Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 54(3), 2025, 1247-1298
https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd

Investigating the Effects of Prompt Engineering in STEM Activities Designed with ChatGPT-4o

Nezihe KORKMAZ[a*] **(ORCID ID - 0000-0002-1284-0483)**
Kamuran TARIM[b] **(ORCID ID - 0000-0002-2048-5207)**
[a]Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Adana/Türkiye
[b] Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Adana/Türkiye

Article Info

DOI: 10.14812/cufej.1673406

Article history:
Received 10.04.25
Revised 03.06.25
Accepted 21.11.25

Keywords:
STEM,
ChatGPT,
Prompt Engineering,
Artificial Intelligence,
Pre-service Teachers

Research Article

Abstract

This study examines the use of ChatGPT-4o, an artificial intelligence-supported chatbot, in the design of STEM activities and investigates the effects of prompt engineering practices on this process. The aim of the study is to determine how pre-service mathematics teachers with no prior experience in designing STEM activities navigate ChatGPT-4o, how the activities they design fit into the STEM framework, and how prompt engineering techniques influence the quality of the activities. The research was conducted with the case study method with seven pre-service mathematics teachers enrolled in an elementary mathematics teacher education program at a university in Turkey. During the data collection process, the pre-service teachers designed STEM activities using ChatGPT-4o, first without knowledge of prompt engineering. Following a five-hour instructional session, they repeated the task using prompt engineering strategies. The designed activities were analyzed using the "STEM Activity Evaluation Form." The findings showed that STEM activities designed without knowledge of prompt engineering were generally superficial in terms of thematic depth. However, after receiving the prompt engineering training, pre-service teachers produced more appropriate and interdisciplinary STEM activities. The results of the study reveal that ChatGPT-4o has strong potential as a guide in STEM education, but prompt engineering is critical for its effective use. The researchers recommend the development of prompt engineering skills into teacher education and the effective integration of artificial intelligence tools in STEM instruction.

ChatGPT-4o ile Tasarlanan STEM Etkinliklerinde İstem Mühendisliğinin Etkilerinin İncelenmesi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cufej.1673406

Makale Geçmişi:
Geliş 10.04.25
Düzeltme 03.06.25
Kabul 21.11.25

Anahtar Kelimeler:
STEM,
ChatGPT,
İstem Mühendisliği,
Yapay Zeka,
Öğretmen Adayları.

Öz

Bu araştırma, yapay zekâ destekli sohbet robotu ChatGPT-4o'nun STEM etkinlikleri tasarımında kullanımını ve istem mühendisliği uygulamalarının bu süreçteki etkilerini incelemektedir. Çalışmanın amacı, STEM etkinlikleri tasarlama deneyimi olmayan matematik öğretmen adaylarının ChatGPT-4o'ü nasıl yönlendirdiğini, tasarladıkları etkinliklerin STEM çerçevesine uygunluğunu ve istem mühendisliği tekniklerinin etkinliklerin niteliğini nasıl etkilediğini belirlemektir. Araştırma, durum çalışması yöntemiyle yürütülmüş olup Türkiye'de bir üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören 7 öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sürecinde, öğretmen adayları önce istem mühendisliği bilgisi olmadan ardından beş ders saati bir eğitim sonrasında istem mühendisliği bilgisiyle ChatGPT-4o kullanarak STEM etkinlikleri tasarlamışlardır. Tasarlanan etkinlikler, "STEM Etkinliği Değerlendirme Formu" kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, istem mühendisliği bilgisi olmadan tasarlanan STEM etkinliklerinin temalar açısından genellikle yüzeysel kaldığını göstermiştir. Ancak, istem mühendisliği eğitimi sonrasında öğretmen adaylarının daha uygun ve disiplinler arası bağlantıları güçlü STEM etkinlikleri oluşturduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, ChatGPT-4o'nun STEM eğitimi için rehberlik potansiyeline sahip

[*]**Author:** nezihekorkmazz@gmail.com

Araştırma Makalesi

olduğunu ancak etkin kullanımı için istem mühendisliğinin kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırmacılar, öğretmen eğitiminde istem mühendisliği becerilerinin geliştirilmesini ve yapay zekâ araçlarının STEM öğretiminde etkin entegrasyonunu önermektedir.

Introduction

Artificial intelligence is defined as the ability of computer systems to think and behave like humans. These systems are designed to interact with the world by exhibiting intelligent behaviors such as evaluating a situation with skills such as speech and recognition and taking logical actions towards a goal (Luckin & Holmes, 2016). Therefore, artificial intelligence is a computing system that supports human intelligence in which individuals use their cognitive abilities and intellectual knowledge to solve problems and tasks (Knox, 2019).

Artificial intelligence has shown its impact in many fields and makes important contributions in the field of education. Artificial intelligence in education has increased the impact of technology in teaching and learning practices in order to improve students' learning processes and increase their success (Southgate et al., 2019). It has also been stated that artificial intelligence has the potential to facilitate the educational process and enable students to achieve their goals (Majid & Lakshmi, 2022). Research has revealed that AI supports students with various functions such as providing access to learning materials (Gupta & Chen, 2022), providing instant answers to student questions, providing self-assessment opportunities (Yao, 2022), and providing personalized feedback (Mousavi et al., 2020). Furthermore, Chen et al. (2020) emphasized that artificial intelligence is widely used in education through various tools such as computer programs, humanoid robots, web-based chatbots, and online platforms. One of these common uses, chatbots, utilize the latest advances in machine learning to provide personal and immediate support to students (Nurshatayeva et al., 2020). Such robots facilitate individuals' learning processes, helping them synthesize information, recognize their mistakes, and use data effectively in complex tasks. Moreover, chatbots enable instant understanding of language requests with automatic responses and natural language processing capabilities (Salas-Pilco and Yang, 2022). Chatbots, which have high potential as learning and teaching tools, stand out with their functions of providing personal assistance to students and educational content support (Colace et al., 2018). In addition, chatbots can also be used as instructors who guide the learning process and offer individual learning experiences to students (Chocarro et al., 2021). Considering all these, artificial intelligence-based chatbots have the potential to transform learning processes and support individuals to achieve their educational goals (Stajanov, 2023). In this context, ChatGPT, one of the prominent chatbots in recent years, draws attention as a tool that can effectively offer many of these functions.

Artificial Intelligence Powered Chat Bot: ChatGPT

ChatGPT is an artificial intelligence chatbot developed by OpenAI in November 2022. Based on GPT-3, a family of large language models, it is capable of producing human-like text and has been trained to produce conversational text using supervised learning and reinforcement learning approaches (Peters et al., 2023). Generative AI is still here to stay and the ChatGPT-4o, released in May 2024, is the latest example of this trend. This new version offers stronger and more capable performance compared to its predecessors (Loock and Holt, 2024).

ChatGPT is designed as an intelligent chat machine developed with human feedback to follow instructions given in text prompts and provide detailed responses (Ouyang et al., 2022). The model enables dialogic interaction and provides natural language processing capabilities such as answering sequential questions, admitting mistakes, questioning false presuppositions, and rejecting inappropriate requests. It also has functions such as question-answering, storytelling, reasoning, code debugging, and machine translation (Jiao et al., 2023). Studies show that ChatGPT is used in software development (Sobania et al., 2023), translation (Jiao et al., 2023), clinical applications (Patel and Lam, 2023) and decision-making processes (Rao et al., 2023). In academic studies, various uses such as generating research ideas (Dowling and Lucey, 2023), drafting research papers (Macdonald et al., 2023), providing explanations by answering questions, providing immediate support to students by offering additional

resources, and also being used as virtual teaching assistants (Labadze et al., 2023). Stojanov (2023) emphasized that although ChatGPT's answers can sometimes be superficial and its texts may not always be coherent or logical, it is sufficient to get a general idea. He also pointed out that their feedback was generally motivating and relevant. Training ChatGPT on large data sets has made it a comprehensive source of information (Stojanov, 2023). However, prompts need to be customized or carefully edited in order to obtain more accurate and contextually relevant responses. In this context, the importance of prompt engineering for chatbots becomes clear.

Prompt Engineering

A prompt is defined as a set of instructions provided to chatbots and determines the context of the conversation, shaping what information the model should emphasize and the format and content of the desired output (White et al., 2023). Prompt engineering aims to improve the structure and language of prompts. Prompts are the texts that direct how large language models such as ChatGPT work and can influence ambiguities or errors in results. A prompt consists of four basic components: person, task, context and form. The person component defines the role that the model should assume when generating a response; for example, a specific identity is specified, such as a teacher, scientist or customer service representative. The task component refers to the action the model needs to perform and usually starts with a verb. This could include actions such as summarizing a text, writing specific content, or responding to a question. The context component contains additional information that makes the task easier to understand and helps the model produce more accurate, relevant and focused results. The format component determines the structure or appearance of the desired output, including, for example, requests to write in bullet points, create content of a certain length, or use a particular writing style. The effective use of these components together enables the model to produce more efficient and accurate responses (Dhinakaran, 2023; Google Workspace, 2024). Preparing prompts correctly is important to reduce errors and save time. Clear and concise prompts reduce ambiguity, provide more accurate information, and reduce processing time, leading to faster results. These methods improve the user experience and provide effective results in many areas (Shah et al., 2024).

ChatGPT, as a language model, can produce different outputs for the same input due to the use of various decoding strategies and its inherent ambiguities. These outputs are shaped not only by the form of the prompts but also by the previous context and the influence of previous prompts. This variability in outputs can be partially controlled by prompt engineering techniques. These techniques allow users to get output that is more consistent with a particular domain or response style (White et al., 2023; Zhou et al., 2022;). Therefore, getting effective responses from ChatGPT depends on designing prompts in a clear and goal-oriented manner (Liu et al., 2023). Therefore, obtaining meaningful, functional, and context-sensitive outputs from ChatGPT directly depends on the proper application of prompt engineering. This is a key factor that determines the success of the process, especially in the production of educational content.

Dimitriadou and Lanitis (2023) emphasize that AI-supported chatbots can make significant contributions to the field of STEM education through educational technologies that design smart classrooms, and teachers and students can jointly develop innovative curricula and pedagogical content knowledge. Moreover, artificial intelligence has the potential to enrich education by supporting creative tasks in science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) (Lee & Teo, 2023). In this context, it is an important necessity to investigate how ChatGPT, an artificial intelligence-supported chatbot, can help teachers or pre-service teachers who have no experience in STEM education in the process of designing activities and how the prompts they give affect the usefulness of the activities. This situation also offers an important research area in terms of examining the effect of the guidance and support provided by ChatGPT on activity design.

STEM Activities

STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) is an interdisciplinary field of education that aims to enable students to gain a deep understanding of basic concepts and gain competence in these

areas while also developing 21st-century skills and positive attitudes towards STEM. STEM education provides students with the opportunity to develop innovative solutions to real-world problems by fostering interdisciplinary thinking skills, and it enhances their analytical, creative, and critical thinking abilities (Bybee, 2010). STEM education helps students develop real-world problem-solving skills by allowing them to apply their knowledge of science and mathematics through the engineering design process (Ting, 2016). Unlike traditional knowledge-based education, STEM aims to produce solutions to real-life problems with an interdisciplinary approach and emphasizes authentic experiences (Lau & Jong, 2022). With these characteristics, STEM education not only imparts knowledge to students but also provides structures in which they can use this knowledge productively, thereby forming the foundation of authentic learning environments.

STEM-based activities are in-school or out-of-school activities that combine science and mathematics lessons with engineering and technology to seek a solution to a problem situation taken from daily life and eventually present a product-oriented process (Bybee, 2010). Based on this definition, in this study, STEM-based activities were defined as a product-oriented process that combines science and mathematics lessons with engineering and technology to seek solutions to real-world problems. In line with this definition, some basic features that STEM activities should have were identified. The first of these is that problem-solving is at the center of STEM education. STEM-based learning is usually shaped around a problem (Li et al., 2019; Priemer et al., 2019). Therefore, STEM activities need to involve a problem situation, and students should be encouraged to use analytical and creative thinking skills to solve this problem. The second key feature is that students take an active role in this process. STEM activities aim to develop problem-solving skills by enabling students to do hands-on work using simple materials (Leung, 2020). In this process, students experience learning by actively participating and produce concrete products at the end of the process. The third feature is that STEM activities encourage the transition to student-centered learning environments. These activities should be designed to support students' acquisition of essential 21st-century skills such as complex problem-solving and teamwork (Salonen et al., 2017; Struyf et al., 2017). Student-centered learning environments enable students to discover and apply knowledge by playing an active role in the learning process rather than passively receiving information (Aydın et al., 2023). Accordingly, it is important that STEM activities are designed in a way that enables students to contribute to the learning process through both individual and group work.

Although STEM activities have high educational potential, there are various structural and pedagogical challenges for both teachers and students in classroom implementations.However, current classroom structures do not allow students to encounter complex problems or develop different options for solutions (Kirschner et al., 2006; Collins & Halverson, 2010). It does not seem possible for teachers who have adopted the traditional education approach and are not ready for the interdisciplinary approach to effectively structure STEM practices (Margot & Kettler, 2019). Accordingly, teachers need to specialize in both disciplinary knowledge and skills and interdisciplinary teaching in order to adopt interdisciplinary approaches in STEM teaching (Johnson & Czerniak, 2023). This necessitates teachers to reorganize and restructure their classroom activities according to the STEM perspective (Lau & Jong, 2023). However, teachers face various challenges in the process of designing and implementing STEM activities. Among these challenges, process management, lack of pedagogical equipment, determination of evaluation criteria, originality, and physical conditions stand out (Karadaş, 2021; Kaya et al., 2020; Kurtuluş et al., 2017; Türk & Duran, 2021). Considering that these difficulties can also be experienced by pre-service teachers, it is important to examine the support mechanisms for pre-service teachers to overcome the difficulties they face in the process of designing STEM activities. The reason for conducting this study on pre-service teachers rather than teachers is that pre-service teachers can adapt to new technologies more easily and exhibit a more flexible approach to integrating these tools into their learning processes since their professional habits are not yet fully established. For example, in a study conducted by Dinc (2019), the perceptions of pre-service teachers regarding technology integration and the challenges they encountered were examined. The study indicated that pre-service teachers generally viewed technology integration as a supportive tool for instruction and exhibited positive attitudes toward it. However, they also reported various obstacles to technology integration, including lack of time, insufficient equipment,

and inadequate skills. In addition, early interaction of pre-service teachers with AI-supported tools during their education process will contribute to their awareness and skill development on how these technologies can be integrated into pedagogical practices. These gains are thought to support their ability to design more creative and effective activities in areas such as STEM education when they enter their professional lives. Therefore, this study provides a valuable basis for strengthening pre-service teachers' preparations for future teaching practices and better understanding the potential contributions of artificial intelligence technologies to the integration of educational processes. In this context, considering the studies in the literature and the guidance skills of ChatGPT, this study aims to reveal how ChatGPT-4o guides pre-service teachers who have no experience in designing STEM activities, the suitability of the designed activities to STEM understanding, and the quality of the guidance services provided for pre-service teachers' requests related to STEM activities. In this context, the sub-problems of the study were determined as follows:

- What are the suitability levels of STEM activities designed by pre-service teachers using ChatGPT-4o without having knowledge of prompt engineering in terms of 'STEM Learning Environment', 'Student Engagement', 'STEM Content and Applications' and 'STEM Connections' themes?
- What are the suitability levels of the STEM activities designed by pre-service teachers using ChatGPT-4o with their knowledge of prompt engineering in terms of 'STEM Learning Environment', 'Student Engagement', 'STEM Content and Applications' and 'STEM Connections' themes?

Method

Research Model

In this study, the case study method, one of the qualitative research approaches, was used. Case study is a method preferred when a detailed examination is desired on a subject that needs to be explored and interpreted (Creswell, 2021). This model provides an in-depth examination of a limited situation within a specific context in the research process. In this study, since the aim is to conduct a detailed analysis of pre-service teachers' experiences with ChatGPT-4o during the STEM activity design process, the context—focusing on the use of a specific artificial intelligence tool within a limited sample group—necessitated the use of a case study design.

Study Group

The study group research consists of 4th-grade elementary mathematics teaching students studying at a university in southern Turkey. The selection of the study group was influenced by the fact that these students were at the closest level to starting the teaching profession and that they would step into their professional lives in the following year. Accordingly, the purposive sampling method was used in the study. Purposive sampling is a sampling method that enables the selection of individuals who will provide a wealth of information for a specific purpose (Patton, 2018).

Within the scope of the research, in order to examine the experiences of pre-service teachers who had no experience with ChatGPT-4o regarding the processes of designing STEM activities, a total of 7 pre-service teachers, four girls, and three boys, were selected at the 4th-grade level. Although these pre-service teachers had superficial knowledge about STEM activities, they did not take a STEM-related course and did not have any experience in designing activities. In addition, it was determined that the pre-service teachers had knowledge about the ChatGPT chatbot but had not interacted with this tool before. This made the participants of the study an ideal group to evaluate the guidance potential of ChatGPT-4o in the process of designing STEM activities

Data Collection Tools

ChatGPT-4o

The data collection tool of the research is ChatGPT, an artificial intelligence chatbot developed by OpenAI. In this study, the most advanced version of ChatGPT, GPT-4o, is used. The choice of this latest version of ChatGPT is important to ensure timeliness and accuracy in the data collection process. GPT-4o,

with its ability to provide detailed and creative content in response to user prompts, provides a data source that meets the basic needs of the research. The ChatGPT-4o version stands out with its higher accuracy rate, improved context tracking, and enhanced capacity to generate interdisciplinary content compared to previous versions (Loock & Holt, 2024). Therefore, the preference for using ChatGPT-4o in this study aims to support pre-service teachers with a contemporary and powerful digital tool.

STEM Activity Evaluation Form

It is a measurement tool developed by Okul and Oguz-Unver (2021) based on four main categories and eleven sub-themes. This form was designed to assess and analyze the key elements of STEM activities. The first main theme, STEM learning environment, focuses on the organization of the space and materials in which the activities will take place and includes the sub-themes of organization and materials. The second main theme, student engagement, addresses the relationship of activities to learning objectives, student involvement and assessment processes. The third main theme, STEM content and practices, covers the interdisciplinary nature of STEM, scientific inquiry and practices. The last main theme, STEM connections, evaluates the relationship of the activities with real-life problems and their contribution to the development of 21st century skills. The 29 items determined in line with these themes were scored and evaluated by the researchers with a 4-point (0-3) rubric.

This form was applied to two different STEM activities in the pilot study and as a result of the observations made by two researchers, the inter-rater reliability values were calculated as 89% and 93%, respectively. These high values indicate that the form is a reliable measurement tool (Miles & Huberman, 1994). The form targets STEM education researchers and practitioners/teachers. By using this form, users can observe and evaluate STEM activities and reveal the strengths and weaknesses of the activities. In this way, the limits and strengths of STEM activities can be identified, and improvements can be made in practices.

Data Collection

The ethical approval required for the conduct of this study was obtained from Çukurova University Social and Human Sciences Scientific Research and Publication Ethics Committee. Ethics committee permission was granted with the decision dated 07.01.2025 and numbered E.1200122. The activities were carried out in a classroom setting within the university using the researcher's personal laptop. A brief technical rehearsal was conducted prior to the implementation. Access to ChatGPT-4o was tested, and necessary precautions were taken for data recording. Therefore, no technical issues were encountered during the implementation process. To ensure confidentiality, the pre-service teachers participating in the study were coded as S1, S2, …, S7. The data were collected in the fall semester of the 2024-2025 academic year. The inexperienced status of the pre-service teachers participating in the study was first analyzed in a natural context. At this stage, pre-service teachers were asked to design STEM activities using ChatGPT under their own guidance without any prompt engineering information. The designed activities were recorded by the researcher

In the second stage, pre-service teachers were given information about prompt engineering by the researcher during five lessons. In these lessons, the basic steps of demand engineering were explained to pre-service teachers as follows:

- Defining a role in ChatGPT (Contact component)

In this step, it was explained that the pre-service teachers should clearly specify the role they wanted the ChatGPT to assume. For example, they could ask ChatGPT to act as a STEM expert, an activity planner or a math teacher. This ensures that the ChatGPT generates its responses in the right context and in a targeted manner.

- Clear and unambiguous expression of the tasks to be given to ChatGPT (Task Component)

The pre-service teachers were told about the importance of defining the tasks to be given to ChatGPT in a detailed and clear way. For example, instead of saying "Design a STEM activity", details such as the

purpose of the activity, the age group of the students and the targeted learning outcomes should be added. This allows ChatGPT to focus on the details needed when designing the activity.

- Specifying the basic criteria for STEM activities (Context Component

In this step, it was explained that the categories of STEM learning environment, student engagement, STEM content and practices, and STEM connections, which are the basic components of STEM activities, should be clearly communicated to ChatGPT. For example, it was emphasized that elements such as the materials to be used in the activity, connections to real-world problems or how to ensure student participation should be clearly defined.

- Providing specific information such as grade level and outcomes when needed (Context Component)

It was explained that in order for the activities designed by ChatGPT to be suitable for the target group, the requirements in terms of grade level, outcomes, and curriculum should be clearly stated. For example, providing details such as "Design a STEM activity on data analysis for 6th grade students" enables ChatGPT to produce more focused and relevant content.

In the light of this information, the pre-service teachers were asked to design STEM activities using their knowledge of prompt engineering and the data generated in this process were recorded again. In the last stage, the activities designed by the pre-service teachers using their knowledge of prompt engineering were scored according to the "STEM Activity Evaluation Form".

Data Analysis

Since there were different numbers of items in the sub-themes in the STEM activity evaluation form, the researchers calculated an average score for each sub-theme by dividing the sum of the scores they gave to the items of each activity by the number of items in the relevant sub-theme. These average scores were used in accordance with the scoring criteria specified in the evaluation form to describe the sub-themes. The same method was applied for the general evaluation of the activities based on the main themes. Since the main theme consists of a different number of items, a separate average score was calculated for each main theme and the level of conformity of the designed activities to the main theme was determined according to these scores. The main reason for preferring this approach is the idea that the activities designed may have different levels of appropriateness in terms of themes. For example, one activity may be deemed appropriate for the "STEM Learning Environment" theme, while another activity may not be considered appropriate for this theme. It was thought that this detail could be overlooked when the activities were evaluated in general terms, and for this reason, it was deemed more appropriate to evaluate the activities on a theme basis. According to this form, the STEM activities that the pre-service teachers had ChatGPT design using their knowledge of prompt engineering were coded separately by two researchers and the coefficient of concordance between the coding was calculated. Discussions were held between the researchers for the activities that differed in the coding results and a consensus was reached for the final evaluation. This process was carried out to increase the reliability of the activity evaluations. The coefficient of agreement between the codings calculated as a result of the researchers' coding is 87%. This value shows that the form is a reliable measurement tool (Miles & Huberman, 1994).

Validity and Reliability

In qualitative research, validity and reliability are ensured based on criteria such as credibility, transferability and consistency (Lincoln & Guba, 1985). In this study, the experiences of pre-service teachers during their interactions with ChatGPT-4o were recorded by ChatGPT. In addition, the researcher took detailed notes during the observation of the preservice teachers and the activities. This approach increases the credibility of the research because it is possible to confirm the accuracy of the findings obtained by cross-checking the participants and the observed data.

In order to ensure the transferability of the study, the researcher explained the tasks of the pre-service teachers, the context and the conditions of the study in detail. This explanation allows other researchers

to assess the extent to which the results can be applied to their own studies or to other situations under similar conditions. Transferability requires a clear description of the selection of participants, the study setting and the research process.

Finally, the coherence of the research is supported by the adequate and detailed information provided about the research process and data analysis methods. This information allows other researchers to replicate the study or compare the results with similar studies. This approach ensures that the results of the study are reproducible and increases the reliability of qualitative research. The careful application of these criteria forms the cornerstones of validity and reliability in qualitative research practice.

Findings

This section presents the findings regarding the levels of appropriateness of the STEM activities that pre-service teachers designed ChatGPT-4o without prompt engineering knowledge and with prompt engineering knowledge. The findings were analyzed in the context of the categories and sub-themes in the STEM Activity Evaluation Form.

First, the activities were evaluated in terms of sub-themes (e.g., organization, materials, learning objectives, STEM disciplines and practices). Then, the relevance levels of the activities were analyzed in the context of the main themes (STEM learning environment, student activation, STEM content and practices, STEM connections) defined as a general framework of these sub-themes.

Findings for Determining the Appropriateness Levels of STEM Activities Designed by Pre-Service Teachers with ChatGPT-4o without Knowledge of Prompt Engineering

The average scores of the STEM activities designed by pre-service teachers using ChatGPT-4o without having knowledge of prompt engineering in terms of 'STEM Learning Environment', 'Student Engagement', 'STEM Content and Applications' and 'STEM Connections' themes and sub-themes are presented in Table 1.

Table 1

The Mean Scores of the STEM Activities Designed by Pre-service Teachers without Voluntary Engineering in Sub-themes

Theme	Sub-Theme	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
STEM Learning Environment	Organization	1	1	1	2	2	0	1
	Materials	3	2	2	3	3	2	2
Student Engagament	Learning Objectives	2	2	3	3	3	1	2
	Participation	2	2	1	1	2	1	2
	Engagement	3	1	2	1	2	1	1
	Evaluation	0	0	1	2	2	2	2
STEM Content and Applications	STEM Disciplines	2	0	0	1	2	1	1
	STEM Applications and Scientific Research	2	1	1	1	2	0	0
	Reflection	3	1	1	1	2	2	2
STEM Connections	Real Life Connections	3	1	0	0	3	1	1
	21st Century Skills and Attitudes	3	1	1	2	2	2	2

0: This feature never appeared in events

1: There is weak evidence that this feature is supported in the event

2: This feature is explicitly supported in the activity but not comprehensive enough

3: This feature is observed in the activity with strong and consist evidence

When Table 1 is analyzed, it is seen that in general, there is weak evidence that STEM activities designed by pre-service teachers support the characteristics identified in the sub-themes. Moreover, it is noteworthy that even when these features are present in some activities, they are not addressed comprehensively and in-depth enough. This situation shows that the activities designed by pre-service teachers without having knowledge of prompt engineering cannot fully meet the necessary qualifications in terms of STEM themes and sub-themes. However, in the sub-theme of "Materials", it was determined

that there was strong and consistent evidence regarding the suitability of materials in the activities designed by pre-service teachers. In the "Learning Objectives" sub-theme, it was evaluated whether the learning objectives specified in the activities designed by the pre-service teachers were compatible with the purpose of the activity, and it was seen that this feature was generally included in the activities but not comprehensive enough. On the other hand, it was concluded that the sub-themes of "STEM Disciplines" and "STEM Applications and Scientific Research" generally contained weak evidence and, in some cases, did not provide any evidence at all. Figure 1, Figure 2 and Figure 3 below show examples of the features for which strong and consistent evidence was observed in the sub-themes of the activities designed by the pre-service teachers with ChatGPT-4o. On the other hand, Figure 4, Figure 5, Figure 6, and Figure 7 show examples of activities in which the features specified in the sub-themes were not observed or weak evidence was provided.

Figure 1

An Example of the Materials Subtheme in the STEM Activity Designed by the Student Coded S4

Etkinlik Adı:

İsim Kartlarından STEM: Verileri Çizgi ve Sütun Grafiğine Dönüştürme

Etkinliğin Amacı:

Öğrenciler, gerçek hayatta veri toplama, organize etme ve grafiklere dönüştürme sürecini öğrenirler. Bu süreçte STEM'in temel unsurlarını kullanarak teknoloji (PhET), matematik (veri analizi), mühendislik (problemi görselleştirme), ve bilim (verilerle karar verme) becerilerini geliştirirler.

