

The 5E Learning Model Supported by Virtual Reality Technology: Teaching the “Fuels” Topic in 6th Grade Middle School Science Course¹

Açelya ALABAZ², Gökhan GÜVEN³

About the Article

Received: 21.07.2025

Accepted: 12.09.2025

Published: 23.10.2025

Keywords

Science Education

5E Learning Model

Virtual Reality

Fuels

Abstract

This study aimed to examine the effects of the 5E learning model supported by virtual reality (VR) technology on sixth-grade students' academic achievement and their attitudes toward science, technology, and the environment. A quasi-experimental design involving pre-tests and post-tests in both the experimental and control groups was employed. The study was conducted during the 2023–2024 academic year with 41 sixth-grade students from a public middle school in Muğla, Türkiye. The experimental group consisted of 21 students, while the control group included 20 students. The experimental group received instructions using the 5E model integrated with VR, whereas the control group was taught using traditional methods. Four measurement tools were used for data collection: The Academic Achievement Test, the Science Attitude Scale, the Technology Use Attitude Scale, and the Environmental Attitude Scale. The implementation process was planned for 14 class hours. Students in the experimental group experienced eight different VR modules using cardboard VR glasses and worked on structured worksheets while participating in collaborative activities. The results indicated that activities designed according to the 5E learning model supported by VR significantly improved students' academic achievement and positively influenced their attitudes toward science, technology, and the environment.

For Citation

Alabaz, A. & Güven, G. (2025). The 5E Learning Model Supported by Virtual Reality Technology: Teaching the “Fuels” Topic in 6th Grade Middle School Science Course. *MSKU Journal of Education*, 12(2), 295-321. DOI: 10.21666/muefd.1747136

Introduction

Science education is a fundamental discipline that enables individuals to understand scientific concepts, principles, and processes, relate this knowledge to daily life, and develop higher-order skills such as scientific literacy, critical thinking, and problem-solving. In this regard, science teaching shaped by a constructivist approach encompasses multidimensional instructional processes, including hands-on activities, inquiry-based learning environments, and technology integration. The Science Curriculum, updated in 2024, also adopts a holistic, student-centered educational approach aimed at raising individuals who are open to lifelong learning, sensitive to environmental issues, capable of effectively using scientific process skills, and aware of digital transformation (MoNE, 2024). The program emphasizes interdisciplinary connections and highlights that science education should not only serve the purpose of knowledge transfer but also contribute to the development of attitudes, values, and awareness. However, findings in the literature indicate that the affective gains targeted in such curricula are not adequately supported in practice, and students often fail to develop positive attitudes toward science courses (Çil & Çepni, 2012).

¹ This article is derived from the first author's master's thesis conducted under the supervision of the second author.

² Muğla Sıtkı Koçman University – mumcuacelya3@gmail.com – ORCID: 0009-0009-5050-5465

³ Muğla Sıtkı Koçman University – gokhanguven@mu.edu.tr – ORCID: 0000-0001-9204-5502

Attitude is defined as a mental, emotional, and behavioral tendency developed by an individual based on experience, knowledge, feelings, and motivation (İnceoğlu, 2000). Developing a positive attitude toward science increases students' interest and motivation in the subject and, in turn, supports their academic achievement (George, 2006; Yaman & Dede, 2007). Students with positive attitudes are more willing to participate in lessons, whereas those with negative attitudes often experience a decline in performance (Kenar & Balci, 2012). Therefore, student-centered teaching methods that encourage active participation should be prioritized in science classes (Ayçiçek, 2007). Supporting these methods with digital instructional materials has become a crucial requirement, both for fostering positive attitudes and for achieving learning objectives (Güven & Göçen Kabaran, 2023).

Digital materials include learning resources presented through technologies such as Web 2.0 tools, digital stories, QR codes, concept and mind maps, and virtual reality (VR) in both online and offline environments. Among these materials, VR has attracted considerable attention in recent years. VR is a computer-based technology that provides three-dimensional digital representations of real environments, enabling students to directly experience abstract or distant concepts that they would not otherwise encounter (Parsons & Cobb, 2011). In science courses, although field trips are often required to address certain topics, such trips are frequently not feasible due to limitations such as cost, permission, and time, making VR a powerful alternative (Gregory et al., 2016; Herbert et al., 2013). Through this technology, students can learn as if they were exploring otherwise inaccessible environments, and this process may lead to positive changes in their attitudes toward science (Goodwin et al., 2015).

In science courses, fostering positive attitudes in students and enabling them to acquire scientific process skills can be made more effective through instructional practices enriched with constructivist approaches and supported by technological tools. In this context, the 5E learning model (Engage, Explore, Explain, Elaborate, and Evaluate), developed on the basis of constructivist theory, is widely used in science education as an effective teaching method (Bybee et al., 2006). The “Engage” phase of the model aims to capture students' attention and activate their prior knowledge. In the “Explore” phase, students construct knowledge by generating their own experiences under the teacher's guidance. The “Explain” phase enables students to articulate what they have learned at a conceptual level, while in the “Elaborate” phase, knowledge is transferred to different contexts. The final phase, “Evaluate,” allows students to reflect on and assess their learning. Studies in the literature indicate that this model not only enhances academic achievement but also strengthens conceptual understanding, increases retention, and positively influences students' motivation toward the subject (Şeremet et al., 2022).

The effectiveness of the 5E model increases further when supported by technological tools such as VR. VR-supported 5E learning environments significantly enhance pedagogical effectiveness by enabling students to engage in multidimensional, interactive, and experience-based learning processes (Güven et al., 2025). In the science education literature, VR applications have been successfully used to teach many abstract concepts, including systems, the solar system and eclipses, cell structure, environmental education, simple machines, the structure of the eye, animals, and plants (Aktamış & Arıcı, 2013; Arıcı, 2013; Dağdalan, 2019; Fokides, 2019; Liu et al., 2020; Sarıçam, 2019; Sarıoğlu, 2019; Shim et al., 2010; Tudor et al., 2018; Urhan, 2019). Moreover, studies in environmental education indicate that VR-supported learning has strong potential to increase environmental awareness (Markowitz et al., 2018; Nelson et al., 2019). Findings also suggest that this potential contributes to enhancing students' sensitivity to environmental issues and their awareness of renewable energy sources (Karytsas & Theodoropoulou, 2014; Liarakou et al., 2009).

In this context, the topic of “Fuels,” which holds an important place in science education, plays a critical role in helping students recognize energy sources, understand their environmental impacts, and develop awareness of energy conservation. Meeting the majority of energy needs through fossil fuels contributes to problems such as global warming and environmental pollution (IEA, 2022; REN21, 2023), while also underscoring the growing importance of renewable energy sources for sustainability (UNESCO, 2020). This situation makes it necessary for students to become aware of energy sources and their environmental effects at an early age. Introducing these sources through education in the early years is

essential for fostering environmental sensitivity and energy awareness (Ergül & Çalış, 2022; Güven, 2023; Güven & Göçen Kabaran, 2021).

Accordingly, the present study aims to develop an innovative and holistic instructional approach by integrating the 5E instructional model supported by VR technology into the topic of “Fuels” within the “Matter and Heat” unit of the sixth-grade science course. To achieve this aim, the study was designed as an instructional approach that combines VR technology with the 5E learning model, and the findings were evaluated in terms of the impact of this integrated structure. The instructional practices developed in the study offer a multi-layered learning process that brings together pedagogical modeling (5E), technological innovation (VR), and content focus (energy awareness and environmental sustainability). Within this scope, the study addressed the following research questions:

1. What is the effect of the 5E instructional model supported by VR technology on sixth-grade students’ academic achievement?
2. What is the effect of the 5E instructional model supported by VR technology on sixth-grade students’ attitudes toward science?
3. What is the effect of the 5E instructional model supported by VR technology on sixth-grade students’ attitudes toward technology use?
4. What is the effect of the 5E instructional model supported by VR technology on sixth-grade students’ attitudes toward the environment?

Method

This study aims to examine the effects of activities based on the 5E learning model supported by VR technology on sixth-grade students’ academic achievement and their attitudes toward science, technology, and the environment in teaching the “Fuels” topic within the “Matter and Heat” unit of the middle-school science course. For this purpose, a quasi-experimental design with pre-test and post-test control groups was employed. In the experimental group, the 5E learning model enriched with VR applications was implemented, while the control group received instruction through traditional teaching methods. The findings obtained from the study do not isolate the independent effect of VR technology; rather, they reflect the holistic impact of the instructional design integrated with the 5E model. The research design is presented in Table 1.

Table 1. Research Design

Group	Pre-test	Implementation	Post-test
Experimental	Academic Achievement Test	5E learning model supported by VR technology	Academic Achievement Test
	Science Course Attitude Scale		Science Course Attitude Scale
Control	Attitude Scale Towards Technology Use	Traditional method	Attitude Scale Towards Technology Use
	Environmental Attitude Scale		Environmental Attitude Scale

Population and Sample

The population of the study consisted of sixth-grade students enrolled in a public middle school in Muğla during the 2023–2024 academic year. The sample included 41 sixth-grade students from the same school: 21 in the experimental group and 20 in the control group. The sample was determined through purposive sampling, which enables an in-depth examination of groups with specific characteristics consistent with the aim of the study. Based on the existing class sections, one was randomly assigned as the experimental group and the other as the control group.

Data Collection Tools

Science Course Academic Achievement Test

To assess the academic achievement of sixth-grade students on the topic of “Fuels,” the Science Course Academic Achievement Test developed by Kaleli (2017), with established validity and reliability, was employed. The test was originally prepared based on the learning outcomes in the 2013 Science Curriculum, but it is also aligned with the 2018 and 2024 curricula. Relevant outcomes include: *F.6.4.4.1. Classifies fuels as solid, liquid, and gaseous, and provides examples of commonly used fuels; recognizes that fossil fuels are limited and non-renewable energy sources; and emphasizes the importance of renewable energy sources with examples. F.6.4.4.2. Discusses the effects of using different types of fuels for heating on humans and the environment. F.6.4.4.3. Investigates and reports measures to be taken regarding stove and natural gas poisoning.* The test consists of 25 multiple-choice questions covering the levels of knowledge, comprehension, application, and analysis according to Bloom’s taxonomy. The reliability analysis yielded a KR-20 coefficient of 0.86.

Science Course Attitude Scale

To measure middle school students’ attitudes toward science, the Science Course Attitude Scale developed by Keçeci (2014) was employed. The scale demonstrated high reliability, with a Cronbach’s alpha coefficient of 0.90. It is a 5-point Likert-type scale consisting of 31 items, 20 positive and 11 negative. The items are grouped under three factors: *liking science, curiosity about science, and associating science with daily life.*

Attitude Scale toward Technology Use

To assess students’ attitudes toward the use of technology in lessons, the Attitude Scale toward Technology Use developed by Kenar and Balcı (2013) was employed. The scale is a 5-point Likert-type instrument consisting of 15 items. It demonstrated good reliability, with a Cronbach’s alpha coefficient of 0.86. Factor analysis revealed three sub-dimensions: *anxiety and concern, satisfaction, interest, and confidence, and technology and achievement.*

Environmental Attitude Scale

To measure students’ attitudes toward the environment, the Environmental Attitude Scale developed by Yücel and Özkan (2011) was employed. The scale consists of three sections. The first section collects students’ personal information; however, this part was not used, as it was not relevant to the aim of the study. The second section addresses the *behavior* dimension and includes 14 items, with responses rated as “Never,” “Rarely,” “Sometimes,” “Often,” and “Always.” The third section measures the sub-dimensions of *willingness in thought, feeling, and action* and consists of 21 items, rated on a 5-point Likert scale ranging from “Strongly Disagree” to “Strongly Agree.” The overall reliability of the scale was high, with a Cronbach’s alpha coefficient of 0.88.

