/10.1007/s10972-013-9370-z>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. A. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications, Inc.
- Lunn-Brownlee, J., Ferguson, L. E., & Ryan, M. (2017). Changing teachers' epistemic cognition: A new conceptual framework for epistemic reflexivity. *Educational Psychologist*, 52(4), 242-252. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1333430>
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (1. baskı). (S. Turan. Çev. Ed.). Nobel. (Orijinal basım tarihi 2009).
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (2nd ed.). Sage Publications, Inc.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying effective approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Partnership for 21st Century Skills (P21). (2019). Framework for 21st century learning. Battelle for Kids. [https://www.battelleforkids.org/wp-content/uploads/2023/11/P21\\_Framework\\_Brief.pdf](https://www.battelleforkids.org/wp-content/uploads/2023/11/P21_Framework_Brief.pdf)
- Perry, W. G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. Holt, Rinehart and Winston.
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R., & Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300-309. <https://doi.org/10.1111/ssm.12185>
- Schmidt, M., & Fulton, L. (2016). Transforming a traditional inquiry-based science unit into a STEM unit for elementary pre-service teachers: A view from the trenches. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 302-315. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9594-0>
- Schommer, M. (1990). The effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.3.498>
- Schraw, G., J. Brownlee, & D. Berthelsen (2011). *Teachers' Personal Epistemologies and Teacher Education: Emergent Themes and Future Research*. In Personal Epistemology and Teacher Education, edited by J. Brownlee, G. Schraw, and D. Berthelsen, 265–282. Routledge.
- Shahali, E. H., Halim, L., Rasul, S., Osman, K., Ikhsan, Z., & Rahim, F. (2015). Bitara-Stemtm training of trainers' programme: Impact on trainers' knowledge, beliefs, attitudes and efficacy towards integrated STEM teaching. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 85-95. <https://doi.org/10.33225/jbse/15.14.85>.
- Tanase, M., & Wang, J. (2010). Initial epistemological beliefs transformation in one teacher education classroom: Case study of four preservice teachers. *Teaching and Teacher Education*, 26(6), 1238-1248. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.02.009>
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Sage Publications, Inc.
- Wang, H. (2012). *A New era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. [Doctoral dissertation]. University of Minnesota. <https://www.proquest.com/docview/922637122?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (Genişletilmiş 10. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Eğitim Dergisi*, (8)2. 195-213. <https://doi.org/10.24315/trkefd.310112>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





## STEM Eğitimi Alan ve Almayan Öğretmen Adaylarının Epistemolojik İnançları Bağlamında STEM Eğitime Yönelik Görüş ve Önerileri

Aylin ÇAM<sup>1</sup>, Semra TİCAN BAŞARAN<sup>2</sup>

### Öz

Bu çalışmanın amacı, epistemolojik inançları bağlamında STEM eğitimi alan ve almayan öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerini incelemektir. Temel nitel araştırma deseninin izlendiği çalışmanın katılımcıları, sınıf ve ilköğretim matematik öğretmenliği programlarına devam etmekte olan 24 gönüllü öğretmen adaydır. Veriler, kişisel bilgiler, bilginin doğasına yönelik inançlar ve STEM eğitime yönelik görüş ve önerilere yönelik açık uçlu soruları kapsayan veri toplama aracı ile toplanmış, içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi sonunda STEM eğitimi alan ve bilginin yapısı bakımından gelişmiş inançlara sahip öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüş ve önerilerinin daha fazla olduğu ve STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının gelecekte sınıfında STEM etkinliklerine daha fazla yer verme niyetinde olduğu görülmüştür.

### Anahtar Kelimeler

STEM eğitimi  
Epistemolojik inançlar  
Öğretmen adayları

### Makale Hakkında

Gönderim tarihi: 01.03.2024  
Kabul tarihi: 30.04.2024  
E-yayın tarihi: 30.04.2024

<sup>1</sup> Prof. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkiye, [aylincam@mu.edu.tr](mailto:aylincam@mu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-2853-8713>

<sup>2</sup> Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkiye, [semrabasaran@mu.edu.tr](mailto:semrabasaran@mu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0003-2734-7779>

## Giriş

Son yıllarda ülkelerin bilim ve teknolojide yaşanan hızlı gelişmelere ayak uydurması gerekmektedir. Bilim ve teknolojinin gelişimiyle birlikte ekonomik kalkınma için nitelikli işgücüne ihtiyaç duyulmakta, bu da gençlerin yeni nesil yetkinliklerle donatılmasını gerektirmektedir. Okullarda akademik bilgi ve becerilerin yanı sıra çalışma ortamına uyum sağlayabilmeyi ve rekabet edebilmeyi sağlayıcı bilgi ve becerilerin de kazandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Jerald, 2009). 21. Yüzyıl Becerileri Ortaklığı (P21) (2019), bu becerileri öğrenme ve yenilik becerileri; bilgi, medya ve teknoloji becerileri; yaşam ve kariyer becerileri olmak üzere üç tema altında özetlemektedir. Öğrenme ve yenilik becerileri; eleştirel düşünme ve problem çözme, yaratıcılık ve yenilik, iletişim ve iş birliğine yönelik becerileri kapsarken, bilgi, medya ve teknoloji becerileri; bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilgi, iletişim ve teknoloji okuryazarlığı, yaşam ve kariyer becerileri ise esneklik ve uyum sağlama, girişimcilik, sosyal ve kültürlerarası beceriler, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk ile ilgili becerileri kapsamaktadır (P21, 2019).

Öğrencilere yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliği gibi 21. yüzyılın içi içe geçmiş, birbiriyle ilişkili becerilerini kazandırabilmek, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi birbiriyle ilişkili temel alanlarında günlük yaşamda iç içe olma durumlarını yansıtan bir yapıda eğitimlerin verilmesi ile mümkün görünmektedir. Akgündüz vd. (2015) böylesi bir eğitimin geleneksel STEM eğitimi ile değil, entegre STEM eğitimi ile mümkün olabileceğini, ilkökul öğrencileri ile kolayca uygulanabileceğini belirtmektedir. STEM eğitimi, öğrencileri bir yandan STEM alanlarında geleceğe hazırlanmalarını sağlarken, (National Research Council [NRC], 2011), diğer yandan STEM alanları ile ilgili kariyerlere yönelmelerini desteklemektedir. Schmidt ve Fulton (2016), erken STEM eğitiminin önemli olduğunu ancak eğitim programlarında eksiklikler olduğuna dikkat çekmektedirler. Erken yaşlarda STEM eğitimi bir yandan öğrencilerin disiplinler arası bilgi ve beceriler geliştirmelerini sağlayarak yaşam becerileri için güçlü bir temel oluştururken (NRC, 2011) diğer yandan geleceğin meslekleri olan STEM ile ilgili meslekleri seçme, STEM ile ilgili işlerde çalışma olasılığını artırmaktadır (NRC, 2011). STEM eğitimi ile öğrenciler karmaşık bilimsel konuları anlamakta, STEM entegrasyonundan keyif almakta, iş birliğine dayalı öğrenmekte ve bu sayede iş birliği becerilerini geliştirmektedirler (Çetin ve Balta, 2017). Bu nedenle, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini desteklemek için nitelikli erken STEM eğitiminin sağlanması, bunun için öğretmenlerin bu konuda eğitim almaları (Schmidt ve Fulton, 2016), özellikle erken STEM eğitimcilerinin mesleki kapasitelerinin güçlendirilmesi önemlidir (Corlu vd., 2014). Karisan vd. (2019) öğretmen adaylarının STEM eğitiminde etkin olmaları gerektiğini, ancak yeterli eğitim ve deneyim olmadan STEM ve STEM eğitimi anlayamayacaklarını, nihayetinde beklendiği şekilde STEM eğitimi uygulayamayacaklarını belirtmektedir.

STEM eğitimi, son yirmi yılda ilerleme kaydetmiş olup Rusya, Japonya, Kanada, Avustralya, ABD ve Türkiye gibi birçok ülke, STEM eğitimini fen bilimleri ve/veya matematik öğretmen programlarına dahil etmeye başlamıştır (Günbatır ve Bakırcı, 2019). Lederman ve Lederman (2013), ABD'de öğretmen eğitim programlarının, öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknoloji (STEM) öğretim ve entegrasyonunun gelişimi üzerine odaklandığını belirtmiştir. Ancak, Rinke vd. (2016) ABD'de özellikle ilkökul düzeyinde STEM öğretmeni yetiştirilmesi gerektiği fikrinin henüz hak ettiği ilgiyi görmediğini belirtmektedir.

Öğrencilerin erken yaşlarda STEM'e ilgisini artırmak için ilkökul düzeyinde yapılacak uygulamalar önemlidir (DeJarnette, 2012; Johnson vd., 2021). Bunun için, STEM eğitimi almış sınıf öğretmenlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Wang, 2012). İlkokul öğretmen adaylarının hizmet öncesinde STEM içerik bilgisi ve öğretimini öğrenmeleri gerektiğini belirtmektedir. Ancak çalışmalar, özellikle sınıf öğretmen adaylarının disiplinler arası STEM içerik bilgisi konularında eksiklikleri olduğunu (Honey vd., 2014), sınıf öğretmenlerinin STEM konusunda kendilerine güvenmediklerini ve olumlu tutumlar sergilemediklerini (Johnson vd., 2021) göstermektedir.

Schmidt ve Fulton (2016), sorgulamaya dayalı STEM eğitiminin sonunda sınıf öğretmen adaylarının gerçeklere/olgulara, doğruluğu kanıtlanmış bilgilere ve daha açık, doğrudan öğretime gereksinim duyduklarını, bu durumun yetersiz epistemolojik inançlara sahip olmaları ile ilişkili olabileceğini, bu nedenle hizmet öncesi STEM eğitiminde öğretmen adaylarının epistemolojik

inançlarının belirlenmesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Zira Davis (2003), genel olarak öğretmenlerin inançlarının ve dünya görüşlerinin sınıflarında kullandıkları öğretim yöntemlerini etkilediğini, bu bağlamda Barak (2014) öğretmenlerin inançlarını ve bu inançların STEM eğitimi gibi yenilikleri nasıl etkilediğini anlamının önemli olduğunu ifade etmektedirler.

Epistemolojik inançlar, bilgi ve bilgi edinmeyle ilgili inançlar olarak tanımlanmaktadır (Hofer ve Pintrich, 1997). Daha yüksek bir akademik başarı (Greene vd., 2018), fen bilimlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için öğrencilerin epistemolojik inançlarının erken yaşlarda geliştirilmesi önemlidir. Epistemolojik inançlarla ilgili çalışmalar 1970'li yılların başına kadar uzanmaktadır. Başlarda epistemolojik inançları, Perry (1970) tek boyutlu olarak tanımlarken, daha sonra Schommer (1990), epistemolojik inançların çok boyutlu olduğunu ve bu boyutların birbirinden bağımsız olduğunu ileri sürmüştür. Schommer (1990) bu boyutları, bilginin basitliği, bilginin kesinliği, doğuştan gelen yetenek ve hızlı öğrenme olarak tanımlamıştır.

Çalışmalar (Ferguson ve Brownlee, 2018; Schraw vd., 2011) epistemolojik inançların öğretmen adaylarının öğrenmelerini ve öğretmen eğitimi derslerine katılımlarını etkilediğini bu nedenle bilinmesinde yarar olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarının epistemolojik inançları, öğretme ve öğrenme sürecine yönelik tercihlerini etkileme potansiyeline sahiptir (Tanase ve Wang, 2010). Gelişmiş epistemolojik inançlara sahip olan öğretmen adayları genellikle yapılandırmacı öğretim yaklaşımlarını etkili bir şekilde uygularken, gelişmemiş epistemolojik inançlara sahip olanlar genellikle geleneksel öğretim yaklaşımlarını tercih etmektedirler (Hashweh, 1996). Günbatar ve Bakırcı (2019), epistemolojik inançları ile ilişkilendirmemekle beraber, daha fazla STEM dersi alan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretme niyetlerinin, daha az STEM dersi alan sınıf öğretmeni adaylarından daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Öğretmen adaylarının epistemolojik inançları, sadece hizmet öncesi eğitimdeki tercihlerini değil, öğretmen olduklarında sınıf içi uygulamaları ve diğer görevleri ile ilgili karar ve uygulamalarını da etkilemektedir (Ferguson ve Brownlee, 2018; Lunn-Brownlee, vd., 2017; Schraw vd. 2011). Geleceğin öğretmenleri olarak öğretmen adayları, sadece öğrencilerinin öğrenmelerini planlamak, öğrenmelerine rehberlik etmek ve öğrenmelerini değerlendirmekle kalmayıp, aynı zamanda ilgili içerik bilgisi bakımından da kendilerini geliştirmeleri gerekmektedir (Buehl ve Fives, 2009). Bu nedenle, öğretmen adaylarının STEM'i nasıl öğrendikleri ve gelecekte öğretebileceklerini anlayabilmek için epistemolojik inançlarını anlamak önemlidir (Elby vd., 2016). Dolayısıyla, öğretmen adaylarının STEM'e yönelik görüşlerinin epistemolojik inançları bağlamında incelenmesinin daha bütüncül bir bakış açısı sunacağı düşünülmektedir.