Hedef Kazanımlar:

1. Verileri düzenleme ve anlamlı bilgiye dönüştürme.
2. Çizgi ve sütun grafikleri oluşturma ve yorumlama.
3. STEM becerileriyle problem çözme ve analitik düşünme yeteneklerini geliştirme.
4. Teknolojiyi (PhET) grafik oluşturma sürecinde etkin kullanma.

Etkinlik Süresi:

40-50 dakika

Materyaller:

- İsim kartları (öğrencilerden en sevdikleri ders ve mevsimleri toplamak için)
- Bilgisayar/laptop/tablet (PhET simülasyonlarına erişim için)
- Akıllı tahta veya projeksiyon cihazı (sınıf sunumu için)
- Excel/Google Sheets (isteğe bağlı veri düzenleme için)

Etkinlik Aşamaları:

1. Veri Toplama (5-10 dakika)

1. İsim Kartlarının Dağıtılması:
   Öğrencilere isim kartları verilir ve şu iki soruyu cevaplamaları istenir:
   - "En sevdiğiniz ders nedir?"
   - "En sevdiğiniz mevsim nedir?"
2. Verilerin Toplanması:
   Tüm isim kartları toplanır ve sınıfın en sevdiği ders ve mevsime dair veriler sınıfta tartışılır.

2. Verilerin Düzenlenmesi (10 dakika)

1. Kategorilere Ayırma:
   Toplanan veriler sınıfın katılımıyla kategorilere ayrılır. Örnek:
   - Dersler: Matematik, Türkçe, Fen, İngilizce
   - Mevsimler: İlkbahar, Yaz, Sonbahar, Kış

English Translation

Activity Name:

Transforming Data on Name Cards into STEM Bar and Column Graphs

Purpose of the Activity

Students learn to collect real-life data, organise them, and transform them into charts and graphs.

Through this process, they develop technology (PHET), mathematics (data analysis), engineering (problem visualisation) and science (decision making with data) skills using the basic elements of STEM.

Learning Outcomes:

Convert data into meaningful and understandable visuals.

Creating and interpreting lines and graphs.

Developing problem solving and analytical thinking skills with STEM skills

Using technology (Phet) effectively in the graphing process

Event Duration:

40-50 minutes

Materials:

Name cards (to collect students' favourite lessons and seasons)

Computer/tablet (to access Phet simulations)

Smart board or projector (for class presentation)

Excel/Google Sheets (to organise optional data)

Activity Steps:

1. Data Collection (5 to 10 minutes)

1. Distributing Name Cards

Students are given name cards and asked to answer the following three questions:

"What is your favourite lesson?"

"What is your favourite season?"

2. Data Collection

Collect name cards and discuss the class' favourite lessons and seasons.

2. Organising the data (10 minutes)

1. Categorisation

The collected data are categorised with the participation of the class. Example:

Subjects : Maths, Turkish, Science, English

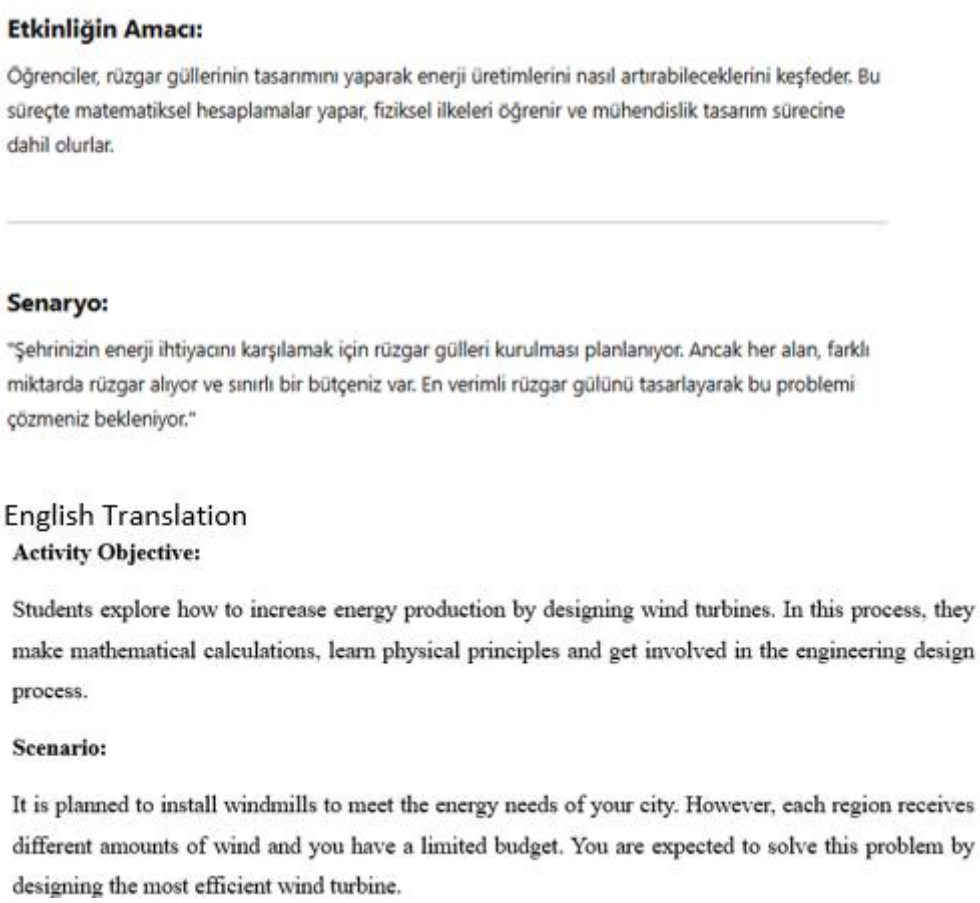
Seasons: Spring, Summer, Autumn, Winter

Figure 1 shows the STEM activity designed by the student-coded S4. In this activity, it was aimed for students to learn the processes of collecting, organizing and transforming data into graphs in real life. The materials used in the activity were determined in accordance with the realization of this purpose.

The materials included name cards created to identify students' favorite courses and seasons, a computer, laptop or tablet for collecting and organizing data, a smart board for presentation, and an Excel file for organizing data. These materials were found to be adequate and appropriate for achieving the objective of the activity. Therefore, the "materials" sub-theme was evaluated with 3 points in this activity. This shows that the materials used in the STEM activity design of the student-coded S4 were supportive of the learning objectives of the activity.

Figure 2

Example of the Subtheme of Interest in the STEM Activity Designed by Student Coded S1



Etkinliğin Amacı:

Öğrenciler, rüzgar güllerinin tasarımını yaparak enerji üretimlerini nasıl artırabileceklerini keşfeder. Bu süreçte matematiksel hesaplamalar yapar, fiziksel ilkeleri öğrenir ve mühendislik tasarım sürecine dahil olurlar.

Senaryo:

"Şehrinizin enerji ihtiyacını karşılamak için rüzgar gülleri kurulması planlanıyor. Ancak her alan, farklı miktarda rüzgar alıyor ve sınırlı bir bütçeniz var. En verimli rüzgar gülünü tasarlayarak bu problemi çözmeniz bekleniyor."

English Translation

Activity Objective:

Students explore how to increase energy production by designing wind turbines. In this process, they make mathematical calculations, learn physical principles and get involved in the engineering design process.

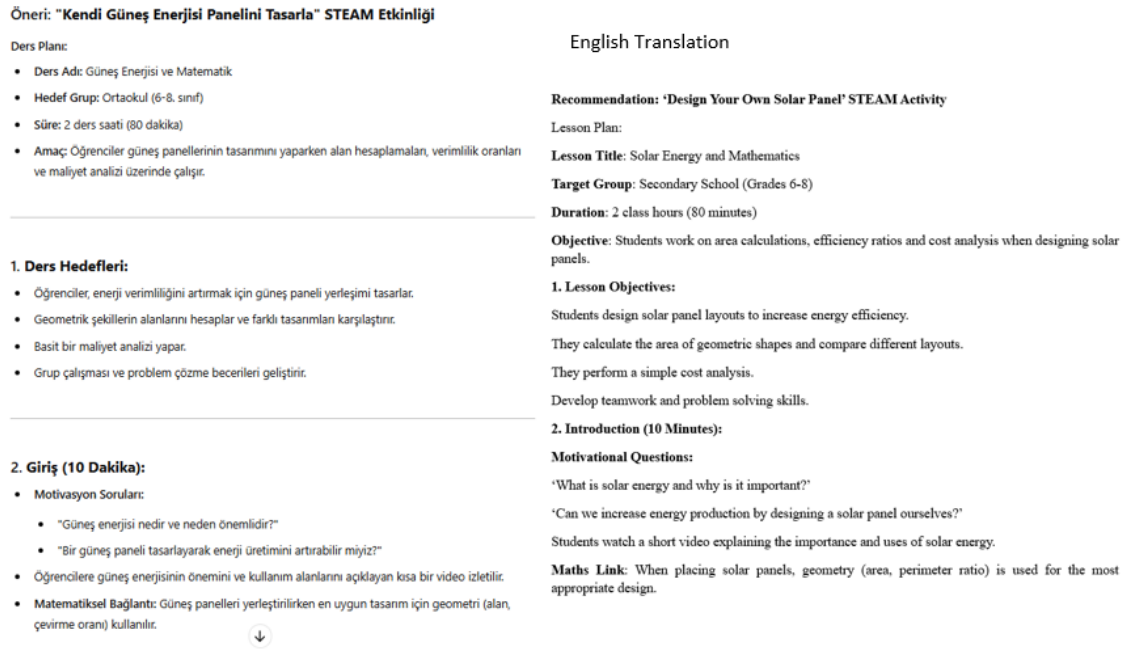
Scenario:

It is planned to install windmills to meet the energy needs of your city. However, each region receives different amounts of wind and you have a limited budget. You are expected to solve this problem by designing the most efficient wind turbine.

Figure 2 is presented as an example of the STEM activity designed by ChatGPT-4o for the student-coded S1. In this activity, students were expected to discover how to increase energy production by designing windmills. The activity scenario was created in a realistic context to capture students' attention and motivate them to engage in problem-solving. The scenario reads, "Windmills are planned to be installed to meet the energy needs of our city, but each area receives different amounts of wind, and you have a limited budget. You are expected to solve this problem by designing the most efficient windmill." The students were encouraged to use both their mental and manual skills. This activity is considered as an example with strong and consistent evidence in terms of the sub-theme "Caring". This activity, which brought together both abstract thinking skills and concrete practices such as designing, was found to be suitable for students' interest and active participation. Therefore, this activity received a high rating in the "Engagement" sub-theme

Figure 3

Example of the Real-Life Connections Subtheme in the STEM Activity Designed by Student Coded S5



Öneri: **"Kendi Güneş Enerjisi Panelini Tasarla" STEAM Etkinliği**

Ders Planı:

- **Ders Adı:** Güneş Enerjisi ve Matematik
- **Hedef Grup:** Ortaokul (6-8. sınıf)
- **Süre:** 2 ders saati (80 dakika)
- **Amaç:** Öğrenciler güneş panellerinin tasarımını yaparken alan hesaplamaları, verimlilik oranları ve maliyet analizi üzerinde çalışır.

1. **Ders Hedefleri:**

- Öğrenciler, enerji verimliliğini artırmak için güneş paneli yerleşimi tasarlar.
- Geometrik şekillerin alanlarını hesaplar ve farklı tasarımları karşılaştırır.
- Basit bir maliyet analizi yapar.
- Grup çalışması ve problem çözme becerileri geliştirir.

2. **Giriş (10 Dakika):**

- **Motivasyon Soruları:**
  - "Güneş enerjisi nedir ve neden önemlidir?"
  - "Bir güneş paneli tasarlayarak enerji üretimini artırabilir miyiz?"
- Öğrencilere güneş enerjisinin önemini ve kullanım alanlarını açıklayan kısa bir video izletilir.
- **Matematiksel Bağlantı:** Güneş panelleri yerleştirilirken en uygun tasarım için geometri (alan, çevirme oranı) kullanılır.

English Translation

Recommendation: 'Design Your Own Solar Panel' STEAM Activity

Lesson Plan:

Lesson Title: Solar Energy and Mathematics

Target Group: Secondary School (Grades 6-8)

Duration: 2 class hours (80 minutes)

Objective: Students work on area calculations, efficiency ratios and cost analysis when designing solar panels.

1. Lesson Objectives:

Students design solar panel layouts to increase energy efficiency.

They calculate the area of geometric shapes and compare different layouts.

They perform a simple cost analysis.

Develop teamwork and problem solving skills.

2. Introduction (10 Minutes):

Motivational Questions:

'What is solar energy and why is it important?'

'Can we increase energy production by designing a solar panel ourselves?'

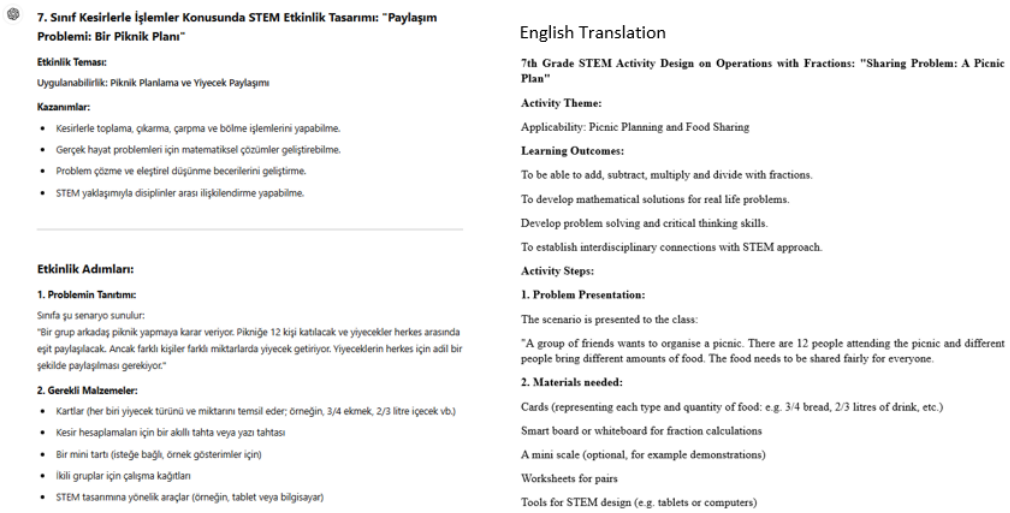
Students watch a short video explaining the importance and uses of solar energy.

Maths Link: When placing solar panels, geometry (area, perimeter ratio) is used for the most appropriate design.

Figure 3 is presented as an example of the STEM activity designed by ChatGPT-4o for the student-coded S5. In this activity, students were expected to design their own solar energy panels and compare these designs. The activity aims to increase students' awareness of renewable energy sources and raise their awareness of the concept of sustainability. The activity was evaluated as an example with strong and consistent evidence in terms of the "Real Life Connections" sub-theme. The design of solar energy panels is directly linked to the themes of energy problems and sustainability that are frequently encountered today. In particular, raising awareness about the importance of renewable energy sources increases the relevance of activity to real life. ChatGPT-4o's suggestion of such an activity made a significant contribution in terms of both raising awareness of current issues and active participation of students in STEM activities. Therefore, the activity received a high evaluation in the "Real Life Connections" sub-theme and draws attention as an exemplary application within the scope of STEM education.

Figure 4

Example of Organization Subtheme in the STEM Activity Designed by Student Coded S6



7. Sınıf Kesirlerle İşlemler Konusunda STEM Etkinlik Tasarımı: "Paylaşım Problemi: Bir Piknik Planı"

Etkinlik Teması:

Uygulanabilirlik: Piknik Planlama ve Yiyecek Paylaşımı

Kazanımlar:

- Kesirlerle toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini yapabilme.
- Gerçek hayat problemleri için matematiksel çözümler geliştirebilme.
- Problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirme.
- STEM yaklaşımıyla disiplinler arası ilişkilendirme yapabilme.

Etkinlik Adımları:

1. Problemin Tanıtımı:

Sınıfa şu senaryo sunulur:
"Bir grup arkadaş piknik yapmaya karar veriyor. Pikniğe 12 kişi katılacak ve yiyecekler herkes arasında eşit paylaşılacak. Ancak farklı kişiler farklı miktarlarda yiyecek getiriyor. Yiyeceklerin herkes için adil bir şekilde paylaşılması gerekiyor."

2. Gerekli Malzemeler:

- Kartlar (her biri yiyecek türünü ve miktarını temsil eder; örneğin, 3/4 ekmek, 2/3 litre içecek vb.)
- Kesir hesaplamaları için bir akıllı tahta veya yazı tahtası
- Bir mini tartı (isteğe bağlı, örnek gösterimler için)
- İkili gruplar için çalışma kağıtları
- STEM tasarımına yönelik araçlar (örneğin, tablet veya bilgisayar)

English Translation

7th Grade STEM Activity Design on Operations with Fractions: "Sharing Problem: A Picnic Plan"

Activity Theme:

Applicability: Picnic Planning and Food Sharing

Learning Outcomes:

To be able to add, subtract, multiply and divide with fractions.

To develop mathematical solutions for real life problems.

Develop problem solving and critical thinking skills.

To establish interdisciplinary connections with STEM approach.

Activity Steps:

1. Problem Presentation:

The scenario is presented to the class:

"A group of friends wants to organise a picnic. There are 12 people attending the picnic and different people bring different amounts of food. The food needs to be shared fairly for everyone.

2. Materials needed:

Cards (representing each type and quantity of food: e.g. 3/4 bread, 2/3 litres of drink, etc.)

Smart board or whiteboard for fraction calculations

A mini scale (optional, for example demonstrations)

Worksheets for pairs

Tools for STEM design (e.g. tablets or computers)

Figure 4 shows the activity designed by the student coded S6. This activity does not provide any evidence for the "Organization" sub-theme. The reason for this is that there is no information about organizing a suitable learning environment for the activity, the duration of the activity is not specified and there is no information about providing a systematic transition between sub-activities. Therefore, it was concluded that there was no evidence of information on the "Organization" sub-theme of the activity.

Figure 5

Example of Evaluation Subtheme in the STEM Activity Designed by Student Coded S2

Uygulama Adımları:

1. **Problem Durumu Anlatımı:**
   - Öğrencilere senaryo sunulur: "Bir ailenin 50 TL bütçesi var ve aşağıdaki ürünlerden alması gerekiyor:
     - 2 Şişe Su
     - 1 Sandviç
     - 3 Çikolata

     Harcama yaparken bütçeyi aşmamaya dikkat edin!"
2. **Hesaplama ve Strateji Geliştirme:**
   - Öğrenciler, verilen listeye göre gerekli hesaplamaları yapar:
     - Toplam maliyet hesaplanır.
     - Eğer bütçe aşılıyorsa, hangi ürünlerden vazgeçileceğine karar verilir.
3. **Sonuçların Sunumu:**
   - Her grup, alışveriş listesini ve harcama planını sınıfta sunar.
   - En verimli harcamayı yapan grup ödüllendirilir.

English Translation

Implementation Steps:

1. Explaining the Problem Situation:

Students are presented with the following scenario: "A family has a budget of 50 TL and needs to buy the following items:

• 2 Bottles of Water

• 1 Sandwich

• 3 Chocolates

Be careful not to exceed the budget while shopping!"

2. Calculation and Strategy Development:

Students make the necessary calculations according to the given list:

• Calculate the total cost.

• If the budget is exceeded, decide which items to give up.

3. Presentation of Results:

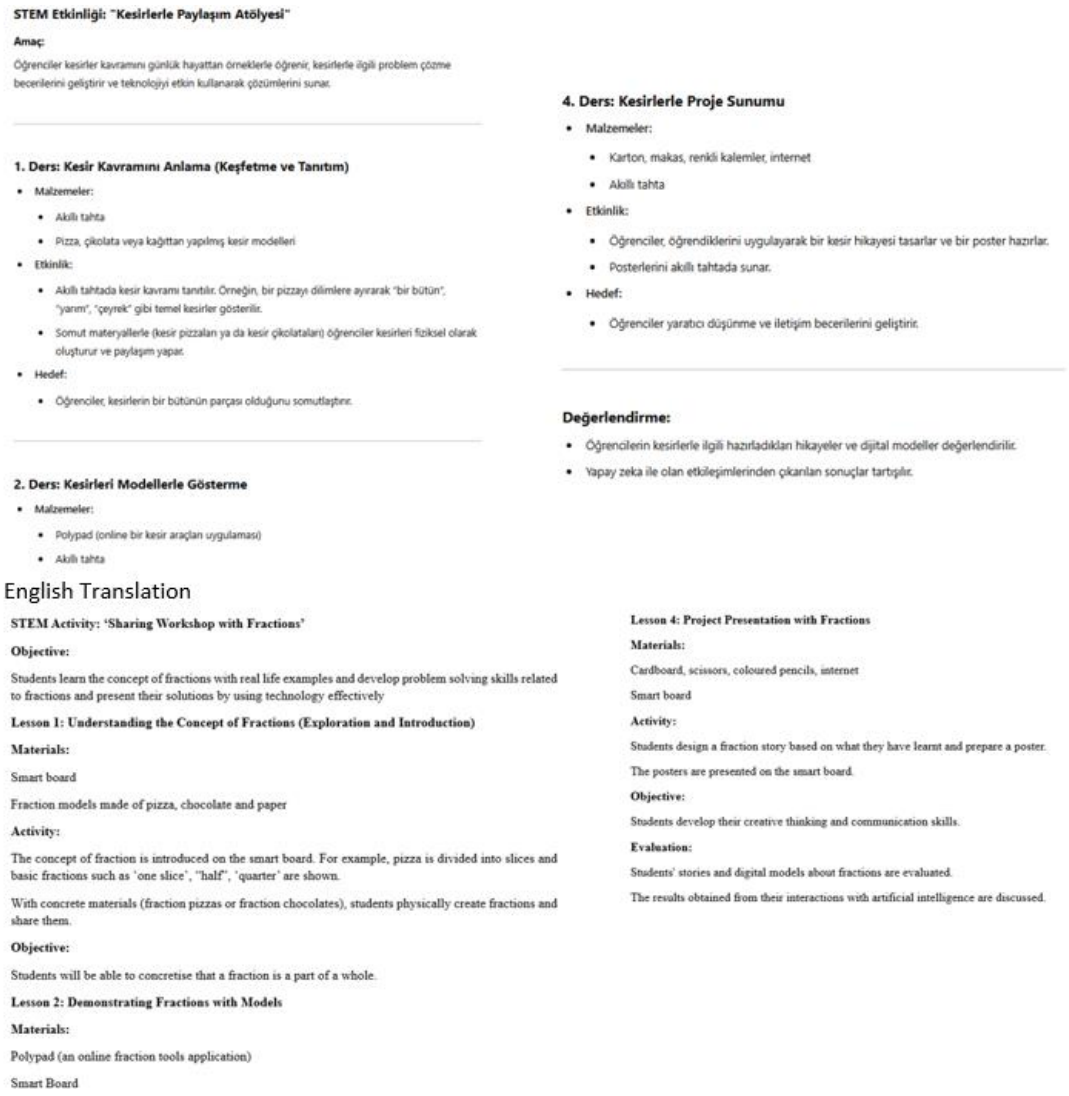
Each group presents their shopping list and spending plan to the class.

The group with the most efficient spending plan is rewarded.

Figure 5 shows the STEM activity designed by the student-coded S2 for the chatbot. It was determined that this activity did not contain any information about process-oriented measurement and evaluation techniques related to the "Evaluation" step. In the activity, only a result about making a presentation in the classroom and rewarding the group with the most efficient expenditure was stated. However, since sufficient criteria and scoring information for the evaluation of this result or process were not shared, it was concluded that the activity was not successful in terms of the "Evaluation" step of a STEM-oriented activity.

Figure 6

Example of STEM Applications and Scientific Research Subtheme in the STEM Activity Designed by Student Coded S7



STEM Etkinliği: "Kesirlerle Paylaşım Atölyesi"

Amaç:

Öğrenciler kesirler kavramını günlük hayattan örneklerle öğrenir, kesirlerle ilgili problem çözme becerilerini geliştirir ve teknolojiyi etkin kullanarak çözümlerini sunar.

1. Ders: Kesir Kavramını Anlama (Keşfetme ve Tanıtım)

- Malzemeler:
  - Akıllı tahta
  - Pizza, çikolata veya kağıttan yapılmış kesir modelleri
- Etkinlik:
  - Akıllı tahtada kesir kavramı tanıtılır. Örneğin, bir pizzayı dilimlere ayırarak "bir bütün", "yarım", "çeyrek" gibi temel kesirler gösterilir.
  - Somut materyallerle (kesir pizzaları ya da kesir çikolataları) öğrenciler kesirleri fiziksel olarak oluşturur ve paylaşım yapar.
- Hedef:
  - Öğrenciler, kesirlerin bir bütünün parçası olduğunu somutlaştırır.

2. Ders: Kesirleri Modellerle Gösterme

- Malzemeler:
  - Polypad (online bir kesir araçları uygulaması)
  - Akıllı tahta

4. Ders: Kesirlerle Proje Sunumu

- Malzemeler:
  - Karton, makas, renkli kalemler, internet
  - Akıllı tahta
- Etkinlik:
  - Öğrenciler, öğrendiklerini uygulayarak bir kesir hikayesi tasarlar ve bir poster hazırlar.
  - Posterlerini akıllı tahtada sunar.
- Hedef:
  - Öğrenciler yaratıcı düşünme ve iletişim becerilerini geliştirir.

Değerlendirme:

- Öğrencilerin kesirlerle ilgili hazırladıkları hikayeler ve dijital modeller değerlendirilir.
- Yapay zeka ile olan etkileşimlerinden çıkarılan sonuçlar tartışılır.

English Translation

STEM Activity: 'Sharing Workshop with Fractions'

Objective:

Students learn the concept of fractions with real life examples and develop problem solving skills related to fractions and present their solutions by using technology effectively

Lesson 1: Understanding the Concept of Fractions (Exploration and Introduction)

Materials:

Smart board

Fraction models made of pizza, chocolate and paper

Activity:

The concept of fraction is introduced on the smart board. For example, pizza is divided into slices and basic fractions such as 'one slice', "half", 'quarter' are shown.

With concrete materials (fraction pizzas or fraction chocolates), students physically create fractions and share them.

Objective:

Students will be able to concretise that a fraction is a part of a whole.

Lesson 2: Demonstrating Fractions with Models

Materials:

Polypad (an online fraction tools application)

Smart Board

Lesson 4: Project Presentation with Fractions

Materials:

Cardboard, scissors, coloured pencils, internet

Smart board

Activity:

Students design a fraction story based on what they have learnt and prepare a poster.

The posters are presented on the smart board.

Objective:

Students develop their creative thinking and communication skills.

Evaluation:

Students' stories and digital models about fractions are evaluated.

The results obtained from their interactions with artificial intelligence are discussed.

Figure 6 is given as an example of the STEM activity designed by the student coded S7. In this example, the sub-theme of STEM applications and scientific research was addressed, but it was observed that some features related to this theme were only partially included or not included at all in the activity.

In the context of the scientific research sub-theme, there was no information on criteria such as the activity encouraging students to deal with scientific problems, supporting evidence-based thinking skills, including data collection, analysis and interpretation skills, and allowing students to offer different solutions to a problem. However, the activity allowed students to express their ideas through project presentations, allowed them to conduct their own research, and partially allowed them to share their ideas and findings with their peers. However, when a general evaluation was made, it was not observed that the activity in question was at a sufficient level within the scope of STEM applications and scientific research sub-theme.

