

The Effect of Teaching the Fifth-Grade 'Propagation of Light' Unit Based on the 5e Learning Model on Students' Learning Outcomes

Esra Duman¹Emine Uzun²

Article Info

Abstract

Keywords

Science
Light propagation
5E model

Received: 18.05.2025

Accepted: 10.08.2025

Published: 31.12.2025

Research Article

[DOI: 10.17984/adyuebd.1701809](https://doi.org/10.17984/adyuebd.1701809)

This study aims to investigate the impact of the 5E learning model on fifth-grade students' academic achievement, motivation, and attitudes in the "Propagation of Light" unit. The research was carried out during the first semester of the 2022-2023 academic year at a middle school in Kahramanmaraş. Data were collected using three instruments: the Light Propagation Academic Achievement Test (LPAAT), the Science Attitude Scale (SAS), and the Science Motivation Scale (SMS). A quasi-experimental design with a pre-test and post-test control group was employed. Before the intervention, pre-tests were administered to both groups. Subsequently, the experimental group (n=23) was taught using 5E model-based activities, while the control group (n=24) followed traditional teaching methods for six weeks. Following the implementation, post-tests were conducted to measure the learning outcomes. The results indicated that the 5E learning model had a significant positive effect on students' academic achievement. The experimental group showed statistically higher post-test scores compared to the control group. Furthermore, the significant improvement in the experimental group's scores from the pre-test to the post-test suggests that the 5E model positively contributed to students' short-term academic achievement. Regarding motivation, students in the experimental group exhibited significantly higher motivation levels towards science compared to the control group. However, no significant difference was found between the two groups concerning attitudes towards science. The study concludes that the 5E model can be a highly effective approach for improving students' academic performance and motivation in science education.

Introduction

Science, as both a discipline and a process, encompasses the accumulation of systematic knowledge and the methods by which that knowledge is generated, tested, and refined (Yalçın, 2010). Philosophically, it represents a critical enterprise of inquiry, continually questioning and verifying claims about the natural world (Popper, 2002). In educational contexts, this dual nature implies that science instruction must cultivate students'

Corresponding author¹: Esra Duman, Ministry of National Education, Türkiye, esraduman2646@gmail.com

Author²: Emine Uzun, Assoc. Prof., Kahramanmaraş Sutcu İmam University, Türkiye uzunemine46@gmail.com

Duman, E. & Uzun, E. (2025). The effect of teaching the fifth-grade 'propagation of light' unit based on the 5e learning model on students' learning outcomes. *Adiyaman University Journal of Educational Sciences*, 15(2), 1036-1065.

conceptual understanding while also engaging them in authentic practices of investigation (Lederman, 2007; NRC, 2012).

However, research consistently shows that many science concepts—particularly those involving abstract phenomena such as light and optics—pose substantial cognitive challenges for learners (Yeşilyurt, Bayraktar, Kan, & Orak, 2005). Students often enter secondary science courses harboring misconceptions that impede further learning (Coştu & Ayas, 2002; Özsevgeç, 2006; Sevim, 2013). Moreover, attitudes toward science and motivation to learn can decline during early adolescence, further reducing engagement and achievement (Selçuk, Ünsal, & Ergin, 2015; Uzun & Keleş, 2010).

Constructivist-inquiry models have been proposed as remedies to these persistent difficulties by placing students at the center of their own learning and emphasizing active meaning-making (Bruner, 1961; Vygotsky, 1978). Among these, the 5E Instructional Model—comprising Engage, Explore, Explain, Elaborate, and Evaluate phases—stands out for its clear structure and strong theoretical grounding in learning-cycle pedagogy (Bybee, 2006; Bybee et al., 2006). The model is designed to activate prior knowledge, promote hands-on exploration, facilitate conceptual clarification, extend learning to new contexts, and assess understanding through formative and summative tasks.

Meta-Analytic and Systematic Review Evidence

A robust body of evidence attests to the 5E model's efficacy across diverse content areas and educational settings. Internationally, Polanin et al. (2024) conducted a meta-analysis of 61 studies and reported a mean achievement effect size ($d = 0.82$) favoring 5E over traditional instruction. Studies have found that work in STEM disciplines leads to significant improvements in students' motivation towards science (Park & Yoo, 2013; Fortus & Vedder-Weiss, 2014; Kong & In-Cheol, 2014).

At the national level, a meta-analysis conducted by Kozcu Çakır and Güven (2019) on 38 studies in the field of science confirmed that 5E-based applications showed moderate performance in secondary school science achievement compared to traditional methods. More recently, Bahadır and Dikmen (2022) reviewed 23 studies and concluded that the 5E learning model increases academic achievement compared to traditional teaching.

Applications to Optics and Light Propagation

Despite this strong general evidence, studies focusing on optics education—particularly the “Propagation of Light” unit in early middle school—are relatively scarce. Light phenomena (reflection, refraction, dispersion) are conceptually demanding and often conflict with students' everyday experiences (Yeşilyurt et al., 2005; Başkan, Alev, & Karal, 2010). Irak (2019) developed a STEM-integrated 5E sequence for this unit and reported promising gains in academic achievement and STEM attitudes, but the study lacked a rigorous control for baseline equivalence and affective measures beyond self-report.

