



The Impact of Common Knowledge Construction Model-Based Science Teaching on Seventh-Grade Students' 21st-Century Skills and STEM Career Interests

Filiz DENK^a (ORCID ID - 0009-0007-0627-5557)

Hasan BAKIRCI^b (ORCID ID - 0000-0002-7142-5271)

Yılmaz KARA^{c*} (ORCID ID - 0000-0001-6897-3245)

^aVan Yüzüncü Yıl University, Graduate School, Van/Türkiye

^bVan Yüzüncü Yıl University, Faculty of Education, Van/Türkiye

^cBartın University, Faculty of Education, Bartın/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cuefd.1524783

Article history:

Received 30.07.2024

Revised 04.11.2024

Accepted 05.12.2024

Keywords:

Science education,
Common knowledge construction
model,
21st-century skills,
STEM career interest,
Seventh grade

Abstract

The aim of this study is to examine the effects of science courses conducted using the Common Knowledge Construction Model (CKCM) on 7th-grade students' 21st-century life skills and their interest in STEM fields. The research was carried out by adopting a mixed-method design. During the implementations, the lessons were taught according to the CKCM in the experimental group and the 5E learning model in the control group. The study was conducted with a total of 50 students studying in the 7th grade in the 2023-2024 academic year. The 21st Century Life Skills Scale, the STEM Interest Scale, and a semi-structured interview form were used as data collection tools. Quantitative data were analyzed with parametric tests, and qualitative data were evaluated with the content analysis method. According to the findings, it was seen that the implementations conducted in both the experimental and control groups were practical on the 21st-century life skills and interest in STEM fields of 7th-grade students. It was determined that the developments in these areas of the students in the experimental group in which CKCM was implemented were more pronounced compared to the control group. The students who participated in the interview stated that CKCM-supported science education provided positive effects such as understanding the nature of science, developing a discussion culture, increased awareness of socio-scientific issues, developing 21st-century skills, and increased interest in STEM careers. To reveal the effects of CKCM in more detail, it is recommended that this model be implemented in various units and topics in science course and that the results be reported.

Research Article

Ortak Bilgi Yapılandırma Modeline Dayalı Fen Öğretiminin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Becerilerine ve STEM Kariyer İlgilerine Etkisi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cuefd.1524783

Makale Geçmişi:

Geliş 30.07.2024

Düzeltilme 04.11.2024

Kabul 05.12.2024

Anahtar Kelimeler:

Fen eğitimi,

Öz

Bu çalışmanın amacı, Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli (OBYM) kullanılarak yürütülen fen derslerinin, 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri ve STEM alanlarına olan ilgileri üzerindeki etkilerini incelemektir. Araştırma karma desen benimsenerek gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sırasında, deney grubunda dersler OBYM'ye göre, kontrol grubunda ise 5E öğrenme modeline göre işlenmiştir. Çalışma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında 7. sınıfta eğitim gören toplam 50 öğrenci ile yapılmıştır. Veri toplama araçları olarak 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği, STEM İlgisi Ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Nicel veriler parametrik testler ile nitel veriler ise içerik analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre hem deney hem de kontrol grubunda yapılan uygulamaların, 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam

Ortak bilgi yapılandırma modeli,
21. yüzyıl becerileri,
STEM kariyerlerine ilgi,
Yedinci sınıf.

becerileri ve STEM alanlarına olan ilgileri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Özellikle OBYM uygulanan deney grubundaki öğrencilerin bu alanlardaki gelişimlerinin, kontrol grubuna göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Görüşmeye katılan öğrenciler, OBYM destekli fen öğretiminin bilimin doğasını anlama, tartışma kültürünün gelişimi, sosyobilimsel konulara yönelik farkındalığın artışı, 21. yüzyıl becerilerinin gelişimi ve STEM kariyerlerine olan ilginin artışı gibi olumlu etkiler sağladığını belirtmişlerdir. OBYM etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koymak için fen bilimleri dersinin çeşitli ünite ve konularında bu modelin uygulanması ve sonuçlarının rapor edilmesi önerilmektedir.

Araştırma Makalesi

Introduction

Science education is a process that aims to develop scientific thinking skills and find appropriate answers to science within this framework (Karakuş & Yalçın, 2016). Rapid changes in science and technology have brought about innovations in individuals' learning-teaching approaches. These innovations contribute to individuals' knowledge production, problem-solving, critical thinking, entrepreneurship, decision-making, and communication skills (Ministry of National Education [MoNE], 2018). Science education is critically important in learning environments, and teachers can acquire these skills by organizing appropriate learning-teaching environments (Akpınar & Ergin, 2005). This process strengthens students' cognitive, affective, and psychomotor skills, directing them to scientific thinking processes, and thus supports their adaptation to changing world conditions.

In learning environments, it is of great importance to create a democratic classroom environment where students can express their own opinions freely. Such learning environments contribute significantly to developing students' reasoning and communication skills (MoNE, 2018). In this context, the teaching approaches and models to be used in science education are compatible with the current program and effective for students. One of the teaching models frequently used in science education recently is known as CKCM (Bakırcı et al., 2017). CKCM is a teaching model in which students work together to produce knowledge and develop scientific thinking skills in this process. In this model, students come together to try to solve a problem, construct knowledge, and learn new information by discussing it. The teacher guides students and encourages cooperation within the group (Ebenezer & Connor, 1998). CKCM is a teaching model frequently used, especially in the field of science education (Bakırcı et al., 2016). The model helps students experience scientific thinking processes and develop their skills related to these processes by ensuring that they learn the scientific method (Bakırcı, 2014). CKCM, which adopts the principle of offering students a wide variety of methods by employing different learning methods in the learning process, consists of four stages. These stages are exploring and categorizing, constructing and negotiating, translating and extending, and reflecting and assessing (Ebenezer et al., 2010). CKCM differs from other teaching models in that it focuses on socio-scientific issues and the nature of science and scientific knowledge (Bakırcı, 2014; Ebenezer & Connor, 1998).

In the literature on CKCM, it is seen that the focus is on variables such as attitude, conceptual understanding, and the nature of science (Bakırcı & Çiçek, 2017; Yıldırım, 2024). For example, studies have been conducted on the consideration of the Science Course Curriculum based on CKCM (Bakırcı & Çepni, 2014), the effect of CKCM-based science education on students' attitudes towards chemistry (Demircioğlu & Vural, 2016), the effects of CKCM-based environment course on misconceptions and retention of knowledge (Bakırcı & Yıldırım, 2017), and determining the effect of CKCM-based science education on misconceptions about food (Yurtbakan et al., 2021). In addition, there are studies that reveal the reflection of CKCM-based learning activities in the lesson plans of pre-service science teachers (Sungur-Alhan, 2022), examine the relationship between CKCM-based activities and academic achievement (Özden & Yenice, 2022), determine the effect of CKCM-based activities on the change in scientific thinking habits of student groups with different education levels and genders (Alfiana & Wiyarsi, 2023), and the effect of CKCM-based activities on students' misconceptions about sustainable development (Candaş & Çalık, 2023). However, the lack of an intervention study using CKCM to determine the 21st-century skills and STEM interests of 7th-grade middle school students in the context of the Electrical Circuits unit constitutes the most essential justification for the emergence of the current study.

In the relevant literature, studies have identified some science subjects taught with CKCM-supported teaching. For example, it has been determined that CKCM was used in teaching subjects such as pollution in aquatic systems (Kiryak & Çalık, 2018), energy conversion in plants and animals (Uke et al., 2024), excretory systems (Ebenezer et al., 2010), heat and temperature (Bakırcı & Ensari, 2018), greenhouse effect (Yıldırım & Bakırcı, 2017). In addition, it is understood that CKCM has been used in studies on teaching subjects such as getting to know celestial bodies (Bakırcı et al., 2016), nutrients and protein (Yıldırım, 2024), light (Yıldızbaş & Güzel, 2020) and sustainable development (Candaş & Çalık, 2023), weather events (Biernacka, 2006), sound and light unit (Uzunkaya, 2019). In the context of these studies, a limited number of studies were found in which CKCM was used in teaching the 7th-grade Electrical Circuits unit. This unit helps students learn the basic concepts of electrical energy and understand the working principles of electrical devices they encounter in daily life (Ulukök et al., 2013). Therefore, it is essential for students to learn these concepts correctly. This situation is believed to increase students' success and interest in science courses. It is believed that the results obtained from using CKCM in teaching the electrical circuits unit will guide the future research.

The fact that CKCM is a synthesis of different learning theories, student-centered, and based on process-oriented evaluation shows that it has an important teaching potential in acquiring high-level skills in science education (Bakırcı et al., 2017). On the other hand, CKCM focuses on the nature of science, teaching socio-scientific issues, scientific discourse, and conceptual change in learning environments (Ebenezer & Connor, 1998). It can be said that the concepts emphasized by this model overlap with the Science Course Curriculum. It is thought that implementing CKCM in the science course will contribute to achieving the curriculum objectives. In addition, this approach, which teachers can use as an alternative teaching model in learning environments, increases the importance of the study. Similarly, it is seen that a large part of the skills desired to be acquired through science education are gathered under the umbrella of 21st-century skills. From this perspective, it is evident that there is a need to reveal the effect of CKCM-supported science education on 21st-century skills. Especially in recent periods, among the main objectives of the curriculum is to acquire 21st-century skills in students. Therefore, it can be said that determining the contributions of CKCM-based science education to 21st-century skills will contribute to the literature.

It is observed that different teaching approaches and methods are used to include 21st-century skills, which are at the top of the skill group that students are expected to acquire in the learning processes (Gelen, 2017). Thus, students are expected to acquire target skills and achieve success in their lives by going through the most qualified and effective learning processes (Türel et al., 2023). 21st-century skills include creativity, critical thinking, problem-solving, decision-making, learning to learn, metacognition, communication, empathy, cooperation, information literacy, information communication technology literacy, citizenship, life and career skills, and personal and social responsibility (Global Partnership for Education [GPE], 2020). At the same time, these skills cover the fundamental values emphasized in science education programs and are aimed to be imparted to students. For example, while imparting critical thinking skills, it is essential for the individual not only to criticize but also to respect and understand others' opinions (Türel et al., 2023). Similarly, in creative and innovative thinking processes, it is necessary to approach the ideas and products of others with a moral perspective. CKCM has a significant place in terms of providing 21st-century skills. In CKCM, students research a topic, share information, discuss it, and eventually develop a common understanding (Bakırcı & Ensari, 2018). In summary, it is seen that the CKCM process has the potential to help students develop critical thinking, collaboration, communication, and other 21st-century skills. In particular, the need to provide 21st-century skills from an early age is emphasized (GPE, 2020).

STEM education has a very important place in science education. STEM education refers to a teaching approach in which science, technology, engineering, and mathematics are used in an integrated manner (Kuenzi, 2008). Researchers argue that presenting students with STEM topics integrated with daily life problems can increase their interest and motivation in lessons and academic success (Gülhan & Şahin, 2016). In addition, it is emphasized that this approach can lead to an increase in the number of students who want to pursue a career in STEM fields (Beier et al., 2019). STEM education enables students to reach

the future they dream of and adapt their newly learned knowledge and skills to different problem situations with an interdisciplinary approach. In this way, students can have the skills required in the changing and developing world (Wahono et al., 2021). In this context, it is thought that science education with CKCM can increase students' interest in STEM career fields (Caymaz & Aydın, 2021). However, it is known that there are a limited number of studies examining the interest of 7th-grade students in STEM career fields (Kırıcı & Bakırcı, 2021). In this context, the aim of the study is to reveal the opinions of 7th-grade middle school students about CKCM in the Electrical Circuits unit and the activities created based on CKCM on the students' 21st-century skills and interest in STEM careers. For this purpose, the following questions were sought:

1. Does CKCM-supported science education affect 7th-grade students' 21st-century skills?
2. Does CKCM-supported science education affect students' interest in STEM careers?
3. What are the opinions of 7th-grade students about CKCM-supported science education?

Method

Research Model

A mixed-methods design was preferred for the research. The mixed-methods design allows quantitative and qualitative data to be collected in the same study. The quantitative dimension of the study was carried out by adopting a quasi-experimental design. In this context, the dependent variable was the CKCM-based science education implementations prepared in the Electrical Circuits unit, while the independent variables were determined as 21st-century life skills and interests in STEM careers. This design is used in studies where experimental research is carried out on previously formed groups (Çepni, 2011; Robson, 2015). The factors that were effective in the selection of the quasi-experimental design were that the study groups were selected in advance instead of randomly, that random sampling and grouping were not allowed by the school administration, that comparison of the experimental and control groups was made possible, and that the students were grouped. The qualitative dimension of the study was carried out by adopting a case study design. A special case study allows for in-depth research of a specific student group and the implementations carried out on this group. In the study, it was possible to obtain the opinions of the groups that applied CKCM implementations about their learning experiences through the case study design. Thus, a design was adopted that allows the comparative evaluation of the effects of the CKCM practices in the experimental and control groups and the support of quantitative data with qualitative data obtained through interviews.

Study Group

The study group was formed with students who completed the informed consent form among the 7th-grade students of a state school in the Eastern Anatolia Region in the 2023-2024 academic year. One of the two classes of 25 students was determined as the experimental group and the other as the control group. The determination process was carried out by considering the principles of easily accessible sampling, as it allows for quick and practical action. The easily accessible sampling method is based on the researchers easily reaching and selecting the individuals they want to include in the sample. This method is generally preferred in cases where it is more convenient in terms of time and cost (Çepni, 2011; Robson, 2015). From this point of view, students from the school where the teacher conducting the implementations currently works were selected for ease of implementation. While determining the students in the qualitative part of the research, the total test scores of the students who participated in the quantitative part of the research were calculated and classified as low, medium, and high, and a total of six students (S1, S2, ..., S6) were interviewed from among the students who fell into these classes (Büyükoztürk et al., 2012). The ethics committee approval decision for this research was taken from the Van Yüzüncü Yıl University Rectorate Social and Human Sciences Ethics Committee with the decision numbered 2024/16-10 dated 13.08.2024.