Figure 7

Example of Real-Life Connections Subtheme in the STEM Activity Designed by Student Coded S4

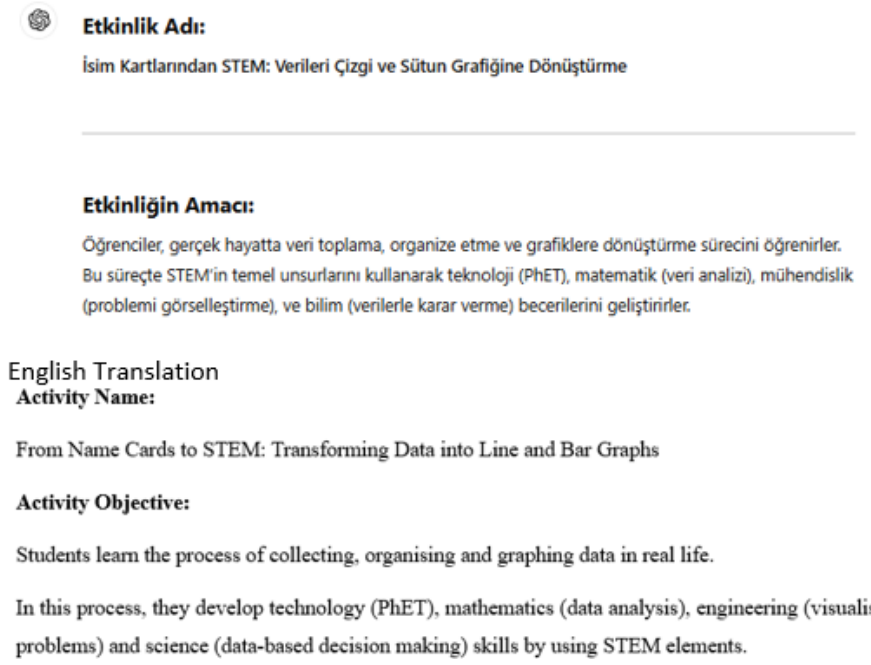


Figure 7 is given as an example of the STEM activity designed by the student-coded S4. However, this activity was not found sufficient in the sub-theme of "real-life connections". In this sub-theme criterion, the focus was on establishing a relationship with real life and making connections with problems or issues encountered in real life. Nevertheless, it was determined that the activity of creating a line or column graph from name cards did not offer a solution to a real-life problem.

For this reason, the activity was evaluated as a study designed to attract student interest but was deemed insufficient in terms of real-life connections.

As a result, it was determined that pre-service teachers designed STEM activities that did not include engineering design processes effectively when they interacted with ChatGPT-4o randomly without prompt engineering, and these activities showed differences in the level of appropriateness in sub-themes. In general, it was observed that the activities were presentation-oriented and although mathematical outcomes were emphasized, they were distanced from the real-life context. In addition, it was observed that the evaluation criteria and criteria were not clearly stated and that activity types that could be evaluated closer to the realistic mathematics education approach were designed

Table 1 and Figure 1-7 present the mean scores and the evidence for the sub-themes of the STEM activities designed by pre-service teachers without knowledge of demand engineering. Table 2, on the other hand, evaluates the appropriateness levels of the STEM activities designed by pre-service teachers without having knowledge of demand engineering within the framework of the main themes.

Table 2

Suitability Levels of STEM Activities Designed by Pre-Service Teachers without Knowledge of Inductive Engineering

Theme	Not Suitable	Partially Suitable	Fully Eligible
STEM Learning Environment	S_2 S_3 S_6 S_7	S_1 S_4	S_5
Student Engagement	S_2 S_6	S_1 S_3 S_4 S_5 S_7	
STEM Content and Applications	S_2 S_3 S_4 S_6 S_7	S_1 S_5	
STEM Connections	S_2 S_3 S_4 S_7	S_6	S_1 S_5

When Table 2 was examined, it was seen that the STEM activities designed by the pre-service teachers for ChatGPT-4o without having knowledge of prompt engineering were generally evaluated as "not suitable" or "partially suitable" in terms of main themes. In the analysis made in the context of the main themes, it was determined that the activities were inadequate, especially in terms of STEM content and practices. This situation shows that the integration between STEM disciplines and scientific inquiry processes is not sufficiently addressed in the activities. However, it can be said that the designed activities were more successful in ensuring student participation. This success is due to the fact that the activities were mostly designed based on group work. Group work encouraged students' active participation and increased opportunities for collaboration and interaction. However, these findings suggest that STEM activities should be designed in a more balanced way and more focus should be placed on STEM content and practices.

Findings for Determining the Appropriateness Levels of STEM Activities Designed by Prospective Teachers with Prompt Engineering with ChatGPT-4o

The average scores of the STEM activities designed by the pre-service teachers with the support of ChatGPT-4o using their knowledge of prompt engineering are presented in Table 3. The table evaluates the inclusion of the features specified in these sub-themes in the activities.

Table 3

The Mean Scores of the STEM Activities Designed by Pre-service Teachers with Prompt Engineering in Sub-themes

Theme	Sub-Theme	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
STEM Learning Environment	Organization	2	2	2	2	2	2	2
	Materials	2	3	2	2	2	3	2
Student Engagament	Learning Objectives	3	2	2	2	2	3	3
	Participation	2	2	2	2	2	2	2
	Engagement	3	1	2	1	2	3	3
	Evaluation	3	3	2	1	3	3	2
STEM Content and Applications	STEM Disciplines	2	1	2	1	1	3	2
	STEM Applications and Scientific Research	2	2	1	2	2	2	2
	Reflection	3	2	2	2	3	2	3
STEM Connections	Real Life Connections	3	2	1	1	2	3	3
	21st Century Skills and Attitudes	3	2	3	2	3	3	3

0: This feature never appeared in events
1: There is weak evidence that this feature is supported in the event
2: This feature is explicitly supported in the activity but not comprehensive enough
3: This feature is observed in the activity with strong and consist evidence

Table 3 shows the average scores of the STEM activities designed by pre-service teachers by applying prompt engineering from the sub-themes in the STEM Activity Evaluation Form. When Table 3 is analyzed, it is seen that the prompt engineering process provided more explicit support for the features specified in STEM activities. However, it is noteworthy that this support is not comprehensive enough and there are deficiencies in addressing the features in a holistic manner. In addition, it is noteworthy in Table 3 that although some pre-service teachers practiced prompt engineering, the features of STEM disciplines were supported with weak evidence in the activities. When evaluated in general, it is understood that prompt engineering increases the quality of STEM activities, but there is weak evidence from time to time regarding the features that should be included in the activities. This suggests that prompt engineering makes a significant contribution to the quality of STEM activities, but certain aspects need to be improved

Examples of positive contributions of prompt engineering to STEM activities are presented in Figure 8, Figure 9 and Figure 10. In these figures, positive aspects such as associating activities with real-life problems, integrating materials and STEM disciplines, and using process-oriented assessment techniques in assessment processes are presented as evidence. For example, the student coded S1, who had no evidence (0 points) related to the evaluation subcategory in her activity before receiving prompt engineering training, scored 3 points in the same category in the activity she created after the prompt engineering training. On the other hand, examples of situations where prompt engineering is needed more are shown in Figure 11 and Figure 12. In these figures, it was observed that the activities had inadequacies especially in areas such as integration of STEM disciplines, more comprehensive coverage of engineering skills, and the sub-theme of engagement. This situation reveals that prompt engineering should be applied more effectively and accurately in activity design.

Figure 8

Example of the Evaluation Subtheme in the STEM Activity Designed by Student Coded S1 with Prompt Engineering



3. Prototip Geliştirme (30 dakika)

- Amaç: Öğrencilerin matematiksel hesaplamalarına dayalı bir su deposu modeli tasarlamaları.
- Nasıl Yapılır?
  1. **Hesaplama:** Gruplar oran ve orantıyı kullanarak haftalık su tüketimini hesaplar. Örneğin:
     - Eğer bir ev günde 150 litre su tüketiyorsa, 7 günde ne kadar tüketir? litre.
  2. **Tasarım:** Gruplar, karton, plastik şişeler, ya da LEGO parçaları gibi malzemeler kullanarak hesapladıkları kapasiteye uygun bir su deposu modeli oluşturur.
  3. **Test:** Modellerini su (temsil olarak renkli suj ile doldurup kapasitelerini test ederler.

4. Sunum ve Değerlendirme (25 dakika)

- Amaç: Grupların tasarımlarını sunması ve birbirlerinden öğrenmeleri.
- Nasıl Yapılır?
  1. Her grup, tasarımlarını ve hesaplamalarını sınıfa sunar.
  2. Diğer gruplar tasarım hakkında sorular sorar ve geri bildirim verir.
  3. En yaratıcı ve doğru tasarım için sınıfça bir değerlendirme yapılır.

Değerlendirme Soruları

Kavrama Soruları

1. Bir mahallede 40 ev var ve her ev günde 250 litre su tüketiyor. 1 haftalık toplam su tüketimi ne kadardır?
2. 5 ev, 3 günde toplam 450 litre su tüketiyor. 10 ev aynı sürede ne kadar su tüketir?

Uygulama Soruları

1. 1 litre suyun maliyeti 2 TL ise, 50 evin günlük su tüketim maliyeti ne kadardır?
2. Bir mahallede 8 ev, 6 günlük toplam 960 litre su tüketiyor. Aynı mahallede 20 ev varsa, 6 günlük toplam su tüketimi ne olur?

Analiz ve Yorumlama Soruları

1. Su deposunun kapasitesi, bir mahalledeki toplam günlük tüketimin 1.5 katı olarak belirlenmiştir. Eğer mahallede 20 ev varsa ve her ev günde 300 litre tüketiyorsa, bu mahalledeki su deposunun kapasitesini hesaplayın.
2. Grup çalışmasında bir su deposu tasarımı yaptınız. Gerçek kapasitenin planlanan kapasiteden az olduğunu fark ettiniz. Tasarımı nasıl geliştirirsiniz?

Grup Değerlendirme Soruları

- Tasarım sırasında grup çalışması nasıldı? Hangi aşamalarda zorlandınız?
- Matematiksel hesaplamalarınız, tasarımınızı nasıl etkiledi?

English Translation

3. Prototype Development (30 minutes)

Objective: Students design a water tank model based on mathematical calculations

How to do it?

Calculation: Groups calculate weekly water consumption using the ratio Pe proportion. For example:

If a person uses 150 litres of water per day, how many litres are needed in 7 days?

Design: Using materials such as cardboard, plastic bottles or LEGO pieces, groups create a model of a water tank that matches the calculated capacity.

Test: They fill the models with water and test their capacity

4. Presentation and Evaluation (25 minutes)

Objective: Students present their designs and learn from each other

How to do it?

Each group presents their designs and calculations to the class.

Other groups ask questions about the design and give feedback.

A class evaluation is made for the most creative and accurate design.

Assessment Questions

Comprehension Questions

There are 60 houses in a neighbourhood and each house uses 250 litres of water per day. What is the total weekly water consumption?

5 houses consume 450 litres of water in 3 days. How much water does 10 houses consume in the same period?

Application Questions

If the cost of 1 litre of water is 2 TL, what is the daily water consumption cost of 50 houses?

In a neighbourhood, 3 houses consume 960 litres of water in 6 days. If there are 20 houses in the same neighbourhood, what is the total water consumption for 6 days?

Analysis and Interpretation Questions

The capacity of the water tank is determined as 1.5 times the total daily consumption in a neighbourhood. If there are 20 houses in the neighbourhood and each house consumes 100 litres per day, calculate the capacity of the water tank in this neighbourhood.

You have designed a water tank in group work and realised that the actual capacity is less than the planned capacity. How would you improve the design?

Group Evaluation Questions

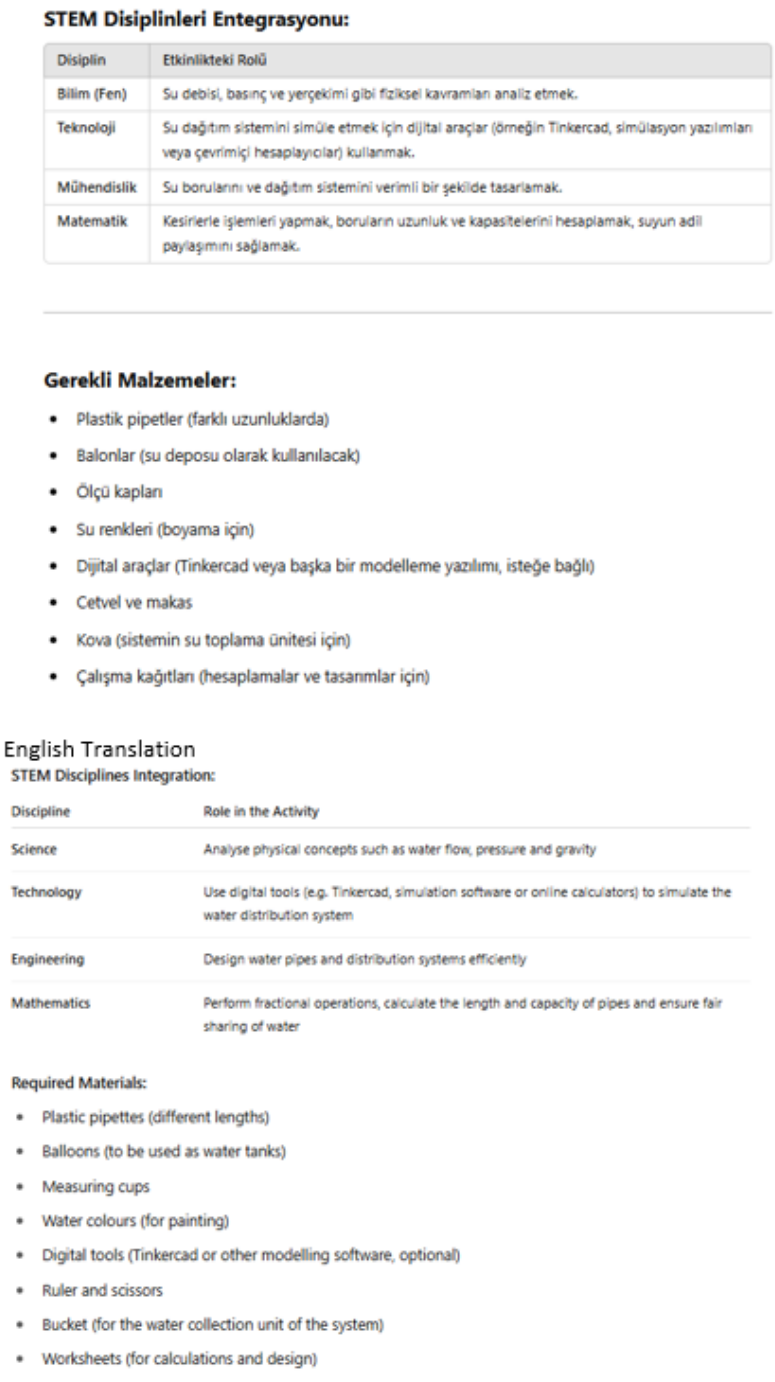
How was the group work during the design? At which stages did you have difficulties?

How did the mathematical calculations affect your design?

Figure 8 shows the evaluation section of the STEM activity designed by student S1 using prompt engineering. When Figure 8 was examined, it was seen that the activity both adopted a presentation-oriented evaluation approach and included various evaluation questions such as comprehension, application, analysis, interpretation and group evaluation. Due to these features, it was accepted that the evaluation step included process-oriented measurement and evaluation techniques.

Figure 9

An Example of Materials and STEM Disciplines Subtheme in the STEM Activity Designed by Student Coded S2 with Prompt Engineering



STEM Disiplinleri Entegrasyonu:

Disiplin	Etkinlikteki Rolü
Bilim (Fen)	Su debisi, basınç ve yerçekimi gibi fiziksel kavramları analiz etmek.
Teknoloji	Su dağıtım sistemini simüle etmek için dijital araçlar (örneğin Tinkercad, simülasyon yazılımları veya çevrimiçi hesaplayıcılar) kullanmak.
Mühendislik	Su borularını ve dağıtım sistemini verimli bir şekilde tasarlamak.
Matematik	Kesirlerle işlemleri yapmak, boruların uzunluk ve kapasitelerini hesaplamak, suyun adil paylaşımını sağlamak.

Gerekli Malzemeler:

- Plastik pipetler (farklı uzunluklarda)
- Balonlar (su deposu olarak kullanılacak)
- Ölçü kapları
- Su renkleri (boyama için)
- Dijital araçlar (Tinkercad veya başka bir modelleme yazılımı, isteğe bağlı)
- Cetvel ve makas
- Kova (sistemin su toplama ünitesi için)
- Çalışma kağıtları (hesaplamalar ve tasarımlar için)

English Translation

STEM Disciplines Integration:

Discipline	Role in the Activity
Science	Analyse physical concepts such as water flow, pressure and gravity
Technology	Use digital tools (e.g. Tinkercad, simulation software or online calculators) to simulate the water distribution system
Engineering	Design water pipes and distribution systems efficiently
Mathematics	Perform fractional operations, calculate the length and capacity of pipes and ensure fair sharing of water

Required Materials:

- Plastic pipettes (different lengths)
- Balloons (to be used as water tanks)
- Measuring cups
- Water colours (for painting)
- Digital tools (Tinkercad or other modelling software, optional)
- Ruler and scissors
- Bucket (for the water collection unit of the system)
- Worksheets (for calculations and design)

Figure 9 shows the integration of parts of the STEM activity designed by the student coded "S2" using prompt engineering, including materials and STEM disciplines. When the figure is analyzed, it is seen that the material sub-theme of the activity is considered to be sufficient because materials compatible with the learning objectives are used and the materials required for the activity are available.

When evaluated in terms of STEM disciplines, the activity was found to be successful due to criteria such as emphasizing four different STEM disciplines: science, technology, engineering and mathematics, including these integrations, and including the engineering design process by designing a distribution system with water pipes. In addition, the fact that it prioritizes activity creation shows that the activity is at a sufficient level in the STEM disciplines sub-theme.

Figure 10

Example of the Real-Life Connections Subtheme Designed by Student Coded S7 with Prompt Engineering

STEM Etkinliği: Su Taşıma Problemi (4 Ana Disiplin Entegrasyonu)

Kapsam: 3. sınıf öğrencilerine yönelik, 4 ders saatinde tamamlanacak bir STEM etkinliği.
Amaç: Öğrencilerin, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini kullanarak günlük bir problemi çözmelerini sağlamak.
Problem Durumu: Köyde yaşayan bir grup insanın su ihtiyaçlarını karşılamak için, su kaynağından evlerine en verimli şekilde su taşınması gerekiyor.

Etkinlik Süreci ve Detayları:

1. Ders: Problem Tanımı ve Fen Disiplini

Amaç: Su taşıma problemini tanımlamak ve fen bilgisiyle sorunun doğasını anlamak.

1. **Giriş (10 dakika):**
   - Öğretmen, akıllı tahtada bir köy görseli gösterir.
     - "Bu köyde su kaynağı köyün dışında. Köyde yaşayan insanlar, suyu evlerine taşımak için nasıl bir sistem geliştirebilir?"
   - Öğrencilerden problemin doğasını tartışmaları istenir.
2. **Fen Bilgisi Entegrasyonu (25 dakika):**
   - Su döngüsü kısa bir animasyon ile anlatılır. Su kaynaklarının neden sınırlı olduğu ve doğru kullanılmasının önemi vurgulanır.
   - Su taşımanın fiziksel yönleri incelenir:
     - "Yer çekimi su taşımada nasıl kullanılır?"
     - "Suyun hareket etmesi için basınç nasıl oluşturulur?"

English Translation

STEM Activity: Water Transport Problem (Integration of 4 Main Disciplines)

Scope: A STEM activity designed for 3rd grade primary school students to be completed in 4 class hours.

Objective: To enable students to solve a daily problem by using science, maths, engineering and technology disciplines in an integrated way.

Problem Statement: A group of people living in a village need to carry water from the water source to their homes in the most efficient way to meet their water needs.

Activity Process and Details:

Lesson 1: Defining the Problem and Science Discipline

Objective: To define the water transport problem and understand the nature of the problem through science.

1.Introduction (10 minutes):

The teacher shows an image of a village on the smart board.

- "In this village, the water source is outside the village. How can people living in the village develop a system to transport water to their homes?

- Students are asked to discuss the nature of the problem.

2.Science Integration (25 minutes):

The water cycle is explained with a short animation. Why water resources are limited and the importance of proper use are emphasised.

The physical aspects of water transport are examined:

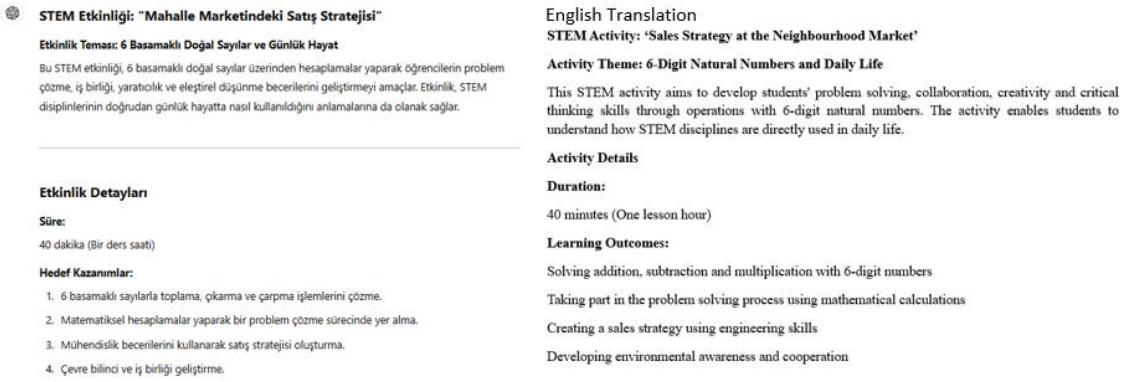
- 'How is gravity used to move water?'

- 'How is pressure created to move water?'

Figure 10 shows the evaluation part of the "real life connections" section of the STEM activity designed by the student coded "S7" using prompt engineering. When the figure is examined, a problem situation in which water should be transported from the water source to the houses in the most efficient way in order to meet the water needs of a group of people living in a village is discussed in the activity. This problem is considered as a situation directly related to real life. Therefore, this part of the activity was found sufficient in terms of real-life connections.

Figure 11

Example of the Subtheme of Caring Designed by Student Coded S2 with Prompt Engineering



STEM Etkinliği: "Mahalle Marketindeki Satış Stratejisi"

Etkinlik Teması: 6 Basamaklı Doğal Sayılar ve Günlük Hayat

Bu STEM etkinliği, 6 basamaklı doğal sayılar üzerinden hesaplamalar yaparak öğrencilerin problem çözme, iş birliği, yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Etkinlik, STEM disiplinlerinin doğrudan günlük hayatta nasıl kullanıldığını anlamalarına da olanak sağlar.

Etkinlik Detayları

Süre:

40 dakika (Bir ders saati)

Hedef Kazanımlar:

1. 6 basamaklı sayılarla toplama, çıkarma ve çarpma işlemlerini çözme.
2. Matematiksel hesaplamalar yaparak bir problem çözme sürecinde yer alma.
3. Mühendislik becerilerini kullanarak satış stratejisi oluşturma.
4. Çevre bilinci ve iş birliği geliştirme.

English Translation

STEM Activity: 'Sales Strategy at the Neighbourhood Market'

Activity Theme: 6-Digit Natural Numbers and Daily Life

This STEM activity aims to develop students' problem solving, collaboration, creativity and critical thinking skills through operations with 6-digit natural numbers. The activity enables students to understand how STEM disciplines are directly used in daily life.

Activity Details

Duration:

40 minutes (One lesson hour)

Learning Outcomes:

Solving addition, subtraction and multiplication with 6-digit numbers

Taking part in the problem solving process using mathematical calculations

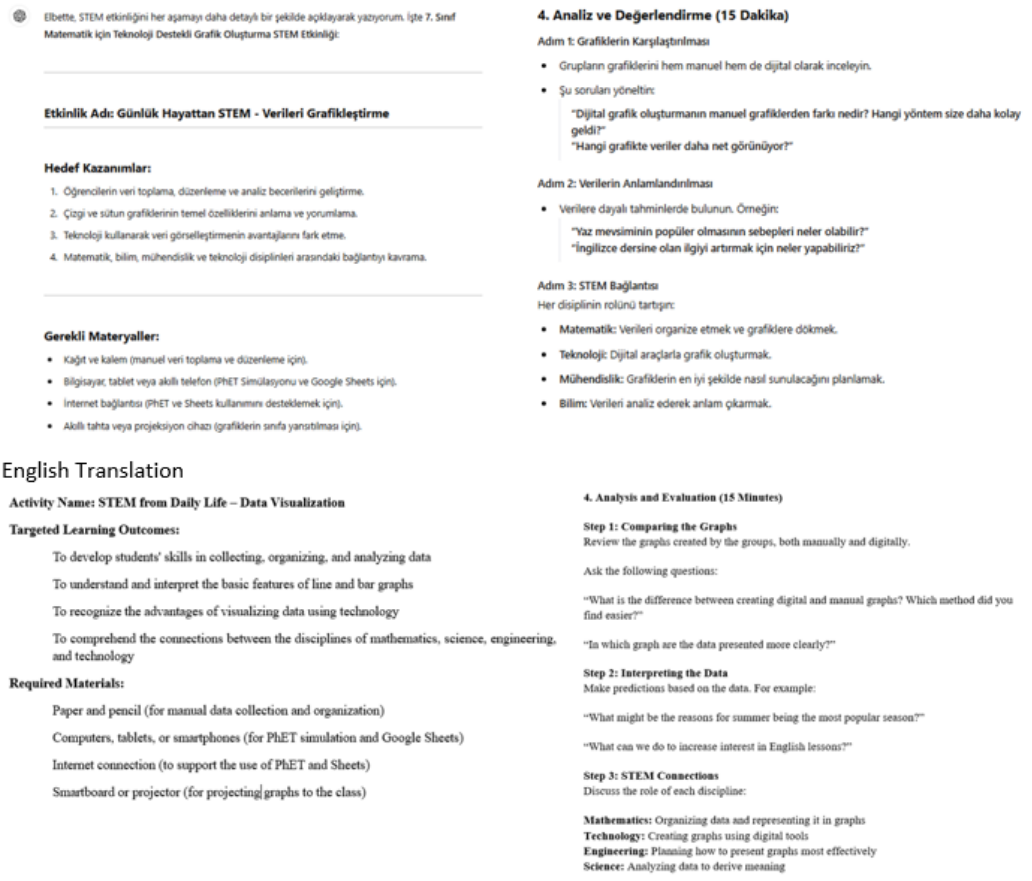
Creating a sales strategy using engineering skills

Developing environmental awareness and cooperation

Figure 11 shows the evaluation of the sub-theme of "being interested" in the STEM activities designed by the student-coded S2 using prompt engineering. In the sub-theme of interest, the criterion of whether the activity includes both mental and manual skills was taken into consideration. When the activity in Figure 11 is examined, it is seen that it is based on developing a sales strategy in a neighborhood market. However, this activity does not contain any content related to manual skills and can be solved mentally only with simple strategies. Therefore, the activity was evaluated as an activity supported by weak evidence in terms of features in the "caring" dimension.

