ADIYAMAN UNIVERSITY Journal of Educational Science

dergipark.org.tr/tr/pub/adyuebd Volume 15, Issue 2, December 2025, Page 714-766 ISSN: 2149-2727

Examination of the 2024 Türkiye Science Curriculum in terms of Engineering Integration*

İlknur Taşdelen[1] Yasemin Hacıoğlu[2]

Article Info

Keywords
Interdisciplinary teaching
Science curriculum
Science education
Engineering integration
Engineering design process

Received: 11.07.2025
Accepted: 28.11.2025
Published: 31.12.2025

Research Article

DOI: 10.17984/adyuebd.1739968

Abstract

In line with the importance of STEM education, many countries have taken steps to integrate engineering disciplines into their science curricula. In Türkiye, the Science Curriculum, published and implemented in 2024, has not been analyzed in detail in terms of the objectives and content of engineering integration or how it is reflected in the teaching process. In this context, the study aims to examine the 2024 Science Curriculum in terms of engineering integration. Analyzing the curriculum, which was developed from an interdisciplinary perspective, in terms of engineering integration is expected to facilitate the integration of engineering into science education for teachers, researchers, and other practitioners. In this qualitative case study, the 2024 Science Curriculum was treated as a document and the current situation was attempted to be revealed using document analysis methods. The headings related to the curriculum's objectives, content, implementation, and evaluation components were examined in detail; statements related to the engineering discipline and the engineering design process were identified and the codes created were categorized thematically. The findings were interpreted by visualizing the status according to the curriculum's components, grade levels, subject areas and units. Engineering integration was found in all components of the 2024 Science Curriculum. However, in the curriculum's purpose and content components, engineering integration is limited to the grade level, subject, and stages of the design process. In contrast, the emphasis on engineering integration is greater in the curriculum's implementation or assessment component. It is noteworthy that this emphasis is present in every subject, unit, and grade level, particularly in the subject of physics. Engineering integration is reflected in the curriculum more through the design creation and assessment stages. In addition to the engineering design process, the curriculum emphasizes the interdisciplinary nature of engineering for engineering integration. Compared to the relevant literature, in order to strengthen engineering integration in the curriculum, it is necessary to reflect it in the same way in all components and all subjects at all grade levels and to implement all stages of the engineering design process.

Introduction

In the current century, interdisciplinary teaching practices have become important in reflecting scientific and technological developments in educational reforms, resulting the emergence of the concept of STEM education has emerged (Fan et al., 2021; Wang, 2012). STEM education is an interdisciplinary teaching approach and

*This research reflects the results of the master's thesis carried out by the first author under the supervision of the second author and was presented as an oral presentation at the 5th International Conference on Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education held in Balıkesir between 17-19 May 2025

Author[1] : İlknur Taşdelen, Master's student, Giresun University Institute of science, Turkiye, ilknurtasdelen3737@gmail.com
Corresponding Author[2] : Yasemin Hacıoğlu, Associate Professor, Giresun University Faculty of Education, Turkiye, yasemin.hacioglu@giresun.edu.tr

Taşdelen, İ. & Hacıoğlu, Y. (2025). Examination of the 2024 Türkiye science curriculum in terms of engineering integration. *Adiyaman University Journal of Educational Sciences, 15*(2), 714-766.

integrates engineering and technology into science and mathematics education (Bybee, 2013; English & King, 2019; National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC], 2014; Thibaut et al., 2019). These disciplines are the most important ones that enable developments and changes in science and technology (NRC, 2011). The aim of STEM education aims to develop individuals' knowledge and skills in STEM disciplines so that they can keep pace with the times and contribute to development (Chen et al., 2020; Ministry of National Education [MEB], 2019; National Academy of Engineering [NAE], 2010; Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023; Roll & Wylie, 2016; Song, 2012). Indeed, STEM education enables students to understand and apply disciplinary STEM knowledge to solve complex real-life problems (Han et al., 2015; Hudson et al., 2014; Lou et al., 2011; Vale et al., 2020; Wang, 2012; Zollman, 2012). Therefore, it is essential for individuals to learn 21st-century topics, acquire 21st-century skills, and develop an interest for their future careers (NAE & NRC, 2014).

The related literature reveals that, although research aiming to diversify STEM teaching practices is accelerating, these remain individual efforts and their reflection in curricula is limited (Fan et al., 2021). Two approaches have been proposed for integrating STEM disciplines into curricula: "content integration" and "context integration" (Moore et al., 2014). The difference between these approaches depends on the role of the engineering discipline with in the curriculum. In content integration, the focus is on teaching the content of the specified discipline, but engineering content is also incorporated by establishing a common theme. In context integration, the focus is on teaching the selected discipline, with engineering serving merely as a context for teaching scientific concepts (Anwar et al., 2022; Cunningham et al., 2020). Despite efforts to integrate STEM disciplines into curricula, limitations to integration remain (English, 2017). One reason for these limitations is the absence of a pre-university course related to the engineering discipline, as well as the lack of a clarity regarding how engineering integration should be achieved (Fan et al., 2021). Another limitation is the dominance of the disciplinary structure of curricula, whereby disciplinary content and practices are separate and inconsistent (Bybee, 2013). Numerous studies on STEM education (Budynas & Nisbett, 2011; Cunningham, 2017; Householder & Hailey, 2012; Moore et al., 2013) have indicated that the most effective way to implement an integrated STEM curriculum is to focus on engineering design when teaching the content of the relevant discipline. Furthermore, it is noteworthy that these applications increasingly integrate science and engineering disciplines (Cheng et al., 2024). Reflecting the integration of engineering into science, mathematics, and technology curricula will facilitate the implementation of STEM education practices by teachers and enable them to benefit from their outcomes (Fan et al., 2021). Curricula indeed provide teachers with guidance by detailing the purpose of instruction and how content should be taught and assessed (Demirel, 2014).

Many countries, including the United States, Australia, the United Kingdom, China, Germany, Finland, Belgium, and the Netherlands, have integrated engineering into their science curricula either directly or implicitly to benefit from the outcomes of STEM education (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA], 2021; Department for Education [DFE], 2013; Department of Education & Training, 2012; Hong Kong Education Bureau, 2016; Ireland Department of Education and Skills, 2017; MEB, 2018; Next Generation Science Standards Lead States [NGSS], 2013; Innovation and Educational Technologies General Directorate [YEĞİTEK], 2018). However, it has also been reported that this integration is often limited with disciplines continuing to be taught separately (Moore et al., 2014). In parallel, in Türkiye, has attempted to integrate engineering into science curricula (MEB, 2013; 2017; 2018) by emphasizing interdisciplinary teaching. Nevertheless, research has revealed that the integration of engineering in these curricula is limited in terms of both content and its reflection in practice (Seren & Veli, 2018). This limitation is reflected in teachers' practices, thereby restricting the potential of STEM education and engineering integration (Akgündüz et al., 2015). However, the updated Science Curriculum (MEB, 2024b), implemented gradually from 2024 onwards, was developed using a holistic approach. Although the curriculum has been examined in many ways (e.g. the basic components of the curriculum, the relationship between learning outcomes and cognitive levels, the fulfillment of skills and the relationship with other subjects such as mathematics, etc.) and compared with previous curricula (Ak & Köse, 2024; Beşoluk et al., 2024; Bilir, 2025; Özkan & Yaman, 2025; Yüzbaşıoğlu, 2025), no study has been found that examines the current curriculum in terms of engineering integration. Studies evaluating the current curriculum are important for improving it, increasing its effectiveness and applicability, and determining its level of success (MEB, 2020; Demirtaş, 2017). Examining the curriculum in terms of engineering integration is important both

in terms of revealing the continuity and differences with past curricula and in terms of guiding and facilitating teachers in its implementation. Furthermore, it is believed that the results of the examination will enhance the curricula's effectiveness and feasibility. In this context, this research aims to examine the 2024 Science Curriculum in terms of engineering integration.

Integration of Engineering into Science Education

Engineering involves creating solutions with in certain constraints order to solve people's problems or meet their needs (Cunningham, 2017; Wulf, 1998). Engineers use the engineering design process to achieve this (NAE & NRC, 2009, p. 38). This process involves the creative and systematic transformation of scientific knowledge, mathematical analysis and technological implementation into solutions (Fan et al., 2021). From this perspective, the process plays a unifying role between the disciplines of science, technology and mathematics (Barnett & Hodson 2001; Brown et al., 1989; Frykholm & Glasson 2005). Consequently, integrated STEM education is grounded in the implementation of the engineering design process (Hudson et al., 2014; Roehrig et al., 2021b). Indeed, the interdisciplinary nature of engineering and the engineering design process emerges as a fundamental component that strengthens the applied, problem-solving aspects of science education (NRC, 2012). The most effective way to integrate engineering into science education is based on the scientific inquiry process and implement the engineering design process (NAE & NRC 2009, 2014; NGSS Lead States, 2013; NRC 2012; Wendell, 2008).

Although various approaches have been adopted to integrate engineering into science education, they all involve applying the engineering design process to solve to relevant real-life problems (Hmelo et al., 2000; Moore et al., 2014). Many researchers, institutions, organizations and countries have described the engineering design process in various ways in their curricula or reports (Brunsell, 2012; Culver, 2012; Hynes et al., 2011; NAE & NRC, 2009; NRC, 2012). In general, however, it includes the following stages of identifying the problem, inquiry for solution suggestions, presenting solution proposals, selecting the best solution, designing/developing the solution, testing the design/prototype, optimizing the design/prototype it if necessary, and communicating the solution / design it (Hacıoğlu, 2021). Certain aspects must be considered when implementing this process (NRC, 2012). The engineering design process begins with a design problem in a real-life context. During the problem definition stage, students determine the design criteria and constraints that will solve the problem. They then conduct the necessary research to find a solution. It is important at this stage to implement the inquiry process. After conducting the research, students present their proposed solutions and evaluate them in the context of the criteria and constraints, selecting the best ones. They then design their solutions that enable the implementation of scientific knowledge. Subsequently, they test whether their design solve the problems based on the scientific knowledge they have acquired. Following the testing process, they revise and present the designs that do not serve to solve the problem.

Integrating the engineering design process into science education increases learners' motivation, supports the development of their science and engineering knowledge and skills and fosters theirs career interest and awareness (Cunningham & Kelly, 2017; Hacıoğlu, 2017; Hacıoğlu & Gülhan, 2021; Han et al., 2015; Han et al., 2016; Kwon et al., 2021; Miller & Krajcik, 2019; Moore et al., 2014; NAE & NRC, 2014; NRC, 2012; Tati et al., 2017; Wan et al., 2020). It is therefore expected that implementations related to engineering integration in science education will increase. The most effective approach will be to explicitly incorporate engineering integration into the science curriculum and provide teachers with guidance on implementing the engineering design process (Cunningham, 2017; García-Carmona et al., 2025). Indeed, science curricula that focused on engineering integration will enable science teachers to expand their scope by making easier for them to implement the engineering design process (Fan et al., 2021). Against this background, the present study examined the current 2024 Science Curriculum in Türkiye in terms of engineering integration.

The Role of Engineering in Türkiye Science Curricula

Examining science curricula in Türkiye, the curricula implemented since 2005 (MEB, 2005; 2013; 2017; 2018) stand out for their focus on "science literacy, learning based on doing and experiencing and on inquiry and research, understanding the nature of science by applying the scientific process and adapting this knowledge to real life "While the subject content remains consistent, in these curricula the skill component has evolved

over time, incorporating various higher-order thinking skills have been added alongside scientific process skills (Kıryak et al., 2024).

When examining the science curricula in terms of interdisciplinary education, it is noteworthy that each one includes an emphasis on technology. Although the 2005 and 2013 Science Curricula included learning outcomes that enabled engineering design, these were limited number and implementation (Seren & Veli, 2018). Implementing the "Science-Technology-Society-Environment" learning outcomes included in these curricula through technological design studies suggest that the engineering design process can be integrated (Ercan & Şahin, 2015). However, these curricula still do not include any direct explanation or emphasis on the engineering discipline (Seren & Veli, 2018). In the 2017 draft curriculum updated in 2018 (MEB, 2017; 2018), engineering integration is stated as follows: "By integrating science with mathematics, technology, and engineering, students are expected to approach problems from an interdisciplinary perspective. In this context, teachers are expected is to guide students in integrating science, technology, engineering and mathematics, thereby enabling them to reach a level of higher-order thinking, product development, invention, and innovation.". Additionally, content and learning outcomes have been developed for each unit with to integrate engineering and implement the engineering design process. "F.7.3.3.3. Design a tool to reduce the effect of air or water resistance" is an example of these learning outcomes (MEB, 2013). Furthermore, each unit contains warnings regarding the implementation of engineering implementations are intended to develop students' engineering and design skills. However, the 2018 Science Curriculum (MEB, 2018) does not detail how these learning outcomes will be achieved. While this limits the implementation of the curriculum, it suggests that the engineering discipline is most clearly and directly represented in the 2017 and 2018 science curricula (Seren & Veli, 2018).

In 2024, our country's curricula were updated to reflect a holistic and interdisciplinary perspective across all subjects and the Türkiye Century Education Model Curricula Joint Text (MEB, 2024a) was published to facilitate understanding of this perspective. This document emphasizes integrated teaching and clearly specifies interdisciplinary topics and skills. However, it has been observed that the engineering discipline, as well as the engineering design process or related skills, are only directly highlighted within the context of Science-Technology-Environment competencies. Furthermore, this emphasis remains limited due to insufficient elaboration. Many studies have examined the curriculum, which is being implemented gradually and is still in its second year of implementation (e.g., Ak & Köse, 2024; Bahadır, 2024; Bilir, 2025; Demirci & Yıldırım, 2025; Eker Çelebi & Taşkın Ekici, 2025; Irmak & Çetin, 2024; Kıryak et al., 2024; Özkan & Yaman, 2025; Yüzbaşıoğlu, 2025). However, none of these studies examine the curriculum in terms of engineering integration. Examining the current Science Curriculum in Türkiye (MEB, 2024b) in this way will therefore contribute to the literature and guide practitioners.

Method

This research is a qualitative case study that examines the 2024 Science Curriculum (MEB, 2024b) in terms of engineering design integration, aiming to reveal the current situation. A case study is a research method that explains and examines existing events, phenomena or situations in depth (Yıldırım & Şimşek, 2006). The 2024 Science Curriculum was treated as a document and analyzed using document analysis methods in terms of engineering integration. In document analysis, the content of written documents related to the events, phenomena, or topics under investigation is analyzed carefully and systematically analyzed in accordance with scientific principles (Şimşek, 2009). The analysis process involves, the stages of accessing and selecting documents, analyzing data and analyzing and evaluating data in order to interpret the data and generate information (Bowen, 2009). In this context, the following stages were followed in the research:

Accessing and Selecting Documents

In line with the purpose of this research, the most up to date curriculum implemented in our country, the "2024 Science Curriculum" has been determined as the document. The document can be accessed on the Curriculum Monitoring and Evaluation System website of Ministry of National Education's, where curricula are published openly for everyone. As the Ministry of National Education is the official public institution responsible for

educational practices in Türkiye, the data is considered to be under state control and reliable. Therefore, it is suitable for use in academic studies.

Data Collection

The entire curriculum content has been addressed as it covers all the necessary components. Figure 1 shows the sections/headings included in the curriculum and the components they represent.

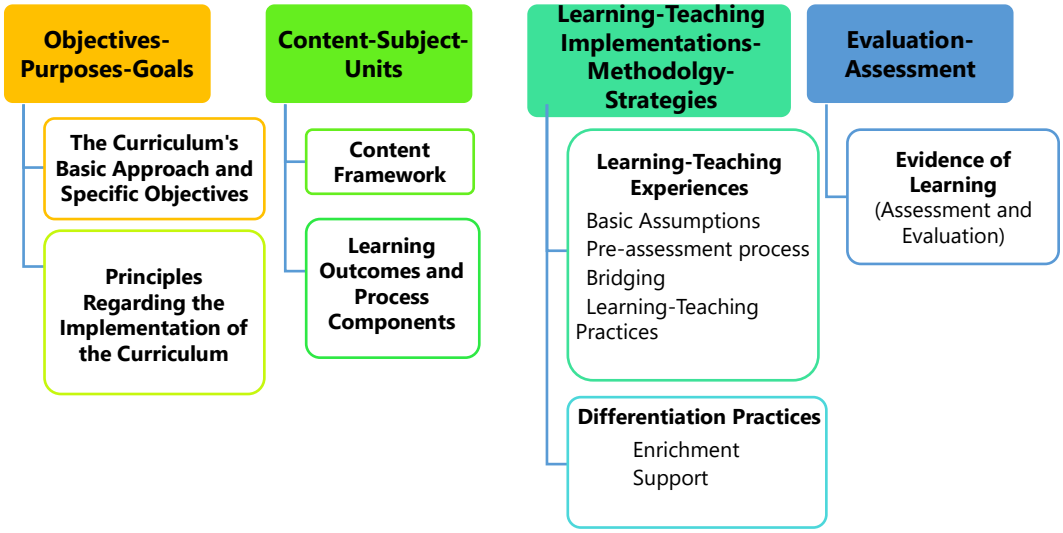


Figure 1. The sections/headings included in the curriculum and the curriculum components they represent are represent

The entire content of the Science Curriculum has been examined, from the introduction to detailed information on the teaching of all units from 3rd to 8th grade (a total of 44 units, 182 learning outcomes and process components, and related teaching-learning practices, differentiation practices, and assessments).

Data Analysis

For this study, the thematic content analysis method was chosen as the qualitative data analysis method. This method refers to studies that reveal the general framework of research conducted in a specific subject area by identifying themes based on their similarities and differences (Çalık & Sözbilir, 2014). In this study, the themes were created based on the literature review under the heading 'integration of engineering into science education' in the introduction heading of the study.

To ensure the validity and reliability of the analysis, a comparative coding process was conducted repeatedly and with multiple coders. The analysis process is summarized below:

i. First, the entire curriculum was carefully read and examined from an engineering perspective by the first researcher.
ii. Each section of the curriculum was then addressed separately and in detail. Statements under each section that were related to the nature of engineering and engineering design process were identified.
iii. Statements related to engineering have been coded according to the nature of engineering and the stages of the engineering design process, based on information specified in the relevant literature.
iv. To prevent data loss during data identification and analysis, the curriculum review and coding phase was repeated by the first researcher two months after the initial coding. This was done independently of the initial coding. Any differences between the initial coding and the second coding were eliminated, and the coding performed by the first researcher was finalized. eliminating the differences.

v. As an expert, the second researcher randomly selected a unit from each grade, read it, and conducted out the review and coding processes. The coding data and codes of the two researchers were compared. Any differences were discussed, and common ground was established based on the literature on which statements could be associated with engineering and coded. The most important agreement was that only statements relating to engineering design and the engineering design process would be coded. In other words, not every statement related to design (e.g., animation, modelling, posters, visuals, presentations, etc.) was coded. For example, the statement "Students are guided to create models they design together by researching and thinking about their ideas" under the heading of learning-teaching experiences in the 4th grade, 5th unit, "I'm Exploring the Magnet" has been coded as "designing/developing the solution" because the engineering design process is implemented in this activity. However, the statement "Students are provided with the opportunity to determine the structure of DNA by examining it using visual and digital tools such as models, videos, animations, etc." under the heading of learning-teaching experiences in the 8th grade, 3rd unit, "The Mystery of Life". Has not been included in the coding -although this statement involves design- because it is not related to the engineering design process in any way. Similarly, statements related to inquiry process that only serve science learning and do not serve engineering design in the learning-teaching process are not coded for engineering integration. Statements related to experimental design, information research, and application processes, that only serve to inquiry with no explanation of engineering integration, are not coded. For example: "FB.8.4.2.2 Students are asked to conduct experiments and make observations on the absorption, reflection, and transmission of sound resulting from its interaction with matter." and "FB.5.7.1.1 Students are asked to examine the properties of waste and separate it according to similar properties. The examples in the worksheet are to be grouped as recyclable or non-recyclable.". These eliminating data have been coded thematically in line with the relevant literature.

vi. In accordance with the established common understanding, the first researcher re-examined the entire curriculum and reorganized the codes.

vii. The second researcher rechecked whether the codes created by the first researcher matched the selected statements.

viii. Mutual discussions were held to resolve inconsistencies between the codings, and this process continued until a consensus was reached. The obtained data were tabulated.

As a result of the above-described data analysis process, two main themes and codes were established: "Nature of Engineering" and "Engineering Design Process (EDP)". Table 1 presents examples of codes and statements/quotations related to each theme are presented in Table 1.

Table 1. Codes and sample excerpts related to the integration of engineering into the Science Curriculum

Theme	Code	Sample Quotes
Engineering Design Process	Defining the problem	Students are asked to define a question or problem that can be solved using magnets through group work. (FB.4.5.3. Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Defining criteria and constraints	Considering the specified criteria, students are asked to identify questions or problems related to establishing a sustainable living space in their own living areas (village, neighborhood, school, home, park, garden, etc.) regarding energy efficiency, water efficiency, food access, and clean energy at. (FB.4.8.1. Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Inquiry for solution suggestions	Students are expected to create and structure problems that space research may lead to. Based on the data collected and predictions made regarding the solution to this problem, students are expected to reason towards the solution. (FB.7.1.1.3 Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Developing possible solutions	The model boat construction activity not only provides a fun activity, but also enables students to produce creative solutions to the events they encounter in daily life. (FB.6.5.3.4. Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Evaluating and selecting solutions	Students are encouraged to evaluate solution proposals that can be used to solve the problem of light pollution in terms of sustainability. (FB.4.7.3. Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Designing/Developing the solution	Researching the history of calendars (Hijri, Gregorian, etc.); ensuring that students understand that calendars are organized according to a specific logic based on time intervals such as months, weeks, and days, and then asking them to create a new and original calendar. (FB.8.1.1.1. Learning Outcome - Differentiation Practices, Enrichment)
	Testing the design/prototype	Students are given a performance task involving dynamometer designs. They are encouraged to compare their model with other models, evaluate the identified errors and deficiencies as opportunities for improvement, and develop their models. (FB.5.2.1.2. Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Optimizing the design/prototype	If the designed circuit does not work, they are encouraged to review the method, materials, etc., provide evidence-based explanations for problems related to the circuit they created, and generate solutions to redesign the circuit. (FB.4.6.1. Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Evaluating the design/solution	The process of solving environmental problems and the social responsibility project to be carried out can be evaluated using an analytical grading key. (FB.8.7.2.4. Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Communicating the solution / design	Students may be asked to prepare and present experiments related to the state changes of matter using digital content. (FB.4.4.2. Differentiation Practices, Enrichment-)
Nature Of Engineering	Connections to Other Disciplines	A connection can be made between the concept of a light-year and math lesson. (FB.7.1.2.1. Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Engineering Skills	They are expected to execute their plans on time and completely in the process of designing a simple machine model. (FB.8.2.1.2 Learning Outcome - Learning-Teaching Practices)
	Interdisciplinary Relationships	Learning outcomes that integrate science, technology, engineering, and design-based skills are included. (1.1. Basic Approach and Specific Objectives of the Science Course Curriculum)
	Implementation of the engineering design process	The model creation process, integrated with conceptual content, should be planned by enriching it with current teaching approaches and methods, taking into account scientific inquiry and the engineering design cycle. (1.2. Principles Regarding the Implementation of the Science Course Curriculum)

Data Evaluation/Interpretation of Results

The tabulated data has been organized by curriculum components. The frequency (f) of repetition for each code has been determined and presented in tables according to these components of the curriculum. The research findings obtained have been presented and interpreted under the heading of research findings, with quotations/statements from the document provided where appropriate.

Ethical Disclosure

Ethics Committee Approval: This research does not involve any intervention on human or animal subjects. The research only uses data obtained from the Science Curriculum (MEB, 2024b) published publicly by the Turkish Ministry of National Education. In accordance with the Higher Education Law No. 2547 and the

announcement titled "Ethics Committee Approval" published by the Council of Higher Education (YÖK) in 2020, ethics committee approval was not required.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflicts of interest.

Author Contribution: 1. Author: Research design and analysis, reporting of the research. 2.Author: Research design, ensuring the reliability of data analysis, reporting of the research.

Findings

The findings of the study are presented under four separate headings related to the fundamental components of the program: objectives, content, teaching-learning implementations, and assessment.

Findings Related to Engineering Integration in the Objectives Component of the Science Curriculum

When examining the objectives of the Science Curriculum, the findings related to engineering integration are presented in Table 2.

Table 2. Findings related to engineering integration in the objectives of the Science Curriculum

Theme	Code	Frequency (f)
The nature of engineering	Interdisciplinary relationships	2
	Implementation of the engineering design process	5

Examining Table 2 reveals that the engineering discipline is only emphasized in relation to the nature of engineering in the objectives of 2024 Science Curriculum. It is noteworthy that this emphasis is limited. The statement in the specific objectives of the curriculum, "Interdisciplinary connections: Learning outcomes that integrate skills based on science, technology, engineering and design are included" emphasizes the integration of the engineering discipline and the implementation of the engineering design process. Similarly, the statement regarding implementation of the curriculum in the principles, "The model creation process integrated with conceptual content should be planned by enriching it with current teaching approaches and methods, taking into account scientific inquiry and the engineering design cycle." indicates that content will be created in which the engineering design process will be implemented. Furthermore, the statement regarding the implementation of learning-teaching experiences emphasizes the implementation of pedagogies related to the integration of the engineering design process: "Various teaching approaches and strategies should be used, taking into account the scientific inquiry and engineering design-based learning approach in the curriculum".

These findings regarding engineering integration in the curriculum objectives were obtained directly from statements emphasizing 'engineering'." Although not mentioned in the research findings, it was noted that the data analysis process frequently emphasized the outcomes of engineering integration in the curriculum objectives. For example, these statements concern the development of 21st-century skills and interdisciplinary knowledge and skills in science education; the implementation of the processes of finding solutions to interdisciplinary real-life problems, and the adoption of a holistic teaching approach. However, this was done without explicitly emphasizing it.

Based on these findings, it can be concluded that the curriculum supports the engineering design process from an interdisciplinary perspective, paving the way for design-based activities and design-based learning processes. Nevertheless, despite the frequent emphasis on interdisciplinarity, the focus on the engineering design process remains limited.