Data Collection Tools

21st century life skills scale (TCLSS)

The scale was taken from the study conducted by Demirel (2021). This Likert-type scale consists of 24 items. The degree of agreement with the items is ranked between 1 and 5. Students can reflect their degree of agreement as Strongly Disagree (1), Disagree (2), Partially Agree (3), Agree (4) and Strongly Agree (5). The reliability values of this scale used by the researchers in the study were recalculated. In this context, the scale was administered to 300 secondary school students studying in a public school in the Eastern Anatolia Region. The TCLSS Cronbach's α reliability coefficient was calculated as 0.88. This coefficient reveals that the scale had usable reliability in the study (Büyüköztürk et al., 2012).

STEM career interest survey (STEM-CIS)

The scale developed by Kier et al. (2014) was adapted into Turkish by Koyunlu-Ünlü et al. (2016). The scale has sub-dimensions related to STEM fields. The items of the scale consisting of 44 items are distributed equally across the dimensions. Students indicate their agreement with the following items: 5= Strongly Agree, 4= Agree, 3= Partially Agree, 2= Agree, and 1= Strongly Disagree. Cronbach's α reliability coefficient of STEM-CIS was calculated as 0.89. Thus, it was understood that the scale had acceptable reliability for use in the study.

Semi-structured interview

Interview questions were created and interviews were conducted to obtain the opinions of the students participating in the study about CKCM-supported science education. The interviews, which lasted an average of 15 minutes with the six students selected, were recorded with a voice recorder. While preparing the interview questions, the purpose of the study and the students' situations were considered, and the opinions of two faculty members who are experts in the field of science education and have articles in the field of qualitative research were consulted. In line with the experts' opinions, it was decided to remove two questions from the interview form. In addition, revisions were suggested for the wording of two questions. The final version of the semi-structured interview questions is given below in line with the opinions of the experts:

1. What are your thoughts on processing the Science course in the context of CKCM?
2. What would you like to say about the contributions of using CKCM in teaching the Electrical Circuits unit to your learning of the subjects?
3. What do you think are the contributions of CKCM-based science education to 21st-century skills (critical, creative, problem-solving, collaboration, and communication)?
4. What are your thoughts on the fact that the activities and experiments conducted within the scope of CKCM increased your interest in STEM fields?
5. Can you explain the points you liked while implementing CKCM-based science education?

Implementation

An experimental and a control group were formed in the study where the effects of CKCM-based electrical circuit implementations were compared according to the 5E model. While the experimental group carried out the electrical circuit unit with CKCM-based activities, the control group was subjected to activities based on the 5E learning model. All activities completed in four weeks were carried out by a teacher with five years of science education experience. Implementations for the Electrical Circuits unit are explained in Table 1.

Table 1
Implementations and Sample Lesson Stages

	Experimental Group	Control Group
Pre-Test	Before the implementation, TCLSS and STEM-CIS were applied in one class hour (40 minutes).	Before the implementation, TCLSS and STEM-CIS were applied in one class hour (40 minutes).
Implementation	<p>In the <i>Exploring and Categorizing</i> stage, the teacher introduced the electrical circuit elements to the class. To activate the students' prior knowledge, worksheet one was distributed, and time was given for them to fill it out. The worksheets were collected, and the students' ideas were classified; the students were divided into groups, and a class discussion was initiated. The teacher showed a picture of a plumbing system and allowed them to connect with the electrical circuit elements. In this direction, the received ideas were written on the board and categorized. The teacher provided an environment that allowed students to express their ideas comfortably without evaluating them. The teacher read a text about the life of Thomas Edison to the students to help them understand the nature of science. Then, she created awareness in the students by asking questions about using imagination and creativity.</p> <p>In the <i>Constructing and Negotiation</i> stage, the teacher conducted experiments developed by Sarıkaya and Aydın (2021), and after each experiment, worksheets were distributed according to the Prediction-Explanation-Observation-Explanation (POE) method, and the results were presented and negotiated.</p> <p>In the <i>Translating and Extending</i> stage, the teacher divided the students into groups. Each group did STEM activities. A video titled "The importance of recycling in terms of effective use of resources" was watched at the same stage, and a class discussion was held.</p> <p>In the <i>Reflecting and Assessing</i> stage, the teacher evaluated the students' situation using the "Diagnostic Branched Tree," Reflection journal (Demirci, 2016), and worksheets from the Ministry of National Education.</p>	<p>In the <i>Introduction</i> phase, the teacher drew the students' attention by bringing electrical circuit elements such as batteries, bulbs, switches, and cables into the classroom and discussed using electrical circuits in daily life.</p> <p>In the <i>Exploration</i> phase, students were divided into groups and set up a simple electrical circuit, and in this process, the necessary conditions for the circuit to work were discovered.</p> <p>In the <i>Explanation</i> phase, the teacher explained the functions of the circuit elements and the path of the electric current in the circuit.</p> <p>In the <i>Elaboration</i> phase, students drew different electrical circuit diagrams to reinforce what they had learned, turned them into real circuits, and made observations by trying different connections.</p> <p>In the <i>Evaluation</i> phase, students completed a worksheet that required them to connect the circuit elements correctly and evaluated what they had learned by writing a short article explaining the circuits they had set up. The lesson ended with a general evaluation and feedback.</p>

Post-Test	At the end of the application, TCLSS and STEM-CIS were applied as a post-test in one class hour (40 minutes). Interviews lasting an average of 15 minutes were conducted with the six students.	At the end of the application, TCLSS and STEM-CIS were applied as a post-test in one class hour (40 minutes).
------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Data Analysis

The study's quantitative data were collected using STEM-CIS and TCLSS, and the qualitative data was collected using the interview form. The data obtained with the quantitative data collection tools were processed into the statistics program and subjected to descriptive and comparative data analysis. Before the comparative analysis, the normal distribution of the data set was examined. The normality test statistics implemented to the data obtained from the scales are given in Table 2.

Table 2

Results of Scales Normality Test

Scale	Test	Group	Skewness	Kurtosis	Shapiro-Wilk		
					Statistic	df	p
TCLSS*	Pre-test	Experimental	-0.597	1.255	0.896	25	0.015
		Control	1.036	1.185	0.916	25	0.041
	Post-test	Experimental	0.420	-0.552	0.947	25	0.219
		Control	-0.041	-0.882	0.963	25	0.478
STEM-CIS**	Pre-test	Experimental	-0.375	1.425	0.959	25	0.395
		Control	0.658	1.048	0.918	25	0.045
	Post-test	Experimental	0.094	-1.357	0.933	25	0.103
		Control	-1.334	1.656	0.878	25	0.006

* 21st Century Life Skills Scale, ** STEM Career Interest Survey

When Table 2 is examined, it is understood that the data obtained from both scales show normal distribution in some groups according to the Shapiro-Wilk test ($p > 0.05$), while it does not show normal distribution in some groups ($p < 0.05$). In this case, skewness and kurtosis values were considered to make a clear decision about the normal distribution of the data sets. Although it is generally accepted that the data set shows normal distribution when the skewness and kurtosis values are between -1 and +1, it is also accepted that the data set shows normal distribution when these values are between -2 and +2 (Hahs-Vaughn & Lomax, 2020; Yazıcı & Akyol, 2021). Since the skewness and kurtosis values calculated for each group in both scales are between -1.357 and 1.656, it was decided that the data sets showed normal distribution and that the parametric independent sample t-test would be used to analyze the differences between the groups. In addition, the effect size for the significant difference (0.01 small, 0.06 medium, 0.14 large) was determined by calculating the eta squared value (Büyüköztürk et al., 2012).

The content analysis method was taken into account in the analysis of the interview data. The main goal of the content analysis is to simplify and interpret the obtained data by the researcher and transform it into a format that readers can easily understand (Çepni, 2011). The answers given by the students to the interview questions were transferred to plain text. In the first stage, codes were created by two researchers through data reduction. Then, the agreement rate of these codes between the two researchers was calculated. The reliability formula [Agreement Percentage (P) = $\frac{Na (Agreement)}{Na (Agreement) + Nd (Disagreement)}$] developed by Miles and Huberman (1994) was used to determine the agreement rates. As a result of the application of the formula, the agreement rate between the coders was found to be 87%. This rate shows reliable coding (Miles & Huberman, 1994). The themes and codes created are presented in tables in the findings section.

Findings

The study's findings investigating the effects of CKCM-supported electrical circuit activities on 7th-grade students' 21st-century life skills, interest in STEM careers, and student opinions about the application are presented by considering the sub-problems.

Findings on 21st-Century Life Skills

In order to answer the research question "Does CKCM-supported science education affect the 21st century skills of 7th grade students?", TCLSS was administered to the experimental and control group students. The findings obtained by conducting an independent sample t-test on the effect of CKCM-supported science education on the 21st-century life skills of 7th-grade students are presented in Table 3.

Table 3

Independent T-Test Results Regarding the Significance Between Pre- and Post-Test of TCLSS of Experimental and Control Groups

Test	Group	N	Mean	Standard Deviation	t	df	p
Pre-test	Experimental	25	82.080	9.6303	1.020	37.868	0.314
	Control	25	78.080	17.0732			
Post-test	Experimental	25	90.240	11.3221	5.579	48	0.000
	Control	25	74.880	7.8279			

The analysis results indicate no significant difference between the pre-test scores of the TCLSS [$t=1.020$, $p>0.05$]. When the means are considered, there is no significant difference between the pre-test scores of the groups. However, a significant difference with a large effect value ($\eta^2=0.393$) in favor of the experimental group was found between the post-test scores of the TCLSS after the application [$t=5.579$, $p<0.05$]. When the means are examined, it is seen that the post-test scores of the students in the experimental group, where the CKCM was implemented, are higher than the students in the control group.

Findings Regarding STEM Career Interests

The findings obtained through the independent sample t-test through STEM-CIS administered to students in order to answer the question "Does CKCM-supported science education have an effect on 7th-grade students' STEM fields?" are given in Table 4.

Table 4

Findings of the Intergroup STEM Career Interest Scale Comparison

Test	Group	N	Mean	Standard Deviation	t	df	p
Pre-test	Experimental	25	142.040	20.985	0.619	48	0.539
	Control	25	137.240	32.598			
Post-test	Experimental	25	176.960	18.691	9.186	48	0.000
	Control	25	132.840	15.0777			

Before the implementation, no significant difference was found between the STEM-CIS pre-test scores [$t=0.619$, $p>0.05$]. However, after the implementation, a significant difference was found between the STEM-CIS post-test scores with a large effect size ($\eta^2=0.637$) in favor of the experimental group [$t=9.186$, $p<0.05$]. According to the means, it is understood that the post-test scores of the students in the experimental group, where the electrical circuits unit was covered with CKCM-based science activities, were higher than the students in the control group.

Findings Regarding Student Opinions

The findings regarding the responses of the students to the question, “What are your thoughts on the processing of the Science course in the context of CKCM?” are presented in Table 5.

Table 5
Student Opinions on Science Education Based on CKCM

Themes	Codes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	f
Participants Thoughts About CKCM	Making collaboration	+	+	+	+	+	+	6
	Understand the subject better	+	+	+	+	+	+	6
	Contribute engineering design skills	+	+	+	+	-	+	5
	Learning about the contributions of scientists to science	+	+	+	+	-	+	4
	Making me realize my talents	+	+	+	+	-	-	4
	Contributing to our creativity	+	+	-	+	+	-	4
	Being aware of the use of technology	-	-	-	+	-	+	2

It has been observed that the students who participated in the study have different opinions about science education based on CKCM. The students expressed their opinions about CKCM with codes such as making collaboration (f=6), understanding the subject better (f= 6), contributing to engineering design skills (f= 5), learning about the contributions of scientists to science (f= 4), making me realize my talents (f= 4), contributing to our creativity (f=4) and being aware of the use of technology (f= 2). Some quotes from the interviews conducted with the students on this subject are given below.

S1: “We collaborated with friends in the activities done in the class. I think this collaboration helped me understand the subject better. I also put my creativity to the forefront. I learned that I have talent. I realized I will not forget this subject for long.”

S2: “It helped us understand the subject better. We tried to collaborate together. We learned that science is not definite. We developed our creativity and created new products using our engineering skills.”

The findings from the students’ responses to the question “What would you like to say about the contributions of using CKCM in teaching the Electrical Circuits unit to your learning of the subjects?” are presented in Table 6.

Table 6
Student Views on the Contributions of CKCM to Science Education

Themes	Codes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	f
The Effect of CKCM on Learning	Learning the subject effectively	+	+	+	+	+	+	6
	Relating the subject to daily life	+	+	+	+	+	+	6
	Learning fast and easy	+	+	+	+	+	+	6
	Learning series and parallel connected circuits	+	+	+	-	+	+	5
	Learning electrical circuit elements	+	+	+	+	-	-	4
	Permanent learning	+	+	+	-	+	-	4
	Learning short circuits	+	+	+	-	-	-	3
	Experimenting	-	-	-	+	-	+	2

It was observed that the students who participated in the study had different opinions about CKCM. The students expressed their opinions about CKCM with codes such as learning the subject effectively (f= 6), relating the subject to daily life (f= 6), learning fast and easy (f= 6), learning series and parallel circuits (f= 5), learning electrical circuit elements (f= 4), permanent learning (f= 4), learning short circuit (f= 3), and experimenting (f= 2). Some quotes from the interviews conducted by the students on this subject are given below.

S1: “I learned the subject more easily and quickly, how to set up an electrical circuit, and how a short circuit occurs.”

S2: *"I learned quickly and easily what series connection, parallel connection, and short circuit are. It remained in my mind permanently; I will not forget it quickly anymore."*

The themes and codes obtained from the students' answers to the question "What do you think are the contributions of CKCM-based science education to 21st-century skills (critical, creative, problem-solving, collaboration, and communication)?" are given in Table 7.