Bu doğrultuda bu çalışmada, STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerinin epistemolojik inançları bağlamında incelenmesi/ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının bilginin doğasına yönelik epistemolojik inançları nasıldır?
2. STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri nelerdir?
3. STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının, bilginin yapısına yönelik inançları bağlamında STEM eğitimine yönelik görüşleri nelerdir?
4. STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının, bilginin yapısına yönelik inançları bağlamında gelecekte sınıflarında STEM etkinliklerine yer verme niyetleri nedir?
5. STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının, bilginin yapısına yönelik inançları bağlamında STEM eğitimi için önerileri nelerdir?

### Yöntem

Nitel yaklaşımın benimsendiği bu çalışma temel nitel araştırma deseni izlenerek gerçekleştirilmiştir. Merriam'a (2009/2013) göre eğitim alanında yaygın olarak tercih edilen temel nitel araştırmalar, insanların çevreleriyle olan etkileşimlerini nasıl yorumladıklarına, deneyimlerine yükledikleri anlam ve anlamları nasıl inşa ettiklerine odaklanan çalışmalardır. Bu doğrultuda bu çalışmada, STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitimine yükledikleri anlam, öğretmen olduklarında sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme niyetleri ve STEM eğitimine yönelik önerileri bilginin yapısına yönelik inançları ile ilişkilendirilerek ortaya konulmuştur.

### **Çalışma Grubu**

Çalışma grubu ilköğretim matematik (n=12; 4 erkek, 8 kadın) ve sınıf öğretmenliği (n=12; 3 erkek, 9 kadın) programlarından toplam 24 gönüllü öğretmen adayından oluşmaktadır. Bu çalışmanın odak noktası, epistemolojik inançları göz önünde bulundurularak, STEM eğitimi alan ve almayan öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerini incelemek olduğundan STEM eğitimi alan (ilköğretim matematik öğretmenliği) ve almayan (sınıf öğretmenliği) öğretmen adayları çalışmaya dahil edilmiştir.

### **Süreçler**

Çalışmada STEM eğitimi alma durumuna göre ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adayları için farklı süreçler söz konusu olmuştur. STEM eğitimi alan grubu oluşturan matematik öğretmeni adayları 14 hafta boyunca, haftada iki saat olmak üzere, birinci yazarın yürütmüş olduğu Fen Öğretiminde Matematğin Yeri adlı seçmeli derse devam etmiştir. Bu derste ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının teorik temelleri ve temel felsefesi ile STEM yaklaşımını tanımlarının yanı sıra alanlarına yönelik STEM etkinliklerini incelemeleri ve ardından STEM etkinlikleri geliştirmeleri, uygulamaları ve değerlendirmeleri hedeflenmiştir. Bunun için ilk üç hafta, sınıfta STEM ile ilgili teoriler ve ilgili literatür tartışılmıştır. Ardından yine üç hafta boyunca, öğretmen adayları literatürden STEM etkinliği örnekleri inceleyip, tartışmışlardır. Etkinliğin hangi özellikleri onu bir STEM etkinliği yapar, etkinlik nasıl daha da geliştirebilir gibi sorularla tartışmalar derinleştirilmiştir. Diğer haftalarda, ilköğretim matematik öğretmeni adayları ilköğretim matematik dersi öğretim programından belirlemiş oldukları kazanımları kazandırmak üzere STEM etkinlikleri planlayıp, sınıfta planlanmış oldukları etkinlikleri sunmuşlardır. Sunmuş oldukları STEM etkinlikleri sınıf ortamında tartışılmış, gelen geri bildirimler doğrultusunda etkinliklerini ve etkinlik planlarını iyileştirmeleri sağlanmıştır.

STEM eğitimi almayan grubu oluşturan 12 sınıf öğretmeni adayı ise, birinci yazarın aynı dönem 14 hafta boyunca haftada iki saat olmak üzere yürütmüş olduğu Fen Öğretimi dersine devam eden öğretmen adaylarıdır. Bu derste sınıf öğretmeni adaylarına fen öğretimi yöntemleri eğitimi verilmiştir. STEM eğitimine yönelik çok sınırlı düzeyde eğitim almış olan bu grup, çalışmada STEM eğitimi almayan öğretmen adayları olarak, 14 hafta boyunca STEM eğitimi alan ilköğretim matematik öğretmenliği grubu STEM eğitimi alan öğretmen adayları olarak isimlendirilmiştir.

### **Veri Toplama Aracı**

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarından verilerin toplanması için kişisel bilgiler, bilginin doğasına yönelik inançlar ve STEM eğitimine yönelik görüş ve öneriler bölümlerini kapsayan bir veri toplama aracı kullanılmıştır.

Demografik bilgiler bölümünde öğretmen adaylarının cinsiyeti, devam etmekte oldukları öğretmenlik programı ve STEM eğitimi alma durumlarına yönelik üç soru yer almıştır.

Öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarını belirlemek üzere Güven'in (2013) geliştirmiş olduğu veri toplama aracından yararlanılmıştır. Yüksek lisans tez çalışmasında Güven (2013), Schommer'in (1990) kuramsal olarak bilginin doğasına yönelik önermiş olduğu bilginin kaynağı, yapısı ve kesinliği, öğrenmenin doğasına yönelik olarak önermiş olduğu öğrenme hızı ve öğrenme yeteneği boyutlarına yönelik olmak üzere beş boyutu içeren bir veri toplama aracı geliştirmiştir. Söz konusu veri toplama aracının geçerliğini sağlamak amacıyla fen eğitimi ve nitel araştırma yöntemleri alanlarından uzmanların veri toplama aracının içerik, dil ve öğretmen adaylarına uygunluğu bakımından görüşleri alınmış, sonrasında gönüllü iki sınıf öğretmeni adayı ile ön deneme yapılmıştır. Uzman görüşleri ve ön deneme sonrasında Schommer'in (1990) epistemolojik inançlar boyutlarının her birine yönelik birer adet olmak üzere toplam beş soru son şeklini almıştır. Bu çalışma öğretmen adaylarının bilginin doğasına yönelik epistemolojik inançları ile sınırlandırıldığından söz konusu açık uçlu sorulardan bilginin kaynağı, yapısı ve kesinliğine yönelik üç soru öğretmen adaylarına sorulmuştur.

Öğretmen adaylarının bilginin doğasına yönelik inançlarını belirlemek amaçlı açık uçlu sorulara verdikleri yanıtları değerlendirmek için, yine Güven (2013) tarafından geliştirilen rubrik kullanılmıştır. Söz konusu rubrik ile öğretmen adayları bilginin yapısı bakımından; 1) Gelişmemiş (bilginin basit olduğuna yönelik yanıtlar, [Naive]); 2) Orta (bazı bilgilerin basit, diğer bazılarının ise karmaşık olduğuna yönelik yanıtlar, [Moderate]); ve 3) Gelişmiş (bilginin karmaşık olduğuna yönelik yanıtlar, [Sophisticated]), bilginin kaynağı bakımından; 1) Gelişmemiş (bilginin kaynağının uzman kişiler,



kitaplar veya internet olduğuna yönelik yanıtlar, [Naive]); 2) Orta (bilginin kaynağının duruma göre değişebildiğine, bazen akıl bazen diğer kaynaklar olabileceğine yönelik yanıtlar, [Moderate]); ve 3) Gelişmiş (bilginin kaynağının akıl olduğuna yönelik yanıtlar, [Sophisticated]), ve bilginin kesinliği bakımından; 1) Gelişmemiş (bilginin değişmediğine, mutlak, kesin olduğuna yönelik yanıtlar, [Naive]); 2) Orta (bazı bilgilerin değişmeyeceğini, bazılarının ise değişebileceğine yönelik yanıtlar, [Moderate]); ve 3) Gelişmiş (bilginin değişebileceğine, kesin olmadığına yönelik yanıtlar, [Sophisticated]) olmak üzere üçer gruba ayrılmıştır.

Öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüş ve önerilerini belirlemek amacıyla, Yıldırım ve Türk (2018) tarafından kapsamlı bir literatür taramasının ardından STEM alanından uzmanların görüşleri alınarak son şekli verilen on açık uçlu sorudan oluşan görüşme formu temel alınmıştır. Söz konusu görüşme formunda yer alan çalışmada cevap aranan araştırma sorularına yönelik üç temel soru örneği şunlardır: STEM eğitimine yönelik görüşleriniz nelerdir?; Öğretmen olduğunuzda sınıfınızda STEM uygulamalarına yer vermek ister misiniz?; Size göre STEM uygulamalarının verimli olmasını sağlayacak anahtar nedir?. Her iki veri toplama aracıda yer alan ilgili soruların bu çalışmada kullanılabilmesine yönelik olarak yazarlardan gerekli izinler alınmıştır.

Dönem sonunda; STEM eğitimi alan ve STEM eğitimi almamış olan öğretmen adaylarına kişisel bilgiler, bilginin doğasına yönelik inançlar ve STEM eğitimine yönelik görüş ve öneriler bölümlerini kapsayan veri toplama aracı birinci yazar tarafından sınıf ortamında yüz yüze uygulanarak veriler toplanmıştır.

#### **Verilerin Analizi**

Toplanan nitel veriler, tümevarımsal yaklaşımla içerik analizine tabi tutulmuştur (Creswell, 2014). İki aşamalı içerik analizinde önce, NVivo 11 kullanılarak *in vivo* ve açık kodlama yapılmış (Creswell, 2013), sonra eksen kodlaması (Gürbüz ve Şahin, 2018) yapılmıştır. Açık kodlama sürecinde, önce veri içindeki anlamlı birimler tespit edilerek kodlar oluşturulmuş, ardından eksen kodlaması ile benzer ve ilgili kodlar bir araya getirilerek temalar oluşturulmuş, böylece yığın halindeki verilerin daha anlaşılır hale gelmesi sağlanmıştır (Kvale, 1996). Elde edilen kod ve temalar ile aralarındaki ilişkiler NVivo haritaları ile görselleştirilmiştir (Miles ve Huberman, 1994). Elde edilen verilerin yorumlanmasında karşılaştırma yapmaya ve daha adil yorumların yapılmasına olanak tanıması bakımından (Yıldırım ve Şimşek, 2016) NVivo haritalarında kodların tekrarlanma sıklığı veya yüzde oranları gösterilmiş olup, amaç; genelleme yapmak ya da bulgunun yönünü belirlemek değildir (Creswell, 2013). Böylece, elde edilen bulgular, temalar içi ve temalar arası ilişkiler kurularak, aynı zamanda bilginin yapısına yönelik inançlar ile ilişkilendirilerek bütüncül bir yaklaşımla yorumlanmış (Creswell, 2013), çıkarımlarda bulunulmuştur (Teddlie ve Tashakkori, 2009). Ayrıca çalışmanın tüm aşamalarında bilimsel etik kurallarına özenle uyulmuştur.