Figure 12

Example of STEM Disciplines and Real-Life Connections Subtheme Designed by Student Coded S4 with Prompt Engineering



Elbette, STEM etkinliğini her aşamayı daha detaylı bir şekilde açıklayarak yazıyorum. İşte 7. Sınıf Matematik için Teknoloji Destekli Grafik Oluşturma STEM Etkinliği:

Etkinlik Adı: Günlük Hayattan STEM - Verileri Grafikleştirme

Hedef Kazanımlar:

1. Öğrencilerin veri toplama, düzenleme ve analiz becerilerini geliştirme.
2. Çizgi ve sütun grafiklerinin temel özelliklerini anlama ve yorumlama.
3. Teknoloji kullanarak veri görselleştirmenin avantajlarını fark etme.
4. Matematik, bilim, mühendislik ve teknoloji disiplinleri arasındaki bağlantıyı kavrama.

Gerekli Materyaller:

- Kağıt ve kalem (manuel veri toplama ve düzenleme için).
- Bilgisayar, tablet veya akıllı telefon (PhET Simülasyonu ve Google Sheets için).
- İnternet bağlantısı (PhET ve Sheets kullanımını desteklemek için).
- Akıllı tahta veya projeksiyon cihazı (grafiklerin sınıfa yansıtılması için).

4. Analiz ve Değerlendirme (15 Dakika)

Adım 1: Grafiklerin Karşılaştırılması

- Grupların grafiklerini hem manuel hem de dijital olarak inceleyin.
- Şu soruları yöneltin:
  - "Dijital grafik oluşturmanın manuel grafiklerden farkı nedir? Hangi yöntem size daha kolay geldi?"
  - "Hangi grafikte veriler daha net görünüyor?"

Adım 2: Verilerin Anlamlandırılması

- Verilere dayalı tahminlerde bulunun. Örneğin:
  - "Yaz mevsiminin popüler olmasının sebepleri neler olabilir?"
  - "İngilizce dersine olan ilgiyi artırmak için neler yapabiliriz?"

Adım 3: STEM Bağlantısı

Her disiplinin rolünü tartışın:

- **Matematik:** Verileri organize etmek ve grafiklere dökmek.
- **Teknoloji:** Dijital araçlarla grafik oluşturmak.
- **Mühendislik:** Grafiklerin en iyi şekilde nasıl sunulacağını planlamak.
- **Bilim:** Verileri analiz ederek anlam çıkarmak.

English Translation

Activity Name: STEM from Daily Life – Data Visualization

Targeted Learning Outcomes:

To develop students' skills in collecting, organizing, and analyzing data

To understand and interpret the basic features of line and bar graphs

To recognize the advantages of visualizing data using technology

To comprehend the connections between the disciplines of mathematics, science, engineering, and technology

Required Materials:

Paper and pencil (for manual data collection and organization)

Computers, tablets, or smartphones (for PhET simulation and Google Sheets)

Internet connection (to support the use of PhET and Sheets)

Smartboard or projector (for projecting graphs to the class)

4. Analysis and Evaluation (15 Minutes)

Step 1: Comparing the Graphs
Review the graphs created by the groups, both manually and digitally.

Ask the following questions:

"What is the difference between creating digital and manual graphs? Which method did you find easier?"

"In which graph are the data presented more clearly?"

Step 2: Interpreting the Data
Make predictions based on the data. For example:

"What might be the reasons for summer being the most popular season?"

"What can we do to increase interest in English lessons?"

Step 3: STEM Connections
Discuss the role of each discipline:

Mathematics: Organizing data and representing it in graphs
Technology: Creating graphs using digital tools
Engineering: Planning how to present graphs most effectively
Science: Analyzing data to derive meaning

Figure 12 shows the STEM activity designed by the student coded "S4" using prompt engineering, and the activity was presented as evidence for the evaluation of the sub-themes of "STEM disciplines" and "real life connections." When Figure 12 is examined, it is seen that there is a situation where students only graph the data they obtained from the classroom manually and digitally. Therefore, the activity was evaluated as not providing sufficient evidence in the "real life connections" sub-theme.

In terms of STEM disciplines, it was found that although the activity included explanations of four main disciplines for STEM connections, these explanations were quite superficial. Especially in the engineering connection, it was stated that an evaluation was made such as planning how to present the graphics in the best way, but this approach was not considered sufficient in the context of engineering skills. It was also concluded that the activity contained weak evidence in terms of the process of emphasizing and integrating STEM disciplines and did not prioritize the creation of an artifact.

Table 3 and Figure 8-12 present the mean scores and evidence for the sub-themes of the STEM activities designed by pre-service teachers through prompt engineering. Table 4, on the other hand, evaluates the levels of appropriateness of the STEM activities designed by pre-service teachers through prompt engineering within the framework of the main themes.

Table 4

Suitability Levels of STEM Activities Designed by Prospective Teachers with Prompt Engineering

Theme	Not Suitable	Partially Suitable	Fully Eligible
STEM Learning Environment		S_1 S_2 S_3 S_4 S_5 S_6 S_7	
Student Engagement		S_1 S_2 S_3 S_4 S_5 S_7	S_6
STEM Content and Applications	S_2 S_3	S_1 S_4 S_5 S_7	S_6
STEM Connections		S_2 S_3 S_4 S_5	S_1 S_6 S_7

Table 4 shows the levels of appropriateness of the STEM activities designed by pre-service teachers using prompt engineering. When Table 4 is examined, it is seen that prompt engineering contributed positively to the activities and the main themes of these activities were mostly classified in the "partially appropriate" or "completely appropriate" category.

In the STEM content and practice's theme, although some students' activities were found to be inappropriate, in general, the contribution of prompt engineering to improve STEM activities is noteworthy. When a general evaluation is made, it is seen that the activities are partially appropriate in terms of learning environment, student participation and STEM connections, and that there is a need for more use of prompt engineering in terms of STEM content and practices. This suggests that the correct and effective use of prompt engineering plays an important role in improving the quality of STEM activities.

Discussion & Conclusion

This study comprehensively examined the use of ChatGPT-4o in the design of STEM activities and the effects of prompt engineering practices in this process. According to the findings of the study, although ChatGPT-4o has the potential to support the interdisciplinary nature of STEM activities, this potential cannot be fully realized unless it is supported by effective prompt engineering techniques. Furthermore, the limitations of STEM activities in achieving product-oriented outcomes, especially in mathematics components, were also identified. These findings clearly show that the study makes important contributions to the literature in terms of both STEM education and the role of AI-based tools in education. The findings also revealed the limitations of ChatGPT in design processes. ChatGPT can generate content based on prompts, but it needs more guidance and context-specific knowledge in order to perform in-depth analysis and innovative product design in an educational context. This clearly demonstrates why prompt engineering is critical for the effective use of AI-based tools in educational processes. Unlocking the full educational potential of ChatGPT depends on teachers' ability to create accurate prompts and use them in a contextually appropriate way.

In the literature, it is seen that studies on the use of artificial intelligence-supported tools, especially ChatGPT-4o, in the design of STEM activities are limited. While existing studies generally focus on the skills of ChatGPT (Dowling & Lucey, 2023; Jiao et al., 2023; Labadze et al., 2023; Patel & Lam, 2023; Rao et al., 2023; Sobania et al., 2023), it has been observed that they do not examine in depth whether the STEM activities obtained through the experiences of pre-service teachers or teachers using ChatGPT as a TA are designed in accordance with classroom practices. In this context, the study emphasizes the importance of prompt engineering techniques for the effective use of ChatGPT in the design of STEM activities and fills the theoretical gap in this field.

Although prompt engineering is a critical requirement for AI-based tools to produce context-sensitive content, it has been observed that there is not enough guidance in the literature on this subject. Because in the findings of the study, although the guidance situations that will guide ChatGPT, such as role definition, task definition and task elaboration, were applied by the pre-service teachers, it was seen that this guidance partially succeeded in improving the effectiveness of the activities designed by the pre-

service teachers, but they did not achieve sufficient success. This suggests that guidance strategies should be applied more effectively and comprehensively in activity design

The research also highlights the difficulties in integrating mathematical concepts into STEM activities. In the study, it is evaluated that the abstract nature of mathematics stands out as a fundamental obstacle in associating it with engineering design and product development processes (Margot & Kettler, 2019). It is thought that the mathematical dimension of STEM activities has not been sufficiently explored and will make an important contribution to overcome this deficiency in literature. The study aims to contribute to the inclusion of mathematical concepts in product-oriented processes. It is thought that the main theme in STEM-based activities is generally limited to the achievements of science and technology and that this is due to the fact that mathematics is mostly perceived as instrumental discipline (Shernoff vd., 2017). Furthermore, the study details the potential use of tools such as ChatGPT to better understand and strengthen the interdisciplinary nature of STEM activities. In this context, the role of ChatGPT in establishing connections between the core components of STEM is explained with concrete examples. In conclusion, this study focuses on the integration of STEM education and AI-enabled technologies, offering an innovative perspective at the intersection of these two fields. This allows for the development of new strategies to help teachers overcome the challenges they face when designing STEM activities.

According to the research findings, although pre-service teachers benefited from prompts such as role definition and task description while using ChatGPT, they were not fully successful in designing and improving STEM activities. The main reason for this situation is that although AI has demonstrated its potential as an educational tool, there are still unresolved questions about how to enable learning in a meaningful and effective way (Kim & Kim, 2022). One of these issues is that chatbots may be limited in their comprehension competence and ability to engage in real-like conversations (Chiu et al., 2023). Therefore, when teachers use ChatGPT-4 to design STEM activities without using prompt engineering techniques, they may think that ChatGPT-4 provides superficial responses. As a matter of fact, there are various challenges and limitations in the literature regarding the use of chatbots in education. The limited ability of chatbots to respond appropriately to all questions and to sustain long conversations may cause students to lose interest over time. In addition, the design of these tools may include distractions and features that may cause cognitive overload, which may negatively affect the learning process (Huang et al., 2022; Kuhail et al., 2023; Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021; Pérez et al., 2020). Fryer et al. (2019) and Yin et al. (2021) reported that chatbots had difficulty following the flow of the conversation and did not always provide accurate and clear answers to student questions. It was emphasized that the answers are often ambiguous and sometimes mislead students. Jasin et al. (2023) stated that the limited ability of chatbots to fully understand questions and provide completely accurate, helpful answers caused frustration in students. In this context, it can be said that ChatGPT-4o's answers may be limited and superficial and getting accurate and detailed answers from ChatGPT depends to a great extent on the correct guidance of the interactant. This is where the importance of prompt engineering comes into play. Similarly, even when chatbots are trained with large amounts of data, similar concerns have been raised in research. New problems such as plagiarism, cheating and giving different answers to the same questions are among the important challenges that arise in the use of these tools in educational settings (Farrokhnia et al., 2023; Tlili et al., 2023). In this context, it is emphasized that researchers and educators should be careful when having ChatGPT design a teaching experiment or activity. It is suggested that ChatGPT should be used as a guide instead of being seen as a direct solution or a definitive source. This approach can help to design educational activities in a more consistent and reliable way and also contribute to the effective use of artificial intelligence-based tools in education. In the study, it was observed that pre-service teachers were able to create a context as a starting point when designing STEM activities, but they could not fully prepare these activities in accordance with every dimension of STEM. This situation reveals that teachers can use tools such as ChatGPT as a source of ideas in activity design, but they need to complete their deficiencies by improving the designs later. Thus, teachers can make the initially created activities more suitable for the interdisciplinary structure of STEM and customize them according to the needs of students. Chatbots directly support teaching and learning processes by acting as instructors accompanying the learning process (Chocarro et al., 2021). Kumar (2021) found that in an instructional design course, a chat bot

developed to help students with group projects contributed to more successful outcomes in groups using it. Pérez et al. (2020) emphasized that chatbots play an important role as teaching aids by facilitating repetitive tasks such as answering frequently asked questions and are effective in easing the burden on teachers. Similarly, Pérez et al. (2017) noted that chatbots can provide students with educational resources such as study guides and lecture notes to help them better understand the material.

These findings in the literature overlap with the results of our study. Although ChatGPT does not completely provide activity design for each STEM dimension when designing STEM activities, it was found that it is partially sufficient in designing STEM activities, especially when prompt engineering is applied, and it can guide teachers towards implementation. It was also stated that chatbots can play a supportive role in learning by interacting with students in the classroom environment and provide a platform for a new learning paradigm in disciplines such as science (Topal et al., 2021) and mathematics (Laksana & Fiangga, 2022). In this context, the fact that ChatGPT, an artificial intelligence-supported chatbot, is capable of helping and supporting teachers in the process of creating new learning environments by designing STEM activities is considered as a remarkable result of the research.

Kim and Kim (2020) emphasized that in order to use AI effectively in the classroom, teachers must first learn how to use this technology and, more importantly, how to successfully integrate it into their curriculum. This situation makes it clear that teachers should be competent in prompt engineering when using ChatGPT. This is because ChatGPT's ability to provide accurate and detailed guidance to teachers depends on their ability to provide the right prompts as input. The findings of the study show that ChatGPT provides superficial information in some cases, but it can provide more detailed and accurate guidance when the correct prompts are entered. These findings confirm Chiu et al. (2023) that more emphasis should be placed on teacher practices in meeting student needs, designing learning activities, providing resources, and interacting with students in AI-enabled environments. Furthermore, Kim and Kim (2022) found that the majority of STEM teachers positively experienced AI as a superior supportive learning environment. Alemdağ (2023) stated that the potential of chatbots in different subject areas such as science and technology should be further examined and these tools should be used in optimal conditions that can lead to more advanced learning processes.

This study has several limitations. Since the participants were only pre-service teachers, the effects of teachers with different levels of experience on the use of ChatGPT and prompt engineering were not examined. The study was limited to the design of STEM activities and the potential of ChatGPT in other educational fields was not evaluated. Furthermore, results based on the current version of ChatGPT (ChatGPT-4) are limited by the capacity and limitations of this version; future versions may yield different results. Prompt engineering skills were assessed based on the existing knowledge and experience of the pre-service teachers, and possible differences in this regard were not investigated since more comprehensive training was not provided. Since the study did not address the in-class implementation of the STEM activities designed, the effects of these activities on students could not be examined. Since the content production of ChatGPT depends on the quality of the prompts entered by the pre-service teachers, it is also seen as a limitation that superficial prompts may have a negative impact on the results. In addition, the generalizability of the results to other disciplines and contexts is limited.

In conclusion, this study aims to evaluate the appropriateness of the activities designed by pre-service teachers who are not STEM experts in interaction with ChatGPT by applying prompt engineering. While the study reveals the potential of ChatGPT in the design of STEM activities, it emphasizes the critical importance of prompt engineering and teacher training to increase the efficiency of this process. Innovative approaches that support the interdisciplinary nature of STEM activities may allow for more powerful and effective outcomes in education. These findings may provide guidance for improving teachers' processes of designing STEM activities and making the use of artificial intelligence-based tools in education more effective.

Recommendations

- In order for pre-service teachers to be able to use AI tools such as ChatGPT effectively, they should be provided with comprehensive training in prompt engineering. This should include basic skills such as structuring prompts, determining the context, and aligning the output to the goals. Prompt engineering skills can be included in the course content for STEM education. Workshops can be organized to teach effective use of artificial intelligence tools such as ChatGPT.
- Participant diversity should be increased. Comparative analyses should be conducted by including teachers with different levels of experience in the studies.
- Comparative studies should be carried out across different versions of ChatGPT or other chatbot models to evaluate the impact of model updates on educational outcomes.
- Guidance materials with sample activities should be developed to facilitate the integration of mathematics topics into STEM activities. These materials should provide strategies for relating abstract mathematical concepts to real-life problems.
- In order for tools such as ChatGPT to provide more specific and detailed recommendations in the STEM context, it is recommended to expand the training datasets and develop context-sensitive algorithms.
- It is suggested that STEM activities designed with ChatGPT should address in-class applications and the effects of these activities on students should be investigated. The design of STEM activities can be combined with in-class applications under the guidance of ChatGPT to increase the experience of pre-service teachers in this process.

Author Contribution Ratio

The authors contributed equally to the study.

Ethics Statement

All rules outlined in the “Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Guidelines” have been followed, and none of the “Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics” listed in the second section of the guidelines have been committed.

Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflict of interest with any institution or individual within the scope of this study.

Türkçe Sürümü

Giriş

ChatGPT, OpenAI tarafından 2022 yılının Kasım ayında geliştirilmiş bir yapay zekâ sohbet robotudur. Büyük dil modelleri ailesinden biri olan GPT-3'e dayalı bu model, insan benzeri metin üretme kapasitesine sahiptir ve denetimli öğrenme ile takviyeli öğrenme yaklaşımları kullanılarak konuşma tarzında metin üretmek üzere eğitilmiştir (Peters vd., 2023). Üretken yapay zekâ hala kalıcılığını korumakta ve Mayıs 2024'te piyasaya sürülen ChatGPT-4o ile bu eğilimin en son örneğini sergilemektedir. Bu yeni sürüm, önceki modellere kıyasla daha güçlü ve daha yetenekli bir performans sunmaktadır (Loock ve Holt, 2024).

ChatGPT, metin istemlerinde verilen talimatları izlemek ve detaylı yanıtlar sunmak için insan geri bildirimleriyle geliştirilen akıllı bir sohbet makinesi olarak tasarlanmıştır (Ouyang vd., 2022). Model, diyalog yoluyla etkileşim sağlayarak ardışık soruları cevaplama, hatalarını kabul etme, yanlış ön kabulleri sorgulama ve uygunsuz talepleri reddetme gibi doğal dil işleme yeteneklerini kullanıma sunmaktadır. Ayrıca soru yanıtlama, hikâye anlatma, mantık yürütme, kod hata ayıklama ve makine çevirisi gibi işlevlere sahiptir (Jiao vd., 2023). Yapılan araştırmalar, ChatGPT'nin yazılım geliştirme (Sobania vd., 2023), çeviri yapma (Jiao vd., 2023), klinik uygulamalar (Patel ve Lam, 2023) ve karar verme süreçlerinde (Rao vd., 2023) kullanıldığını göstermektedir. Akademik çalışmalarda ise araştırma fikirleri üretme (Dowling ve Lucey, 2023), araştırma makaleleri taslakları hazırlama (Macdonald vd., 2023), soruları yanıtlayarak açıklamalar sağlama, ek kaynaklar sunarak öğrencilere anında destek verebilme ve aynı zamanda sanal öğretim asistanları olarak kullanılabilme (Labadze vd., 2023) gibi çeşitli kullanımları öne çıkmıştır. Stojanov (2023), ChatGPT'nin yanıtlarının bazen yüzeysel olabileceğini ve metinlerinin her zaman tutarlı ya da mantıklı olamayabileceğini belirtmekle birlikte genel bir fikir edinme açısından yeterli olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, geri bildirimlerinin genellikle motive edici ve konuya ilişkin nitelikte olduğuna dikkat çekmiştir. ChatGPT'nin geniş veri setleri üzerinde eğitilmesi, onu kapsamlı bir bilgi kaynağı haline getirmiştir (Stojanov, 2023). Ancak, daha doğru ve bağlamla uyumlu yanıtlar elde edebilmek için istemlerin özelleştirilmesi veya dikkatle düzenlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda sohbet botları için istem mühendisliğinin önemi açıkça ortaya çıkmaktadır.

İstem Mühendisliği

İstem, sohbet botlarına sağlanan talimatlar kümesi olarak tanımlanır ve sohbetin bağlamını belirleyerek modelin hangi bilgileri vurgulaması gerektiğini ve istenen çıktının formatını ve içeriğini şekillendirmektedir (White vd., 2023). İstem mühendisliği, istemlerin yapısını ve dilini geliştirmeyi amaçlamaktadır. İstemler, ChatGPT gibi büyük dil modellerinin nasıl çalıştığını yönlendiren metinler olup sonuçlardaki belirsizlikleri veya hataları etkileyebilir. Bir istem, dört temel bileşenden oluşur: kişi, görev, bağlam ve biçim. Kişi bileşeni, modelin yanıt üretirken üstlenmesi gereken rolü tanımlar; örneğin, bir öğretmen, bilim insanı ya da müşteri hizmetleri temsilcisi gibi spesifik bir kimlik belirlenir. Görev bileşeni, modelin gerçekleştirmesi gereken işlemi ifade eder ve genellikle bir fiille başlar. Bu, bir metni özetleme, belirli bir içerik yazma ya da bir soruya yanıt verme gibi eylemleri içerebilir. Bağlam bileşeni, görevi anlamayı kolaylaştıran ve modelin daha doğru, ilgili ve odaklı sonuçlar üretmesine yardımcı olan ek bilgileri içerir. Biçim bileşeni ise istenen çıktının yapısını veya görünümünü belirler; örneğin, madde işaretleriyle yazma, belirli bir uzunlukta içerik oluşturma ya da özel bir yazım stili kullanma gibi talepleri kapsar. Bu bileşenlerin bir arada etkili şekilde kullanılması modelin daha verimli ve doğru yanıtlar üretmesini sağlamaktadır (Dhinakaran, 2023; Google Workspace, 2024). İstemleri doğru bir şekilde hazırlamak, hataları azaltmak ve zaman tasarrufu sağlamak açısından önemlidir. Açık ve net istemler, belirsizlikleri azaltır, daha doğru bilgiler alınmasını sağlar ve işlem süresini kısaltarak daha hızlı sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olur. Bu yöntemler, kullanıcı deneyimini iyileştirir ve pek çok alanda etkin sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Shah vd.,2024).

ChatGPT, bir dil modeli olarak çeşitli kod çözme stratejilerinin kullanımı ve içsel belirsizlikleri nedeniyle aynı girdiye farklı çıktılar üretebilmektedir. Bu çıktılar, yalnızca istemlerin biçiminden değil aynı zamanda önceki bağlam ve önceki istemlerin etkisinden de şekillenmektedir. Çıktılardaki bu değişkenlik istem mühendisliği teknikleriyle kısmen kontrol edilebilmektedir. Bu teknikler, kullanıcıların belirli bir alan veya yanıt stili ile daha uyumlu ve tutarlı çıktılar almasına olanak tanımaktadır (White vd., 2023; Zhou vd., 2022). Bu nedenle ChatGPT'den etkili cevaplar alınması, istemlerin net ve hedef odaklı bir şekilde tasarlanmasına bağlıdır (Liu vd., 2023). Dolayısıyla ChatGPT'den anlamlı, işlevsel ve bağlama duyarlı çıktılar elde edebilmek, istem mühendisliğinin doğru biçimde uygulanmasına doğrudan bağlıdır. Bu da özellikle eğitimsel içeriklerin üretiminde sürecin başarısını belirleyen temel bir faktördür.

Dimitriadou ve Lanitis (2023), yapay zekâ destekli sohbet robotlarının akıllı sınıflar tasarlayan eğitim teknolojileri aracılığıyla STEM eğitimi alanına önemli katkılar sunabileceğini ve öğretmenler ile öğrencilerin birlikte yenilikçi öğretim programları ve pedagojik içerik bilgisi geliştirebileceğini vurgulamaktadır. Ayrıca, yapay zekâ, bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik (STEAM) alanlarında yaratıcı görevleri destekleyerek eğitimi zenginleştirme potansiyeline sahiptir (Lee ve Teo, 2023). Bu bağlamda, yapay zekâ destekli bir sohbet robotu olan ChatGPT'nin, STEM eğitimi konusunda deneyimi olmayan öğretmenlere veya öğretmen adaylarına etkinlik tasarlama sürecinde nasıl yardımcı olabileceği ve onların verdikleri istemlerin etkinliklerin kullanışlılığını nasıl etkilediğinin araştırılması önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, ChatGPT'nin sağladığı yönlendirme ve desteğin etkinlik tasarımı üzerindeki etkisini incelemek açısından da önemli bir araştırma alanı sunmaktadır.

STEM Etkinlikleri

STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik), öğrencilerin temel kavramları derinlemesine anlamalarını ve bu alanlarda yetkinlik kazanmalarını sağlamayı amaçlayan aynı zamanda 21. yüzyıl becerilerini ve STEM'e yönelik olumlu tutumlarını geliştiren disiplinler arası bir eğitim alanıdır. STEM eğitimi, öğrencilere disiplinler arası düşünme becerileri kazandırarak gerçek dünya problemlerine yenilikçi çözümler üretme fırsatı sunar ve öğrencilerin analitik, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirir (Bybee, 2010). STEM eğitimi, mühendislik tasarım süreci aracılığıyla öğrencilerin bilim ve matematik bilgilerini uygulamalarına olanak tanıyarak gerçek dünyadaki problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Ting, 2016). Bilgiye dayalı geleneksel eğitimden farklı olarak STEM, gerçek yaşam sorunlarına disiplinler arası bir yaklaşımla çözüm üretmeyi hedefler ve özgün deneyimleri ön plana çıkarmaktadır (Lau ve Jong, 2022). Bu özellikleriyle STEM eğitimi, öğrencilere bilgi kazandırmanın yanı sıra bu bilgileri üretken bir şekilde kullanabilecekleri yapılar sunarak özgün öğrenme ortamlarının temelini oluşturmaktadır.

STEM tabanlı etkinlikler, fen ve matematik derslerini mühendislik ve teknoloji ile birleştirerek günlük hayattan alınmış bir problem durumuna çözüm arayan ve sonunda ürün odaklı bir süreç sunan okul içi veya okul dışı faaliyetlerdir (Bybee, 2010). Bu tanım üzerine bu çalışmada, STEM tabanlı etkinlikler, fen ve matematik derslerinin mühendislik ve teknoloji ile birleştirilerek, gerçek dünya problemlerine çözüm aramaya yönelik ürün odaklı bir süreç olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlama doğrultusunda STEM etkinliklerinin sahip olması gereken bazı temel özellikler belirlenmiştir. Bunlardan ilki, problem çözmenin STEM eğitiminin merkezinde yer almasıdır. STEM tabanlı öğrenme, genellikle bir problem etrafında şekillenmektedir (Li vd., 2019; Priemer vd., 2019). Bu nedenle, STEM etkinliklerinin bir problem durumu içermesi gereklidir ve öğrencilerin bu problemi çözmek için analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini kullanmaları teşvik edilmelidir. İkinci temel özellik, öğrencilerin bu süreçte aktif rol alarak uygulamalar yapmasıdır. STEM etkinlikleri, öğrencilerin basit materyaller kullanarak uygulamalı çalışmalar yapmalarını sağlayarak problem çözme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Leung, 2020). Bu süreçte, öğrenciler aktif bir şekilde katılım göstererek öğrenmeyi deneyimlemekte ve süreç sonunda somut ürünler ortaya koymaktadır. Üçüncü özellik ise, STEM etkinliklerinin öğrenci merkezli öğrenme ortamlarına geçişi teşvik etmesidir. Bu etkinlikler, öğrencilerin karmaşık problem çözme ve takım çalışması gibi temel 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarını desteklemek amacıyla tasarlanmalıdır (Salonen vd., 2017; Struyf vd., 2017). Öğrenci merkezli öğrenme ortamları, bilgiyi pasif bir şekilde almayı değil, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif bir rol oynayarak bilgiyi keşfetmelerini ve uygulamalarını sağlamaktadır (Aydın vd., 2023). Bu

doğrultuda, STEM etkinliklerinin, öğrencilerin hem bireysel hem de grup çalışmalarıyla öğrenme sürecine katkıda bulunmalarını sağlayacak şekilde tasarlanması önemlidir.