Table 7
Student Opinions on CKCM's Contributions to 21st Century Skills

Themes	Codes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	f
Contributions of CKCM to 21st Century Skills	Ability to criticize being able to criticize	+	+	+	+	+	+	6
	Developing creativity	+	+	+	+	+	+	6
	Developing problem-solving skills	+	+	+	+	+	-	5
	Developing communication skills	+	-	+	+	+	+	5
	Developing collaboration skills	+	-	+	+	-	+	4
	Handling criticisms with respect	-	+	+	-	+	+	4
	Ability to work in a team	+	-	+	+	-	-	3

The students were observed to have different opinions about the contributions of OBYM to 21st-century skills. The students expressed their opinions about OBYM with codes such as being able to criticize (f= 6), developing creativity (f= 6), developing problem-solving skills (f= 5), developing communication skills (f= 5), developing collaboration skills (f= 4), handling criticisms with respect (f= 4), and ability to work in a team (f= 3). Some quotes from the interviews conducted by the students on this subject are given below.

S1: *"We criticized each other's electrical circuits and at the same time treated our friends whom we criticized with respect. We demonstrated and developed our creativity. We developed our problem-solving skills; for example, we tried to figure out why the bulb did not light up in the circuit. We worked together with our friends, helped each other, cooperated, and developed our communication skills."*

S2: *"We criticized each other's electrical circuits. We did projects, and our creativity developed. It improved our problem-solving skills because our circuit was not working, and we checked the entire circuit one by one and discussed why the bulb might not be working; as a result of our checks, we realized that our bulb had blown, and that was why our circuit was not working, we changed our bulb and our circuit worked. We showed respect to our friends while criticizing each other's projects."*

S3: *"We criticized our friends. We showed our creativity. We learned how to solve any problems we encountered. When the bulb did not work, we tried, and when we realized that the problem was in the bulb's wires, we changed our bulb. We were respectful while criticizing each other's projects. Our cooperation skills improved because we helped our group mates and friends in other groups. Although we had problems with some friends, we did not stop communicating and produced a product together."*

The themes and codes obtained from the answers given by the students to the question "What are your thoughts on the fact that the activities and experiments conducted within the scope of CKCM increased your interest in STEM fields?" are given in Table 8.

Table 8
Student Opinions on CKCM's Contributions to STEM Interests

Themes	Codes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	f
Contribution of CKCM to STEM Interests	Liking science class	+	+	+	+	+	+	6
	Technological development	+	+	+	+	+	+	6
	Feeling like an engineer	+	+	+	+	+	+	6
	Increased interest in engineering	+	-	+	+	+	+	5
	Increased interest in science classes	+	+	+	+	+	+	5
	Increased interest in math classes	-	+	+	-	-	+	3

The students expressed the contributions of CKCM to their STEM interests with different codes. The students expressed their opinions about CKCM with codes such as liking science class (f= 6), technological development (f= 6), feeling like an engineer (f= 6), increasing interest in engineering (f= 5), increasing interest in science classes (f= 5), increasing interest in mathematics class (f= 3). Some quotes from the interviews conducted by the students on this subject are given below.

S4: *“While making an electrical circuit, I realized that I was interested in the field of engineering and science. Thanks to this, science class attracted my attention more, and I started to like it more.”*

S6: *“I felt like an engineer. My love for mathematics, science, and technology increased. Creating a product using electrical circuits like an engineer made me proud.”*

The themes and codes obtained from the students’ responses to the question, “Can you explain the points you liked during the implementation of CKCM-based science education?” are given in Table 9.

Table 9
Findings on the Positive Aspects of CKCM-Based Science Education

Themes	Codes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	f
Positive Aspects of CKCM-Based Science Education	Being successful	+	+	+	+	+	+	6
	Discussing the subject	+	+	+	+	+	+	6
	Designing	+	+	+	+	-	+	5
	Collaborating	+	+	+	-	+	-	4
	Presenting our ideas to each other	-	+	+	+	-	-	3
	Solving problems	+	+	-	-	-	+	3
	Struggling with challenges	-	-	-	+	+	+	3
	Feeling like an engineer	+	-	-	-	-	+	2

The students indicated the positive aspects of CKCM-based science education with different codes. The students expressed their opinions about CKCM with codes such as being successful (f= 6), discussing the subject (f= 6), designing (f= 5), collaborating (f= 4), presenting our ideas to each other (f= 3), solving problems (f= 3), struggling with difficulties (f= 3), feeling like an engineer (f= 2). Some quotes from the interviews conducted with the students on this subject are given below.

S1: *“I liked designing. From now on, when there is a problem with electrical circuits, I can solve it myself. This was very proud. I had much fun in the lesson.”*

S2: *“We discussed our ideas, collaborated, and did design and engineering; I liked these very much. Being successful made us very happy, and we had much fun.”*

Discussion & Conclusion

21st Century Life Skills

In this study, it was determined that there was no significant difference between the experimental and control groups’ TCLSS pre-test scores. This finding can be interpreted to mean the students in the experimental and control groups were comparable or nearly equal to each other regarding 21st-century life skills before the implementation. It is believed that the fact that the students in the study attended the same school and were taught by similar teachers influenced the emergence of this situation. A review of the literature reveals that many studies employing quasi-experimental designs have reached similar results (Bakırcı et al., 2015; Caymaz & Aydın, 2021).

When the experimental and control group TCLSS post-test scores were compared, a significant difference was found in favor of the experimental group. In addition, when looking at the Eta Square effect size calculation, it was seen that the difference in the post-test score averages of the experimental group and the control group was large. These results indicate that CKCM-based science education is more effective in developing 21st-century skills than the 5E learning model. In the exploring and categorizing phase of CKCM, students were given a worksheet. The students drew a simple electrical circuit on this

worksheet. After the teacher collected these drawings, the resulting drawings were shown to all students one by one, and the question “Do you think the electric circuit in the drawing gives light?” was asked about the drawings made by their friends, and the students criticized their friends’ drawings and made comments. This activity contributed to the development of students' creative thinking, problem solving and communication skills. In this activity, students' finding the reasons why the electrical circuit did not work and proposing solutions contributed to the development of their creativity and innovation skills (Candaş and Çalık, 2023).

In the second stage of the CKCM, students were shown the life of Thomas Edison. While the challenges Edison faced and the creative solutions, he found helped students develop their critical thinking and problem-solving skills, his invention process and innovative approach revealed the importance of creative thinking and innovation (Bakırcı & Çepni, 2016). It can be said that Edison’s steadfastness in his failures and his constant attempts taught students the value of perseverance and resilience while learning how to use scientific processes and gaining skills in acquiring, evaluating, and applying scientific knowledge. It is thought that all these activities contributed to developing students’ 21st-century skills. In the Translating and Extending stage, a video was watched about the importance of recycling resources, a socio-scientific issue regarding effective use. It is believed that the class discussion after this video contributed to the development of students’ skills such as critical thinking, problem-solving, communication, ethics, and social responsibility (Bakırcı et al., 2018; Yıldırım, 2024). In addition, concepts such as creativity and innovation skills, cultural awareness, and global perspective have been positively affected. Since all these concepts are considered 21st-century life skills, it can be said that CKCM-supported science education contributes to developing students’ 21st-century skills (Kiryak & Çalık, 2018).

Interests in STEM Careers

When the scores obtained from the STEM-CIS of the students in the experimental and control groups were compared before the implementation, it was determined that there was no significant difference between them. In other words, it can be said that the students in the experimental and control groups were comparable or nearly equal each other in terms of their interests in STEM careers. At the same time, it was determined that the significant difference between the STEM-CIS post-test scores favored the experimental group. In addition, when looking at the Eta Square effect size calculation, it was seen that the difference in the post-test mean scores of the experimental group and the control group was large. These results reveal that the CKCM-based science activities in the experimental group were largely effective in increasing interest in STEM careers. It is thought that this situation is due to the projects carried out in the Translating and Extending stage. The students were divided into groups of 3-4 by the teacher. Project topics were given to the students within the scope of the electrical circuit unit. During this process, the students planned how they would do a project and drew a road map for themselves. They used mathematical calculations and technology in the implementation phase of their projects. In addition, they drew their projects and presented their designs by working like engineers using the logic of making electrical circuits they learned in the science course. The students benefitted from different disciplines during the project process, and working like engineers increased their interest in STEM fields (Fan & Yu, 2017). Students’ skills such as cooperation, working in teams, putting what they learned into practice, communication skills, critical thinking skills, and the ability to adapt what they learned to daily life may be developed during this process (Kırırcı & Bakırcı, 2021). The experiences and successes that students gained during these activities increased their self-confidence, helped them feel strong, and enabled them to establish connections with people working in these fields. The results obtained in the study show that students think like people working in STEM career fields, apply the knowledge they have learned, and present their designs to their friends, and students’ interest in people working in these fields increased their interest in STEM fields. A review of literature reveals that similar results have been observed in studies on STEM fields (Beier et al., 2019; Kırırcı & Bakırcı, 2021).

Student Opinions

Students interviewed within the scope of the study stated that CKCM contributed to cooperation, forming a discussion culture, understanding the nature of science, and learning socio-scientific issues in

the science course. They also noted that it contributed to learning engineering design skills and the contributions of scientists to science. It is assumed that the first stage of CKCM informs students about the nature of science (Caymaz & Aydın, 2021); the second stage includes discussion techniques (Kiryak & Çalık, 2018); the third stage comprises activities for science-technology and engineering disciplines while addressing socio-scientific issues were thought to be practical according to the students (Ebenezer & Connor, 1998). Students also stated that they were aware of their creative abilities and the use of technology through CKCM-based science education. These skills may have been acquired through activities carried out in the Translating and Extending stages (Bakırcı & Yıldırım, 2017; Caymaz & Aydın, 2021).

Students stated that CKCM made significant contributions to learning the electrical circuits unit. It is perceived that in the third stage of CKCM, examples of the use of electrical circuits in daily life were given, and the case study on the subject was discussed in the classroom environment. In this discussion, allowing everyone to express their opinions and discuss in detail the problems encountered in daily life would be challenging without a solid understanding of electrical circuit concepts. It is understood that all these activities contribute to the easy and fast learning of the subject and contribute to permanent learning. When we look at the literature, we see that some studies give similar results (Özden & Yenice, 2020).

The students interviewed emphasized that CKCM-supported science education contributes to 21st-century skills. These skills are the ability to criticize, think creatively, solve problems, communicate, and collaborate. All of these skills stated by the students are included in the 21st-century skills. Therefore, these opinions of the students reveal that CKCM-supported science education makes positive contributions to the students' 21st-century skills. It is thought that the interpretation and criticism of the electrical circuits drawn by the students on the worksheet distributed to the students by the teacher in the "exploring and categorizing" stage by their friends significantly contributes to developing these skills. The experiments conducted on the students in the "constructing and negotiation" stage, the association of these experiments with daily life, and the students' group work with their friends in the "translating and extending" stage may have contributed to the acquisition of these skills. Similar results are also found in the studies conducted in this context (Benek & Akçay, 2022; Kiryak & Çalık, 2018).

Students stated that CKCM had positive contributions to their interest in STEM careers. They emphasized that with the help of CKCM, their interest in careers such as science, technology, engineering, and mathematics increased. The activities and projects carried out within the scope of CKCM were organized to include different disciplines and that they used the scientific method used by scientists was effective in students expressing such opinions. In particular, attention was paid to the project regarding using electrical circuits in daily life, including technology, mathematics, and engineering. Therefore, it can be said that these educational activities carried out within the scope of CKCM contributed to the increase in students' interest in science courses (Balçın et al., 2018; Ürünibrahimoğlu, 2019).

The students in the study stated that they were happy with the elements such as cooperation, discussion technique, expressing their ideas easily, gaining awareness of socio-scientific issues, using the method followed by scientists, and having the feeling of taking on a role like an engineer in the activities in the CKCM-based education. In these opinions of the students, the class discussions held in the "exploring and categorizing" stage of CKCM, the experiments carried out in the "constructing and negotiation" stage, the students being given problem situations that they may encounter in daily life and their ideas about solving them, the activities carried out in the "translating and extending" stage related to science, technology, engineering and mathematics disciplines and the handling of socio-scientific issues are effective (Wahono et al., 2021; Yıldırım, 2024). These findings show that CKCM positively affects many areas, such as students collaborating in science education, understanding the subject better, developing engineering design skills, and creative thinking. It is pointed out that CKCM increases students' interest in science courses and STEM careers, develops 21st-century skills, and helps students stay motivated during the course.

Implications

Since the study revealed that CKCM implementations positively affect middle school students' 21st-century life skills, it is recommended that CKCM applications be included in learning processes where the development of 21st-century life skills is targeted.

Similarly, since the study findings revealed that CKCM implications positively affect middle school student's interest in STEM fields, it is recommended that CKCM implications be used in learning processes where interest in STEM fields is targeted.

Finally, it is recommended that research and implementations be conducted in various units and subjects of the science course to reveal the effects of CKCM applications in more detail.

Limitations of the Study

The study is limited to a total of 50 students studying in the 7th grade in the 2023-2024 academic year and reached through the convenience sampling method. Data were collected using the 21st Century Life Skills Scale, STEM Interest Survey, and Semi-Structured Interview. In particular, in the semi-experimental dimension of the study, the possibility of the variables of interest being exposed to possible internal and external validity threats was tried to be limited by adopting a control group research design. Although the pre-test was administered after a certain period and the post-test was administered later in the study, the fact that the data collection tools used in the pre-test were answered based on remembering was accepted as a limitation. Similarly, although a reasonable period passed between the pre-test and the post-test, the pre-test affected the practices by activating the sensitivities related to the study variables, and this situation was reflected in the post-test constitutes another limitation of the study. Although activity-based science teaching implementations were conducted in the study's experimental and control groups, the threat of spreading the experimental intervention specific to experimental studies is a limitation of the study. Although the study activities were carried out in the classrooms where the study group were taught science by their science teachers, a potential limitation of the study is that the study group students may not have adequately reflected their knowledge, feelings, and thoughts during the study stages, possibly due to their awareness of being part of a research project

Author Contribution Rate

The authors contributed equally to this study.