Findings Regarding Engineering Integration in the Content Component of the Science Curriculum

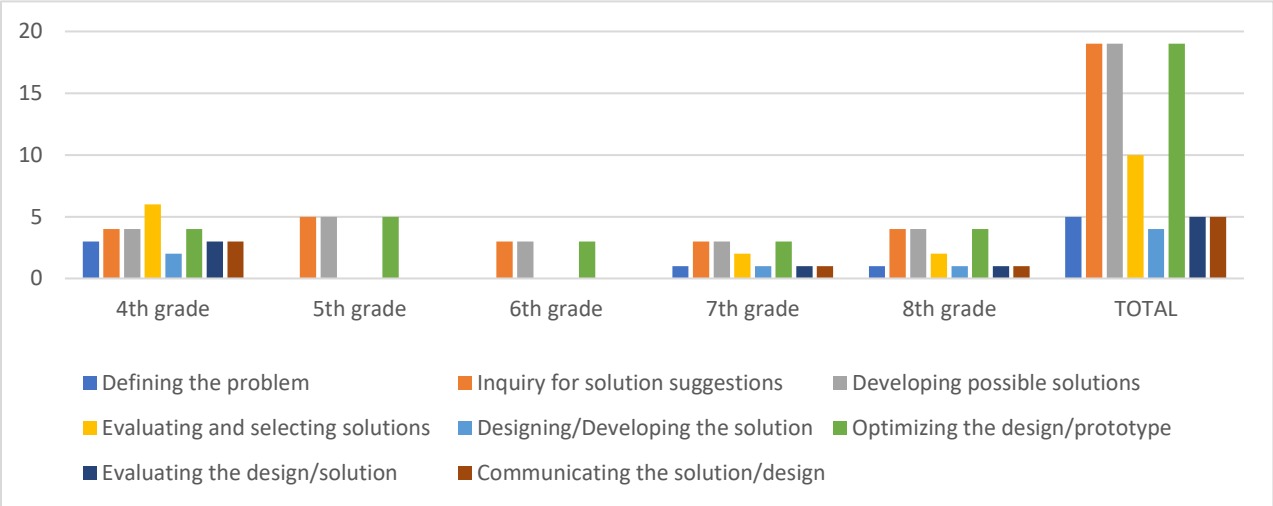
The findings regarding engineering integration, obtained by examining the learning outcomes and process components that constitute the content of the Science Curriculum, are presented in Table 3.

Table 3. Findings regarding engineering integration in the learning outcomes and process components of the Science Curriculum

Themes (f)		Engineering design process								
	Codes (f)	Defining the problem	Inquiry for solution suggestions	Developing possible solutions	Evaluating and selecting solutions	Designing/Developing the solution	Optimizing the design/prototype	Evaluating the design/solution	Communicating the solution / design	TOTAL
Classes and Units										
4th grade	*4.3.Let's Explore Our World		1	1			1			3
	4.5. I'm Exploring the Magnet	1	1	1	2		1	1	1	8
	4.6. Energy Detectives	1	1	1	2	1	1	1	1	9
	4.8. Sustainable Cities and Communities	1	1	1	2	1	1	1	1	9
	TOTAL (4 units, 4 learning outcomes, 21%)	3	4	4	6	2	4	3	3	29
5th grade	*5.1. Our Neighbors In The Sky and Us		2	2			2			6
	*5.2. Let's Know the Force		2	2			2			6
	*5.5. The Nature of Matter		1	1			1			3
	TOTAL (3 units, 5 learning outcomes, 17%)		5	5			5			15
6th gr	*6.1. Solar System and Eclipses		2	2			2			6
	*6.5. Characteristic Features of Matter		1	1			1			3
	TOTAL (2 units, 4 learning outcomes, 25%)		3	3			3			9
7th grade	*7.1. Space Age		1	1			1			3
	*7.5. Journey to the Nature of Matter		1	1			1			3
	7.7. Sustainable Life and Energy	1	1	1	2	1	1	1		8
	TOTAL (3 units, 3 learning outcomes, 8%)	1	3	3	2	1	3	1		14
8th grade	*8.2. Life-facilitating Force		1	1			1			3
	8.4. The World of Sound	1	1	1	2	1	1	1	1	9
	*8.6. The journey of Electricity		2	1			2			5
	TOTAL (3 units, 5 learning outcomes, 11%)	1	4	3	2	1	4	1	1	17
	TOTAL	5	19	18	10	4	19	5	4	84

Table 3 shows that engineering integration in the content component of the curriculum is achieved through the engineering design process. When learning outcomes are examined according to grade levels reveals that no findings related to engineering integration were found in any of the 3rd grade learning outcomes. Considering the ratio of learning outcomes related to engineering to the total number of learning outcomes in the curriculum reveals that the highest percentage of integrated learning outcomes is 25% in the 6th grade. Examining the learning outcomes according to grade level in terms of the number of units integrated with engineering reveals that the 4th grade stands out the most with 4 units. Examining the learning outcomes of all units integrated with engineering reveals that the learning outcomes of units "4.6. Energy Detectives," "4.8. Sustainable Cities and Communities," and "8.4. The World of Sound" most frequently emphasize the engineering design process. Examining the learning outcomes in detail in terms of engineering integration reveals that the engineering design process is emphasized in 3 out of 4 learning outcomes in the "6.1. Solar System and Eclipses" unit in the 6th grade. Only one or two learning outcomes in other units emphasize engineering. Overall, the curriculum shows that only 11% of learning outcomes emphasize engineering integration.

The findings regarding the relationship between the learning outcomes in Table 3 and the engineering design process are presented in Graph 1.



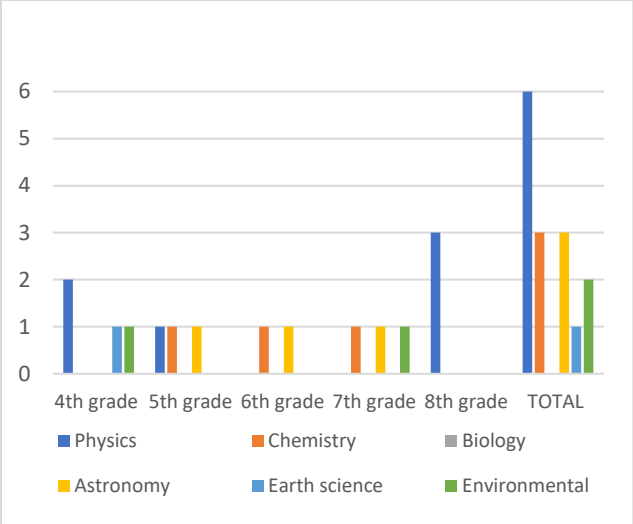
Graph 1. Engineering design process in engineering integrated learning outcomes in the Science Curriculum

As shown in Graph 1, engineering integration in learning outcomes is most prevalent in the "inquiry for solution suggestions" "developing possible solutions" and "optimizing the design/prototype" stages of the engineering design process. It is interesting to note that this finding is consistent across all grade levels. However, there is no learning outcome emphasizing the "testing the design/prototype" stage. Learning outcomes covering all other stages of the engineering design process are implemented in grades 4 and 8. Learning outcomes in Unit 4 of grade 8 exemplify this situation:

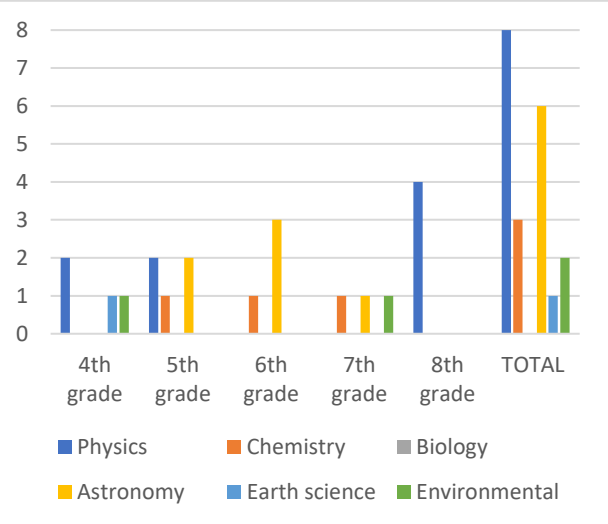
> *"FB.8.4.2.3. Conducting scientific inquiry to prevent noise pollution: (Learners) a) defines a question or problem related to the effects of noise pollution on living things. b) develops an idea/model for preventing noise pollution that can be used to answer their question/problem. c) plans and conducts research aimed at preventing noise pollution. ç) analyzes and interprets data related to the idea/model aimed at preventing noise pollution. d) produces solutions by making evidence-based explanations related to the idea/model aimed at preventing noise pollution. e) evaluates and shares information aimed at preventing noise pollution."*

However, the learning outcomes for 4th and 6th grades are limited to the design process stages of "inquiry for solution suggestions", "developing possible solutions" and "optimizing the design/prototype". Examining the learning outcomes in detail reveals that this limitation stems from their focus on the ability to create scientific models, as seen in outcomes such as "FB.4.3.2. Ability to create scientific models related to the structure of the Earth" and "FB.6.1.1.2. Creating scientific models related to the solar system.". The units containing these learning outcomes are marked with an asterisk in Table 3.

The units and learning outcomes in the curriculum are not directly related to any specific subject or theme. However, the curriculum emphasizes that students should have a basic knowledge of physics, chemistry, biology, astronomy, earth science and environmental topics. In addition, topics related to the nature of science are included. Consequently, engineering integration has been examined in relation to these topics. The distribution of units and learning outcomes related to the engineering design process according to subject areas is presented in Graph 2 and Graph 3.



Graph 2. Distribution of engineering integrated units in the Science Curriculum by subject areas



Graph 3. Distribution of engineering integrated learning outcomes in the Science Curriculum by subject areas

Examining Graph 2 shows that the units integrated with engineering in the curriculum are mostly physics-related and are at the 8th and 4th grade levels. Similarly, Graph 3 shows that the learning outcomes integrated with engineering in the curriculum are also mostly related to physics topics. It is noteworthy that units and learning outcomes for 8th grade are integrated with engineering only in physics topics. Furthermore, no integration with engineering was found in the nature of science and environment topics at any grade level. It is also wort noting that engineering integration is present in at least earth science topics and learning outcomes.

In conclusion, the Science Curriculum can be interpreted as emphasizing integration by highlighting the engineering design process in the content component. However, when evaluated in terms of the curriculum's general content and subject areas, this integration is limited, particularly with regard to physics topics.

Findings Regarding Engineering Integration in the Implementation Component of the Science Curriculum

Regarding the implementation component of the Science Curriculum, the explanations under the headings "Learning-Teaching Experiences" and "Differentiation Practices" for each unit were examined. The findings related to learning-teaching experiences are presented below, followed by the findings related to differentiation practices.

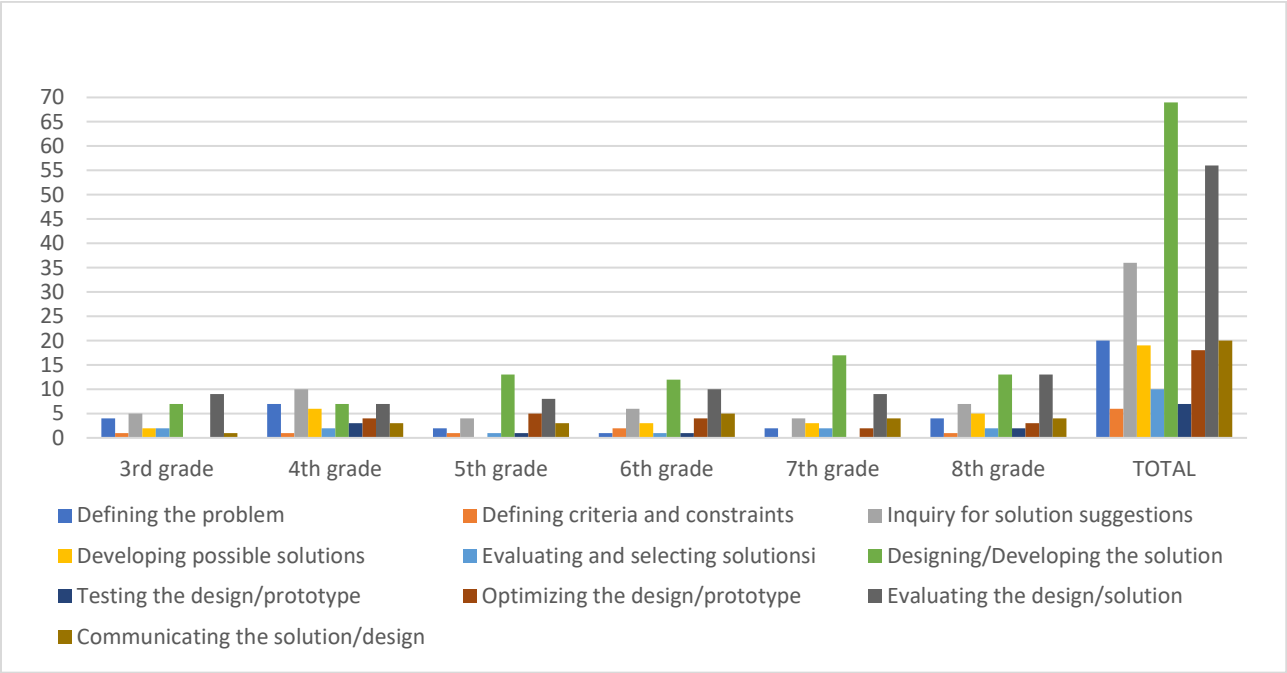
Findings relating to the integration of engineering in learning-teaching experiences in the curriculum are presented in Table 4.

Table 4. Findings regarding engineering integration in the learning-teaching experiences of the Science Curriculum

Themes (f)		Engineering design process									Nature of engineering			
Codes (f)		Defining the problem	Defining criteria and constraints	Inquiry for solution suggestions	Developing possible solutions	Evaluating and selecting	Designing/Developing the	Testing the design/prototype	Optimizing the design/prototype	Evaluating the design/solution	Communicating the solution / design	Connections to Other Disciplines	Engineering skills	TOTAL
Classes and Units														
3rd grade	3.1. Scientific Discovery Journey	1					1			1				3
	3.2. Journey to the World of Living Things						1			1				2
	3.3. Geoscientists at Work						1			1				2
	3.4. Let's Know, Mix and Separate the Matter	1		1	1	1	1			1				6
	3.5.I'm Exploring the Movement						1			1				2
	3.6. Life-facilitating Electricity	1		1	1	1				1			1	6
	3.7. I'm Knowing the Soil, Discovering Agriculture		1	2			1			1	1			6
	3.8. Journey to the Habitats of Living Creatures	1		1			1			2				5
	Total	4	1	5	2	2	7	0	0	9	1	0	1	32
4th grade	4.2. I feed Healthy	1		1	1		1			1				5
	*4.3. Let's Explore Our World			1	1		1		1	1				5
	4.5. I'm Exploring the Magnet	2		1	1		1	1	1		1			8
	4.6. Energy Detectives	2		2	1		1	1	1	2	1			11
	4.7. Pursuing of the Light	1		3	1	1	1			2				9
	4.8. Sustainable Cities and Communities	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1			12
	Total	7	1	10	6	2	7	3	4	7	3	0	0	50
5th grade	*5.1. Our Neighbors in the Sky and Us			2			2		2	2	1	1	4	14
	*5.2. Let's Know the Force	1		1		1	2	1	2	2		2	6	18
	5.3. Journey to the Structure of Living Things						2			1		2		5
	5.4. The World of the Light						1			1				2
	*5.5. The Nature of the Matter	1	1	1			1		1	1	1	1	1	9
	5.6. Electricity in Our Lives						1			1				2
	5.7. Sustainable Life and Recycling						4				1			5
	Total	2	1	4	0	1	13	1	5	8	3	6	11	55
6th grade	*6.1. Solar System and Eclipses		1	2			2		2	2		2	5	16
	6.2. Movement Under the Influence of Force						1			1				2
	6.3. Systems in Living Things	1	1	2			2			2	1		1	10
	6.4. Reflection of Light and Colors						2			1	2		1	6
	*6.5. Characteristic Features of Matter			1	1	1		1	1	1			2	8
	6.6. Electric Transmission and Resistance			1	1		2		1	2	1		2	10
	6.7. Sustainable Life and Interaction				1		3			1	1			6
	Total	1	2	6	3	1	12	1	4	10	5	2	11	58
7th grade	*7.1. Space Age	1		2	1	1	4		1	3	2	2	3	20
	7.3. Systems in Our Body						8			3	1	2	2	16
	*7.5.Journey to the Nature of Matter			2	1		3		1				3	10
	7.6.Electrification						2			2		2		6
	7.7.Sustainable Life and Energy	1			1	1				1	1	1	2	8
	Total	2	0	4	3	2	17	0	2	9	4	7	10	60
8th grade	8.1. Seasons and Climate			1			3				1	1		6
	*8.2. Life-facilitating Force				1		1	1	1	1		1	1	7
	8.3. The Mystery of Life			1			2			2			1	6
	8.4. The World of Sound	2	1	3	1	1	3	1	1	5	1		1	20
	8.5. Periodic Table and Interaction of Matter	1		1			2			2				6
	*8.6. The journey of Electricity				2				1	2	1	2	3	11
	8.7. Sustainable Life and Matter Cycles	1		1	1	1	2			1	1		1	9
	Total	4	1	7	5	2	13	2	3	13	4	4	7	65
TOTAL		20	6	36	19	10	69	7	18	56	20	19	40	320

Table 4 shows that the learning-teaching experiences included in the curriculum emphasize the engineering design process and the nature of engineering. Engineering integration is achieved by including explanations related to the implementation of the engineering design process at almost every grade level and unit of the learning-teaching experiences. Additionally, explanations regarding the relationship between engineering and other disciplines, as well as. engineering skills, are included. The emphasis on engineering integration is most evident in the learning-teaching experiences of the 8th grade units. Engineering integration is not found in the learning outcomes of only the units "4.1. Journey to Science," "7.2. Let's Discover Force and Energy," and "7.4. Refraction of Light and Lenses."

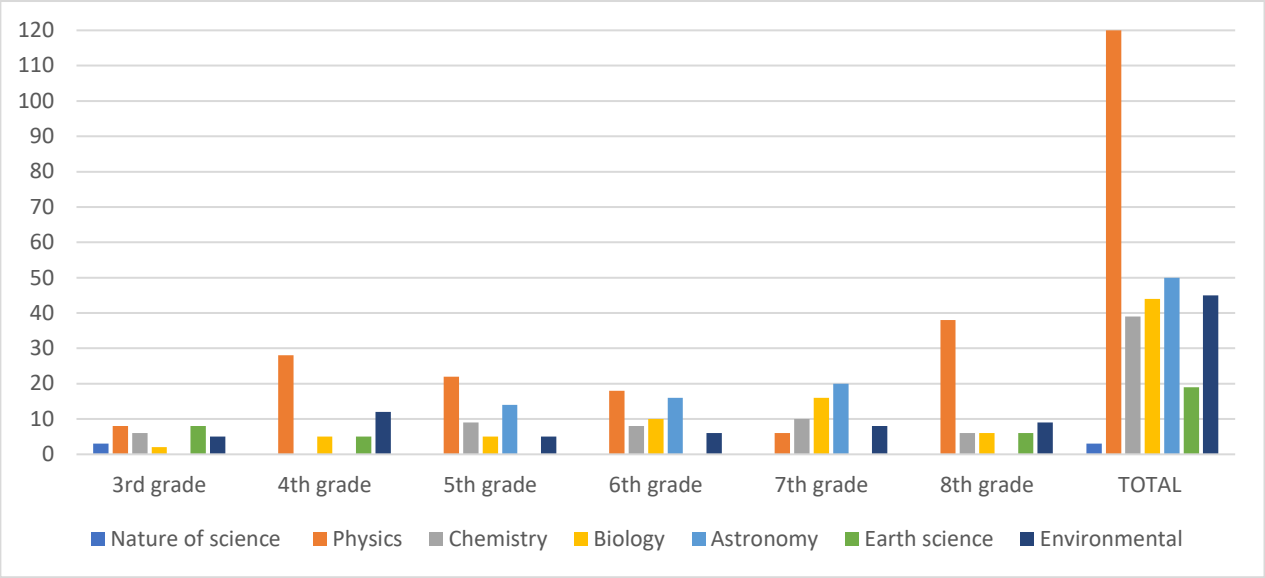
Based on the findings in Table 4, the findings relating to the relationship between learning-teaching experiences and the engineering design process are presented in Graph 4.



Graph 4. Engineering design process in learning teaching experiences in Science Curriculum

As with the learning outcomes, an examination of Graph 4 reveals that engineering integration in learning-teaching experiences at all grade levels is most frequently achieved through the "designing/developing the solution" and "evaluating the design/solution " stages of the engineering design process. It is noteworthy that this finding is consistent across all grade levels. Implementing the scientific inquiry process was emphasized almost every unit where engineering integration was applied, based on the design creation task given. However, all stages of the engineering design process were associated with learning-teaching experiences at every grade level. None of the learning outcomes emphasized the 'determination of criteria and constraints' phase of the engineering design process. However, it is noteworthy that this phase is rarely included in teaching and learning experiences.

The distribution of learning-teaching experiences by the subject areas is presented in Graph 5.



Graph 5. Distribution of engineering integrated learning-teaching experiences in the Science Curriculum by subject areas

Examining Graph 5 shows that the curriculum's learning-teaching experiences integrated with engineering are most closely related to physics topics at all grade levels, in line with learning outcomes. There is also an emphasis on the implementation of the engineering design process in learning-teaching experiences related to astronomy, biology, and chemistry, with the least emphasis placed on earth science. While engineering integration regarding the nature of science is only evident in the learning-teaching experiences of 3th grade, it is noteworthy that the least emphasis on engineering integration is also evident in the 3rd grade level.

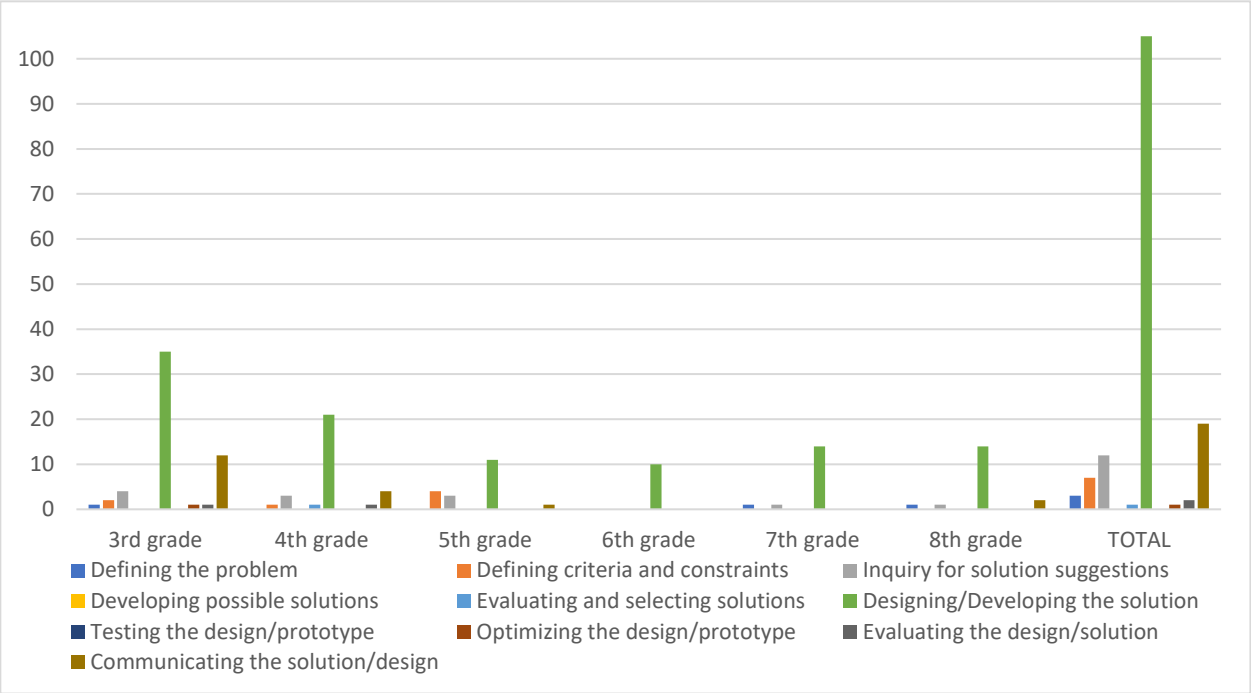
The science curriculum includes explanations of various differentiation practices implemented in the curriculum to differentiate learning and teaching experiences in its implementation component. Findings related to the integration of engineering in the differentiation practices included in the curriculum are presented in Table 5.

Table 5. Findings related to engineering integration in differentiation practices in the Science Curriculum

Themes (f)		Engineering design process								Nature of engineering		
	Codes (f) / Classes and Units	Defining the Problem	Defining Criteria and Constraints	Inquiry for solution suggestions	Evaluating and selecting solutions	Designing/Developing the solution	Optimizing the design/prototype	Evaluating the design/solution	Communicating the solution/design	Connections to Other Disciplines	Engineering skills	TOTAL
3rd grade	3.1. Scientific Discovery Journey					2						2
	3.2. Journey to the World of Living Things			2		6			4			12
	3.3. Geoscientists at Work					2						2
	3.4. Let's Know, Mix and Separate the Matter					4			1			5
	3.5.I'm Exploring the Movement		2			5					1	8
	3.6. Life-facilitating Electricity					4			2			6
	3.7. I'm Knowing the Soil, Discovering Agriculture	1		1		7	1		2			12
	3.8. Journey to the Habitats of Living Creatures			1		5		1	3		1	11
	Total	1	2	4	0	35	1	1	12	0	2	58
4th grade	4.1. Journey to Science					1						1
	4.2. I feed Healthy					2						2
	*4.3. Let's Explore Our World			1		3			1		1	6
	4.4. Matter and Its Changes					3		1	1			5
	4.5. I'm Exploring the Magnet				1	1				1	1	4
	4.6. Energy Detectives					4						4
	4.7. Pursuing of the Light		1	1		7			2			11
	4.8. Sustainable Cities and Communities			1								1
	Total	0	1	3	1	21	0	1	4	1	2	34
5th grade	*5.1. Our Neighbors in the Sky and Us			2		4			1			7
	*5.2. Let's Know the Force			1							1	2
	5.3. Journey to the Structure of Living Things					1						1
	*5.5. The Nature of the Matter		4			6						10
	Total	0	4	3	0	11	0	0	1	0	1	20
6th grade	*6.1. Solar System and Eclipses					1						1
	6.2. Movement Under the Influence of Force					2					1	3
	6.3. Systems in Living Things					2						2
	6.4. Reflection of Light and Colors					1						1
	6.6. Electric Transmission and Resistance					1						1
	6.7. Sustainable Life and Interaction					3						3
	Total	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	11
7th grade	*7.1. Space Age	1				1						2
	7.2. Let's Explore Force and Energy					2					1	3
	7.3. Systems in Our Body					3					1	4
	7.4. Refraction of Light and Lenses					2						2
	*7.5. Journey to the Nature of Matter			1		2						3
	7.6. Electrification					1						1
	7.7. Sustainable Life and Energy					3					1	4
	Total	1	0	1	0	14	0	0	0	0	3	19
8th grade	8.1. Seasons and Climate			1		3						4
	*8.2. Life-facilitating Force					1						1
	8.3. The Mystery of Life					2						2
	8.4. The World of Sound					2			1		2	5
	8.5. Periodic Table and Interaction of Matter					2					1	3
	*8.6. The journey of Electricity					3			1			4
	8.7. Sustainable Life and Matter Cycles	1				1					1	3
	Total	1	0	1	0	14	0	0	2	0	4	22
TOTAL		3	7	12	1	105	1	2	19	1	14	165

Table 5 shows that in the curriculum, engineering integration in the differentiation practices included is emphasized in relation to the engineering design process and the nature of engineering. Engineering integration is emphasized in differentiation practices at almost every grade level and in almost every unit, most notably in grades 3 and 4, and least notably in grade 6. Engineering integration was not found in the differentiation practices of only the units "5.4. The World of the Light" "5.6. Electricity in Our Lives" "5.7. Sustainable Living and Recycling" and "6.5. Characteristic Features of Matter". However, findings related to engineering integration were found in the learning-teaching practices of these units. Another noteworthy finding is that engineering integration was present in the differentiation practices of units in which it was not found in the learning-teaching experiences.