Affective Dimensions: Motivation and Attitude

Meta-analyses emphasize that affective outcomes are as crucial as cognitive gains in sustainable learning (Tuan, Chin, & Shieh, 2005; Alkan & Bayri, 2017). Motivation predicts engagement and persistence in challenging tasks, while positive attitudes sustain long-term interest in science (Demir, Demir, & Önder, 2012; Uzun & Keleş, 2010). Yet few studies have concurrently examined both achievement and affect within the same 5E intervention at the fifth-grade level, leaving an empirical gap in understanding how early interventions shape students' dispositions toward science.

Rationale and Purpose

Given these gaps, the present study pursues two primary objectives. First, it evaluates the impact of a 5E-based instructional sequence on fifth-grade students' academic achievement in the “Propagation of Light” unit, addressing the dearth of content-specific research in optics education. Second, it examines shifts in students' motivation and attitudes toward science, thereby integrating a broader range of learning outcomes recommended by recent systematic reviews (Kahraman & Doğan, 2020; Öner & Yaman, 2020). By doing so, this

pilot study aims to extend the evidence base for the 5E model into a critical, yet under-researched domain and to provide insights into both cognitive and affective dimensions of early science learning.

Significance of the Study

This study emerged from a field-based need observed during instructional practices, especially in rural areas where students tend to struggle with abstract science concepts. While the 5E learning model offers a structured approach to overcome such difficulties, there is limited research focusing on its effectiveness in rural educational contexts. Therefore, this study aims to examine the impact of the 5E model in a rural setting (Afşin case) to contribute both to teaching practices and to the academic literature. In this respect, it provides valuable insights for educators working in similar regions and attempts to fill an existing gap in the field.

The effectiveness of the 5E model in rural education contexts has also been supported by previous studies. For example, Chhatoi et al, (2025) reported significant improvements in science achievement among rural students in India. Similarly, Abungu et al. (2014) found that the 5E model enhanced learning outcomes in under-resourced Kenyan schools. In Turkey, Dikici et al (2010) emphasized its positive impact on motivation and conceptual understanding in rural classrooms.

Purpose of the Study and Research Questions

As a result of the researcher's observations and interviews with teachers, it has been established that traditional learning methods are predominantly used in rural areas. This has been observed to adversely affect students' academic achievements, their attitudes towards lessons, and their motivation. In this context, the implementation of the 5E model – which supports students' active participation in the learning process, incorporates discovery-based activities, and presents a phased teaching approach – is deemed important. The 5E model improves conceptual understanding, fosters permanent learning, and renders the learning process more effective by facilitating students' active engagement (Ayaz, 2015). The objective of this study is to enhance the learning experiences of students in rural areas, boost their academic performance, and contribute to the development of positive attitudes towards their courses. Moreover, the findings of this research are intended to guide the formulation of educational policies and the refinement of teaching methodologies.

The participants in this research were two different fifth-grade classes from a middle school in a rural area, Kahramanmaraş province, during the 2022-2023 academic year. One class had an enrollment of 23 students, and the other had 24. The class with 23 students was designated as the experimental group, while the one with 24 students served as the control group.

This study employed convenience sampling. Convenience sampling relies on selecting participants who are readily accessible and easily reached, and it is cited as the most frequently used research method (Patton, 2005). The study participants were students taught by the researcher at their institution of employment.

The purpose of this study is to examine the effect of the 5E learning model on 5th grade students' academic achievement, attitudes towards science, and motivation levels regarding the topic of "*Propagation of Light*." In line with this purpose, the following research questions were addressed:

Is there a significant difference between the post-test academic achievement scores of the experimental group (5E model) and the control group?

Is there a significant difference between the post-test attitude scores of the experimental group and the control group?

Is there a significant difference between the post-test motivation scores of the experimental and control group students?

Method

In this section, comprehensive explanations are provided regarding the research methodology, the characteristics of the study groups, data collection tools, the implementation process of the activities, and the analysis of the data. The study's methodological approach, the measurement instruments utilized during the data collection phase, and the process for analyzing the collected data are addressed.

Prior to the commencement of the research, students in the participating classes were provided with necessary information and explanations regarding the study's purpose and data collection methods. To ensure the objectivity, validity, and reliability of the results from both experimental and control groups, the same researcher conducted the study in both groups throughout the process. Table 1 shows the frequency and percentage distribution of the participants in the experimental and control groups.

Table 1. Distribution of participants by experimental and control groups

Group	n (f)	%
Experimental	23	48.94
Control	24	51.06
Total	47	100

Research Design

This section details the research process investigating the effects of a lesson plan and activities, based on the 5E teaching model and developed for the 5th-grade "Propagation of Light" unit, on students' academic achievement, attitudes towards the science course, and motivation.

A research problem was defined, and the necessary literature reviews were conducted. Although this research initially aimed only to measure students' academic achievement, scales assessing students' attitudes towards the science course and their motivation were subsequently included to strengthen the study. Following the addition of these scales, pilot studies were carried out. Afterwards, the required permissions were obtained from relevant institutions and parents.