Ethical Declaration

All regulations specified in the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" were meticulously followed to avoid violating ethical rules at every research stage.

Conflict Statement

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

Türkçe Sürümü

Giriş

Fen eğitimi, bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeyi ve bu çerçevede bilime uygun cevapların bulunmasını hedefleyen bir süreçtir (Karakuş & Yalçın, 2016). Bilim ve teknolojideki hızlı değişimler, bireylerin öğrenme-öğretme yaklaşımlarında yenilikleri ortaya çıkarmıştır. Bu yenilikler bireylerin bilgi üretmelerine, problem çözmelerine, eleştirel düşüncelerine, girişimci olmalarına, karar verme ve iletişim becerilerine katkı sağlamaktadır (Ministry of National Education [MoNE], 2018). Fen öğretimi, öğrenme ortamları açısından kritik öneme sahiptir ve bu becerilerin kazandırılması, öğretmenlerin uygun öğrenme-öğretme ortamlarını düzenlemeleri ile mümkündür (Akpınar & Ergin, 2005). Bu süreç, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini güçlendirerek, onları bilimsel düşünme süreçlerine yönlendirir ve böylece onların değişen dünya şartlarına uyum sağlamalarını destekler.

Öğrenme ortamlarında, öğrencilerin kendi görüşlerini özgürce ifade edebildikleri demokratik bir sınıf ortamının oluşturulması büyük bir öneme sahiptir. Bu tür öğrenme ortamları, öğrencilerin akıl yürütme ve iletişim becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (MoNE, 2018). Bu bağlamda, fen öğretiminde kullanılacak öğretim yaklaşımları ve modellerinin, mevcut programla uyumlu ve öğrenciler üzerinde etkili olması büyük önem taşır. Fen öğretiminde son zamanlarda sıklıkla kullanılan öğretim modellerinden biri, OBYM olarak bilinmektedir (Bakırcı vd., 2017). OBYM, öğrencilerin birlikte çalışarak bilgi ürettikleri ve bu süreçte bilimsel düşünme becerilerini geliştirdikleri bir öğretim modelidir. Bu modelde, öğrenciler bir araya gelerek bir sorunu çözmeye çalışır, bilgiyi inşa eder ve yeni bilgileri tartışarak öğrenirler. Öğretmen, öğrencilere rehberlik eder ve grup içi iş birliğini teşvik eder (Ebenezer & Connor, 1998). OBYM, özellikle fen eğitimi alanında sıklıkla kullanılan bir öğretim modelidir (Bakırcı vd., 2016). Model, öğrencilerin bilimsel yöntemi öğrenmelerini sağlayarak, bilimsel düşünme süreçlerini deneyimlemelerine ve bu süreçlerle ilgili becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Bakırcı, 2014). Öğrenme sürecinde birbirinden farklı öğrenme yöntemlerini işe koşarak öğrenciye zengin bir yöntem çeşitliliği sunmayı esas ilke olarak benimseyen OBYM dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar: keşfetme ve sınıflandırma, yapılandırma ve müzakere etme, transfer etme ve genişletme, yansıtma ve değerlendirme şeklinde sıralanmaktadır (Ebenezer vd., 2010). OBYM, sosyobilimsel konular, bilimin ve bilimsel bilginin doğası üzerine odaklanmasıyla diğer öğretim modellerinden ayrılmaktadır (Bakırcı, 2014; Ebenezer & Connor, 1998).

OBYM ile ilgili alan yazında tutum, kavramsal anlama, bilimin doğası gibi değişkenler üzerine odaklanıldığı görülmektedir (Bakırcı & Çiçek, 2017; Yıldırım, 2024). Örneğin Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının OBYM temelinde ele alınması (Bakırcı & Çepni, 2014), OBYM temelli fen eğitiminin öğrencilerin kimya dersine olan tutumlarına etkisi (Demircioğlu & Vural, 2016), OBYM temelli çevre dersinin kavram yanlışlarına ve bilgide kalıcılığa etkileri (Bakırcı & Yıldırım, 2017), OBYM temelli fen öğretiminin besinlerle ilgili kavram yanlışlarına etkisinin belirlenmesi (Yurtbakan vd., 2021) gibi çalışmalar yapılmıştır. Bunun yanı sıra OBYM temelli öğrenme etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının ders planlarına yansımalarının ortaya çıkarılması (Sungur-Alhan, 2022), OBYM temelli etkinlikler ile akademik başarı arasındaki ilişkinin tespit edilmesi (Özden & Yenice, 2022), farklı eğitim düzeyi ve cinsiyetteki öğrenci gruplarının bilimsel düşünme alışkanlıklarındaki değişime OBYM temelli etkinliklerin etkisinin belirlenmesi (Alfiana & Wiyarsi, 2023) ve OBYM temelli etkinliklerin öğrencilerin sürdürülebilir kalkınmayla ilgili kavram yanlışlarına etkisi (Candaş & Çalık, 2023) gibi çalışmalar da yer almaktadır. Ancak Elektrik Devreleri ünitesi bağlamında ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri ve STEM ilgi alanlarını belirlemek için OBYM'yi kullanan bir müdahale çalışmasının yer almaması, mevcut çalışmanın en önemli ortaya çıkış gerekçesini oluşturmaktadır.

İlgili alan yazında OBYM destekli öğretim ile bazı fen konularının öğretildiği çalışmalar tespit edilmiştir. Örneğin; sucul sistemlerde kirlilik (Kiryak & Çalık, 2018), bitki ve hayvanlarda enerji dönüşümü (Uke vd., 2024), boşaltım sistemi (Ebenezer vd., 2010), ısı ve sıcaklık (Bakırcı & Ensari, 2018), sera etkisi (Yıldırım &

Bakırcı, 2017) gibi konuların öğretiminde OBYM'nin kullanıldığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra gök cisimlerini tanıyalım (Bakırcı vd., 2016), besinler ve protein (Yıldırım, 2024), ışık (Yıldızbaş & Güzel, 2020) ve sürdürülebilir kalkınma (Candaş & Çalık, 2023), hava olayları (Biernacka, 2006), ses ve ışık ünitesi (Uzunkaya, 2019) gibi konuların öğretimine yönelik araştırmalarda OBYM'nin işe koşulduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmalar bağlamında 7. sınıf Elektrik Devreleri ünitesinin öğretiminde OBYM'nin kullanıldığı sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu ünite, öğrencilerin elektrik enerjisi ile ilgili temel kavramları öğrenmede ve günlük hayatta karşılaştıkları elektrikli cihazların çalışma prensiplerini anlamalarına yardımcı olmaktadır (Ulukök vd., 2013). Dolayısıyla öğrencilerin, bu kavramları doğru bir şekilde öğrenmeleri oldukça önem arz etmektedir. Bu durumun öğrencilerin Fen Bilimleri dersi başarılarını ve ilgilerini artıracığı düşünülmektedir. Elektrik devreleri ünitesinin öğretiminde OBYM kullanımını ile ortaya çıkacak sonuçlarının yapılacak araştırmalara rehber olacağı düşünülmektedir.

OBYM'nin farklı öğrenme kuramlarının sentezinden oluşması, öğrenci merkezli olması ve süreç odaklı değerlendirmeyi esas alması fen eğitimi açısından üst düzey becerilerin kazandırılmasında önemli bir öğretim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Bakırcı vd., 2017). Diğer taraftan OBYM, öğrenme ortamlarında bilimin doğasına, sosyobilimsel konuların öğretimine, bilimsel söyleve ve kavramsal değişime odaklanmaktadır (Ebenezer & Connor, 1998). Bu modelin üzerinde durduğu kavramların, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile örtüştüğü söylenebilir. OBYM'nin Fen Bilimleri dersinde uygulanmasının, öğretim programının amaçlarına ulaşmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, öğretmenlerin öğrenme ortamlarında alternatif bir öğretim modeli olarak kullanabilecekleri bu yaklaşım, çalışmanın önemini artırmaktadır. Benzer şekilde fen öğretimiyle kazandırılmak istenen becerilerin büyük bir kısmı 21. yüzyıl becerileri şemsiyesi altında toplandığı görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında OBYM destekli fen öğretiminin 21. yüzyıl becerileri üzerine olan etkisinin ortaya çıkarılmasına ihtiyaç olduğu aşikârdır. Özellikle son dönemlerde öğretim programlarının temel amaçları arasında 21. yüzyıl becerilerinin öğrencilere kazandırılması bulunmaktadır. Bu yüzden OBYM temelli fen öğretiminin 21. yüzyıl becerileri üzerine olan katkılarının belirlenmesinin alan yazına katkı sağlayacağı söylenebilir.

Öğrencilerin edinmesi beklenen beceri grubunun başında gelen 21. yüzyıl becerilerinin öğrenme süreçlerine dahil edilmesi için farklı öğretim yaklaşım ve yöntemlerine başvurulduğu görülmektedir (Gelen, 2017). Böylece öğrencilerin en nitelikli ve etkin öğrenme süreçlerinden geçerek hedef becerileri edinmeleri ve yaşamlarında başarıya ulaşmaları beklenmektedir (Türel vd., 2023). 21. yüzyıl becerileri arasında yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, öğrenmeyi öğrenme, üst biliş, iletişim, empati, iş birliği, bilgi okuryazarlığı, bilgi iletişim teknolojileri okuryazarlığı, vatandaşlık, yaşam ve kariyer becerileriyle kişisel ve sosyal sorumluluk bulunmaktadır (Global Partnership for Education [GPE], 2020). Aynı zamanda bu beceriler fen öğretimi programlarında altı çizilen ve öğrencilere kazandırılması hedeflenen temel değerleri kapsamaktadır. Örneğin, eleştirel düşünme becerisi kazandırılırken, bireyin sadece eleştiri yapması değil, aynı zamanda diğer insanların görüşlerine saygı göstermesi ve anlayışlı olması da önemlidir (Türel vd., 2023). Benzer şekilde, yaratıcı ve yenilikçi düşünme süreçlerinde başkalarının fikirlerine ve ürünlerine ahlaki bir bakış açısıyla yaklaşılması gerekmektedir. OBYM, 21. yüzyıl becerilerini kazandırmak açısından büyük bir yer tutmaktadır. OBYM'de öğrenciler, bir konuyu araştırır, bilgiyi paylaşır, tartışır ve sonunda ortak bir anlayış geliştirirler (Bakırcı & Ensar, 2018). Özetle, OBYM sürecinin öğrencilerin eleştirel düşünme, iş birliği yapma, iletişim ve diğer 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine yardımcı olma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Özellikle 21.yüzyıl becerilerinin erken yaşlardan itibaren kazandırılması gerekliliği vurgulanmaktadır (GPE, 2020).

Fen öğretiminde, STEM eğitimi oldukça önemli bir yere sahiptir. STEM eğitimi, fenin, teknolojinin, mühendisliğin ve matematiğin entegre bir şekilde kullanıldığı bir öğretim yaklaşımını ifade etmektedir (Kuenzi, 2008). Araştırmacılar, STEM'in günlük yaşam problemleriyle entegre edilmiş konuları öğrencilere sunmanın, derslere olan ilgi ve motivasyonlarını artırabileceğini ve akademik başarılarını yükseltebileceğini savunmaktadır (Gülhan & Şahin, 2016). Ayrıca, bu yaklaşımın STEM alanlarında kariyer yapmak isteyen öğrenci sayısında artışa yol açabileceği vurgulanmaktadır (Beier vd., 2019). STEM eğitimi, öğrencilerin hayal ettikleri geleceğe ulaşmalarını sağlayarak yeni öğrendikleri bilgi ve becerileri disiplinler arası yaklaşımla farklı problem durumlarına uyarlamalarına olanak tanımaktadır. Bu sayede öğrenciler, değişen ve gelişen dünyada gereken becerilere sahip olabilmektedir (Wahono vd., 2021). Bu bağlamda,

OBYM ile yapılan fen öğretiminin, öğrencilerin STEM kariyer alanlarına olan ilgilerini arttırabileceği düşünülmektedir (Caymaz & Aydın, 2021). Ancak 7. sınıf öğrencilerinin STEM kariyer alanlarına olan ilgilerinin incelendiği sınırlı sayıda çalışmanın olduğu bilinmektedir (Kırırcı & Bakırcı, 2021). Bu kapsamda yapılan çalışmanın amacı, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Elektrik Devreleri ünitesinde OBYM hakkındaki görüşleri ile birlikte OBYM temel alınarak oluşturulan etkinliklerin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri ve STEM kariyerlerine olan ilgisini ortaya koymaktır. Bu amaçla aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. OBYM destekli fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri üzerine etkisi var mıdır?
2. OBYM destekli fen öğretiminin öğrencilerin STEM kariyerlerine ilgisi üzerinde etkisi var mıdır?
3. OBYM destekli fen öğretimi hakkında 7. sınıf öğrencilerinin görüşleri nelerdir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırma için karma desen tercih edilmiştir. Karma desen hem nicel hem de nitel verilen aynı çalışmada toplanmasına olanak vermektedir. Çalışmanın nicel boyutu yarı deneysel desen benimsenerek gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, bağımlı değişken Elektrik Devreleri ünitesinde hazırlanan OBYM temelli fen eğitimi uygulamaları iken bağımsız değişkenler 21. yüzyıl yaşama becerileri ve STEM kariyerlerine yönelik ilgiler olarak belirlenmiştir. Önceden oluşturulan gruplar üzerinden deneysel araştırmaların yapıldığı çalışmalarda bu desen kullanılmaktadır (Çepni, 2011; Robson, 2015). Yarı deneysel desenin seçiminde, çalışma gruplarının seçkisiz seçilmesi yerine önceden seçilmiş olması, seçkisiz örneklemeye ve gruplandırmaya okul yönetimi tarafından izin verilmemesi, deney ve kontrol gruplarının karşılaştırılmasına imkân tanınması ve öğrencilerin gruplandırılması faktörleri etkili olmuştur. Çalışmanın nitel boyutu ise durum çalışması deseni benimsenerek gerçekleştirilmiştir. Özel durum çalışması belirli bir öğrenci grubu ve bu grup üzerinde yapılan uygulamaların derinlemesine araştırılmasına olanak tanımaktadır. Çalışmada OBYM uygulamaları yapılan grupların yaşamış oldukları öğrenme deneyimleri hakkındaki görüşlerinin elde edilmesi durum çalışması deseni sayesinde mümkün olmuştur. Böylece deney ve kontrol grubunda yapılan OBYM uygulamalarının etkilerini karşılaştırmalı olarak ortaya çıkarmaya ve nicel verilerin görüşmeler üzerinden elde edilen nitel verilerle desteklenmesine olanak veren bir desen benimsenmiştir.