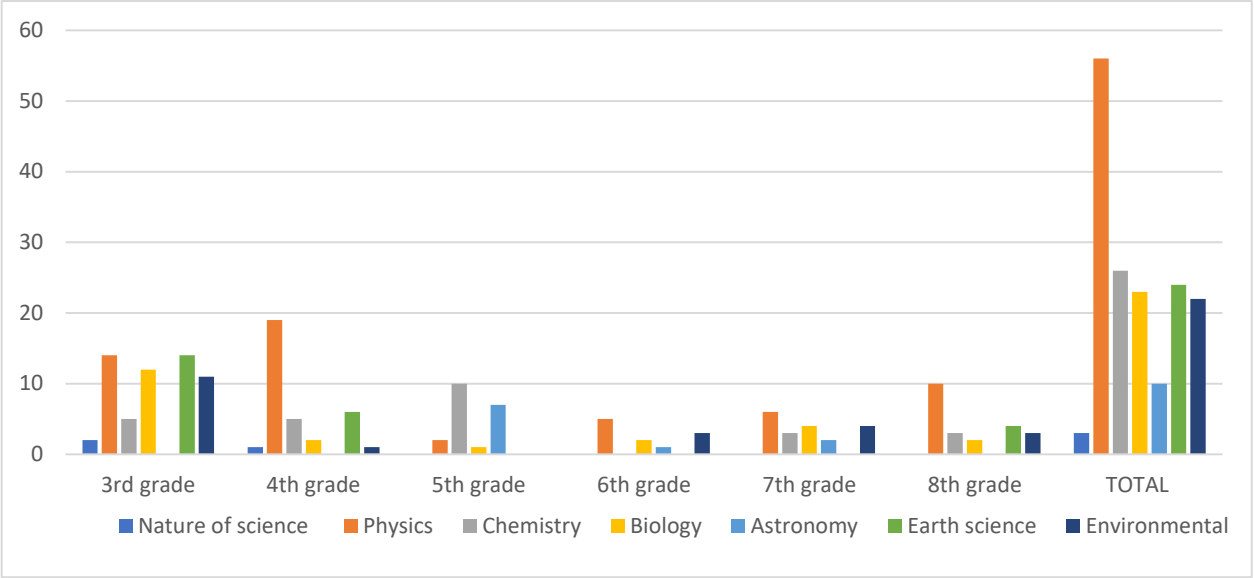
Based on the findings in Table 5, the findings relating to the relationship between differentiation practices and the engineering design process are presented in Graph 6.



Graph 6. Engineering design process in differentiation practices in Science Curriculum

Upon examining Graph 6 reveals that engineering integrated differentiation practices in the curriculum are most frequently implemented at the "designing/developing the solution" stage of the engineering design process across all grade levels, as is the case with learning outcomes and teaching-learning practices. It is noteworthy that third-grade differentiation practices are more prevalent than other grade levels and involve more stages of the engineering design process. In the sixth grade, however, these practices are limited to the "designing/developing the solution" stage. It is also noteworthy that differentiation practices do not include the stages of “developing possible solutions” and “testing the design/prototype” from the engineering design process.

The distribution of engineering integrated differentiation practices by subject is presented in Graph 7.



Graph 7. The distribution of engineering integrated differentiation practices by subject

An examination of Graph 7 reveals that the differentiation practices associated with engineering integration in the curriculum are mostly related to physics, and to a lesser extent, to the nature of science and astronomy. This is similar to learning outcomes and learning-teaching experiences. It is noteworthy that the practices implemented at the 5th grade level are more closely related to chemistry and astronomy topics. However, engineering integration is present in differentiation practices related to all subject areas.

When the findings obtained in the implementation component of the Science Curriculum are considered together, it can be concluded that, all grade levels and in all units, engineering integration is more prevalent in the "designing/developing the solution" stage of the engineering design process and again more in physics topics, in both learning-teaching experiences and in differentiation practices.

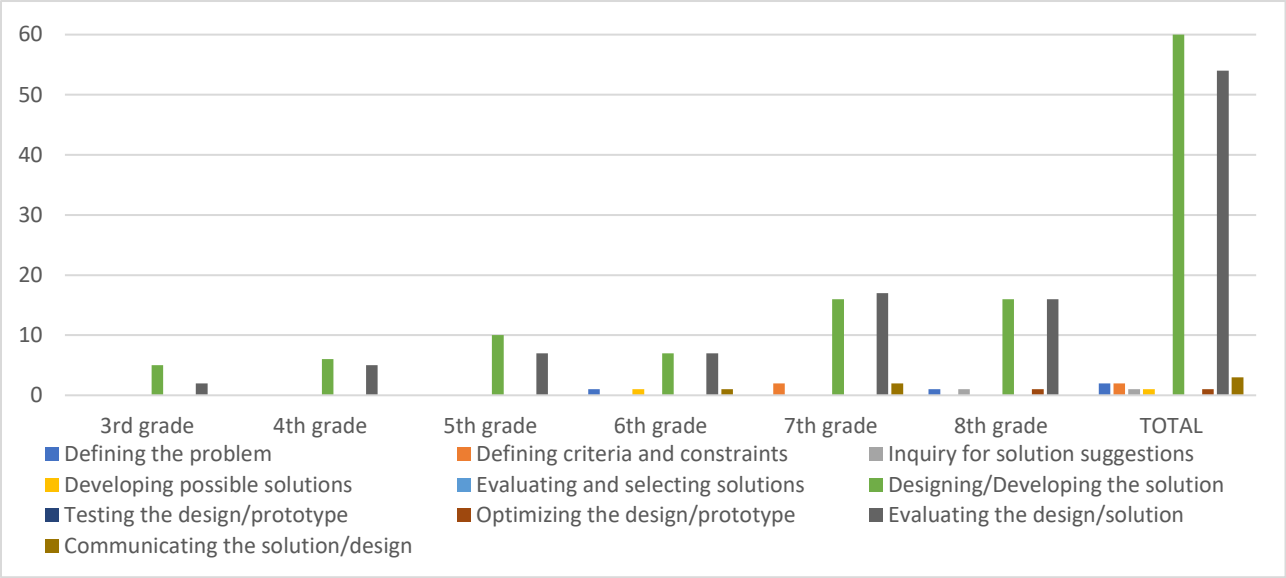
Findings Related to Engineering Integration in the Evaluation Component of the Science Curriculum

Regarding the evaluation component of the Science Curriculum, the findings relating to engineering integration, obtained by examining the "learning evidence" for each unit, are presented in Table 6.

Table 6. Findings regarding engineering integration in the learning evidence of the Science Curriculum

Themes (f)		Engineering design process								
Codes (f)		Defining the Problem	Defining criteria and constraints	Inquiry for solution suggestions	Developing possible solutions	Designing/Developing the solution	Optimizing the design/prototype	Evaluating the design/solution	Communicating the solution / design	TOTAL
Classes and Units										
3rd grade	3.1. Scientific Discovery Journey					1		1		2
	3.2. Journey to the World of Living Things					1				1
	3.3. Geoscientists at Work					1				1
	3.4. Let's Know, Mix and Separate the Matter							1		1
	3.5. I'm Exploring the Movement					1				1
	3.8. Journey to the Habitats of Living Creatures					1				1
	Total	0	0	0	0	5	0	2	0	7
4th grade	4.2. I feed Healthy							1		1
	*4.3. Let's Explore Our World					1				1
	4.4. Matter and Its Changes					1				1
	4.5. I'm Exploring the Magnet					1		2		3
	4.6. Energy Detectives					2		1		3
	4.7. Pursuing of the Light					1				1
	4.8. Sustainable Cities and Communities							1		1
	Total	0	0	0	0	6	0	5	0	11
5th grade	*5.1. Our Neighbors in the Sky and Us					3				3
	*5.2. Let's Know the Force					2		2		4
	5.3. Journey to the Structure of Living Things					2		2		4
	5.4. The World of the Light					1		1		2
	*5.5. The Nature of the Matter					1		1		2
	5.7. Sustainable Life and Recycling					1		1		2
	Total	0	0	0	0	10	0	7	0	17
6th grade	*6.1. Solar System and Eclipses					1		1		2
	6.2. Movement Under the Influence of Force					1		1		2
	6.3. Systems in Living Things					2		2		4
	6.4. Reflection of Light and Colors					1		1	1	3
	6.7. Sustainable Life and Interaction	1			1	2		2		6
	Total	1	0	0	1	7	0	7	1	17
7th grade	*7.1. Space Age					3		3		6
	7.3. Systems in Our Body		1			6		6	1	14
	*7.5. Journey to the Nature of Matter					3		4		7
	7.6. Electrification		1			2		2	1	6
	7.7. Sustainable Life and Energy					2		2		4
	Total	0	2	0	0	16	0	17	2	37
8th grade	8.1. Seasons and Climate					1		1		2
	*8.2. Life-facilitating Force					1		1		2
	8.3. The Mystery of Life			1		4		4		9
	8.4. The World of Sound					2		1		3
	8.5. Periodic Table and Interaction of Matter					5		5		10
	*8.6. The journey of Electricity					1	1	2		4
	8.7. Sustainable Life and Matter Cycles	1				2		2		5
	Total	1	0	1	0	16	1	16	0	35
TOTAL		2	2	1	1	60	1	54	3	124

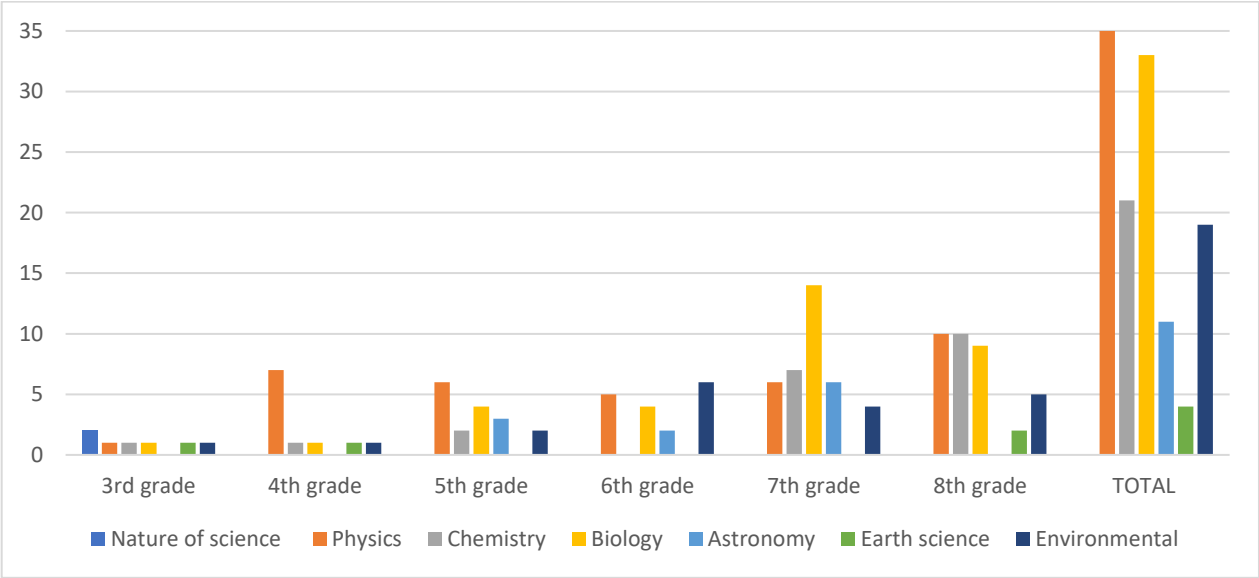
Table 6 shows that engineering integration in the assessment component of the curriculum is achieved through the engineering design process. Examining the learning evidence according to grade levels reveals that engineering is integrated into most units at every grade level, with the highest level in 7th grade and the lowest in 3rd grade. The unit with the greatest emphasis on engineering integration is "7.3. Systems in Our Body". Findings related to the relationship between the learning evidence and the engineering design process, based on the findings in Table 6, are presented in Graph 8.



Graph 8. *Engineering design process in learning evidence in Science Curriculum*

Examining Graph 8 reveals that learning evidence integrated with engineering in the curriculum-as in learning outcomes and learning-teaching and differentiation practices-is most frequently associated with the "designing/developing the solution" and "evaluating the design/solution" stages of the engineering design process across all grade levels. Furthermore, no explanation was found regarding the "evaluating and selecting solutions" and "testing the design/prototype" stages. Learning evidence for the 3th, 4th, and 5th grades also only includes explanations related to the "designing/developing the solution" and "evaluating the design/solution" stages.

The distribution of learning evidence integrated with engineering by subject areas is presented in Graph 9.



Graph 9. *Distribution of engineering integrated learning evidence in the Science Curriculum by subject areas*

Graph 9 shows that learning evidence integrated with engineering is most related to physics and biology and least related to astronomy and earth science topics. Similar findings are encountered at different grade levels, but it is noteworthy that engineering integration is more prevalent in learning evidence related to 6th grade environmental topics. Engineering integration in the nature of science is only seen in 3rd grade learning evidence, while it is also noteworthy that engineering integration is least emphasized at the 3rd grade level.

When compared to the content and implementation components of the curriculum, engineering integration is observed to be the lowest in the assessment component (learning evidence). However, it should also be noted

that when engineering is integrated into teaching and learning practices, emphasis is placed on assessment through the "evaluation of the design/solution" stage of the engineering design process.

Discussion, Conclusion, and Recommendations

This study examines the current Science Curriculum in Türkiye (MEB, 2024b) in terms of engineering integration, presenting findings separately for each component of the curriculum. Upon examining the Science Curriculum, it was concluded that the curriculum emphasizes engineering integration in all its components, including objectives, content, implementation, and assessment. While the curriculum does not often refer to engineering it does aim to integrate disciplines and promote interdisciplinary skill acquisition. Accordingly, in the curriculum has created learning outcomes and process components related to the nature of engineering and the implementation of the engineering design process. This situation is also reflected in the learning-teaching experiences and evidence that constitute the curriculum's process and assessment components. These results suggest that engineering integration has been incorporated into the curriculum. To substantiate this indication, it would be beneficial to separately present and discuss the research results related to engineering integration separately for each the curriculum's objectives, content, processes and implementation components.

The current Science Curriculum (MEB, 2024b) emphasizes interdisciplinary education and cultivating individuals equipped with 21st-century skills and competencies, which are the outcomes of interdisciplinary education. However, it has been concluded that the curriculum's objectives are limited in terms of engineering disciplines and integration of the engineering design process. Therefore, it is recommended that engineering be integrated into science curricula to guide science education practices and enable individuals who will shape future of societies to acquire these skills and competencies (Barak et al., 2022; Cunningham & Carlsen, 2014; Cunningham et al., 2020; García-Carmona et al., 2025; Hacıoğlu, 2025; Pleasants et al., 2019; Roehrig et al., 2021a; Wan & Lee, 2025). From this perspective, it is clear that engineering design activities must also be a goal for the curriculum to achieve its objectives. However, it has been observed that this objective is not adequately reflected in the Turkish Science Curriculum. A similar situation was seen in the objectives of the 2005 and 2013 science curricula (MEB, 2005; 2013) which were implemented prior to this curriculum. In contrast, the previous -still in effect- 2018 Science Curriculum (MEB, 2018) emphasizes engineering integration more clearly and explicitly in its goal of developing 'Engineering and Design Skills'. However, it is noteworthy that the current curriculum places less emphasis on engineering than the previous one. Indeed, it is necessary and important for engineering integration to be reflected in all components of curricula (Fan et al., 2021; García-Carmona et al., 2025; Roehrig et al., 2021a; Schellinger et al., 2022; Wan & Lee, 2025), and the lack of reflection in this area causes practical difficulties (English & King, 2017; Peterman et al., 2017; Roehrig et al., 2021a). While engineering integration is not directly incorporated into all components of most countries' curricula (García-Carmona et al., 2025), attempts have been made to emphasize it in disciplinary curricula (Carr et al., 2012; Ekiz-Kiran & Aydin Günbatar, 2021; Moore et al., 2015). The inevitability of this approach to creating more effective science learning environments was recognized in the literature even in the early years of STEM education (Carlsen, 1998). In this context, countries aiming to educate individuals with 21st-century knowledge and skills in line with the requirements of the age -as set out in our country's curriculum- have emphasized the integration of engineering in science curriculum objectives, either directly or implicitly, through guidelines and content designed to facilitate engineering design processes (Baran Jovanic et al., 2016; Bell et al., 2009; Cleaves, 2005; García-Carmona et al., 2025; Lindahl, 2007; NRC, 2009; Zoldosova & Prokop, 2006). Defining this goal ensures that the learning and teaching content created in the curriculum is aligned with it, facilitating its implementation and evaluation (NGSS, 2013). Although similar objectives are emphasized in both the curriculum and many education-related reports in our country (MEB, 2023; MEB 2024a), the lack of emphasis on engineering -the discipline at the core of this objective- may hinder its achievement. Indeed, the lack of emphasis on engineering in the curriculum's objectives may affect how applicable it is to teacher (Wan & Lee, 2025). Consistent with this result, while the current curriculum is in line with the objectives of the interdisciplinary approach, allocating more space to engineering and the engineering design process within the curriculum's objectives and principles would enhance understanding of its implementations. Accordingly, it may be recommended that the current curriculum objectives place a stronger direct emphasis on the engineering discipline.

The content of the Science Curriculum (MEB, 2024b) was examined in terms of engineering integration. It was concluded that engineering integration in the learning outcomes and process components of the curriculum is achieved by emphasizing the stages of the engineering design process. However, the absence of an emphasis on integration in the learning outcomes and process components of all topics and units, the fact that integration begins in 4th grade, and its concentration in physics topics and the designing/developing and evaluating stages of the engineering design process demonstrate the limitations of integration. Surprisingly, engineering integration is absent from the learning outcomes of the 3rd-grade, the first year of science education. The increase in science integration in teaching standards/learning outcomes as the grade level increases is similar in the US and Chinese curricula (Moore et al., 2015; Wan & Lee, 2025). Furthermore, integration is evident in various units and topics at each grade level within the Science Curriculum of Türkiye. Notably, this distribution is more balanced in the US and Chinese curricula (Moore et al., 2015; Wan & Lee, 2025). The lack of engineering integration in the topics of our country's Science Curriculum (MEB, 2024b) coupled with the lower levels, could hinder the achievement of STEM education goals at all levels, from preschool to university (Wan & Lee, 2025). Therefore, balancing the distribution according to subject and grade level may be advisable However, the reasons for this situation should not be overlooked, as they can be explained by students' cognitive states and the relationship between the subject being taught and engineering. It would therefore be meaningful to discuss this result in relation to the outcomes of engineering integration in the implementation and evaluation components of the curriculum.

Another noteworthy finding regarding the reflection of engineering integration on learning outcomes is that the design process is related to designing a 'scientific model'. Most learning outcomes are integrated with the design/develop the solution and evaluation process, but there are also learning outcomes and process components related to the more detailed and comprehensive operation of the engineering design process. Nevertheless, the proportion of engineering-integrated learning outcomes and process components is very low, both in terms of class-level and overall curriculum learning outcomes. Nevertheless, the proportion of engineering-integrated learning outcomes and process components is very low, both in terms of grade and overall curriculum learning outcomes. Indeed, the relevant literature emphasizes that the importance and necessity of STEM education and engineering integration at all subject and levels, from preschool to university (Moore et al., 2014; Moore et al., 2015; Wan & Lee, 2025). Engineering integration positively affects students' learning, skill development, attitudes, and career awareness at both the preschool and elementary school levels (Aydın Günbatar et al., 2020; Cao et al., 2025; Chang et al., 2024; Chen et al., 2025; Hacıoğlu, 2021; Jiang, 2025; Sung et al., 2025; Yeter & Radloff, 2022; Zeng, 2018). When these studies are considered as evidence that engineering can be integrated into teaching content at lower grade levels, it can be suggested that the emphasis placed on integrating the engineering design process into curriculum content-learning outcomes and process components-be increased at all grade levels. However, it should be noted that the literature does not provide consensus on how this should be achieved (White & Delaney, 2021). Nevertheless, research into teaching practices that integrate engineering into science education has demonstrated the feasibility of engineering integration across all subject areas (Dare et al., 2014; Guzey et al., 2016; Roehrig et al., 2021b). "The emphasis on the engineering design process in the curriculum's learning outcomes is greatest in physics and astronomy, and least so in earth science. There is no emphasis on engineering in the nature of science and biology." are the finding of this study. Taking into account these findings it can be concluded that the curriculum's content is limited in terms of engineering integration. However, physics subjects facilitate engineering integration because they are easily applicable in many contexts, such as mechanics and electricity, and provide greater opportunities to create concrete products and designs (Dare et al., 2014; Guzey et al., 2016; Roehrig et al., 2021b). On the other hand, earth science topics make engineering integration difficult because they are harder to model in real life than other subjects (Cira et al., 2015; Dare et al., 2014). However, as in the curriculum, literature also shows fewer examples of engineering integration in the subjects of astronomy, life science, and chemistry compared to physics (Çiğdem Kepir; Roehrig, 2021b). This situation reveals that the engineering design process is not distributed throughout the curriculum content. It is clear that the engineering design process must be implemented and integrated into curricula alongside science and technology in order for students to acquire basic skills for daily life (NRC, 2012). For or the integration of engineering into science education to be effective and achieve its objectives-as clearly stated in the introduction to this study, these objectives must be reflected in the curriculum content. In this context, it is clear that engineering integration

must be reflected in the learning outcomes of all grade levels and subjects, covering the entire engineering design process. Examining the 2018 Science Curriculum reveals that engineering integration is reflected in the learning outcomes (Seren & Veli, 2018). As new teaching curricula are developed to improve upon previous ones, it is recommended that the learning outcomes of the current 2024 Science Curriculum (MEB, 2024b) be restructured.

The implementation component of the Science Curriculum (MEB, 2024b) has been examined in terms of engineering integration. It was concluded that engineering integration is emphasized both in learning-teaching experiences, as well as in differentiation practices related to the implementation of the curriculum. Examining the learning-teaching experiences of the curriculum revealed that the teaching process generally starts with students identifying problems related to the current topic, akin to the engineering design process. It is also noteworthy that the process then continues with students researching solutions to the problems they have identified, designing solutions, and evaluating and presenting their designs. These results demonstrate that engineering integration in the Science Curriculum (MEB, 2024b) is achieved by applying the engineering design process in a more or less phased manner. This finding is consistent with existing literature (García-Carmona et al., 2025). Indeed, the most effective way to integrate engineering into science education is to implement the engineering design process (NRC, 2012). However, while the implementation of the engineering design process is frequently emphasized in the implementation component of the curriculum, it is noteworthy that the learning outcomes, which constitute the content component of this process, do not reflect this emphasis in the same way. In this regard, to increase the contribution of engineering and the engineering design process, and to provide students with a holistic perspective, it is recommended that the existing engineering integration in the implementation process be reflected in the learning outcomes. In the implementation component of the curriculum, engineering integration is most evident in the teaching of physics, biology and chemistry topics, while it is least evident in the teaching of the nature of science. Learning experiences related to the nature of science in the implementation component require students to draw or prepare posters, cartoons or digital media related to scientists or any scientific topics. This topic already incorporates learning outcomes aimed at understanding scientific processes. This can be explained by the fact that the nature of science differs from that of engineering (García-Carmona et al., 2025; Pleasants & Olson, 2019). However, the design process has been integrated for the purposes of integration and differentiation/enrichment in teaching. While all stages of the engineering design process can be implemented in the learning-teaching experiences of physics topics, it was concluded that, in the teaching implementations of astronomy and chemistry topics, the design process remained at the level of creating scientific models, while implementations in biology were limited to representing information in a design. A review of the literature on the integration of engineering in science education reveals that national and international implementations predominantly focus on physics, consistent with the findings of this study. Topics such as astronomy, earth science, and life science, however, remain limited in terms of engineering integration. This is explained by the difference of natures of engineering and science (National Academies of Sciences, Engineering & Medicine [NASEM], 2020; Sexton, 2023) and by the difficulty of applying the scientific knowledge taught in these subjects to real life situations or in learning environments -as discussed in the previous section- (Çiğdem Kepir; Roehrig et al., 2021b). However, this should not imply that engineering integration cannot or should not be done in these subjects. Indeed, although Roehring et al. (2021b) suggest that engineering integration is more straightforward in physics topics, García-Carmona et al. (2025) argue that one subject is not superior to the other in engineering integration. The Science Curriculum (MEB, 2024a) includes units that do not emphasize engineering in learning-teaching experiences. Examples include the 4th grade units Journey to Science and Change of Matter and the 7th grade unit Force and Energy. However, this units also include recommendations for implementing engineering design in differentiated teaching practices. Furthermore, it has been recommended that an assessment be made by implementing the design process in the learning evidence, which is form of the curriculum's evaluation component. Studies in the literature on teaching practices that integrate engineering into science education have also shown that engineering integration can be implemented in the teaching process of almost every science topic (Dare et al., 2014; Guzey et al., 2016; Roehrig et al., 2021b).

The detailed provision of learning-teaching experiences, as well as differentiation practices, in the curriculum facilitates the evaluation of its implementation component in terms of engineering integration. Research

evaluating previous curricula (MEB, 2013; 2018) in terms of discipline integration (e.g., Seren & Veli, 2018) has only considered learning outcomes, serving to evaluate the content component. Therefore, these studies are limited in terms of the examination of the implementation component of curricula.

Examining the learning evidence related to the assessment component of the curriculum reveals that, at all grade levels, and in almost every subject area, the engineering design process is emphasized, particularly the design/solution development and evaluation stages, as well as engineering integration. Design tasks are often included in the curriculum to evaluate and differentiate of the teaching. As engineering integration into science education is achieved through the engineering design process, the evaluation should be process-oriented rather than results-oriented (Guzey et al., 2016). Therefore, it is important that the evaluation is consistent with teaching practices and includes feedback during the implementation. Otherwise, the engineering discipline or engineering design process would be integrated into the assessment rather than the inquiry process (García-Carmona et al., 2025). As with teaching-learning practices, engineering integration is rarely seen at the third-year level in the assessment component. However, it is noteworthy that, although learning outcomes at this level do not emphasize engineering integration at all, engineering integration is most prevalent in differentiation. This reveals that integration is not distributed proportionally even within the same grade levels. This result could lead to an implementation process that complicates teaching. From this perspective, it could be recommended that the curriculum's assessment component be detailed in terms of engineering integration, similar to the implementation process.