STEM etkinliklerinin eğitsel potansiyeli yüksek olmakla birlikte sınıf içi uygulamalarda hem öğretmenler hem de öğrenciler için çeşitli yapısal ve pedagojik zorluklar söz konusudur. Ancak mevcut sınıf yapıları, öğrencilerin karmaşık problemlerle karşılaşmalarına ya da çözüm için farklı seçenekler geliştirmelerine yeterince olanak sağlamamaktadır (Collins ve Halverson, 2010; Kirschner vd., 2006). Geleneksel eğitim anlayışını benimsemiş ve disiplinler arası yaklaşıma hazır olmayan öğretmenlerin STEM uygulamalarını etkili bir şekilde yapılandırması mümkün görünmemektedir (Margot ve Kettler, 2019). Bu doğrultuda, öğretmenlerin STEM öğretiminde disiplinler arası yaklaşımları benimsemek için hem disipline ait bilgi ve becerilerinde hem de disiplinler arası öğretim konusunda uzmanlaşmaları gereklidir (Johnson ve Czerniak, 2023). Bu durum, öğretmenlerin sınıf içi etkinliklerini STEM perspektifine göre yeniden düzenlemelerini ve yapılandırmalarını zorunlu kılmaktadır (Lau ve Jong, 2023). Ancak, öğretmenler STEM etkinliklerini tasarlama ve uygulama sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorluklar arasında süreç yönetimi, pedagojik donanım eksikliği, değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi, orijinallik ve fiziki şartlar öne çıkmaktadır (Karadaş, 2021; Kaya vd., 2020; Kurtuluş vd., 2017; Türk ve Duran, 2021). Bu zorlukların öğretmen adayları tarafından da yaşanabileceği göz önünde bulundurulduğunda öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri tasarlama süreçlerinde karşılaştıkları güçlükleri aşmalarına yönelik destek mekanizmalarının incelenmesi önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın öğretmenlerden ziyade öğretmen adayları üzerinde gerçekleştirilmesinin nedeni öğretmen adaylarının mesleki alışkanlıkları henüz tam olarak oturmadığı için yeni teknolojilere daha kolay uyum sağlayabilmeleri ve bu araçları öğrenme süreçlerine entegre etme konusunda daha esnek bir yaklaşım sergileyebilmeleridir. Örneğin Dinc (2019) tarafından yapılan bir çalışmada öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu konusundaki algıları ve karşılaştıkları engeller incelenmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonunu genellikle öğretimi destekleyici bir araç olarak gördükleri ve bu konuda olumlu tutumlar sergiledikleri belirtilmiştir. Ancak, aynı zamanda teknoloji entegrasyonunda karşılaştıkları engeller arasında zaman yetersizliği, ekipman eksikliği ve yeterli beceriye sahip olmama gibi faktörleri de dile getirmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adaylarının eğitim süreçleri sırasında yapay zekâ destekli araçlarla erken dönemde etkileşim kurmaları bu teknolojilerin pedagojik uygulamalara nasıl entegre edilebileceği konusunda farkındalık ve beceri geliştirmelerine katkı sağlayacaktır. Bu kazanımlar, onların meslek hayatlarına atıldıklarında STEM eğitimi gibi alanlarda daha yaratıcı ve etkili etkinlikler tasarlayabilme becerilerini destekleyeceği düşünülmektedir. Dolayısıyla, bu çalışma, öğretmen adaylarının gelecekteki öğretim uygulamalarına yönelik hazırlıklarını güçlendirmek ve yapay zekâ teknolojilerinin eğitim süreçlerine entegrasyonu konusundaki potansiyel katkılarını daha iyi anlamak açısından değerli bir zemin sunmaktadır. Bu bağlamda, alan yazındaki çalışmalar ve ChatGPT'nin sahip olduğu rehberlik becerileri dikkate alınarak bu araştırma, STEM etkinlikleri tasarlama deneyimi olmayan öğretmen adaylarına ChatGPT-4o'nun nasıl rehberlik ettiğini, tasarlanan etkinliklerin STEM anlayışına uygunluğunu ve öğretmen adaylarının STEM etkinlikleriyle ilgili istemlerine yönelik sağlanan rehberlik hizmetlerinin niteliğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, araştırmanın alt problemleri şu şekilde belirlenmiştir:

- Öğretmen adaylarının, istem mühendisliği bilgisine sahip olmadan ChatGPT-4o'yu kullanarak tasarladıkları STEM etkinliklerinin 'STEM Öğrenme Ortamı', 'Öğrenci Katılımı', 'STEM İçeriği ve Uygulamaları' ve 'STEM Bağlantıları' temaları açısından uygunluk düzeyleri nelerdir?
- Öğretmen adaylarının, istem mühendisliği bilgisiyle ChatGPT-4o'yu kullanarak tasarladıkları STEM etkinliklerinin 'STEM Öğrenme Ortamı', 'Öğrenci Katılımı', 'STEM İçeriği ve Uygulamaları' ve 'STEM Bağlantıları' temaları açısından uygunluk düzeyleri nelerdir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu araştırmada, nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışması, keşfedilmesi ve yorumlanması gereken bir konuya ilişkin detaylı bir inceleme yapılmak istendiğinde tercih edilen bir yöntemdir (Creswell, 2021). Bu model, araştırma sürecinde belirli bir bağlam

içerisinde sınırlı bir durumun derinlemesine incelenmesini sağlamaktadır. Bu araştırmada ise öğretmen adaylarının STEM etkinliği tasarlama sürecinde ChatGPT-4o ile yaşadıkları deneyimlerin detaylı biçimde analiz edilmesi hedeflendiğinden sınırlı bir örneklem grubuyla belirli bir yapay zekâ aracının kullanımına odaklanan bu bağlam, durum çalışması modelinin tercih edilmesini gerekli kılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, Türkiye'nin güneyinde bulunan bir üniversitede öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmenliği 4. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışma grubunun seçiminde bu öğrencilerin öğretmenlik mesleğine başlamaya en yakın seviyede olmaları ve bir sonraki yıl meslek yaşamlarına adım atacak olmaları etkili olmuştur. Bu doğrultuda, araştırmada amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme, belirli bir amaca yönelik olarak bilgi zenginliği sağlayacak bireylerin seçilmesini sağlayan bir örnekleme yöntemidir (Patton, 2018).

Araştırma kapsamında ChatGPT-4o ile deneyimi olmayan öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri tasarlama süreçlerine ilişkin deneyimlerini incelemek amacıyla 4. sınıf düzeyinde dört kız ve üç erkek olmak üzere toplam yedi öğretmen adayı tercih edilmiştir. Bu öğretmen adayları, STEM etkinlikleri hakkında yüzeysel bilgiye sahip olmakla birlikte STEM ile ilgili bir ders almamış ve etkinlik tasarlama süreci geçirmemiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının ChatGPT sohbet robotu hakkında bilgi sahibi oldukları ancak daha önce bu araçla bir etkileşim kurmadıkları belirlenmiştir. Bu durum, araştırmanın katılımcılarını, STEM etkinlikleri tasarlama sürecinde ChatGPT-4o'nun rehberlik potansiyelini değerlendirmek açısından ideal bir grup haline getirmiştir.

Kullanılan Veri Toplama Araçları

ChatGPT-4o

Araştırmanın veri toplama aracı, OpenAI tarafından geliştirilen yapay zekâ sohbet botu ChatGPT'dir. Bu çalışmada, ChatGPT'nin en gelişmiş sürümü olan GPT-4o kullanılmaktadır. ChatGPT'nin bu en son sürümünün tercih edilmesi, veri toplama sürecinde güncellik ve doğruluk sağlaması açısından önem taşımaktadır. GPT-4o, kullanıcıların verdiği istemlere yanıt verirken detaylı ve yaratıcı içerikler sunma yeteneği ile araştırmanın temel ihtiyaçlarına uygun bir veri kaynağı sunmaktadır. ChatGPT-4o sürümü, önceki versiyonlara kıyasla daha yüksek doğruluk oranı, gelişmiş bağlam takibi ve disiplinler arası içerik üretme kapasitesiyle öne çıkmaktadır (Loock ve Holt, 2024). Bu nedenle çalışmada ChatGPT-4o'nun tercih edilmesi, çağdaş ve güçlü bir dijital araçla öğretmen adaylarının desteklenmesini sağlamak amacı taşımaktadır.

STEM Etkinliği Değerlendirme Formu

Okulu ve Oguz-Unver'in (2021) dört ana kategori ve on bir alt temaya dayalı olarak geliştirilmiş bir ölçme aracıdır. Bu form, STEM etkinliklerinin temel unsurlarını değerlendirmek ve analiz etmek amacıyla tasarlanmıştır. İlk ana tema olan STEM öğrenme ortamı, etkinliklerin gerçekleştirileceği alan ve materyallerin düzenlenmesine odaklanır ve organizasyon ile materyaller alt temalarını içerir. İkinci ana tema, öğrenci katılımı, etkinliklerin öğrenme hedefleriyle ilişkisini, öğrencilerin katılımını ve değerlendirme süreçlerini ele alır. Üçüncü ana tema olan STEM içeriği ve uygulamaları, STEM'in disiplinler arası doğasını, bilimsel sorgulamayı ve uygulamaları kapsar. Son ana tema olan STEM bağlantıları ise etkinliklerin gerçek hayat problemleriyle ilişkisini ve 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine katkısını değerlendirir. Bu temalar doğrultusunda belirlenen 29 madde, araştırmacılar tarafından dört dereceli (0-3) bir rubrik ile öğretmenlerin tasarladığı STEM etkinliklerini puanlanmış ve değerlendirilmiştir.

Bu form, pilot çalışmada iki farklı STEM etkinliğine uygulanmış ve iki araştırmacı tarafından yapılan gözlemler sonucunda puanlayıcılar arası güvenilirlik değerleri sırasıyla %89 ve %93 olarak hesaplanmıştır. Bu yüksek değerler, formun güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir (Miles ve Huberman, 1994). Form, STEM eğitimi araştırmacıları ve uygulayıcıları/öğretmenleri hedeflemektedir. Kullanıcılar bu formu kullanarak STEM etkinliklerini gözlemleyip değerlendirebilir, etkinliklerin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyabilirler. Bu şekilde, STEM etkinliklerinin sınırları ve güçlü yanları belirlenerek uygulamalarda iyileştirmeler yapılması sağlanabilir.

Verilerin Toplanması

Bu araştırmanın yürütülebilmesi için gerekli etik onay, Çukurova Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan alınmıştır. Etik kurul izni, 07.01.2025 tarihli ve E.1200122 sayılı karar ile verilmiştir. Veriler, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı güz döneminde toplanmıştır. Etkinlikler, üniversite bünyesindeki bir sınıf ortamında araştırmacının kişisel dizüstü bilgisayarı ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde kısa bir teknik prova yapılmıştır. ChatGPT-4o erişimi test edilmiş ve veri kaydı için gerekli önlemler alınmıştır. Dolayısıyla uygulama sürecinde herhangi bir teknik aksaklık yaşanmamıştır. Araştırmaya katılan öğretmen adayları gizliliği sağlamak amacıyla Ö1, Ö2, …, Ö7 şeklinde kodlanmıştır Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının öncelikle deneyimsiz durumları doğal bir bağlamda incelenmiştir. Bu aşamada, öğretmen adaylarından herhangi bir istem mühendisliği bilgisi verilmeden kendi yönlendirmeleri doğrultusunda ChatGPT'yi kullanarak STEM etkinlikleri tasarlamaları istenmiştir. Tasarlanan etkinlikler araştırmacı tarafından kayıt altına alınmıştır.

İkinci aşamada, öğretmen adaylarına araştırmacı tarafından istem mühendisliği hakkında beş ders boyunca bilgi verilmiştir. Bu derslerde öğretmen adaylarına istem mühendisliğinin temel adımları şu şekilde açıklanmıştır:

1. ChatGPT'ye bir rol tanımlaması yapılması (Kişi bileşeni)

Bu adımda, öğretmen adaylarından ChatGPT'nin üstlenmesini istedikleri rolü açıkça belirtmeleri gerektiği açıklanmıştır. Örneğin, ChatGPT'nin bir STEM uzmanı, bir etkinlik planlayıcısı ya da bir matematik öğretmeni gibi davranmasını isteyebilecekleri belirtilmiştir. Bu, ChatGPT'nin yanıtlarını doğru bir bağlamda ve hedefe yönelik üretmesini sağlamaktadır.

2. ChatGPT'ye verilecek görevlerin açık ve net bir şekilde ifade edilmesi (Görev Bileşeni)

Öğretmen adaylarına ChatGPT'ye verecekleri görevlerin detaylı ve net bir şekilde tanımlanmasının öneminden bahsedilmiştir. Örneğin, "Bir STEM etkinliği tasarla" demek yerine etkinliğin amacı, öğrencilerin yaş grubu ve hedeflenen öğrenme kazanımları gibi detayların eklenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu, ChatGPT'nin etkinliği tasarlarken ihtiyaç duyulan ayrıntılara odaklanmasını sağlar.

3. STEM etkinlikleri için temel kriterlerin belirtilmesi (Bağlam Bileşeni)

Bu adımda STEM etkinliklerinin temel bileşenleri olan *STEM öğrenme ortamı, öğrenci katılımı, STEM içeriği ve uygulamaları* ile *STEM bağlantıları* kategorilerinin ChatGPT'ye net bir şekilde iletilmesi gerektiği anlatılmıştır. Örneğin, etkinlikte kullanılacak materyaller, gerçek dünya problemleriyle bağlantılar ya da öğrenci katılımının nasıl sağlanacağı gibi unsurların açıkça tanımlanması gerektiği vurgulanmıştır

4. Gerektiğinde sınıf düzeyi ve kazanımlar gibi spesifik bilgiler sağlanması (Bağlam Bileşeni)

ChatGPT'nin tasarlayacağı etkinliklerin hedef gruba uygun olması için sınıf düzeyi, kazanımlar ve müfredat bağlamındaki gereksinimlerin net bir şekilde belirtilmesi gerektiği açıklanmıştır. Örneğin, "6. sınıf öğrencileri için verilerin analizi konusunda bir STEM etkinliği tasarla" gibi ayrıntılar sağlandığında ChatGPT'nin daha odaklı ve ilgili içerik üretmesi sağlanmaktadır.

Bu bilgiler ışığında öğretmen adaylarından istem mühendisliği bilgilerini kullanarak STEM etkinlikleri tasarlamaları istenmiş ve bu süreçte ortaya çıkan veriler tekrar kayıt altına alınmıştır. Son aşamada, öğretmen adaylarının istem mühendisliği bilgisi kullanarak tasarladıkları etkinlikler "STEM Etkinliği Değerlendirme Formu" na göre puanlanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmacılar STEM etkinliği değerlendirme formundaki alt temalarda farklı sayılarda madde bulunduğundan her etkinliğin maddelerine verdikleri puanların toplamını ilgili alt temadaki madde sayısına bölerek her alt tema için bir ortalama puan hesaplamışlardır. Bu ortalama puanlar, değerlendirme formunda belirtilen puanlama ölçütleri doğrultusunda kullanılarak alt temaların betimlemesi yapılmıştır. Aynı yöntem, etkinliklerin genel değerlendirmesinde ana temalar temel alınarak da uygulanmıştır. Ana tema farklı sayıda maddeden oluştuğu için her ana tema için ayrı bir ortalama puan hesaplanmış ve

tasarlattırılan etkinliklerin ana temaya uygunluk düzeyleri bu puanlara göre belirlenmiştir. Bu yaklaşımın tercih edilmesinin temel nedeni, tasarlattırılan etkinliklerin temalar açısından farklı uygunluk düzeylerine sahip olabileceği düşüncesidir. Örneğin, bir etkinlik "STEM Öğrenme Ortamı" temasına uygun bulunurken başka bir etkinlik bu temaya uygun kabul edilmeyebilir. Etkinlikler genel anlamda değerlendirildiğinde bu ayrıntının göz ardı edilebileceği düşünülmüş ve bu nedenle etkinliklerin tema odaklı değerlendirilmesi daha uygun görülmüştür. Bu forma göre öğretmen adaylarının istem mühendisliği bilgisini kullanarak ChatGPT'ye tasarlattıkları STEM etkinlikleri, iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanmış ve kodlamalar arasındaki uyum katsayısı hesaplanmıştır. Kodlama sonuçlarında farklılık görülen etkinlikler için araştırmacılar arasında tartışmalar yapılmış ve nihai değerlendirme için fikir birliği sağlanmıştır. Bu süreç, etkinlik değerlendirmelerinin güvenilirliğini artırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmacıların kodlamaları neticesinde hesaplanan kodlamalar arasındaki uyum katsayısı %87 'dir. Bu değer, formun güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir (Miles ve Huberman, 1994).

Geçerlilik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda geçerlilik ve güvenirlik, inandırıcılık, aktarılabilirlik ve tutarlılık gibi kriterlere dayanarak sağlanmaktadır (Lincoln ve Guba, 1985). Bu çalışmada, öğretmen adaylarının ChatGPT-4o ile etkileşimleri sırasında yaşadıkları deneyimler, ChatGPT tarafından kayıt altına alınmıştır. Ayrıca, araştırmacı tarafından öğretmen adaylarının ve etkinliklerin gözlemlenmesi sürecinde detaylı notlar alınmıştır. Bu yaklaşım, araştırmanın inandırıcılığını artırmaktadır. Çünkü elde edilen bulguların doğruluğunu katılımcıların ve gözlemlenen verilerin çapraz kontrolü ile teyit etmek mümkün olmaktadır.

Araştırmanın aktarılabilirliğini sağlamak amacıyla araştırmacı, öğretmen adaylarının görevlerini, çalışmanın bağlamını ve koşullarını ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır. Bu açıklama, diğer araştırmacıların elde edilen sonuçların kendi çalışmalarına veya benzer koşullar altındaki başka durumlara ne ölçüde uygulanabileceğini değerlendirmelerine olanak tanımaktadır. Aktarılabilirlik, katılımcıların seçimi, çalışma ortamı ve araştırma sürecinin açık bir şekilde ifade edilmesini gerektirmektedir.

Son olarak araştırmanın tutarlılığı, araştırma süreci ve veri analiz yöntemleri hakkında sağlanan yeterli ve ayrıntılı bilgilerle desteklenmiştir. Bu bilgiler sayesinde başka araştırmacılar bu çalışmayı tekrarlayabilir veya sonuçları benzer çalışmalarla karşılaştırabilir. Bu yaklaşım, çalışmanın sonuçlarının tekrarlanabilir olmasını ve nitel araştırmanın güvenirliğinin artırılmasını sağlamaktadır. Bu kriterlerin dikkatli bir şekilde uygulanması nitel araştırma pratiğinde geçerlilik ve güvenirliğin temel taşlarını oluşturmaktadır.

Bulgular

Bu bölümde öğretmen adaylarının ChatGPT-4o'yu istem mühendisliği bilgisine sahip olmadan ve istem mühendisliği bilgisine sahip olarak tasarladıkları STEM etkinliklerinin uygunluk düzeylerine ilişkin bulgular sunulmaktadır. Bulgular, STEM Etkinliği Değerlendirme Formu'nda yer alan kategoriler ve alt temalar bağlamında analiz edilmiştir.

İlk olarak etkinlikler alt temalar (organizasyon, materyaller, öğrenme hedefleri, STEM disiplinleri ve uygulamaları gibi) açısından değerlendirilmiştir. Daha sonra bu alt temaların genel bir çerçevesi olarak tanımlanan ana temalar (STEM öğrenme ortamı, öğrenci aktivasyonu, STEM içeriği ve uygulamaları, STEM bağlantıları) bağlamında etkinliklerin uygunluk düzeyleri analiz edilmiştir.

Öğretmen Adaylarının ChatGPT-4o'yu ile İstem Mühendisliği Bilgisine Sahip Olmadan Tasarladıkları STEM Etkinliklerinin Uygunluk Düzeylerinin Belirlenmesine Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının ChatGPT-4o'yu kullanarak istem mühendisliği bilgisine sahip olmadan tasarladıkları STEM etkinliklerinin 'STEM Öğrenme Ortamı', 'Öğrenci Katılımı', 'STEM İçeriği ve Uygulamaları' ve 'STEM Bağlantıları' temaları ve alt temaları açısından aldıkları ortalama puanlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

Öğretmen Adaylarının İstem Mühendisliği Olmadan Tasarladıkları STEM Etkinliklerinin Alt Temalardan Aldığı Puanların Ortalamaları

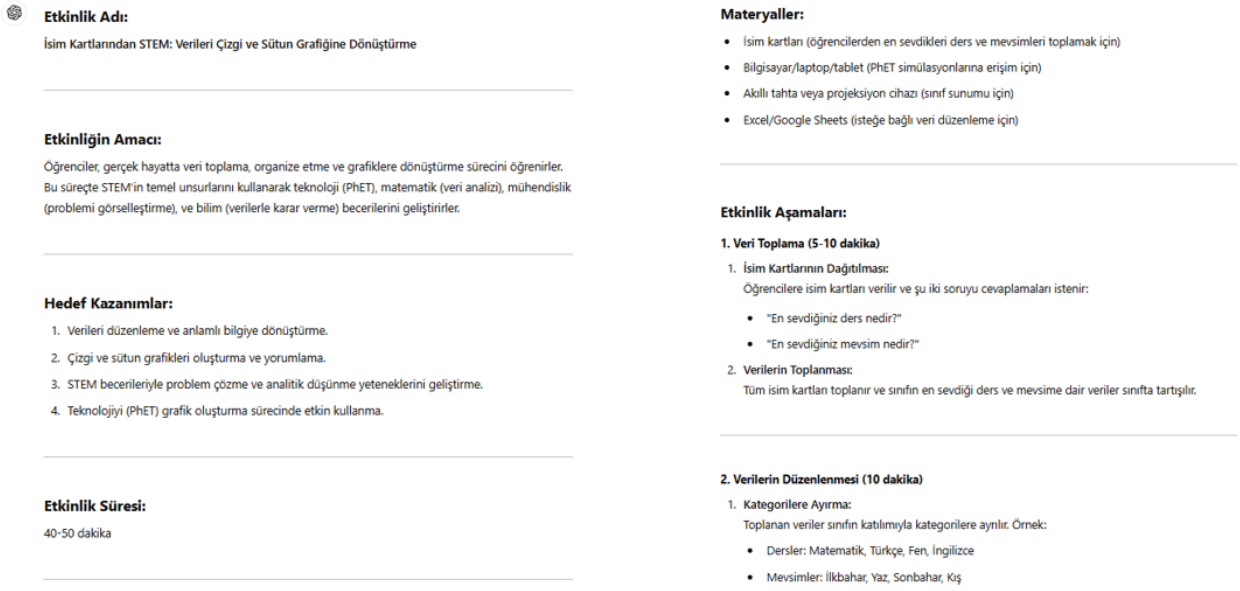
Tema	Alt Tema	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7
STEM Öğrenme Ortamı	Organizasyon	1	1	1	2	2	0	1
	Materyaller	3	2	2	3	3	2	2
Öğrenci Katılımı	Öğrenme Hedefleri	2	2	3	3	3	1	2
	Katılım	2	2	1	1	2	1	2
	İlgilenme	3	1	2	1	2	1	1
	Değerlendirme	0	0	1	2	2	2	2
STEM İçeriği ve Uygulamaları	STEM Disiplinleri	2	0	0	1	2	1	1
	STEM Uygulamaları ve Bilimsel Araştırma	2	1	1	1	2	0	0
	Yansıtma	3	1	1	1	2	2	2
STEM Bağlantıları	Gerçek Hayat Bağlantıları	3	1	0	0	3	1	1
	21. yy Becerileri ve Tutumları	3	1	1	2	2	2	2

0: Bu özellik etkinliklerde hiç gözükmedi
1: Bu özelliğin etkinlikte desteklendiğine dair zayıf kanıtlar var
2: Bu özellik etkinlikte açıkça desteklenmektedir ancak yeterince kapsamlı değildir
3: Bu özellik etkinlikte güçlü ve tutarlı kanıtlarla gözlenmektedir

Tablo 1 incelendiğinde genel olarak öğretmen adayları tarafından tasarlanan STEM etkinliklerinin, alt temalarda belirlenen özellikleri desteklediğine dair zayıf kanıtlar bulunduğu görülmektedir. Ayrıca, bu özelliklerin bazı etkinliklerde var olduğu durumlarda bile yeterince kapsamlı ve derinlemesine ele alınmadığı dikkat çekmektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının istem mühendisliği bilgisine sahip olmadan tasarladıkları etkinliklerin, STEM temaları ve alt temaları açısından gerekli nitelikleri tam olarak karşılayamadığını göstermektedir. Bununla birlikte alt temalardan "Materyaller" alt temasında öğretmen adaylarının tasarladığı etkinliklerde materyallerin uygunluğuna ilişkin güçlü ve tutarlı kanıtların olduğu tespit edilmiştir. “Öğrenme hedefleri” alt temasında ise öğretmen adaylarının tasarladıkları etkinliklerde belirtilen öğrenme hedeflerinin etkinliğin amacıyla uyumlu olup olmadığı değerlendirilmiş, genellikle etkinliklerde bu özelliğin yer verildiği ancak yeterince kapsamlı olmadığı görülmüştür. Diğer yandan “STEM Disiplinleri” ve "STEM Uygulamaları ve Bilimsel Araştırma" alt temalarının genel olarak zayıf kanıtlar içerdiği ve bazı durumlarda hiç kanıt sunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Aşağıda Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3’te, ChatGPT-4o ile öğretmen adaylarının tasarladığı etkinliklerin alt temalarında güçlü ve tutarlı kanıtlar gözlenen özelliklere dair örnekleri göstermektedir. Buna karşılık, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7 de ise tasarlanan etkinliklerde alt temalarda belirtilen özelliklerin görülmediği veya zayıf kanıtlar sunulduğunu gösteren örneklere yer verilmiştir.

Şekil 1

Ö4 Kodlu Öğrencinin Tasarlattığı STEM Etkinliğinde Materyaller Alt Temasının Örneği



Etkinlik Adı:

İsim Kartlarından STEM: Verileri Çizgi ve Sütun Grafiğine Dönüştürme

Etkinliğin Amacı:

Öğrenciler, gerçek hayatta veri toplama, organize etme ve grafiklere dönüştürme sürecini öğrenirler. Bu süreçte STEM'in temel unsurlarını kullanarak teknoloji (PhET), matematik (veri analizi), mühendislik (problemi görselleştirme), ve bilim (verilerle karar verme) becerilerini geliştirirler.

Hedef Kazanımlar:

1. Verileri düzenleme ve anlamlı bilgiye dönüştürme.
2. Çizgi ve sütun grafikleri oluşturma ve yorumlama.
3. STEM becerileriyle problem çözme ve analitik düşünme yeteneklerini geliştirme.
4. Teknolojiyi (PhET) grafik oluşturma sürecinde etkin kullanma.

Etkinlik Süresi:

40-50 dakika

Materyaller:

- İsim kartları (öğrencilerden en sevdikleri ders ve mevsimleri toplamak için)
- Bilgisayar/laptop/tablet (PhET simülasyonlarına erişim için)
- Akıllı tahta veya projeksiyon cihazı (sınıf sunumu için)
- Excel/Google Sheets (isteğe bağlı veri düzenleme için)

Etkinlik Aşamaları:

1. Veri Toplama (5-10 dakika)

1. **İsim Kartlarının Dağıtılması:**
   Öğrencilere isim kartları verilir ve şu iki soruyu cevaplamaları istenir:
   - "En sevdiğiniz ders nedir?"
   - "En sevdiğiniz mevsim nedir?"
2. **Verilerin Toplanması:**
   Tüm isim kartları toplanır ve sınıfın en sevdiği ders ve mevsime dair veriler sınıfta tartışılır.