Çalışma Grubu

2023-2024 eğitim-öğretim yılında Doğu Anadolu Bölgesinde bir devlet okulunun 7. sınıfında öğrenimlerini sürdürmekte olan öğrenciler arasından bilgilendirilmiş onam formunu dolduranlarla çalışma grubu oluşturulmuştur. 25'er kişilik iki sınıftan biri deney grubu diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Belirleme işlemi, hızlı ve pratik davranmaya olanak sağlaması nedeniyle kolay ulaşılabilir örneklem ilkeleri dikkate alınarak yapılmıştır. Kolay ulaşılabilir örneklem yöntemi, araştırmacıların örnekleme dâhil etmek istedikleri bireylere kolayca erişebildikleri ve ulaşabildikleri kişileri seçmelerine dayanan bir örnekleme yöntemidir. Bu yöntem genellikle zaman ve maliyet açısından daha uygun olan durumlarda tercih edilir (Çepni, 2011; Robson, 2015). Buradan hareketle uygulama yapma kolaylığı açısından uygulamayı yapacak olan öğretmenin hâlihazırda görevde bulunduğu okuldaki öğrenciler seçilmiştir. Araştırmanın nitel kısmında yer alan öğrenciler belirlenirken araştırmanın nicel kısmına katılmış olan öğrencilerin toplam test puanları hesaplanarak düşük, orta ve yüksek olarak sınıflanmış ve bu sınıflara düşen öğrenciler arasından ikişer öğrenci olarak toplam altı öğrenci (Ö1, Ö2, ..., Ö6) ile görüşme gerçekleştirilmiştir (Büyüköztürk vd., 2012). Bu araştırmanın etik kurulu onay kararı 13.08.2024- tarih ve 2024/16-10 sayılı kararı ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimleri Etik Kurulu'ndan alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği (YYBÖ)

Ölçek, Demirel (2021) tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır. Likert tipinde hazırlanan bu ölçek 24 maddeden oluşmaktadır. Maddelere katılma derecesi 1 ile 5 arasında sıralanmıştır. Öğrenciler katılma derecelerini Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Kısmen Katılmıyorum (3), Katılmıyorum (4) ve

Kesinlikle Katılıyorum (5) biçiminde yansıtılabilmektedir. Çalışmada araştırmacılar tarafından kullanılan bu ölçeğin güvenilirlik değerleri yeniden hesaplanmıştır. Bu kapsamda ölçek Doğu Anadolu Bölgesinde bir devlet okulunda öğrenim gören 300 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. YBÖ Cronbach's α güvenilirlik katsayısı 0.88 olarak hesaplanmıştır. Bu katsayı ölçeğin çalışmada kullanılabilir güvenilirlikte olduğunu otaya koymaktadır (Büyüköztürk vd., 2012).

STEM Kariyerlerine Yönelik İlgilili Ölçeği (STEM-MYİÖ)

Kier ve arkadaşları (2014) tarafından geliştirilen ölçek, Koyunlu-Ünlü ve arkadaşları (2016) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Ölçek, STEM alanlarına dair alt boyutlara sahiptir. 44 maddeden oluşan ölçeğin maddeleri boyutlara eşit olarak dağılmış durumdadır. Öğrenciler maddelere katılma durumlarını; 5= Kesinlikle Katılıyorum, 4= Katılıyorum, 3= Kısmen Katılıyorum, 2= Katılıyorum ve 1= Kesinlikle Katılmıyorum biçiminde belirtmektedir. STEM-MYİÖ'nin Cronbach's α güvenilirlik katsayısı 0.89 olarak hesaplanmıştır. Böylece ölçeğin çalışmada kullanılabilir güvenilirliğe sahip olduğu anlaşılmıştır.

Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Çalışmaya katılan öğrencilerin OBYM destekli fen öğretimi hakkında görüşlerini almak amacıyla görüşme soruları oluşturulmuş ve görüşme gerçekleştirilmiştir. Belirlenen altı öğrenci ile ortalama 15 dakika süren görüşmeler bir ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Görüşme soruları hazırlanırken araştırmacının amacı ve öğrencilerin durumları dikkate alınmış, fen eğitimi alanında uzman olan ve nitel araştırma alanında makaleleri bulunan iki öğretim elemanının görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlardan gelen görüşler doğrultusunda iki sorunun görüşme formundan çıkarılmasına karar verilmiştir. Bunun yanı sıra iki sorunun ifade biçiminde değişiklik yapılması önerilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda yarı yapılandırılmış görüşme sorularının son hali aşağıda verilmiştir:

1. Fen Bilimleri dersinin OBYM bağlamında işlenmesi konusunda düşünceleriniz nelerdir?
2. Elektrik Devreleri ünitesinin öğretilmesinde OBYM'nin kullanılmasının konuları öğrenmenize olan katkıları hakkında neler söylemek istersiniz?
3. OBYM'ye dayalı fen öğretiminin 21. yüzyıl becerilerine (eleştirel, yaratıcı, problem çözme, iş birliği ve iletişim) katkılarının neler olduğunu düşünüyorsunuz?
4. OBYM kapsamında yapılan etkinlik ve deneylerin STEM alanlarına olan ilginizi artırması noktasında düşünceleriniz nelerdir?
5. OBYM'ye dayalı fen öğretiminin uygulanması esnasında hoşunuza giden noktaları açıklar mısınız?

Uygulama

OBYM temelli elektrik devreleri uygulamalarının 5E modeline göre etkilerinin karşılaştırılmak istendiği çalışmada deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Deney grubu elektrik devresi ünitesini OBYM temelli etkinliklerle gerçekleştirirken kontrol grubu 5E öğrenme model temelli etkinliklere tabi tutulmuştur. Dört haftada tamamlanan etkinliklerin tamamı beş yıl fen eğitimi deneyimine sahip bir öğretmen tarafından yürütülmüştür. Elektrik Devreleri ünitesine yönelik uygulamalar Tablo 1'de açıklanmıştır.

Tablo 1

Yapılan Uygulamalar ve Örnek Ders Aşamaları

	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Ön Test	Uygulama öncesi YBÖ ve STEM-MYİÖ bir ders saati süresinde (40 dk.) uygulanmıştır.	Uygulama öncesi YBÖ ve STEM-MYİÖ bir ders saati süresinde (40 dk.) uygulanmıştır.
Uygulama	<i>Kesfetme ve Sınıflandırma</i> aşamasında, öğretmen sınıfa elektrik devresi elemanlarını getirir ve tanıtır. Öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirmek için çalışma yaprağı 1 dağıtılır ve doldurmaları için süre tanınır.	<i>Giriş</i> aşamasında, öğretmen, pil, ampul, anahtar ve kablo gibi elektrik devresi elemanlarını sınıfa getirerek öğrencilerin

Çalışma yaprakları toplanarak öğrenci fikirleri sınıflandırılır, öğrenciler gruplara ayrılarak sınıf tartışması başlatır. Öğretmen su tesisatı resmi gösterip elektrik devre elemanları ile bağlantı kurmalarını sağlar. Bu doğrultuda alınan fikirleri tahtaya yazar ve kategorize eder. Öğretmen, öğrenciler için fikirlerini değerlendirmeden, rahatça ifade etmelerine olanak tanıyan bir ortam sağlar. Öğretmen, bilimin doğasını anlamaları için öğrencilere Thomas Edison'un hayatını anlatan bir metin okur. Daha sonra hayal gücü ve yaratıcılık kullanımı gibi sorular sorarak öğrencilerde farkındalık oluşturur.

Yapılandırma ve Müzakere Etme aşamasında, öğretmen Sarıkaya ve Aydın (2021) tarafından geliştirilen deneyler yaptırıldı ve her deney sonrasında Tahmin-Açıklama-Gözlem-Açıklama (TAGA) yöntemine göre çalışma yaprakları dağıtılarak sonuçların sunulmasını ve müzakere edilmesini sağlar.

Genişletme ve Transfer Etme aşamasında, öğretmen öğrencileri gruplara ayırır. Her gruba STEM etkinlikleri yaptırır. Aynı aşamada "Kaynakların etkili kullanımı açısından geri dönüşümün önemi" konulu video izletilerek sınıf tartışması yapılır.

Yansıtma ve Değerlendirme aşamasında ise öğretmen "Tanılayıcı Dallanmış Ağaç", Refleksiyon günlüğü (Demirci, 2016) ve MEB'den alınan çalışma yaprakları ile öğrencilerin durumunu değerlendirir.

dikkatini çeker ve günlük hayatta elektrik devrelerinin kullanımını tartışır.

Keşfetme aşamasında, öğrenciler gruplara ayrılarak basit bir elektrik devresi kurar ve bu süreçte devrenin çalışması için gerekli koşulları keşif edilir.

Açıklama aşamasında, öğretmen devre elemanlarının görevlerini ve elektrik akımının devredeki yolunu açıklar.

Derinleştirme aşamasında, öğrenciler öğrendiklerini pekiştirmek için farklı elektrik devresi şemaları çizip bunları gerçek devreler haline getirir ve farklı bağlantı türlerini deneyerek gözlemler yapar.

Değerlendirme aşamasında, öğrenciler devre elemanlarını doğru şekilde bağlamalarını gerektiren bir çalışma yaprağını doldurur ve kurdukları devreleri açıklayan kısa bir yazı yazarak öğrendiklerini değerlendirir. Ders, genel bir değerlendirme ve geri bildirimle sonlandırılır.

Son Test

Uygulama sonunda YBÖ ve STEM-MYİÖ son test olarak bir ders saati süresinde (40 dk.) uygulanmıştır. Belirlenen altı öğrenci ile ortalama 15 dakika süren görüşmeler yapılmıştır.

Uygulama sonunda YBÖ ve STEM-MYİÖ Alan İlgisi Ölçeği son test olarak bir ders saati süresinde (40 dk.) uygulanmıştır.

Veri Analizi

Araştırmanın nicel verileri STEM-MYİÖ ve YBÖ, nitel verileri ise görüşme formuyla toplanmıştır. Nicel veri toplama araçlarıyla edinilen veriler istatistik programına işlenerek betimleyici ve karşılaştırmalı veri analizine tabi tutulmuştur. Karşılaştırmalı analiz yapılmadan önce veri setinin normal dağılım gösterme durumuna bakılmıştır. Ölçeklerden elde edilen verilere uygulanan normallik testi istatistikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2
Ölçeklerin Normallik Testi Sonuçları

Ölçek	Test	Grup	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilk		
					İstatistik	df	p
YYBÖ*	Ön-test	Deney	-0.597	1.255	0.896	25	0.015
		Kontrol	1.036	1.185	0.916	25	0.041
	Son-test	Deney	0.420	-0.552	0.947	25	0.219
		Kontrol	-0.041	-0.882	0.963	25	0.478
STEM-MYİÖ**	Ön-test	Deney	-0.375	1.425	0.959	25	0.395
		Kontrol	0.658	1.048	0.918	25	0.045
	Son-test	Deney	0.094	-1.357	0.933	25	0.103
		Kontrol	-1.334	1.656	0.878	25	0.006

* 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği, ** STEM Kariyerlerine Yönelik İlgililik Ölçeği

Tablo 2 incelendiğinde, her iki ölçekten elde edilen verilerin Shapiro-Wilk testine göre bazı gruplarda normal dağılım gösterirken ($p > 0.05$) bazı gruplarda ise normal dağılım göstermediği ($p < 0.05$) anlaşılmaktadır. Bu durumda veri setlerinin normal dağılımı hakkında net bir karar verebilmek üzere çarpıklık ve basıklık değerleri dikkate alınmıştır. Her ne kadar çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ile +1 arasında olması durumunda veri setinin normal dağılım gösterdiği genel bir kabul olarak bilirse de bu değerlerin -2 ile +2 arasında olması durumunda da veri setinin normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir (Hahs-Vaughn & Lomax, 2020; Yazıcı & Akyol, 2021). Her iki ölçekte her bir grup için hesaplanan çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.357 ile 1.656 arasında olması nedeniyle veri setlerinin normal dağılım gösterdiği ve gruplar arasındaki farkların analizinde parametrik bağımsız örneklem t testinin kullanılmasına karar verilmiştir. Ayrıca eta kare değeri hesaplanarak anlamlı farka dair etki büyüklüğü (0.01 küçük, 0.06 orta, 0.14 büyük) belirlenmiştir (Büyüköztürk vd., 2012).