The study concluded that the 2024 Science Curriculum incorporates engineering integration into all of its components, including objectives, content, processes, and assessments. However, it is important to note that the emphasis on integration of engineering varies across the different components of the curriculum. While engineering is not integrated into the learning outcomes and processes components of each grade level or unit, it is included in teaching-learning practices, as well as in the differentiation and assessment of teaching. Another notable point is that extent of integration in the curriculum varies according to the content and grade level. Engineering integration is mostly reflected in the teaching of science topics related to physics, but generally speaking, integration is achieved by implementing one or more stages of the engineering design process in units related to the teaching of physics, chemistry, biology, earth science, astronomy, environmental science and nature of science. Notably, this integration achieved in the final stages of the engineering design process: "designing/developing the solution", "evaluating the design/solution" and "communicating the solution/design". However, in order for the engineering design process to be communicated effectively through scientific inquiry, it is important to implement all the stages mentioned in the literature. From this perspective, the curriculum can be seen as limited in terms of the stages of the engineering design process.

Although engineering integration is evident in the curriculum units, the lack of continuity in this integration across the components of purpose, content, implementation, and assessment within the units may pose difficulties for curriculum implementers. In this regard, the findings and results of this research can facilitate engineering-integrated science implementations by offering implementers a holistic perspective. However, it would be more effective to ensure that each unit in the curriculum has an equal and consistent emphasis on engineering in terms of purpose, content, implementation and evaluation across each unit in the curriculum, and to integrate the curriculum in a way that allows the basic stages of the engineering design process to be implemented. The results of this research clearly indicate that the curriculum needs to be developed in this respect. To this end, the engineering design process should be reflected in the learning outcomes and that lesson plans should be prepared and presented that implement the process in greater detail. Examining international science teaching curricula reveals that the explicit and comprehensive inclusion of engineering integration in the US curriculum enables effective engineering practices in science education (Roehring et al., 2021b). However, as with the current Türkiye Science Curriculum it is noteworthy that many countries, such as the United Kingdom, Spain, and Australia, implicitly include engineering integration by emphasizing engineering practices and processes in their curricula, as reflected in their implementations (García-Carmona et al., 2025; Çiğdem Kepir, 2024). In this context, making structural changes to the 2024 science curriculum that will maintain and expand the interdisciplinary holistic perspective will strengthen its goal of educating individuals who are cognitively strong, equipped with 21st-century skills, contribute to the country's development.

ADIYAMAN UNIVERSITY Journal of Educational Science

dergipark.org.tr/tr/pub/adyuebd Cilt 15, Sayı 2, Aralık 2025, Sayfa 714-766 ISSN: 2149-2727

2024 Yılı Türkiye Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Mühendislik Entegrasyonu Açısından İncelenmesi*

İlknur Taşdelen[1] Yasemin Hacıoğlu[2]

Makale Bilgisi

Anahtar Kelime
Disiplinlerarası öğretim
Fen bilimleri dersi öğretim programı
Fen eğitimi
Mühendislik entegrasyonu
Mühendislik tasarım süreci

Yükleme: 11.07.2025

Kabul: 28.11.2025

Yayın: 31.12.2025

Araştırma Makalesi

DOI: 10.17984/adyuebd.1739968

Özet

STEM eğitiminin önemi doğrultusunda, birçok ülke fen öğretim programlarına mühendislik disiplinini entegre etme yönünde adımlar atmıştır. Türkiye'de 2024 yılında yayımlanarak uygulanmaya başlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda, mühendislik entegrasyonunun hangi amaçlar doğrultusunda ve hangi içerikler kapsamında ele alındığı, ayrıca öğretim sürecine nasıl yansıtıldığı detaylı biçimde analiz edilmemiştir. Bu bağlamda, bu araştırmanın amacı, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nı mühendislik entegrasyonu açısından incelemektir. Disiplinlerarası bakış açısıyla oluşturulmuş olan programın mühendislik entegrasyonu açısından analiz edilmesi, öğretmenler, araştırmacılar ve diğer uygulayıcılar için fen eğitimine mühendisliğin entegrasyonunu kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Bu nitel durum çalışmasında, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı bir doküman olarak ele alınmış ve doküman analizi yöntemiyle mevcut durum ortaya konulmaya çalışılmıştır. Programın amaç, içerik, uygulama ve değerlendirme boyutları ile ilgili başlıkları ayrıntılı şekilde incelenmiş; mühendislik disiplini ve mühendislik tasarım sürecine ilişkin ifadeler belirlenmiş, oluşturulan kodlar tematik olarak kategorize edilmiştir. Elde edilen bulgular programın boyutlarına göre sınıf düzeyleri, konu alanlarına, ünitelere göre durumu görselleştirilerek yorumlanmıştır. 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının tüm boyutlarında mühendislik entegrasyonuna rastlanmıştır. Ancak programın amaç ve içerik boyutunda mühendislik entegrasyonunu gerek sınıf düzeyi gerek konu gerekse tasarım sürecinin aşamaları ile sınırlıdır. Buna karşın programın uygulama veya değerlendirme boyutunda mühendislik entegrasyon vurgusu daha fazladır. Bu vurgunun daha çok fizik konusu olmak üzere her konu, ünite ve sınıf düzeyinde olduğu dikkat çekmektedir. Mühendislik entegrasyonu programa daha çok tasarım oluşturma ve değerlendirme aşamalarıyla yansımıştır. Programda mühendislik entegrasyonu için mühendislik tasarım sürecinin yanında mühendisliğin disiplinlerarası doğasına vurgu yapılmıştır. İlgili literatür ile karşılaştırıldığında programda mühendislik entegrasyonunu güçlendirmek için tüm boyutlara, tüm sınıf düzeyindeki tüm konulara aynı şeklide yansıtılmasının ve mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamalarını işletilmesi gerekmektedir.

Giriş

İçinde yaşadığımız yüzyılda bilimsel ve teknolojik gelişmelerin eğitim reformlarına yansıması olarak disiplinlerarası öğretim uygulamaları önemli hâle gelmiş ve STEM eğitimi kavramı ortaya çıkmıştır (Fan vd., 2021; Wang, 2012). STEM eğitimi, fen ve matematik eğitimine mühendislik ve teknoloji entegrasyonuna dayanan disiplinlerarası bir öğretim yaklaşımıdır (Bybee, 2013; English & King, 2019; National Academy of

*Bu araştırma birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürütmekte olduğu yüksek lisans tezinin sonuçlarını yansıtmaktadır ve 17-19 Mayıs 2025 tarihleri arasında Balıkesir'de düzenlenen 5. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Yazar[1] : İlknur Taşdelen, Yüksek Lisans Öğrencisi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, ilknurtasdelen3737@gmail.csom
Sorumlu Yazar[2] : Yasemin Hacıoğlu, Doçent Doktor, Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Türkiye, yasemin.hacioglu@giresun.edu.tr

Taşdelen, İ. & Hacıoğlu, Y. (2025). Examination of the 2024 Türkiye science curriculum in terms of engineering integration. *Adiyaman University Journal of Educational Sciences, 15*(2), 714-766.

Engineering [NAE] & National Research Council [NRC], 2014; Thibaut vd., 2019). Bu disiplinler bilim ve teknolojideki gelişimlerin ve değişimlerin ortaya çıkmasını sağlayan en önemli disiplinlerdir (NRC, 2011). STEM eğitimi ile bireylerin STEM disiplin alanlarındaki bilgi ve becerileri geliştirilerek çağa ayak uydurmaları ve gelişime katkı sağlamaları amaçlanmaktadır (Chen vd. 2020; Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2019; National Academy of Engineering [NAE], 2010; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023; Roll & Wylie, 2016; Song, 2012). Nitekim STEM eğitimi öğrencilerin gerçek yaşamdaki karmaşık problemleri çözmek için STEM disiplin bilgilerini anlamalarını ve bunları uygulamalarını sağlamaktadır (Han vd., 2015; Hudson vd., 2014; Lou vd., 2011; Vale vd., 2020; Wang, 2012; Zollman, 2012). Böylece bireylerin 21. yy. konularını öğrenmeleri, 21. yüzyıl becerilerini kazanmaları, STEM disiplin alanlarına kariyer ilgisini arttırmak için vazgeçilmez olmuştur (NAE & NRC, 2014).

Alan yazın incelendiğinde STEM öğretimi uygulamalarını çeşitlendirecek çalışmalar hızlı bir şekilde artmasına rağmen bunların bireysel çabalar olarak kaldığı ve öğretim programlarına yansımasının sınırlı olduğu dikkat çekmektedir (Fan vd., 2021). STEM disiplinlerinin öğretim programlarına entegrasyonu ile ilgili "içerik entegrasyonu" ve "bağlam entegrasyonu" yaklaşımı önerilmiştir (Moore vd., 2014). Bu iki yaklaşımın birbirinden farkını mühendislik disiplininin programdaki rolü belirlemektedir. İçerik entegrasyonunda her ne kadar belirlenen disiplinin içeriği öğretilmeye odaklansa da mühendislikle ortak tema oluşturularak mühendislik içeriği de öğretilir. Bağlam entegrasyonunda ise seçilen disiplinin öğretimine odaklanılmakta, mühendislik sadece bilimsel kavramları öğretmek için bağlam olarak işlev görmektedir (Anwar vd., 2022; Cunnigham vd., 2020). Bu bağlamda öğretim programlarında STEM disiplinlerinin entegrasyonu sağlanmaya çalışılsa da entegrasyonda hala sınırlılıklar bulunmaktadır (English, 2017). Bu sınırlılıkların nedenlerinden biri üniversite öncesi mühendislik disiplini ile ilgili bir dersin olmaması ve mühendislik entegrasyonunun nasıl olması gerektiğinin net olarak tanımlanmamış olmasıdır (Fan vd., 2021). Diğer bir sınırlılık ise öğretim programlarının disipliner yapısının baskın olması, disiplin içerik ve uygulamalarının birbirinden ayrı ve tutarsız olmasıdır (Bybee, 2013). Bu sınırlılıkları ortadan kaldırmak için, STEM eğitimi ile ilgili birçok araştırmada (Budynas & Nisbett, 2011; Cunningham, 2017; Householder & Hailey, 2012; Moore vd., 2013) ilgili disiplinin içeriğini öğretmek için mühendislik tasarımına odaklanılmasının entegre STEM programını yürütmenin en iyi yolu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu uygulamalarda daha çok fen ve mühendislik disiplininin entegre edildiği dikkat çekmektedir (Cheng vd., 2024). STEM eğitimi uygulamalarını yaygınlaştırmak ve çıktılarından faydalanmak için öncelikle fen, matematik ve teknoloji dersleri öğretim programlarına mühendislik entegrasyonunun yansıtılması, uygulayıcısı olan öğretmenlerin uygulamalarını kolaylaştıracaktır (Fan vd., 2021). Nitekim öğretim programları öğretimin amacını ayrıntılı açıklayarak hangi içeriğin nasıl öğretileceği ve değerlendireceği ile ilgili öğretmenlere yol gösterici olmaktadır (Demirel, 2014).

STEM eğitiminin çıktılarından faydalanmak için başta Amerika olmak üzere Avustralya, Birleşik Krallık, Çin, Almanya, Finlandiya, Belçika, Hollanda gibi bir çok ülke gerek doğrudan gerek örtük bir şekilde fen öğretim programlarına mühendislik entegre etmişlerdir (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA], 2021; Department for Education [DFE], 2013; Department of Education&Training, 2012; Hong Kong Education Bureu, 2016; Ireland Department of Education and Skills, 2017; MEB, 2018; Next Generation Science Standards Lead States [NGSS], 2013; Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü [YEĞİTEK], 2018). Ancak bu entegrasyonun çoğu zaman sınırlı kaldığı ve disiplinlerin ayrı ayrı işlenmeye devam ettiği de rapor edilmektedir (Moore vd., 20214). Bunlara paralel olarak Türkiye'de de Fen Bilimleri Dersi öğretim programlarında (MEB, 2013; 2017; 2018) disiplinlerarası öğretime vurgu yapılarak mühendislik entegre etme girişimleri olmuştur. Ancak bu programlarda mühendislik entegrasyonu gerek içerik gerekse bu içeriğin uygulamaya yansıtılması açısından sınırlı kaldığı araştırmalarla ortaya koyulmuştur (Seren & Veli, 2018). Bu sınırlılık öğretmenlerin uygulamalarına yansımakta, dolayısıyla gerek STEM eğitiminin fırsatlarından gerekse de mühendislik entegrasyonunun fırsatlarından yararlanmayı sınırlamaktadır (Akgündüz vd., 2015). Ancak 2024 yılında güncellenen ve kademeli olarak uygulanmaya başlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2024a) bütüncül bir yaklaşımla oluşturulmuştur. Bu program birçok yönden (programın temel ögeleri, öğrenme çıktılarının bilişsel düzey ilişkisi, becerileri karşılama durumu, Matematik dersi gibi diğer derslerle ilişkisi vb....) incelenmiş ve önceki öğretim programları ile karşılaştırılmış olmasına rağmen (Ak & Köse, 2024; Beşoluk vd., 2024; Bilir, 2025; Özkan & Yaman, 2025; Yüzbaşıoğlu, 2025), güncel öğretim programını mühendislik entegrasyonu açısından inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yürürlükte olan öğretim programları

için değerlendirme çalışmaları, programı iyileştirmek, etkililiğini ve uygulanabilirliğini artırarak başarı düzeyini belirlemek için önemli etkenlerdendir (MEB, 2020; Demirtaş, 2017). Programın mühendislik entegrasyonu açısından incelenmesi hem geçmiş programlarla süreklilik ve farklılıkların ortaya koyulması hem uygulayıcı olan öğretmenlere yol göstererek kolaylaştırıcı olması açısından önemlidir. Ayrıca inceleme sonuçlarının, programın etkililiğini ve uygulanabilirliğini arttıracağı düşünülmektedir. Bu bağlamda bu araştırmada 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın mühendislik entegrasyonu açısından incelenmesi amaçlanmaktadır.

Mühendislik ve Fen Eğitimine Entegrasyonu

Mühendislik, insanların problemlerini çözmek ya da ihtiyaçlarını gidermek için sınırlılıklar altında çözüm oluşturmadır (Cunningham, 2017; Wulf, 1998). Mühendisler bu problemleri çözmek için mühendislik tasarım sürecini işletirler (NAE & NRC, 2009, s. 38). Mühendislik tasarım süreci, bilimsel bilginin, matematiksel analizin ve teknolojik uygulamanın yaratıcı, sistematik yollarla çözüme dönüştürme sürecidir (Fan vd., 2021). Bu açıdan bakıldığında fen, teknoloji ve matematik disiplinlerini birleştirici rolü bulunmaktadır (Barnett & Hodson 2001; Brown vd., 1989; Frykholm & Glasson, 2005). Bu nedenle bütünleşik STEM eğitimi mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine dayanır (Hudson vd., 2014; Roehrig vd., 2021b). Nitekim mühendisliğin ve mühendislik tasarım sürecinin disiplinlerarası doğası, fen bilimleri eğitiminin uygulamalı ve problem çözme odaklı yönünü güçlendiren temel bir bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır (NRC, 2012). Fen eğitimine mühendislik entegre etmenin en kolay ve etkili yolu da bilimsel araştırma sorgulama süreci ile mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine dayanır (NAE & NRC 2009, 2014; NGSS Lead State, 2013; NRC 2012; Wendell, 2008).

Mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonuna ilişkin farklı yaklaşımlar benimsense de bu yaklaşımlarda ortak olan fen konusu, ilgili günlük yaşam problemine çözüm üretirken mühendislik tasarım geliştirme sürecinin işletilmesidir (Hmelo vd., 2000; Moore vd., 2014). Mühendislik tasarım süreci birçok araştırmacı, kurum, kuruluş ve ülke öğretim programlarında veya raporlarında farklı şekillerde belirtilmiştir (Brunsell, 2012; Culver, 2012; Hynes vd., 2011; NAE & NRC, 2009; NRC, 2012). Ancak genel olarak problemin belirlenmesi, çözüm önerilerinin araştırılması, çözüm önerilerinin sunulması, en iyi çözümün seçilmesi, çözümün/prototipin tasarlanması, çözüm test edilmesi veya değerlendirilmesi, gerekirse revize edilmesi ve sunulması aşamalarını içermektedir (Hacıoğlu, 2021). Bu sürecin işletilmesinde belirli hususlara dikkat edilmesi gerekir (NRC, 2012). Mühendislik tasarım süreci gerçek yaşam bağlamında, bir tasarımın problemiyle başlar. Problemin belirlenmesi aşamasında, öğrenciler problemin çözümü olacak tasarımın kriter ve sınırlılıklarını belirlerler. Ardından çözüm için gerekli araştırmaları yaparlar. Burada araştırma sorgulama sürecinin işletilmesi önemlidir. Araştırmaların ardından çözüm önerilerini sunarlar ve bu çözüm önerilerini kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirerek en iyi çözüm önerilerini seçerler. Ardından bilimsel bilginin uygulanmasına imkân sağlayan çözümlerini tasarlarlar. Sonrasında tasarımlarının problemlerine cevap verip vermediğini edindikleri bilimsel bilgiler doğrultusunda test ederler. Test etme sonucunda problemin çözümüne hizmet etmeyen tasarımlarını revize ederler ve sunarlar.

Mühendislik tasarım sürecinin fen eğitimine entegrasyonu öğrenenlerin, öğrenme motivasyonlarının arttırmanın yanında fen ve mühendislik bilgi ve becerilerinin gelişimini desteklemekte, kariyer ilgi ve farkındalıklarının oluşmasını sağlamaktadır (Cunningham & Kelly, 2017; Hacıoğlu, 2017; Hacıoğlu & Gülhan, 2021; Han vd., 2015; Han vd., 2016; Kwon vd., 2021; Miller & Krajcik, 2019; Moore vd., 2014; NAE & NRC, 2014; NRC, 2012; Tati vd., 2017; Wan vd., 2020). Bu bakımdan fen eğitimine mühendislik entegrasyonuna ilişkin uygulamaların arttırılması beklenmektedir. Bunu sağlamanın en etkili yolu fen öğretim programında mühendislik entegrasyonuna açıkça yer vermek ve programda öğretmenlere mühendislik tasarım sürecinin nasıl işletileceğine ilişkin açıklamalar sunmak olacaktır (Cunningham, 2017; García-Carmona vd., 2025). Nitekim mühendislik entegrasyonuna odaklanan fen öğretim programlarının, fen öğretmenlerinin uygulamalarını kolaylaştırarak arttırmalarına imkân tanıyacaktır (Fan vd., 2021). Bu bağlamda bu araştırmada Türkiye'de güncel olan 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı mühendislik entegrasyonu açısından incelenmiştir.

Mühendisliğin Türkiye Fen Öğretim Programlarındaki Yeri

Türkiye'de fen öğretim programları incelendiğinde 2005 yılından itibaren uygulanan öğretim programlarında (MEB, 2005; 2013; 2017; 2018) "fen okuryazarlığı, yaparak-yaşayarak ve araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, bilimsel süreci işleterek bilimin doğasını anlama ve bu bilgiyi gerçek yaşama uyarlama" öne çıkmaktadır. Öğretim programlarında öğretilecek konu içerikleri benzer olmakla birlikte, zaman içerisinde beceri boyutu

güncellenmiş, bilimsel süreç becerilerinin yanında çeşitli üst düzey düşünme becerileri eklenmiştir (Kıryak vd., 2024).

Programlar disiplinlerarası eğitim açısından incelendiğinde ise, teknoloji disiplinine her programda vurgu yapıldığı dikkat çekmektedir. 2005 ve 2013 fen öğretim programlarında mühendislik tasarımına olanak sağlayacak kazanımlar yer alsa da bunların sayısı oldukça azdır ve uygulamaları da sınırlı kalmıştır (Seren & Veli, 2018). Bu programlarda yer alan "Fen- Teknoloji- Toplum- Çevre" kazanımlarının teknolojik tasarım çalışmaları ile yürütülmesi mühendislik tasarım sürecinin entegre edilebileceğinin göstergesi olabilir (Ercan & Şahin, 2015). Ancak yine de bu programlarda doğrudan mühendislik disiplinine ilişkin açıklama ya da vurgu da yer almamaktadır (Seren & Veli, 2018). 2017'de taslak olarak hazırlanan ve 2018 yılında güncellenen öğretim programlarında (MEB, 2017; 2018) mühendisliğe ve mühendislik entegrasyonuna "*Fen bilimlerinin matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesi sağlanarak öğrencilerin problemlere disiplinlerarası bakış açısıyla bakması hedeflenir. Bu bağlamda öğretmenlerin rolü öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünleştirilmesi için rehberlik yaparak öğrencileri üst düzey düşünme, ürün geliştirme, buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırmaktır.*" şeklinde doğrudan vurgu yapılmıştır. Ayrıca her üniteye mühendislik entegrasyonu amacıyla mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine yönelik içerik ve kazanımlar oluşturulmuştur. ''*F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar*.'' bu kazanımlara bir örnektir (MEB, 2013). Ayrıca her ünitenin içerisinde mühendislik uygulamalarının yapılması için uyarılar bulunmakta, bu uygulamalarla öğrencilerin mühendislik ve tasarım becerilerinin geliştirilmesi amaçlandığı belirtilmektedir. Ancak bu kazanımların nasıl kazandırılacağı ile ilgili uygulama sürecine 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) yer verilmemiştir. Bu durum programın uygulama boyutunda sınırlı kalsa da mühendislik disiplininin en net ve doğrudan 2017 ve 2018 fen öğretim programlarında yer aldığının göstergesidir (Seren & Veli, 2018).

2024 yılında ise bütüncül/disiplinlerarası bakış açısının tüm derslere yansıtılması amacıyla ülkemiz öğretim programları güncellenmiştir ve bu bakış açısının anlaşılması için Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programları Ortak Metni (MEB, 2024a) yayınlanmıştır. Bu metinde bütünleştirilmiş öğretime vurgu yapılarak disiplinlerarası konular ve beceriler açıkça belirtilmiştir. Bu metinde mühendislik disiplinine ve mühendislik tasarım süreci ya da becerisine sadece Bilim- Teknoloji- Çevre yetkinlikleri içerisinde doğrudan vurgu yapıldığı ve ancak yeterince açıklanmadığı için sınırlı vurgu olduğu dikkat çekmiştir. Kademeli olarak uygulanan ve henüz ikinci uygulama yılında olan öğretim programının incelenmesine ilişkin birçok araştırmanın (örneğin Ak & Köse, 2024; Bahadır, 2024; Bilir, 2025; Demirci & Yıldırım, 2025; Eker Çelebi & Taşkın Ekici, 2025; Irmak & Çetin, 2024; Kıryak vd., 2024; Özkan & Yaman, 2025; Yüzbaşıoğlu, 2025) yapıldığı görülmektedir. Ancak bu araştırmalarda programın mühendislik entegrasyonu açısından incelenmesine rastlanmamıştır. Bu bağlamda Türkiye'de güncel olan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2024b) mühendislik entegrasyonu açısından incelenmesi alan yazına katkı sağlayacak ve uygulayıcılarına yol gösterecektir.

Yöntem

Bu araştırma, 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nı (MEB, 2024b) mühendislik tasarım entegrasyonu açısından inceleyen ve mevcut durumu ortaya koymayı amaçlayan nitel bir durum çalışmasıdır. Durum çalışması, mevcut olan olay, olgu ya da bir durumu derinlemesine inceleyerek açıklayan bir araştırma yöntemidir (Yıldırım & Şimşek, 2006). 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı bir doküman olarak ele alınmıştır ve mühendislik entegrasyonu açısından doküman analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Doküman incelenmesinde yazılı belgelerin içeriğinin araştırılan olay, olgu ya da konularla ilgili dikkatlice, sistematik ve bilimsel esaslara uygun olarak analiz edilir (Şimşek, 2009). Analiz sürecinde verileri anlamlandırmak ve bilgi üretebilmek için sırasıyla dokümanlara ulaşma, doküman seçme, veri analizi yapma ve değerlendirme aşamaları izlenmelidir. (Bowen, 2009). Bu bağlamda araştırmada aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

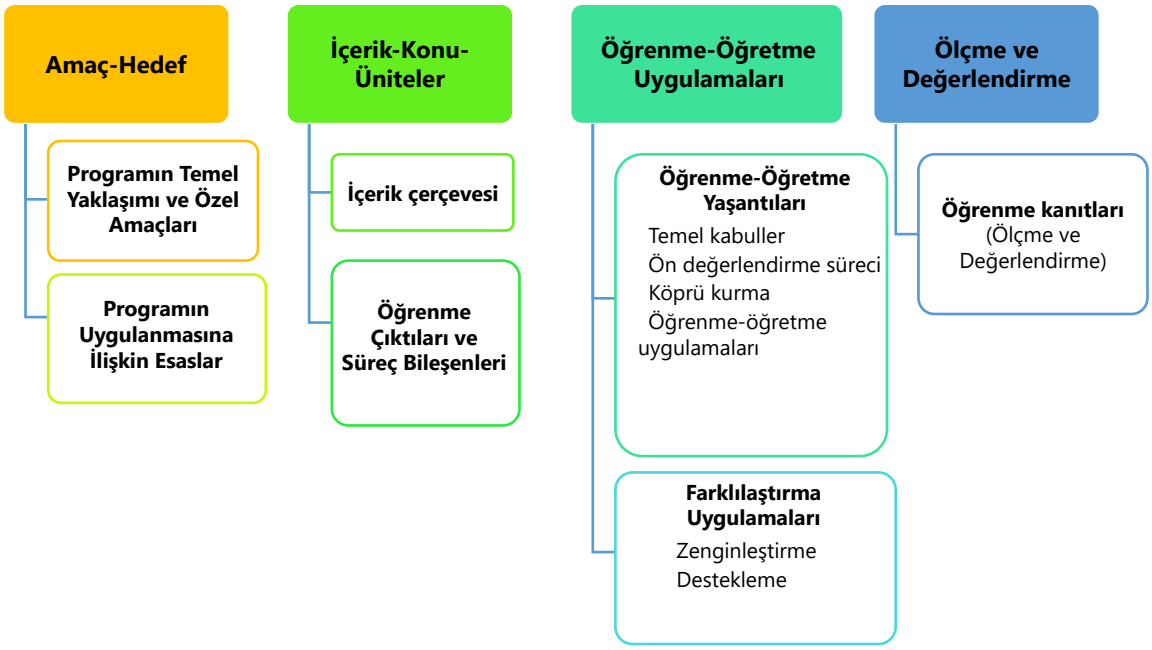
Dokümana Ulaşma ve Dokümanların Seçilmesi

Bu araştırmanın amacına uygun olarak ülkemizde uygulanan en güncel öğretim programı olan, "2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı" doküman olarak belirlenmiştir. Dokümana öğretim programlarının herkese açık şekilde yayınlandığı Millî Eğitim Bakanlığı Programlar İzleme ve Değerlendirme Sistemi resmi internet sitesinden ulaşılmıştır. Millî Eğitim Bakanlığı Türkiye'deki eğitim uygulamalarından sorumlu resmi kamu

kuruluşu olduğundan verilerin devlet denetiminde ve güvenilir olduğu kabul edilmektedir. Bu sebeple veriler akademik çalışmalarda kullanılabilir niteliktedir.