2. Verilerin Düzenlenmesi (10 dakika)

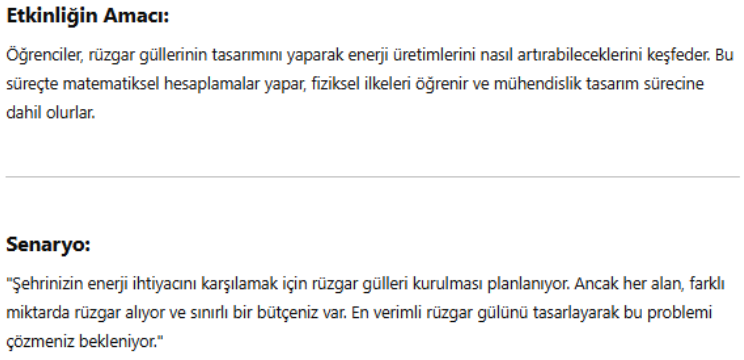
1. **Kategorilere Ayırma:**
   Toplanan veriler sınıfın katılımıyla kategorilere ayrılır. Örnek:
   - Dersler: Matematik, Türkçe, Fen, İngilizce
   - Mevsimler: İlkbahar, Yaz, Sonbahar, Kış

Şekil 1'de Ö4 kodlu öğrencinin tasarladığı STEM etkinliği görülmektedir. Bu etkinlikte, öğrencilerin gerçek hayatta veri toplama, organize etme ve bu verileri grafiklere dönüştürme süreçlerini öğrenmesi hedeflenmiştir. Etkinlikte kullanılan materyaller, bu amacın gerçekleştirilmesine uygun bir şekilde belirlenmiştir.

Materyaller arasında öğrencilerin en sevdikleri dersleri ve mevsimleri belirlemek için oluşturulan isim kartları, verilerin toplanması ve düzenlenmesi için bilgisayar, laptop veya tablet, sunum için akıllı tahta ve verileri organize etmek için bir Excel dosyası yer almaktadır. Bu materyaller, etkinlik amacının kazandırılması açısından yeterli ve uygun bulunmuştur. Bu nedenle, "materyaller" alt teması bu etkinlikte 3 puanla değerlendirilmiştir. Bu durum, Ö4 kodlu öğrencinin STEM etkinliği tasarımında kullanılan materyallerin etkinliğin öğrenme hedeflerini destekleyici nitelikte olduğunu göstermektedir.

Şekil 2

Ö1 Kodlu Öğrencinin Tasarlattığı STEM Etkinliğinde İlgilenme Alt Temasının Örneği



Etkinliğin Amacı:

Öğrenciler, rüzgar güllerinin tasarımını yaparak enerji üretimlerini nasıl artırabileceklerini keşfeder. Bu süreçte matematiksel hesaplamalar yapar, fiziksel ilkeleri öğrenir ve mühendislik tasarım sürecine dahil olurlar.

Senaryo:

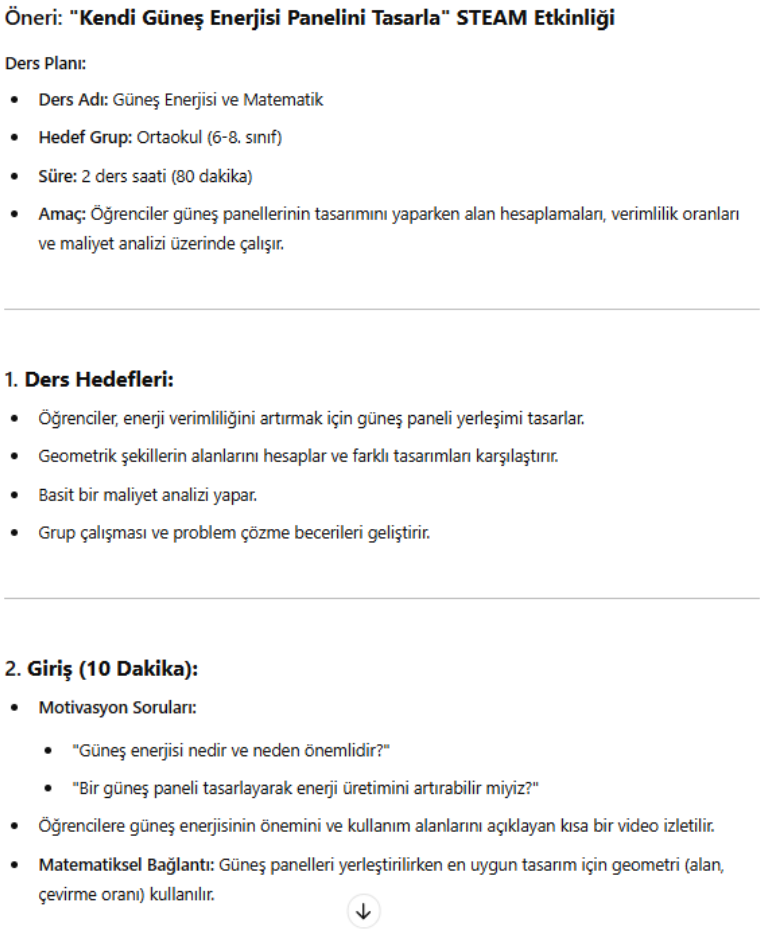
"Şehrinizin enerji ihtiyacını karşılamak için rüzgar gülleri kurulması planlanıyor. Ancak her alan, farklı miktarda rüzgar alıyor ve sınırlı bir bütçeniz var. En verimli rüzgar gülünü tasarlayarak bu problemi çözmeniz bekleniyor."

Şekil 2, Ö1 kodlu öğrencinin ChatGPT-4o tarafından tasarladığı STEM etkinliğine örnek olarak sunulmaktadır. Bu etkinlikte, öğrencilerden rüzgâr güllerinin tasarımını yaparak enerji üretimini nasıl

artırabileceklerini keşfetmeleri beklenmiştir. Etkinlik senaryosu, öğrencilerin dikkatini çekmek ve onları problem çözme sürecine motive etmek amacıyla gerçekçi bir bağlamda oluşturulmuştur. Senaryoda "Şehrimizin enerji ihtiyacını karşılamak için rüzgâr gülleri kurulması planlanıyor, ancak her alan farklı miktarda rüzgar alıyor ve sınırlı bir bütçeniz var. En verimli rüzgâr gülünü tasarlayarak bu problemi çözmeniz bekleniyor" ifadeleriyle, öğrenciler hem zihinsel hem de el becerilerini kullanmaya teşvik edilmiştir. Bu etkinlik, "İlgilenme" alt teması açısından güçlü ve tutarlı kanıtlar içeren bir örnek olarak değerlendirilmektedir. Öğrencilerin hem soyut düşünme becerilerini hem de tasarım yapma gibi somut uygulamalarını bir araya getiren bu etkinlik, onların ilgisini çekecek ve etkin katılımlarını sağlayacak özelliklere uygun bulunmuştur. Bu nedenle, "İlgilenme" alt temasında bu etkinlik yüksek bir değerlendirme almıştır.

Şekil 3

Ö5 Kodlu Öğrencinin Tasarlattığı STEM Etkinliğinde Gerçek Hayat Bağlantıları Alt Temasının Örneği



Öneri: **"Kendi Güneş Enerjisi Panelini Tasarla" STEAM Etkinliği**

Ders Planı:

- **Ders Adı:** Güneş Enerjisi ve Matematik
- **Hedef Grup:** Ortaokul (6-8. sınıf)
- **Süre:** 2 ders saati (80 dakika)
- **Amaç:** Öğrenciler güneş panellerinin tasarımını yaparken alan hesaplamaları, verimlilik oranları ve maliyet analizi üzerinde çalışır.

---

1. **Ders Hedefleri:**

- Öğrenciler, enerji verimliliğini artırmak için güneş paneli yerleşimi tasarlar.
- Geometrik şekillerin alanlarını hesaplar ve farklı tasarımları karşılaştırır.
- Basit bir maliyet analizi yapar.
- Grup çalışması ve problem çözme becerileri geliştirir.

---

2. **Giriş (10 Dakika):**

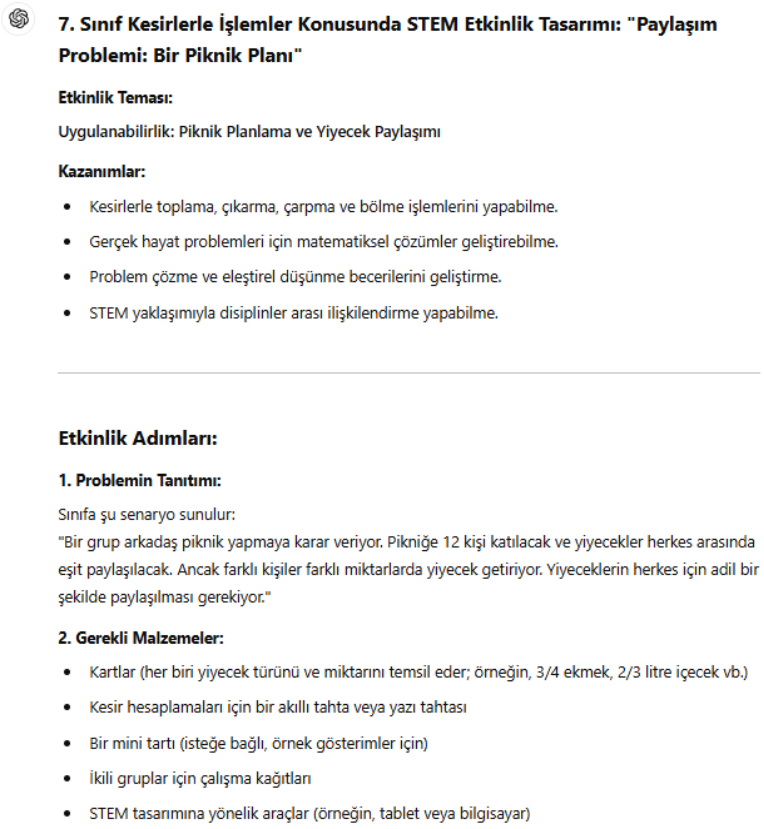
- **Motivasyon Soruları:**
  - "Güneş enerjisi nedir ve neden önemlidir?"
  - "Bir güneş paneli tasarlayarak enerji üretimini artırabilir miyiz?"
- Öğrencilere güneş enerjisinin önemini ve kullanım alanlarını açıklayan kısa bir video izletilir.
- **Matematiksel Bağlantı:** Güneş panelleri yerleştirilirken en uygun tasarım için geometri (alan, çevirme oranı) kullanılır.

Şekil 3, Ö5 kodlu öğrencinin ChatGPT-4o tarafından tasarladığı STEM etkinliğine örnek olarak sunulmaktadır. Bu etkinlikte, öğrencilerden kendi güneş enerjisi panellerini tasarlamaları ve bu tasarımları karşılaştırmaları beklenmiştir. Etkinlik, öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik farkındalıklarını artırmayı ve sürdürülebilirlik kavramına dair bilinç geliştirmelerini hedeflemektedir. Etkinlik, "Gerçek Hayat Bağlantıları" alt teması açısından güçlü ve tutarlı kanıtlar içeren bir örnek olarak değerlendirilmiştir. Güneş enerjisi panellerinin tasarlanması, günümüzde sıklıkla karşılaşılan enerji sorunları ve sürdürülebilirlik temalarıyla doğrudan bağlantılıdır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemine yönelik farkındalık oluşturulması, etkinliğin gerçek hayatla ilişkilendirilebilirliğini artırmaktadır. ChatGPT-4o'nun bu tür bir etkinlik önerisi sunması, hem güncel konulara yönelik bilinç kazandırılması hem de öğrencilerin STEM etkinliklerine aktif katılım sağlaması açısından önemli bir katkı sunmuştur. Bu

nedenle, etkinlik "Gerçek Hayat Bağlantıları" alt temasında yüksek bir değerlendirme almıştır ve STEM eğitimi kapsamında örnek bir uygulama olarak dikkat çekmektedir.

Şekil 4

Ö6 Kodlu Öğrencinin Tasarlattığı STEM Etkinliğinde Organizasyon Alt Temasının Örneği



7. Sınıf Kesirlerle İşlemler Konusunda STEM Etkinlik Tasarımı: "Paylaşım Problemi: Bir Piknik Planı"

Etkinlik Teması:

Uygulanabilirlik: Piknik Planlama ve Yiyecek Paylaşımı

Kazanımlar:

- Kesirlerle toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini yapabilme.
- Gerçek hayat problemleri için matematiksel çözümler geliştirebilme.
- Problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirme.
- STEM yaklaşımıyla disiplinler arası ilişkilendirme yapabilme.

Etkinlik Adımları:

1. Problemin Tanıtımı:

Sınıfa şu senaryo sunulur:
"Bir grup arkadaş piknik yapmaya karar veriyor. Pikniğe 12 kişi katılacak ve yiyecekler herkes arasında eşit paylaşılacak. Ancak farklı kişiler farklı miktarlarda yiyecek getiriyor. Yiyeceklerin herkes için adil bir şekilde paylaşılması gerekiyor."

2. Gerekli Malzemeler:

- Kartlar (her biri yiyecek türünü ve miktarını temsil eder; örneğin, 3/4 ekmek, 2/3 litre içecek vb.)
- Kesir hesaplamaları için bir akıllı tahta veya yazı tahtası
- Bir mini tartı (isteğe bağlı, örnek gösterimler için)
- İkili gruplar için çalışma kağıtları
- STEM tasarımına yönelik araçlar (örneğin, tablet veya bilgisayar)

Şekil 4, $Ö_6$ kodlu öğrencinin tasarladığı etkinliği göstermektedir. Bu etkinlik, "Organizasyon" alt temasına dair herhangi bir kanıt sunmamaktadır. Bunun nedeni, etkinlik için uygun bir öğrenme ortamının düzenlenmesine ilişkin bilgi verilmemesi, etkinlik süresinin belirtilmemesi ve alt etkinlikler arasında sistematik bir geçişin sağlanmasına yönelik bir bilginin tespit edilememesidir. Bu nedenle, etkinliğin "Organizasyon" alt temasına dair bilgi içeren kanıtların bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil 5

Ö2 Kodlu Öğrencinin Tasarlattığı STEM Etkinliğinde Değerlendirme Alt Temasının Örneği

Uygulama Adımları:

1. **Problem Durumu Anlatımı:**
   - Öğrencilere senaryo sunulur: "Bir ailenin 50 TL bütçesi var ve aşağıdaki ürünlerden alması gerekiyor:
     - 2 Şişe Su
     - 1 Sandviç
     - 3 Çikolata

     Harcama yaparken bütçeyi aşmamaya dikkat edin!"
2. **Hesaplama ve Strateji Geliştirme:**
   - Öğrenciler, verilen listeye göre gerekli hesaplamaları yapar:
     - Toplam maliyet hesaplanır.
     - Eğer bütçe aşılıyorsa, hangi ürünlerden vazgeçileceğine karar verilir.
3. **Sonuçların Sunumu:**
   - Her grup, alışveriş listesini ve harcama planını sınıfta sunar.
   - En verimli harcamayı yapan grup ödüllendirilir.

Şekil 5, $Ö_2$ kodlu öğrencinin sohbet botuna tasarladığı STEM etkinliğini göstermektedir. Bu etkinliğin "Değerlendirme" basamağına ilişkin süreç odaklı ölçme ve değerlendirme tekniklerine dair herhangi bir bilgi içermediği tespit edilmiştir. Etkinlikte sadece sınıfta sunum yapılması ve en verimli harcama yapan grubun ödüllendirilmesine dair bir sonuç belirtilmiştir. Ancak, bu sonucun veya sürecin değerlendirilmesine yönelik yeterli ölçüt ve puanlama bilgisi paylaşılmadığından etkinliğin STEM odaklı bir etkinliğin "Değerlendirme" basamağı açısından başarılı bulunamadığı sonucuna varılmıştır.

Şekil 6

Ö7 Kodlu Öğrencinin Tasarlattığı STEM Etkinliğinde STEM Uygulamaları ve Bilimsel Araştırma Alt Temasının Örneği

STEM Etkinliği: "Kesirlerle Paylaşım Atölyesi"

Amaç:

Öğrenciler kesirler kavramını günlük hayattan örneklerle öğrenir, kesirlerle ilgili problem çözme becerilerini geliştirir ve teknolojiyi etkin kullanarak çözümlerini sunar.

---

1. Ders: Kesir Kavramını Anlama (Keşfetme ve Tanıtım)

- **Malzemeler:**
  - Akıllı tahta
  - Pizza, çikolata veya kağıttan yapılmış kesir modelleri
- **Etkinlik:**
  - Akıllı tahtada kesir kavramı tanıtılır. Örneğin, bir pizzayı dilimlere ayırarak "bir bütün", "yarım", "çeyrek" gibi temel kesirler gösterilir.
  - Somut materyallerle (kesir pizzaları ya da kesir çikolataları) öğrenciler kesirleri fiziksel olarak oluşturur ve paylaşım yapar.
- **Hedef:**
  - Öğrenciler, kesirlerin bir bütünün parçası olduğunu somutlaştırır.

---

2. Ders: Kesirleri Modellerle Gösterme

- **Malzemeler:**
  - Polypad (online bir kesir araçları uygulaması)
  - Akıllı tahta

4. Ders: Kesirlerle Proje Sunumu

- **Malzemeler:**
  - Karton, makas, renkli kalemler, internet
  - Akıllı tahta
- **Etkinlik:**
  - Öğrenciler, öğrendiklerini uygulayarak bir kesir hikayesi tasarlar ve bir poster hazırlar.
  - Posterlerini akıllı tahtada sunar.
- **Hedef:**
  - Öğrenciler yaratıcı düşünme ve iletişim becerilerini geliştirir.

Değerlendirme:

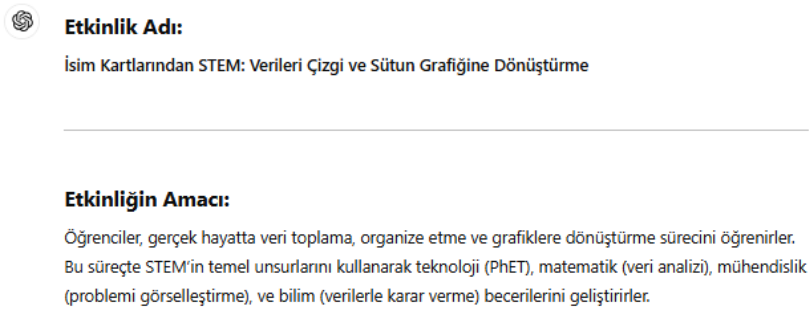
- Öğrencilerin kesirlerle ilgili hazırladıkları hikayeler ve dijital modeller değerlendirilir.
- Yapay zeka ile olan etkileşimlerinden çıkarılan sonuçlar tartışılır.

Şekil 6, $Ö_7$ kodlu öğrencinin tasarladığı STEM etkinliğine örnek olarak verilmiştir. Bu örnekte, STEM uygulamaları ve bilimsel araştırma alt teması ele alınmış ancak etkinlikte bu temaya ilişkin bazı özelliklere yalnızca kısmen yer verilmiş ya da hiç yer verilmediği görülmüştür.

Bilimsel araştırma alt teması bağlamında etkinliğin öğrencilerin bilimsel sorunlarla ilgilenmesini teşvik etmesi, kanıta dayalı düşünme becerilerini desteklemesi, veri toplama, analiz ve yorumlama becerilerini içermesi, ayrıca bir probleme yönelik farklı çözümler sunmaya olanak tanıması gibi kriterlere dair bir bilgiye rastlanmamıştır. Bununla birlikte, etkinlikte öğrencilerin proje sunumu yaparak fikirlerini ifade etmelerine olanak sağlanmış, kendi araştırmalarını gerçekleştirmelerine imkân tanınmış ve fikir ile bulgularını akranlarıyla paylaşmalarına kısmen olanak tanınmıştır. Ancak, genel bir değerlendirme yapıldığında söz konusu etkinliğin STEM uygulamaları ve bilimsel araştırma alt teması kapsamında yeterli düzeyde olduğu gözlemlenmemiştir.

Şekil 7

Ö4 Kodlu Öğrencinin Tasarlattığı STEM Etkinliğinde Gerçek Hayat Bağlantıları Alt Temasının Örneği



Şekil 7, $Ö_4$ kodlu öğrencinin tasarladığı STEM etkinliğine örnek olarak verilmiştir. Ancak bu etkinlik, "gerçek hayat bağlantıları" alt temasında yeterli bulunmamıştır. Bu alt tema kriterinde gerçek hayatla ilişki kurulmasına, gerçek hayatta karşılaşılan sorunlar veya konularla bağlantı oluşturulmasına odaklanılmıştır. Buna rağmen, isim kartlarından çizgi veya sütun grafiği oluşturma etkinliğinin, gerçek hayattaki bir probleme yönelik bir çözüm sunmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle etkinlik, öğrencinin ilgisini çekmek amacıyla tasarlanmış bir çalışma olarak değerlendirilmiş, ancak gerçek hayat bağlantıları açısından yetersiz görülmüştür.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının istem mühendisliği olmadan rastgele şekilde ChatGPT-4o ile etkileşime girdiğinde mühendislik tasarım süreçlerini etkin şekilde içermeyen STEM etkinlikleri tasarladıkları ve bu etkinliklerin alt temalarda uygunluk düzeylerinde farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Genel olarak, etkinliklerin sunum odaklı olduğu ve matematiksel kazanımlara ağırlık verilmesine rağmen gerçek hayat bağlamından uzaklaşıldığı görülmüştür. Ayrıca, değerlendirme ölçütleri ve kriterlerinin net bir şekilde belirtilmediği ve gerçekçi matematik eğitimi anlayışına daha yakın değerlendirilebilecek etkinlik türlerinin tasarlandığı gözlemlenmiştir.

Tablo 1 ve Şekil 1-7, öğretmen adaylarının istem mühendisliği bilgisine sahip olmadan tasarladıkları STEM etkinliklerinin alt temalarına ilişkin ortalama puanları ve bu puanlara dair kanıtları sunmaktadır. Tablo 2 ise öğretmen adaylarının istem mühendisliği bilgisine sahip olmadan tasarladıkları STEM etkinliklerinin ana temalar çerçevesinde uygunluk düzeylerini değerlendirmektedir.

Tablo 2

Öğretmen Adaylarının İstem Mühendisliği Bilgisine Sahip Olmadan Tasarladıkları STEM Etkinliklerinin Uygunluk Düzeyleri

Tema	Uygun değil	Kısmen Uygun	Tamamen Uygun
STEM Öğrenme Ortamı	Ö2 Ö3 Ö6 Ö7	Ö1 Ö4	Ö5
Öğrenci Katılımı	Ö2 Ö6	Ö1, Ö3 Ö4 Ö5 Ö7	
STEM İçeriği ve Uygulamaları	Ö2 Ö3 Ö4 Ö6 Ö7	Ö1 Ö5	
STEM Bağlantıları	Ö2 Ö3 Ö4 Ö7	Ö6	Ö1 Ö5

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adaylarının istem mühendisliği bilgisine sahip olmadan ChatGPT-4o'ya tasarlattıkları STEM etkinliklerinin ana temalar açısından genellikle "uygun değil" veya "kısmen uygun" olarak değerlendirildiği görülmüştür. Ana temalar bağlamında yapılan analizde etkinliklerin özellikle STEM içeriği ve uygulamaları açısından yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, etkinliklerde STEM disiplinleri arasındaki entegrasyonun ve bilimsel sorgulama süreçlerinin yeterince ele alınmadığını göstermektedir. Bununla birlikte tasarlanan etkinliklerin öğrenci katılımını sağlama konusunda daha başarılı olduğu söylenebilir. Bu başarı, etkinliklerin çoğunlukla grup çalışmasına dayalı olarak tasarlanmasından kaynaklanmaktadır. Grup çalışması, öğrencilerin etkin katılımını teşvik ederek iş birliği ve etkileşim fırsatlarını artırmıştır. Ancak bu bulgular STEM etkinliklerinin daha dengeli bir şekilde tasarlanması gerektiğini ve özellikle STEM içeriği ve uygulamalarına daha fazla odaklanılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Öğretmen Adaylarının ChatGPT-4o'yu ile İstem Mühendisliği ile Tasarladıkları STEM Etkinliklerinin Uygunluk Düzeylerinin Belirlenmesine Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının istem mühendisliğini bilgisini kullanarak ChatGPT-4o desteğiyle tasarladıkları STEM etkinliklerinin alt temalardan aldıkları ortalama puanlar Tablo 3'te sunulmuştur. Tablo, bu alt temalarda belirtilen özelliklerin etkinliklerde yer alma durumlarını değerlendirmektedir.

Tablo 3

Öğretmen Adaylarının İstem Mühendisliği ile Tasarladıkları STEM Etkinliklerinin Alt Temalardan Aldığı Puanların Ortalamaları

Tema	Alt Tema	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7
STEM Öğrenme Ortamı	Organizasyon	2	2	2	2	2	2	2
	Materyaller	2	3	2	2	2	3	2
Öğrenci Katılımı	Öğrenme Hedefleri	3	2	2	2	2	3	3
	Katılım	2	2	2	2	2	2	2
	İlgilenme	3	1	2	1	2	3	3
	Değerlendirme	3	3	2	1	3	3	2
STEM İçeriği ve Uygulamaları	STEM Disiplinleri	2	1	2	1	1	3	2
	STEM Uygulamaları ve Bilimsel Araştırma	2	2	1	2	2	2	2
	Yansıtma	3	2	2	2	3	2	3
STEM Bağlantıları	Gerçek Hayat Bağlantıları	3	2	1	1	2	3	3
	21. yy Becerileri ve Tutumları	3	2	3	2	3	3	3

0: Bu özellik etkinliklerde hiç gözükmedi
1: Bu özelliğin etkinlikte desteklendiğine dair zayıf kanıtlar var
2: Bu özellik etkinlikte açıkça desteklenmektedir ancak yeterince kapsamlı değildir
3: Bu özellik etkinlikte güçlü ve tutarlı kanıtlarla gözlenmektedir

Tablo 3, öğretmen adaylarının istem mühendisliğini uygulayarak tasarladıkları STEM etkinliklerinin STEM Etkinlik Değerlendirme Formundaki alt temalardan aldıkları ortalama puanları göstermektedir. Tablo 3 incelendiğinde, istem mühendisliği sürecinin STEM etkinliklerinde belirtilen özelliklerin daha belirgin bir şekilde desteklenmesini sağladığı görülmüştür. Ancak, bu desteğin yeterince kapsamlı olmadığı ve özelliklerin bütüncül bir şekilde ele alınmasında eksikliklerin bulunduğu dikkat çekmektedir. Bununla birlikte Tablo 3'te bazı öğretmen adaylarının istem mühendisliğini uygulamalarına rağmen STEM disiplinlerine ait özelliklerin etkinliklerde zayıf kanıtlarla desteklendiği dikkat çekmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde ise istem mühendisliğinin STEM etkinliklerinin niteliğini artırdığı ancak etkinliklerde yer alması gereken özelliklere ilişkin zaman zaman zayıf kanıtların bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, istem mühendisliğinin etkinlik kalitesine önemli bir katkı sağladığını ancak belirli yönlerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

İstem mühendisliğinin STEM etkinliklerine olumlu katkı sağladığını gösteren örnekler Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10'da sunulmaktadır. Bu şekillerde etkinliklerin gerçek hayat problemleriyle ilişkilendirilmesi, materyal ve STEM disiplinleri entegrasyonunun sağlanması ve değerlendirme süreçlerinde süreç odaklı ölçme tekniklerinin kullanılması gibi olumlu yönler kanıt olarak sunulmuştur. Örneğin istem mühendisliği eğitimi almadan önce etkinliğinde, değerlendirme alt kategorisi ile ilgili hiçbir kanıt bulunmayan (0 puan) Ö1 kodlu öğrenci istem mühendisliği eğitiminden sonra oluşturduğu etkinliğinde aynı kategoride 3 puan almıştır. Öte yandan, istem mühendisliğine daha fazla ihtiyaç duyulan durumlara örnekler ise Şekil 11 ve Şekil 12'de gösterilmiştir. Bu şekillerde, etkinliklerin özellikle STEM disiplinleri entegrasyonu, mühendislik becerilerinin daha kapsamlı ele alınması ve ilgilenme alt teması gibi alanlarda yetersizlikler taşıdığı gözlemlenmiştir. Bu durum, istem mühendisliğinin etkinlik tasarımında daha etkili ve doğru bir şekilde uygulanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Şekil 8

Ö1 Kodlu Öğrencinin İstem Mühendisliği ile Tasarlattığı STEM Etkinliğinde Değerlendirme Alt Temasının Örneği



3. Prototip Geliştirme (30 dakika)

- **Amaç:** Öğrencilerin matematiksel hesaplamalarına dayalı bir su deposu modeli tasarlamaları.
- **Nasıl Yapılır?**
  1. **Hesaplama:** Gruplar oran ve orantıyı kullanarak haftalık su tüketimini hesaplar. Örneğin:
     - Eğer bir ev günde 150 litre su tüketiyorsa, 7 günde ne kadar tüketir? litre.
  2. **Tasarım:** Gruplar, karton, plastik şişeler, ya da LEGO parçaları gibi malzemeler kullanarak hesapladıkları kapasiteye uygun bir su deposu modeli oluşturur.
  3. **Test:** Modellerini su (temsil olarak renkli su) ile doldurup kapasitelerini test ederler.