#### **Geçerlilik ve Güvenilirlik**

Lincoln ve Guba (1985) nitel çalışmalarda okuyucuyu elde edilen bulguların dikkate değer olduğuna ikna edebilmek bazı tedbirler önermektedir (Aktaran, Teddlie ve Tashakkori, 2009). Bu doğrultuda çalışmada, aktarılabilirlik için araştırmanın her aşaması olabildiğince açık bir şekilde sunulmuştur. İnanılabilirlik için, çalışmanın kurgulanması, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, veri analizi ve yorumlama aşamalarında uzman görüşleri alınmıştır. Ayrıca, bilginin yapısına yönelik farklı inanç düzeylerine sahip öğretmen adaylarının yanı sıra STEM eğitimi, öğretmen adaylarının epistemolojik inançları, nitel araştırma yöntemleri ve öğretmen eğitimi alanlarında çalışmaları olan iki araştırmacı çalışmaya dahil edilerek katılımcı ve araştırmacı çeşitlenmesi yapılmıştır. Son olarak, çalışmayı gerçekleştiren araştırmacıların çalışmadaki konuları ilgili başlık altında açıklanmıştır. Onaylanabilirlik için; veri toplama sürecinin ve yapılan analizlerin uygunluğu, bulguların verileri temsil edip etmediği ve yapılan çıkarımların araştırma bulgularına dayalı olup olmadığı konuları STEM eğitimi, epistemolojik inançlar, öğretmen eğitimi ve nitel veri analizi konularında deneyimli araştırmacılar ile tartışılmıştır. Diğer araştırmacılarla yapılan bu tartışmalar, araştırmacıların önyargı kaynaklarını görmelerini böylece; bulguları ve onlara yönelik yorumları olgunlaştırmalarını sağlamıştır (Teddlie ve Tashakkori, 2009). Ek olarak, bulguların sunumunda katılımcıların görüşlerinden doğrudan alıntılar verilerek, bulguların yorumunda ise temalar içinde ve temalar arasında ilişkilendirmeler yapılarak tutarlılık desteklenmiştir.

### ***Araştırmacıların Rolü***

STEM ve fen eğitimi alanlarında çalışmaları olan ilk yazar çalışmayı aynı dönem sınıf öğretmenliğine verdiği Fen Öğretimi ve ilköğretim matematik öğretmenliğine verdiği Fen Öğretiminde Matematiğin Yeri adlı seçmeli dersleri yürütmüş ve öğretmen adaylarından verileri toplamış, katılımcıları bilginin yapısına yönelik inançları bakımından gruplamıştır. Çalışmanın kuramsal çerçevesini oluşturan ilk yazar aynı zamanda ilgili literatür çerçevesinde bulguları tartışmıştır. Fen ve STEM eğitimi ile ilgili çalışmalarının yanı sıra, öğretmen eğitimi, nitel araştırma süreçleri ve nitel veri analizi konularında deneyimleri bulunan ikinci yazar, araştırmanın yöntemi, verilerin analizi ve bulguların yazılması ile ilgili görevleri üstlenmiştir.

### **Bulgular**

Araştırma bulgularının sunumunda tümdengelim yaklaşımı benimsenmiştir. Bu doğrultuda önce her iki çalışma grubundan elde edilen kategoriler ve onların oluşturduğu ana temalar görselleştirilmiş, sonrasında her iki çalışma grubuna ait bulgular birlikte sunulularak bilginin yapısına yönelik inançlar ile ilişkilendirilerek karşılaştırmalı bir şekilde yorumlanmıştır. Daha zengin bir veri kaynağı sunması nedeniyle öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerinin yorumlanmasında bilginin doğasına yönelik inançlar bilginin yapısına yönelik inançlar ile sınırlandırılmıştır. STEM eğitimine yönelik bulguların bilginin yapısına yönelik inanç düzeyi ile ilişkilendirilmesinde kolaylık sağlaması amacıyla, doğrudan alıntılarda katılımcı numarasının yanında bilginin yapısına yönelik inanç düzeyi gelişmiş ise S (sophisticated), orta ise M (moderate) ve gelişmemiş ise N (naive) olarak belirtilmiştir. Örneğin; M1-S; bilginin yapısı bakımından gelişmiş düzeyde olan birinci matematik öğretmeni adayını ifade etmektedir.

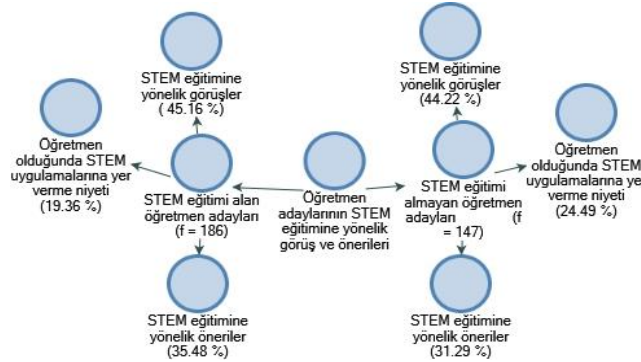
Öğretmen adaylarının bilginin yapısı, kaynağı ve kesinliği ile ilgili inançlarına yönelik elde edilen bulgular Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’de katılımcı numaralarındaki “S” sınıf öğretmeni adayı, “M” ise matematik öğretmeni adayını temsil etmektedir.

**Tablo 1.** Çalışma grubunun bilginin doğasına yönelik inançları ile ilgili bulgular

Katılımcı no	Bilginin doğasına yönelik inançlar		
	Bilginin yapısı	Bilginin kaynağı	Bilginin kesinliği
S1	Gelişmiş	Gelişmiş	Orta
S2	Gelişmiş	Orta	Gelişmiş
S3	Orta	Gelişmemiş	Gelişmiş
S4	Gelişmemiş	Gelişmiş	Gelişmiş
S5	Orta	Orta	Gelişmiş
S6	Orta	Gelişmiş	Gelişmiş
S7	Gelişmiş	Orta	Gelişmiş
S8	Orta	Orta	Gelişmiş
S9	Orta	Gelişmiş	Gelişmiş
S10	Orta	Gelişmiş	Gelişmiş
S11	Orta	Orta	Gelişmiş
S12	Orta	Orta	Gelişmiş
M1	Gelişmiş	Orta	Gelişmiş
M2	Orta	Orta	Gelişmiş
M3	Gelişmiş	Gelişmemiş	Gelişmiş
M4	Gelişmiş	Gelişmiş	Gelişmiş
M5	Gelişmiş	Orta	Orta
M6	Gelişmiş	Orta	Gelişmiş
M7	Gelişmemiş	Gelişmemiş	Gelişmiş
M8	Gelişmemiş	Gelişmiş	Orta
M9	Orta	Gelişmiş	Gelişmiş
M10	Orta	Gelişmiş	Gelişmiş
M11	Gelişmiş	Orta	Gelişmiş
M12	Gelişmiş	Orta	Gelişmiş

Tablo 1’de öğretmen adaylarının bilginin doğasına yönelik epistemolojik inançları ile ilgili bulgulara bakıldığında; sınıf öğretmeni adaylarının bilginin yapısı bakımından, %33.33’ünün, bilginin kaynağı bakımından %41.67’sinin, bilginin kesinliği bakımından ise %91.67’sinin gelişmiş epistemolojik inançlara sahip oldukları görülmektedir. Matematik öğretmeni adaylarına bakıldığında ise, bilginin yapısı bakımından %58.33’ünün, bilginin kaynağı bakımından %33.33’ünün, bilginin kesinliği bakımından ise %83.33’ünün gelişmiş epistemolojik inançlara sahip oldukları görülmektedir. Bilginin yapısı bakımından S4, M7 ve M8, bilginin kaynağı bakımından S3, M3 ve M7 gelişmemiş epistemolojik inançlara sahip iken, bilginin kesinliği bakımından en düşük S1, M5 ve M8’in orta düzey epistemolojik inançlara sahip oldukları görülmektedir.

STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüş ve önerilerine ilişkin bulguların genel görünümü Şekil 1’de sunulmuştur.

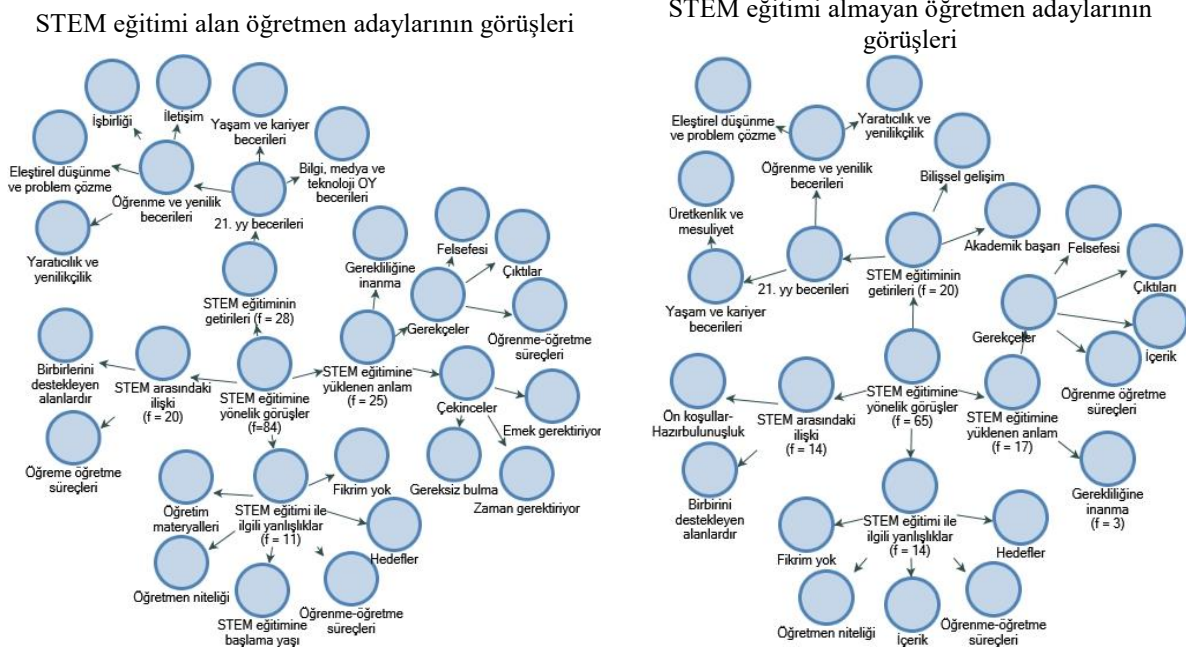


Şekil 1. STEM eğitimi alan ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüş ve önerileri

Şekil 1’deki bulgular, açık kodlama ile STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen 186, STEM eğitimi almamış öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen 147 kodun eksen kodlaması sonunda, araştırma sorularına paralel olarak; STEM eğitime yönelik görüşler, öğretmen olduğunda STEM uygulamalarına yer verme niyeti ve STEM eğitime yönelik öneriler olmak üzere üç ana tema altında gruplandırıldığını göstermektedir.

### Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri ile ilgili bulgular

STEM eğitimi alan ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerinden elde edilen bulgular Şekil 2’de sunulmuş olup, bilginin yapısına yönelik inançları ile ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.



Şekil 2. STEM eğitimi alan ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri

Şekil 2’deki bulgulara bakıldığında STEM eğitimi alan ve almayan öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerinin dört paralel tema altında toplandığı ve STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili yanlışlıklar teması hariç diğer temalarda daha fazla sayıda görüş bildirdikleri görülmektedir.

STEM eğitimine yüklenen anlam temasına bakıldığında STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının özellikle günümüz koşullarında ve bilhassa Türk eğitim sisteminde STEM eğitiminin gerekli olduğunu düşündükleri görülmektedir. Gerekçeler temasına bakıldığında, STEM eğitiminin gerekliliğine yönelik olarak; felsefesi, çıktıları ve öğrenme öğretme süreçleri temalarında toplanan gerekçeler sundukları görülmektedir. STEM eğitimi alan öğretmen adayları bilimsel ve uygulamalı eğitimi destekleyen, kalkınma odaklı *felsefesi*; 21. yüzyıl becerileri ve bütüncül düşünme becerileri kazandırması, farklı bakış açılarına sahip, üretken ve yaratıcı bireyler yetişmesini sağlaması gibi *çıktıları*; öğrenmeyi kolaylaştırması ve kalıcı hale getirmesi yönüyle *öğrenme öğretme süreçleri* bakımından STEM eğitimini gerekli görmektedirler. Bu tema altında M9-M’nin “*Günümüzde kesinlikle öğrenilmesi gerektiğini düşünüyorum. Diğer disiplinlere entegre edemediğimiz sürece matematik, bilim, teknoloji ve mühendisliğin artık çok anlamı yok*”, M12-S’nin “*Ülkemizde daha çok uygulanması gerektiğini düşünüyorum*”, M4-S’nin “*21. yüzyılda olması gereken eğitim, kalkınma odaklı eğitim*” ve M6-S’nin “*STEM eğitimi sayesinde ... 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetişmektedir*” M10-M’nin “*Öğrenmeyi kalıcılaştırır, öğrenilen bilgilerin bir zincir şeklinde kullanılmasını sağlar*” yönündeki gerekçeleri dikkat çekmiştir.