Implementation Process

The study was conducted over 14 lesson hours, including 4 hours for data collection and 10 hours for instruction, within the scope of the sixth-grade science course. During this process, students studied the topic of “Fuels” in the “Matter and Heat” unit, based on the learning outcomes specified in the Science Curriculum. These outcomes included: *(F.6.4.4.1) Classifies fuels as solid, liquid, and gaseous, and provides examples of commonly used fuels; recognizes that fossil fuels are limited and non-renewable energy sources; and emphasizes the importance of renewable energy sources with examples. (F.6.4.4.2) Discusses the effects of using different types of fuels for heating on humans and the environment. (F.6.4.4.3) Investigates and reports on measures to be taken regarding stove and natural gas poisoning.* In line with these outcomes, the instructional process in the experimental group followed lesson plans designed according to the 5E learning model supported by VR technology. In the control group, instruction was delivered through activities aligned with the curriculum, using existing teaching materials such as textbook explanations, activities, assessment questions, and videos and animations available on the Educational Informatics Network (EBA). The lesson duration and unit scope were kept equal in both groups; the same outcomes were addressed within the same time frame, and all instruction

was carried out by the researcher. The only difference was that the instructional process in the experimental group incorporated VR applications within the 5E learning model.

In the experimental group, students learned the topic of “Fuels” through an instructional process based on the 5E learning model supported by VR technology. During this process, they watched eight different VR videos using cardboard VR goggles, accessed via links on their own mobile devices. After viewing, students worked in groups of four on structured worksheets, discussed the content, and deepened their understanding of related concepts. The VR materials included: *Fuels VR*, *Renewable Energy Sources – Short Introduction VR*, *Renewable Energy Sources – Detailed Explanation VR*, *The Environment I Want to Live in VR*, *Greenhouse Gases VR*, *Greenhouse Effect VR*, *Consequences of Global Warming VR*, and *Stove and Natural Gas Poisoning VR*. These contents consisted of applications and videos covering the “Fuels” topic and related environmental themes. The *Fuels VR* application was developed with the Unity 2019 platform and was an interactive mobile VR tool that presented solid, liquid, and gaseous fuels with 3D visuals. The *Renewable Energy Sources – Short Introduction VR* and *Detailed Explanation VR* videos were ready-made resources, translated into Turkish with scientific content, and viewed via YouTube VR. The *The Environment I Want to Live in VR* application provided an interactive comparison of a clean environment versus one affected by global warming, fostering environmental awareness. The *Greenhouse Gases VR*, *Greenhouse Effect VR*, and *Consequences of Global Warming VR* videos visually explained the causes and consequences of global warming and included Turkish voiceovers. Finally, the *Stove and Natural Gas Poisoning VR* application simulated poisoning scenarios caused by stoves and natural gas, visually demonstrating the necessary precautions. All materials were integrated into the 5E learning model to help students concretize concepts and increase their awareness of the topics. As shown in Figure 1, students opened the VR videos on their mobile phones, placed them into cardboard VR goggles, and watched the content interactively.



Figure 1. The Environment I Want to Live in VR Application and Cardboard Virtual Reality Goggles

An example of lesson content implemented in the experimental group, designed according to the 5E learning model supported by VR technology, is presented below.

At the Engagement stage, students individually watched the Fuels VR application to capture their attention and activate prior knowledge. Using their mobile devices and cardboard VR goggles, they experienced the content and then completed the worksheet Let's Classify Fuels by categorizing different types of fuels. They were informed that the lesson would involve classifying fuel types, discussing their environmental effects, and understanding why fossil fuels are limited, thereby motivating them for the activities ahead. During the Exploration stage, the same VR content was shown again. This time, students worked with the worksheet Uses of Fuels to identify usage areas of the fuels they observed and discussed these within their groups. In the Explanation stage, students' answers regarding classification and definitions were shared on the board. The teacher corrected missing or inaccurate information and provided explanations about the characteristics of fossil fuels and their environmental effects. At the Elaboration stage, students watched the video Renewable Energy Sources – Short Introduction VR and evaluated the content using the worksheet Let's Get to Know Renewable Energy Sources. The longer video, Renewable Energy Sources – Detailed Explanation VR, was assigned as homework. In the following lesson, students reflected on their observations using the worksheet My Observations on Renewable Energy Sources and shared their findings with the class. Finally, at the Evaluation stage, a

short assessment consisting of open-ended and multiple-choice questions was administered to determine students' learning outcomes.

Data Analysis

Quantitative data obtained from the Science Course Academic Achievement Test, the Science Course Attitude Scale, the Attitude Scale toward Technology Use, and the Environmental Attitude Scale were analyzed using SPSS 26. Since the sample size was below 50, the Shapiro–Wilks test was applied to test normality. The skewness and kurtosis values of the pre-test and post-test scores for both the experimental and control groups were within the acceptable range of -1.5 to $+1.5$, and the p -values indicated no significant deviation from normal distribution ($p > .05$). Therefore, the data were considered normally distributed. Accordingly, to compare the pre-test and post-test mean scores between independent groups, the independent-samples t -test, a parametric test, was employed. Additionally, effect size (η^2) values were calculated based on the t -test results and interpreted according to Cohen's (1988) guidelines: 0.01 = small effect, 0.06 = medium effect, and 0.14 = large effect.

Findings

Findings Related to Research Question 1

The first research question, “*What is the effect of the 5E instructional model supported by VR technology on the academic achievement of sixth-grade students?*” was examined in this study. To address this question, the difference between the pre-test and post-test mean scores of the experimental and control groups on the Academic Achievement Test for the topic of fuels was analyzed using the independent-samples t -test. The results are presented in Table 2.

Table 2. Independent Samples t -Test Results for the Academic Achievement Test

Test	Group	n	x	df	t	p
Pre-test	Experimental	21	12.23	6.015	1.870	.069
	Control	20	9.10	4.598		
Post-test	Experimental	21	17.23	5.309	2.333	.025
	Control	20	13.15	5.905		

As shown in Table 2, there was no statistically significant difference between the pre-test mean scores of the experimental and control groups on the Academic Achievement Test [$t(39) = 1.870$, $p > .05$]. However, the difference between the post-test mean scores was statistically significant [$t(39) = 2.333$, $p < .05$]. The experimental group's post-test mean score ($\bar{x} = 17.23$) was higher than that of the control group ($\bar{x} = 13.15$). The effect size for this difference, calculated using eta squared (η^2), was 0.12 , indicating a medium effect. These findings demonstrate that the 5E instructional model supported by VR technology was effective in improving the academic achievement of sixth-grade students.

Findings Related to Research Question 2

The second research question, “*What is the effect of the 5E instructional model supported by VR technology on sixth-grade students' attitudes toward science?*” was examined in this study. To address this question, the differences between the pre-test and post-test mean scores of the experimental and control groups on the Science Course Attitude Scale were analyzed using the independent-samples t -test. The results are presented in Table 3.

Table 3. Independent Samples t-Test Results for the Science Course Attitude Scale

Dimensions	Test	Group	n	x	df	t	p
Liking the science course (Dimension 1)	Pre-test	Experimental	21	41.14	4.54	.204	.839
		Control	20	40.85	4.63		
	Post-test	Experimental	21	48.09	5.53	3.144	.003
		Control	20	41.30	8.11		
Curiosity about the science course (Dimension 2)	Pre-test	Experimental	21	41.47	2.04	.330	.743
		Control	20	41.20	3.22		
	Post-test	Experimental	21	48.66	4.80	3.090	.004
		Control	20	42.55	7.61		
Associating the science course with daily life (Dimension 3)	Pre-test	Experimental	21	24.47	1.20	.932	.357
		Control	20	24.10	1.37		
	Post-test	Experimental	21	32.42	3.57	4.889	.000
		Control	20	26.90	3.66		

As shown in Table 3, no statistically significant differences were found between the pre-test mean scores of the experimental and control groups on the sub-dimensions of the Science Course Attitude Scale: *Liking the Science Course* (Dimension 1), *Curiosity about the Science Course* (Dimension 2), and *Associating the Science Course with Daily Life* (Dimension 3) [$t_1(39) = 0.204$, $t_2(39) = 0.330$, $t_3(39) = 0.932$, $p > .05$]. However, the post-test results revealed statistically significant differences in favor of the experimental group across all three sub-dimensions [$t_1(39) = 3.144$, $t_2(39) = 3.090$, $t_3(39) = 4.889$, $p < .05$]. The experimental group's post-test mean scores were significantly higher than those of the control group in all sub-dimensions, indicating a positive effect of the intervention on students' attitudes. The effect sizes (η^2) for these differences were calculated as 0.20 for *Liking the Science Course*, 0.19 for *Curiosity about the Science Course*, and 0.38 for *Associating the Science Course with Daily Life*. According to Cohen's (1988) classification, these represent large effects. Overall, the findings demonstrate that the 5E instructional model supported by VR technology was effective in enhancing students' attitudes toward the science course.

Findings Related to Research Question 3

The third research question, "What is the effect of the 5E instructional model supported by VR technology on sixth-grade students' attitudes toward technology use?" was examined in this study. To address this question, the differences between the pre-test and post-test mean scores of the experimental and control groups on the Attitude Scale Toward Technology Use were analyzed using the independent-samples t-test. The findings are presented in Table 4.

Table 4. Independent Samples t-Test Results for the Attitude Scale toward Technology Use

Dimensions	Test	Group	n	x	df	t	p
Anxiety and concern (Dimension 1)	Pre-test	Experimental	21	23.28	5.21	.387	.701
		Control	20	22.65	5.29		
	Post-test	Experimental	21	31.33	2.53	3.278	.002
		Control	20	25.35	7.95		
Satisfaction, interest, and confidence (Dimension 2)	Pre-test	Experimental	21	16.04	2.90	.111	.912
		Control	20	15.95	2.72		
	Post-test	Experimental	21	23.04	1.88	2.161	.037
		Control	20	21.55	2.52		
Technology and achievement (Dimension 3)	Pre-test	Experimental	21	9.76	1.97	.914	.366
		Control	20	9.20	1.96		
	Post-test	Experimental	21	13.42	1.39	2.839	.007
		Control	20	12.00	1.80		

As shown in Table 4, no statistically significant differences were found between the pre-test mean scores of the experimental and control groups on the sub-dimensions of the *Attitude Scale Toward Technology Use: Anxiety and Concern* (Dimension 1), *Satisfaction, Interest, and Confidence* (Dimension 2), and *Technology and Achievement* (Dimension 3) [$t_1(39) = 0.387$; $t_2(39) = 0.111$; $t_3(39) = 0.914$, $p > .05$]. However, the post-test results revealed statistically significant differences in favor of the experimental group across all three sub-dimensions [$t_1(39) = 3.278$; $t_2(39) = 2.161$; $t_3(39) = 2.839$, $p < .05$]. The experimental group's post-test mean scores were significantly higher than those of the control group in all sub-dimensions, indicating a positive effect of the intervention on students' attitudes. The effect sizes (η^2) for these differences were calculated as 0.21 for *Anxiety and Concern*, 0.10 for *Satisfaction, Interest, and Confidence*, and 0.17 for *Technology and Achievement*. According to Cohen's (1988) classification, these correspond to large, medium, and large effects, respectively. Overall, the findings demonstrate that the 5E instructional model supported by VR technology was effective in improving students' attitudes toward technology use.

Findings Related to Research Question 4

The fourth research question, "What is the effect of the 5E instructional model supported by VR technology on sixth-grade students' attitudes toward the environment?" was examined in this study. To address this question, the differences between the pre-test and post-test mean scores of the experimental and control groups on the Environmental Attitude Scale were analyzed using an independent-samples t-test. The findings are presented in Table 5.