4. Sunum ve Değerlendirme (25 dakika)

- **Amaç:** Grupların tasarımlarını sunması ve birbirlerinden öğrenmeleri.
- **Nasıl Yapılır?**
  1. Her grup, tasarımlarını ve hesaplamalarını sınıfa sunar.
  2. Diğer gruplar tasarım hakkında sorular sorar ve geri bildirim verir.
  3. En yaratıcı ve doğru tasarım için sınıfça bir değerlendirme yapılır.

Değerlendirme Soruları

Kavrama Soruları

1. Bir mahallede 40 ev var ve her ev günde 250 litre su tüketiyor. 1 haftalık toplam su tüketimi ne kadardır?
2. 5 ev, 3 günde toplam 450 litre su tüketiyor. 10 ev aynı sürede ne kadar su tüketir?

Uygulama Soruları

1. 1 litre suyun maliyeti 2 TL ise, 50 evin günlük su tüketim maliyeti ne kadardır?
2. Bir mahallede 8 ev, 6 günlük toplam 960 litre su tüketiyor. Aynı mahallede 20 ev varsa, 6 günlük toplam su tüketimi ne olur?

Analiz ve Yorumlama Soruları

1. Su deposunun kapasitesi, bir mahalledeki toplam günlük tüketimin 1.5 katı olarak belirlenmiştir. Eğer mahallede 20 ev varsa ve her ev günde 300 litre tüketiyorsa, bu mahalledeki su deposunun kapasitesini hesaplayın.
2. Grup çalışmasında bir su deposu tasarımı yaptınız. Gerçek kapasitenin planlanan kapasiteden az olduğunu fark ettiniz. Tasarımı nasıl geliştirirsiniz?

Grup Değerlendirme Soruları

- Tasarım sırasında grup çalışması nasıldı? Hangi aşamalarda zorlandınız?
- Matematiksel hesaplamalarınız, tasarımınızı nasıl etkiledi?

Şekil 8, $Ö_1$ kodlu öğrencinin istem mühendisliği kullanarak tasarladığı STEM etkinliğinin değerlendirme bölümünü göstermektedir. Şekil 8 incelendiğinde etkinliğin hem sunum odaklı bir değerlendirme yaklaşımı benimsediği hem de kavrama, uygulama, analiz, yorumlama ve grup değerlendirmesi gibi çeşitli değerlendirme sorularını içerdiği görülmüştür. Bu özellikleri nedeniyle değerlendirme basamağında süreç odaklı ölçme ve değerlendirme tekniklerini barındırdığı kabul edilmiştir.

Şekil 9

Ö2 Kodlu Öğrencinin İstem Mühendisliği ile Tasarlattığı STEM Etkinliğinde Materyaller ve STEM Disiplinleri Alt Temasının Örneği

STEM Disiplinleri Entegrasyonu:

Disiplin	Etkinlikteki Rolü
Bilim (Fen)	Su debisi, basınç ve yerçekimi gibi fiziksel kavramları analiz etmek.
Teknoloji	Su dağıtım sistemini simüle etmek için dijital araçlar (örneğin Tinkercad, simülasyon yazılımları veya çevrimiçi hesaplayıcılar) kullanmak.
Mühendislik	Su borularını ve dağıtım sistemini verimli bir şekilde tasarlamak.
Matematik	Kesirlerle işlemleri yapmak, boruların uzunluk ve kapasitelerini hesaplamak, suyun adil paylaşımını sağlamak.

Gerekli Malzemeler:

- Plastik pipetler (farklı uzunluklarda)
- Balonlar (su deposu olarak kullanılacak)
- Ölçü kapları
- Su renkleri (boyama için)
- Dijital araçlar (Tinkercad veya başka bir modelleme yazılımı, isteğe bağlı)
- Cetvel ve makas
- Kova (sistemin su toplama ünitesi için)
- Çalışma kağıtları (hesaplamalar ve tasarımlar için)

Şekil 9, "$Ö_2$" kodlu öğrencinin istem mühendisliği kullanarak tasarladığı STEM etkinliğinin materyal ve STEM disiplinlerini içeren entegrasyon kısımlarını göstermektedir. Şekil incelendiğinde etkinliğin materyal alt temasında, öğrenme hedefleriyle uyumlu materyaller kullanılması ve etkinlik için gerekli materyallerin mevcut olması nedeniyle yeterli olduğu kabul edilmiştir.

STEM disiplinleri açısından değerlendirildiğinde, etkinliğin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik olmak üzere dört farklı STEM disiplinine vurgu yaptığı, bu entegrasyonları içerdiği ve su boruları ile dağıtım sistemi tasarlayarak mühendislik tasarım sürecini içermesi gibi kriterlerden dolayı başarılı bulunduğu görülmüştür. Ayrıca, etkinlik oluşturmayı ön planda tutması, STEM disiplinleri alt temasında etkinliğin yeterli bir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Şekil 10

$Ö_7$ Kodlu Öğrencinin İstem Mühendisliği ile Tasarlattığı Gerçek Hayat Bağlantıları Alt Temasının Örneği

STEM Etkinliği: Su Taşıma Problemi (4 Ana Disiplin Entegrasyonu)

Kapsam: 3. sınıf öğrencilerine yönelik, 4 ders saatinde tamamlanacak bir STEM etkinliği.
Amaç: Öğrencilerin, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini kullanarak günlük bir problemi çözmelerini sağlamak.
Problem Durumu: Köyde yaşayan bir grup insanın su ihtiyaçlarını karşılamak için, su kaynağından evlerine en verimli şekilde su taşınması gerekiyor.

Etkinlik Süreci ve Detayları:

---

1. Ders: Problem Tanımı ve Fen Disiplini

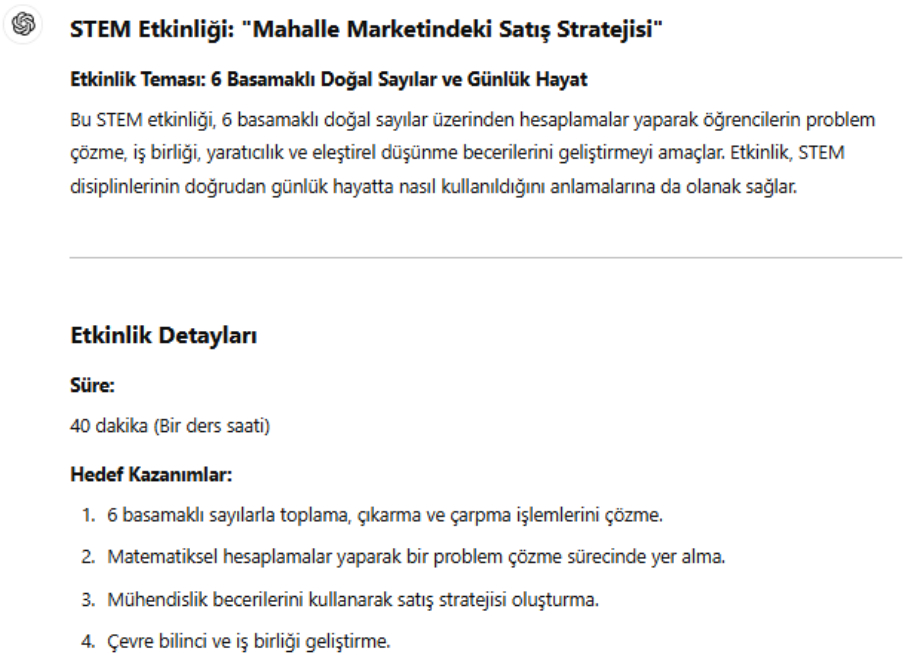
Amaç: Su taşıma problemini tanımlamak ve fen bilgisiyle sorunun doğasını anlamak.

1. **Giriş (10 dakika):**
   - Öğretmen, akıllı tahtada bir köy görseli gösterir.
     - "Bu köyde su kaynağı köyün dışında. Köyde yaşayan insanlar, suyu evlerine taşımak için nasıl bir sistem geliştirebilir?"
   - Öğrencilerden problemin doğasını tartışmaları istenir.
2. **Fen Bilgisi Entegrasyonu (25 dakika):**
   - Su döngüsü kısa bir animasyon ile anlatılır. Su kaynaklarının neden sınırlı olduğu ve doğru kullanılmasının önemi vurgulanır.
   - Su taşımanın fiziksel yönleri incelenir:
     - "Yer çekimi su taşımada nasıl kullanılır?"
     - "Suyun hareket etmesi için basınç nasıl oluşturulur?"

Şekil 10, "Ö7" kodlu öğrencinin istem mühendisliği kullanarak tasarladığı STEM etkinliğinin "gerçek hayat bağlantıları" bölümüne ilişkin değerlendirme kısmını göstermektedir. Şekil incelendiğinde etkinlikte köyde yaşayan bir grup insanın su ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla su kaynağından evlere en verimli şekilde su taşınması gerektiği bir problem durumu ele alınmıştır. Bu problem, gerçek hayat ile doğrudan ilişkili bir durum olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla etkinliğin bu bölümü, gerçek hayat bağlantıları açısından yeterli bulunmuştur.

Şekil 11

Ö2 Kodlu Öğrencinin İstem Mühendisliği ile Tasarlattığı İlgilenme Alt Temasının Örneği



STEM Etkinliği: "Mahalle Marketindeki Satış Stratejisi"

Etkinlik Teması: 6 Basamaklı Doğal Sayılar ve Günlük Hayat

Bu STEM etkinliği, 6 basamaklı doğal sayılar üzerinden hesaplamalar yaparak öğrencilerin problem çözme, iş birliği, yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Etkinlik, STEM disiplinlerinin doğrudan günlük hayatta nasıl kullanıldığını anlamalarına da olanak sağlar.

Etkinlik Detayları

Süre:

40 dakika (Bir ders saati)

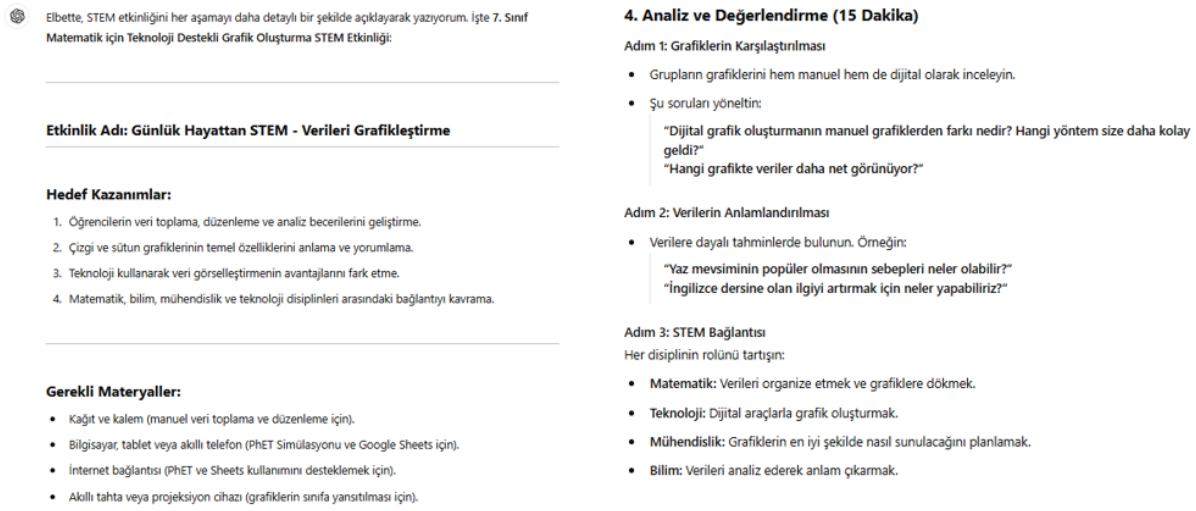
Hedef Kazanımlar:

1. 6 basamaklı sayılarla toplama, çıkarma ve çarpma işlemlerini çözme.
2. Matematiksel hesaplamalar yaparak bir problem çözme sürecinde yer alma.
3. Mühendislik becerilerini kullanarak satış stratejisi oluşturma.
4. Çevre bilinci ve iş birliği geliştirme.

Şekil 11 $Ö_2$ kodlu öğrencinin istem mühendisliğini kullanarak tasarladığı STEM etkinliklerinde "ilgilenme" alt temasının değerlendirilmesini göstermektedir. İlgilenme alt temasında, etkinliğin hem zihinsel hem de el becerilerini içerip içermediği kriteri dikkate alınmıştır. Şekil 11'deki etkinlik incelendiğinde mahalledeki bir markette satış stratejisi geliştirilmesi üzerine kurgulandığı görülmektedir. Ancak, bu etkinlik el becerilerine yönelik bir içerik içermemektedir ve zihinsel açıdan da yalnızca basit stratejilerle çözüme ulaşılabilir niteliktedir. Bu nedenle, etkinlik "ilgilenme" boyutunda özellikler bakımından zayıf kanıtlarla desteklenen bir etkinlik olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 12

Ö4 Kodlu Öğrencinin İstem Mühendisliği ile Tasarlattığı STEM Disiplinleri ve Gerçek Hayat Bağlantıları Alt Temasının Örneği



Elbette, STEM etkinliğini her aşamayı daha detaylı bir şekilde açıklayarak yazıyorum. İşte **7. Sınıf Matematik için Teknoloji Destekli Grafik Oluşturma STEM Etkinliği:**

Etkinlik Adı: Günlük Hayattan STEM - Verileri Grafikleştirme

Hedef Kazanımlar:

1. Öğrencilerin veri toplama, düzenleme ve analiz becerilerini geliştirme.
2. Çizgi ve sütun grafiklerinin temel özelliklerini anlama ve yorumlama.
3. Teknoloji kullanarak veri görselleştirmenin avantajlarını fark etme.
4. Matematik, bilim, mühendislik ve teknoloji disiplinleri arasındaki bağlantıyı kavrama.

Gerekli Materyaller:

- Kağıt ve kalem (manuel veri toplama ve düzenleme için).
- Bilgisayar, tablet veya akıllı telefon (PhET Simülasyonu ve Google Sheets için).
- İnternet bağlantısı (PhET ve Sheets kullanımını desteklemek için).
- Akıllı tahta veya projeksiyon cihazı (grafiklerin sınıfa yansıtılması için).

4. Analiz ve Değerlendirme (15 Dakika)

Adım 1: Grafiklerin Karşılaştırılması

- Grupların grafiklerini hem manuel hem de dijital olarak inceleyin.
- Şu soruları yöneltin:
  - "Dijital grafik oluşturmanın manuel grafiklerden farkı nedir? Hangi yöntem size daha kolay geldi?"
  - "Hangi grafikte veriler daha net görünüyor?"

Adım 2: Verilerin Anlamlandırılması

- Verilere dayalı tahminlerde bulunun. Örneğin:
  - "Yaz mevsiminin popüler olmasının sebepleri neler olabilir?"
  - "İngilizce dersine olan ilgiyi artırmak için neler yapabiliriz?"

Adım 3: STEM Bağlantısı

Her disiplinin rolünü tartışın:

- **Matematik:** Verileri organize etmek ve grafiklere dökmek.
- **Teknoloji:** Dijital araçlarla grafik oluşturmak.
- **Mühendislik:** Grafiklerin en iyi şekilde nasıl sunulacağını planlamak.
- **Bilim:** Verileri analiz ederek anlam çıkarmak.

Şekil 12, "Ö4" kodlu öğrencinin istem mühendisliğini kullanarak tasarladığı STEM etkinliğini göstermekte olup, etkinlik "STEM disiplinleri" ve "gerçek hayat bağlantıları" alt temalarının değerlendirilmesine kanıt olarak sunulmuştur. Şekil 12 incelendiğinde, öğrencilerin yalnızca sınıftan elde ettikleri verileri manuel ve dijital olarak grafikleştirdikleri bir durum olduğu görülmektedir. Bu nedenle etkinlik "gerçek hayat bağlantıları" alt temasında yeterli kanıt sunmadığı şeklinde değerlendirilmiştir.

STEM disiplinleri açısından ele alındığında etkinlikte STEM bağlantıları için dört ana disiplinin açıklamasına yer verilmiş olmasına rağmen bu açıklamaların oldukça yüzeysel kaldığı tespit edilmiştir. Özellikle mühendislik bağlantısında, grafiklerin en iyi şekilde nasıl sunulacağının planlanması gibi bir değerlendirme yapıldığı, ancak bu yaklaşımın mühendislik becerileri bağlamında yeterli görülmediği belirtilmiştir. Ayrıca, etkinliğin STEM disiplinlerini vurgulama ve entegrasyon süreci açısından da zayıf kanıtlar içerdiği ve bir eser oluşturmayı ön planda tutmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 3 ve Şekil 8-12, öğretmen adaylarının istem mühendisliği ile tasarladıkları STEM etkinliklerinin alt temalarına ilişkin ortalama puanları ve bu puanlara dair kanıtları sunmaktadır. Tablo 4 ise öğretmen adaylarının istem mühendisliği ile tasarladıkları STEM etkinliklerinin ana temalar çerçevesinde uygunluk düzeylerini değerlendirmektedir.

Tablo 4

Öğretmen Adaylarının İstem Mühendisliği ile Tasarladıkları STEM Etkinliklerinin Uygunluk Düzeyleri

Tema	Uygun değil	Kısmen Uygun	Tamamen Uygun
STEM Öğrenme Ortamı		$Ö_1$ $Ö_2$ $Ö_3$ $Ö_4$ $Ö_5$ $Ö_6$ $Ö_7$	
Öğrenci Katılımı		$Ö_1$ $Ö_2$ $Ö_3$ $Ö_4$ $Ö_5$ $Ö_7$	$Ö_6$
STEM İçeriği ve Uygulamaları	$Ö_2$ $Ö_3$	$Ö_1$ $Ö_4$ $Ö_5$ $Ö_7$	$Ö_6$
STEM Bağlantıları		$Ö_2$ $Ö_3$ $Ö_4$ $Ö_5$	$Ö_1$ $Ö_6$ $Ö_7$

Tablo 4, öğretmen adaylarının istem mühendisliğini kullanarak tasarladıkları STEM etkinliklerinin uygunluk düzeylerini göstermektedir. Tablo 4 incelendiğinde istem mühendisliğinin etkinliklere olumlu yönde katkı sağladığı ve çoğunlukla bu etkinliklerin ana temalarının "kısmen uygun" veya "tamamen uygun" kategorisinde sınıflandırıldığı görülmüştür.

STEM içeriği ve uygulamaları teması özelinde, bazı öğrencilerin etkinliklerinin uygun bulunmadığı durumlar olsa da genel olarak istem mühendisliğinin STEM etkinliklerini iyileştirme yönündeki katkısı dikkat çekmektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında etkinliklerin öğrenme ortamı, öğrenci katılımı ve STEM bağlantıları açısından kısmen uygun olduğu; STEM içeriği ve uygulamaları noktasında ise daha fazla istem mühendisliği kullanımına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu durum, istem mühendisliğinin doğru ve etkili kullanımının, STEM etkinliklerinin niteliğini artırmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, ChatGPT-4o'nun STEM etkinlikleri tasarımındaki kullanımını ve istem mühendisliği uygulamalarının bu süreçteki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Çalışmanın bulgularına göre ChatGPT-4o'nun STEM etkinliklerinin disiplinler arası doğasını destekleme potansiyeline sahip olduğunu gösterse de etkili istem mühendislik teknikleriyle desteklenmediği sürece bu potansiyel tam olarak gerçekleştiremediği görülmektedir. Ayrıca, STEM etkinliklerinin özellikle matematik bileşenlerinde ürün odaklı sonuçlara ulaşma konusundaki sınırlamaları da tespit edilmiştir. Bu bulgular, çalışmanın hem STEM eğitimi hem de yapay zekâ tabanlı araçların eğitimdeki rolü açısından alan yazına önemli katkılar sunduğunu açıkça göstermektedir. Bulgular, ChatGPT'nin tasarım süreçlerindeki sınırlamalarını da ortaya koymuştur. ChatGPT, istemlere dayalı olarak içerik üretebilmekte ancak eğitimsel bağlamda

derinlemesine analiz yapabilmesi ve yenilikçi ürün tasarımı gerçekleştirebilmesi için daha fazla yönlendirme ve bağlama özgü bilgiye ihtiyaç duymaktadır. Bu durum, istem mühendisliğinin eğitim süreçlerinde yapay zekâ tabanlı araçların etkili bir şekilde kullanılabilmesi için neden kritik bir öneme sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. ChatGPT'nin eğitimsel potansiyelini tam anlamıyla ortaya çıkarabilmek, öğretmenlerin doğru istemler oluşturabilme ve bu istemleri bağlama uygun şekilde kullanabilme yetkinliklerine bağlıdır.

Alan yazında yapay zekâ destekli araçların özellikle ChatGPT-4o'nun STEM etkinlikleri tasarımında kullanımıyla ilgili çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Mevcut araştırmalar genellikle ChatGPT'nin sahip oldukları becerilere odaklanırken (Dowling ve Lucey, 2023; Jiao vd., 2023; Labadze vd., 2023; Patel ve Lam, 2023; Rao vd., 2023; Sobania vd., 2023) öğretmen adaylarının veya öğretmenlerin ChatGPT'yi bir yardımcı asistan olarak kullanma deneyimleriyle elde edilen STEM etkinliklerinin sınıf uygulamalarına uygun şekilde tasarlanıp tasarlanmadığını derinlemesine incelemediği görülmüştür. Bu bağlamda çalışma, ChatGPT'nin STEM etkinlikleri tasarımında etkili bir şekilde kullanılabilmesi için istem mühendisliği tekniklerinin önemini vurgulamakta ve bu alandaki teorik boşluğu doldurmaktadır.

İstem mühendisliği, yapay zekâ tabanlı araçların bağlama duyarlı içerik üretebilmesi için kritik bir gereklilik olmasına rağmen bu konuda alan yazında yeterli rehberlik sağlanmadığı gözlemlenmiştir. Çünkü araştırmanın bulgularında, ChatGPT'yi yönlendirecek rehberlik durumları örneğin rol tanımlama, görev tanımlama ve görevi detaylandırma gibi süreçler, öğretmen adayları tarafından uygulanmış olsa da bu rehberliklerin öğretmen adaylarının tasarladığı etkinliklerde etkinliği iyileştirme yönünde kısmen başarı sağladığı ancak tam anlamıyla yeterli bir başarıya ulaşamadığı görülmüştür. Bu durum, rehberlik stratejilerinin etkinlik tasarımında daha etkili ve kapsamlı bir şekilde uygulanması gerektiğini göstermektedir.