STEM eğitimini gerekli bulan ve gerekliliğinin gerekçelerini sunan öğretmen adaylarının çoğunluğunun bilginin yapısı bakımından gelişmiş inançlara sahip oldukları görülmüştür. Öte yandan çekinceler temasında STEM eğitimi alan öğretmen adaylarından bazıları, örneğin M1-S öğretmen açısından STEM eğitiminin “*fazladan zaman ve emek gerektirdiğini*”, bunun da STEM eğitiminin amacına uygun bir şekilde yapılmama, M2-M ise öğrenci açısından “*bir alandaki bilgi eksikliğinin diğer alanlardaki öğrenmeleri olumsuz etkileme riski*” doğurduğunu, STEM alanları arasındaki bağlantıların öğrencinin kendisinin kurma fırsatının ortadan kaldırılması gibi olumsuzlukları olduğunu, bu nedenlerle STEM eğitimi ile ilgili çekinceleri olduğunu belirtmişlerdir. Hatta, M2-M “*STEM alanları arasındaki bağı öğrencinin kendisinin kurması*” gerektiğini bu nedenle STEM eğitimine karşı olduğunu belirtmiştir.

STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının STEM eğitimine yükledikleri anlama ilişkin görüşlerinin daha az sayıda olsa da STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının görüşleri ile paralel temalarda toplandığı görülmektedir. STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının STEM eğitiminin gerekliliğine yönelik gerekçeleri dört kategoride toplanmıştır. Bir grup STEM eğitimi almayan öğretmen adayı araştırma ve sorgulamaya dayalı olması, yaparak-yaşayarak öğrenmeyi desteklemesi, yapılandırmacı yaklaşıma daha uygun olması gibi gerekçelerle *felsefesi* bakımından STEM eğitimini gerekli görürken, bazıları öğrenmeyi kalıcı hale getirmesi, üretken ve yenilikçi bireylerin yetişmesi gibi *çıktıları*, disiplinler arası veya birbirini tamamlayan *içerik yapısı* bakımından, bazıları da STEM’i oluşturan dört farklı alanın eğitiminin birlikte verilmesi, okul içi ve dışı öğrenme ortamlarının kullanımını gerektirmesi, öğrencilerin disiplinler arası çalışmalarını ve teknolojiyi kullanabilmelerini sağlamasına dönük *öğrenme öğretme süreçleri* bakımından STEM eğitiminin gerekli olduğunu düşünmektedirler. Bu kategoride S7-S’nin “*STEM eğitimi çok güzel; öğrenciler yaparak yaşayarak görüyor her şeyi ve daha kalıcı öğrenmeler oluyor*”, S9-M’nin “*Yapılandırıcı yaklaşıma daha uygun bir sistem olduğunu düşünüyorum*”, S6-M’nin ise “*STEM eğitimi, araştırma ve sorgulamaya dayalıdır*” görüşleri dikkat çekmiştir.

STEM eğitiminin gerekliliğine yönelik görüş bildiren STEM eğitim almayan öğretmen adaylarının çoğunluğunun bilginin yapısına yönelik inançları bakımından orta düzeyde oldukları dikkati çekmektedir. Öte yandan, S12-M’nin Türkiye’de STEM eğitiminin “*abartıldığını*” K5-N’nin ise “*belirli yerlerde, belirli okullarda gerçekleşen*” bir eğitim olarak algılandığını düşündükleri görülmüştür.

STEM eğitiminin getirileri teması incelendiğinde; STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile bilgi, medya ve teknoloji okuryazarlığı, yaşam ve kariyer ve de öğrenme ve yenilik becerileri kategorilerinde gruplanan 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması gibi getirilerinin olabileceğini düşündükleri görülmektedir. 21. yy. becerileri arasında öğrenme ve yenilik becerilerine

odaklanan STEM eğitimi alan öğretmen adayları STEM eğitimi ile yaratıcı düşünme, iletişim ve iş birliği becerilerinin yanı sıra ağırlıklı olarak eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin kazandırılabilceğini düşünmektedirler. Bu kategoride M5-S'nin "*STEM eğitimi çocukların teorik bilgiyi uygulamaya dökerek üç boyutlu düşüncelerini ve bir takım halinde çalışabilme gibi özelliklerinin gelişimine katkı sağlar*" ve M9-M'nin "*STEM eğitimi çocukların eleştirel düşünme, bilimsel düşünme, teknoloji okuryazarlığı, farklı disiplinlerin entegrasyonu, iş birliğine dayalı çalışma, yaratıcılık, iletişim, üretkenlik, sorumluluk, girişimcilik, öz yönelim becerilerini geliştirir*" görüşleri öne çıkmıştır. Bilginin yapısı bakımından büyük çoğunluğu gelişmiş düzeyde olan STEM eğitimi alan öğretmen adayları eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri kategorisinde STEM eğitimi ile öğrencilere bilimsel ve eleştirel düşünme, farklı disiplinler arasında ilişki kurabilme, sorgulama, problem çözme gibi becerilerin kazandırılabilceğini belirtmişlerdir. Farklı disiplinler arasında ilişki kurabilme temasında bilginin yapısı bakımından farklı düzeylerde olan öğretmen adaylarından M2-S'nin "*Çocukların konular arasında bağ kurmasına yardımcı olur*", M9-M'nin "*... farklı disiplinlerin entegrasyonunu kurmalarını sağlar*" ve M7-N'nin "*farklı bilim dallarının ortak paydada buluşturulmasını sağlar*" görüşleri bilginin yapısına ilişkin inançlar ile STEM eğitiminin getirilerine yönelik bakış açılarının farklılığını göstermesi bakımından dikkat çekicidir.

Öte yandan bazı STEM eğitim almayan öğretmen adayları STEM eğitiminin; bilişsel gelişimi ve fen, matematik gibi STEM ile ilgili derslerde akademik başarıyı destekleyici olduğunu düşünürken, bilginin yapısına yönelik inançları bakımından büyük çoğunluğu orta düzey olan bu gruptaki öğretmen adaylarının bir bölümü STEM eğitimi ile 21.yüzyıl becerilerinin kazandırılabilceğini düşünmektedirler. STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarından yalnızca S3-M STEM eğitimi ile yaşam ve kariyer becerilerinden üretkenliğin kazandırılabilceğini düşünürken diğerleri öğrenme ve yenilik becerileri temasında ağırlıklı olarak düşünme, yorumlama, sorgulama, araştırma gibi eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin yanında yaratıcılık ve yenilikçilik becerilerinin de kazandırılabilceğini düşünmektedirler. Bu kategoride S9-M'nin "*STEM eğitimi ile çocuğun matematik, fen gibi derslerde verimi artar*", S12-M'nin "*STEM eğitimi zekâ, düşünce, yaratıcılık, aktif katılım, bunlarda gelişim sağlar*", S5-M'nin "*STEM eğitimi ile çocukların problem çözme, yaratıcı düşünme, tasarlama becerileri artar*" ve S6-M'nin "*STEM eğitimi çocukların araştırmacı, yenilikçi, bir sorunu kendi kendine çözebilme yetisi kazandırır*" görüşleri elde edilen bulguların ana kaynağını oluşturmaktadır.

Her iki öğretmen adayı grubunun STEM eğitiminin getirileri ile ilgili görüşleri her ne kadar 21. yüzyıl becerilerine odaklanmış olsa da çoğunluğu bilginin yapısı bakımından gelişmiş düzeyde olan STEM eğitimi almış olan öğretmen adaylarının vurgu yaptıkları 21. yüzyıl becerilerinin çeşitliliğinin daha fazla olduğu, çoğunluğu bilginin yapısı bakımından orta düzeyde olan STEM eğitimi almamış öğretmen adaylarının görüşlerinin ise daha az sayıda/türde beceri ile sınırlı kaldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının STEM alanları arasındaki ilişki temasındaki görüşleri incelendiğinde STEM alanlarının birbirini desteklediğine yönelik görüşlerin öne çıktığı, daha fazla görüş bildiren STEM eğitimi alan öğretmen adaylarından gelen görüşlerin yarıdan fazlasının bilginin yapısı bakımından gelişmiş, buna karşın STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının orta düzeyde oldukları görülmüştür. STEM eğitimi alan öğretmen adayları STEM'in farklı alanlar olmasına rağmen ilişkili, birbirlerini destekleyen/besleyen alanlar olduğuna vurgu yapmışlardır. Bu temada M11-S'nin "*Bu disiplinler birbirinden bağımsız değil, birbirlerini etkileyip bir bütün oluştururlar*", M10-M'nin "*Fen matematiği kullanır, teknoloji de mühendisliği. Aslında hepsinin arasında parçalanamaz bir bağ vardır*", M5-S'nin "*Birisinin gelişmesinde diğeri rol oynar*" görüşleri dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının bilginin yapısına yönelik inançları bakımından STEM alanları arasındaki ilişkiyi tanımlama düzeyleri de farklılık göstermiştir. Gelişmiş düzeydeki öğretmen adayları STEM alanları arasındaki ilişkiyi karşılıklı etkilenme, birbirini besleme ve birlikte bir bütünü oluşturma şeklinde tanımlama eğilimi gösterirlerken, orta düzey öğretmen adaylarının belirli bir alanın diğer bir alanı desteklediği yönünde, örneğin fenin matematiği, teknolojinin mühendisliği desteklediği şeklinde tek yönlü bir ilişki olarak tanımlama eğiliminde oldukları, buna karşın gelişmemiş düzeydeki öğretmen adaylarının (M7-N ve M8-N) STEM alanları arasındaki ilişkiye yönelik herhangi bir tanımlama yapmadıkları görülmüştür. Öte yandan M1-S "*Çoğu konuda (STEM) birbirini açıklamada yardımcı oluyor, anlatımı kolaylaştırıyor*" görüşü ile dört alanı sadece ilişkili alanlar olarak tanımlamanın ötesinde, bu alanların

ilişkili olmasının öğrenme öğretme süreçlerine de olumlu yansımalarının olduğuna, bir alanın diğerlerinin öğretilmesini/öğrenilmesini kolaylaştırdığına da dikkat çekmiştir. Diğer taraftan STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının sıklığında olmamakla birlikte STEM eğitim almamış öğretmen adayları da STEM alanlarının birbirleriyle ilişkili, birbirini tamamlayan alanlar olduğunu düşünmektedirler. STEM alanları arasındaki ilişkiyi S2-S “*Aslında hepsi bir arada güzel bir resim oluşturabilecek renkler gibidir. Yalnız başlarına da işlevleri oldukça önemlidir ancak beraber güzel bir resim oluşturabilirler*” şeklinde kapsamlı bir şekilde tanımlarken, S4-N “*Hepsinin ortak paydası matematiktir*” diyerek Matematik alanını odağa koyan bir tanımlama yapmıştır. STEM eğitimi alan akranlarından farklı olarak STEM’in öğretimine dikkat çekmeyen STEM eğitimi almamış öğretmen adayları STEM eğitiminin ön koşulları olduğuna dikkat çekmişlerdir. Örneğin S10-M “*Üretken bir zekâ gerektirir*” diyerek STEM eğitiminin belirli ön koşulların sağlanması durumunda gerçekleşebileceğini ifade etmiştir.