Table 5. Independent Samples t-Test Results for the Environmental Attitude Scale

Dimensions	Test	Group	n	x	df	t	p
Behavior (Dimension 1)	Pre-test	Experimental	21	47.33	11.64	.565	.575
		Control	20	45.40	10.16		
	Post-test	Experimental	21	56.95	8.24	2.410	.021
		Control	20	48.95	12.66		
Thought (Dimension 2)	Pre-test	Experimental	21	25.66	4.18	1.149	.258
		Control	20	23.75	6.33		
	Post-test	Experimental	21	34.19	2.73	4.648	.000
		Control	20	28.60	4.75		
Feeling (Dimension 3)	Pre-test	Experimental	21	22.90	6.83	-1.033	.308
		Control	20	24.75	4.24		
	Post-test	Experimental	21	31.76	2.75	2.925	.006
		Control	20	26.55	7.66		
Willingness to Act (Dimension 4)	Pre-test	Experimental	21	17.28	5.56	.608	.546
		Control	20	16.35	4.13		
	Post-test	Experimental	21	24.76	2.79	2.989	.005
		Control	20	20.60	5.70		

As shown in Table 5, no statistically significant differences were found between the pre-test mean scores of the experimental and control groups on the sub-dimensions of the *Environmental Attitude Scale: Behavior* (Dimension 1), *Thought* (Dimension 2), *Feeling* (Dimension 3), and *Willingness to Act* (Dimension 4) [$t_1(39) = 0.565$; $t_2(39) = 1.149$; $t_3(39) = -1.033$; $t_4(39) = 0.608$, $p > .05$]. However, the post-test results revealed statistically significant differences in favor of the experimental group across all four sub-dimensions [$t_1(39) = 2.410$; $t_2(39) = 4.648$; $t_3(39) = 2.925$; $t_4(39) = 2.989$, $p < .05$]. The experimental group's post-test mean scores were significantly higher than those of the control group in all sub-dimensions, indicating that the intervention positively influenced students' environmental attitudes. The effect sizes (η^2) for these differences were 0.13 for *Behavior*, 0.35 for *Thought*, 0.18 for *Feeling*, and 0.18 for *Willingness to Act*. According to Cohen's (1988) guidelines, these correspond to a medium effect for *Behavior* and large effects for the other sub-dimensions. Overall, the findings

demonstrate that the 5E instructional model supported by VR technology was effective in enhancing students' attitudes toward the environment.

Discussion

This study examined the effects of activities designed according to the 5E learning model supported by VR technology on students' academic achievement and their attitudes toward science, technology, and the environment while teaching the "Fuels" topic in the sixth-grade science course.

With regard to the first research question, the findings indicate that activities designed in line with the 5E learning model supported by VR technology had a statistically significant and pedagogically positive effect on students' academic achievement. This result is consistent with previous studies (Aktamış & Arıcı, 2013; Arıcı, 2013; Huang et al., 2019; Hudson, 2010; Liou & Chang, 2018; Topuz, 2018). Several factors may have contributed to this improvement. First, during the initial lesson, students participated in a workshop where they created their own cardboard VR goggles, which likely stimulated their curiosity. Because students constructed the goggles themselves and were able to keep them, their interest and motivation increased. Thus, arousing curiosity at the beginning of the lesson may have encouraged more attentive listening and deeper understanding, ultimately improving performance. Second, the use of VR goggles gave students the impression of visiting places they would not normally be able to access. While certain topics in science courses are best taught through field trips and observational activities, such opportunities are often limited. In their absence, instruction can remain abstract, hindering learning. The sense of presence created by VR appears to have enriched the learning experience, thereby positively influencing achievement. This is in line with literature emphasizing that VR applications provide an effective and efficient means of experiencing processes and transferring knowledge (Ververidis et al., 2022). A third contributing factor may be the concretization of abstract topics such as fuels and renewable energy. Prior research has shown that VR technologies are particularly effective in making abstract concepts more concrete (Aktamış & Arıcı, 2013; Arıcı, 2013; Dağdalan, 2019; Fokides, 2019; Liu et al., 2020; Sarıçam, 2019; Sarioğlu, 2019; Shim et al., 2010; Tudor et al., 2018; Urhan, 2019). When abstract content becomes concrete, learners' mental representations are strengthened, and the retention and recall of knowledge are facilitated. Appealing to multiple senses in this way reinforces learning. In conclusion, higher academic achievement in science is closely linked to the attainment of the intended learning outcomes. The findings of this study suggest that VR technology is an effective and appropriate instructional tool for supporting these outcomes. Accordingly, VR technology can be seen as a strong complement to the constructivist learning approach, offering learning environments that enhance students' academic achievement.

The findings related to the second research question indicate that activities designed in accordance with the 5E learning model supported by VR technology had a statistically significant and pedagogically positive effect on students' attitudes toward the science course. The observation that VR-supported learning processes foster positive attitudes among students is consistent with previous studies in the literature (Sarioğlu, 2019; Martirosov & Kopecek, 2017). Several factors may explain this positive development. First, students' exposure to an unconventional instructional method may have captured their attention and enhanced their intrinsic motivation. Increased motivation, in turn, likely encouraged greater engagement with the course and the development of more positive attitudes. Furthermore, the opportunity for students to take on active roles and learn through peer interaction in collaborative settings enhanced both their interest in and commitment to the course (Ludlow, 2015). Collectively, these findings suggest that constructivist learning environments supported by VR technology can exert a strong positive influence on students' attitudes toward the science course.

The findings related to the third research question indicate that activities aligned with the 5E learning model supported by VR technology had a statistically significant and pedagogically positive effect on students' attitudes toward technology. In today's rapidly changing and digitalized world, technological opportunities have expanded considerably, leading to the widespread integration of digital tools into educational settings. Digital materials used in instruction can enhance students' interest in technology,

and embedding technological tools in learning environments may foster the development of more positive attitudes. The fact that today's students live in close contact with technology further strengthens this effect. The pedagogical advantages of VR applications also contributed to the development of positive attitudes toward technology. First, the visual and auditory engagement provided by VR environments likely increased students' participation and excitement in the learning process (Javidi, 1999; Psotka, 1995). In addition, VR technologies can enhance students' self-confidence, thereby supporting the formation of positive attitudes toward technology (Başaran, 2010; Çavaş et al., 2004; Kayabaşı, 2005). Another important factor is that students had the opportunity to repeatedly watch VR videos at their own pace, which offered individualized learning opportunities, supported knowledge construction, and reinforced positive approaches toward technology. The repeatable, experiential nature of VR further deepens the learning process (Dede, 1995). Moreover, students' active participation in technology-based lessons and their desire to see technological tools incorporated into different subjects represent additional key factors contributing to the development of positive attitudes toward the role of technology in education (Dağdalan, 2019).

The findings related to the fourth research question indicate that activities designed in accordance with the 5E learning model supported by VR technology had a statistically significant and pedagogically positive effect on students' attitudes toward the environment. VR technology provides students with opportunities to interact with objects and phenomena that are difficult or even impossible to access in real life (Freina & Ott, 2015). In this study, students in the experimental group experienced observing natural areas they could not physically visit and felt as though they were actually present in those environments through VR applications. This immersive and interactive learning process likely contributed to the development of a more sensitive approach toward the environment. Moreover, presenting concrete examples of environmental damage in VR videos gave students the sense of directly experiencing these situations, which positively influenced their environmental awareness and attitudes. In particular, students who visually and audibly perceived that environmental problems are largely human-induced developed a stronger sense of responsibility toward nature and greater respect for the environment. VR applications also made unique contributions to each stage of the 5E model: in the *Engage* stage, visualizing environmental problems in virtual settings captured students' attention; in the *Explore* stage, the concretization of abstract concepts enriched the exploration process. In the *Explain* stage, group discussions following VR experiences strengthened conceptual understanding, while in the *Elaborate* stage, presenting renewable energy scenarios in different contexts supported knowledge transfer. Finally, in the *Evaluate* stage, assessment activities reinforced learning outcomes. Taken together, these findings suggest that, when integrated with constructivist learning approaches, VR technologies can serve as effective tools for enhancing students' environmental sensitivity.

Conclusion

As a result of this research, it was found that activities designed in accordance with the 5E learning model supported by VR technology enhanced sixth-grade students' academic achievement and positively influenced their attitudes toward science, technology, and the environment. Students' experiences in concretizing abstract concepts, actively participating in the learning process, and benefiting from individualized learning opportunities contributed to their overall learning outcomes. Furthermore, the findings revealed that students developed greater environmental sensitivity and acquired more positive attitudes toward the use of technology. Collectively, these results suggest that the VR-supported 5E instructional model provides an effective and holistic approach to science education.

Recommendations

In line with the findings of this research, several recommendations can be made to guide future studies and instructional practices. The 5E learning model enriched with VR technology was effectively implemented with sixth-grade students on the topic of *Fuels*. For such practices, it is important that teachers provide hands-on demonstrations beforehand to ensure students can use VR goggles

effectively. Since the content is accessed through various digital platforms, it is also necessary to ensure that students bring their smartphones and that internet connectivity is checked prior to implementation. In crowded classrooms, where the number of goggles may be insufficient, the duration of the activity should be extended and technical staff support should be sought. To prevent students from remaining passive while waiting for their turn to use the goggles, supplementary activities should be planned. Furthermore, the effectiveness of the model can be examined on a larger scale by conducting similar studies with different grade levels and science topics. Future research should not only address cognitive and affective outcomes but also investigate other aspects of learning, such as psychomotor skills and cognitive load. In addition, diversifying technology integration through the use of various digital tools and instructional strategies, as well as exploring the role of VR in online learning environments, would provide valuable contributions to literature.

References

- Aktamış, H. & Arıcı, V. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 58-70. <https://doi.org/10.17860/efd.20656>
- Arıcı, V.A. (2013). *Fen eğitiminde sanal gerçeklik programları üzerine bir çalışma: "Güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmecesi" ünitesi örneği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Ayçiçek, Y. (2007). *İlköğretim ikinci kademe öğretmenlerinin sınıf yönetimi yeterliliklerinin öğrenci algılarına göre değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Başaran, F. (2010). *Öğretmen adaylarının eğitimde sanal gerçeklik kullanımına ilişkin görüşleri (Sakarya Üniversitesi Böte Örneği)*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. BSCS.
- Çavaş, B., Huyugüzel Çavaş, P., & Taşkın Can, B. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4), 110-116.
- Çil, E. & Çepni, S. (2012). Kavramsal değişim yaklaşımı, doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve Milli Eğitim Bakanlığı ders kitabının bilimin doğası üzerine görüşler ve ışık ünitesindeki kavramsal değişim üzerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(2), 1089-1116.
- Dağdalan, G. (2019). *Sanal gerçeklik ve animasyon destekli fen bilimleri öğretiminin öğrencilerin bazı öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Dede, C. (1995). The evolution of constructivist learning environments: Immersion indistributed, virtual worlds. *Educational Technology*, 35(5), 46-52.
- Ergül, N.R. & Çalış, S. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji ve kaynakları hakkındaki bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 107-125. <https://doi.org/10.19171/uefad.994400>
- Fokides, E (2019). 3D multiuser virtual environments and environmental education: the virtual island of the mediterranean monk seal. *Technology, Knowledge and Learning*, 25, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09409-6>
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *The International Scientific Conference on E-learning and Software for Education*, 1-8.
- George, R. (2006). A cross- domain analysis of change in students' attitudes toward science and attitudes about the utility of science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571-589. <https://doi.org/10.1080/09500690500338755>
- Goodwin, M.S., Wiltshire, T., Fiore, S.M. (2015). Applying Research in the Cognitive Sciences to the Design and Delivery of Instruction in Virtual Reality Learning Environments. In: Shumaker, R., Lackey, S. (eds) *Virtual, Augmented and Mixed Reality. VAMR 2015. Lecture Notes in Computer Science*, 9179. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4_29
- Gregory, S., Lee, M.J., Dalgarno, B., & Tynan, B. (2016). *Learning in virtual worlds: Research and applications*. Athabasca University Press.