Görüşme verilerinin analizinde içerik analizi yöntemi dikkate alınmıştır. İçerik analizinin ana hedefi, ulaşılan verilerin araştırmacı tarafından sadeleştirilip yorumlanarak okuyucuların kolayca anlayabileceği bir formata dönüştürülmesidir (Çepni, 2011). Öğrencilerin mülakat sorularına verdikleri cevaplar düz yazıya aktarılmıştır. İlk aşamada, iki araştırmacı tarafından veri indirgemesiyle kodlar oluşturulmuştur. Ardından, bu kodların iki araştırmacı arasındaki uyum oranı hesaplanmıştır. Uyum oranlarının belirlenmesi için Miles ve Huberman'ın (1994) geliştirdiği güvenilirlik formülü kullanılmıştır. Uyum Yüzdesi (P) = Na (Görüş birliği)/Na (Görüş birliği) + Nd (Görüş ayrılığı). Formülün uygulanması sonucunda, kodlayıcılar arasındaki uyum oranı %87 olarak bulunmuştur. Bu oran, kodlamaların güvenilir olduğunu göstermektedir (Miles & Huberman, 1994). Oluşturulan tema ve kodlar, bulgular bölümünde tablolar halinde sunulmuştur.

Bulgular

OBYM destekli elektrik devresi etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri, STEM kariyerlerine yönelik ilgileri ve yapılan uygulama hakkında öğrenci görüşleri üzerindeki etkisini araştırıldığı çalışmada ulaşılan bulgular, alt problemler dikkate alınarak sunulmuştur.

21. Yüzyıl Yaşam Becerilerine Dair Bulgular

“OBYM destekli fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri üzerinde etkisi var mıdır?” biçiminde tanımlanan problemi cevaplayabilmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerine YYBÖ uygulanmıştır. OBYM destekli fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerisine etkisine yönelik bağımsız örneklem t testi yapılarak elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3*Deney ve Kontrol Grubunun YYBÖ Ön ve Son Test Arasındaki Anlamlılığa İlişkin Bağımsız T-Testi Sonuçları*

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	df	p
Ön test	Deney	25	82.080	9.6303	1.020	37.868	0.314
	Kontrol	25	78.080	17.0732			
Son test	Deney	25	90.240	11.3221	5.579	48	0.000
	Kontrol	25	74.880	7.8279			

Analiz sonuçları, YYBÖ ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir [$t= 1.020$, $p> 0.05$]. Ortalamalar dikkate alındığında, grupların ön test puanları arasında belirgin bir farklılık bulunmamaktadır. Ancak, uygulama sonrası YYBÖ'nin son test puanları arasında deney grubunun lehine büyük düzeyde etki değeri ($\eta^2 = 0.393$) olan anlamlı bir fark tespit edilmiştir [$t= 5.579$, $p< 0.05$]. Ortalamalar incelendiğinde, OBYM uygulanan deney grubundaki öğrencilerin son test puanlarının, kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

STEM Kariyerlerine Yönelik İlgilere Dair Bulgular

“OBYM destekli fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarını üzerinde etkisi var mıdır?” biçimindeki problemi cevaplayabilmek için öğrencilere uygulanan STEM MYİÖ aracılığıyla bağımsız örneklem t testi ulaşılan bulgular Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4*Gruplar Arası STEM Kariyer İlgisi Ölçeği Karşılaştırması Sonucu Ulaşılan Bulgular*

Test	Grup	N	Ortalama	Ss	t	df	p
Ön test	Deney	25	142.040	20.985	0.619	48	0.539
	Kontrol	25	137.240	32.598			
Son test	Deney	25	176.960	18.691	9.186	48	0.000
	Kontrol	25	132.840	15.0777			

Uygulama öncesi STEM-MYİÖ ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [$t= 0.619$, $p> 0.05$]. Ancak, uygulama sonrasında STEM-MYİÖ son test puanları arasında deney grubunun lehine büyük düzeyde etki değeri ($\eta^2 = 0.637$) olan anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$t= 9.186$, $p< 0.05$]. Ortalamalara göre, OBYM temelli fen etkinlikleriyle elektrik devreleri ünitesinin işlendiği deney grubundaki öğrencilerin son test puanlarının kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Öğrenci Görüşlerine Dair Bulgular

Öğrencilerin *“Fen Bilimleri dersinin Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli bağlamında işlenmesi konusunda düşünceleriniz nelerdir?”* sorusuna vermiş oldukları yanıtlara yönelik bulgular Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5
OBYM'ye dayalı Fen Öğretime Yönelik Öğrenci Görüşleri

Tema	Kodlar	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	f
Katılımcıların OBYM Hakkında Düşünceleri	İş birliği yapma	+	+	+	+	+	+	6
	Konuyu daha iyi anlama	+	+	+	+	+	+	6
	Mühendislik tasarım becerileri katkı sağlama	+	+	+	+	-	+	5
	Bilim insanlarının bilime olan katkılarını öğrenme	+	+	+	+	-	+	4
	Yeteneklerimi fark etmemi sağlama	+	+	+	+	-	-	4
	Yaratıcılığımıza katkıda bulunma	+	+	-	+	+	-	4
	Teknolojinin kullanımının farkında olma	-	-	-	+	-	+	2

Çalışmaya katılan öğrencilerin OBYM dayalı fen öğretim hakkında farklı düşüncelere sahip oldukları görülmektedir. Öğrenciler OBYM hakkında, iş birliği yapma (f= 6), konuyu daha iyi anlama (f= 6), mühendislik tasarım becerileri katkı sağlama (f= 5), bilim insanlarının bilime olan katkılarını öğrenme (f= 4), yeteneklerimi fark etmemi sağlama (f= 4), yaratıcılığımıza katkıda bulunma (f= 4) ve teknolojinin kullanımının farkında olma (f= 2) gibi kodlarla görüşlerini belirtmişlerdir. Bu konuda öğrenciler ile yapılan görüşmeden bazı alıntılar aşağıda verilmiştir.

Ö1: “Derste yapılan etkinliklerde arkadaşlarla iş birliği yaptık. Bu iş birliği konuyu daha iyi anlamamı sağladığını düşünüyorum. Ayrıca yaratıcılığımı ön plana koydum. Yeteneğimin olduğunu öğrendim. Bu konuyu uzun süre unutmayacağımı anladım.”

Ö2: “Konuyu daha iyi anlamamıza yardımcı oldu. Birlikte iş birliği yapmaya çalıştık. Bilim denilen kesin olmadığı öğrendik. Yaratıcılığımızı geliştirdik ve mühendislik becerilerimizi kullanırken yeni ürünler ortaya çıkardık.”

Çalışmaya katılan öğrencilerin “Elektrik Devreleri ünitesinde öğretilmesinde Ortak Bilgi Yapılandırma Modelinin kullanılması konularının öğrenmenize olan katkıları hakkında neler söylemek istersiniz?” sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular Tablo 6’de verilmiştir.

Tablo 6
OBYM'nin Fen Öğretime Katkılarına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Tema	Kodlar	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	f
OBYM'nin Öğrenmeye Etkisi	Konuyu etkin öğrenme	+	+	+	+	+	+	6
	Konuyu günlük hayatla ilişkilendirme	+	+	+	+	+	+	6
	Hızlı ve kolay öğrenme	+	+	+	+	+	+	6
	Seri ve paralel bağlı devreleri öğrenme	+	+	+	-	+	+	5
	Elektrik devre elemanlarını öğrenme	+	+	+	+	-	-	4
	Kalıcı öğrenme	+	+	+	-	+	-	4
	Kısa devreyi öğrenme	+	+	+	-	-	-	3
	Deney yapma	-	-	-	+	-	+	2

Çalışmaya katılan öğrencilerin OBYM hakkında farklı düşüncelere sahip oldukları görülmüştür. Öğrenciler OBYM hakkında, konuyu etkin öğrenme (f= 6), konuyu günlük hayatla ilişkilendirme (f= 6), hızlı ve kolay öğrenme (f= 6), seri ve paralel bağlı devreleri öğrenme (f= 5), elektrik devre elemanlarını öğrenme (f= 4), kalıcı öğrenme (f= 4), kısa devreyi öğrenme (f= 3), deney yapma (f= 2) gibi kodlarla görüşlerini belirtmişlerdir. Bu konuda öğrenciler yapılan görüşmeden bazı alıntılar aşağıda verilmiştir.

Ö1: “Konuyu daha kolay ve hızlı öğrendim, elektrik devresinin nasıl kurulacağını ve kısa devrenin nasıl oluştuğunu öğrendim.”

Ö2: “Seri bağlama, paralel bağlama ve kısa devrenin ne olduğunu hızlı ve kolayca öğrendim. Aklımda kalıcı olarak kaldı, artık çabuk unutmayacağım.”

Öğrencilerin “OBYM’ ye dayalı fen öğretiminin 21. Yüzyıl becerilerine katkılarının neler olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen tema ve kodlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

OBYM’nin 21. Yüzyıl Becerilerine Katkılarına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Tema	Kodlar	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	f
OBYM’ nin 21. Yüzyıl Becerilerine Katkısı	Eleştiri yapabilme	+	+	+	+	+	+	6
	Yaratıcılığın gelişmesi	+	+	+	+	+	+	6
	Problem çözme becerisini geliştirme	+	+	+	+	+	-	5
	İletişim becerisi geliştirme	+	-	+	+	+	+	5
	İş birliği yapma becerisi geliştirme	+	-	+	+	-	+	4
	Eleştirileri saygı çerçevesinde yürütme	-	+	+	-	+	+	4
	Takım halinde çalışabilme becerisi	+	-	+	+	-	-	3

Çalışmaya katılan öğrenciler, OBYM’nin 21 yüzyıl becerilerine olan katkıları hakkında farklı düşüncelere sahip oldukları görülmüştür. Öğrenciler OBYM hakkında, eleştiri yapabilme (f= 6), yaratıcılığın gelişmesi (f= 6), problem çözme becerisini geliştirme (f= 5), iletişim becerisi geliştirme (f= 5), iş birliği yapma becerisi geliştirme (f= 4), eleştirileri saygı çerçevesinde yürütme (f=4), takım halinde çalışabilme becerisi (f= 3) gibi kodlarla görüşlerini belirtmişlerdir. Bu konuda öğrenciler yapılan görüşmeden bazı alıntılar aşağıda verilmiştir.

Ö1: “Birbirimizin elektrik devresini eleştirdik aynı zamanda eleştiri yaptığımız arkadaşlarımıza saygılı davrandık. Yaratıcılığımızı ortaya koyup geliştirdik. Problem çözme becerimizi geliştirdik mesela devrede ampulün neden yanmadığını çözmeye çalıştık. Arkadaşlarımızla ortak çalıştık, birbirimize yardım ettik işbirliği yaptık, iletişim becerimizi geliştirdik.”

Ö2: “Birbirimizin elektrik devresini eleştirdik. Projeler yaptık yaratıcılığımız gelişti. Problem çözme becerimizi geliştirdi çünkü devremiz çalışmıyordu ve tüm devreyi tek tek kontrol ettik ampulün neden yanmıyor olabileceğini tartışıp kontrollerimizin sonucunda ampulümüzün patladığını bu yüzden devremizin çalışmadığını fark ettik ve ampulümüzü değiştik devremiz çalıştı. Birbirimizin projesini eleştirirken arkadaşlarımıza saygı gösterdik.”

Ö3: “Arkadaşlarımızı eleştirdik. Yaratıcılığımızı ortaya koyduk. Herhangi bir problem ile karşılaştığımızda nasıl çözeceğimizi öğrendik. Ampul yanmadığı zaman uğraştık ve sorunun ampulün tellerinde olduğunu anlayınca ampulümüzü değiştik. Birbirimizin projelerini eleştirirken saygılı davrandık. İş birliği becerimiz gelişti çünkü grup arkadaşlarımıza ve başka gruplardaki arkadaşlarımıza yardım ettik. Bazı arkadaşlarımızla sorunlarımız olsa da iletişimimizi kesmedik ve beraber ortaya bir ürün çıkardık.

Çalışmaya katılan öğrencilerin “OBYM kapsamında yapılan etkinlik ve deneylerin STEM alanlarına olan ilginizi artırma noktasındaki düşünceleriniz nelerdir?” sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen tema ve kodlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8

OBYM’nin STEM İlgi Alanlarına Olan Katkılarına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Tema	Kodlar	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	f
OBYM’ nin STEM İlgi Alanlarına Katkısı	Fen bilimleri dersini sevme	+	+	+	+	+	+	6
	Teknolojik açıdan gelişme	+	+	+	+	+	+	6
	Mühendis gibi hissetme	+	+	+	+	+	+	6
	Mühendisliğe karşı ilginin artması	+	-	+	+	+	+	5
	Fen bilimleri derslerine ilginin artması	+	+	+	+	+	+	5
	Matematik dersine ilginin artması	-	+	+	-	-	+	3

Çalışmaya katılan öğrenciler, OBYM'nin STEM ilgi alanlarına olan katkılarını farklı kodlarla ifade etmişlerdir. Öğrenciler OBYM hakkında, fen bilimleri dersini sevme (f=6), teknolojik açıdan gelişme(f=6), Mühendis gibi hissetme (f=6), mühendisliğe karşı ilginin artması (f=5), fen bilimleri derslerine ilginin artması (f=5), matematik dersine ilginin artması (f=3) gibi kodlarla görüşlerini belirtmişlerdir. Bu konuda öğrenciler yapılan görüşmeden bazı alıntılar aşağıda verilmiştir.

Ö4: “Elektrik devresi yaparken mühendislik alanına ve fen alanına ilgim olduğunu fark ettim. Bu sayede fen bilimleri dersi daha çok ilgimi çekti ve daha çok sevmeye başladım.”

Ö6: “Kendimi mühendis gibi hissettim. Matematiğe, fene ve teknolojiye olan sevgim arttı. Bir mühendis gibi elektrik devrelerini kullanarak ortaya ürün koymak beni gururlandırdı.”

Çalışmaya katılan öğrencilerin “OBYM dayalı fen öğretiminin uygulanması esnasında hoşunuza giden noktaları açıklar mısınız?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen tema ve kodlar Tablo 9’de verilmiştir.