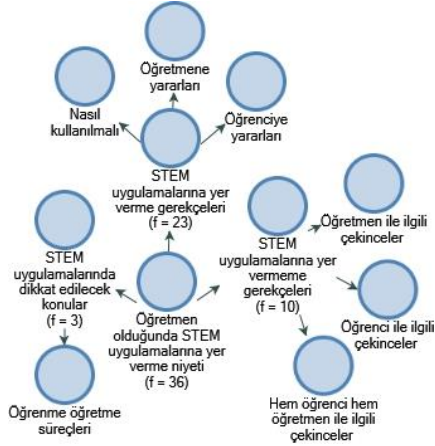
Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerinin bir bölümü STEM eğitimi ile ilgili yapılan yanlışlıklar temasını oluşturmuştur. Her iki grubun STEM eğitiminde yapılan yanlışlıklar ile ilgili görüşleri hedefler, öğrenme öğretme süreçleri ve öğretmen niteliği olmak üzere üç ortak kategoride toplanırken, bunların yanı sıra STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının STEM eğitime başlama yaşı ve öğretim materyalleri kategorilerinde toplanan ek görüşlerinin de olduğu görülmektedir. STEM eğitimi alan öğretmen adayları hedefler kategorisinde STEM’in felsefesinin doğru bir şekilde anlaşılabilmesi için bir yanlışlık olarak görmektedirler. Örneğin M6-S “*STEM bir yaklaşım olmaktan çok bir öğretim tekniği olarak görülüyor*” diyerek STEM’in felsefesinin anlaşılabilmesi için dikkat çekmiştir. STEM eğitimi alan öğretmen adayları STEM eğitiminin öğrenme öğretme süreçleri ile ilgili olarak, her alanın eğitiminin aynı düzeyde yapılmamasını ve günlük yaşamla ilişkilendirmenin yapılmamasını temel yanlışlıklar olarak görmektedirler. Örneğin, M2-M “*dört alanın entegrasyonu (odaktaki) asıl disiplinden uzaklaştırıyor*” ve M3-S “*fen ve matematik konularının yaşamla ilişkilendirmesi tam olarak yapılmıyor*” derken, M4-S ise dört temel alandan “*sadece matematik ve fen eğitiminin teorik düzeyde*” verildiğini “*teknoloji ve mühendislik*” alanlarının göz ardı edildiğini belirtmiştir. Öğretim materyalleri kategorisinde ise bazı STEM eğitimi alan öğretmen adayları yeterli ekonomik desteğin sağlanamamasını bir yanlışlık olarak gördüklerini çünkü bu durumun STEM eğitimi için gerekli öğretim materyallerinin teminini güçleştirdiğini belirtmişlerdir. Ek olarak, öğretmen niteliği kategorisinde STEM eğitime yönelik temel yanlışlıklardan birinin STEM eğitimi almamış öğretmenlerin vermesi olduğunu düşündükleri görülmüştür. Örneğin M10-M “*STEM’i ilk başta öğretmenlerimiz anlamalı, uygulamalı, benimsemeli*” derken STEM eğitiminin STEM’e hâkim öğretmenler tarafından verilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir. STEM eğitime başlama yaşı temasında ise STEM eğitiminin erken yaşlarda başlatılmamasını ve her yaşta seviyeye uygun bir şekilde devam ettirilmemesini temel yanlışlıklar olarak belirtmişlerdir. Örneğin M9-M “*İlkokul ve okul öncesi düzeyde üzerine düşülmemesini*”, P11-S “*Her sınıf düzeyinde yapılmamasını*” temel yanlışlıklar olarak görmektedir.

Diğer taraftan STEM eğitimi almamış öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili yanlışlıklara ilişkin görüşlerinin STEM eğitimi alan akranlarından daha sınırlı bir şekilde hedefler, öğrenme öğretme süreçleri, öğretmen niteliği ve içerik kategorilerinde toplandığı görülmektedir. Bazı STEM eğitimi almamış öğretmen adayları hedefler kategorisinde STEM eğitiminin felsefesinin anlaşılabilmesini belirtmişlerdir. Örneğin S5-M için “*amacının anlaşılabilmesi*”, S11-M için STEM’e “*önem verilmemesi*”, S8-S için ise STEM eğitiminin “*etkinlik yapmayla bir tutulması*” STEM’in hedefleri ile ilgili yapılan temel yanlışlıklardır. Buna paralel olarak STEM alanlarına aynı düzeyde önem verilmeyişini, bazı alanların daha fazla öne çıkarılmasını içerik ile ilgili yapılan yanlışlıklar olarak görmektedirler. Örneğin S3-M’ye göre “*teknoloji üzerine daha çok yoğunlaşılması*” STEM eğitiminin içeriği ile ilgili temel bir sorundur. STEM eğitimi almamış öğretmen adaylarına göre de STEM eğitiminin teorik düzeyde ve günlük hayatla veya diğer alanlarla ilişkilendirmeler yapılmadan verilmesi öğrenme öğretme süreçleri ile ilgili temel yanlışlıklardır. Örneğin S1-S için STEM eğitiminin “*sadece teorik verilmesi*”, S19-M için ise “*günlük hayatla bağdaştırılmaması*” temel yanlışlıklardır. Öğretmen niteliğine yönelik olarak ise, öğretmenlerin STEM eğitimi almamış olmaları da temel yanlışlıklardan birisidir. Örneğin S4-N’ye göre “*STEM eğitiminin öncelikle öğretmene verilmemesi*” Türkiye’deki STEM eğitimi ile ilgili temel bir yanlışlıktır.

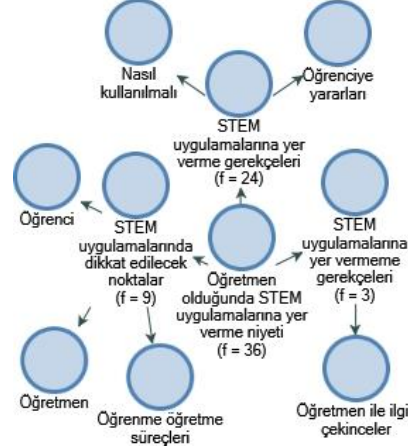
### Öğretmen adaylarının sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme niyetleri ile ilgili bulgular

STEM eğitimi alan ve almayan öğretmen adaylarının öğretmen olduklarında sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme niyetlerine yönelik bulgular Şekil 3'te verilmiştir.

STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının görüşleri



STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının görüşleri



Şekil 3. STEM eğitimi alan ve almayan öğretmen adaylarının öğretmen olduklarında sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme niyetlerine yönelik görüşleri

Şekil 3'teki bulgulara bakıldığında her iki grup öğretmen adayının öğretmen olduğunda STEM uygulamalarına yer vermeye yönelik görüşlerinin üç paralel temada gruplandığı ancak, tema içeriklerinde belirgin bir şekilde ayrıştığı söylenebilir.

STEM uygulamalarına yer verme gerekçeleri temasında, STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının daha yüksek oranda öğretmen olduklarında STEM eğitime yer verme niyetinde oldukları görülmektedir. Bilginin yapısına yönelik inançları bakımından ayrışmaksızın STEM eğitimi alan öğretmen adayları öğretmen olduklarında derslerinde STEM uygulamalarına yer verebileceklerini belirtmişlerdir. M2-M öğretmen olduğunda derslerinde “STEM uygulamalarına yer vermek istediğini” çünkü STEM eğitimi ile öğrencilerin “konuyu farklı yollarla somutlaştırmak ve anlayabilmelerini sağlamanın daha kolay” olduğunu düşünmektedir. Bilginin yapısı bakımından gelişmiş ve orta düzey öğretmen adaylarının gelecekte STEM uygulamalarına yer verme niyetleri ile ilgili görüşleri STEM alanlarının harmanlanarak, aktif öğrenme temelli ve teknoloji destekli STEM eğitimi, bunun için ise STEM eğitimi almış nitelikli öğretmenlere ihtiyaç duyulduğu gibi STEM felsefesinde yer alan köşe taşları ile ilgili iken, gelişmemiş öğretmen adaylarının öğrencilerin dikkatini çekebilme gibi dolaylı amaçlar için STEM eğitime yer vermeyi düşündükleri dikkati çekmektedir. STEM eğitimi alan öğretmen adayları, STEM eğitiminin derse odaklanmalarını ve katılımlarını arttırdığı için öğrenciye, öğrencilerin dikkatini çekmeyi kolaylaştırdığı için öğretmene yararları olduğunu düşünmektedirler. Örneğin M5-S “Öğrencilerin daha çok derse katılmalarını ve odaklanmalarını sağlayacağını düşünüyorum” derken, M7-N ise öğretmen olarak “öğrencilerin dikkatini çekebilme” için öğretmen olduğunda STEM uygulamalarından yararlanmayı düşündüğünü belirtmiştir. Ancak bazı STEM eğitimi alan öğretmen adayları öğretmen olduklarında STEM uygulamalarına yer vermeyi istediklerini fakat STEM etkinliklerini hazırlamanın zorluklarını ve bunun ayrı bir eğitim ve deneyim gerektirmesini olumsuzluk olarak gördüklerini belirtmişlerdir. M10-M'nin “...uygulama hazırlamak veya en azından etkinlik hayal etmek zorlayıcı. Bu yüzden ilk başta kendimi geliştirip, sonrasında öğrencilere uygulayım” görüşü durumu özetlemektedir. Benzer şekilde, M1-S “öğretmen olduğumda STEM uygulamalarına yer vermek isterim ama bu kolay değil, öğretmenin özel bir eğitim almış olması gerekir” şeklinde görüş bildirmiştir. STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının nasıl kullanılmalı temasını oluşturan; STEM eğitime ne şekilde yer verebileceklerine ilişkin görüşleri incelendiğinde disiplinler arası bir yaklaşım ile farklı alanları bir arada ele almak, öğrencilerin aktif katılımlarını desteklemek ve mümkün olduğunca etkileşimli tahta, web araçları ve modellemeleri gibi teknoloji destekli öğretim materyallerini kullanmak niyetinde oldukları görülmektedir. M8-N “Dört ana alanı harmanlayarak” M11-S “Sınıfta öğrencilerimin de aktif şekilde etkinlikler yapmasını sağlayarak” öğretmen olduklarında sınıflarında

STEM uygulamalarına yer vereceklerine yönelik somut örnekler belirtmişlerdir. Ayrıca, dikkat edilecek konular kategorisinde öğretmen olduğunda STEM uygulamalarına yer vermek isteyen bazı öğretmen adayları bu uygulamalarında öğrencileri doğru yönlendirmeye, öğrencinin kendisinin bilgiye ulaşmasını sağlamaya ve aktif katılımı desteklemeye dikkat edeceklerini belirterek öğrenme öğretme süreçlerini nasıl gerçekleştireceklerinin ipuçlarını da vermişlerdir. Örneğin M10-M “*Öğrenciyi yönlendirirken kendi doğrusunu kendisinin bulmasına dikkat ederim*” derken öğrenme öğretme süreçlerinde hem aktif katılıma hem de öğrencinin bilgiyi kendisinin inşa etmesini sağlamaya vurgu yapmıştır.

Buna karşın STEM eğitimi alan bazı öğretmen adaylarının öğretmen olduklarında sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme konusunda öğrenci, öğretmen ve hem öğrenci hem de öğretmen açısından çekinceleri bulunmaktadır. Öğretmen kategorisinde bazı öğretmen adaylarının, bir öğretmenin dört farklı alanın eğitimini vermede yeterli olamayabileceği, bu anlamda öğretmenlerin eğitim eksikliklerinin olabileceği ve kalabalık sınıflarda uygulama güçlüklerinin olabileceği endişesi ile öğretmen olduklarında STEM uygulamalarına yer verme konusunda çekinceleri bulunmaktadır. Örneğin M9-M “*Kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü çekebilirim.*” düşüncesiyle öğretmen olduğunda STEM uygulamalarına yer vermeyebileceğini belirtirken, M4-S, ileride STEM eğitimi vermemesinin en temel sebebinin “*STEM eğitimi sadece bir matematik öğretmeni vermemelidir. Matematik ve fen bilgisi öğretmenleri, bilgisayar ve mühendislik eğitimcileri ile ortak verilmelidir.*” düşüncesi olduğunu belirtmiştir. Hem öğrenci hem de öğretmen ile ilgili çekinceler kategorisinde ise STEM eğitimi alan bazı öğretmen adayları her konunun STEM’e uygun olmaması, STEM konularının her öğrencinin ilgisini çekmemesi, okullardaki öğrenme ortamlarının teknolojik donanımlarının STEM eğitimi destekleyici nitelikte olmaması veya sınıf içi etkinliklerin uzun zaman alması gibi etkenlerin öğretmen olduklarında STEM uygulamalarına yer vermeme riskini arttıracaklarını düşünmektedirler. Örneğin M5-S için “*sınıfta bulunan teknolojik cihazların yeterli olmaması*” gelecekte STEM uygulamalarına yer vermeme gerekçesi iken, M1-S için “*STEM etkinliklerinin uzun zaman alması*” ve “*alışkın olunan bir sistem olmadığından öğrenci ve öğretmende kafa karışıklığı yaratabilecek olması*” olası gerekçelerdir.

STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının öğretmen olduklarından sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme niyetlerine ilişkin görüşlerinin de STEM eğitimi alan akranları ile paralel temalar oluşturduğu ancak tema içeriklerinde farklılaştıkları görülmüştür. Bilginin yapısına yönelik inançları bakımından çoğunluğu orta düzey olan STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarından yedisi öğretmen olduğunda sınıflarında STEM uygulamalarına yer vereceğini belirtirken diğerleri henüz karar vermediklerini veya konuya ilişkin görüşlerinin olmadığını belirtmişlerdir. STEM uygulamalarına yer verebileceğini belirten öğretmen adaylarının STEM eğitimi alan akranlarından farklı olarak daha genel cevaplar verdikleri görülmüştür. Örneğin S2-S “*Etkinlikler düzenler, çalışmalar yaparım*”, S7-S “*öğrencilere deneyler yaptırırım*” S9-M “*deneyler günlük hayattan olurdu*”, S11-M “*STEM uygulamalarına yer verebilirim ama çok ayrıntılı olmamak şartıyla*” şeklinde görüşlerini belirtmişlerdir. Gelecekte sınıfında STEM uygulamalarına yer verebileceğini belirten öğretmen adaylarından bazıları STEM eğitimi için öğretmenin eğitim almasının gerekliliğine dikkat çekmişlerdir. Örneğin S3-M öğretmen olduğunda sınıfında STEM uygulamalarına “*STEM eğitimi ile ilgili daha fazla bilgi alıp, öğrendikten sonra yer verebilirim*”, derken, S10-M “*STEM’i iyice araştırıp, uygulama aşamalarını öğrenip sonra uygulayacağım*” demiştir. S8-M öğretmen olduğunda sınıfında STEM uygulamalarına yer verip vermeyeceği konusunda “*bilmiyorum*” cevabı verirken, S1-S “*bunu düşünmek için erken olduğu kanısındayım*” cevabını vermiştir. S1-S gibi bu sorunun cevabını vermek için erken olduğunu düşünen öğretmen adaylarının temel nedeni henüz STEM eğitimi almamış olmalarıdır. Bu gruptaki öğretmen adaylarının öğretmen olduklarında sınıflarında STEM uygulamalarına yer vermeme gerekçelerinin STEM eğitimi alan akranlarından farklı olarak sadece öğretmenlere yönelik çekinceler ile sınırlı olduğu görülmektedir. Öğretmen ile ilgili çekinceler temasında toplanan görüşleri incelendiğinde, gerekli eğitimi almadıkları için öğretmen olduklarında sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme konusunda kararsız kaldıkları anlaşılmıştır. Örneğin S3-M “*Kararsızım, çünkü yeterli eğitimim olduğunu düşünmüyorum*” derken, S8-M “*Uygulayacak kadar bilgili olduğumu düşünmüyorum*” demiştir. Bu bulgunun yukarıda öğretmen adaylarının önemli bir bölümünün gerekli eğitim alması durumunda sınıflarında STEM uygulamalarına yer verebileceğine yönelik bulgu ile yakından ilişkili olduğu söylenebilir. Her iki bulgunun, öğretmen adaylarının gelecekte sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme kararı verebilmeleri için hizmet öncesinde nitelikli bir STEM eğitimi almalarının önemine işaret



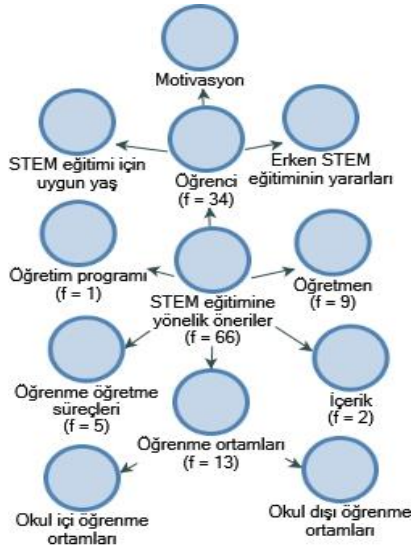
ettiği söylenebilir. Ayrıca STEM eğitimi almış akranlarının çekincelerinin yalnızca öğretmenin eğitim alması ile sınırlı kalmayıp, STEM'in öğretimine yönelik çekinceler de belirtmeleri STEM eğitiminin onlarda yaratmış olduğu bakış açısı farklılığını göstermektedir.

Son olarak dikkat edilecek konular kategorisinde öğretmen olduğunda STEM uygulamalarına yer vereceğini belirten STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının STEM uygulamalarında dikkat edecekleri noktalara ilişkin görüşleri öğrenci, öğretmen ve öğrenme öğretme süreçleri kategorilerinde toplanmıştır. Öğrenciler ile ilgili olarak öğretmen adayları öğrencinin hazırbulunuşluğuna ve duyuşsal özelliklerine dikkat edeceklerini belirtmişlerdir. Örneğin S7-S “*Öğrencinin STEM’i sevip sevmemesine*”, S1-S “*yeteneğe*” önem vereceğini belirtmiştir. Öte yandan öğretmen kategorisinde öğretmenin STEM’e verdiği öneme vurgu yapmışlardır. S1-S STEM uygulamaları için öğretmenin “*özenine*” önem verdiğini belirtmiştir. Öğrenme öğretme süreçleri ile ilgili olarak ise, öğrencilerin aktif katılımını ve iş birliğini destekleyici olmasına dikkat edeceklerini belirtmişlerdir. Örneğin, S5-M “*iş birliğine*” önem vereceğini belirtirken, K15-M “*üretmeye, düşünmeye, araştırmaya yönelik etkinlikler yapmaya*” önem vereceğini belirtmiştir.

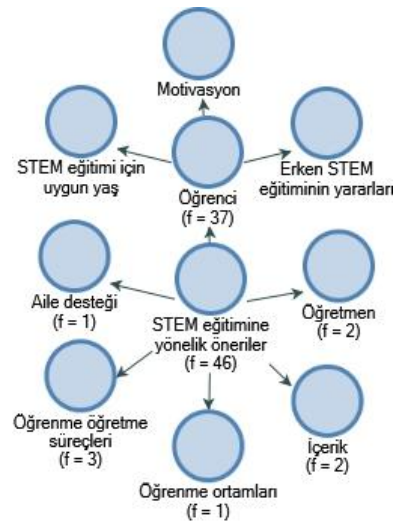
### Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik önerileri ile ilgili bulgular

STEM eğitimi alan ve almayan öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik önerileri ile ilgili bulgular Şekil 4’te verilmiştir.

STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının görüşleri



STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının görüşleri



Şekil 4. STEM eğitimi alan ve almayan öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik önerileri

Şekil 4’teki bulgulara bakıldığında her iki grup öğretmen adayının STEM eğitime yönelik olarak öğrenci, öğretmen, içerik, öğrenme ortamları, öğrenme öğretme süreçleri, ortak temalarında toplanan önerilerinin yanı sıra, STEM eğitimi alanların öğretim programı, almamış olanların ise aile desteği temalarında toplanan ek önerilerinin de olduğu görülmektedir.

STEM eğitimi alan öğretmen adayları öğrenci temasında STEM eğitimi için uygun yaş, erken STEM eğitiminin yararları ve motivasyon kategorilerinde toplanan önerilerde bulunmuşlardır. STEM eğitimi için uygun yaş alt temasında bu gruptaki öğretmen adaylarının önemli bir bölümü STEM eğitime mümkün olduğunca erken yaşlarda başlanmasını bu anlamda okul öncesi eğitimde veya ilköğretimde STEM eğitimi önerirken, bazı öğretmen adayları STEM eğitiminin, ortaokul hatta lise düzeyinde verilmesi gerektiğini M1-S ise “*her yaşta verilebilir*” olduğunu düşünmektedir. Konu ile ilgili olarak M11-S “*Ağaç yaşken eğilir atasözünden yola çıkarak, küçük yaşta temelini oturup ileriki yıllarda daha çok mantık kurabilirler*” şeklinde görüşünü ifade ederken, M2-M “*Erken dönemde soyut kavramları çocuğun algılaması zor olduğundan ve STEM eğitimi ile bunu somutlamak mümkün olduğundan [erken yaşlarda STEM eğitimi verilmesi] önemlidir*” şeklinde görüş bildirirken STEM eğitiminin ileri eğitim kademelerinde verilmesi gerektiğini düşünen M4-S “*... okul öncesi ve ilköğretim*

temel eğitim yeridir. Okuma-yazma bilmeden STEM eğitimi vermenin anlamı yoktur.” yönünde görüş bildirmiştir.

Çoğunluğu bilginin yapısı bakımından gelişmiş düzeyde olan bu gruptaki öğretmen adaylarının STEM eğitiminin erken yaşlarda verilmesini isteme gerekçeleri erken STEM eğitiminin yararları alt teması altında çocuğu tanıma ve yönlendirme, hazırbulunuşluk, çocuğa sağladığı kazanımlar ve öğrenme öğretme süreçleri kategorilerinde gruplanmıştır. Çocuğu tanıma ve yönlendirme kategorisinde STEM eğitimi alan öğretmen adayları STEM eğitiminin erken yaşlarda çocukların gelişimsel özelliklerinin belirlenmesi ve bu doğrultuda yönlendirilebilmelerinde rol alabileceğine dikkat çekmişlerdir. Örneğin M5-S erken STEM eğitimi ile “Çocukların ilgi alanlarına yönlendirmekte kolaylık sağlanabileceği düşünüyorum” demiştir. Kazanımlar kategorisinde ise; erken STEM eğitiminin öğrenci açısından disiplinler arası geçişleri erken yaşlarda görerek daha bütüncül ve farklı düşünme becerilerini geliştirebileceğine, buna bağlı olarak hazırbulunuşluk temasında erken STEM eğitiminin ileri eğitim kademelerinde verilecek STEM eğitimine temel oluşturması bakımından önemli olduğuna dikkat çekmişlerdir. Örneğin M5-S “Çocuklar ilkökul seviyesinden yavaş yavaş sisteme alıştırılmalılar ki sonrasında STEM eğitiminden daha fazla yararlanabilsinler” şeklinde görüş bildirirken, M10-M “STEM, öğrencinin birleşik düşünmesini sağlar. Bunun okul öncesinde başlaması daha sağlıklı ve faydalı” şeklinde görüş bildirmişlerdir. Diğer taraftan öğrenme öğretme süreçleri kategorisinde; erken STEM eğitiminin çocukların ilgilerini çekmeyi kolaylaştırması ve somut öğrenme fırsatları sunması bakımından öğrenme öğretme süreçlerine olumlu etkilerinin olduğuna dikkat çekmişlerdir. Motivasyon kategorisinde ise öğrencilerin STEM’e ilgi duymalarının önemli olduğunu düşünen M11-S “Öğrencinin istekli olması, STEM uygulamalarının verimli olmasını sağlayacak anahtarlardan birisidir” görüşüyle STEM eğitiminin başarıya ulaşması için öğrencilerin bu eğitime teşvik edilmelerinin önemine dikkat çekmiştir.

STEM eğitimi alan öğretmen adayları içerik kategorisinde; STEM eğitimi içeriğinin matematik ağırlıklı olmasını önermişlerdir. Örneğin M2-M STEM uygulamalarının verimliliği “Ana konuya (Matematik) ağırlık vermeye bağlıdır” derken, M3-S “Her şeyin anası Matematiktir, STEM’de her şey onun üstüne kurulmuştur” diyerek, içerikte STEM’in M’sinin ağırlıklı olabileceğini önermişlerdir, ancak bu durumun öneride bulunan öğretmen adaylarının matematik öğretmenliği öğrencileri olmaları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

STEM eğitimi alan öğretmen adayları iyi bir STEM eğitiminin okul içi ve okul dışında uygun öğrenme ortamlarının kullanımı ile mümkün olabileceğini düşünmektedirler. Nitelikli bir STEM eğitimi için M11-S okullarda “Sınıf, laboratuvar gibi öğrenme ortamlarının yeterli olması”, M8-N “donanımlı sınıflar”, M4-S ise “... donanımlı bir STEM laboratuvarı” olmasını önermişlerdir. Ek olarak, M10-M bu sınıflarda “Öğrencilerin kendisini geliştirebilmesi ve akıllarındaki yapabilmeleri için gerekli araç gereçler”, M9-M “teknolojik aletler” olması gerektiğine dikkat çekmişlerdir. Diğer taraftan başarılı bir STEM eğitimi için okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik önerilerde de bulunmuşlardır. Bu kapsamda M4-S “okula yakın yerlerde bilim müzeleri olmalıdır” derken, M4-S “Okul, mühendislik fakültesine yakın olmalıdır” diyerek okul dışı ortamlardan da STEM eğitimi destekleyici şekilde yararlanılmasını önermişlerdir.