Verilerin Toplanması

Programın tüm içeriği programlarda olması gereken boyutları kapsadığı için tamamı ele alınmıştır. Programda yer alan başlıklar ve temsil ettiği program boyutları Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Program boyutları ile Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı içeriğinin eşleştirmesi

Programda yer alan programın tanıtımı ile ilgili tüm başlıklarla birlikte, ardında yer alan 3. sınıftan 8. sınıfa tüm ünitelerin öğretimine ilişkin bilgiler (toplam 44 ünite, 182 öğrenme çıktısı ve süreç bileşeni ve bunlara yönelik öğrenme-öğretme uygulamaları, farklılaştırma etkinlikleri ve değerlendirmeleri) ayrıntılı incelenmiştir.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada, nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analizi yöntemi tercih edilmiştir. Belirli içerik alanında yapılan çalışmaların genel çerçevesini içeren sonuçları benzerlik ve farklılıklarına göre temalar oluşturarak ortaya koyan çalışmalara tematik içerik analizi denilmektedir (Çalık & Sözbilir, 2014). Temalar araştırmanın giriş bölümünde yer alan mühendislik ve fen eğitimine entegrasyonu başlığı altındaki alan yazın esas alınarak oluşturulmuştur.

Analizin geçerlik ve güvenirliğini sağlamak amacıyla tekrarlı ve birden fazla kodlayıcıyla karşılaştırmalı kodlama süreci yürütülmüştür. Analiz süreci aşağıda özetlenmiştir:

i. Birinci araştırmacı tarafından öncelikle öğretim programının tamamı mühendislik perspektifinden dikkatlice okunmuş ve incelenmiştir.

ii. Daha sonra, programın her bir başlığı ayrı ayrı ve ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Her bir başlık altındaki ifadelerden mühendislik disiplininin doğası ve mühendislik tasarım sürecinin aşamaları ile ilgili olanları belirlenmiştir.

iii. Mühendislik disipliniyle ilişkilendirilen ifadeler mühendisliğin doğası ve mühendislik tasarım süreci aşamalarına göre ilgili alan yazında belirtilen bilgiler doğrultusunda kodlanmıştır.

iv. Verilerin belirlenmesi ve analizinde veri kaybı olmaması için, programın incelenmesi ve kodlanması aşaması birinci araştırmacı tarafından ilk kodlamadan bağımsız olarak iki ay sonra tekrarlanmıştır. İlk kodlama

ile ikinci kodlama arasındaki farklılıklar ortadan kaldırılarak birinci araştırmacı tarafından yapılan kodlama tamamlanmıştır.

v. Uzman olarak ikinci araştırmacı her sınıf düzeyinden rastgele bir ünite seçerek okuyup inceleme ve kodlama sürecini gerçekleştirmiştir. İki araştırmacının kodlama verileri ve kodları karşılaştırılmıştır. Ortaya çıkan farklılıklar üzerine tartışılarak hangi ifadelerin mühendislikle ilişkilendirilebileceği ve kodlanabileceği konusunda alan yazın temelinde ortak kabuller oluşturulmuştur. Bu kabullerden en önemlisi, sadece mühendislik tasarımı ve mühendislik tasarım sürecine hizmet eden ifadelerin kodlanmasıdır. Yani tasarımla ilgili (örneğin animasyon, model, afiş, görsel, poster, sunum… vb.) her ifade kodlanmamıştır. Örneğin 4. Sınıf, 5. ünite olan "Mıknatısı Keşfediyorum" ünitesinin öğrenme-öğretme yaşantıları başlığı altındaki "Öğrenciler araştırma ve fikirleri üzerinde düşünerek birlikte tasarladıkları modellerini oluşturmaları için yönlendirilir." ifadesi süreçte mühendislik tasarım süreci işletildiği için "tasarım/çözüm oluşturma" ile ilişkilendirilerek kodlanmıştır. Ancak 8. sınıf 3. ünite olan "Yaşamın Gizemi" ünitesinin öğrenme-öğretme yaşantıları başlığı altındaki "Öğrencilerin model, video, animasyon vb. görsel ve dijital araçlarla inceleyerek DNA'nın yapısını belirlemeleri sağlanır." şeklindeki ifade her ne kadar tasarım içerse de süreçte herhangi bir şekilde mühendislik tasarım süreci ile ilişkilendirilmediği için kodlamaya dahil edilmemiştir. Diğer bir kabul ise sadece fen öğrenmeye hizmet eden, öğrenme-öğretme sürecinde mühendislik tasarımına hizmet etmeyen, araştırma-sorgulama sürecine ilişkin ifadelerin mühendislik entegrasyonu için kodlanmamasıdır. Örneğin "FB.8.4.2.2 Öğrencilere sesin madde ile etkileşimi sonucunda sesin soğurulması, yansıması ve iletilmesine yönelik deney ve gözlem yaptırılır." ve "FB.5.7.1.1 Atıkları özelliklerini inceleyerek benzer özelliklerine göre ayrıştırmaları sağlanır. Çalışma kâğıdındaki örneklerin geri dönüşebilen ve dönüşemeyen olarak gruplandırılması istenir." şeklindeki deney tasarlama, bilgi araştırma ve uygulama süreçleri de sadece araştırma sorgulamaya hizmet ettiği için ve mühendislik entegrasyonuna ilişkin bir açıklama olmadığı için kodlamaya dahil edilmemiştir. Ayrıca belirlenen kodlama verilerinin kodlanması ilgili alan yazın doğrultusunda tematik yapılmıştır.

vi. Belirlenen ortak kabuller doğrultusunda birinci araştırmacı tarafından tüm program yeniden incelenmiş ve kodlar yeniden düzenlenmiştir.

vii. Birinci araştırmacı tarafından oluşturulan kodların seçilen ifadeleri karşılayıp karşılamadığı ikinci araştırmacı tarafından yeniden kontrol edilmiştir.

viii. Kodlamalar arasındaki uyumsuzlukları gidermek amacıyla karşılıklı görüşmeler yapılmış, görüş birliğine varılana kadar süreç devam ettirilmiştir. Elde edilen veriler tablolaştırılmıştır.

Yukarıda ayrıntılı bir şekilde açıklanan veri analiz süreci sonucu "mühendisliğin doğası" ve "mühendislik tasarım süreci (MTS)" iki temel tema ve kodlar oluşturulmuştur. Her bir temaya ait kodlar ve alıntıları ile ilgili örnekler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın mühendislik entegrasyonuna ilişkin kodlar ve örnek alıntılar

Tema	Kod	Örnek Alıntılar
Mühendislik Tasarım Süreci	Problemin Belirlenmesi	Mıknatıs kullanılarak çözülebilecek bir soru veya problemi grup çalışması ile tanımlamaları istenir. (FB.4.5.3. Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Kriter ve sınırlılıklar	Belirlenen nitelikleri göz önünde bulundurarak kendi yaşam alanlarındaki (köy, mahalle, okul, ev, park, bahçe vb.) enerji verimliliği, su verimliliği, gıda erişimi, temiz enerji ile ilgili olarak sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmaya ilişkin soru veya problem tanımlamaları istenir. (FB.4.8.1. Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Çözüm önerileri için araştırma-sorgulama	Öğrencilerin uzay araştırmalarının yol açabileceği problemlerin …. oluşturup yapılandırmaları beklenir. Bu problemin çözümüne yönelik toplanan veriler ve yapılan tahminler ışığında problemin çözümüne yönelik akıl yürütmeleri beklenir. (FB.7.1.1.3 Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Olası çözümlerin oluşturulması	Taka yapımı etkinliği ile sadece eğlenceli bir etkinlik değil, aynı zamanda günlük yaşamda karşılaştıkları olaylara yönelik öğrencilerin yaratıcı çözümler üretmeleri sağlanır. (FB.6.5.3.4. Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Çözüm önerilerinin değerlendirilmesi/seçilmesi	Öğrencilerin ışık kirliliğinin önlenmesi için problemin çözümünde kullanılabilecek çözüm önerilerini sürdürülebilirlik açısından değerlendirmeleri sağlanır. (FB.4.7.3. Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Tasarım/çözüm oluşturma	Takvimlerin oluşma tarihini araştırmaları (Hicri, miladi vb.); takvimlerin ay, hafta, gün gibi zaman aralıklarının belirli bir mantık çerçevesinde düzenlenerek oluştuğunu kavramaları sağlanarak yeni ve özgün bir takvim oluşturmaları istenebilir. (FB.8.1.1.1. Öğrenme Çıktısı- Zenginleştirme bölümü)
	Tasarımın/prototipin test edilmesi	Öğrencilere dinamometre tasarımlarını içeren bir performans görevi verilir. Tasarladığı modelini diğer modellerle karşılaştırarak, tespit edilen hata ve eksiklikleri gelişim fırsatı olarak değerlendirip modellerini geliştirmeleri sağlanır. (FB.5.2.1.2. Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Tasarımın/prototipin revize edilmesi	Tasarlanan devre çalışmıyorsa yöntemi, malzemeleri vb. gözden geçirmeleri, oluşturdukları devreyle ilgili sorunlara kanıta dayalı açıklama yapmaları ve devreyi yeniden düzenlemek için çözüm üretmeleri desteklenir. (FB.4.6.1. Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Tasarım/çözüm değerlendirme	Çevre sorunlarının çözüm süreci ve yapılacak olan sosyal sorumluluk projesi analitik dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilebilir. (FB.8.7.2.4. Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Tasarım/çözüm sunma - paylaşma	Maddenin hâl değişimlerine ilişkin deneyleri dijital içerik ile hazırlamaları ve sunmaları istenebilir. (FB.4.4.2. Zenginleştirme bölümü)
Mühendisliğin Doğası	Diğer disiplinlerle ilişki	Işık yılı kavramı ile matematik dersi arasında ilişki kurulabilir. (FB.7.1.2.1. Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Mühendislik Becerileri	Basit makine modeli tasarlama sürecinde planlarını zamanında ve eksiksiz yürütmeleri istenir. (FB.8.2.1.2 Öğrenme Çıktısı- Öğrenme-öğretme Yaşantıları)
	Disiplinlerarası ilişkiler	Bilim, teknoloji, mühendislik ve tasarım temelli olarak becerileri birbirleriyle bütünleştiren öğrenme çıktılarına yer verilmiştir. (1.1. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın Temel Yaklaşımı ve Özel Amaçları)
	Mühendislik tasarım döngüsünün işletilmesi	Kavramsal içerikle bütünleştirilen model oluşturma süreci; bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım döngüsü dikkate alınarak, güncel öğretim yaklaşım ve yöntemleri ile zenginleştirilerek planlanmalıdır. (1.2. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın Uygulanmasına İlişkin Esaslar)

Verilerin Değerlendirilmesi/ Sonuçların Yorumlanması

Tablolaştırılan veriler programın boyutlarına göre ayrılmıştır. Her bir kodun tekrar etme sıklığı -frekans (f)- belirlenmiş ve programın boyutlarına göre tablolar halinde sunulmuştur. Elde edilen bulgular, araştırmanın bulgular başlığı altında, yer yer dokümandan alıntılar verilerek sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Etik Bildirim

Etik Kurul İzin Bilgisi: Bu araştırma insan ya da hayvan deneklere müdahale içermemektedir. Araştırmada yalnızca Türkiye Millî Eğitim Bakanlığı tarafından herkese açık olarak yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim

Programı'ndan (MEB, 2024b) elde edilen veriler kullanılmıştır. 2547 sayılı Yükseköğretim Kanunu ve Yükseköğretim Kurulu'nun (YÖK) 2020 yılında yayımladığı "Etik Kurul İzni" konulu duyurusunda belirtilen açıklamalar doğrultusunda etik kurul onayı alınması gerekmemiştir.

Yazar Çıkar Çatışması Bilgisi: Yazarlar çıkar çatışmaları olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: 1. Yazar: Araştırma tasarımı ve analizi, araştırmanın raporlanması. 2. Yazar: Araştırma tasarımı, veri analizinin güvenirliğinin sağlanması, araştırmanın raporlanması.

Bulgular

Araştırmanın bulguları programın temel ögeleri olan amaç, içerik, öğrenme-öğretme uygulamaları ve değerlendirme boyutlarına ilişkin ayrı ayrı dört başlıkta sunulmuştur.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın Amaç Boyutunda Mühendislik Entegrasyonuna İlişkin Bulgular

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın amaçları incelendiğinde, mühendislik entegrasyonuna ilişkin elde edilen bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın amaçlarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulgular

Tema	Kod	Frekans(f)
Mühendisliğin doğası	Disiplinlerarası ilişkiler	2
	Mühendislik tasarım süreci işletilmesi	5

Tablo 2 incelendiğinde 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın amaçlarında mühendislik disiplinine ilişkin vurgunun sadece mühendisliğin doğasıyla ilişkilendirilerek yapıldığı görülmektedir. Bu vurgunun sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Programın özel amaçlarında yer alan "*Disiplinlerarası ilişkiler: Bilim, teknoloji, mühendislik ve tasarım temelli olarak becerileri birbirleriyle bütünleştiren öğrenme çıktılarına yer verilmiştir.*" şeklindeki ifadede mühendislik disiplininin entegrasyonuna ve mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine vurgu yapıldığı görülmektedir. Yine programın uygulanmasına ilişkin esaslarda yer alan "*Kavramsal içerikle bütünleştirilen model oluşturma süreci; bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım döngüsü dikkate alınarak, güncel öğretim yaklaşım ve yöntemleri ile zenginleştirilerek planlanmalıdır.*" şeklindeki ifade de mühendislik tasarım sürecinin işletileceği içerikler oluşturulduğu belirtilmiştir. Ayrıca öğrenme-öğretme yaşantılarının uygulanmasına yönelik *"Programda bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım temelli öğrenme yaklaşımı dikkate alınarak çeşitli öğretim yaklaşım ve stratejilerinin kullanılması"* şeklindeki ifadede mühendislik tasarım sürecinin entegrasyonuna ilişkin pedagojilerin işletilmesine vurgu yapılmıştır.

Programın amaçlarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin sunduğumuz bu bulgular doğrudan "mühendislik" vurgusu olan açıklamalardan elde edilmiştir. Ancak araştırma bulgularında yer verilmese de veri analiz sürecinde programın amaç boyutunda mühendislik entegrasyonunun çıktılarına sıklıkla vurgu yapıldığı dikkat çekmiştir. Örneğin bu ifadeler fen eğitiminde 21. yüzyıl becerilerinin ve disiplinlerarası bilgi ve becerilerin gelişimi, disiplinlerarası gerçek yaşam problemlerine çözüm bulma sürecinin işletilmesi ve bütüncül öğretim yaklaşımının benimsenmesi şeklindedir. Ancak bu durum mühendislik disiplini vurgulanmadan/örtük olarak yapılmıştır.

Bu bulgular doğrultusunda programın amaçlarının disiplinlerarası bir bakış açısıyla mühendislik tasarım sürecini desteklediği, tasarım temelli etkinliklere ve tasarım temelli öğrenme süreçlerine zemin hazırlandığı, ancak disiplinlerarasına vurgunun sıklıkla yapılmış olmasına rağmen mühendislik tasarım sürecine vurgunun sınırlı kaldığı söylenebilir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın İçerik Boyutunda Mühendislik Entegrasyonuna İlişkin Bulgular

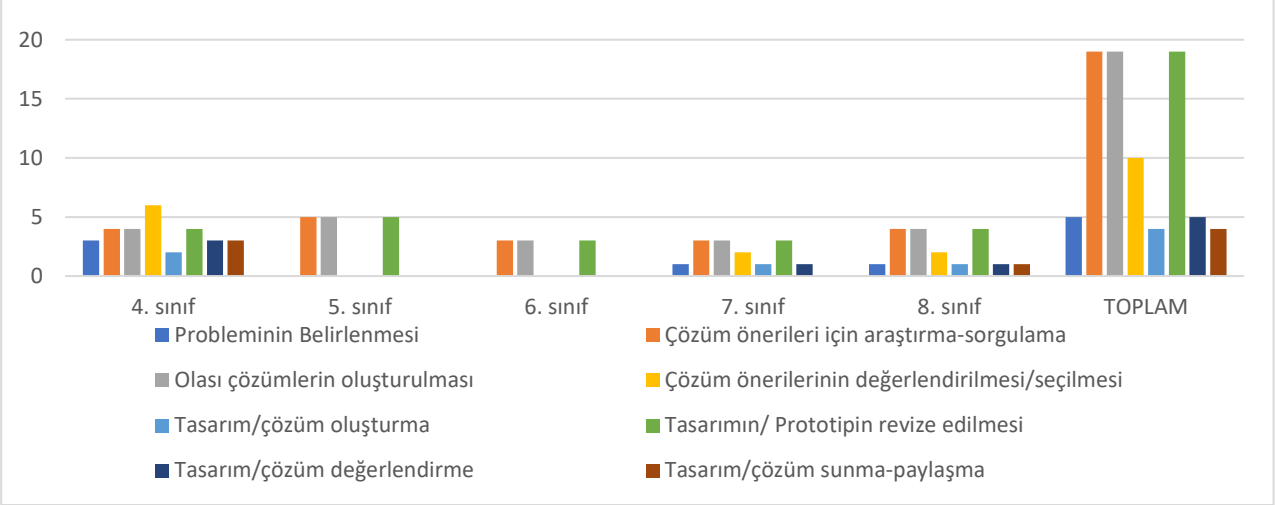
Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın içeriğini oluşturan öğrenme çıktıları ve süreç bileşenleri incelendiğinde mühendislik entegrasyonuna ilişkin elde edilen bulgular Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın öğrenme çıktıları ve süreç bileşenlerindeki mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulgular

Temalar (f)		Mühendislik tasarım süreci								
	Kodlar (f)	Probleminin Belirlenmesi	Çözüm önerileri için araştırma-sorgulama	Olası çözümlerin oluşturulması	Çözüm önerilerinin değerlendirilmesi/ seçilmesi	Tasarım/çözüm oluşturma	Tasarımın/ Prototipin revize edilmesi	Tasarım/çözüm değerlendirme	Tasarım/çözüm sunma-paylaşma	Toplam
Sınıf ve Üniteler										
4. sınıf	*4.3. Dünya'mızı Keşfedelim		1	1			1			3
	4.5. Mıknatısı Keşfediyorum	1	1	1	2		1	1	1	8
	4.6. Enerji Dedektifleri	1	1	1	2	1	1	1	1	9
	4.8. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	1	1	1	2	1	1	1	1	9
	TOPLAM (4 ünite, 4 öğrenme çıktısı, %21)	3	4	4	6	2	4	3	3	29
5. sınıf	*5.1. Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz		2	2			2			6
	*5.2. Kuvveti Tanıyalım		2	2			2			6
	*5.5. Maddenin Doğası		1	1			1			3
	TOPLAM (3 ünite, 5 öğrenme çıktısı, %17)		5	5			5			15
6. sınıf	*6.1. Güneş Sistemi ve Tutulmalar		2	2			2			6
	*6.5. Maddenin Ayırt Edici Özellikleri		1	1			1			3
	TOPLAM (2 ünite, 4 öğrenme çıktısı, %25)		3	3			3			9
7. sınıf	*7.1. Uzay Çağı		1	1			1			3
	*7.5. Maddenin Doğasına Yolculuk		1	1			1			3
	7.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji	1	1	1	2	1	1	1		8
	TOPLAM (3 ünite, 3 öğrenme çıktısı, %8)	1	3	3	2	1	3	1		14
8. sınıf	*8.2. Yaşamı Kolaylaştıran Kuvvet		1	1			1			3
	8.4. Sesin Dünyası	1	1	1	2	1	1	1	1	9
	*8.6. Elektriğin Yolculuğu		2	1			2			5
	TOPLAM (3 ünite, 5 öğrenme çıktısı, %11)	1	4	3	2	1	4	1	1	17
	TOPLAM	5	19	18	10	4	19	5	4	84

Tablo 3 incelendiğinde öğretim programının içerik boyutunda mühendislik entegrasyonun mühendislik tasarım süreciyle sağlandığı görülmektedir. Sınıf düzeylerine göre öğrenme çıktıları incelendiğinde, sadece 3. sınıf öğrenme çıktılarının, hiçbirinde mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulguya rastlanmadığı dikkat çekmektedir. Mühendislikle ilişkilendirilen öğrenme çıktılarının programda yer alan öğrenme çıktı sayısına göre oranı ele alındığında en fazla %25 ile 6. sınıflarda entegre öğrenme çıktısı olduğu görülmektedir. Sınıf seviyelerine göre öğrenme çıktıları mühendislikle entegre edilen ünite sayısı açısından bakıldığında ise en çok 4. sınıftaki 4 ünite dikkat çekmektedir. Mühendislikle entegre edilen tüm ünitelerin öğrenme çıktıları incelendiğinde ise "4.6. Enerji Dedektifleri" ve "4.8. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar" ve "8.4. Sesin Dünyası" ünitelerinin öğrenme çıktılarında mühendislik tasarım sürecine en sık vurgu yapıldığı görülmektedir. Ünitelerdeki öğrenme çıktıları mühendislik entegrasyonu açısından ayrıntılı incelendiğinde ise en çok 6. sınıftaki "6.1. Güneş Sistemi ve Tutulmalar" ünitesindeki 4 öğrenme çıktısının 3'ünde mühendislik tasarım sürecine vurgu yapıldığı dikkat çekmektedir. Diğer ünitelerin sadece 1 ya da 2 öğrenme çıktısında mühendislik vurgusu olduğu görülmüştür. Programın genelinde ise öğrenme çıktılarının yalnızca %11'inin mühendislik entegrasyonuna ilişkin vurguya rastlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3'de yer alan öğrenme çıktılarının mühendislik tasarım süreci ilişkisine ait bulgular Grafik 1'de sunulmuştur.



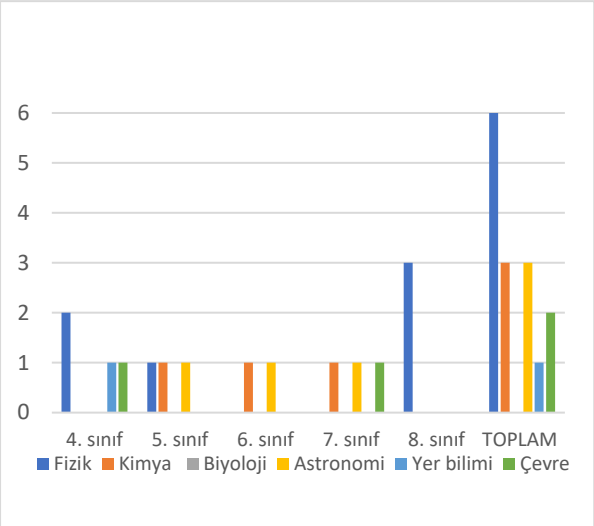
Grafik 1. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında mühendislik entegrasyonu olan öğrenme çıktılarında mühendislik tasarım süreci

Grafik 1'de öğrenme çıktılarında mühendislik entegrasyonunun en çok mühendislik tasarım sürecinin "çözüm önerileri için araştırma-sorgulama", "olası çözümlerin oluşturulması" ve "tasarımın/prototipin revize edilmesi" aşamaları ile sağlanmış olduğu görülmektedir. Bu bulgunun tüm sınıf düzeylerinde benzer olduğu dikkat çekmektedir. Bununla birlikte mühendislik tasarım sürecinde "tasarımın/prototipin test edilmesi" aşamasına vurgu yapan bir öğrenme çıktısı olmaması dikkat çekicidir. Sınıf düzeylerinde mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine yönelik diğer tüm aşamaların işletildiği öğrenme çıktılarının 4. ve 8. sınıflarda olduğu görülmektedir. Bu duruma örnek olarak 8. Sınıf 4. ünitede yer alan öğrenme çıktıları örnek verilebilir:

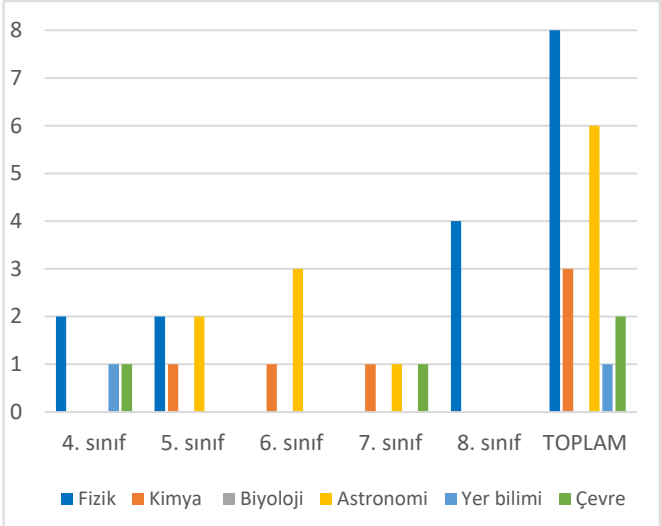
> *"FB.8.4.2.3. Ses kirliliğini önlemeye yönelik bilimsel sorgulama yapabilme a) Ses kirliliğinin canlılara etkisine ilişkin soru veya problem tanımlar. b) Sorusunu/problemini cevaplamada kullanabileceği ses kirliliğini önlemeye yönelik bir fikir/model geliştirir. c) Ses kirliliğini önlemeye yönelik araştırma planlayarak gerçekleştirir. ç) Ses kirliliğini önlemeye yönelik fikir/modelle ilgili verileri analiz ederek yorumlar. d) Ses kirliliğini önlemeye yönelik fikir/modelle ilgili kanıta dayalı açıklama yaparak çözüm üretir. e) Ses kirliliğini önlemeye yönelik bilgiyi değerlendirerek paylaşır."*

Beşinci ve 6. sınıflardaki öğrenme çıktılarının ise tasarım sürecinin "çözüm önerisi için araştırma sorgulama", "olası çözümlerin oluşturulması" ve "tasarımın revize edilmesi" süreçleri ile sınırlı kalmıştır. Bu sınırlılığın programdaki öğrenme çıktıları ayrıntılı incelendiğinde mühendislik tasarım sürecinin daha çok "FB.4.3.2. Dünya'nın yapısıyla ilgili bilimsel model oluşturabilme." ve "FB.6.1.1.2. Güneş sistemi ile ilgili bilimsel model oluşturabilme." öğrenme çıktılarında olduğu gibi bilimsel model oluşturabilme üzerine işletilmesinden kaynaklandığı görülmüştür. Bu öğrenme çıktılarının bulunduğu üniteler Tablo 3'de * işaretli olarak görülmektedir.