Tablo 9

OBYM’ye Dayalı Fen Öğretiminin Olumlu Yönlerine Yönelik Bulgular

Tema	Kodlar	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	f
OBYM Temelli Fen Öğretiminin Olumlu Yönleri	Başarılı olmak	+	+	+	+	+	+	6
	Konuyu tartışmak	+	+	+	+	+	+	6
	Tasarım yapmak	+	+	+	+	-	+	5
	İş birliği yapmak	+	+	+	-	+	-	4
	Fikirlerimizi birbirimize sunmak	-	+	+	+	-	-	3
	Problem çözmek	+	+	-	-	-	+	3
	Zorluklarla mücadele etmek	-	-	-	+	+	+	3
	Mühendis gibi hissetmek	+	-	-	-	-	+	2

Çalışmaya katılan öğrenciler, OBYM temelli fen öğretiminin olumlu yönlerini farklı kodlarla belirtmişlerdir. Öğrenciler OBYM hakkında, başarılı olmak (f=6), konuyu tartışmak (f=6), tasarım yapmak (f=5), iş birliği yapmak (f=4), fikirlerimizi birbirimize sunmak (f=3), problem çözmek (f=3), zorluklarla mücadele etmek (f=3), mühendis gibi hissetmek (f=2) gibi kodlarla görüşlerini belirtmişlerdir. Bu konuda öğrenciler yapılan görüşmeden bazı alıntılar aşağıda verilmiştir.

Ö1: “Tasarım yapmak hoşuma gitti. Bundan sonra elektrik devreleriyle ilgili bir sorun olduğunda kendim çözebilirim. Bu çok gurur vericiydi. Derste çok eğlendim.”

Ö2: “Fikirlerimizi tartıştık, iş birliği yaptık, tasarım ve mühendislik yaptık bunlar çok hoşuma gitti. Başarılı olmak bizi hem çok mutlu etti hem de çok eğlendik.”

Tartışma ve Sonuç

21. Yüzyıl Yaşam Becerileri

Bu çalışmada, deney ve kontrol grubu YBÖ ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. Bu bulgu, uygulama öncesi deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerileri bakımından birbirlerine yakın ya da denk olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu durumun ortaya çıkmasında çalışmaya katılan öğrencilerin aynı okulda öğrenim görmelerinin ve benzer öğretmenlerden ders almalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Alan yazın incelendiğinde yarı deneysel desenli birçok çalışmada benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Bakırcı vd., 2015; Caymaz & Aydın, 2021).

Deney ve kontrol grubu YBÖ son test puanları karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur. Ayrıca Eta Kare etki büyüklüğü hesaplamasına bakarak deney grubu ile kontrol grubunun son test puan ortalamalarındaki farkın büyük olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar OBYM dayalı fen öğretiminin 5E öğrenme modeline göre 21. yüzyıl becerilerinin gelişimi üzerinde daha etkili olduğuna işaret etmektedir. OBYM'nin keşfetme ve sınıflandırma aşamasında, öğrencilere çalışma kâğıdı verilmiştir. Bu çalışma kâğıdına öğrenciler tarafından basit bir elektrik devresi çizilmiştir. Bu çizimler öğretmen

tarafından toplandıktan sonra ortaya çıkan çizimler tüm öğrencilere tek tek gösterilmiş ve arkadaşlarının yapmış olduğu çizimlerle ilgili “Sizce çizimdeki elektrik devresi ışık verir mi?” sorusu sorulmuş, öğrenciler arkadaşlarının çizimlerini eleştirmiş ve yorumlar yapmıştır. Bu etkinlik öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözüme ve iletişim becerilerinin gelişmesine katkı sağlamıştır. Bu etkinlikte öğrencilerin elektrik devresinin çalışmama sebeplerini bulup çözüm önermeleri, yaratıcılık ve yenilikçilik becerilerinin gelişmesine katkı sağlamıştır (Candaş ve Çalık, 2023).

OBYM'nin ikinci aşamasında Thomas Edison'un hayatı öğrencilere izlettirilmiştir. Edison'un karşılaştığı zorluklar ve bulduğu yaratıcı çözümler, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözüme yeteneklerine yönelik gelişim sağlarken, buluş yapma süreci ve yenilikçi yaklaşımı, yaratıcı düşünmenin ve yenilik yapmanın önemini ortaya koymaktadır (Bakırcı & Çepni, 2016). Edison'un başarısızlıklarından yılmayıp sürekli denemeye devam etmesi, öğrencilere azim ve dirençliliğin değerini öğretirken, bilimsel süreçleri nasıl kullandığını öğrenmek, bilimsel bilginin edinilmesi, değerlendirilmesi ve uygulanması konularında beceri kazanıldığı söylenebilir. Tüm bu aktiviteler öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişime katkı sağladığı düşünülmektedir. Transfer Etme ve Genişletme aşamasında sosyo-bilimsel bir konu olan kaynakların etkili kullanımını açısından geri dönüşümünün önemi hakkında bir video izletilmiştir. Bu videodan sonra yapılan sınıf tartışmasının öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözüme, iletişim, etik ve sosyal sorumluluk gibi becerilerin gelişimine katkı sağladığına inanılmaktadır (Bakırcı vd., 2018; Yıldırım, 2024). Bunun yanı sıra yaratıcılık ve inovasyon becerisi, kültürel farkındalık ve küresel bakış açısı gibi kavramların olumlu etkilenmiştir. Tüm bu kavramların 21. yüzyıl yaşam becerileri olarak kabul edildiğinden, OBYM destekli fen öğretiminin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri gelişimine katkı sağladığı söylenebilir (Kiryak & Çalık, 2018).

STEM Kariyerlerine Yönelik İlgiler

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin STEM-MYİÖ'den elde edilen puanları uygulama öncesinde kıyaslandığında aralarında anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Başka bir deyişle deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelim ilgi alanları bakımından birbirine yakın ya da denk olduğu söylenebilir. Aynı zamanda STEM-MYİÖ son test puanları arasında anlamlı farkın deney grubu lehine olduğu saptanmıştır. Ayrıca Eta Kare etki büyüklüğü hesaplamasına bakarak deney grubu ile kontrol grubunun son test puan ortalamalarındaki farkın büyük olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, deney grubunda OBYM temelli fen etkinliklerinin STEM kariyerlerine yönelik ilgileri artırmada büyük oranda etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun, Transfer Etme ve Genişletme aşamasında gerçekleştirilen projelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğrenciler, öğretmen tarafından 3-4 kişilik gruplara ayrılmıştır. Öğrencilere elektrik devreleri ünitesi kapsamında proje konuları verilmiştir. Bu süreçte, öğrenciler nasıl proje yapacaklarının planlamasını yapmışlar ve kendilerine bir yol haritası çizmişlerdir. Projelerini gerçekleştirme aşamasında matematiksel hesaplamalardan ve teknolojiden faydalanmışlardır. Bunun yanı sıra Fen Bilimleri dersinde öğrenmiş oldukları elektrik devre yapma mantığını kullanarak projelerini bir mühendis gibi çalışarak çizmiş ve tasarımlarını ortaya koymuşlardır. Öğrenciler proje sürecinde farklı disiplinlerden faydalanmaları ve bir mühendis gibi çalışmalarının onları STEM alanlarına ilgilerini artırmıştır (Fan & Yu, 2017). Bu süreçte öğrencilerin iş birliği yapma, takım halinde çalışabilme, öğrendiklerini uygulamaya dönebilme, iletişim becerisi, eleştirel düşünme becerisi, öğrendiklerini günlük hayata uyarlayabilme becerisi gibi becerilerini geliştirmiştir (Kırırcı & Bakırcı, 2021). Öğrencilerin bu etkinlikler sırasında elde ettikleri deneyimler ve başarıları onların özgüvenini artırıp güçlü hissetmelerine yardımcı olduğu ve bu alanlarda çalışan insanlarla bağ kurmalarını sağlamıştır. Çalışmada elde sonuçlar, öğrencilerin STEM kariyer alanlarında çalışan insanlar gibi düşündükleri, öğrendikleri bilgiyi uyguladıklarını, hazırlamış olduğu tasarımları arkadaşlarına sunmaları ve öğrencilerin bu alanlarda çalışan insanlara karşı olan ilgileri gibi durumlar öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerini artırdığı söylenebilir. Alan yazın incelendiğinde STEM alanlarına yönelik çalışmalarda da benzer sonuçlara rastlanmıştır (Beier vd., 2019; Kırırcı & Bakırcı, 2021).

Öğrenci Görüşleri

Çalışma kapsamında görüşme yapılan öğrenciler, OBYM'nin Fen Bilimleri dersinde, iş birliği yapmaya, tartışma kültürünün oluşmasına, bilimin doğasının anlaşılmasına ve sosyobilimsel konuların öğrenilmesine

katkı sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca, mühendislik tasarım becerilerinin ve bilim insanlarının bilime olan katkılarını öğrenme konularında katkı sağladığını belirtmiştir. Öğrencilerin bu görüşlerinde OBYM'nin birinci aşamasında bilimin doğasından öğrencilerin haberdar edilmesi (Caymaz & Aydın, 2021), ikinci aşamasında tartışma tekniğine yer verilmesi (Kiryak & Çalık, 2018), üçüncü aşamasında fen-teknoloji ve mühendislik disiplinlerine yönelik etkinliklerin yer alması ve sosyobilimsel konuların ele alınmasının etkili olduğu düşünülmektedir (Ebenezer & Connor, 1998). Öğrenciler, OBYM temelli fen öğretim aracılığıyla yaratıcı yeteneklerinin ve teknoloji kullanımının farkında olduklarını belirtmişlerdir. Bu beceriler transfer etme ve genişletme aşamasında yapılan etkinliklerle kazanılmıştır (Bakırcı & Yıldırım; 2017; Caymaz & Aydın, 2021).

Öğrenciler, elektrik devreleri ünitesinin öğrenilmesinde OBYM'nin önemli katkılarından olduğunu ifade etmişlerdir. Konunun öğrenilmesinde OBYM'nin üçüncü aşamasında elektrik devrelerinin günlük hayatta kullanımına ilişkin örneklerin verilmesi, konuyla ilgili örnek olayının sınıf ortamında tartışılmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu tartışmada, herkesin görüşlerine açıklama imkânı verilmesi, elektrik devre konusunun olmadığı takdirde günlük hayatta karşılaşılan sorunların neler olacağına detaylı olarak ele alınmasının etkili olduğu söylenebilir. Tüm bu aktiviteler, konun kolay ve hızla öğrenilmesine katkı sağlayarak kalıcı öğrenmenin gerçekleştiğine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Alan yazına bakıldığında benzer sonuçlar veren çalışmalar bulunduğu görülmektedir (Özden & Yenice, 2020).

Görüşme yapılan öğrenciler, OBYM destekli fen öğretiminin 21. yüzyıl becerilerine katkı sağladığını vurgulamışlardır. Bu beceriler; eleştiri yapabilme, yaratıcı düşünme, problem çözme, iletişim kurma ve iş birliği yapma becerisi şeklindedir. Öğrencilerin belirttiği bu becerilerin hepsi 21. yüzyıl beceri içinde yer almaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin bu görüşleri, OBYM destekli fen öğretiminin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri üzerinde olumlu katkılar sağladığını ortaya koymaktadır. “Keşfetme ve Sınıflandırma” aşamasında öğretmen tarafından öğrencilere dağıtılan çalışma kâğıdına öğrencilerin çizmiş oldukları elektrik devrelerinin arkadaşları tarafından yorumlanması ve eleştirilmesi bu becerilerin gelişmesine önemli katkı sağladığı düşünülmektedir. “Yapılandırma ve Müzakere Etme” aşamasında öğrencilere yapılan deneyler ve bu deneylerin günlük hayatta ilişkilendirilmesi, “Transfer Etme ve Genişletme” aşamasında öğrencilerin arkadaşlarıyla grup çalışmaları yapmış olmaları da bu becerilerin kazandırılması açısından katkı sağlamıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara rastlanılmaktadır (Benek & Akçay, 2022; Kiryak & Çalık, 2018).

Öğrenciler, OBYM'nin STEM kariyerlerine yönelik ilgileri üzerinde olumlu katkılar bıraktığı belirtmişlerdir. OBYM sayesinde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi kariyerlere olan ilgilerinin arttığını vurgulamışlardır. Öğrencilerin bu şekilde görüş beyan etmelerinde, OBYM kapsamında yapılan etkinlik ve projelerin farklı disiplinleri içerecek şekilde düzenlenmiş olması ve bilim insanlarının kullandığı bilimsel yöntemi kullanmaları etkili olmuştur. Özellikle elektrik devrelerinin günlük hayatta kullanım alanları ile ilgili proje konusunda teknoloji, matematik ve mühendislik alanları içermesine dikkat edilmiştir. Dolayısıyla OBYM kapsamında yapılan bu eğitim aktiviteleri öğrencilerin Fen Bilimleri dersine karşı ilgilerinin artmasına katkı sağladığı söylenebilir (Balçın vd., 2018; Ürünibrahimoğlu, 2019).

Çalışmaya katılan öğrenciler OBYM' dayalı öğretimde, iş birliğinin olması, tartışma tekniğinin varlığı, fikirlerini rahatlıkla ifade etme, sosyobilimsel konularda farkındalık kazanma, bilim insanlarının takip ettiği yöntemi kullanma ve etkinliklerde bir mühendis gibi görev alma hissini olmasa gibi unsurların yer almasından dolayı mutlu olduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu görüşlerinde, OBYM'nin “Keşfetme ve Sınıflandırma” aşamasında yapılan sınıf tartışmalarının, “Yapılandırma ve Müzakere Etme” aşamasında yapılan deneyler sonrası öğrencilere günlük hayatta karşılarına çıkabilecek problem durumlarının verilip bunların çözümüyle ilgili fikirlerinin alınması, “Transfer Etme ve Genişletme aşamasında yapılan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ilişkin etkinliklerin yapılması ve sosyobilimsel konuların ele alınmasının etkili olduğu düşünülmektedir (Wahono vd., 2021; Yıldırım, 2024). Bu bulgular, OBYM'nin fen bilimleri öğretiminde öğrencilerin iş birliği yapma, konuyu daha iyi anlama, mühendislik tasarım becerilerini geliştirme ve yaratıcı düşünme gibi birçok alanda olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. OBYM'nin, öğrencilerin fen bilimleri derslerine ve STEM kariyerlerine olan ilgisini artırdığı, 21. yüzyıl

becerilerini geliştirdiği ve öğrencilerin ders sırasında motive olmalarına katkıda bulunduğuna işaret etmektedir.