STEM eğitimi alan öğretmen adayları öğrenme öğretme süreçleri temasında, bu süreçlerde STEM alanlarının bütünleştirilmesi, etkin öğrenmenin desteklenmesi ve STEM eğitimi için yeterli zamanın ayrılması yönünde önerilerde bulunmuşlardır. Öğrenme öğretme süreçleri ile ilgili olarak M6-S “STEM alanlarının doğru entegre edilmesi gerekmektedir”, M11-S “Öğrencinin doğruyu kendisinin bulmasına rehberlik edilmesi gerekir”, M4-S “STEM eğitimi tek bir matematik öğretmeni vermemelidir. Matematik ve fen bilgisi öğretmenleri ile bilgisayar ve mühendislik eğitimcileri ile ortak verilmelidir” ve M12-S “verimli bir STEM eğitimi yeterli zaman ayrılmasına bağlıdır” yönünde önerilerde bulunmuşlardır. M12-S gibi STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının STEM eğitimi için yeterli zamanın ayrılması gerektiğini düşüncülerinin yukarıda da belirtildiği üzere STEM’in uygulamalı ve öğrencinin etkin katılımını destekleyen bir felsefesinin olduğuna yönelik görüşleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

STEM eğitimi alan öğretmen adayları öğretmen temasında iyi bir STEM eğitiminin öğretmen sayısı ve niteliği ile ilişkili olduğuna dikkat çekmişler, bu doğrultuda STEM eğitimi STEM eğitimi

alan öğretmenler tarafından verilmesini önermişlerdir. Örneğin iyi bir STEM eğitimi için M8-N “*yeterli sayıda öğretmen*” olması gerektiğini belirtirken, M6-S “*Öğretmenlerin fen, matematik, mühendislik, teknoloji alanlarında yeterli düzeyde bilgilendirilmeleri*” gerektiğini, M9-M “*Öğretmenin, yeterli alan bilgisi üzerine öğretim bilgisi ve en önemlisi de alanların entegrasyonunu bilmesi*” gerektiğini düşünmektedir. Bu temada, bilginin yapısı bakımından gelişmemiş düzeyde olan P8\_N’in öğretmen sayısına odaklanırken, orta düzeyde olan P9-M’nin öğretmenin niteliğine odaklanması öğretmen adaylarının bilginin yapısına yönelik inançları ile STEM eğitimine bakış açıları arasındaki ilişkinin derinlemesine araştırılmasını işaret ettiği söylenebilir.

STEM eğitimi almayan akranlarından farklı olarak STEM eğitimi alan öğretmen adayları öğretim programı temasını oluşturan önerilerde de bulunmuşlardır. STEM eğitimi alan bazı öğretmen adayları, başarılı bir STEM eğitiminin öğretim programlarında yapılacak düzenlemelere bağlı olduğunu, bunun için öğretim programlarının STEM eğitimi destekleyici bir şekilde gözden geçirilmesini önermişlerdir. Örneğin M12-S “*STEM uygulamalarının verimliliği müfredatlarda gerekli düzenlemelerin yapılmasına bağlıdır*” diyerek öğretim programlarında yeniden düzenlemeler yapılmasını önermiştir.

Başarılı bir STEM eğitiminin öğretmenin niteliği ile yakından ilişkili olduğunu düşünen öğretmen adayları öğretmen temasında STEM eğitimi verecek öğretmenin yeterliklerine yönelik önerilerde bulunmuşlardır. Bilginin yapısı bakımından farklı profillerde olsalar da çoğu STEM eğitimi alan öğretmen adayı STEM eğitimi verecek öğretmenlerin STEM alanlarına yönelik alan bilgisi ve mesleki bilgilerinin olması gerektiğini düşünmektedirler. M9-M “*Öğretmenin, yeterli alan bilgisi üzerine öğretim bilgisi ve en önemlisi de alanların entegrasyonunu bilmesi gerekir*” görüşüyle bu tema altında toplanan görüşleri adeta özetlemiştir. STEM eğitimi STEM’de yer alan alanların eğitimi almış ve onları entegre ederek öğretimini yapabilme becerilerine sahip bir öğretmen tarafından verilebileceğini düşünen çoğunluğa karşın bilginin yapısı bakımından gelişmiş düzeyde olan M4-S “*STEM eğitimi tek bir matematik öğretmeni vermemelidir. Matematik ve fen bilgisi öğretmenleri ile bilgisayar ve mühendislik eğitimcileri ile ortak verilmelidir*” diyerek STEM eğitiminde STEM alanlarının her birinin öğretiminde uzmanlaşmış öğretmenlerin iş birliğine dikkat çekmiştir.

Diğer taraftan, STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının STEM eğitimi alan akranlarına göre daha az sayıda olan önerilerinin paralel temalarda toplandığı ve ek olarak aile desteğine dikkat çektikleri görülmektedir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının en çok görüş bildirmiş oldukları öğrenci temasında STEM eğitimi alan akranları gibi STEM eğitimi için uygun yaş, erken STEM eğitimin yararları ve motivasyon kategorilerinde toplanan önerilerde bulunmuşlardır. S4-N STEM eğitiminin “*her yaşta*”, S11-M ve S1-S “*ilkokuldan sonraki yaşlarda*” verilebileceğini önerirken, STEM eğitimi almayan öğretmen adayları ağırlıklı olarak STEM eğitiminin erken yaşlarda başlamasını önermektedirler. S2-S “*ne kadar erken, o kadar iyi*” derken, S6-M “*STEM eğitimi ... ne kadar küçüklükten başlarsa çocuklar o kadar araştırmacı bir ruha sahip olurlar*” yönünde görüş bildirmiştir. Çoğunluğu bilginin yapısı bakımından orta düzeyde olan STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının da STEM eğitiminin erken yaşlarda verilmesini istemelerinin gerekçelerinin çocuğu tanıma ve yönlendirme, hazırbulunuşluk, çocuğa sağladığı kazanımlar, ve öğrenme öğretme süreçleri kategorilerinde toplandığı ve sayıca STEM eğitimi alan akranlarından daha fazla görüş bildirdikleri, bu durumun STEM eğitimi almayan öğretmen adaylarının sınıf öğretmenliği programına devam eden öğretmen adayı olmaları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Çocuğu tanıma ve yönlendirme kategorisinde erken STEM eğitiminin çocuğun olası yeteneklerinin erken fark edilmesini sağlayacağına dikkat çekilmiştir. S8-M’ye göre erken STEM eğitimi ile “*Eğer çocuğun doğuştan bir yeteneği varsa ortaya çıkmış olur*”. Kazanımlar alt kategorisinde erken STEM eğitiminin öğrencilerin sorgulama ve farklı düşünme becerilerini geliştirilebileceğine, daha kalıcı olan bu dönemdeki öğrenmelerin ileriki yaşamlarına daha fazla katkı sağlayacağına vurgu yapmışlardır. Örneğin S12-M “*Erken STEM eğitimi farklı düşünmek, düşündüklerini sorgulamak açısından önemlidir*” derken, S7-S “*Erken yaşta ... öğrendikleri daha kalıcı oluyor*”; S8-M “*Çocuklar yetişkinlerden daha kolay öğreniyorlar. Küçük yaşta bunun eğitimini almaları gelecekte onları olumlu yönde etkiler*” yönünde görüş bildirmişlerdir.

İçerik temasında; STEM eğitimi içeriğinin STEM alanları ile sınırlı tutulmayıp farklı alanlarla da birleştirilebileceğini ya da STEM içindeki alanlardan teknolojinin başı çekmesini önermişlerdir. STEM eğitiminin STEM alanları ile sınırlı tutulmasını yanlış bulan S2-S “*Farklı disiplinler bir araya*

getirilebilir”, S4-N “Ana kavram olarak teknolojiyi alıp diğerlerini onun içinde büyütmeliyiz, T-SEM şeklinde” önerilerinde bulunmuşlardır.

STEM eğitimi alan öğretmen adaylarına göre daha az görüş bildirilen öğrenme öğretme süreçleri temasında bazı STEM eğitimi almayan öğretmen adayları başarılı bir STEM eğitimi için öğrenme öğretme süreçlerinin iyi planlanması ve uygulanması, öğretmen-öğrenci etkileşiminin sağlanması gerektiğine dikkat çekerken, öğrenme ortamları temasında öğrenme ortamlarında teknoloji desteğinin sağlanmasını önermişlerdir.

Öğretmen niteliğini de nitelikli bir STEM eğitiminin bir parçası olduğunu düşünen STEM eğitimi almayan öğretmen adayları bulunmaktadır. Öğretmen temasında STEM eğitiminin verimliliğinin “öğretmelerin sürece ne kadar dahil olduklarına bağlı” olduğunu düşünen S9-M öğretmenlerin STEM konusunda iyi yetişmiş olmalarını, “Öğretmenlerin sürece ne kadar dahil olduğu STEM eğitiminin anahtarı” olarak gören S9-M “öğretmen aktif rol üstlenmelidir” önerisinde bulunmuştur. Tüm öğretmen adaylarından farklı olarak aile desteği temasında başarılı bir STEM eğitimi için aile desteğinin önemine dikkat çeken S2-S “veliler öğretileri desteklemelidir” önerisinde bulunmuştur.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri incelendiğinde, STEM eğitimi almış öğretmen adaylarının STEM eğitimi almamış akranlarına göre daha derin ve daha geniş bir bakış açılı görüşlere sahipken; STEM eğitimi almamış grubun paralel görüşlere sahip olsalar da görüşlerinin daha sınırlı düzeyde olduğu görülmüştür. STEM eğitime yönelik görüşleri STEM eğitime yüklenen anlam, STEM eğitiminin getirileri, STEM alanları arasındaki ilişki ve STEM eğitimi ile ilgili yanlışlar olmak üzere dört paralel tema altında toplanan görüşleri birlikte değerlendirildiğinde STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili yanlışlıklar teması hariç diğer temalarda daha fazla sayıda görüş bildirdikleri görülmektedir. STEM eğitimi ile bireylerin STEM bilgilerinin geliştiğine yönelik önceki araştırmaların (Adebusuyi vd., 2022; Çorlu, 2012; Shahali vd., 2015) bulguları çalışmanın STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının STEM’e yönelik görüşlerinin daha kapsamlı olduğu yönündeki bulgularını desteklemektedir.

STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri bilginin yapısına yönelik epistemolojik inançları ile birlikte incelendiğinde; STEM eğitimi gerekli bulan öğretmen adaylarının genellikle bilginin yapısı bakımından gelişmiş inançlara sahip öğretmen adayları olduğu görülmüştür. Bu bulguyu öğretim tercihlerinde epistemolojik inançların önemli olduğuna dair araştırma bulguları desteklemektedir (Tanase ve Wang, 2010). Bilginin yapısına yönelik inançları orta düzeyde olan STEM eğitimi almamış öğretmen adaylarının bazıları, STEM eğitiminin belli okullarda sınırlı seviyede yapıldığını ifade etmişlerdir. STEM eğitimi almış bilginin yapısına yönelik gelişmiş inanca sahip öğretmen adayları, STEM eğitimi ile 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılabilceğini düşünmektedir. Bilginin yapısına yönelik gelişmiş inançlara sahip öğretmen adayları STEM alanları arasındaki ilişkiyi karşılıklı etkilenme, birbirini besleme, destekleme ve bütünlük oluşturma şeklinde ifade ederken; orta düzeyde gelişmiş inançlara sahip öğretmen adayları belirli alanların diğerini destekliği tek yönlü bir ilişki şeklinde ifade etmişler; gelişmemiş inançlara sahip öğretmen adayları ile alanlar arasındaki ilişkiyi ifade etmemişlerdir.