Programdaki ünite ve öğrenme çıktıları içerik açısından doğrudan herhangi bir konu alanı ya da temayla ilişkilendirilmemiştir. Ancak programın amacında içeriğin fizik, kimya, biyoloji, astronomi, yer bilimi ve çevre konularında temel bilgilere sahip olmaları vurgulandığından, bununla birlikte içerikte bilimin doğası ile ilgili konular yer aldığından bu konulara göre mühendislik entegrasyonu incelenmiştir. Mühendislik tasarım süreci ile ilişkilendirilen üniteler ve öğrenme çıktılarının konu alanlarına göre dağılımı Grafik 2 ve Grafik 3'te sunulmuştur.



Grafik 2. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda mühendislik entegre edilen ünitelerin konu alanlarına göre dağılımı



Grafik 3. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda mühendislik entegre edilen öğrenme çıktılarının konu alanlarına dağılımı

Grafik 2 incelendiğinde, programda mühendislikle entegre edilen ünitelerin daha çok fizik konularıyla ilgili olmakla beraber 8. sınıf ve 4. sınıf düzeyinde olduğu görülmektedir. Buna paralel olarak Grafik 3 incelendiğinde programda mühendislikle entegre edilen öğrenme çıktılarının da daha çok fizik konularıyla ilgili olduğu görülmektedir. Sekizinci sınıf ünite ve öğrenme çıktılarının sadece fizik konularında mühendislikle entegre edildiği dikkat çekmektedir. Ayrıca tüm sınıf düzeylerinde bilimin doğası ve biyoloji konularında mühendislikle entegrasyona rastlanmamıştır. En az yer bilimi konularındaki üniteler ve öğrenme çıktılarında mühendislik entegrasyonu olduğu dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın içerik boyutunda mühendislik tasarım sürecine vurgu yapılarak entegrasyona rastlandığı, ancak programın genel içeriği ve konu alanları ile değerlendirildiğinde bu entegrasyonun özellikle fizik konuları ile sınırlı kaldığı şeklinde yorumlanabilir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın Uygulama Boyutunda Mühendislik Entegrasyonuna İlişkin Bulgular

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın uygulama boyutuna ilişkin olarak her bir ünitenin "Öğrenme -Öğretme Yaşantıları" ve "Farklılaştırma Uygulamaları" başlıkları altındaki açıklamalar incelenmiştir. Aşağıda öncelikle öğrenme-öğretme yaşantıları ile ilgili bulgular, ardından farklılaştırma uygulamalarına ilişkin bulgular sunulacaktır.

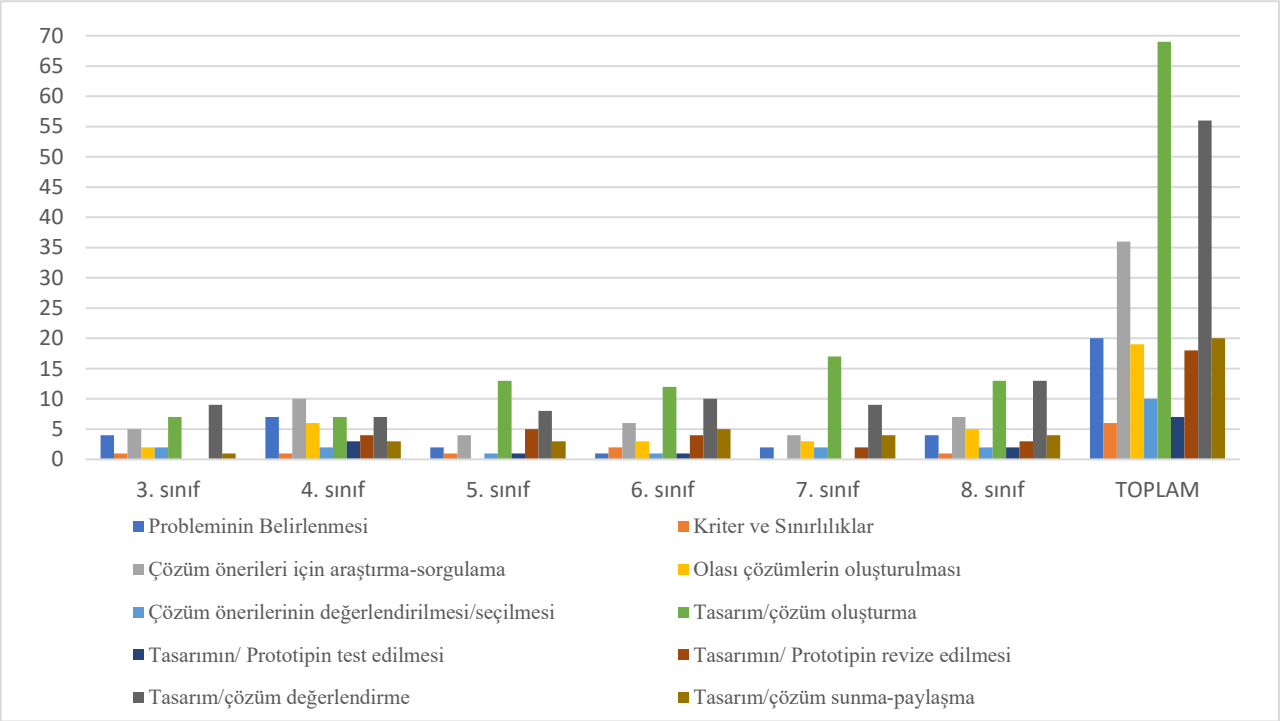
Öğretim programındaki öğrenme-öğretme yaşantılarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın öğrenme-öğretme yaşantılarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulgular

Temalar		Mühendislik tasarım süreci										Mühendisliğin doğası		
Kodlar		Problemin Belirlenmesi	Kriter ve Sınırlılıkların belirlenmesi	Çözüm önerileri için araştırma-sorgulama	Olası çözümlerin oluşturulması	Çözüm önerilerinin değerlendirilmesi/seçilmesi	Tasarım/çözüm oluşturma	Tasarımın/ Prototipin test edilmesi	Tasarımın/ Prototipin revize edilmesi	Tasarım/çözüm değerlendirme	Tasarım/çözüm sunma-paylaşma	Diğer Disiplinlerle ilişki	Mühendis becerileri	TOPLAM
Sınıf ve ünite														
3. sınıf	3.1. Bilimsel Keşif Yolculuğu	1					1			1				3
	3.2. Canlılar Dünya'sına Yolculuk						1			1				2
	3.3. Yer Bilimciler İş Başında						1			1				2
	3.4. Maddeyi Tanıyalım, Karıştırıp Ayıralım	1		1	1	1	1			1				6
	3.5. Hareketi Keşfediyorum						1			1				2
	3.6. Yaşamımızı Kolaylaştıran Elektrik	1		1	1	1				1			1	6
	3.7. Toprağı Tanıyorum, Tarımı Keşfediyorum		1	2			1			1	1			6
	3.8. Canlıların Yaşam Alanlarına Yolculuk	1		1			1			2				5
	Toplam	4	1	5	2	2	7	0	0	9	1	0	1	32
4. sınıf	4.2. Sağlıklı Besleniyorum	1		1	1		1			1				5
	4.3. Dünya'mızı Keşfedelim *			1	1		1		1	1				5
	4.5. Mıknatısı Keşfediyorum	2		1	1		1	1	1		1			8
	4.6. Enerji Dedektifleri	2		2	1		1	1	1	2	1			11
	4.7. Işığın Peşinde	1		3	1	1	1			2				9
	4.8. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1			12
	Toplam	7	1	10	6	2	7	3	4	7	3	0	0	50
5. sınıf	5.1. Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz *			2			2		2	2	1	1	4	14
	5.2. Kuvveti Tanıyalım *	1		1		1	2	1	2	2		2	6	18
	5.3. Canlıların Yapısına Yolculuk						2			1		2		5
	5.4. Işığın Dünyası						1			1				2
	5.5. Maddenin Doğası *	1	1	1			1		1	1	1	1	1	9
	5.6. Yaşamımızdaki Elektrik						1			1				2
	5.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm						4				1			5
	Toplam	2	1	4	0	1	13	1	5	8	3	6	11	55
6.sınıf	6.1. Güneş Sistemi ve Tutulmalar *		1	2			2		2	2		2	5	16
	6.2. Kuvvetin Etkisinde Hareket						1			1				2
	6.3. Canlılarda Sistemler	1	1	2			2			2	1		1	10
	6.4. Işığın Yansıması ve Renkler						2			1	2		1	6
	6.5. Maddenin Ayırt Edici Özellikleri *			1	1	1		1	1	1			2	8
	6.6. Elektriğin İletimi ve Direnç			1	1		2		1	2	1		2	10
	6.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim				1		3			1	1			6
	Toplam	1	2	6	3	1	12	1	4	10	5	2	11	58
7.sınıf	7.1. Uzay Çağı *	1		2	1	1	4		1	3	2	2	3	20
	7.3.Vücudumuzdaki Sistemler						8			3	1	2	2	16
	7.5.Maddenin Doğasına Yolculuk *			2	1		3		1				3	10
	7.6.Elektriklenme						2			2		2		6
	7.7.Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji	1			1	1				1	1	1	2	8
	Toplam	2	0	4	3	2	17	0	2	9	4	7	10	60
8.sınıf	8.1. Mevsimler ve İklim			1			3				1	1		6
	8.2.Yaşamı Kolaylaştıran Kuvvet *				1		1	1	1	1		1	1	7
	8.3. Yaşamın Gizemi			1			2			2			1	6
	8.4. Sesin Dünyası	2	1	3	1	1	3	1	1	5	1		1	20
	8.5. Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi	1		1			2			2				6
	8.6. Elektriğin Yolculuğu *				2				1	2	1	2	3	11
	8.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri	1		1	1	1	2			1	1		1	9
	Toplam	4	1	7	5	2	13	2	3	13	4	4	7	65
TOPLAM		20	6	36	19	10	69	7	18	56	20	19	40	320

Tablo 4 incelendiğinde programda yer alan öğrenme-öğretme yaşantılarının mühendislik tasarım süreci ve mühendisliğin doğası ile ilgili vurgularla yapıldığı görülmektedir. Öğrenme-öğretme yaşantılarının hemen hemen her sınıf düzeyi ve ünitede mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine ilişkin açıklamalara yer verilerek mühendislik entegrasyonu sağlandığı görülmektedir. Bunun yanında mühendisliğin diğer disiplinlerle ilişkisine ve mühendislik becerilerine ilişkin açıklamalara da rastlanmaktadır. En çok 8. sınıf ünitelerinin öğrenme-öğretme yaşantılarında mühendislik entegrasyonu vurgusu görülmektedir. Sadece "4.1. Bilime Yolculuk", "7.2. Kuvvet ve Enerjiyi Keşfedelim" ve "7.4. Işığın Kırılması ve Mercekler" ünitelerinin öğrenme çıktılarında mühendislik entegrasyonuna rastlanmamıştır.

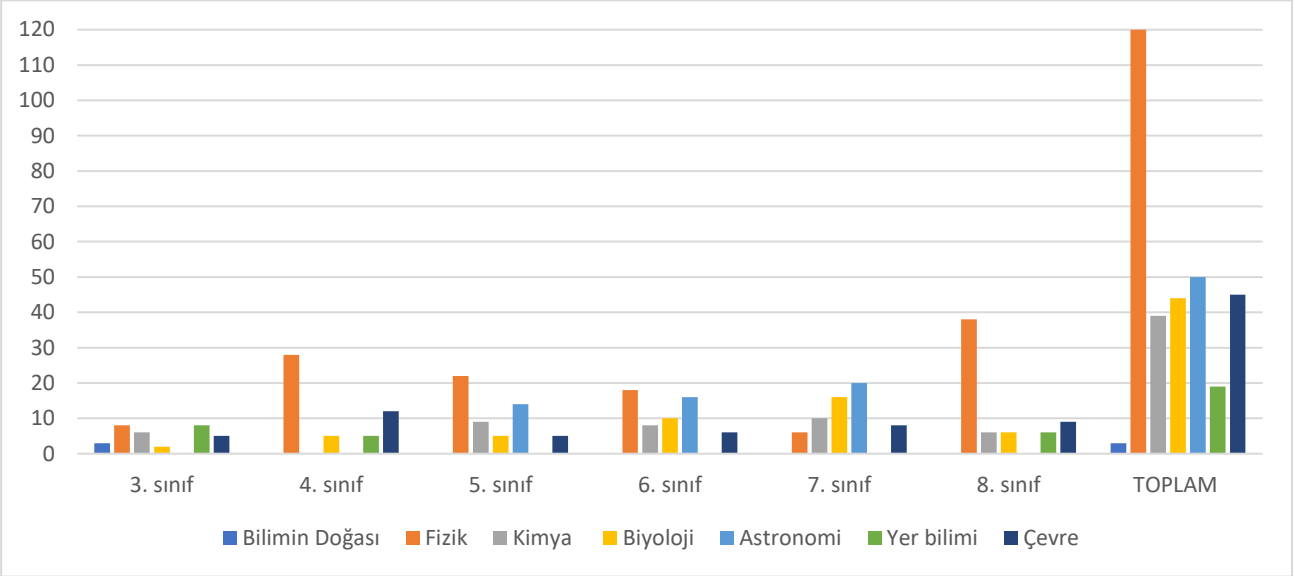
Tablo 4'te yer alan bulgulardan yola çıkılarak öğrenme-öğretme yaşantılarının mühendislik tasarım süreciyle ilişkisine ait bulgular Grafik 4'te sunulmuştur.



Grafik 4. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki öğrenme-öğretme yaşantılarında mühendislik tasarım süreci

Grafik 4 incelendiğinde, tüm sınıf seviyesindeki öğrenme-öğretme yaşantılarında mühendislik entegrasyonunun -öğrenme çıktılarında olduğu gibi- en çok mühendislik tasarım sürecinin "tasarım/çözüm oluşturma" ve "tasarım/çözüm değerlendirme" aşamaları ile sağlanmış olduğu görülmektedir. Bu bulgunun tüm sınıf düzeylerinde benzer olduğu dikkat çekmektedir. Neredeyse mühendislik entegrasyonu işletilen her ünitenin öğrenme-öğretme yaşantılarında verilen tasarım oluşturma görevine istinaden bilimsel araştırma sorgulama süreci işletilmesine vurgu yapılmıştır. Bununla birlikte mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamaları her sınıf seviyesinde öğrenme-öğretme yaşantıları ile ilişkilendirilmiştir. Öğrenme çıktılarında ilişki kurulmayan mühendislik tasarım sürecinin "kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi" aşamasına vurgunun öğrenme-öğretme yaşantılarında nadiren yer aldığı da dikkat çekmektedir.

Mühendis entegrasyonu olan öğrenme-öğretme yaşantılarının konu alanlarına göre dağılımı Grafik 5'te sunulmuştur.



Grafik 5. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda mühendislik entegrasyonu olan öğrenme-öğretme yaşantılarının konu alanlarına göre dağılımı

Grafik 5 incelendiğinde, program mühendislikle entegre edilen öğrenme-öğretme yaşantılarının -öğrenme çıktıları ile paralel şekilde-, tüm sınıf seviyelerinde en çok fizik konuları ile ilgili olduğu görülmektedir. En az yer bilimi olmak üzere, astronomi, biyoloji ve kimya konularının öğrenme-öğretme yaşantılarında da mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine vurgu yapılmıştır. Bilimin doğası konusunda mühendislik entegrasyonu yalnızca 3. sınıf öğrenme-öğretme yaşantılarında görülürken, mühendislik entegrasyonuna da en az vurgunun 3. sınıf seviyesinde olması dikkat çekici başka bir husustur.

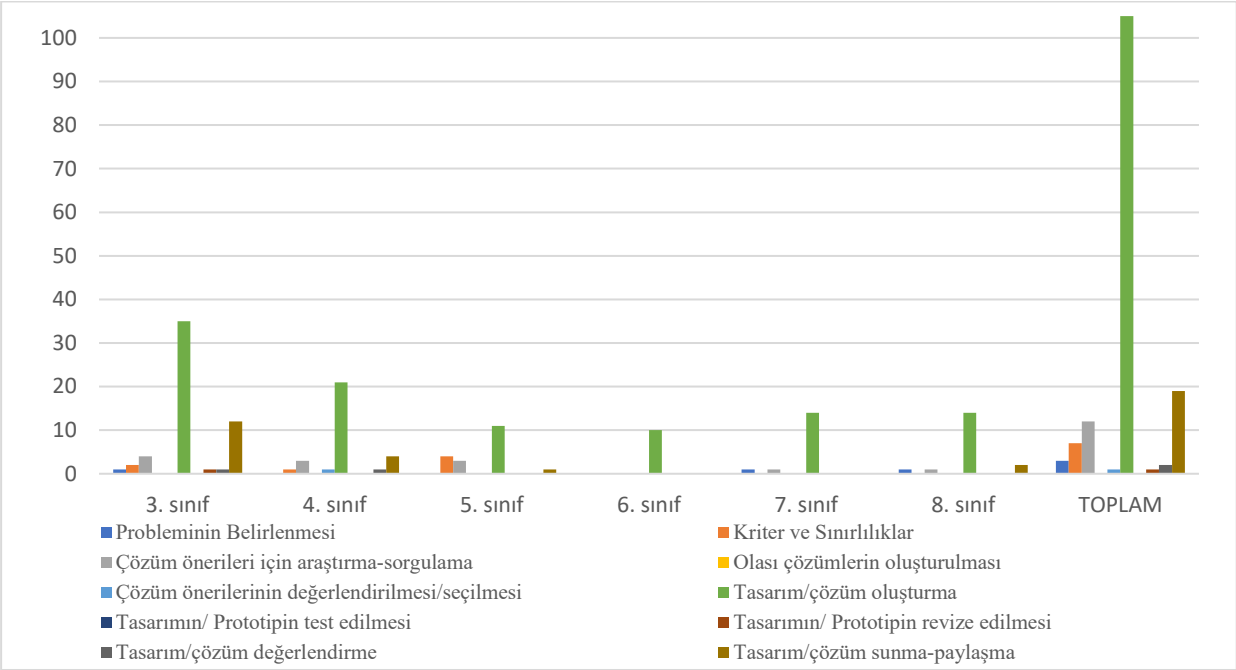
Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının uygulama boyutunda öğrenme-öğretme yaşantılarını farklılaştırmak için programda çeşitli farklılaştırma uygulamaları yapılması ile ilgili açıklamalar yer almaktadır. Programda yer alan farklılaştırma uygulamalarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulguları Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın farklılaştırma uygulamalarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulgular

Temalar		Mühendislik tasarım süreci										Mühendisliğin doğası		
Kodlar(f)	Sınıf ve ünite	Problemin Belirlenmesi	Kriter ve Sınırlılıkların belirlenmesi	Çözüm önerileri için araştırma-sorgulama	Çözüm önerilerinin değerlendirilmesi/seçil	Tasarım/çözüm oluşturma	Tasarımın/ Prototipin	Tasarım/çözüm	Tasarım/çözüm	Diğer Disiplinlerle ilişki	Mühendis becerileri	TOPLAM
3. sınıf	3.1. Bilimsel Keşif Yolculuğu					2						2
	3.2. Canlılar Dünyasına Yolculuk			2		6			4			12
	3.3. Yer Bilimciler İş Başında					2						2
	3.4. Maddeyi Tanıyalım, Karıştırıp Ayıralım					4			1			5
	3.5. Hareketi Keşfediyorum		2			5					1	8
	3.6. Yaşamımızı Kolaylaştıran Elektrik					4			2			6
	3.7. Toprağı Tanıyorum, Tarımı Keşfediyorum	1		1		7	1		2			12
	3.8. Canlıların Yaşam Alanlarına Yolculuk			1		5		1	3		1	11
	Toplam	1	2	4	0	35	1	1	12	0	2	58
4.sınıf	4.1. Bilime Yolculuk					1						1
	4.2. Sağlıklı Besleniyorum					2						2
	4.3. Dünya'mızı Keşfedelim *			1		3			1		1	6
	4.4. Maddenin Değişimi					3		1	1			5
	4.5. Mıknatısı Keşfediyorum				1	1				1	1	4
	4.6. Enerji Dedektifleri					4						4
	4.7. Işığın Peşinde		1	1		7			2			11
	4.8. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar			1								1
	Toplam	0	1	3	1	21	0	1	4	1	2	34
5.sınıf	5.1. Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz *			2		4			1			7
	5.2. Kuvveti Tanıyalım *			1							1	2
	5.3. Canlıların Yapısına Yolculuk					1						1
	5.5. Maddenin Doğası *		4			6						10
	Toplam	0	4	3	0	11	0	0	1	0	1	20
6.sınıf	6.1. Güneş Sistemi ve Tutulmalar *					1						1
	6.2. Kuvvetin Etkisinde Hareket					2					1	3
	6.3. Canlılarda Sistemler					2						2
	6.4. Işığın Yansıması ve Renkler					1						1
	6.6. Elektriğin İletimi ve Direnç					1						1
	6.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim					3						3
	Toplam	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	11
7.sınıf	7.1. Uzay Çağı *	1				1						2
	7.2. Kuvvet ve Enerjiyi Keşfedelim					2					1	3
	7.3.Vücudumuzdaki Sistemler					3					1	4
	7.4. Işığın Kırılması ve Mercekler					2						2
	7.5.Maddenin Doğasına Yolculuk *			1		2						3
	7.6.Elektriklenme					1						1
	7.7.Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji					3					1	4
	Toplam	1	0	1	0	14	0	0	0	0	3	19
8.sınıf	8.1. Mevsimler ve İklim			1		3						4
	8.2.Yaşamı Kolaylaştıran Kuvvet *					1					1	2
	8.3. Yaşamın Gizemi					2						2
	8.4. Sesin Dünyası					2			1		2	5
	8.5. Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi					2					1	3
	8.6. Elektriğin Yolculuğu *					3			1			4
	8.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri	1				1					1	3
	Toplam	1	0	1	0	14	0	0	2	0	4	22
TOPLAM		3	7	12	1	105	1	2	19	1	14	165

Tablo 5 incelendiğinde programda yer alan farklılaştırma uygulamalarında mühendislik entegrasyonunun mühendislik tasarım süreci ve mühendisliğin doğası ile ilgili vurgularla yapıldığı görülmektedir. En çok 3. sınıf ve 4. Sınıf, en az 6. Sınıf olmak üzere, hemen hemen her sınıf düzeyi ve üniteye ilişkin farklılaştırma uygulamalarında mühendislik entegrasyonuna vurgu yapılmıştır. Sadece "5.4. Işığın Dünyası", "5.6. Yaşamımızdaki Elektrik ve "5.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm", "6.5. Maddenin Ayırt Edici Özellikleri" ünitelerinin farklılaştırma uygulamalarında mühendislik entegrasyonuna rastlanmamıştır. Ancak bu ünitelerin öğrenme-öğretme uygulamalarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulgu bulunmaktadır. Öğrenme-öğretme yaşantılarında mühendislik entegrasyonuna rastlanmayan ünitelerin farklılaştırma uygulamalarında mühendislik entegrasyonu olduğu dikkat çekici başka bir bulgudur.

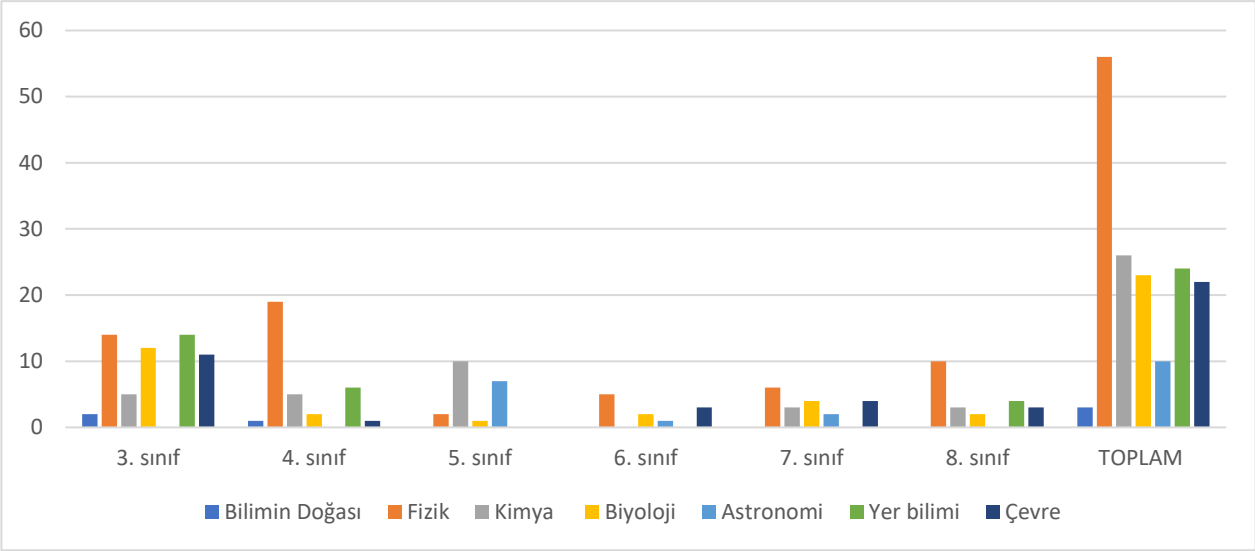
Tablo 5 'te yer alan bulgulardan yola çıkılarak farklılaştırma uygulamalarının mühendislik tasarım süreciyle ilişkisine ait bulgular Grafik 6'da sunulmuştur.



Grafik 6. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda mühendislik entegrasyonu olan farklılaştırma uygulamalarında mühendislik tasarım süreci

Grafik 6 incelendiğinde programda mühendislikle entegre edilen farklılaştırma uygulamalarının -öğrenme çıktıları ve öğrenme-öğretme uygulamalarında olduğu gibi- tüm sınıf seviyelerinde en çok mühendislik tasarım sürecinin "tasarım/çözüm oluşturma" aşaması ile gerçekleştirildiği dikkat çekmektedir. Üçüncü sınıf farklılaştırma uygulamalarının diğer sınıf düzeylerinden daha fazla olduğu ve mühendislik tasarım sürecinin daha fazla aşamalarına yer verildiği dikkat çekmektedir. Altıncı sınıf düzeyinde ise bu uygulamalar sadece "tasarım oluşturma" aşaması ile sınırlı kalmıştır. Farklılaştırma uygulamalarında mühendislik tasarım süreçlerinden olası çözümlerin oluşturulması ve tasarımın/prototipin test edilmesi aşamalarına yer verilmediği dikkat çekici başka bir husustur.

Mühendislik entegre edilen farklılaştırma uygulamalarının konulara göre dağılımı Grafik 7'de sunulmuştur.