- Güven, G. (2023). *Kuramdan uygulamaya yenilenebilir enerji eğitimi*. Eğitim Kitap Yayıncılık: Ankara.
- Güven, G. & Göçen Kabaran, G. (2021). Ortaokul düzeyinde yenilenebilir enerji konusunda öğretim tasarımı geliştirmenin ilk basamağı: İhtiyaç belirleme. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi* 8(1), 322-338. <https://doi.org/10.21666/muefd.846829>
- Güven, G. & Göçen Kabaran, G. (2023). Yenilenebilir enerji eğitimine yönelik bir öğretim tasarımı geliştirme ve değerlendirme. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 13(1), 58-85. <https://doi.org/10.17943/etku.1095029>
- Güven, G., Orhan Özen, S., & Şarlakkaya, K. (2025). Virtual reality applications integrated into the 5E learning Model in environmental topics in science education. *Research in Science & Technological Education*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2487758>
- Herbert, J.D., Forman, E.M., Goetter, E.M., Corner, R., & Bradley, J. (2013). Treatment of social anxiety disorder using online virtual environments in second life. *Behavior Therapy*, 44(1), 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2012.06.001>
- Huang, K.T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J., & Fordham, J. (2019). Augmented versus virtual reality in education: An exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 105–110. <https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0150>
- Hudson, P. (2010). Mentors report on their own mentoring practices. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(7), 30-42. <https://doi.org/10.14221/ajte.2010v35n7.3>
- International Energy Agency [IEA]. (2022). *World Energy Outlook 2022*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- İnceoğlu, M. (2000). *Tutum–algı iletişim*. İmaj Yayınevi.
- Javidi, G. (1999). *Virtual reality and education*. University of South Florida. <https://disde.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/1523>
- Karytsas, S. & Theodoropoulou, H. (2014). Socioeconomic and demographic factors that influence public's awareness on the different forms of renewable energy sources. *Renewable Energy*, 71, 480-485. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.05.059>
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 151-158.
- Kenar, İ. & Balcı, M. (2012). Fen ve teknoloji dersine yönelik tutum ölçeği geliştirme: İlköğretim 4 ve 5. sınıf örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 34, 201-210.
- Kenar, İ. & Balcı, M. (2013). Öğrencilerin derslerde teknoloji ürünü kullanımına yönelik tutumu: Bir ölçek geliştirme çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(22), 249-262.
- Liarakou, G., Gavrilakis, C., & Flouri, E. (2009). Secondary school teachers' knowledge and attitudes towards renewable energy sources. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 120-129.
- Liou, W.K., & Chang, C.Y. (2018). Virtual reality classroom applied to science education. In *Proceedings of the 2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT)* (pp. 1–4). IEEE.
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, O., & Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034-2049. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>
- Ludlow, B. L. (2015). Virtual reality: Emerging applications and future directions. *Rural Special Education Quarterly*, 34(3), 3–10. <https://doi.org/10.1177/875687051503400302>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Markowitz, D.M., Laha, R., Perone, B.P., Pea, R.D. & Bailenson, J.N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Educational Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02364>
- Martirosov, S., & Kopecek, P. (2017). Virtual reality and its influence on training and education: Literature review. In B. Katalinic (Ed.), *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium* (pp. 708–717). DAAAM International. <https://doi.org/10.2507/28th.daaam.proceedings.100>

- Nelson, K.M., Anggraini, E. & Schlüter, A. (2019). Virtual reality as a tool for environmental conservation and fundraising. *PLoS ONE* 15(4), 1-26. <https://doi.org/10.1101/785014>
- Parsons, S. & Cobb, S., (2011). State-of-the-art of virtual reality technologies for children on the autism spectrum. *European Journal of Special Needs Education*, 26(3), 355-366. <http://dx.doi.org/10.1080/08856257.2011.593831>
- Psotka, J. (1995). Immersive training systems: Virtual reality and education and training. *Instructional Science*, 23(5), 405–431. <https://doi.org/10.1007/BF00896880>
- REN21. (2023). *Renewables 2023 Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- Sarıçam, S. (2019). *Fen bilimleri dersinde sanal gerçeklik uygulamalarının dolaşım sistemi kavramlarının öğretimi üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sarioğlu, S. (2019). *İlköğretim 6. sınıf fen bilimleri dersi hücre konusunda sanal gerçeklik kullanımının öğrencilerin akademik başarıları ve derse karşı tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Shim, K., Park, J., Kim, H., Kim, J., Park, Y., & Ryu, H. (2010). Application of virtual reality technology in biology education. *Journal of Biological Education*, 37, 71-74. <https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655854>
- Şeremet, Ş., Kızılay, E. & Armağan, F.Ö. (2022). Fen eğitiminde 5E öğrenme modeli ile ilgili çalışmaların incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 9(1), 1-16. <https://doi.org/10.33710/sduijes.977784>
- Topuz, Y. (2018). *Anatomi eğitiminde sanal gerçeklik ve üç boyutlu masaüstü materyallerin akademik başarı ve bilişsel yük açısından karşılaştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tudor A.D., Minocha S., Collins M. & Tilling, S. (2018). Mobile virtual reality for environmental education. *Journal of Virtual Studies*, 9(2), 25-36.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://doi.org/10.54675/YFRE1448>
- Urhan, O. (2019). *Fen eğitimine yönelik sanal gerçeklik uygulamalarının etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ververidis, D., Nikolopoulos, S., & Kompatsiaris, I. (2022). A review of collaborative virtual reality systems for the architecture, engineering, and construction industry. *Architecture*, 2(3), 476-496. <https://doi.org/10.3390/architecture2030027>
- Yaman S. & Dede, Y. (2007). Öğrencilerin fen ve teknoloji ve matematik dersine yönelik motivasyon düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi* 52(52), 615-638.

Ethical Approval: This study was conducted with the permission of Muğla Sıtkı Koçman University Social and Human Scientific Research and Publication Ethics Committee with the decision dated 04/12/23 and numbered 230137/130.

Conflict of Interest: There is no conflict of interest between the authors in this study.

Funding Sources: The authors report that they have not received any financial support for the research and/or authorship of this article.

Author Contributions: The first author constructed the theoretical framework and research questions; developed the data collection instruments; carried out the fieldwork; and analyzed the data. The first author also wrote the initial draft of the manuscript, prepared the tables/figures, and interpreted the findings. The supervisor, G.G., provided scientific guidance throughout all stages of the research, advising on the establishment of the research design, the execution of the ethics process, the verification of methodological decisions, and the interpretation of the results.

Use of Artificial Intelligence: No study was conducted using artificial intelligence in the research.

Data Sharing: Research data will be made available upon reasonable request, in compliance with relevant ethical and legal guidelines.

Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile Desteklenmiş 5E Öğrenme Modeli: Ortaokul 6. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Yakıtlar Konusunun Öğretimi¹

Açelya ALABAZ², Gökhan GÜVEN³

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 21.07.2025

Kabul Tarihi: 12.09.2025

Yayın Tarihi: 23.10.2025

Anahtar Kelimeler

Fen Öğretimi

5E Öğrenme Modeli

Sanal Gerçeklik

Yakıtlar

Özet

Bu araştırma ile sanal gerçeklik teknolojisi ile desteklenmiş 5E öğrenme modelinin, ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ile fen bilimleri dersine, teknoloji kullanımına ve çevreye yönelik tutumları üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmaya 2023–2024 eğitim-öğretim yılında Muğla ilinde bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 41 altıncı sınıf öğrencisi katılmıştır. Deney grubunda 21, kontrol grubunda 20 öğrenci yer almıştır. Deney grubunda sanal gerçeklik destekli 5E öğrenme modeliyle, kontrol grubunda ise geleneksel yöntemle öğretim gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sürecinde dört farklı ölçme aracı kullanılmıştır: Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarı Testi, Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği, Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği ve Çevresel Tutum Ölçeği. Uygulama süreci toplam 14 ders saati olarak planlanmış; deney grubundaki öğrenciler, sekiz farklı sanal gerçeklik içeriğini karton VR gözlükleri aracılığıyla deneyimleyerek, yapılandırılmış çalışma kâğıtları ile işbirlikçi etkinlikler gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin, öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ve fen bilimleri dersine, teknoloji kullanımına ve çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Atıf İçin

Alabaz, A. & Güven, G. (2025). Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile Desteklenmiş 5E Öğrenme Modeli: Ortaokul 6. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Yakıtlar Konusunun Öğretimi. *MSKÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 295-321. DOI: 10.21666/muefd.1747136

Giriş

Fen eğitimi, bireylerin bilimsel kavramları, ilkeleri ve süreçleri anlayarak bu bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerini, bilimsel okuryazarlık, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi üst düzey beceriler geliştirmelerini hedefleyen temel bir disiplin olarak öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda yapılandırmacı yaklaşımla şekillenen fen öğretimi; uygulamalı etkinlikler, araştırma-sorgulama temelli öğrenme ortamları ve teknoloji entegrasyonu gibi çok boyutlu öğretim süreçlerini içermektedir. 2024 yılında güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı da öğrenciyi merkeze alan bütüncül bir eğitim anlayışı benimseyerek, bireylerin yaşam boyu öğrenmeye açık, çevresel sorunlara duyarlı, bilimsel süreç becerilerini etkin kullanan ve dijital dönüşümün farkında bireyler olarak yetişmelerini amaçlamaktadır (MEB, 2024). Programda, disiplinler arası ilişkilere önem verilmiş, fen eğitiminin yalnızca bilgi aktarmaya değil; tutum, değer ve farkındalık geliştirmeye de hizmet etmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ancak alanyazında, bu tür öğretim programlarında hedeflenen duyuşsal kazanımların uygulamada yeterince desteklenemediği ve öğrencilerin fen derslerine yönelik olumlu tutum geliştirme konusunda yetersiz kaldığına dair bulgular da bulunmaktadır (Çil & Çepni, 2012).

¹ Bu makale, ikinci yazarın danışmanlığında yürütülen birinci yazarın yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

² Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi – mumcuacelya3@gmail.com – ORCID: 0009-0009-5050-5465

³ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi – gokhanguyen@mu.edu.tr – ORCID: 0000-0001-9204-5502

Tutum, bireyin deneyim, bilgi, duygu ve güdülerine dayalı olarak geliştirdiği zihinsel, duygusal ve davranışsal tepki eğilimidir (İnceoğlu, 2000). Fen bilimleri dersine yönelik olumlu tutum geliştirmek, öğrencilerin derse olan ilgisini ve motivasyonunu artırarak akademik başarılarını da desteklemektedir (George, 2006; Yaman & Dede, 2007). Nitekim, olumlu tutum sergileyen öğrenciler derslere daha istekli katılırken, olumsuz tutum geliştirenler ise başarıda düşüş yaşamaktadır (Kenar & Balcı, 2012). Bu nedenle fen derslerinde öğrencileri merkeze alan, aktif katılıma dayalı öğretim yöntemleri tercih edilmelidir (Ayçiçek, 2007). Bu yöntemlerin dijital öğretim materyalleriyle desteklenmesi ise hem tutum gelişimi hem de öğrenme hedeflerine ulaşılması açısından önemli bir gereklilik halini almıştır (Güven & Göçen Kabaran, 2023).

Dijital materyaller, çevrimiçi ya da çevrimdışı ortamlarda web 2.0 araçları, dijital öyküler, QR kodlar, kavram ve zihin haritaları, sanal gerçeklik gibi teknolojiler aracılığıyla sunulan öğrenme kaynaklarını kapsamaktadır. Bu materyallerin içinde son yıllarda dikkat çeken alanlardan biri de sanal gerçekliktir. Sanal gerçeklik, gerçek ortamların üç boyutlu dijital temsillerini sağlayarak öğrencilerin deneyimleyemeyeceği soyut veya uzak kavramları birebir yaşatabilen bilgisayar tabanlı bir teknolojidir (Parsons & Cobb, 2011). Özellikle fen bilimleri derslerinde bazı konuların işlenmesi için okul dışı gezilere ihtiyaç duyulmasına rağmen, bu gezilerin maliyet, izin ve zaman gibi sınırlılıklardan dolayı gerçekleştirilememesi sanal gerçekliği güçlü bir alternatif hâline getirmiştir (Gregory vd., 2016; Herbert vd., 2013). Bu teknoloji sayesinde öğrenciler, ulaşamayacakları ortamları keşfeder gibi öğrenebilir ve bu süreç, onların fen konularına olan tutumlarında olumlu değişikliklere yol açabilir (Goodwin vd., 2015).

Fen bilimleri derslerinde öğrencilerin olumlu tutum geliştirmeleri ve bilimsel süreç becerileri kazanmaları, yapılandırmacı yaklaşımlarla zenginleştirilmiş ve teknolojik araçlarla desteklenmiş öğretim uygulamalarıyla daha etkili hâle getirilebilmektedir. Bu doğrultuda, 5E öğrenme modeli (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate), yapılandırmacı kuram temelinde geliştirilmiş etkili bir öğretim yöntemi olarak fen öğretiminde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Bybee vd., 2006). Modelin “giriş (engage)” aşaması öğrencinin dikkatini çekmeyi ve ön bilgileri harekete geçirmeyi hedeflerken; “keşfetme (explore)” aşamasında öğrenciler, öğretmen rehberliğinde kendi deneyimlerini oluşturarak bilgiyi yapılandırır. “Açıklama (explain)” basamağı öğrencilerin öğrendiklerini kavramsal düzeyde ifade etmelerine olanak tanırken, “derinleştirme (elaborate)” aşamasında bilgiler farklı bağlamlara transfer edilir. Son aşama olan “değerlendirme (evaluate)” ise öğrencilerin öğrenmelerini yansıtmaya ve ölçme sürecidir. Alan yazında yapılan araştırmalar, bu modelin sadece akademik başarıyı artırmakla kalmayıp; kavramsal anlamayı güçlendirdiği, öğrenmenin kalıcılığını artırdığı ve öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır (Şeremet vd., 2022).