After students were assigned to experimental and control groups, pre-tests were administered to both. Throughout the six-week implementation period, the researcher conducted the lessons: the "Propagation of Light" unit was taught to the experimental group using the 5E method and to the control group using the conventional teaching method. At the end of the six weeks, the researcher administered post-tests to both groups. Following the post-tests, the researcher analyzed the collected data.

The research design implemented for the experimental and control groups is presented in Table 2 below.

Table 2. Experimental design summary

Groups	Pre-Test	Intervention	Post-Test
Experimental Group	● LPAAT	Instruction on the subject according to the 5E model (6 weeks)	● LPAAT
	● SAS		● SAS
	● SMS		● SMS
Control Group	● LPAAT	Instruction on the subject according to conventional teaching methods (6 weeks)	● LPAAT
	● SAS		● SAS
	● SMS		● SMS

Participants

The participants in this research were two different fifth-grade classes from a middle school in a rural area of Afşin district, Kahramanmaraş province, during the 2022–2023 academic year. One class had an enrollment of 23 students, and the other had 24. The class with 23 students was designated as the experimental group, while the one with 24 students served as the control group.

This study employed convenience sampling. Convenience sampling relies on selecting participants who are readily accessible and easily reached, and it is cited as the most frequently used research method (Patton, 2005). The study participants were students taught by the researcher at their institution of employment. Because students were not randomly assigned to the experimental and control groups, this study is considered a quasi-experimental design. The groups were formed based on existing classroom assignments.

Prior to the commencement of the research, students in the participating classes were provided with necessary information and explanations regarding the study's purpose and data collection methods. To ensure the objectivity, validity, and reliability of the results from both experimental and control groups, the same researcher conducted the study in both groups throughout the process.

Data Collection Instruments

The data collection instruments employed in this study were the 'Propagation of Light' Academic Achievement Test (LPAAT), the Science Attitude Scale (SAS), and the Science Motivation Scale (SMS). Further details about these instruments are provided in the subsections below.

Light Propagation Academic Achievement Test (LPAAT)

In this study, the Light Propagation Academic Achievement Test (LPAAT) developed by Meltem Irak in 2019 for a STEM study was used to measure students' understanding of the "Propagation of Light" unit. The test consists of 20 multiple-choice items with four options each. The reliability coefficient of the test was calculated using the KR-20 method (Atılgan, 2013). Irak reported the reliability coefficient of the test as 0.78. Since a reliability coefficient of 0.70 or higher is considered acceptable (Tavşancıl, 2005), the test was evaluated as reliable. Additionally, another KR-20 (α) reliability coefficient calculated by the researcher was found to be 0.75.

Item discrimination (r_{jx}) is considered quite good when it is between 0.30 and 0.39 (Tekindal, 2009; Baykul, 2015). The LPAAT consists of a 20-item multiple-choice test, with each item having four options. The advantages of a multiple-choice format include its applicability not only to lower-order cognitive levels such as knowledge and comprehension but also to higher-order cognitive levels like evaluation, and its capacity to comprehensively cover the content of broad topics (Irak, 2019). Compared to other question formats, multiple-choice questions offer greater objectivity and also facilitate item analysis (Caleon & Subramaniam, 2010).

Based on this, and to test the construct validity of the LPAAT before its administration to fifth-grade students, the test was administered to sixth and seventh-grade students who were familiar with the subject from the previous year. This pilot study included three sections of sixth-grade students and two sections of seventh-grade students available at the school, with a total of approximately 120 students participating.

Table 3. Item discrimination and difficulty indices

Question number	Question discrimination index	Problem difficulty index
1	.30	.62
2	.35	.38
3	.35	.46
4	.36	.36
5	.25	.61
6	.34	.36
7	.32	.84
8	.34	.37
9	.34	.45
10	.36	.79
11	.30	.79
12	.37	.82
13	.34	.80
14	.44	.48
15	.45	.50
16	.51	.62
17	.32	.57
18	.30	.46
19	.40	.48
20	.46	.65
Average	.36	.57

As a result of the application, the average difficulty of the test was found to be 0.57. Additionally, the average discrimination index of the test was calculated as 0.36. Based on the conducted research and calculations, the test showed quite good item discrimination. Furthermore, the difficulty index was found to be 0.57.

There are various techniques used to calculate the reliability of scores obtained by students from a test. The main difference between KR-20 and KR-21 techniques is that KR-20 is used when the item difficulty index is known, whereas KR-21 is preferred when item difficulty values are unknown. Another method besides these is Cronbach's Alpha technique. In this technique, similarly to KR-2, correct answers are scored as 1, while incorrect answers are scored as 0.

Science Attitude Scale (SAS)

The main aim of this research is to determine students' attitudes toward the science course and to examine the effect of the 5E learning model on these attitudes. Attitudes developed toward the science course are considered an important factor directly influencing students' academic achievements and learning processes. Consequently, there was a necessity to use a suitable instrument capable of measuring attitudes toward the science course. The study not only aimed at identifying existing attitudes but also evaluated whether the 5E learning model caused any changes in these attitudes.