Grafik 7. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda mühendislik entegrasyonu olan farklılaştırma uygulamalarının konu dağılımı

Grafik 7 incelendiğinde, programda mühendislik entegrasyonu ile ilişkilendirilen farklılaştırma uygulamalarının -öğrenme çıktıları ve öğrenme-öğretme yaşantılarına benzer şekilde- hemen hemen daha çok fizik, en az bilimin doğası ve astronomi konularıyla ilişkili olduğu görülmektedir. Sadece 5. sınıf düzeyindeki uygulamaların daha çok kimya ve astronomi konularında olduğu dikkat çekmektedir. Bununla birlikte tüm konu alanlarına ilişkin farklılaştırma uygulamalarında mühendislik entegrasyonu bulunmaktadır.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın uygulama boyutunda elde edilen bulgular birlikte yorumlandığında, tüm sınıf düzeylerinde ve ünitelerinde gerek öğrenme-öğretme uygulamaları gerekse de farklılaştırma uygulamalarında, daha çok mühendislik tasarım sürecinin tasarım/çözüm oluşturma aşaması ile yine daha çok fizik konularında mühendislik entegrasyonuna rastlandığı söylenebilir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın Değerlendirme Boyutunda Mühendislik Entegrasyonuna İlişkin Bulgular

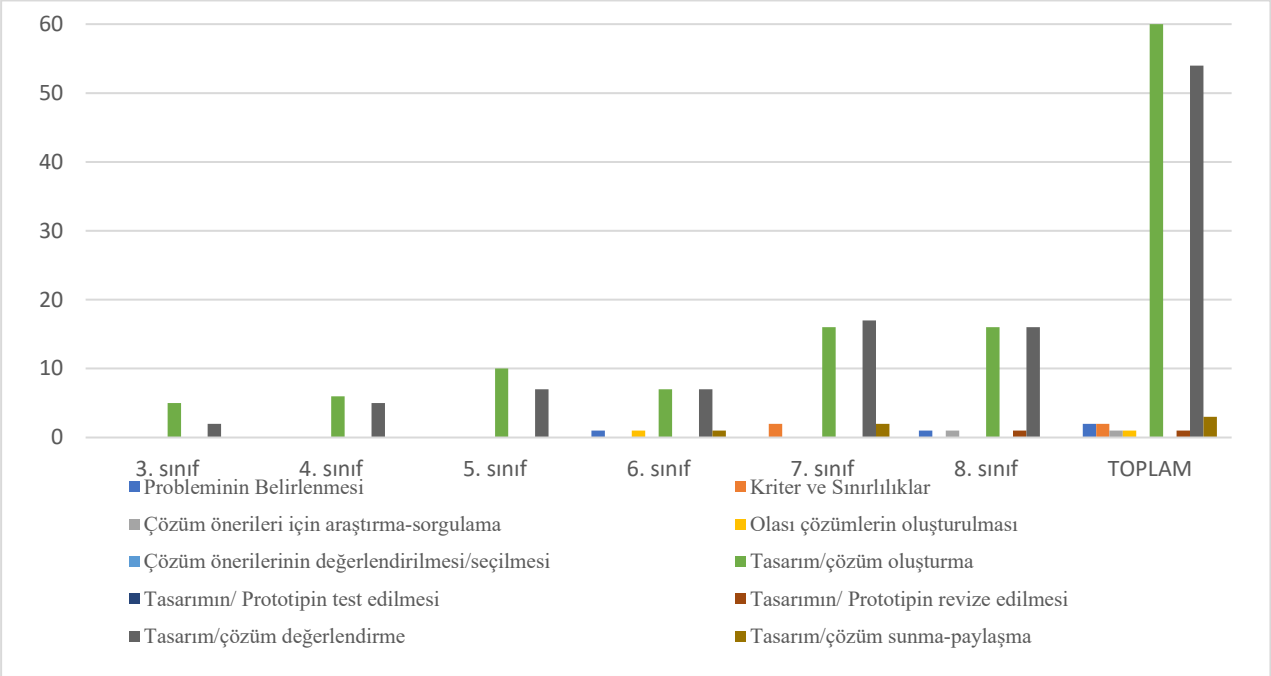
Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın değerlendirme boyutuna ilişkin olarak her bir ünitenin "öğrenme kanıtları" incelendiğinde mühendislik entegrasyonuna ilişkin elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın öğrenme kanıtlarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin bulgular

Temalar		Mühendislik tasarım süreci								
Sınıf ve ünite	Kodlar(f)	Problemin Belirlenmesi	Kriter ve Sınırlılıklar	Çözüm önerileri için araştırma-sorgulama	Olası çözümlerin oluşturulması	Tasarım/çözüm oluşturma	Tasarımın/ Prototipin revize edilmesi	Tasarım/çözüm değerlendirme	Tasarım/çözüm sunma-paylaşma	TOPLAM
3.sınıf	3.1. Bilimsel Keşif Yolculuğu					1		1		2
	3.2. Canlılar Dünyasına Yolculuk					1				1
	3.3. Yer Bilimciler İş Başında					1				1
	3.4. Maddeyi Tanıyalım, Karıştırıp Ayıralım							1		1
	3.5. Hareketi Keşfediyorum					1				1
	3.8. Canlıların Yaşam Alanlarına Yolculuk					1				1
	Toplam	0	0	0	0	5	0	2	0	7
4.sınıf	4.2. Sağlıklı Besleniyorum							1		1
	4.3. Dünya'mızı Keşfedelim *					1				1
	4.4. Maddenin Değişimi					1				1
	4.5. Mıknatısı Keşfediyorum					1		2		3
	4.6. Enerji Dedektifleri					2		1		3
	4.7. Işığın Peşinde					1				1
	4.8. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar							1		1
	Toplam	0	0	0	0	6	0	5	0	11
5.sınıf	5.1. Gökyüzündeki Komşularımız ve Biz *					3				3
	5.2. Kuvveti Tanıyalım *					2		2		4
	5.3. Canlıların Yapısına Yolculuk					2		2		4
	5.4. Işığın Dünyası					1		1		2
	5.5. Maddenin Doğası *					1		1		2
	5.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm					1		1		2
	Toplam	0	0	0	0	10	0	7	0	17
6.sınıf	6.1. Güneş Sistemi ve Tutulmalar *					1		1		2
	6.2. Kuvvetin Etkisinde Hareket					1		1		2
	6.3. Canlılarda Sistemler					2		2		4
	6.4. Işığın Yansıması ve Renkler					1		1	1	3
	6.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim	1			1	2		2		6
	Toplam	1	0	0	1	7	0	7	1	17
7.sınıf	7.1. Uzay Çağı *					3		3		6
	7.3.Vücudumuzdaki Sistemler		1			6		6	1	14
	7.5.Maddenin Doğasına Yolculuk *					3		4		7
	7.6.Elektriklenme		1			2		2	1	6
	7.7.Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji					2		2		4
	Toplam	0	2	0	0	16	0	17	2	37
8.sınıf	8.1. Mevsimler ve İklim					1		1		2
	8.2.Yaşamı Kolaylaştıran Kuvvet *					1		1		2
	8.3. Yaşamın Gizemi			1		4		4		9
	8.4. Sesin Dünyası					2		1		3
	8.5. Periyodik Tablo ve Maddenin Etkileşimi					5		5		10
	8.6. Elektriğin Yolculuğu *					1	1	2		4
	8.7. Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri	1				2		2		5
	Toplam	1	0	1	0	16	1	16	0	35
TOPLAM		2	2	1	1	60	1	54	3	124

Tablo 6 incelendiğinde öğretim programının değerlendirme boyutunda mühendislik entegrasyonunun mühendislik tasarım süreciyle sağlandığı görülmektedir. Sınıf düzeylerine göre öğrenme kanıtları incelendiğinde, en fazla 7. sınıf, en az 3. sınıf olmak üzere her sınıf düzeyindeki çoğu ünitede mühendislik entegre edildiği dikkat çekmektedir. En fazla mühendislik entegrasyonu vurgusunun olduğu ünite ise "7.3.

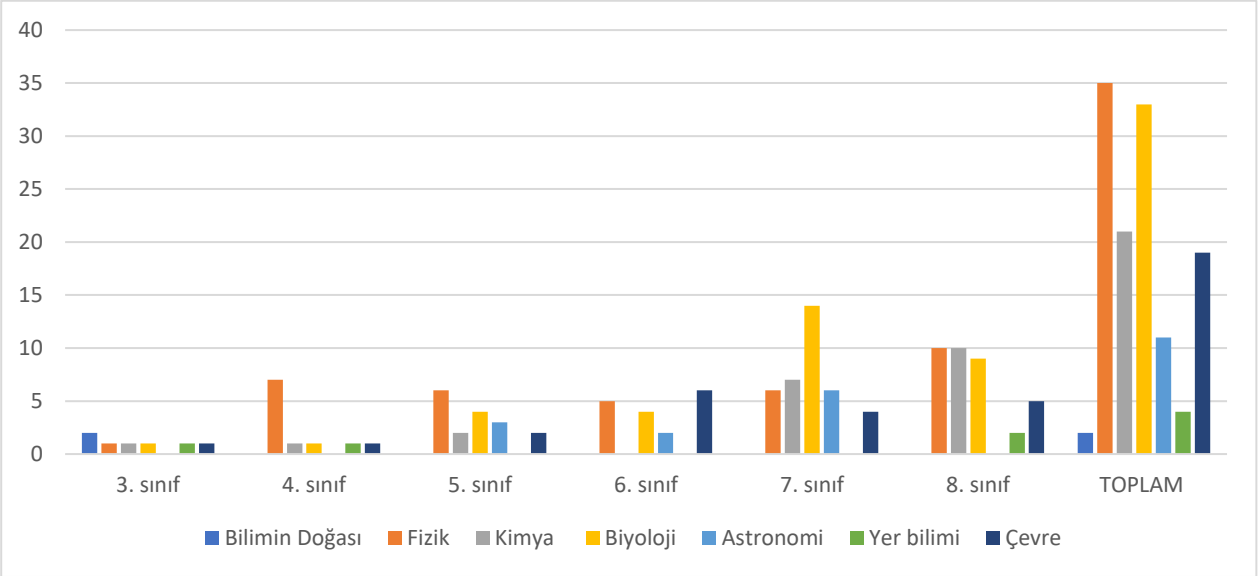
Vücudumuzdaki Sistemler" olarak karşımıza çıkmaktadır. Tablo 6'da yer alan bulgulardan yola çıkılarak öğrenme kanıtlarının mühendislik tasarım süreciyle ilişkisine ait bulgular Grafik 8'de sunulmuştur.



Grafik 8. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda mühendislik entegrasyonu olan öğrenme kanıtlarında mühendislik tasarım süreci

Grafik 8 incelendiğinde programda mühendislikle entegre edilen öğrenme kanıtlarının -öğrenme çıktıları ve öğrenme-öğretme ve farklılaştırma uygulamalarında olduğu gibi- tüm sınıf seviyelerinde en çok mühendislik tasarım sürecinin "tasarım/çözüm oluşturma" ve "tasarım/çözüm değerlendirme aşamaları" ile gerçekleştirildiği dikkat çekmektedir. Ayrıca "çözüm önerilerinin değerlendirilmesi/seçilmesi" ve "tasarımın/prototipin test edilmesi" aşamasına ilişkin herhangi bir açıklamaya rastlanmamıştır. Üçüncü, 4. ve 5. sınıf öğrenme kanıtlarında da sadece "tasarım/çözüm oluşturma" ve "tasarım/çözüm değerlendirme" aşamalarına ilişkin açıklamalar yer almaktadır.

Mühendislik entegre edilen öğrenme kanıtlarının konu alanlarına göre dağılımı Grafik 9'da sunulmuştur.



Grafik 9. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda mühendislik entegrasyonu olan öğrenme kanıtlarının konu alanlarına göre dağılımı

Grafik 9 incelendiğinde, mühendislikle entegre edilen öğrenme kanıtlarının en çok fizik ve biyoloji, en az ise astronomi ve yer bilimi konuları ile ilgili olduğu görülmektedir. Sınıf düzeylerinde de benzer bulgulara rastlanmakla birlikte, daha çok 6. sınıf çevre konuları ile ilgili öğrenme kanıtlarında mühendislik entegrasyonu sağlandığı dikkat çekmektedir. Bilimin doğası konusunda mühendislik entegrasyonu yalnızca 3. sınıf öğrenme kanıtlarında görülürken, mühendislik entegrasyonuna en az vurgunun da 3. sınıf seviyesinde olması dikkat çeken diğer bir husustur.

Programın içerik ve uygulama boyutları ile kıyaslandığında değerlendirme boyutunda -öğrenme kanıtlarında- mühendislik entegrasyonunun en az olduğu görülmektedir. Ancak öğrenme-öğretme uygulamalarında mühendislik entegre edilirken mühendislik tasarım sürecinin "tasarımın/çözümün değerlendirilmesi" aşaması ile değerlendirmeye vurgu yapıldığı bulgusu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada Türkiye güncel Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2024b) mühendislik entegrasyonu açısından incelenmiş, bulgular programın ögeleri açısından ayrı ayrı sunulmuştur. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde programın amaç, içerik, uygulama ve değerlendirme olmak üzere tüm boyutlarında mühendislik entegrasyonuna vurgu olduğu sonucuna varılmıştır. Programda mühendislik kavramına çok fazla değinilmese de disiplinlerarası bütünleştirme ve disiplinlerarası beceri kazandırma amacı benimsenmiştir. Bu doğrultuda programda mühendisliğin doğasının ve mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine ilişkin öğrenme çıktıları ve süreç bileşenleri oluşturulmuştur. Bu durum programın süreç ve değerlendirme boyutunu oluşturan öğrenme-öğretme yaşantıları ve kanıtlarına da yansıtılmıştır. Bu sonuçlar programda mühendislik entegrasyonuna yer verildiğinin göstergesidir. Bu göstergeyi kanıtlamak için programın amaç, içerik, süreç ve uygulama boyutlarında, mühendislik entegrasyonuna ilişkin araştırma sonuçlarının ayrı ayrı sunulması ve tartışılması faydalı olacaktır.

Güncel Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2024b) genel amaçlarında disiplinlerarası öğretime ve disiplinlerarası öğretimin çıktıları olan 21. yüzyıl beceri ve yeterliklerine sahip bireyler yetiştirmeye sıklıkla vurgu yapılmıştır. Buna karşın programın amaçlarının mühendislik disiplini ve mühendislik tasarım süreci entegrasyonu açısından sınırlı kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Geleceğin toplumunu oluşturacak bireylerin 21. yüzyıl becerilerine ve yeterliklerine sahip olabilmeleri için fen eğitimi uygulamalarına rehber olan fen öğretim programlarına mühendislik entegre edilmesi önerilmektedir (Barak vd., 2022; Cunningham & Carlsen, 2014; Cunningham vd., 2020; García-Carmona vd., 2025; Hacıoğlu, 2025; Pleasants vd., 2019; Roehrig vd., 2021a; Wan & Lee, 2025). Bu açıdan bakıldığında programın amaçlarına ulaşabilmesi için mühendislik tasarım etkinlikleri

yürütmenin de amaç edinilmesi gerekliliği ortadadır. Ancak bu amacın Türkiye Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'na yeterli şekilde yansıtılmadığı görülmüştür. Bu programdan önce uygulanmış 2005 ve 2013 fen programlarının (MEB, 2005; 2013) amaçlarında da benzer bir durum görülmektedir. Buna karşın hali hazırda uygulanmaya devam eden 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) "Mühendislik ve Tasarım Becerileri" kazandırma amacında mühendislik entegrasyonu vurgusu daha net ve açık bir şekilde görülmektedir. Ancak güncel programda mühendislik vurgusunun önceki programdan daha az olması dikkat çekici bir sonuçtur. Nitekim, mühendislik entegrasyonunun öğretim programlarına tüm boyutlarda yansıtılması gerekli ve önemlidir (Fan vd., 2021; García-Carmona vd., 2025; Roehrig vd., 2021a; Schellinger vd., 2022; Wan & Lee, 2025) ve bu yansıtmanın eksik olması uygulamada güçlüklere neden olmaktadır (English & King, 2017; Peterman vd., 2017; Roehrig vd., 2021a). Çoğu ülkenin öğretim programında mühendislik entegrasyonu tüm boyutlarla doğrudan entegre edilmese de (García-Carmona vd., 2025) disipliner öğretim programına vurgularla sağlanmaya çalışılmıştır (Carr vd., 2012; Ekiz-Kiran & Aydin Günbatar, 2021; Moore vd., 2015). Bu durumun fen öğrenme ortamını daha etkili hale getirmek için kaçınılmaz olduğu STEM eğitiminin ortaya çıktığı ilk yıllarda dahi literatürde (Carlsen, 1998) ifade edilmiştir. Bu kapsamda ülkemiz programındaki gibi çağın gerekliliklerine ayak uydurabilen, 21. yy. bilgi ve becerisine sahip bireyleri yetiştirmeyi amaç edinmiş ülkeler, bu amacı gerçekleştirebilmek için fen eğitim programlarının amaçlarında mühendislik entegrasyonuna doğrudan ya da mühendislik tasarım süreçlerini işletecek yönerge ve içeriklerle dolaylı/örtük bir şekilde vurgu yapmışlardır (Baran Jovanic vd., 2016; Bell vd., 2009; Cleaves, 2005; García-Carmona vd., 2025; Lindahl, 2007; NRC, 2009; Zoldosova & Prokop, 2006). Bu amacın belirlenmesi, programda bu amaç doğrultusunda oluşturulan öğrenme öğretme içeriğinin oluşturulmasını sağlamakta, uygulama ve değerlendirmesini kolaylaştırmaktadır (NGSS, 2013). Ülkemizde de hem öğretim programında hem birçok eğitimle ilgili raporda benzer amaca vurgu yapılsa da (MEB, 2023; MEB 2024a) bu amacın odağında yer alan disiplin olan mühendisliğe vurgunun az olması amaca ulaşma önünde bir engel olabilir. Nitekim programın amaçlarında mühendislik vurgusunun az olması öğretmenler tarafından uygulanabilirliğini etkileyebileceği düşüncesini akla getirmektedir (Wan & Lee, 2025). Bu sonuç doğrultusunda güncel programın disiplinlerarası yaklaşım amaçları ile uyumlu olmasına rağmen öğretim programının amaçlarında ve esaslarında mühendislik ve mühendislik tasarım sürecine daha fazla yer verilmesinin uygulamaların anlaşılması açısından yararlı olacaktır. Bu sonuç doğrultusunda güncel programın amaçlarında mühendislik disiplinine doğrudan vurgunun kuvvetlendirilmesi önerilebilir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2024b) içeriği mühendislik entegrasyonu açısından incelenmiştir. Öğretim programının öğrenme çıktıları ve süreç bileşenlerine mühendislik entegrasyonunun, mühendislik tasarım süreci aşamalarına vurgu yapılarak sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak entegrasyon vurgusunun tüm konu ve ünitelerin öğrenme çıktı ve süreç bileşenlerinde yer almaması, entegrasyonun 4. sınıf düzeyinden başlaması, daha çok fizik konularında ve mühendislik tasarım sürecinin tasarım oluşturma ve değerlendirme aşamasında yoğunlaşması entegrasyonun sınırlılığını göstermektedir. Fen bilimleri dersinin ilk yılı olan üçüncü sınıf düzeyi öğrenme çıktılarında mühendislik entegrasyonuna rastlanmaması şaşırtıcıdır. Sınıf seviyesi arttıkça öğretim standartlarında/kazanımlarında fen entegrasyonunun artması ABD ve Çin programında da benzerdir (Moore vd., 2015; Wan & Lee, 2025). Ayrıca Türkiye Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda her sınıf düzeyinde farklı ünite ve konularda entegrasyona rastlanmıştır. ABD ve Çin öğretim programlarında bu dağılım daha dengeli olduğu dikkat çekmektedir (Moore vd., 2015; Wan & Lee, 2025). Ülkemiz Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2024b) konularındaki mühendislik entegrasyonun benzer olmaması ve düşük sınıf seviyelerinde daha az entegrasyona rastlanması okul öncesinden üniversiteye tüm sınıf seviyelerinde STEM eğitiminin amaçlarının gerçekleşmesi önünde bir engel olabilir (Wan & Lee, 2025). Bu nedenle konu ve sınıf seviyelerine göre dağılım dengeli hale getirilmesi önerilebilir. Ancak bu durumun ortaya çıkmasının nedeni, öğrencilerin bilişsel durumları ve öğretilecek konunun mühendislikle ilişkisi ile açıklanabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle bu sonucun programın uygulama ve değerlendirme boyutlarında mühendislik entegrasyonuna ilişkin sonuçlar ile tartışılması anlamlı olacaktır.

Mühendislik entegrasyonunun öğrenme çıktılarına yansımasında tasarım sürecinin "bilimsel model" tasarlamaya ilişkin olduğu dikkat çekici başka bir sonuçtur. Öğrenme çıktılarının çoğu tasarım oluşturma ve değerlendirme süreciyle entegre edilmiştir, ancak mühendislik tasarım sürecinin daha ayrıntılı ve tamamının işletilmesine ilişkin öğrenme çıktısı ve süreç bileşeni de yok değildir. Yine de hem sınıf düzeyindeki hem de programın genelindeki öğrenme çıktılarına göre mühendislik entegre edilen öğrenme çıktı ve süreç

bileşenlerinin oranı çok düşüktür. Nitekim ilgili literatürde okul öncesinden üniversiteye STEM eğitiminin ve mühendislik entegrasyonunun tüm konu ve sınıf düzeylerinde önemli ve gerekli olduğu vurgulanmaktadır (Moore vd., 2014; Moore vd., 2015; Wan & Lee, 2025). Hem okul öncesi hem de ilk okul düzeyinde mühendislik entegrasyonunun öğrencilerin öğrenmesine, beceri gelişimine, tutum ve kariyer farkındalığına olumlu etkisi bulunmaktadır (Aydın Günbatar vd., 2020; Cao vd., 2025; Chang vd., 2024; Chen vd., 2025; Hacıoğlu, 2021; Jiang, 2025; Sung vd., 2025; Yeter & Rodloff, 2022; Zeng, 2018). Bu araştırmalar küçük sınıf düzeylerinde öğretim içeriğine mühendislik entegre edilebileceğinin bir göstergesi olarak değerlendirildiğinde; tüm sınıf düzeyindeki program içeriklerine -öğrenme çıktıları ve süreç bileşenleri- mühendislik tasarım süreci entegrasyonuna vurgunun artırılması önerilebilir. Ancak bunun nasıl yapılması gerektiği konusunda da literatürde kesin bir görüş olmadığı unutulmamalıdır (White & Delaney, 2021). Bununla birlikte tüm konu alanlarında mühendislik entegrasyonunun gerçekleştirilebileceği fen eğitimine mühendislik entegre edilen öğretim uygulamalarına ilişkin araştırmalarda ortaya koyulmuştur (Dare vd., 2014; Guzey, vd., 2016; Roehrig vd., 2021b). Bu durum ile birlikte bu araştırmanın programın öğrenme çıktılarında mühendislik tasarım süreci vurgusunun "en fazla fizik ve astronomi konularında, en az ise yer bilimi konularında olduğu, bilimin doğası ve biyoloji konusunda ise hiç vurgunun yer almaması" sonucu birlikte değerlendirildiğinde, programın içeriğinin -konu açısından- mühendislik entegrasyonunda sınırlı kaldığı şeklinde değerlendirilebilir. Ancak, fizik konularının mekanik, elektrik gibi birçok bağlamda kolayca uygulanabilirliği, somut ürün ve tasarım oluşturmaya daha fazla imkân vermesi, mühendislik entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır (Dare vd., 2014; Guzey vd., 2016; Roehrig vd., 2021b). Yer bilimi konuları ise gerçek yaşamda modellenmesinin diğer konulara göre daha zor olması, mühendislik entegrasyonunu güçleştirmektedir (Cira vd., 2015; Dare vd., 2014). Bununla birlikte programda da olduğu gibi alan yazında da astronomi, canlılar bilimi ve kimya konularında da fizik konularına göre daha az mühendislik entegrasyon örneklerine rastlanmaktadır (Çiğdem Kepir; Roehrig, 2021b). Bu durum mühendislik tasarım sürecinin program içeriğinin geneline dağılmış bir yapı göstermediğini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin günlük yaşamda temel becerilere sahip olabilmeleri için fen ve teknoloji ile birlikte mühendislik tasarım sürecinin de işletilmesi ve programlarla bütünleştirilmesi gerekliliği ortadadır (NRC, 2012). Fen eğitimine mühendislik entegrasyonunun amaçlarına -araştırmanın giriş bölümünde de açıkça belirtilmiştir- ulaşabilmesi ve etkin olabilmesi için belirlenen amaç programın içeriğine de yansıtılmalıdır. Bu bağlamda mühendislik entegrasyonunun mühendislik tasarım süreçlerinin genelini kapsayacak şekilde, tüm sınıf ve konuların öğrenme çıktılarına yansıtılması gerektiği ortadadır. Hali hazırda öğretimi gerçekleştirilen 2018 Fen Bilimleri dersi Öğretim Programı incelendiğinde de mühendislik entegrasyonunun öğrenme çıktılarına yansıtıldığı görülmektedir (Seren & Veli, 2018). Yeni öğretim programları bir önceki programların iyileştirilmesi için ortaya çıktığı düşünüldüğünde, güncel 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2024b) öğrenme çıktılarının yeniden yapılandırılması önerilmektedir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2024b) uygulama boyutu mühendislik entegrasyonu açısından incelenmiştir. Programın uygulanmasına ilişkin gerek öğrenme -öğretme yaşantıları gerekse farklılaştırma uygulamalarında mühendislik entegrasyonuna vurgu yapıldığı sonucuna varılmıştır. Programın öğrenme-öğretme yaşantıları incelendiğinde, öğretim sürecinin mühendislik tasarım sürecinde olduğu gibi genel olarak öğrencilerin üzerinde durulan konu ile ilgili problemi belirlemesiyle başlamaktadır. Sonrasında öğrencilerin belirledikleri bu problemlerin çözümünü araştırması, çözüme yönelik tasarımın yapılması ve tasarımın değerlendirilerek sunulması ile devam ettiği dikkat çekmektedir. Bu sonuç Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2024b) mühendislik entegrasyonunun, mühendislik tasarım sürecinin az ya da çok aşamalı şekilde işletilmesi ile uygulanmaya koyulduğunu göstermektedir. Bu sonuç ilgili literatürle (García-Carmona vd., 2025) uyumludur. Nitekim fen eğitimine mühendislik entegrasyonunun en etkili yolu mühendislik tasarım sürecinin işletilmesidir (NRC, 2012). Ancak programın uygulama boyutunda mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine sıklıkla vurgu yapılırken, bu sürecin içerik boyutu olan öğrenme çıktılarına aynı şekilde yansıtılmaması dikkat çekici bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bu doğrultuda mühendislik ve mühendislik tasarım sürecinin katkısını artırmak ve öğrencilere bütünsel bir bakış açısı kazandırabilmek için uygulama sürecinde var olan mühendislik entegrasyonunun öğrenme çıktılarına da yansıtılması önerilmektedir.