5E modelinin etkililiği, sanal gerçeklik gibi teknolojik araçlarla desteklendiğinde daha da artmaktadır. Sanal gerçeklik destekli 5E öğrenme ortamları, öğrencilerin çok boyutlu, etkileşimli ve deneyim temelli öğrenme süreçlerine katılmalarını sağlayarak pedagojik gücü önemli ölçüde artırmaktadır (Güven vd., 2025). Fen eğitimi alan yazınında, sanal gerçeklik uygulamalarının; sistemler, güneş sistemi ve tutulmalar, hücre yapısı, çevre eğitimi, basit makineler, gözün yapısı, hayvanlar ve bitkiler gibi pek çok soyut kavramın öğretiminde başarıyla kullanıldığı rapor edilmektedir (Aktamış & Arıcı, 2013; Arıcı, 2013; Dağdalan, 2019; Fokides, 2019; Liu vd., 2020; Sarıçam, 2019; Sarıoğlu, 2019; Shim vd., 2010; Tudor vd., 2018; Urhan, 2019). Ayrıca, çevre eğitimi özelinde yapılan çalışmalar sanal gerçeklik destekli öğrenmenin çevresel farkındalığı artırma konusunda güçlü bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Markowitz vd., 2018; Nelson vd., 2019). Bu potansiyelin, öğrencilerin çevreye karşı duyarlılıklarını ve yenilenebilir enerji kaynakları konusundaki farkındalıklarını da artırdığına dair bulgular mevcuttur (Karytsas & Theodoropoulou, 2014; Liarakou vd., 2009).

Bu bağlamda, fen öğretiminde önemli bir yere sahip olan “Yakıtlar” konusu, öğrencilerin enerji kaynaklarını tanıması, bu kaynakların çevresel etkilerini kavraması ve enerji tasarrufu bilinci geliştirmesi açısından kritik bir işlev görmektedir. Enerji ihtiyacının büyük oranda fosil yakıtlardan karşılanması, küresel ısınma ve çevre kirliliği gibi sorunları artırırken (IEA, 2022; REN21, 2023), sürdürülebilirlik açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmaktadır (UNESCO, 2020). Bu durum, öğrencilerin erken yaşta enerji kaynakları ve çevresel etkileri hakkında bilinçlenmesini

gerektirmektedir. Eğitim yoluyla bu kaynakların erken yaşta tanıtılması, bireylerde çevreye duyarlılık ve enerji farkındalığı geliştirmek açısından önemlidir (Ergül & Çalış, 2022; Güven, 2023; Güven & Göçen Kabaran, 2021).

Bu bağlamda yürütülen bu çalışma, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelini, ortaokul 6. sınıf Fen Bilimleri dersi “Madde ve Isı” ünitesinde yer alan “Yakıtlar” konusuna entegre ederek, öğrencilere yönelik yenilikçi ve bütüncül bir öğretim yaklaşımı geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amacı gerçekleştirmek üzere, çalışma sanal gerçeklik teknolojisini 5E öğrenme modeliyle bütünleşik bir öğretim yaklaşımı olarak tasarlanmış ve elde edilen bulgular bu bütünleşik yapının etkisi bağlamında değerlendirilmiştir. Çalışmada geliştirilen öğretim uygulamaları ise hem pedagojik modelleme (5E) hem teknolojik yenilik (sanal gerçeklik) hem de içerik boyutunda (enerji farkındalığı ve çevresel sürdürülebilirlik) çok katmanlı bir öğrenme süreci sunmakta olup, bu kapsamda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerindeki etkisi nedir?
2. Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisi nedir?
3. Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin teknoloji kullanımına yönelik tutumları üzerindeki etkisi nedir?
4. Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik tutumları üzerindeki etkisi nedir?

Yöntem

Bu çalışma, ortaokul 6. sınıf Fen Bilimleri dersi “Madde ve Isı” ünitesinde yer alan “Yakıtlar” konusunun öğretiminde, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline dayalı etkinliklerin, öğrencilerin akademik başarıları ile fen bilimleri, teknoloji ve çevreye yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada bu amaç doğrultusunda, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubunda sanal gerçeklik uygulamalarıyla zenginleştirilmiş 5E öğrenme modeli uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi uygulanmıştır. Dolayısıyla çalışmadan elde edilen bulgular, VR teknolojisinin bağımsız etkisini değil, 5E modeli ile bütünleştirilmiş öğretim tasarımının bütüncül etkisini ortaya koymaktadır. Araştırma deseni Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırma Deseni

Grup	Ön Test	Uygulama	Son Test
Deney	Akademik Başarı Testi	Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeli	Akademik Başarı Testi
	Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği		Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği
Kontrol	Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği	Geleneksel yöntem	Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği
	Çevresel Tutum Ölçeği		Çevresel Tutum Ölçeği

Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Muğla ilinde bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklem grubunu ise aynı okulda öğrenim gören toplam 41 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmaktadır: deney grubunda 21, kontrol grubunda ise 20 öğrenci yer almaktadır. Örneklem, araştırmanın amacına uygun olarak belirli özelliklere sahip grupların derinlemesine incelenmesini sağlayan amaçlı örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda, mevcut sınıflar temel alınarak iki sınıf şubesinden biri rastgele yöntemle deney grubu, diğeri ise kontrol grubu olarak atanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarı Testi

Bu araştırmada, 6. sınıf öğrencilerinin “Yakıtlar” konusundaki akademik başarılarını belirlemek amacıyla, Kaleli (2017) tarafından geliştirilen ve geçerlik-güvenirlik çalışmaları yapılmış olan *Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarı Testi* kullanılmıştır. Test, 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında yer alan kazanımlar temel alınarak hazırlanmış olmakla birlikte, 2018 ve 2024 öğretim programları ile uyumludur. Bu kazanımlar arasında, “F.6.4.4.1. Yakıtları katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırır ve yaygın şekilde kullanılan yakıtlara örnekler verir. Fosil yakıtların sınırlı ve yenilenemez enerji kaynaklarından biri olduğu belirtilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi örneklerle vurgulanır”, “F.6.4.4.2. Farklı türdeki yakıtların ısı amaçlı kullanımının insan ve çevre üzerindeki etkilerini tartışır” ve “F.6.4.4.3. Soba ve doğal gaz zehirlenmeleri ile ilgili alınması gereken tedbirleri araştırır ve rapor eder” ifadeleri yer almaktadır. Test, Bloom’un bilişsel taksonomisine göre bilgi, kavrama, uygulama ve analiz düzeylerini kapsayacak biçimde yapılandırılmış toplam 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Ölçeğin güvenirliğine yönelik yapılan analizlerde KR-20 güvenirlik katsayısı 0.86 olarak hesaplanmıştır.

Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği

Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerinin Fen Bilimleri dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Keçeci (2014) tarafından geliştirilen *Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği* kullanılmıştır. Ölçeğin Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0.90 olarak hesaplanmıştır. Ölçek, 5’li Likert tipi bir yapıdadır ve toplam 31 maddeden oluşmaktadır. Bu maddelerden 20’si olumlu, 11’i ise olumsuz ifadelerdir. Ölçek; “Fen bilimleri dersini sevmek”, “Fen bilimleri dersine karşı duyulan merak” ve “Fen bilimleri dersinin günlük hayatla ilişkilendirilmesi” olmak üzere üç faktör altında yapılandırılmıştır.

Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği

Bu araştırmada, öğrencilerin derslerde teknoloji kullanımına yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Kenar ve Balcı (2013) tarafından geliştirilen *Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği* kullanılmıştır. Ölçek, 5’li Likert tipinde yapılandırılmış toplam 15 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0.86 olarak rapor edilmiştir. Faktör analizi sonucunda ölçeğin üç alt boyutta toplandığı belirlenmiştir: Kaygı ve endişe, hoşnutsuzluk, ilgi ve güven ile teknoloji ve başarı.

Çevresel Tutum Ölçeği

Bu araştırmada, öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Yücel ve Özkan (2011) tarafından geliştirilen *Çevresel Tutum Ölçeği* kullanılmıştır. Ölçek üç alt bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, öğrencilerin kişisel bilgilerini içermekte olup araştırmanın amaçları doğrultusunda bu bölüm kullanılmamıştır. İkinci bölüm, ölçeğin “davranış” boyutunu kapsamaktadır ve 14 maddeden oluşmaktadır. Bu bölümde katılımcılar, tutumlarını “Hiçbir zaman”, “Nadiren”, “Ara sıra”, “Çoğunlukla” ve “Her zaman” seçenekleriyle belirtmektedir. Üçüncü bölüm ise ölçeğin “düşünce, duygu ve eylemde bulunmaya isteklilik” alt boyutlarını içermekte olup 21 maddeden oluşmaktadır. Bu bölümde ise cevaplar “Hiç katılmıyorum”, “Çok az katılıyorum”, “Orta derecede katılıyorum”, “Çok katılıyorum” ve “Tamamen katılıyorum” şeklinde 5’li Likert tipi ölçekle değerlendirilmektedir. Ölçeğin tamamı için hesaplanan Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0,88 olarak belirlenmiştir.

Uygulama Süreci

Araştırma, 4 ders saati veri toplama ve 10 ders saati öğretim süreci olmak üzere toplam 14 ders saati süresince yürütülmüştür. Çalışma, ortaokul 6. sınıf Fen Bilimleri dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte öğrenciler, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yer alan “Madde ve Isı” ünitesi içerisindeki “Yakıtlar” konusuna yönelik kazanımlar doğrultusunda ders işlemişlerdir. Kazanımlar şunlardır: (F.6.4.4.1) Yakıtları katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırır, yaygın kullanılan yakıtlara örnek verir; fosil yakıtların sınırlı ve yenilenemez enerji kaynakları olduğunu belirtir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini örneklerle vurgular; (F.6.4.4.2) Farklı türdeki yakıtların ısı amaçlı kullanımının insan ve çevre üzerindeki etkilerini tartışır; (F.6.4.4.3) Soba ve doğal gaz zehirlenmeleri ile ilgili alınması gereken tedbirleri araştırır ve rapor eder. Bu kazanımlar doğrultusunda, deney

grubunda sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline uygun olarak geliştirilen ders planlarıyla öğretim süreci yürütülmüştür. Kontrol grubunda ise öğretim, ders kitabındaki konu anlatımları, etkinlikler ve değerlendirme soruları ile Eğitim Bilişim Ağı (EBA)’nda yer alan video ve animasyonlar gibi mevcut öğretim materyallerine dayalı, öğretim programına uygun şekilde planlanan etkinlikler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Böylece, deney ve kontrol gruplarında ders süresi ve ünite kapsamı eşit tutulmuş; her iki grupta da aynı kazanımlar, aynı zaman aralığında ve eşit ders saati planlamasıyla, uygulamalar araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Tek farklılık, deney grubunda öğretim sürecinin 5E öğrenme modeli ile sanal gerçeklik uygulamalarıyla bütünleştirilmesidir.