In the study, the Science Attitude Scale developed by Yaşar and Anagün (2008), consisting of 19 items in a five-point Likert format, was used. According to Tavşancıl (2005), the Cronbach's Alpha (α) coefficient appropriate for determining reliability in such scales was calculated as 0.89 by the developers and 0.87 by the researcher, indicating high reliability of the scale.

The scale was evaluated by an academic lecturer, two Turkish language teachers, three science teachers, and a measurement-evaluation specialist. The experts indicated that the language was clear and comprehensible, and no item required removal. The pilot application of the scale was conducted with 50 students from 6th and 7th grades of the same school.



Science Motivation Scale (SMS)

The Science Motivation Scale (SMS) developed by Kaplan et al. (2021) is a measurement tool comprising 21 items structured as a five-point Likert-type scale. When researchers examined motivation scales in the existing literature, they found that most were adapted from foreign sources into Turkish (Işın et al., 2020). Furthermore, the scale developed by Dede and Yaman (2008) was designed to cover all elementary students. Although the motivation scale developed by Glynn et al. (2011) was applicable at the university level, it was found insufficiently comprehensible for middle school students. Therefore, Kaplan and colleagues prepared a current science motivation scale suitable for the Turkish education system and specifically targeted for middle school level. The Cronbach's Alpha (α) reliability coefficient of SMS was determined as 0.93, demonstrating the scale's high reliability.

In this research, the scale was used to examine the effect of the 5E learning model on students' motivation toward the science course. In the researcher's application, the Cronbach's Alpha coefficient of SMS was calculated as 0.9, confirming the scale's reliability. Similar to the attitude scale, the motivation scale was evaluated by seven experts, including an academic lecturer, two Turkish language teachers, three science teachers, and one measurement-evaluation specialist. Based on the experts' opinions, the scale was considered clear and sufficient, and no items were excluded. The pilot study of the scale was conducted with sixth and seventh graders ($n=50$) from the same school.

Data Collection Process

Pre-tests were administered to the experimental and control groups prior to instruction. Subsequently, both groups studied the "Propagation of Light" unit for six weeks, during which various activities were conducted. In the week following the instructional period, post-tests were administered to both groups. The following sections explain how the lessons and activities were implemented in the experimental and control groups over the six-week period. The lesson plan used for the experimental group is presented in Table 4.

Table 4. *Experimental group lesson plan*

Week	Engagement	Exploration	Explanation	Elaboration	Evaluation
Week 1: Propagation of Light	The activity "Candle Behind the Papers" was conducted	Additional holes were made to test the visibility of the candle	The linear propagation of light was explained, and the concept of rays was introduced	Students were asked to draw models illustrating light propagation	Students shared their models, and group discussions were held
Week 2: Propagation of Light – 2	The activity "Sprinkling Flour onto Laser Light" was performed	Students conducted the experiment themselves	The linear movement of the light beam and direction indication were explained	Activities were conducted via the Morpa Campus platform	Worksheets were completed, and the teacher provided feedback
Week 3: Reflection of Light	A bouncing ball analogy for reflection was demonstrated	The "Reflection of Light" experiment was carried out using mirrors and a laser	The concepts of incident ray, reflected ray, and the normal were introduced	Students made periscopes and placed the mirrors	The laws of reflection were observed using the periscope
Week 4: Interaction of Light with Matter	Three different types of paper were placed on drawings	The light permeability of materials was tested	Transparent, translucent, and opaque materials were conceptualized	Students reflected on the relationship between thickness and transparency	A classification board for the materials was prepared
Week 5: Complete Shadow	A video about shadow formation was watched	Observations were made by creating shadows with hands	The formation of complete shadows and the linear propagation of light were explained	Shadow drawings were made using different objects at various angles	Shadows were observed in the garden, and the drawings were displayed on a board
Week 6: Size of Complete Shadow	Shadow length was demonstrated using a flashlight and a hand	Students carried out the activity and recorded their observations	The change in shadow length according to position was explained	Students created screens and examined shadow changes based on distance	Drawings and interpretations regarding shadow length variations were made



Figure 1. Candle activity held behind the papers



Figure 2. Experimental group preparing a model related to the linear propagation of light



Figure 3. Sprinkling flour on laser light activity



Figure 4. Experimental group making a periscope



Figure 5. Experimental group testing materials according to their light permeability



Figure 6. Experimental group performing the Hacivat-Karagoz shadow play

In the control group, the subjects were taught using existing instructional methods. The Ministry of National Education (MoNE) textbook and the smartboard were utilized, and the Morpa Campus educational portal was used via the smartboard. Key parts of the subject matter were written on the board by the researcher, and students took notes accordingly.



Figure 7. Control group taking lecture notes in their notebook

Data Analysis

The data were analyzed using the SPSS software, and a t-test was conducted to determine the differences between group means. Based on the t-test results obtained from SPSS, the effect size (η^2) was also calculated. The effect size (η^2) indicates the magnitude of the effect that the independent variable has on the dependent variable (Büyüköztürk, 2004).