Bu çalışmada, STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının gelecekte sınıflarında STEM uygulamalarını yer vermelerine yönelik niyetleri bilginin yapısına yönelik epistemolojik inançları da göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Öğretmen adaylarından bilginin yapısına yönelik olarak orta ve gelişmiş düzeyde epistemolojik inançlara sahip olanların, STEM alanlarının entegrasyonuna, aktif öğrenme ve teknoloji destekli bir STEM eğitime ve STEM eğitimi veren öğretmenlerin nitelikli bir STEM eğitimi almasının önemine dikkat çekerek STEM felsefesinin temel prensiplerine paralel bir bakış açısı sergilemişlerdir. Buna karşın, bilginin yapısına yönelik inançları gelişmemiş düzeyde olan öğretmen adaylarının STEM eğitimi öğrencilerin dikkatini çekme gibi dolaylı hedeflerine odaklanmakla yetindikleri görülmüştür. Çalışmanın, STEM eğitimi almış öğretmen adaylarının gelecekte sınıflarında STEM eğitimi uygulama niyetinde oldukları ve bu niyetlerinin ana bileşenlerinin STEM eğitiminin temel bileşenleri ile paralel olduğu yönündeki bulgusu Günbatır ve Bakırcı’nın (2019) elde etmiş oldukları bulgular ile benzerlik göstermektedir. Ancak, nicel bir araştırma

olan Günbatar ve Bakırcı'nın (2019) çalışmasında elde edilen bulgulardan farklı olarak, bu çalışmada öğretmen adaylarının STEM etkinliklerinin hazırlanmasının zor olması, nitelikli bir eğitim gerektirmesi, dört farklı alanın eğitimini verebilmek için tek bir öğretmenin yeterli olamaması ve kalabalık sınıflarda uygulama güçlüklerinin olacağı yönünde görüşlere sahip oldukları da ortaya konulmuştur. Bilginin yapısı bakımından çoğunluğu orta seviyede olan STEM eğitimi almamış öğretmen adaylarının, STEM eğitimi alan ve gelişmiş inançlara sahip akranlarına göre öğretmen olduklarında sınıflarında STEM etkinliklerine yer verme niyetlerinin daha düşük oranda olduğu bazıları ise henüz karar vermediği görülmüştür.

Bu çalışmada son olarak, STEM eğitimi almış ve almamış öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik önerileri de bilginin yapısına yönelik inançları bakımından incelenmiştir. STEM eğitimi almış öğretmen adayları, erken STEM eğitimi, motivasyon ve öğrenme süreçleriyle ilgili önerilerde bulunmuşlardır. STEM eğitimi almış ve bilginin yapısı açısından gelişmiş düzeyde olan öğretmen adayları, STEM eğitiminin erken yaşlarda çocukların gelişimsel özelliklerini anlamada, çocukları tanıma ve yönlendirmede etkili olabileceğine dikkat çekmişlerdir. Bu bağlamda, erken STEM eğitiminin disiplinler arası geçişleri erken yaşlarda deneyimleyerek daha bütüncül öğrenmeyi destekleyebileceği, farklı düşünme becerilerini geliştirebileceği ve ileri eğitim kademelerine temel oluşturabileceği üzerine vurgular yaptıkları görülmüştür. Bu bulgular, Aydın'ın (2020) erken yaşlardaki STEM eğitiminin yaratıcılık, problem çözme, yenilikçilik gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmenin etkili bir yolu olduğu yönündeki bulguları ile benzerlik göstermektedir. STEM eğitimi almış öğretmen adayları, iyi bir STEM eğitimi için öğretmen sayısı ve niteliğinin de önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu öğretmen adaylarının bilginin yapısına yönelik inançları ile birlikte incelendiğinde; bilginin yapısı bakımından orta düzeyde gelişmiş inançlara sahip öğretmen adayları STEM eğitimi açısından öğretmenin niteliğine dikkat çekirken, gelişmemiş inançlara sahip olanların öğretmen niceliğine dikkat çektikleri görülmüştür. Bu bulgu, öğretmen adaylarının bilginin yapısına yönelik inançları ile STEM eğitimine bakış açıları arasındaki ilişkinin genişletilerek araştırılmasına olan ihtiyacı gösterdiği söylenebilir. Öte yandan, çoğunluğu bilginin yapısına yönelik orta düzeyde inançlara sahip olan STEM eğitimi almamış öğretmen adaylarının STEM eğitimi için önerilerinin, STEM eğitiminin erken yaşlarda başlaması ve öğrenme süreçlerinin etkili planlanması üzerine odaklandığı, STEM eğitiminde aile desteğine de vurgu yaptıkları görülmüştür ancak bu önerilerin STEM eğitimi almış öğretmen adaylarının öneri yelpazesine göre daha sınırlı kaldığı görülmüştür.

Çalışmanın sonucunda, STEM eğitimi almış ve bilgi yapısı açısından daha gelişmiş inançlara sahip öğretmen adaylarının, STEM eğitimine ilişkin daha fazla görüş ve öneri sunduğu, STEM eğitimi almış öğretmen adaylarının, gelecekte sınıflarında STEM etkinliklerine daha fazla yer verme niyetinde oldukları belirlenmiştir.

Çalışma grubu 24 sınıf ve ilköğretim matematik öğretmenliği programlarına devam etmekte olan üçüncü sınıf öğretmen adayları ile sınırlı olan bu çalışmanın sonunda; öğretmen adaylarının bilginin yapısı bakımından üst düzeylerde olması ve STEM eğitimi almaları durumunda; STEM eğitimine yönelik bakış açılarının genişlediği ve gelecekte sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme eğilimlerinin arttığı sonucuna ulaşıldığı söylenebilir. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ve STEM eğitimine bakış açıları arasında ilişkinin incelenmesine dair önemli ipuçları bulunmaktadır. Araştırmacılara, öğretmen adaylarının bilginin yapısına yönelik inançları ile STEM eğitimine bakış açıları arasındaki ilişkiyi araştıran, farklı öğretmen aday grupları ile nicel verilerin ve istatistiksel analizlerin yapılabileceği deneysel çalışmalar önerilebilir. Bu araştırma bulguları, STEM eğitimi daha etkili ve kapsamlı hale getirmek için öğretmen eğitimi programlarının ve STEM eğitimi politikalarının şekillendirilmesinde dikkate alınabileceğini göstermektedir.

### Kaynakça

- Adebusuyi, O. F., Bamidele, E. F., & Adebusuyi, A. S. (2022). The role of knowledge and epistemological beliefs in chemistry teachers stem professional development and instructional practices: Examination of STEM-Integrated Classrooms. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 243-255. <https://doi.org/10.30935/scimath/11799>.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. Scala Basım.
- Aydın, G. (2020). Prerequisites for elementary school teachers before practicing STEM education with students: A case study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 20(88), 1-40. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1359969>.
- Barak, M. (2014). Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT-enhanced learning among pre-service STEM teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9446-8>.
- Buehl, M. M., & Fives, H. (2009). Exploring teachers' beliefs about teaching knowledge: Where does it come from? Does it change?. *The Journal of Experimental Education*, 77(4), 367-408. <https://doi.org/10.3200/JEXE.77.4.367-408>.
- Corlu, 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. <https://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/2142/651>
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). Sage publications, Inc.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications, Inc.
- Çetin, A., & Balta, N. (2017). Pre-service science teachers' views on STEM materials and stem competition in instructional technologies and material development course. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 279-288. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.6.3.279>
- Çorlu, M. S. (2012). A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science [Doctoral dissertation, Texas A&M University]. <http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/ETD-TAMU-2012-05-10839/CORLUDISSERTATION.pdf?sequence=2>
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (Science, Technology, Engineering and Math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84. <https://www.ingentaconnect.com/content/prin/ed/2012/00000133/00000001/art00008>
- Elby, A., Macrander, C., & Hammer, D. (2016). Epistemic cognition in science. In *Handbook of epistemic cognition* (pp. 113-127). Routledge.
- Ferguson, L. E., & Brownlee, J. L. (2018). An investigation of preservice teachers' beliefs about the certainty of teaching knowledge. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 43(1), 94-111. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v43n1.6>
- Greene, J. A., Cartiff, B. M., & Duke, R. F. (2018). A meta-analytic review of the relationship between epistemic cognition and academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 110(8), 1084. <https://doi.org/10.1037/edu0000263>
- Günbatar, M. S., & Bakırcı, H. (2019). STEM teaching intention and computational thinking skills of pre-service teachers. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1615-1629. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9849-5>
- Gürbüz, S., ve Şahin, F. (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. Felsefe-Yöntem-Analiz* (5. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Güven, G. (2013). *Fen ve teknoloji laboratuvar uygulamalarında sınıf öğretmeni adaylarının yansıtıcı günlük yazım ve epistemolojik inançlarının incelenmesi* (Tez No. 327571) [Yüksek Lisans Tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 47-63. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199601\)33:1<47::AID-TEA3>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199601)33:1<47::AID-TEA3>3.0.CO;2-P)
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88-140. <https://doi.org/10.3102/00346543067001088>

- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Jerald, C. D. (2009). *Defining a 21st century education*. The Center for Public Education.
- Johnson, T. M., Byrd, K. O., & Allison, E. R. (2021). The impact of integrated STEM modeling on elementary preservice teachers' self-efficacy for integrated STEM instruction: A co-teaching approach. *School Science and Mathematics*, 121(1), 25-35. <https://doi.org/10.1111/ssm.12443>
- Karisan, D., Macalalag, A., & Johnson, J. (2019). The effect of methods course on preservice teachers' awareness and intentions of teaching science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 5(1), 22-35. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1198055.pdf>
- Kvale, S. (1996). *Interviews: An introduction qualitative research interviewing*. Sage Publications, Inc.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2013). Is it STEM or "S & M" that we truly love?. *Journal of Science Teacher Education*, 24(8), 1237-1240. <https://doi.org/10.1007/s10972-013-9370-z>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. A. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications, Inc.
- Lunn-Brownlee, J., Ferguson, L. E., & Ryan, M. (2017). Changing teachers' epistemic cognition: A new conceptual framework for epistemic reflexivity. *Educational Psychologist*, 52(4), 242-252. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1333430>
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (1. baskı). (S. Turan. Çev. Ed.). Nobel. (Orijinal basım tarihi 2009).
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (2nd ed.). Sage Publications, Inc.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying effective approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Partnership for 21st Century Skills (P21). (2019). Framework for 21st century learning. Battelle for Kids. [https://www.battelleforkids.org/wp-content/uploads/2023/11/P21\\_Framework\\_Brief.pdf](https://www.battelleforkids.org/wp-content/uploads/2023/11/P21_Framework_Brief.pdf)
- Perry, W. G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. Holt, Rinehart and Winston.
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R., & Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300-309. <https://doi.org/10.1111/ssm.12185>
- Schmidt, M., & Fulton, L. (2016). Transforming a traditional inquiry-based science unit into a STEM unit for elementary pre-service teachers: A view from the trenches. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 302-315. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9594-0>
- Schommer, M. (1990). The effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.3.498>
- Schraw, G., J. Brownlee, & D. Berthelsen (2011). *Teachers' Personal Epistemologies and Teacher Education: Emergent Themes and Future Research*. In Personal Epistemology and Teacher Education, edited by J. Brownlee, G. Schraw, and D. Berthelsen, 265-282. Routledge.
- Shahali, E. H., Halim, L., Rasul, S., Osman, K., Ikhsan, Z., & Rahim, F. (2015). Bitara-Stemtm training of trainers' programme: Impact on trainers' knowledge, beliefs, attitudes and efficacy towards integrated STEM teaching. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 85-95. <https://doi.org/10.33225/jbse/15.14.85>.
- Tanase, M., & Wang, J. (2010). Initial epistemological beliefs transformation in one teacher education classroom: Case study of four preservice teachers. *Teaching and Teacher Education*, 26(6), 1238-1248. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.02.009>
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Sage Publications, Inc.
- Wang, H. (2012). *A New era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. [Doctoral dissertation]. University of Minnesota. <https://www.proquest.com/docview/922637122?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (Genişletilmiş 10. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B., ve Türk, C. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir alıŐma. *Trakya Eğitim Dergisi*, (8)2. 195-213. <https://doi.org/10.24315/trkefd.310112>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