Deney grubunda ise öğrenciler, "Yakıtlar" konusunu sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline dayalı bir öğretim süreciyle öğrenmişlerdir. Bu süreçte öğrenciler, kendi mobil cihazları üzerinden erişim sağladıkları bağlantılar aracılığıyla belirlenen sekiz farklı sanal gerçeklik (VR) videosunu sanal gözlükler kullanarak izlemişlerdir. İzleme sürecinin ardından, her öğrenci dörder kişilik gruplar hâlinde yapılandırılmış çalışma kâğıtları üzerinde etkinlik yaparak, izledikleri içerikleri tartışmış ve konuya ilişkin kavramları derinleştirme fırsatı bulmuştur. Uygulamada kullanılan sanal gerçeklik videoları şunlardır: "Yakıtlar VR", "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kısa Tanıtım VR", "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Detaylı Anlatım VR", "Yaşamak İstediğim Çevre VR", "Sera Gazları VR", "Sera Etkisi VR", "Küresel Isınma Sonuçları VR" ve "Soba ve Doğalgaz Zehirlenmesi VR". Bu sanal gerçeklik içerikleri, "Yakıtlar" ve çevre temalı konuları kapsayan çeşitli uygulama ve videolardan oluşmaktadır. "Yakıtlar VR" uygulaması, Unity 2019 platformu kullanılarak geliştirilen ve katı, sıvı, gaz yakıtların üç boyutlu görsellerle sunulduğu etkileşimli bir mobil VR uygulamasıdır. "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kısa Tanıtım VR" ve "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Detaylı Anlatım VR" videoları ise hazır olarak temin edilmiş, bilimsel içerikle Türkçeleştirilmiş ve öğrenciler tarafından YouTube VR üzerinden izlenmiştir. "Yaşamak İstediğim Çevre VR" uygulaması ise temiz çevre ile küresel ısınma sonucu oluşabilecek çevreyi karşılaştırmalı şekilde gösteren, kullanıcıyı çevresel farkındalığa teşvik eden etkileşimli bir deneyim sunmaktadır. "Sera Gazları VR", "Sera Etkisi VR" ve "Küresel Isınma Sonuçları VR" videoları, küresel ısınmanın nedenleri ve sonuçlarını görsel olarak açıklayan, Türkçe seslendirilmiş sanal gerçeklik içerikleridir. Son olarak, "Soba ve Doğalgaz Zehirlenmesi VR" uygulaması, soba ve doğal gaz kaynaklı zehirlenme durumlarını canlandırarak alınması gereken önlemleri öğrencilere görsel bir deneyimle aktaran bir mobil VR uygulamasıdır. Tüm bu içerikler, öğrencilerin kavramları somutlaştırmasına ve konulara ilişkin farkındalıklarının artırılmasına yönelik olarak 5E öğrenme modeliyle uyumlu bir şekilde kullanılmıştır. Şekil 1’de gösterildiği üzere, öğrenciler sanal gerçeklik videolarını kendi mobil telefonları aracılığıyla açarak karton VR gözlüklerine yerleştirmiş ve bu içerikleri etkileşimli bir şekilde izlemişlerdir.



Şekil 1. Yaşamak İstediğim Çevre VR Uygulaması ve Karton Sanal Gerçeklik Gözlüğü

Deney grubunda gerçekleştirilen sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline dayalı örnek bir ders içeriği aşağıda verilmiştir.

Öğretmen, giriş aşamasında öğrencilerin dikkatini çekmek ve ön bilgilerini yoklamak amacıyla "Yakıtlar VR" adlı sanal gerçeklik uygulamasını bireysel olarak izlemelerini sağlamış; öğrenciler mobil cihazlarını kullanarak karton sanal gerçeklik gözlükleri aracılığıyla bu içeriği deneyimlemiştir. Video sonrasında, öğrenciler "Yakıtları Sınıflandırma" adlı çalışma kâğıdını doldurarak farklı yakıt türlerini sınıflandırmıştır. Öğrencilere bu derste yakıt türlerinin sınıflandırılacağı, çevresel etkilerinin

tartışılacağı ve fosil yakıtların neden sınırlı olduğunun anlaşılacağı belirtilerek derse yönelik güdülenmeleri sağlanmıştır. Keşfetme aşamasında, aynı VR içeriği tekrar izletilmiş ve öğrenciler bu kez “Yakıtların Kullanım Alanları” adlı çalışma kâğıdı ile gözlemledikleri yakıtların kullanım alanlarını belirleyip grup içinde tartışmıştır. Açıklama aşamasında öğrencilerin sınıflandırma ve tanımlarına ilişkin cevapları tahtaya yansıtılmış; öğretmen, eksik ve hatalı bilgileri tamamlamış ve fosil yakıtların özellikleri ile çevresel etkileri hakkında açıklamalarda bulunmuştur. Derinleştirme aşamasında ise öğrenciler “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kısa Tanıtım VR” videosunu izleyip, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Tanıyalım” çalışma kâğıdı ile içerikleri değerlendirmiştir. Uzun içerikli “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Detaylı Anlatım VR” videolarının evde izlenmesi ödev olarak verilmiş ve öğrenciler bir sonraki derste gözlemlerini “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Gözlemlerim” çalışma kâğıdına yansıtarak paylaşmıştır. Değerlendirme aşamasında ise öğrencilerin öğrenme düzeylerini belirlemek amacıyla açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan kısa bir değerlendirme uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada, “Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarı Testi”, “Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği”, “Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği” ve “Çevresel Tutum Ölçeği”nden elde edilen nicel veriler SPSS 26 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Grup büyüklüğünün 50’nin altında olması nedeniyle normallik testi olarak Shapiro-Wilks testi uygulanmış; deney ve kontrol gruplarının ilgili test ve ölçeklere ait ön test ve son test puanlarının çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.5 ile $+1.5$ aralığında olması ve p-değerlerinin anlamlılık düzeyinde normal dağılımdan anlamlı sapma göstermemesi ($p > .05$) verilerin normal dağılım gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda bağımsız gruplar arasındaki ön test ve son test puan ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla parametrik testlerden biri olan bağımsız gruplar t-testi uygulanmıştır. Ayrıca, t-testi sonuçlarına göre etki büyüklüğü eta kare (η^2) değeri hesaplanmış ve Cohen’in (1988) yönergelerine göre yorumlanmıştır: 0.01 =küçük etki, 0.06 =orta düzey etki, 0.14 =büyük etki.

Bulgular

Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışmada, “Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerindeki etkisi nedir?” sorusu araştırılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yakıtlar konusuna yönelik akademik başarı testinden elde edilen ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki anlamlı fark, bağımsız gruplar t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Akademik Başarı Testine İlişkin Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

Test	Grup	n	x	ss	t	p
Ön-test	Deney	21	12.23	6.015	1.870	.069
	Kontrol	20	9.10	4.598		
Son-test	Deney	21	17.23	5.309	2.333	.025
	Kontrol	20	13.15	5.905		

Tablo 2 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının akademik başarı testi ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır [$t(39) = 1.870, p > .05$]. Ancak son test puan ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır [$t(39) = 2.333, p < .05$]. Deney grubunun son test puan ortalaması ($\bar{X} = 17.23$), kontrol grubunun son test puan ortalamasından ($\bar{X} = 13.15$) daha yüksektir. Bu anlamlı farkın etki büyüklüğü hesaplandığında, eta kare (η^2) değeri 0.12 bulunmuş ve bu durum, uygulamanın orta düzeyde etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarını artırmada etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışmada, “Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisi nedir?” sorusu araştırılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersi tutum ölçeğinden elde edilen ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki anlamlı fark, bağımsız gruplar t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeğine İlişkin Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

Boyutlar	Test	Grup	n	x	ss	t	p
Fen bilimleri dersini sevme (1. Boyut)	Ön-test	Deney	21	41.14	4.54	.204	.839
		Kontrol	20	40.85	4.63		
	Son-test	Deney	21	48.09	5.53	3.144	.003
		Kontrol	20	41.30	8.11		
Fen bilimleri dersine karşı duyulan merak (2. Boyut)	Ön-test	Deney	21	41.47	2.04	.330	.743
		Kontrol	20	41.20	3.22		
	Son-test	Deney	21	48.66	4.80	3.090	.004
		Kontrol	20	42.55	7.61		
Fen bilimleri dersinin günlük hayatla ilişkilendirilmesi (3. Boyut)	Ön-test	Deney	21	24.47	1.20	.932	.357
		Kontrol	20	24.10	1.37		
	Son-test	Deney	21	32.42	3.57	4.889	.000
		Kontrol	20	26.90	3.66		

Tablo 3 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği'nin “Fen bilimleri dersini sevme”, “Fen bilimleri dersine karşı duyulan merak” ve “Fen bilimleri dersinin günlük hayatla ilişkilendirilmesi” alt boyutlarına ilişkin ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir [$t_{1,boyut}(39) = 0.204$, $t_{2,boyut}(39) = 0.330$, $t_{3,boyut}(39) = 0.932$, $p > .05$]. Ancak son test puan ortalamaları incelendiğinde, her üç alt boyutta da deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir [$t_{1,boyut}(39) = 3.144$, $t_{2,boyut}(39) = 3.090$, $t_{3,boyut}(39) = 4.889$, $p < .05$]. Fen Bilimleri Dersi Tutum Ölçeği'nin tüm alt boyutlarında, deney grubunun son test puan ortalamalarının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek olması, uygulamanın tutumlar üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Bu anlamlı farklara ilişkin etki büyüklükleri incelendiğinde; “fen bilimleri dersini sevme” boyutu için eta kare (η^2) değeri 0.20 olduğu, “fen bilimleri dersine karşı duyulan merak” boyutu için 0.19 ve “fen bilimleri dersinin günlük hayatla ilişkilendirilmesi” boyutu için 0.38 olarak hesaplanmıştır. Cohen'in (1988) sınıflandırmasına göre bu değerler büyük düzeyde etkiyi göstermekte olup, uygulanan sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışmada, “Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin teknoloji kullanımına yönelik tutumları üzerindeki etkisi nedir?” sorusu araştırılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin teknoloji kullanımına yönelik tutum ölçeğinden elde edilen ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki anlamlı fark, bağımsız gruplar t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğine İlişkin Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

Boyutlar	Test	Grup	n	x	ss	t	p
Kaygı ve endişe (1. Boyut)	Ön-test	Deney	21	23.28	5.21	.387	.701
		Kontrol	20	22.65	5.29		
	Son-test	Deney	21	31.33	2.53	3.278	.002
		Kontrol	20	25.35	7.95		

Boyutlar	Test	Grup	n	x	ss	t	p
Hoşnutluk, ilgi ve güven (2. Boyut)	Ön-test	Deney	21	16.04	2.90	.111	.912
		Kontrol	20	15.95	2.72		
	Son-test	Deney	21	23.04	1.88	2.161	.037
		Kontrol	20	21.55	2.52		
Teknoloji ve başarı (3. Boyut)	Ön-test	Deney	21	9.76	1.97	.914	.366
		Kontrol	20	9.20	1.96		
	Son-test	Deney	21	13.42	1.39	2.839	.007
		Kontrol	20	12.00	1.80		

Tablo 4 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği'nin "Kaygı ve endişe", "Hoşnutluk, ilgi ve güven" ve "Teknoloji ve başarı" alt boyutlarına ilişkin ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir [$t_{1.boyut}(39) = 0.387$, $t_{2.boyut}(39) = 0.111$, $t_{3.boyut}(39) = 0.914$, $p > .05$]. Ancak son test puan ortalamaları incelendiğinde, her üç alt boyutta da deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir [$t_{1.boyut}(39) = 3.278$, $t_{2.boyut}(39) = 2.161$, $t_{3.boyut}(39) = 2.839$, $p < .05$]. Teknoloji Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği'nin tüm alt boyutlarında, deney grubunun son test puan ortalamalarının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek olması, uygulamanın tutumlar üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Bu anlamlı farklara ilişkin etki büyüklükleri incelendiğinde; "Kaygı ve endişe" boyutu için eta kare (η^2) değeri 0.21, "Hoşnutluk, ilgi ve güven" boyutu için 0.10 ve "Teknoloji ve başarı" boyutu için 0.17 olarak hesaplanmıştır. Cohen'in (1988) sınıflandırmasına göre bu değerler sırasıyla büyük, orta ve büyük düzeyde etkiyi göstermekte olup, uygulanan sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin öğrencilerin teknoloji kullanımına yönelik tutumlarını geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışmada, "Sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik tutumları üzerindeki etkisi nedir?" sorusu araştırılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çevresel tutum ölçeğinden elde edilen ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki anlamlı fark, bağımsız gruplar t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Çevresel Tutum Ölçeğine İlişkin Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