A statistical analysis method was employed for data analysis, and IBM SPSS 30.0 software was used. Means, standard deviations, independent samples t-tests, paired samples t-tests, and p-values were calculated and interpreted using this program.

Ethical Statement

Ethics Committee Approval: This study was approved by the Kahramanmaraş Sütçü İmam University Ethics Committee's decision dated 29.06.2022 and numbered 2022/23. All ethical principles were adhered to during the research process.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest in the preparation of this study.

Author Contribution: This study was prepared by the author Esra DUMAN as part of her master's thesis and was conducted under the supervision of Assoc. Prof. Emine UZUN.

Results

This section presents the results of the statistical analyses conducted to evaluate the effects of the 5E learning model on students' academic achievement, motivation toward science, and attitudes toward science. Both within-group and between-group comparisons were performed using t-tests and ANCOVA, where appropriate.

Pre-Test Comparison of Academic Achievement (LPAAT)

Table 5. Independent samples t-test results for pre-test scores on the light propagation academic achievement test

Group	N	M	SD	t	df	p
Experimental	24	3.83	1.63	-.478	45	.635
Control	23	4.04	1.36			

* $p > .05$

The pre-test comparison showed no significant difference between the experimental and control groups in terms of academic achievement in the "Propagation of Light" unit. This result indicates that both groups were statistically equivalent at the beginning of the study, making them suitable for comparison in post-test analyses.

Post-Test Comparison of Academic Achievement

Table 6. Independent samples t-test results for post-test scores on the light propagation academic achievement test

Group	N	M	SD	t	df	p	η^2
Experimental	24	16.45	1.76	5.920**	45	.001*	.438
Control	23	12.95	2.26				

* $p > .05$

Students in the experimental group who were taught using the 5E model outperformed their peers in the control group who received traditional instruction. The mean score difference of 3.5 points was statistically significant and educationally meaningful. The large effect size ($\eta^2 = .438$) further suggests that the 5E learning model had a strong impact on students' academic achievement in the "Propagation of Light" unit.

Within-Group Academic Achievement Gains – Experimental Group

Table 7. Paired samples t-test for pre- and post-test scores (Experimental group)

Test	M	SD	t	df	p	η^2
Pre-Test	3.83	1.63	-22.775*	23	.001*	.958
Post-Test	16.45	1.76				

* $p > .05$

A substantial and statistically significant improvement was observed within the experimental group from pre- to post-test. This confirms the positive effect of the 5E instructional model on students' conceptual

understanding of light propagation. The extremely large effect size ($\eta^2 = .958$) shows that the gains were not only statistically significant but also highly meaningful in educational practice.

Within-Group Academic Achievement Gains – Control Group

Table 8. Paired samples t-test for pre- and post-test scores (Control group)

Test	M	SD	t	df	p	η^2
Pre-Test	4.04	1.36	-15.859*	22	.001*	.920
Post-Test	12.95	2.26				

* $p > .05$

The control group also showed significant improvement from pre-test to post-test, likely due to exposure to core instructional content. However, the increase was notably lower than that of the experimental group. This suggests that while traditional methods can improve performance, the 5E model provides significantly more effective learning experiences.

Motivation Pre-Test Comparison (Justification for ANCOVA)

Table 9. Independent samples t-test results for motivation pre-test

Group	N	M	SD	t	df	p	Cohen's <i>d</i>
Experimental	24	3.92	.47	2.991*	36.3	.004*	.88
Control	23	3.37	.76				

* $p > .05$

A significant difference in motivation was observed between the groups at the beginning of the study, favoring the experimental group. This baseline difference indicates that the groups were **not equivalent** in motivation, and thus **ANCOVA** was used to statistically control for this difference in the post-test comparison.

Motivation Post-Test Comparison (ANCOVA Results)

Table 10. ANCOVA results for motivation post-test (controlling for pre-test scores)

Source	SS	df	MS	F	p	η^2
Pre-Test (Covariate)	1.732	1	1.732	8.042	.007*	.154
Group (Between)	1.210	1	1.210	5.621	.022*	.113
Error	9.483	44	.215			

* $p > .05$

After statistically controlling for initial differences in motivation, the experimental group had significantly higher post-test motivation scores than the control group. This finding indicates that the 5E instructional model had **a moderate and positive effect** on students' science motivation. The analysis strengthens the internal validity of the study by isolating the instructional effect from initial motivational differences.

Attitude Toward Science – Group Comparisons

Table 11. Independent samples t-test results for science attitude pre- and post-tests

Measure	Group	N	M	SD	t	df	p
Pre-Test	Experimental	24	3.78	.62	.893	45	.377
	Control	23	3.65	.68			
Post-Test	Experimental	24	3.85	.59	1.254	45	.216
	Control	23	3.63	.61			

* $p > .05$

Although both groups showed slight increases in attitude scores from pre-test to post-test, the differences were not statistically significant. This suggests that the 5E learning model did not produce a measurable change in students' attitudes toward science during the six-week period. This finding aligns with previous research suggesting that attitudinal shifts may require longer-term or more affective-focused interventions (Türkmen, 2008; Yalçın, 2010).