Araştırma, matematiksel kavramların STEM etkinliklerine entegrasyonundaki zorlukları da vurgulamaktadır. Çalışmada matematiğin soyut yapısının mühendislik tasarımı ve ürün geliştirme süreçleriyle ilişkilendirilmesinde temel bir engel olarak öne çıktığı değerlendirilmektedir (Margot ve Kettler, 2019). Bu durum, STEM etkinliklerinin matematiksel boyutunun yeterince keşfedilmediği ve alan yazındaki bu eksikliği gidermeye yönelik önemli bir katkı sunacağı düşünülmektedir. Çalışma, matematiksel kavramların ürün odaklı süreçlere dahil edilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Çünkü STEM temelli etkinliklerde ana temanın genellikle bilim ve teknolojiye ait kazanımlarla sınırlı kaldığı ve matematiğin çoğunlukla araçsal bir disiplin olarak algılanması gerçeğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Shernoff vd., 2017). Ayrıca çalışma, STEM etkinliklerinin disiplinler arası yapısını daha iyi anlamak ve bu yapıyı güçlendirmek amacıyla ChatGPT gibi araçların potansiyel kullanımını detaylandırmaktadır. Bu bağlamda, ChatGPT'nin STEM'in temel bileşenleri arasındaki bağlantıların kurulmasındaki rolü somut örneklerle açıklanmaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma STEM eğitimi ile yapay zekâ destekli teknolojilerin entegrasyonuna odaklanarak bu iki alanın kesişim noktasında yenilikçi bir perspektif sunmaktadır. Bu durum, öğretmenlerin STEM etkinliklerini tasarlarken karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelmelerine yardımcı olacak yeni stratejilerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Araştırma bulgularına göre, öğretmen adayları ChatGPT'yi kullanırken rol tanımlama ve görev açıklama gibi istemlerden faydalansalar da STEM etkinliklerini tasarlama ve iyileştirme süreçlerinde tam anlamıyla başarılı olamamışlardır. Bu durumun temel nedeni, yapay zekânın eğitim aracı olarak potansiyelini ortaya koymasına rağmen öğrenmeyi nasıl anlamlı ve etkili bir şekilde mümkün kılacağına ilişkin hala çözülmemiş soruların bulunmasıdır (Kim ve Kim, 2022). Bu sorunlardan biri, sohbet botlarının anlama yeterliliği ve gerçeğe benzer sohbetlere katılma yeteneklerinin sınırlı olabileceği yönündedir (Chiu vd., 2023). Bu nedenle, öğretmenler istem mühendisliği tekniklerini kullanmadan ChatGPT-4'ü STEM etkinlikleri tasarlamak için kullandıklarında ChatGPT-4'ün yüzeysel yanıtlar verdiğini düşünebilirler. Nitekim, alan yazında da eğitimde sohbet botlarının kullanımına ilişkin çeşitli zorluklar ve sınırlamalar bulunmaktadır. Sohbet botlarının tüm sorulara uygun şekilde yanıt verme ve uzun konuşmaları sürdürebilme yeteneklerinin sınırlı olması, öğrencilerin zamanla ilgilerinin azalmasına yol açabilmektedir. Ayrıca, bu araçların tasarımında dikkat dağıtıcı unsurlar ve bilişsel olarak aşırı yüklenmeye neden olabilecek özelliklerin yer alması, öğrenme sürecini olumsuz etkileyebilmektedir (Huang vd., 2022; Kuhail vd., 2023;

Okonkwo ve Ade-Ibijola, 2021; Pérez vd., 2020). Fryer ve diğerleri (2019) ile Yin ve diğerleri (2021) tarafından yapılan araştırmalarda, sohbet botlarının konuşmanın akışını takip etmekte zorlandıkları ve öğrenci sorularına her zaman doğru ve net yanıtlar veremedikleri belirtilmiştir. Yanıtların çoğunlukla belirsiz olduğu ve bazen öğrencileri yanıltabileceği vurgulanmıştır. Jasin ve diğerleri (2023) ise sohbet robotlarının soruları tam olarak anlama ve tamamen doğru, yardımcı yanıtlar verme yeteneklerinin sınırlı olmasının öğrencilerde hayal kırıklığına neden olduğunu ifade etmiştir. Bu bağlamda, ChatGPT-4o'nun yanıtlarının sınırlı ve yüzeysel olabileceği, ChatGPT'den doğru ve ayrıntılı cevaplar alabilmenin büyük ölçüde etkileşimde bulunan kişinin doğru yönlendirmeler yapmasına bağlı olduğu söylenebilir. Bu noktada da istem mühendisliğinin önemi ortaya çıkmaktadır. Aynı şekilde, sohbet botları büyük miktarda veri ile eğitilmiş olsalar bile, araştırmalarda benzer endişeler dile getirilmiştir. İntihal, hile yapma ve aynı sorulara farklı yanıtlar verme gibi yeni sorunlar, bu araçların eğitim ortamında kullanımında ortaya çıkan önemli zorluklar arasında yer almaktadır (Farrokhnia vd., 2023; Tlili vd., 2023). Bu bağlamda, araştırmacıların ve eğitimcilerin ChatGPT'ye bir öğretim deneyi veya etkinlik tasarlattırırken dikkatli olmaları gerektiği vurgulanmaktadır. ChatGPT'nin doğrudan bir çözüm veya kesin bir kaynak olarak görülmesi yerine rehber olarak kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşım, eğitim etkinliklerinin daha tutarlı ve güvenilir bir şekilde tasarlanmasına yardımcı olabilir ve aynı zamanda yapay zekâ tabanlı araçların eğitimdeki etkin kullanımına katkı sağlayabilir. Çalışmada, öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri tasarlarken bir çıkış noktası olarak bir bağlam oluşturabildikleri ancak bu etkinlikleri STEM'in her boyutuna uygun şekilde tam anlamıyla hazır hale getiremedikleri görülmüştür. Bu durum, öğretmenlerin ChatGPT gibi araçları etkinlik tasarımında bir fikir kaynağı olarak kullanabileceklerini, ancak tasarımları sonradan geliştirerek eksikliklerini tamamlamalarının gerektiğini ortaya koymaktadır. Böylece öğretmenler, başlangıçta oluşturulan etkinlikleri STEM'in disiplinler arası yapısına daha uygun hale getirebilir ve öğrencilerin ihtiyaçlarına göre özelleştirebilir. Sohbet botları, öğrenme sürecine eşlik eden eğitmenler olarak hareket ederek öğretme ve öğrenme süreçlerini doğrudan desteklemektedirler (Chocarro vd., 2021). Kumar (2021), bir öğretim tasarımı dersinde, öğrencilerin grup projelerinde yardımcı olması için geliştirdiği bir sohbet botunun, bu botu kullanan gruplarda daha başarılı sonuçlar elde edilmesine katkı sağladığını bulmuştur. Pérez vd. (2020), sohbet botlarının sıkça sorulan soruları yanıtlamak gibi tekrarlayan görevleri kolaylaştırarak öğretim yardımcıları olarak önemli bir rol oynadığını ve öğretmenler üzerindeki yükü hafifletme konusunda etkili olduklarını vurgulamıştır. Benzer şekilde, Pérez ve diğerleri (2017), sohbet botlarının öğrencilere materyali daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için çalışma kılavuzları ve ders notları gibi eğitim kaynakları sağlayabileceğini belirtmiştir.

Alan yazındaki bu bulgular, çalışmamızın sonuçlarıyla örtüşmektedir. ChatGPT, STEM etkinlikleri tasarlarken her bir STEM boyutuna yönelik etkinlik tasarımını tamamen sağlamasa da özellikle istem mühendisliği uygulandığında STEM etkinlikleri tasarlamada kısmen yeterli olduğu ve öğretmenlere uygulamaya yönelik rehberlik yapabildiği tespit edilmiştir. Ayrıca, sohbet botlarının sınıf ortamında öğrencilerle etkileşim kurarak öğrenmede destekleyici bir rol oynayabileceği ve fen (Topal vd., 2021) ile matematik (Laksana ve Fiangga, 2022) gibi disiplinlerde yeni bir öğrenme paradigması için bir platform sağlayabileceği belirtilmiştir. Bu bağlamda, yapay zekâ destekli bir sohbet botu olan ChatGPT'nin STEM etkinlikleri tasarlayarak öğretmenlere yeni öğrenme ortamları oluşturma sürecinde yardımcı ve destek olabilecek yeterlilikte olması, araştırmanın dikkat çeken bir sonucu olarak değerlendirilmektedir.

Kim ve Kim (2020), yapay zekânın sınıfta etkili bir şekilde kullanılabilmesi için öğretmenlerin öncelikle bu teknolojiyi nasıl kullanacaklarını ve daha da önemlisi müfredatlarına nasıl başarılı bir şekilde entegre edeceklerini öğrenmeleri gerektiğini vurgulamıştır. Bu durum, ChatGPT'yi kullanırken öğretmenlerin istem mühendisliği konusunda yetkin olmaları gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Çünkü ChatGPT'nin öğretmenlere doğru ve detaylı bir rehberlik sağlayabilmesi, öğretmenlerin doğru istemleri girdi olarak sunmalarına bağlıdır. Çalışmanın bulguları, ChatGPT'nin bazı durumlarda yüzeysel bilgiler verdiğini, ancak doğru istemler girildiğinde daha detaylı ve doğru yönlendirmeler sağlayabildiğini göstermiştir. Bu bulgular, Chiu ve diğerleri (2023) yapay zekâ destekli ortamlarda öğrenci ihtiyaçlarını karşılamak, öğrenme etkinlikleri tasarlamak, kaynak sağlamak ve öğrencilerle etkileşim kurmak konusunda öğretmen uygulamalarına daha fazla önem verilmesi gerektiği yönündeki ifadelerini doğrulamaktadır. Ayrıca, Kim ve Kim (2022) çalışmasında, STEM öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğunun yapay zekâyı üstün destekleyici

öğrenme ortamı olarak olumlu bir şekilde deneyimlediği ortaya konmuştur. Alemdağ (2023) ise sohbet botlarının bilim ve teknoloji gibi farklı konu alanlarında sahip olduğu potansiyelin daha fazla incelenmesi gerektiğini ve bu araçların daha gelişmiş öğrenme süreçlerine yol açabilecek en uygun koşullarda kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Bu araştırmanın çeşitli sınırlamaları bulunmaktadır. Katılımcılar yalnızca öğretmen adaylarından oluştuğu için farklı deneyim seviyelerine sahip öğretmenlerin ChatGPT ve istem mühendisliği kullanımı üzerindeki etkileri incelenmemiştir. Çalışma, yalnızca STEM etkinlikleri tasarımıyla sınırlı olup, ChatGPT'nin diğer eğitim alanlarındaki kullanım potansiyeli değerlendirilmemiştir. Ayrıca, ChatGPT'nin mevcut sürümüne (ChatGPT-4) dayalı sonuçlar bu sürümün kapasite ve sınırlamalarıyla sınırlıdır. Gelecekteki sürümler farklı sonuçlar doğurabilir. İstem mühendisliği becerileri, öğretmen adaylarının mevcut bilgi ve deneyimlerine dayalı olarak değerlendirilmiş, daha kapsamlı bir eğitim verilmediği için bu konuda olası farklılıklar araştırılmamıştır. Çalışma, tasarlanan STEM etkinliklerinin sınıf içi uygulamalarını ele almadığından, bu etkinliklerin öğrenci üzerindeki etkileri incelenememiştir. ChatGPT'nin içerik üretimi, öğretmen adaylarının girdiği istemlerin kalitesine bağlı olduğundan, yüzeysel istemlerin sonuçlara olumsuz etkisi olabileceği de bir sınırlama olarak görülmektedir. Ayrıca, sonuçların diğer disiplinlere ve bağlamlara genellenebilirliği sınırlıdır.

Sonuç olarak, bu araştırmada STEM konusunda uzman olmayan öğretmen adaylarının, istem mühendisliği uygulayarak ChatGPT ile etkileşim içinde tasarladıkları etkinliklerin uygunluklarını değerlendirmek amaçlanmıştır. Araştırma, STEM etkinliklerinin tasarımında ChatGPT'nin potansiyelini ortaya koyarken, bu sürecin verimliliğini artırmak için istem mühendisliği ve öğretmen eğitiminin kritik bir öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır. STEM etkinliklerinin disiplinler arası yapısını destekleyen yenilikçi yaklaşımlar, eğitimde daha güçlü ve etkili sonuçlar elde edilmesine olanak tanıyabilir. Bu bulgular, öğretmenlerin STEM etkinliklerini tasarlama süreçlerini iyileştirmek ve eğitimde yapay zekâ tabanlı araçların kullanımını daha etkin hale getirmek için yol gösterici olabilir.

Öneriler

- Öğretmen adaylarının ChatGPT gibi yapay zekâ araçlarını etkili bir şekilde kullanabilmeleri için istem mühendisliği konusunda kapsamlı bir eğitim almaları sağlanmalıdır. Bu, istemlerin yapılandırılması, bağlamın belirlenmesi ve çıktının hedeflere uygun hale getirilmesi gibi temel becerileri içermelidir. STEM eğitimine yönelik ders içeriklerine istem mühendisliği becerileri eklenebilir. ChatGPT gibi yapay zekâ araçlarını etkili kullanmayı öğreten atölye çalışmaları düzenlenebilir.
- Katılımcı çeşitliliği artırılmalıdır. Farklı deneyim düzeylerine sahip öğretmenler de çalışmalara dâhil edilerek karşılaştırmalı analizler yapılmalıdır.
- ChatGPT sürümlerine veya diğer sohbet robotlarına göre karşılaştırmalı çalışmalar yapılarak model güncellemelerinin eğitimsel çıktılara etkisi değerlendirilmelidir.
- Matematik konularının STEM etkinliklerine entegrasyonunu kolaylaştırmak için örnek etkinlikler içeren rehber materyaller geliştirilmelidir. Bu materyaller, soyut matematiksel kavramların gerçek hayat problemleriyle ilişkilendirilmesine yönelik stratejiler sunmalıdır.
- ChatGPT gibi araçların STEM bağlamında daha spesifik ve detaylı öneriler sunabilmesi için eğitim veri setlerinin genişletilmesi ve bağlama duyarlı algoritmaların geliştirilmesi önerilmektedir.
- ChatGPT ile tasarlanan STEM etkinliklerinin sınıf içi uygulamalarını ele alması ve bu etkinliklerin öğrenci üzerindeki etkilerinin araştırmasını önermektedir. STEM etkinlikleri tasarımı ChatGPT rehberliğinde sınıf içi uygulamalarla birleştirilerek öğretmen adaylarının bu süreçteki deneyimlerini artırabilir.

Yazar Katkı Oranı

Yazarlar, çalışmaya eşit oranda katkı sunmuşlardır.

Etik Beyan

"Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinde' yer alan tüm kurallara uyulmuş ve yönergenin ikinci bölümünde yer alan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemlerden" hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Çatışma Beyanı

Yazarlar çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmektedirler.

References

Alemdag, E. (2023). The effect of chatbots on learning: a meta-analysis of empirical research. *Journal of Research on Technology in Education*, *57*(2), 459–481.. https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2255698

Aydın, S. K., Kılıç, Ş., Özdemir, Z., & Geyik, M. (2023). Öğrenci Merkezli Eğitim: Öğrencilerin Başarıya Giden Yolu. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Studies*, *9*(34), 135-144. https://doi.org/10.5281/zenodo.8430400

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, *70*(1), 30-35.

Caijun W., Xi J. & Zhenzhou Z. (2021)."Analysis of Systematic Reform of Future Teaching in the Age of Artificial Intelligence," *2021 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*, Dali, China, pp. 704-707, https://doi.org/10.1109/ICAIE53562.2021.00154

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, *8*, 75264-75278. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510

Chiu, T. K., Moorhouse, B. L., Chai, C. S., & Ismailov, M. (2023). Teacher support and student motivation to learn with Artificial Intelligence (AI) based chatbot. *Interactive Learning Environments*, *32*(7), 3240–3256.https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2172044

Chocarro, R., Cortiñas, M., & Marcos-Matás, G. (2021). Teachers' attitudes towards chatbots in education: a technology acceptance model approach considering the effect of social language, bot proactiveness, and users' characteristics. *Educational Studies*, 49(2), 1–19. http://dx.doi.org/10.1080/03055698.2020.1850426

Clements, D.H. & Sarama, J. (2021). STEM or STEAM or STREAM? Integrated or Interdisciplinary?. In: Cohrssen, C., Garvis, S. (Eds) *Embedding STEAM in Early Childhood Education and Care* (pp.261-275). Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65624-9_13

Colace, F., De Santo, M., Lombardi, M., Pascale, F., Pietrosanto, A., & Lemma, S. (2018). Chatbot for e-learning: A case of study. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, 7*(5), 528–533.

Collins, A. & Halverson, R. (2010). The second educational revolution: Rethinking education in the age of technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, *26*(1), 18–27. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00339.x

Creswell, J. W. (2021). *Nitel araştirma yöntemleri.* (M. Bütün & SB Demir, Çev. Ed.). Siyasal Kitapevi.

Dhinakaran, A. (Aralık, 2023) *Evaluating prompts: A developer's guide*. https://arize.com/blog-course/evaluating-prompt-playground/

Dimitriadou, E., & Lanitis, A. (2023). A critical evaluation, challenges, and future perspectives of using artificial intelligence and emerging technologies in smart classrooms. *Smart Learning Environments, 10*(12), 1–26. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00231-3

Dinc, E. (2019). Prospective teachers' perceptions of barriers to technology integration in education. *Contemporary educational technology*, *10*(4), 381-398. https://doi.org/10.30935/cet.634187

Dowling, M., & Lucey, B. (2023). ChatGPT for (Finance) research: The Bananarama Conjecture. *Finance Research Letters, 53*, 103662. https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103662

Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2023). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International*, *61*(3), 460–474. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846

Fryer, L. K., Nakao, K., & Thompson, A. (2019). Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence. *Computers in Human Behavior, 93*, 279–289. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.023

Gasiewski, J. A., Eagan, M. K., Garcia, G. A., Hurtado, S., & Chang, M. J. (2012). From gatekeeping to engagement: A multicontextual, mixed method study of student academic engagement in introductory STEM courses. *Research in Higher Education*, *53*(2), 229–261. https://doi.org/10.1007/s11162-011-9247-y

Gemini for Google Workspace (2024). *Prompting Guide 101*. Google Workspace; https://services.google.com/fh/files/misc/gemini-for-google-workspace-prompting-guide-101.pdf

Gupta, S., & Chen, Y. (2022). Supporting inclusive learning using chatbots? A chatbot-led interview study. *Journal of Information Systems Education, 33*(1), 98–108.

Hallström, J., & Schönborn, K. J. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: Reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education*. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z

Huang, W., Hew, K. F., & Fryer, L. K. (2022). Chatbots for language learning–Are they really useful? A systematic review of chatbot-supported language learning. *Journal of Computer Assisted Learning, 38*(1), 237–257. https://doi.org/10.1111/jcal.12610

Huberman, M. (1994). Research utilization: The state of the art. *Knowledge and Policy*, *7*(4), 13-33.

Jasin, J., Ng, H. T., Atmosukarto, I., Iyer, P., Osman, F., Wong, P. Y. K., Pua, C. Y., & Cheow, W. S. (2023). The implementation of chatbot-mediated immediacy for synchronous communication in an online chemistry course. *Education and Information Technologies, 28,* 10665–10690. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11602-1

Jiao, W., Wang, W., Huang, J-T, Wang, X., & Tu, Z. (2023*). Is ChatGPT A good translator? Yes With GPT-4 As The Engine*. ArXiv. https://arxiv.org/abs/2301.08745

Johnson, C. C., & Czerniak, C. M. (2023). Interdisciplinary approaches and integrated STEM in science teaching. In N. G. Lederman, D. L. Zeidler, & J. S. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 559–585). Routledge.

Karadaş, Ö. F. (2021). *Fen bilimleri öğretmenleri ve stem uygulamaları: tercih gerekçeleri, sorunlar ve çözüm önerileri* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi], Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir.

Kaya, G., Şahin, E. & Uz-Özkılıç, R. (2020). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi ve uygulamaları hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi (Bursa İli örneği). *Uluslararası İnsan ve Sanat Araştırmaları Dergisi, 5*(6), 100-113.

Kim, N. J., and Kim, M. K. (2022). Teacher's perceptions of using an artificial intelligence-based educational tool for scientific writing. *Frontiers in Education*. 7, 755914. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.755914

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, *41*(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

Knox, J. (2019). What does the 'postdigital' mean for education? Three critical perspectives on the digital, with implications for educational research and practice. *Postdigital Science and Education, 1,* 357–370. https://doi.org/10.1007/s42438-019-00045-y

Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., & Alhejori, K. (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies, 28*(1), 973–1018. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3

Kumar, J. A. (2021). Educational chatbots for project-based learning: Investigating learning outcomes for a team-based design course. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 18*, 65-93. https://doi.org/10.1186/s41239-021-00302-w

Kurtuluş, A., Akçay, A. O., & Karahan, E. (2017). Ortaokul matematik derslerinde STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, *6*(4), 354-360.

Labadze, L., Grigolia, M. & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20,* 56-73. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1

Laksana, F. S. W., and Fiangga, S. (2022). The development of web-based chatbot as a mathematics learning media on system of linear equations in three variables. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika 11*, 145-154

Lau, W. W., & Jong, M. S. (2023). Typology of teachers' stages of concern for STEM education. *Research in Science & Technological Education*, *41*(4), 1560-1578. https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2064447

Lee, A.V.Y., Tan, S.C. & Teo, C.L. (2023). Designs and practices using generative AI for sustainable student discourse and knowledge creation. *Smart Learning Environments, 10*, 59-77. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00279-1

Leung, A. (2020). Boundary crossing pedagogy in STEM education. *International Journal of STEM Education, 7,* 15-26. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00212-9

Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Craesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). On thinking and STEM education. *Journal for STEM Education Research, 2*(4),1-13. https://doi.org/10.1007/s41979-019-00014-x.

Lin, C. H., Yu, C. C., Shih, P. K., & Wu, L. Y. (2021). STEM based artificial intelligence learning in general education for non-engineering undergraduate students. *Educational Technology & Society, 24* (3), 224–237.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1986). But is it rigorous? Trustworthiness and authenticity in naturalistic evaluation. *New directions for evaluation, (30),* 73-84.

Liu, P., Yuan, W., Fu, J., Jiang, Z., Hayashi, H., & Neubig, G. (2023). Pre-train, prompt, and predict: A systematic survey of prompting methods in natural language processing. *ACM Computing Surveys*, *55*(9), 1-35.

Loock, R., & Holt, B. (2024). Augmented linguistic analysis skills: machine translation and generative AI as pedagogical aids for analyzing complex English compounds. *Technology in Language Teaching & Learning*, *6*(3), 1489-1489.

Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*.

Macdonald, C., Adeloye, D., Sheikh, A., & Rudan, I. (2023). Can ChatGPT draft a research article? An example of population-level vaccine effectiveness analysis. *Journal of Global Health, 13*, 01003. https://doi.org/10.7189/jogh.13.01003

Majid, I. & Lakshmi, Y., V. (2022).Artıfıcıal Intellıgence In Educatıon. *The Indian Journal of Technical Education, 45*(3), 11-16.

Margot, K.C. & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education,* 6, 2-18. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2016). *MEB STEM eğitimi raporu*. Ankara: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.

McComas, W.F. & Burgin, S.R. (2020). A Critique of "STEM" Education. *Science & Education, 29,* 805–829 https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2

Mousavi, A., Schmidt, M., Squires, V., & Wilson, K. (2020). Assessing the effectiveness of student advice recommender agent (SARA): The case of automated personalized feedback. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 31*(2), 603–621. https://doi.org/10.1007/s40593-020-00210-6

Nurshatayeva, A., Page, L. C., White, C. C., & Gehlbach, H. (2020). *Proactive student support using artificially intelligent conversational chatbots: The importance of targeting the technology* (EdWorkingPaper No. 20-208). Annenberg Institute at Brown University. https://doi.org/10.26300/mp4q-4x12

Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100033. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033

Okulu, H. Z. & Oguz-Unver, A. (2021). The Development and Evaluation of a Tool to Determine the Characteristics of STEM Activities. *European Journal of STEM Education, 6*(1), 06. https://doi.org/10.20897/ejsteme/10894

Patel, S. B., & Lam, K. (2023). ChatGPT: The future of discharge summaries? *The Lancet Digital Health, 5*(3), e107–e108. https://doi.org/10.1016/s2589-7500(23)00021-3

Patton, M. Q. (2018). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. (M. Bürün ve S.B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Pegem Akademi.

Pérez, J. Q., Daradoumis, T., & Puig, J. M. M. (2020). Rediscovering the use of chatbots in education: A systemat-ic literature review. *Computer Applications in Engineering Education, 28*(6), 1549–1565. https://doi.org/10.1002/cae.22326

Perez, S., Massey-Allard, J., Butler, D., Ives, J., Bonn, D., Yee, N., & Roll, I. (2017). Identifying productive inquiry in virtual labs using sequence mining. In E. André, R. Baker, X. Hu, M. M. T. Rodrigo, & B. du Boulay (Eds.), *Artificial intelligence in education, 10*(331), 287–298. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61425-0_24

Peters, M. A., Jackson, L., Papastephanou, M., Jandrić, P., Lazaroiu, G., Evers, C. W., ... & Fuller, S. (2023). AI and the future of humanity: ChatGPT-4, philosophy and education–Critical responses. *Educational Philosophy and Theory*, 1-35. https://doi.org/10.1080/00131857.2023.2213437

Priemer, B., Eilerts, K., Filler, A., Pinkwart, N., RöskenWinter, B., Tiemann, B., & Upmeier Zu Belzen, A. (2019). A framework to foster problem solving in STEM and computing education. *Research in Science & Technological Education*. https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1600490.

Rao, A., Kim, J., Kamineni, M., Pang, M., Lie, W., & Succi, M. D. (2023). Evaluating ChatGPT as an adjunct for radiologic decision-making [Preprint]. *medRxiv*,. https://doi.org/10.1101/2023.02.02.23285399

Salas-Pilco, S. Z., & Yang, Y. (2022). Artificial intelligence applications in Latin American higher education: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19*(21), 1–20. https://doi.org/10.1186/s41239-022-00326-w

Salonen, A., Hartikainen-Ahia, A., Hense, J., Scheersoi, A., & Keinonen, T. (2017). Secondary school students' perceptions of working life skills in science-related careers. *International Journal of Science Education, 39*(10), 1339–1352. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1330575

Shah, K., Xu, A. Y., Sharma, Y., Daher, M., McDonald, C., Diebo, B. G., & Daniels, A. H. (2024). Large language model prompting techniques for advancement in clinical medicine. *Journal of Clinical Medicine*, *13*(17), 1-12. https://doi.org/10.3390/jcm13175101

Shahbazloo, F., & Mirzaie, R. A. (2023). Investigating the effect of 5E-based STEM education in solar energy context on creativity and academic achievement of female Junior high School students. *Thinking Skills and Creativity*, 49,1-13. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101336

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International journal of STEM education*, *4*, 1-16. https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1

Shieh, R. S. ve Chang, W. (2014). Fostering student‟s creative and problem solvingskills through hands on activity. *Journal of Baltic Science Education, 13*(5), 650-661

Sobania, D., Briesch, M., Hanna, C., & Petke, J.(2023). An analysis of the automatic bug fixing performance of ChatGPT. *ArXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.08653

Southgate, E., Blackmore, K., Pieschl, S., Grimes, S., McGuire, J., & Smithers, K. (2019). Artificial *intelligence and emerging technologies in schools: Research report*. University of Newcastle. https://www.dese.gov.au/supporting-family-school-community-partnerships-learning/resources/ai-schools-report

Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2017). 'Hard science': A career option for socially and societally interested students? Grade 12 students' vocational interest gap explored. *International Journal of Science Education*, *39*(17), 2304–2320. http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2017.1376259

Stojanov, A. (2023). Learning with ChatGPT 3.5 as a more knowledgeable other: an autoethnographic study. *Int J Educ Technol High Educ 20*, 35 https://doi.org/10.1186/s41239-023-00404-7

Şirin- Tezcan, G., Oğuz-Kaval, E., & Tüysüz, M. (2022). Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer alan etkinliklerin stem etkinlikleri açısından uygunluğunun incelenmesi. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, *55*(1), 37-76. https://doi.org/10.30964/auebfd.863341

Ting, Y. L. (2016). STEM from the perspectives of engineering design and suggested tools and learning design. *Journal of Research in STEM Education*, *2*(1), 59-71. https://doi.org/10.51355/jstem.2016.22

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments, 10*(1), 15. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x

Topal, A. D., Eren, C. D., and Geçer, A. K. (2021). Chatbot application in a 5th grade science course. *Educ. Inf. Technol. 26,* 6241–6265. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10627-8

Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen , S., (2017) İşbirlikli fetemm eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıkları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32*(4), 794-816.

Türk, Z. & Duran, M (2021). Uzaktan Eğitimde STEM Etkinliklerinin Uygulanmasına İlişkin Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin İncelenmesi. *Çocuk ve Gelişim Dergisi, 4*(8), 46-73. https://doi.org/10.36731/cg.1020566

Wang S., Scells, H., Koopman, B. & Zuccon, G. (2023). Can ChatGPT write a good Boolean query for systematic review literature search? *ArXiv*. https://arxiv.org/abs/2302.03495

White, J., Fu, Q., Hays, S., Sandborn, M., Olea, C., Gilbert, H., ... & Schmidt, D. C. (2023). A prompt pattern catalog to enhance prompt engineering with chatgpt. *arXiv preprint arXiv:2302.11382*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.11382

Yao, X. (2022). Design and research of artificial intelligence in multimedia intelligent question answering system and self-test system. *Advances in Multimedia*. https://doi.org/10.1155/2022/2156111

Yin, J., Goh, T. T., Yang, B., & Xiaobin, Y. (2021). Conversation technology with micro-learning: The impact of chatbot-based learning on students' learning motivation and performance. *Journal of Educational Computing Research, 59*(1), 154–177. https://doi.org/10.1177/0735633120952067

Zhou, Y., Muresanu, A. I., Han, Z., Paster, K., Pitis, S., Chan, H., & Ba, J. (2022). Large language models are human-level prompt engineers [preprint*]. arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.01910