Öneriler

Çalışma ile OBYM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya çıkarıldığından 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişiminin hedeflendiği öğrenme süreçlerinde OBYM uygulamalarına yer verilmesi önerilmektedir.

Benzer biçimde çalışma bulguları ile OBYM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına olan ilgileri üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya konduğundan STEM alanlarına ilgi geliştirilmesinin amaçlandığı öğrenme süreçlerinde OBYM uygulamalarının kullanılması önerilmektedir.

Son olarak, OBYM uygulamalarının etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koymak için fen bilimleri dersinin çeşitli ünite ve konularında araştırma ve uygulanmalar yapılması önerilmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma, 2023-2024 eğitim öğretim yılında 7. sınıfta öğrenim gören ve kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle erişilen toplam 50 öğrenciyle sınırlıdır. Araştırmada, 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği, STEM İlgisi Ölçeği ve Yarı Yapılandırılmış Mülakat kullanılarak veri toplanmıştır. Özellikle çalışmanın yarı deneysel boyutunda ilgilenilen değişkenlerin olası iç ve dış geçerlik tehditlerine maruz kalma olasılığında arınık olması kontrol gruplu araştırma deseni benimsenerek sınırlandırılmaya çalışılmıştır. Çalışmada ön-test yapıldıktan belirli bir süre sonra uygulamalar ve daha sonra son-test yapılmış olsa da ön-testte kullanılan veri toplama araçlarının hatırlanmasına bağlı cevap verilmesi bir sınırlılık olarak kabul edilmiştir. Benzer biçimde ön-test ve son-test arasında makul bir süre geçmiş olmasına rağmen ön-testin çalışma değişkenlerine ilişkin duyarlılıkları harekete geçirerek uygulamaları etkilemesi ve bu durumun son-teste yansması çalışmanın bir başka sınırlılığını oluşturmaktadır. Çalışmanın hem deney hem de kontrol grubunda etkinlik temelli fen öğretimi uygulamalarının yapılmış olsa da deneysel çalışmalara özgü deneysel müdahalenin yayılması tehdidi çalışmanın bir sınırlılığıdır. Her ne kadar çalışma faaliyetleri çalışma grubunun fen dersini işlediği sınıflarda ve kendi fen öğretmenleri tarafından gerçekleştirilmiş olsa da çalışma grubu öğrencilerinin bir çalışma içinde oldukları fikrinden hareketle sahip oldukları bilgi, duygu ve düşünceleri çalışma aşamalarına yeterince yansıtmamış olma olasılığı çalışmanın bir sınırlılığı olarak düşünülebilir.

Yazar Katkı Oranı

Yazarlar, bu çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Etik Beyan

Bu araştırmanın her aşamasında etik kuralların ihlal edilmemesi için "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi"nde belirtilen tüm kurallara titizlikle uyulmuştur.

Çatışma Beyanı

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

References

- Akpınar, E., & Ergin, Ö. (2005). The role of science teacher in constructivist theory. *Elementary Education Online*, 4(2), 55–64.
- Alfiana, N., & Wiyarsi, A. (2023). Students' scientific habits of mind from the perspective of educational levels and gender. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2556, No. 1). AIP Publishing.
- Bakırcı, H. (2014). *The study on evaluation of designing, implementing, and investigating the effects of teaching material based on common knowledge construction model: Light and voice unit sample* [Unpublished doctoral dissertation]. Karadeniz Technical University.
- Bakırcı, H., & Çepni, S. (2014). Examination of common knowledge construction model on the basis of science curriculum. *Journal of Science Teaching*, 2(2), 83–94.
- Bakırcı, H., & Çepni, S. (2016). The influence of the common knowledge construction model on middle school sixth grade students' critical thinking skills: A case of light and sound unit. *İnönü University Journal of the Faculty of Education*, 17(3), 185–202. <https://doi.org/10.17679/inuefd.17308627>
- Bakırcı, H., & Çiçek, S. (2017). Effects of the learning environment designed according to common knowledge construction model on 5th grade students' nature of science. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 4(15), 1960–1974. <https://doi.org/10.26450/jshsr.289>
- Bakırcı, H., & Ensari, Ö. (2018). The effect of common knowledge construction model on academic achievement and conceptual understandings of high school students on heat and temperature. *Education & Science*, 43(196), 171–188. <https://doi.org/10.15390/eb.2018.7457>
- Bakırcı, H., & Yıldırım, İ. (2017). The influence of common knowledge construction model on students' conceptual understanding and permanence of knowledge in terms of greenhouse effect. *Ahi Evran University Journal of Kirsehir Education Faculty*, 18, (Special issues), 45–63.
- Bakırcı, H., Artun, H., & Şenel, S. (2016). The effect of common knowledge construction model-based science teaching on the seventh grade students' conceptual understanding (Let's learn celestial bodies). *Van Yüzüncü Yıl University Faculty of Education Journal*, 13(1), 514–543.
- Bakırcı, H., Artun, H., Şahin, S., & Sağdıç, M. (2018). Investigation of opinions of seventh grade students about socio-scientific issues by means of science teaching based on common knowledge construction model. *Journal of Qualitative Research in Education*, 6(2), 207–237 <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.6c2s10m>
- Bakırcı, H., Çalık, M., & Çepni, S. (2017). The effect of the common knowledge construction model-oriented education on sixth grade students' views on the nature of science. *Journal of Baltic Science Education*, 16(1), 43–55.
- Bakırcı, H., Çepni, S., & Yıldız, M. (2015). The effects of common knowledge construction model on sixth grade students' academic achievement: Light and sound unit. *Dicle University Ziya Gökalp Education Faculty Journal*, 26, 182–204.
- Balçın, M. D., Çavuş, R., & Yavuz-Topaloğlu, M. (2018). Examining secondary school students' attitudes towards stem and their interests in stem professions. *Asian Journal of Instruction*, 6(2), 40–62.
- Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3–23. <https://doi.org/10.1002/tea.21465>
- Benek, I., & Akçay, B. (2022). The effects of socio-scientific STEM activities on 21st century skills of middle school students. *Participatory Educational Research*, 9(2), 25–52. <https://doi.org/10.17275/per.22.27.9.2>
- Biernacka, B. (2006). *Developing scientific literacy of grade five students: A teacher researcher collaborative effort* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Manitoba.

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak Kılıç, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Scientific research methods* (2nd Ed.). Pegem Academy.
- Candaş, B., & Çalık, M. (2023). The effect of CKCM-oriented instruction on grade 8 students' conceptual understanding of sustainable development. *Journal of Biological Education*, 57(5), 986–1005. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.2006748>
- Caymaz, B., & Aydın, A. (2021). The effect of common knowledge construction model-based instruction on 7th grade students' academic achievement and their views about the nature of science in the electrical energy unit at schools of different socio-economic levels. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(2), 233–265. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10054-0>
- Çepni, S. (2011). *Introduction to research and project work*. Celepler Printing.
- Demirci, E. (2016). *The effects of keeping the student diaries for electricity unit in 7th grade science and technology course on the students' metacognitive development and academic achievement*. [Unpublished master's thesis]. Pamukkale University.
- Demircioğlu, H., & Vural, S. (2016). The effect of the common knowledge construction model on the attitudes of eighth grade gifted students towards chemistry course. *HAYEF Journal of Education*, 13(1), 49–60.
- Demirel, R. (2021). *The effect of teaching the subject of light with argumentation-supported design based science and engineering practices on the learning outcomes and twenty-first century skills of seventh grade students* [Unpublished doctoral dissertation]. Aksaray University.
- Ebenezer, J. V., & Connor, S. (1998). *Learning to teach science: A model for the 21st century*. Pearson.
- Ebenezer, J., Chacko, S., Kaya, O. N., Koya, S. K., & Ebenezer, D. L. (2010). The effects of common knowledge construction model sequence of lessons on science achievement and relational conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(1), 25–46. <https://doi.org/10.1002/tea.20295>
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 107–129. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x>
- Gelen, I. (2017). P21-21st century skills frameworks in curriculum and instruction (US Practices). *Journal of Interdisciplinary Educational Research*, 1(2), 15–29.
- GPE. (2020). *21st century skills: What potential role for the global partnership for education? A landscape review*. Global Partnership for Education.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). The effects of science-technology-engineering-math (STEM) integration on 5th grade students' perceptions and attitudes towards these areas. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 602–620. <https://10.14687/ijhs.v13i1.3447>
- Hahs-Vaughn, D. L., & Lomax, R. G. (2020). *An introduction to statistical concepts* (4th ed.). Routledge.
- Karakuş, M., & Yalçın, O. (2016). The effect of argumentation-based learning in science education on academic achievement and scientific process skills: A meta-analysis study. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 16(4), 1–20. <https://doi.org/10.18037/ausbd.415534>
- Kırıcı, M. G., & Bakırcı, H. (2021). The effect of STEM supported research-inquiry-based learning approach on the scientific creativity of 7th grade students. *Journal of Pedagogical Research*, 5(2), 19–35. <http://dx.doi.org/10.33902/JPR.2021067921>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461–481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>
- Kiryak, Z., & Çalık, M. (2018). Improving grade 7 students' conceptual understanding of water pollution via common knowledge construction model. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 1025–1046. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9820-8>

- Koyunlu-Ünlü, Z., Dökme, İ., & Ünlü, V. (2016). Adaptation of the science, technology, engineering, and mathematics career interest survey (STEM-CIS) into Turkish. *Eurasian Journal of Educational Research*, 16(63), 21–36. <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2016.63.2>
- Kuenzi, J. J. (2008). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action. *Congressional Research Service Reports*. <https://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications.
- Ministry of National Education. (2018). *Science course curriculum (primary and secondary school 3rd, 4th, 5th, 6th, 7th and 8th grades)*. State Books Printing House.
- Özden, B., & Yenice, N. (2020). The effect of common knowledge construction model-based teaching on the cognitive and psychomotor learning of 7th grade students. *Journal of Science Learning*, 4(1), 31–40. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i1>
- Özden, B., & Yenice, N. (2022). The effect of science teaching based on the common knowledge construction model on academic achievement: A meta-analysis study. *Dokuz Eylül University Buca Faculty of Education Journal*, 54, 700–720. <https://doi.org/10.53444/deubefd.908943>
- Robson, C. (2015). *Scientific research methods: Real world research*. Anı Publishing.
- Sarıkaya, D., & Aydın, A. (2021). The effect of educational information network and experiment supported activities on teaching the 7th grade electrical circuits unit. *International Online Journal of Education and Teaching*, 9(2), 265–310. <https://orcid.org/0000-0002-2724-5409>
- Sungur-Alhan, S. S. (2022). The effect of common knowledge construction model based instruction on pre-service science teachers' lesson planning. *Çukurova University Faculty of Education Journal*, 51(1), 1–41. <https://doi.org/10.14812/cuefd.886372>
- Türel, Y. K., Şimşek, A., Vautier, C. G. Ş., Şimşek, E., & Kızıltepe, F. (2023). *Research report on 21st century skills and values*. Board of Education and Discipline.
- Uke, I., Ebenezer, J., & Kaya, O. N. (2024). Seventh-grade students' relational conceptual change and science achievement: Photosynthesis and cellular respiration duo. *Research in Science Education*, 54, 707–737. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10156-7>
- Ulukök, Ş., Çelik, H., & Sarı, U. (2013). The effect of computer-aided applications on simple electrical circuits on the development of experimental process skills. *Journal of Theoretical Educational Sciences*, 6(1), 77–101.
- Uzunkaya, M. (2019). *The effect of teaching based on the common knowledge construction model on secondary school students' Effect on academic success: Sound unit example* [Unpublished master's thesis]. Necmettin Erbakan University.
- Ürünibrahimoğlu, M. (2019). Examining the interest levels of secondary school students towards science-technology-engineering-mathematics (STEM) professions. *Anadolu University Journal of Education Faculty*, 3(3), 151–173. <https://doi.org/10.34056/aujef.442000>
- Wahono, B., Chang, C. Y., & Khuyen, N. T. T. (2021). Teaching socio-scientific issues through integrated STEM education: an effective practical averment from Indonesian science lessons. *International Journal of Science Education*, 43(16), 2663–2683. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1983226>
- Yazıcı, A. Ş., & Akyol, B. (2021). The validity and reliability study of the scale of occupational professionalism of school principals. *E- International Journal of Educational Research*, 12(4), 89–105. <https://doi.org/10.19160/e-ijer.978454>
- Yıldırım, G. Y. (2024). *The effect of the common knowledge construction model on 4th grade students' scientific thinking habits and argument levels* [Unpublished master's thesis]. Trabzon University.

- Yıldırım, I., & Bakırcı, H. (2019). The Effect of common knowledge construction model-based science education on entrepreneurship skills of secondary school students. *International Journal of Progressive Education*, 15(6), 134–150. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2019.215.9>
- Yıldızbaş, H., & Güzel, H. (2020). The effect of teaching according to the common knowledge construction model on sixth grade students' conceptual understanding of the subject of light. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(29), 1718–1750. <https://doi.org/10.26466/opus.751220>
- Yurtbakan, E., Çalık, M., & Güler, T. (2021). Investigating fourth grade students' conceptual growth of the 'organic and nonorganic foods' subject: A case of common knowledge construction model. *Hacettepe University Journal of Education*, 36, 544–561. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2020058881>