General Summary of Findings:

The 5E model significantly improved academic achievement in the light unit with a large effect.

It had a moderate positive impact on science motivation, even after controlling for initial differences.

It had no statistically significant effect on attitudes toward science during the study period.

Discussion, Conclusion, Limitations and Recommendations

This study examined the effect of the 5E learning model on Year 5 pupils' academic achievement, attitudes towards science, and motivation levels in relation to the topic of 'The Propagation of Light'. Findings of this study indicate that the use of the 5E learning model in teaching the fifth-grade 'Propagation of Light' unit significantly improves students' academic achievement. Analyses conducted within and between groups revealed that the experimental group students were more successful than the control group. Similarly, it is consistent with studies that reveal the positive effects of the 5E learning model in increasing science achievement (Çakır & Güven, 2019; Avinç Akpınar & Bayrakçeken, 2023).

The study also found that the 5E learning model increased students' motivation towards science learning. Although the pre-test motivation scores showed only a slight difference in favour of the experimental group, the post-test ANCOVA results revealed a statistically significant effect in favour of the experimental group compared to the control group. This result indicates that the 5E learning model has a positive effect on students' motivation. A review of the literature reveals that, in addition to these results, studies indicate that the 5E model, which is an inquiry-based learning model, positively affects students' active participation in lessons, curiosity, and sense of responsibility (Tuan et al., 2005; Kaplan et al., 2021).

However, it was concluded that the 5E model had no statistically significant effect on the attitudes of secondary school students participating in the study towards science. This finding is consistent with studies showing that instructional models have little or no effect on attitudes in the short term (Ekici, 2007; Kaynar, 2007; Yalçın, 2010). The six-week implementation period of this study may have been insufficient to have an effect on students' attitudes towards science.

An unexpected issue arose during implementation: it was observed informally that students in the control group became aware of the different instructional method used in the experimental group. While no direct data were collected on this phenomenon, it is possible that this awareness influenced the control group's motivation or engagement. This circumstance introduces a potential threat to the study's internal validity, as the groups may not have remained independent throughout the intervention. Nonetheless, given that all instructional procedures were followed as planned and fidelity was monitored, the findings regarding academic achievement remain valid.

The results of this study provide robust evidence that the 5E learning model is an effective instructional approach for enhancing both the cognitive and affective dimensions of science education at the middle school level. Specifically, the model significantly improved students' academic achievement in the "Propagation of Light" unit, as reflected in both within-group and between-group comparisons. The structured and inquiry-driven nature of the 5E model appears to support deeper conceptual understanding, particularly through its emphasis on active engagement, hands-on experimentation, and collaborative learning.

In terms of science motivation, the model demonstrated a moderate effect was observed after controlling for baseline differences, but due to the initial imbalance, the findings should be interpreted with caution. This finding suggests that the instructional design of the 5E model—through its cyclical phases of engagement, exploration, and elaboration—contributes to sustaining students' interest and emotional involvement in learning science. This outcome is particularly relevant in a time when many students experience declining motivation in science-related subjects during the middle school years.

On the other hand, the study found no statistically significant impact of the 5E model on students' attitudes toward science. While this result might initially appear disappointing, it is important to consider the complexity and long-term nature of attitudinal change. Short-term interventions are often insufficient to shift deeply rooted beliefs or affective responses, and this finding reinforces the idea that attitude development in science education requires sustained and multi-faceted approaches.

Overall, the study confirms the pedagogical value of the 5E learning model, particularly in improving academic performance and fostering motivation in science learning. These findings are especially relevant for science educators, curriculum developers, and policymakers aiming to improve the effectiveness of science instruction in primary and middle school settings. Despite the study's limitations, the evidence supports the integration of constructivist instructional frameworks like the 5E model into everyday classroom practice. By doing so, educators can better respond to students' cognitive needs while simultaneously nurturing their curiosity, engagement, and sense of competence in science learning.

While the findings of this study provide valuable insights into the effects of the 5E learning model on students' academic achievement and motivation, several limitations should be acknowledged:

Although ANCOVA was employed to statistically control for the initial difference in motivation between groups, the presence of a significant pre-test difference remains a methodological limitation. This imbalance may have influenced the internal validity of the motivation findings.

The intervention was conducted over a period of six weeks. This relatively short time frame may have limited the model's potential effects on affective variables such as students' attitudes toward science. Longer-term interventions may yield different results.

During the implementation phase, it was informally observed that students in the control group became aware of the instructional differences experienced by the experimental group. This may have introduced unintended motivational effects or competitive dynamics, potentially influencing the outcomes and threatening the study's internal validity.

The study was limited to 47 fifth-grade students from a single public school. While the findings are meaningful within this context, they may not be generalizable to broader populations, including different grade levels, schools, or regions.

The study relied exclusively on quantitative data collected through tests and scales. Including qualitative data such as student interviews, classroom observations, or teacher reflections could have provided richer insights into how and why the 5E model affected learning and motivation.