Boyutlar	Test	Grup	n	x	ss	t	p
Davranış (1. Boyut)	Ön-test	Deney	21	47.33	11.64	.565	.575
		Kontrol	20	45.40	10.16		
	Son-test	Deney	21	56.95	8.24	2.410	.021
		Kontrol	20	48.95	12.66		
Düşünce (2. Boyut)	Ön-test	Deney	21	25.66	4.18	1.149	.258
		Kontrol	20	23.75	6.33		
	Son-test	Deney	21	34.19	2.73	4.648	.000
		Kontrol	20	28.60	4.75		
Duygu (3. Boyut)	Ön-test	Deney	21	22.90	6.83	-1.033	.308
		Kontrol	20	24.75	4.24		
	Son-test	Deney	21	31.76	2.75	2.925	.006
		Kontrol	20	26.55	7.66		
Eylemde bulunmaya isteklilik (4. Boyut)	Ön-test	Deney	21	17.28	5.56	.608	.546
		Kontrol	20	16.35	4.13		
	Son-test	Deney	21	24.76	2.79	2.989	.005
		Kontrol	20	20.60	5.70		

Tablo 5 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının Çevresel Tutum Ölçeği'nin “Davranış”, “Düşünce”, “Duygu” ve “Eylemde bulunmaya isteklilik” alt boyutlarına ilişkin ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir [$t_{1.boyut}(39) = 0.565$, $t_{2.boyut}(39) = 1.149$, $t_{3.boyut}(39) = -1.033$, $t_{4.boyut}(39) = 0.608$, $p > .05$]. Ancak son test puan ortalamaları incelendiğinde, her dört alt boyutta da deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir [$t_{1.boyut}(39) = 2.410$, $t_{2.boyut}(39) = 4.648$, $t_{3.boyut}(39) = 2.925$, $t_{4.boyut}(39) = 2.989$, $p < .05$]. Çevresel Tutum Ölçeği'nin tüm alt boyutlarında, deney grubunun son test puan ortalamalarının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek olması, uygulamanın tutumlar üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Bu anlamlı farklara ilişkin etki büyüklükleri incelendiğinde; “Davranış” boyutu için eta kare (η^2) değeri 0.13, “Düşünce” boyutu için 0.35, “Duygu” boyutu için 0.18 ve “Eylemde bulunmaya isteklilik” boyutu için 0.18 olarak hesaplanmıştır. Cohen'in (1988) sınıflandırmasına göre, elde edilen eta kare değerleri davranış boyutu için orta düzeyde, diğer alt boyutlar için ise büyük düzeyde etkiyi göstermektedir. Bu sonuçlar, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğretim modelinin öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarını geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Tartışma

Bu çalışma, ortaokul 6. sınıf fen bilimleri dersinde “Yakıtlar” konusunun öğretiminde, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin kullanımının öğrencilerin akademik başarıları ile fen bilimleri, teknoloji ve çevreye yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemiştir.

Birinci araştırma sorusuna ilişkin bulgular, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin, öğrencilerin akademik başarıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pedagojik açıdan olumlu bir etki sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, alan yazınla paralellik göstermektedir (Aktamış & Arıcı, 2013; Arıcı, 2013; Huang vd., 2019; Hudson, 2010; Liou & Chang, 2018; Topuz, 2018). Öğrencilerin fen bilimleri dersi başarılarının artmasında çeşitli etkenler rol oynamış olabilir. Birinci neden olarak, öğrencilerle ilk ders işlendiğinde karton sanal gerçeklik gözlüğü yapım atölyesinin gerçekleştirilmiş olması, öğrencilerde merak uyandırmış olabilir. Çünkü ilk derste öğrencilerle birlikte bu atölyenin yapılması ve öğrencilerin kendi yaptıkları gözlüklerin onlarda kalması, onların ilgi ve meraklarını artırmıştır. Bu nedenle, derse başlangıç aşamasında merak duygusunun uyandırılması, öğrencilerin dersi dikkatli dinlemelerine ve anlamalarına olumlu katkı sağlamış olabilir. Böylece dersi iyi dinleyen ve anlayan öğrencilerin akademik başarılarında da artış gözlenmiş olabilir. İkinci neden olarak, öğrencilerin sanal gerçeklik gözlükleriyle normalde gidemeyecekleri bir yere gitmiş gibi hissetmeleri gösterilebilir. Fen bilimleri derslerinin bazı konuları, okul dışı ortamlarda gerçekleştirilen gezi ve gözlem etkinliklerini içermektedir. Ancak bu tür etkinliklerin yapılamadığı durumlarda, ilgili konular soyut şekilde işlenmekte ve bu durum, öğrenilen bilgilerin öğrenme düzeyini azaltmaktadır. Öğrencilerin kendilerini mekândaymış gibi hissetmeleri, konuların öğrenme düzeyini artırmış ve dolayısıyla başarılarını da olumlu yönde etkilemiştir. Alan yazında da görüldüğü üzere, sanal gerçeklik uygulamalarıyla elde edilen deneyimler, süreci deneyimlemenin ve bilgileri aktarmanın etkili ve verimli bir yolu olarak kabul edilmektedir (Ververidis vd., 2022). Bir diğer neden ise, soyut bir konu olan yakıtlar ve yenilenebilir enerji konusunun sanal gerçeklik teknolojileri ile somutlaştırılması olabilir. Alan yazına bakıldığında, sanal gerçeklik teknolojilerinin daha çok soyut konuların somutlaştırılmasında kullanıldığı görülmektedir (Aktamış & Arıcı, 2013; Arıcı, 2013; Dağdalan, 2019; Fokides, 2019; Liu vd., 2020; Sarıçam, 2019; Sarıoğlu, 2019; Shim vd., 2010; Tudor vd., 2018; Urhan, 2019). Çünkü konular somut hale geldiğinde, zihinsel temsil gücü artmakta ve öğrenilen bilgilerin hafızada tutulması ile hatırlanması kolaylaşmaktadır. Soyut konuların somutlaştırılması, duyu organlarına hitap etmekte ve öğrenmeyi pekiştirmektedir. Sonuç olarak, öğrencilerin bir derse yönelik akademik başarılarının yüksek olması, öncelikle o dersin kazanımlarına ulaşmalarıyla mümkündür. Bu araştırmanın bulguları doğrultusunda, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimdeki öğrenme kazanımlarını öğrencilere kazandırmada etkili ve uygun bir öğretim teknolojisi olduğu söylenebilir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, sanal gerçeklik teknolojisinin yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını desteklediği ve bu sayede sanal gerçeklik destekli öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkileyebileceği ifade edilebilir.

İkinci araştırma sorusuna ilişkin bulgular, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin, öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pedagojik açıdan olumlu bir etki sunduğunu ortaya koymaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisi destekli öğrenme süreçlerinin, öğrencilerde olumlu tutum geliştirmesi, alan yazındaki benzer araştırmalarla da örtüşmektedir (Sarıoğlu, 2019; Martirosov & Kopecek, 2017). Bu olumlu gelişmenin çeşitli nedenleri olabilir. Öncelikle, öğrencilerin alışılmışın dışında bir ders işleme yöntemiyle karşılaşmaları, dikkatlerini çekmiş ve içsel motivasyonlarını artırmış olabilir. Artan motivasyon ise, öğrencilerin dersi daha çok benimsemelerine ve bu sayede daha olumlu bir tutum geliştirmelerine katkı sağlamış olabilir. Bunun yanı sıra, öğrencilerin ders sırasında aktif roller üstlenmeleri ve işbirlikçi ortamlarda arkadaşlarıyla iletişim kurarak öğrenmeleri, onların derse yönelik ilgilerini ve bağlılıklarını artırmıştır (Ludlow, 2015). Tüm bu unsurlar birlikte değerlendirildiğinde, sanal gerçeklik teknolojileriyle desteklenen yapılandırmacı öğrenme ortamlarının, fen bilimleri dersine yönelik tutum üzerinde güçlü etkiler oluşturabildiği söylenebilir.

Üçüncü araştırma sorusuna ilişkin bulgular, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin, öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pedagojik açıdan olumlu bir etki sunduğunu ortaya koymaktadır. Günümüzde hızla değişen ve dijitalleşen dünyayla birlikte, teknolojik imkânlar önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu durum, eğitim ortamlarında da dijital teknolojilerin yaygın biçimde kullanılmasına neden olmuştur. Öğretim sürecinde kullanılan dijital materyaller, öğrencilerin teknolojiye olan ilgilerini artırabilmekte ve teknolojik araçların öğrenme ortamlarına entegre edilmesi, öğrencilerde daha olumlu tutumların gelişmesini destekleyebilmektedir. Özellikle günümüz öğrencilerinin teknolojiyle iç içe bir yaşam sürmeleri, bu etkiyi daha da güçlendirmektedir. Teknolojiye yönelik olumlu tutumun gelişmesinde sanal gerçeklik uygulamalarının pedagojik avantajları da etkili olmuştur. Öncelikle, sanal gerçeklik ortamlarının öğrencileri hem görsel hem de işitsel olarak aktif hâle getirmesi, onların öğrenme sürecine olan katılımlarını ve heyecanlarını artırmış olabilir (Javidi, 1999; Psotka, 1995;). Ayrıca, bu teknolojilerin öğrencilerin özgüvenlerini geliştirmeye katkı sağladığı, dolayısıyla teknolojiye karşı olumlu tutumların oluşmasına zemin hazırladığı ifade edilebilir (Başaran, 2010; Çavaş vd., 2004; Kayabaşı, 2005). Bir diğer önemli etken ise, öğrencilerin sanal gerçeklik videolarını kendi öğrenme hızlarına göre tekrar tekrar izleyebilme fırsatı bulmalarıdır. Bu bireyselleştirilmiş öğrenme imkânı, öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecini desteklemekte ve teknolojiye olan olumlu yaklaşımlarını pekiştirmektedir. Sanal gerçeklik teknolojisinin sunduğu bu tekrar edilebilir ve deneyim temelli yapı, öğrenme sürecini derinleştirmektedir (Dede, 1995). Ayrıca, öğrencilerin teknolojiyle işlenen derslerde daha aktif roller üstlenmeleri ve pek çok derste teknolojik araçların kullanılmasını istemeleri, teknolojinin eğitimdeki rolüne ilişkin olumlu tutumların gelişmesine katkı sağlayan diğer önemli etkenler arasında yer almaktadır (Dağdalan, 2019).

Dördüncü araştırma sorusuna ilişkin bulgular, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin, öğrencilerin çevreye yönelik tutumları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pedagojik açıdan olumlu bir etki sunduğunu ortaya koymaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisi, öğrencilere gerçek hayatta ulaşılması zor ya da imkânsız nesne ve olaylarla etkileşime girme fırsatı sunabilmektedir (Freina & Ott, 2015). Bu bağlamda, araştırmaya katılan deney grubu öğrencileri, sanal gerçeklik uygulamaları sayesinde gitmeleri mümkün olmayan doğal alanları sanal ortamda gözlemleme ve bu ortamda bulunuyormuş gibi hissetme deneyimi yaşamışlardır. Bu etkileşimli öğrenme süreci, öğrencilerin çevreye karşı daha duyarlı bir yaklaşım geliştirmelerine katkı sağlamış olabilir. Ayrıca, sanal gerçeklik videolarında çevreye verilen zararın somut örneklerle sunulması, öğrencilerin bu durumları doğrudan deneyimliyor gibi hissetmelerine neden olmuş; bu da onların çevresel farkındalıklarını ve tutumlarını olumlu yönde etkileyen bir unsur hâline gelmiştir. Özellikle, çevresel sorunların insan kaynaklı olduğunu görsel ve işitsel olarak deneyimleyen öğrencilerde, doğaya karşı sorumluluk duygusunun güçlendiği ve çevreye saygının arttığı söylenebilir. Bu süreçte sanal gerçeklik uygulamaları 5E modelinin her aşamasına özgün katkılar sunmuştur: *Giriş* aşamasında çevresel sorunların sanal ortamda görselleştirilmesi öğrencilerin ilgisini çekmiş, *keşfetme* aşamasında soyut kavramların somutlaştırılması keşfetme süreçlerini zenginleştirmiştir. *Açıklama* aşamasında VR sonrası yapılan grup tartışmaları kavramsal ifadeleri güçlendirmiş, *derinleştirme* aşamasında yenilenebilir enerji senaryolarının farklı bağlamlarda sunumu bilgilerin transferini desteklemiştir. Son olarak *değerlendirme*

aşamasında yapılan ölçme etkinlikleri öğrenme çıktılarının pekiştirilmesine katkı sağlamıştır. Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, sanal gerçeklik teknolojilerinin yapılandırmacı öğrenme yaklaşımlarıyla bütünleştirildiğinde öğrencilerin çevresel duyarlılıklarını artırmada etkili bir araç olarak kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Sonuç

Bu araştırmanın sonucunda, sanal gerçeklik teknolojisiyle desteklenmiş 5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin, ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarını artırdığı ve fen bilimleri dersine, teknolojiye ve çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırarak deneyimlemesi, öğrenme sürecine aktif katılım sağlamaları ve bireyselleştirilmiş öğrenme fırsatları elde etmeleri, öğrenmelerini desteklemiştir. Ayrıca, öğrencilerin çevreye karşı duyarlılık geliştirdikleri ve teknoloji kullanımına yönelik olumlu tutum kazandıkları gözlemlenmiştir. Bu bulgular, sanal gerçeklik destekli 5E öğretim modelinin fen eğitiminde etkili ve bütüncül bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir.

Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapılacak çalışmalara ışık tutması amacıyla şu önerilerde bulunulabilir: Sanal gerçeklik teknolojisi ile zenginleştirilmiş 5E öğrenme modeli, ortaokul 6. sınıf öğrencileriyle "yakıtlar" konusu kapsamında etkili şekilde uygulanmıştır. Bu tür uygulamalarda, öğrencilerin sanal gerçeklik gözlüklerini verimli kullanabilmeleri için öğretmenlerin önceden uygulamalı tanıtım yapması önem arz etmektedir. İçeriklerin farklı dijital platformlardan erişilmesi nedeniyle, uygulama öncesinde öğrencilerin akıllı telefon getirmeleri ve internet bağlantısının kontrol edilmesi gerekmektedir. Kalabalık sınıflarda ise gözlük sayısının yetersizliği göz önüne alınarak uygulama süresi uzatılmalı ve teknik destek sağlayacak kişilerin desteğine başvurulmalıdır. Ayrıca, öğrencilerin gözlük beklerken pasif kalmamaları için ek etkinlikler planlanması önerilmektedir. Bununla birlikte, benzer çalışmaların farklı sınıf düzeyleri ve fen konularına uygulanarak modelin etkililiği geniş ölçekte değerlendirilebilir. Sadece bilişsel ve duyuşsal değil, devinişsel özellikler ve bilişsel yük düzeyleri gibi farklı öğrenme boyutları da araştırılmalıdır. Ayrıca, farklı dijital teknolojiler ve öğretim stratejileri kullanılarak teknoloji entegrasyonunun çeşitlendirilmesi ve sanal gerçekliğin çevrim içi öğrenme ortamlarındaki etkisinin incelenmesi, alanyazına önemli katkılar sunacaktır.

Kaynakça

- Aktamış, H. & Arıcı, V. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 58-70. <https://doi.org/10.17860/efd.20656>
- Arıcı, V.A. (2013). *Fen eğitiminde sanal gerçeklik programları üzerine bir çalışma: "Güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmecesi" ünitesi örneği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Ayçiçek, Y. (2007). *İlköğretim ikinci kademe öğretmenlerinin sınıf yönetimi yeterliliklerinin öğrenci algılarına göre değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Başaran, F. (2010). *Öğretmen adaylarının eğitimde sanal gerçeklik kullanımına ilişkin görüşleri (Sakarya Üniversitesi Böte Örneği)*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. BSCS.
- Çavaş, B., Huyugüzel Çavaş, P., & Taşkın Can, B. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4), 110-116.
- Çil, E. & Çepni, S. (2012). Kavramsal değişim yaklaşımı, doğrudan yansıtıcı yaklaşım ve Milli Eğitim Bakanlığı ders kitabının bilimin doğası üzerine görüşler ve ışık ünitesindeki kavramsal değişim üzerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(2), 1089-1116.

- Dağdalan, G. (2019). *Sanal gerçeklik ve animasyon destekli fen bilimleri öğretiminin öğrencilerin bazı öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Dede, C. (1995). The evolution of constructivist learning environments: Immersion indistributed, virtual worlds. *Educational Technology*, 35(5), 46-52.
- Ergül, N.R. & Çalış, S. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji ve kaynakları hakkındaki bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 107-125. <https://doi.org/10.19171/uefad.994400>
- Fokides, E. (2019). 3D multiuser virtual environments and environmental education: the virtual island of the mediterranean monk seal. *Technology, Knowledge and Learning*, 25, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09409-6>
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *The International Scientific Conference on E-learning and Software for Education*, 1-8.
- George, R. (2006). A cross- domain analysis of change in students' attitudes toward science and attitudes about the utility of science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571-589. <https://doi.org/10.1080/09500690500338755>
- Goodwin, M.S., Wiltshire, T., Fiore, S.M. (2015). Applying Research in the Cognitive Sciences to the Design and Delivery of Instruction in Virtual Reality Learning Environments. In: Shumaker, R., Lackey, S. (eds) *Virtual, Augmented and Mixed Reality*. VAMR 2015. Lecture Notes in Computer Science, 9179. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4_29
- Gregory, S., Lee, M.J., Dalgarno, B., & Tynan, B. (2016). *Learning in virtual worlds: Research and applications*. Athabasca University Press.
- Güven, G. (2023). *Kuramdan uygulamaya yenilenebilir enerji eğitimi*. Eğiten Kitap Yayıncılık: Ankara.
- Güven, G. & Göçen Kabaran, G. (2021). Ortaokul düzeyinde yenilenebilir enerji konusunda öğretim tasarımı geliştirmenin ilk basamağı: İhtiyaç belirleme. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi* 8(1), 322-338. <https://doi.org/10.21666/muefd.846829>
- Güven, G. & Göçen Kabaran, G. (2023). Yenilenebilir enerji eğitimine yönelik bir öğretim tasarımı geliştirme ve değerlendirme. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 13(1), 58-85. <https://doi.org/10.17943/etku.1095029>
- Güven, G., Orhan Özen, S., & Şarlakkaya, K. (2025). Virtual reality applications integrated into the 5E learning Model in environmental topics in science education. *Research in Science & Technological Education*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2487758>
- Herbert, J.D., Forman, E.M., Goetter, E.M., Corner, R., & Bradley, J. (2013). Treatment of social anxiety disorder using online virtual environments in second life. *Behavior Therapy*, 44(1), 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2012.06.001>
- Huang, K.T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J., & Fordham, J. (2019). Augmented versus virtual reality in education: An exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 105-110. <https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0150>
- Hudson, P. (2010). Mentors report on their own mentoring practices. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(7), 30-42. <https://doi.org/10.14221/ajte.2010v35n7.3>
- International Energy Agency [IEA]. (2022). *World Energy Outlook 2022*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- İnceoğlu, M. (2000). *Tutum-algı iletişim*. İmaj Yayınevi.
- Javidi, G. (1999). *Virtual reality and education*. University of South Florida. <https://disde.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/1523>
- Karytsas, S. & Theodoropoulou, H. (2014). Socioeconomic and demographic factors that influence public's awareness on the different forms of renewable energy sources. *Renewable Energy*, 71, 480-485. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.05.059>
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 151-158.
- Kenar, İ. & Balcı, M. (2012). Fen ve teknoloji dersine yönelik tutum ölçeği geliştirme: İlköğretim 4 ve 5. sınıf örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 34, 201-210.

- Kenar, İ. & Balcı, M. (2013). Öğrencilerin derslerde teknoloji ürünü kullanımına yönelik tutumu: Bir ölçek geliştirme çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(22), 249-262.
- Liarakou, G., Gavrilakis, C., & Flouri, E. (2009). Secondary school teachers' knowledge and attitudes towards renewable energy sources. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 120-129.
- Liou, W.K., & Chang, C.Y. (2018). Virtual reality classroom applied to science education. In *Proceedings of the 2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT)* (pp. 1-4). IEEE.
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, O., & Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034-2049. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>
- Ludlow, B. L. (2015). Virtual reality: Emerging applications and future directions. *Rural Special Education Quarterly*, 34(3), 3-10. <https://doi.org/10.1177/875687051503400302>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Markowitz, D.M., Laha, R., Perone, B.P., Pea, R.D. & Bailenson, J.N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Educational Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02364>
- Martirosov, S., & Kopecek, P. (2017). Virtual reality and its influence on training and education: Literature review. In B. Katalinic (Ed.), *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium* (pp. 708-717). DAAAM International. <https://doi.org/10.2507/28th.daaam.proceedings.100>
- Nelson, K.M., Anggraini, E. & Schlüter, A. (2019). Virtual reality as a tool for environmental conservation and fundraising. *PLoS ONE* 15(4), 1-26. <https://doi.org/10.1101/785014>
- Parsons, S. & Cobb, S., (2011). State-of-the-art of virtual reality technologies for children on the autism spectrum. *European Journal of Special Needs Education*, 26(3), 355-366. <http://dx.doi.org/10.1080/08856257.2011.593831>
- Potka, J. (1995). Immersive training systems: Virtual reality and education and training. *Instructional Science*, 23(5), 405-431. <https://doi.org/10.1007/BF00896880>
- REN21. (2023). *Renewables 2023 Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- Sarıçam, S. (2019). *Fen bilimleri dersinde sanal gerçeklik uygulamalarının dolaşım sistemi kavramlarının öğretimi üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sarioğlu, S. (2019). *İlköğretim 6. sınıflar fen bilimleri dersi hücre konusunda sanal gerçeklik kullanımının öğrencilerin akademik başarıları ve derse karşı tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Shim, K., Park, J., Kim, H., Kim, J., Park, Y., & Ryu, H. (2010). Application of virtual reality technology in biology education. *Journal of Biological Education*, 37, 71-74. <https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655854>
- Şeremet, Ş., Kızılay, E. & Armağan, F.Ö. (2022). Fen eğitiminde 5E öğrenme modeli ile ilgili çalışmaların incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 9(1), 1-16. <https://doi.org/10.33710/sduijes.977784>
- Topuz, Y. (2018). *Anatomi eğitiminde sanal gerçeklik ve üç boyutlu materyallerin akademik başarı ve bilişsel yük açısından karşılaştırılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tudor A.D., Minocha S., Collins M. & Tilling, S. (2018). Mobile virtual reality for environmental education. *Journal of Virtual Studies*, 9(2), 25-36.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://doi.org/10.54675/YFRE1448>
- Urhan, O. (2019). *Fen eğitimine yönelik sanal gerçeklik uygulamalarının etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Ververidis, D., Nikolopoulos, S., & Kompatsiaris, I. (2022). A review of collaborative virtual reality systems for the architecture, engineering, and construction industry. *Architecture*, 2(3),476-496. <https://doi.org/10.3390/architecture2030027>
- Yaman S. & Dede, Y. (2007). Öğrencilerin fen ve teknoloji ve matematik dersine yönelik motivasyon düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi* 52(52), 615-638.

Etik Onay: Bu çalışma, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etik Kurulu'nun 04/12/2023 tarihli ve 230137/130 sayılı kararıyla alınan izin kapsamında yürütülmüştür.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansman Bilgisi: Yazarlar, bu araştırmanın yürütülmesi ve/veya makalenin yazımı sürecinde herhangi bir mali destek almadıklarını beyan etmektedir.

Yazar Katkı Oranı Beyanı: Birinci yazar, kuramsal çerçeveyi ve araştırma sorularını oluşturmuş; veri toplama araçlarını geliştirmiş, saha çalışmasını gerçekleştirmiş ve verileri analiz etmiştir. Ayrıca makalenin ilk taslağını yazmış, tablo ve şekilleri hazırlamış ve bulguları yorumlamıştır. Danışman G.G. ise araştırmanın tüm aşamalarında bilimsel rehberlik sağlamış; araştırma deseninin oluşturulması, etik süreçlerin yürütülmesi, yöntemsel kararların doğrulanması ve sonuçların yorumlanması konularında katkıda bulunmuştur.

Yapay Zekâ Kullanımı: Bu çalışmada yapay zekâ kullanılarak herhangi bir işlem veya analiz yapılmamıştır.

Veri Paylaşımı: Araştırma verileri, ilgili etik ve yasal düzenlemelere uygun olarak makul talepler doğrultusunda araştırmacılarla paylaşılabilir.