Programın uygulama boyutunda en fazla fizik, biyoloji ve kimya konularının öğretilmesinde mühendislik entegrasyonu görülürken, en az bilimin doğası konusunda yapıldığı sonucuna varılmıştır. Uygulama boyutunda bilimin doğası ile ilgili öğrenme öğretme yaşantılarında bilim insanları ya da herhangi bir bilimsel konu ile ilgili

afiş, poster, karikatür çizmeleri ya da dijital ortamda hazırlamaları istenir. Bu konunun doğası zaten bilimsel süreçlerin anlaşılmasına yönelik öğrenme çıktıları içermektedir. Bu durum bilimin doğasının mühendisliğin doğasından farklı olması ile açıklanabilir (García-Carmona vd., 2025; Pleasants & Olson, 2019). Ancak yine de öğretime bütünleştirme ve farklılaştırma/zenginleştirme amacıyla tasarım süreci entegre edilmiştir. Fizik konularının öğrenme-öğretme yaşantılarında mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamaları işletilebilirken, astronomi ve kimya konularının öğretim uygulamalarında tasarım sürecinin bilimsel model oluşturma boyutunda kaldığı, biyoloji konularındaki uygulamaların ise bilginin bir tasarımda sunulması ile sınırlı kaldığı sonucuna varılmıştır. Fen eğitimine mühendislik entegrasyonu ile ilgili literatür incelendiğinde hem ulusal hem de uluslararası düzeyde uygulamaların bu araştırmanın sonuçları ile benzer şekilde fizik konularına yoğunlaştığı, astronomi, yer bilimi ve canlılar bilimi gibi konuların mühendislik entegrasyonu açısından sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durumun gerekçesi mühendislik ve bilimin doğasının farklı olmasıyla (National Academies of Sciences, Engineering & Medicine [NASEM], 2020; Sexton, 2023) ve -önceki başlıkta da tartışıldığı üzere- bu konularda öğretilecek bilimsel bilginin gerçek yaşamda ya da öğrenme ortamında uygulamasının güç olmasıyla açıklanmıştır (Çiğdem Kepir; 2024; Roehrig vd., 2021b). Bu güçlük bu konularda mühendislik entegrasyonu yapılmaması ya da yapılamayacağı anlamına gelmemelidir. Nitekim Roehring vd. (2021b) fizik konularına mühendislik entegrasyonunun daha kolay yapılabildiğini belirtirken García-Carmona vd. (2025) çalışmasında konu alanlarının mühendislik entegrasyonunda birbirlerine bir üstünlüğü bulunmadığını ifade etmiştir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2024a) öğrenme-öğretme yaşantılarında mühendislik entegrasyonuna vurgu yapılmayan üniteler-4. Sınıf Bilime Yolculuk ve Maddenin Değişimi, 7. Sınıf Kuvvet ve Enerji üniterleri- bulunmaktadır. Fakat bu ünitelerde dahi farklılaştırma uygulamalarında mühendislik tasarımının işletilmesine yönelik önerilere yer verilmiştir. Dahası programın değerlendirme boyutu olan öğrenme kanıtlarında tasarım sürecinin işletilerek bir değerlendirme yapılması önerilmiştir. Ayrıca literatürde yer alan fen eğitimine mühendislik entegre edilen öğretim uygulamalarına ilişkin araştırmalar da hemen hemen her fen konusunun öğretim sürecinde mühendislik entegrasyonu gerçekleştirilebileceği ortaya koyulmuştur (Dare vd., 2014; Guzey, vd., 2016; Roehrig vd., 2021b).

Öğretim programında öğrenme-öğretme yaşantılarının ve farklılaştırma uygulamalarının ayrıntılı olarak verilmiş olması programın uygulama boyutunda mühendislik entegrasyonu açısından değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Alan yazında önceki programların (MEB, 2013; 2018) disiplin entegrasyonu açısından değerlendirmesine ilişkin araştırmaların (örneğin Seren & Veli, 2018) sadece kazanımlar üzerinden yapıldığı ve içerik boyutunun değerlendirmesine hizmet ettiği için bu programın uygulama boyutunun incelenmesi açısından sınırlı kalmıştır.

Programın değerlendirme boyutuna ilişkin öğrenme kanıtları incelendiğinde tüm sınıf düzeylerinde neredeyse her konu alanında mühendislik tasarım sürecinin özellikle tasarım/çözüm oluşturma ve değerlendirme aşamaları ile mühendislik entegrasyonuna vurgu yapılmıştır. Sürecin değerlendirilmesi ve farklılaştırılmasında tasarım görevlerine programda sıklıkla yer verilmiştir. Fen eğitimine mühendislik entegrasyonun mühendislik tasarım süreci ile sağlanması nedeniyle, sonuç olarak değerlendirmeden çok süreç odaklı değerlendirmenin yapılması önerilmektedir (Guzey vd., 2016). Bu nedenle değerlendirmenin öğretim uygulamaları ile uyumlu ve uygulama sürecinde uyarılara yer verilerek yapılması önemlidir. Aksi taktirde mühendislik disiplini veya mühendislik tasarım süreci araştırma sorgulama sürecine değil değerlendirmeye entegre edilmiş olur (García-Carmona vd., 2025). Öğrenme-öğretme uygulamalarında olduğu gibi değerlendirme boyutunda da üçüncü sınıf seviyesinde mühendislik entegrasyonun nadir görüldüğü, ancak öğrenme çıktılarında bu seviyede vurgu hiç yer almazken, farklılaştırılmasında ise mühendislik entegrasyonunun en fazla olması dikkat çekici hususlardan biridir. Bu durum entegrasyonun aynı sınıf seviyeleri içerisinde dahi orantılı dağılım göstermediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç da öğretimin uygulanmasını güçleştirebilecek bir uygulama olmasına sebebiyet verebilir. Bu açıdan bakıldığında programın değerlendirme boyutunun mühendislik entegrasyonu açısından uygulama süreci gibi ayrıntılandırılması önerilebilir.

Araştırmada 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın amaç, içerik, süreç ve değerlendirme olmak üzere her boyutunda mühendislik entegrasyonuna yer verildiği sonucuna varılmıştır. Ancak programdaki entegrasyon vurgusunun, programın boyutlarında farklılık gösterdiği dikkat çekmektedir. Programda, her sınıf düzeyi ve hemen hemen her ünitenin öğrenme çıktısı ve süreç bileşenlerinde mühendislik entegre edilmemiş olsa da öğrenme-öğretme uygulamalarında ya da öğretimin farklılaştırılması ve değerlendirilmesi boyutunda

mühendislik entegrasyonuna yer verilmiştir. Dikkat çeken diğer bir farklılık da programda entegrasyonun öğretilecek içeriğin konularına ve sınıf düzeyine göre değişiklik göstermesidir. Programda mühendislik entegrasyonuna daha çok fizik konularıyla ilgili fen konularının öğretimine yansıtılmıştır, ama genel olarak öğretilmesi hedeflenen fizik, kimya, biyoloji, yer bilimi, astronomi, çevre bilimi, hatta bilimin doğası konularının öğretimine ilişkin ünitelerde mühendislik tasarım sürecinin bir ya da birkaç aşaması işletilerek entegrasyon sağlandığı söylenebilir. Bu entegrasyonun, daha çok ve sıklıkla mühendislik tasarım sürecinin son aşamaları olan "mühendislik tasarım sürecinin tasarım/çözüm oluşturma", "tasarım /çözüm değerlendirme" ve "tasarım/ çözüm sunma/paylaşma" aşamaları ile sağlandığı dikkat çekmektedir. Ancak mühendislik tasarım sürecinin bilimsel araştırma sorgulama ile iletilmesi ve etkili olabilmesi için alanyazında ifade edilen tüm aşamaların işletilmesi etkililiği için önemlidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde programın mühendislik tasarım süreci aşamaları açısından sınırlı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Programdaki ünitelerde mühendislik entegrasyonu görülse de bu entegrasyonun ünite içerisinde amaç, içerik, uygulama ve değerlendirme boyutlarında süreklilik göstermemesi de program uygulayıcılarına güçlük oluşturabilir. Bu bakımdan bu araştırma bulgu ve sonuçları uygulayıcılara bütüncül bir bakış açısı sunarak, mühendislik entegre edilmiş fen uygulamalarını kolaylaştırabilir. Ancak yine de programda her ünitenin amaç, içerik, uygulama ve değerlendirme boyutlarında eşit ve sürekli mühendislik vurgusunun yapılması, mühendislik tasarım sürecinin temel aşamalarının işletilmesine imkân tanıyacak şekilde entegrasyonun sağlanması daha etkili olacaktır. Programın bu açılardan geliştirilmesi gerektiği bu araştırma sonuçlarıyla ortadadır. Bunun için mühendislik tasarım sürecinin öğrenme çıktılarına yansıtılması ve sürecin daha ayrıntılı işletildiği ders planlarının hazırlanıp sunulması önerilir. Nitekim Uluslararası fen öğretim programları incelendiğinde ABD öğretim programında mühendislik entegrasyonuna açıkça ve bütüncül bir şekilde yer verilmesi fen eğitiminde etkili mühendislik uygulamalarının yapılmasına imkân tanıdığı ortadadır (Roehring vd., 2021b). Bununla birlikte- güncel Türkiye Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'na benzer şekilde- Birleşik Krallık, İspanya ve Avustralya gibi birçok ülkenin öğretim programında mühendislik uygulamalarına ve süreçlerine vurgu yapılarak mühendislik entegrasyonuna örtük bir şekilde yer verildiği, bu durumun da uygulamalara yansıdığı dikkat çekmektedir (García-Carmona vd., 2025; Çiğdem Kepir, 2024). Bu bağlamda 2024 yılı Fen bilimleri dersi öğretim programında disiplinlerarası bütünsel bakış açısını koruyacak ve genişletecek yapısal değişikliklerin yapılması, programın hedefi olan bilişsel yönü güçlü, 21. yüzyıl becerileriyle donatılmış, ülke gelişimine katkı sağlayacak bireylerin yetiştirilmesine yönelik alanı güçlü bir yapı haline getirecektir.

References

Ak, B. S., & Köse, M. (2024). 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı hakkında öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Akademik Platform Eğitim ve Değişim Dergisi, 7*(2), 132-169.

Akgündüz, D., Ertepınar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., & Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul Aydın Üniversitesi, STEM Merkezi.

Anwar, S., Menekse, M., Guzey, S., & Bryan, L. A. (2022). The effectiveness of an integrated STEM curriculum unit on middle school students' life science learning. *Journal of Research in Science Teaching, 59*(7), 1204–1234. https://doi.org/10.1002/tea.21756

Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA]. (2021). *Final report: Science.* Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority.

Aydın Günbatar, S., Ekiz-Kiran, B., & Öztay, E. S. (2020). Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge for integrated STEM development with LESMeR model. *Chemistry Education Research and Practice, 21*(4), 1063–1082. https://doi.org/10.1039/D0RP00074D

Bahadır, E. (2024). Ortaokul Fen Öğretim Programında yer alan kazanımların "Proje Tasarlama" değişkeni açısından incelenmesi doküman analizi. *Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1*(1), 38-47.

Barak, M., Ginzburg, T., & Erduran, S. (2022). Nature of engineering: A cognitive and epistemic account with implications for engineering education. *Science & Education*, *33*, 679-697. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00402-7

Baran Jovanovic, B., Canbazoğlu Bilici, S., Mesutoğlu, C., & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools students perceptions about an out of school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST), 4*(1), 9-19.

Barnett, J., & Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education, 85*(4), 426–453.

Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A., & Feder, M. (2009*). Committee on learning science in informal environments.* National Research Council.

Beşoluk, Ş., Demirhan, E., Orhan, U., Mısır, M. E., & Karahan, H. (2024). 2018 ve 2024 Fen Bilimleri öğretim programlarının yerellik bağlamında karşılaştırılması. *ERPA2024 Kongresi Bildiri Kitabı, 103-115.*

Bilir, U. (2025). Türkiye'de 2018 ve 2024 Yılları Fen Bilimleri Dersi öğretim programlarının temel ögeler açısından karşılaştırılması. *Milli Eğitim Dergisi, 54*(246), 793-836.

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal, 9*(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32–42.

Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In E. Brunsell (Ed.*), Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3–5). National Science Teachers Association.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.

Cao, X., Lu, H., Wu, Q., & Hsu, Y. (2025). Systematic review and meta-analysis of the impact of STEM education on students learning outcomes. *Frontiers in Psychology, 16*, 1579474. |https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1579474

Carlsen, W. S. (1998). Engineering design in the classroom: Is it good science education or is it revolting? *Research in Science Education, 28*(1), 51-63.

Carr, R. L., Bennett, L. D., & Strobel, J. (2012). Engineering in the K–12 STEM standards of the 50 U.S. states: An analysis of presence and extent. *Journal of Engineering Education, 101*(3), 539–564.

Chang, S. H., Yang, L. J., Chen, C. H., Shih, C. C., Shu, Y., & Chen, Y. T. (2024). STEM education in academic achievement: a meta-analysis of its moderating effects. *Interactive Learning Environments, 32*(6), 2401-2423. https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2147956

Chen, B., Chen, J., Wang, M., Tsai, C. C., & Kirschner, P. A. (2025). The effects of integrated STEM education on K12 students' achievements: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 00346543251318297. https://doi.org/10.3102/00346543251318297

Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 1,* 1-20. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

Cheng, M.F., Lo, YH., & Cheng, C.H. (2024). The impact of STEM curriculum on students' engineering design abilities and attitudes toward STEM. *International Journal of Technology Design Education, 34,* 1805–1833. https://doi.org/10.1007/s10798-024-09883-9

Cira, N. J., Chung, A. M., Denisin, A. K., Rensi, S., Sanchez, G. N., Quake, S. R., & Riedel- Kruse, I. H. (2015). A biotic game design project for integrated life science and engineering education. *PLoS biology, 13*(3), e1002110. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002110

Cleaves, A. (2005). The formation of science choices in secondary school. *International Journal of Science Education, 27*(4), 471-486.

Culver, D. E. (2012). *A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K–12 engineering education.* (Unpublished doctoral dissertation, Iowa State University).

Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of Science Teacher Education, 25*(2), 197–210. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9380-5

Cunningham, C. M., & Kelly, G. J. (2017). Framing engineering practices in elementary school classrooms. *International Journal of Engineering Education, 33*(1B), 295–307.

Cunningham, C. M. (2017). *Engineering in elementary STEM education: Curriculum design, instruction, learning, and assessment.* Teachers College.

Cunningham, C. M., Lachapelle, C. P., Brennan, R. T., Kelly, G. J., Tunis, C. S. A., & Gentry, C. A. (2020). The impact of engineering curriculum design principles on elementary students' engineering and science learning. *Journal of Research in Science Teaching, 57*(3), 423-453. https://doi.org/10.1002/tea.21601

Çalık, M. & Sözbilir, M. (2014). İçerik analizinin parametreleri. *Eğitim ve Bilim, 39(*174), 33-38.

Çelebi, M. E., & Ekici, F. T. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde Fen Bilimleri Öğretim Programında sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile ilişkisi. *Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi, 1*(1), 29-39.

Çiğdem Kepir, S. (2024*). Lisansüstü tezlerdeki canlılar ve yaşam konu alanına yönelik STEM etkinliklerinin mühendislik entegrasyonu açısından incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Giresun Üniversitesi.

Dare, E. A., Ellis, J. A., & Roehrig, G. H. (2014). Driven by beliefs: Understanding challenges physical science teachers face when integrating engineering and physics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J PEER), 4*(2), Article 5. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1098

Demirci, M., & Yıldırım, H. İ. (2025). Fen Bilimleri ders kitapları ve öğretim programının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research, 13*(25), 156-180.

Demirel, Ö. (2014*). Kuramdan uygulamaya eğitimde program geliştirme.* Pegem Yayınları.

Demirtaş, Z. (2017). Eğitimde program değerlendirme yaklaşımlarına genel bir bakış. *Sakarya University Journal of Education, 7*(4), 756-768.

Department for Education [DFE]. (2013). *Science programmes of study: Key stages 1 and 2 National curriculum in England*, National Curriculum.

Department of Education & Training (Flemish). (2012). *STEM framework for flemish schools principles and objectives. https://data-onderwijs.vlaanderen.be/documenten/bestanden/STEM-kader-Engels.pdf*

Ekiz-Kıran, B., & Aydın-Günbatar, S. (2021). Analysis of engineering elements of K–12 science standards in seven countries engaged in STEM education reform. *Science & Education, 30*(4), 849–882.

English, L. D., & King, D. (2019). STEM integration in sixth grade: Designing and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education, 17*(5), 863-884. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9912-0

English, L. D., & King, D. T. (2017). Engineering education with fourth-grade students: Introducing design- based problem solving. *International Journal of Engineering Education, 33*(1), 346–360.

English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*(1), 5–24.

Ercan, S., & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 9*(1), 128-164.

Fan, S. C., Yu, K. C., & Lin, K. Y. A (2021). Framework for ımplementing an engineering-focused STEM curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education, 19,* 1523–1541. https://doi.org/10.1007/s10763-020-10129-y

Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics, 105*(3), 127–141.

García-Carmona, A., Muñoz-Franco, G., & Cruz-Guzmán, M. (2025). Integration of engineering practices into primary science classrooms: What does educational research tell us? *Science & Education*. https://doi.org/10.1007/s11191-025-00616-5

Guzey, S. S., Harwell, M. R., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. J. (2016). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology, 26*(2), 207–222. https://doi.org/10.1007/s10956-016-9673-x

Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J PEER), 6*(1), Article 2. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129

Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi.* [Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.

Hacıoğlu, Y. (2021). The effect of STEM education on 21th century skills: Preservice science teachers' evaluations. *Journal of STEAM Education, 4*(2), 140-167.

Hacıoğlu, Y. (2025). STE(A)M Eğitiminde yaratıcılık ve inovasyon. G. Uyanık (Ed.), *Eğitim & Bilim 2025: STEAM Tabanlı Eğitimde Güncel Yaklaşımlar içinde* (283-298). Efe Akademi.

Hacıoğlu, Y., & Gülhan, F. (2021). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *Journal of Education in Science Environment and Health, 7*(2), 139-155. https://doi.org/10.21891/jeseh.771331

Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education, 3*(5), 1089-1113.

Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' achievement in four mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education, 13*(3), 3-29.

Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *Journal of the Learning Sciences, 9*(3), 247–298.

Hong Kong Education Bureu. (2016). *Promotion of STEM education unleashing potential in ınnovation*. https://www.info.gov.hk/gia/general/201612/05/P2016120500376.htm

Householder, D. L., & Hailey, C. E. (Eds.). (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses.* National Center for Engineering and Technology Education.

Hudson, P., English, L. D., & Dawes, L. (2014). Curricula integration: Identifying and locating engineering education across the Australian curriculum. *Curriculum Perspectives, 34*(1), 43-50.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses.* National Center for Engineering and Technology Education.

Ireland Department of Education and Skills. (2017). *STEM Education Policy Statement 2017–2026.* https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-education-policystatement-2017-2026-.pdf

Irmak, Z., & Çetin, D. (2024). 2018 ve 2024 Ortaokul Fen Bilimleri öğretim programlarının bilimsel muhakeme becerileri açısından karşılaştırılması. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi, 8*(3), 45-60.

Jiang, Z., Tang, X., Tan, L., Su, R., & Wei, B. (2025). STEM identity and STEM career intention: a meta-analysis. *International Journal of STEM Education, 12*(1), Article 57. https://doi.org/10.1186/s40594-025-00578-8

Kıryak, Z., Ülger, T. K., Ülger, B. B., Bozkurt, I., & Çepni, S. (2024). 2018 ve 2024 İlk ve Ortaokul Fen Bilimleri ve Matematik dersleri öğretim programları öğrenme çıktılarının karşılaştırılması ve beceriler açısından incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 19*(44), 3054-3089.

Kwon, H., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2021). When i believe, i can: Success STEMs from my perceptions. *Canadian Journal of Science Mathematics Technology Education,21*(1), 67-85. https://doi.org/10.1007/s42330-020-00132-4

Lindahl, B. (2007, April*). A longitudinal study of students' attitudes towards science and choice of career.* Paper presented at Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA.

Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The impact of problem based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology & Design Education, 21*, 195–215.

Miller, E., & Krajcik, J. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: a design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 1*(7). https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı, Temel Eğitim Genel Müdürlüğü.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2019). *PISA 2018 Türkiye ön raporu* (No:10). Millî Eğitim Bakanlığı, Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2020). *Öğretim programlarını değerlendirme raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı İzleme ve Değerlendirme Daire Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013*). İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı.* Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024a). *Öğretim programları ortak metni*. Millî Eğitim Bakanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024b). *Türkiye Yüzyılı Maarif modeli Fen Bilimleri dersi öğretim programı (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar)*. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli. Millî Eğitim Bakanlığı.

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., & Smith, K. A. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-college Engineering Education Research, 4*(1), 1–13. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069

Moore, T. J., Miller, R. L., Lesh, R. A., Stohlmann, M. S., & Kim, Y. R. (2013). Modeling in engineering: The role of representational fluency in students' understanding of engineering design. *Journal of Engineering Education, 102*(1), 141–178.

Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(3), 296–318. https://doi.org/10.1002/tea.21199

National Academies of Sciences, Engineering & Medicine [NASEM]. (2020). *Building capacity for teaching engineering in K–12 education*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Academy of Engineering & National Research Council [NAE & NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects* (L. Katehi, G. Pearson & M. Feder, Eds.). National Academies.

National Academy of Engineering & National Research Council [NAE & NRC]. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research.* National Academies.

National Academy of Engineering [NAE]. (2010). Standards for K-12 engineering education?. National Academies.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas.* The National Academic.

National Research Council, Division of Behavioral, Social Sciences, Board on Testing, Assessment, Board on Science Education & Committee on Highly Successful Schools or Programs for K-12 STEM Education. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics.* National Academies.

Next Generation Science Standards Lead States [NGSS]. (2013). *Next generation science standards: for states, by states*. The National Academies.

Nisbett, J. K. & Budynas, R. G. (2011). *Shigley's mechanical engineering design* (pp. 593-598). New York: McGraw-Hill.

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023). *Education at a Glance 2023. OECD.*

Özkan, C., & Yaman, S. (2025). 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı öğrenme çıktılarının yenilenmiş bloom taksonomisine göre incelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education, 10*(1), 1-16.

Peterman, K., Daugherty, J. L., Custer, R. L. & Ross, J. M. (2017). Analysing the integration of engi- neering in science lessons with the Engineering-Infused Lesson Rubric. International *Journal of Science Education, 39*(14), 1913–1931. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1359431

Pleasants, J., & Olson, J. K. (2019). What is engineering? Elaborating the nature of engineering for K-12 education. *Science Education, 103*(1), 145–166.

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021a). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 3(*1), Article 11. https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E., & Wieselmann, J. R. (2021b). Understanding coherence and integration in integrated curriculum. *International Journal of STEM Education, 8*, 1-21. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26*(2), 582–599. https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3

Schellinger, J., Jaber, L. Z., & Southerland, S. A. (2022). Harmonious or disjointed?: Epistemological framing and its role in an integrated science and engineering activity. *Journal of Research in Science Teaching, 59*(1), 30–57. https://doi.org/10.1002/tea.21720

Seren, S., & Veli, E. (2018). Comparison of the inclusion levels of STEM education in the changed Science Curriculum as of 2005. *Journal Of STEAM Education Science, Technology, Engineering, Mathematics and Art Education Journal, June,* (1), 24-47.

Sexton, S. S. (2023). Nature of science and nature of technology. In B. Akpan, B. Cavas & T. Kennedy, (eds), *Contemporary issues in science and technology education* (pp. 13–24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24259-5_2

Song, X. (2012). The effects of technological change on schooling and training human capital. *Economics of Innovation and New Technology, 22*(1), 23–45. https://doi.org/10.1080/10438599.2012.698844

Sung, E., Han, J., & Kelley, T. R. (2025). Enhancing STEM attitudes of rural high school students through engineering design-based learning. *Journal of Technology Education, 36*(2), 113-137.

Şimşek, H. (2009). Methodical problem ın the researches of educational history. *Journal of Faculty of Educational Sciences, 42*(1), 33-51.

Tati, T., Firman, H., & Riandi, R. (2017). The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM Literacy. *Journal of Physics: Conference Series. 895*(1). http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012157

Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2019). Teachers' attitudes toward teaching integrated STEM: The impact of personal background characteristics and school context. *International Journal of Science and Mathematics Education, 17*(5), 987-1007.

Vale, C., Campbell, C., Speldewinde, C., & White, P. (2020). Teaching across subject boundaries in STEM: Continuities in beliefs about learning and teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education, 18*(3), 463-483.

Wan, D., & Lee, Y. J. (2025). Engineering in grades 1–9 science education standards from China. *Science & Education, 34*(1), 199-226.

Wan, Z. H., So, W. M. W., & Zhan, Y. (2020). Developing and validating a scale of STEM Project based learning experience. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09965-3

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]. Minesota: University of Minnesota.

Wendell, K. B. (2008). T*he theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. [Doctoral dissertation]. Tufts University.

White, D., & Delaney, S. (2021). Full STEAM ahead, but who has the map for integration? – A PRISMA systematic review on the incorporation of interdisciplinary learning into schools. *International Journal on Math, Science and Technology Education, 9*(2), 9–32. https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.2.1387

Wulf, W. A. (1998). The image of engineering. *Issues in Science and Technology, 15*(2), 23–24. https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&u=anon~94ff7b75&id=GALE%7CA54036592&v=2.1&it=r&sid=googleScholar&asid=39cd9b83

Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü [YEĞİTEK]. (2018). *STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı*. YEĞİTEK Müdürlüğü. https://mus.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_03/14112534_STEM_EYitimi_YYretmen_El_kitabY.pdf

Yeter, I. H., Radloff, J. D., & Diordieva, C. (2022). Exploring the presence of engineering indices in the Singaporean high school physics standards: A content analysis. *Paper presented at the ASEE 2022 Annual Conference,* Minneapolis.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Seçkin Yayınları.

Yüzbaşıoğlu, M. K. (2025). Sürdürülebilir Yaşam İçin Eğitim: 2024 Yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının sürdürülebilir kalkınma açısından değerlendirmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, (63),* 928-946.

Zeng, Z., Yao, J., Gu, H., & Przybylski, R. (2018). A meta-analysis on the effects of STEM education on students' abilities. *Science Insights Education Frontiers, 1*(1), 3-16. https://doi.org/10.15354/sief.18.re005

Zoldosova, K., & Prokop, P. (2006). Education in the field influences children's ideas and interest toward science. *Journal of Science Education and Technology, 15*(3-4), 304-313.

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics, 112*(1), 12-19.