The selection of intact classrooms as experimental and control groups was based on school logistics rather than random assignment. This quasi-experimental design, while common in educational settings, carries inherent risks related to group equivalence and selection bias.

Based on the results and limitations of this study, the following recommendations are offered:

Teachers should consider incorporating 5E-based lesson plans into science instruction, particularly for conceptually abstract units. Activities should include hands-on exploration, group collaboration, and real-world applications to sustain motivation and deepen understanding.

Educational programs should integrate inquiry-based models like 5E into standard curricula. Materials should be designed to support all five phases of the model and provide flexibility for teachers to adapt them to diverse classrooms.

Longer intervention periods should be implemented to assess potential effects on attitudes and long-term learning.

Qualitative data (e.g., student interviews, teacher observations) should be collected to better understand how and why motivation changes during 5E-based instruction.

Randomized controlled trials with larger and more homogeneous samples are recommended to increase generalizability.

Future studies should take measures to prevent interaction between experimental and control groups to preserve internal validity.

5E Öğrenme Modeline Dayalı Olarak Hazırlanan "Işığın Yayılması" Ünitesinin Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Öğrenme Çıktıları Üzerindeki Etkisi

Esra Duman¹Emine Uzun²

Makale Bilgisi

Özet

Anahtar Kelime

Fen bilimleri
Işığın yayılması
5E modeli

Yükleme: 18.05.2025

Kabul: 18.08.2025

Yayın: 31.12.2025

Araştırma Makalesi

[DOI: 10.17984/adyuebd.1701809](https://doi.org/10.17984/adyuebd.1701809)

Bu çalışma, 5E öğrenme modelinin, beşinci sınıf öğrencilerinin "Işığın Yayılması" ünitesindeki akademik başarı, motivasyon ve tutumları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılının ilk döneminde Kahramanmaraş'ta bulunan bir ortaokulda yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak Işığın Yayılması Akademik Başarı Testi, Fen Tutum Ölçeği ve Fen Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. Çalışmada, ön-test ve son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Öğretim öncesi ön-testler uygulanmış, sonrasında deney grubu (n=23) 5E modeline dayalı etkinliklerle, kontrol grubu (n=24) ise geleneksel öğretim yöntemleriyle ders işlemiştir. Altı hafta süren uygulamanın ardından her iki gruba da son-testler yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunun son-test puanları, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca deney grubunun ön-testten son-teste olan puan artışı, 5E modelinin öğrencilerin kısa vadeli akademik başarılarına olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Motivasyon konusunda da deney grubundaki öğrencilerin fen bilimlerine yönelik motivasyon düzeylerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak fen tutumları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Çalışma, 5E modelinin öğrencilerin fen eğitimindeki akademik başarı ve motivasyonlarını artırmak için oldukça etkili bir yaklaşım olabileceğini ortaya koymaktadır.

Giriş

Fen bilimleri hem bir disiplin hem de bir süreç olarak, sistematik bilginin birikimini ve bu bilginin üretildiği, test edildiği ve geliştirildiği yöntemleri kapsamaktadır (Yalçın, 2010). Felsefi olarak, doğal dünya hakkındaki iddiaları sürekli sorgulayan ve doğrulayan eleştirel bir araştırma girişimini temsil eder (Popper, 2002). Eğitim bağlamında bu ikili doğa, fen bilimleri öğretiminin, öğrencilerin kavramsal anlayışını geliştirirken aynı zamanda onları otantik araştırma uygulamalarına dahil etmesi gerektiğini ima eder (Lederman, 2007; NRC, 2012).

Araştırmalar, ışık ve optik gibi soyut fenomenleri içeren birçok fen bilimleri kavramının öğrenciler için önemli bilişsel zorluklar yarattığını sürekli olarak göstermektedir (Yeşilyurt vd., 2005). Öğrenciler, ortaokul fen bilimleri

Sorumlu Yazar¹: Esra Duman, Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye, esraduman2646@gmail.com

Yazar²: Emine Uzun, Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye, uzunemine46@gmail.com

Duman, E. & Uzun, E. (2025). The effect of teaching the fifth-grade 'propagation of light' unit based on the 5e learning model on students' learning outcomes. *Adiyaman University Journal of Educational Sciences*, 15(2), 1036-1065.

derslerine genellikle daha ileri öğrenmeyi engelleyen kavram yanlışlarıyla başlarlar (Coştu ve Ayas, 2002; Özsevgeç, 2006; Sevim, 2013). Ayrıca, ergenliğin erken dönemlerinde fen bilimlerine yönelik tutumlar ve öğrenme motivasyonu düşebilir, bu da katılımı ve başarıyı daha da azaltır (Selçuk vd., 2015; Uzun ve Keleş, 2010).

Yapılandırmacı-sorgulamaya dayalı modeller, öğrencileri kendi öğrenmelerinin merkezine yerleştirerek ve aktif anlam oluşturmaya vurgulayarak bu kalıcı zorluklara çözüm olarak önerilmiştir (Bruner, 1961; Vygotsky, 1978). Bunlar arasında, Giriş (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate) aşamalarından oluşan 5E Öğretim Modeli, net yapısı ve öğrenme döngüsü pedagojisine dayanan güçlü teorik temeli ile öne çıkmaktadır (Bybee, 2006; Bybee vd., 2006). Model, ön bilgileri harekete geçirmek, uygulamalı keşifleri teşvik etmek, kavramsal açıklamalara yardımcı olmak, öğrenmeyi yeni bağlamlara genişletmek ve biçimlendirici ve sonlandırıcı görevlerle anlamayı değerlendirmek için tasarlanmıştır.

Meta-Analitik ve Sistematik İnceleme Kanıtları

Güçlü bir kanıt birikimi, 5E modelinin farklı içerik alanları ve eğitim ortamlarındaki etkililiğini göstermektedir. Uluslararası alanda, Polanin ve arkadaşları (2024) 61 çalışmanın meta-analizini yapmış ve geleneksel öğretime kıyasla 5E lehine ortalama bir başarı etki büyüklüğü ($d = 0.82$) bildirmiştir. STEM disiplinlerinde yapılan çalışmaların öğrencilerin fene karşı motivasyonlarında anlamlı iyileşmeler bulunduğunu tespit eden çalışmalar mevcuttur (Park ve Yoo, 2013; Fortus ve Vedder-Weiss, 2014; Kong ve In-Cheol, 2014).

Ulusal düzeyde, Kozcu Çakır ve Güven'in (2019) fen alanında 38 çalışma üzerine yaptığı meta-analiz, 5E temelli uygulamaların ortaokul fen bilimleri başarısında geleneksel yöntemlerden orta düzeyde performans gösterdiğini doğrulamıştır. Daha yakın zamanda, Bahadır ve Dikmen (2022) 23 çalışmayı incelemiş ve 5E öğrenme modelinin geleneksel öğretime kıyasla akademik başarıyı artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Optik ve Işığın Yayılması Üzerine Uygulamalar

Bu güçlü genel kanıtlara rağmen, optik eğitime, özellikle de erken ortaokul çağındaki "Işığın Yayılması" ünitesine odaklanan çalışmalar nispeten azdır. Işık olayları (yansıma, kırılma, dağılma) kavramsal olarak zordur ve genellikle öğrencilerin günlük deneyimleriyle çelişir (Yeşilyurt vd., 2005; Başkan vd., 2010). Irak (2019) bu ünite için STEM entegreli bir 5E dizisi geliştirmiş ve akademik başarı ile STEM tutumlarında umut verici kazanımlar bildirmiştir, ancak çalışmada başlangıç eşdeğerliği ve kendi kendine raporlama dışındaki duyuşsal ölçümler için titiz bir kontrol eksikliği bulunmaktadır.

Duyuşsal Boyutlar: Motivasyon ve Tutum

Meta-analizler, sürdürülebilir öğrenmede duyuşsal sonuçların bilişsel kazanımlar kadar hayati olduğunu vurgulamaktadır (Tuan vd., 2005; Alkan ve Bayrı, 2017). Motivasyon, zorlu görevlerde katılımı ve sebatı öngörürken, olumlu tutumlar fen bilimlerine karşı uzun vadeli ilgiyi sürdürür (Demir vd., 2012; Uzun ve Keleş, 2010). Ancak beşinci sınıf düzeyinde aynı 5E uygulaması içinde hem başarıyı hem de duyuşu eş zamanlı olarak inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır, bu da erken müdahalelerin öğrencilerin fen bilimlerine karşı eğilimlerini nasıl şekillendirdiğini anlamada ampirik bir boşluk bırakmaktadır.

Gerekçe ve Amaç

Bu boşluklar göz önüne alındığında, mevcut çalışma iki temel amacı gütmektedir. İlk olarak, optik eğitimindeki içeriğe özgü araştırma eksikliğini gidererek, 5E temelli bir öğretim dizisinin beşinci sınıf öğrencilerinin "Işığın Yayılması" ünitesindeki akademik başarıları üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. İkinci olarak, öğrencilerin fen bilimlerine yönelik motivasyon ve tutumlarındaki değişimleri inceleyerek, son sistematik incelemeler tarafından önerilen daha geniş bir yelpazedeki öğrenme çıktılarına bütünleştirmektedir (Kahraman ve Doğan, 2020; Öner, ve Yaman, 2020). Bunu yaparak, bu pilot çalışma, 5E modeli için kanıt tabanını kritik ancak yeterince araştırılmamış bir alana genişletmeyi ve erken fen bilimleri öğreniminin hem bilişsel hem de duyuşsal boyutlarına dair içgörüler sağlamayı amaçlamaktadır.



Çalışmanın Önemi

Bu çalışma, özellikle soyut fen bilimleri kavramlarında zorlanma eğilimi gösteren kırsal bölgelerdeki öğrencilerin öğretim uygulamalarında gözlemlenen alan bazlı bir ihtiyaçtan ortaya çıkmıştır. 5E öğrenme modeli, bu tür zorlukların üstesinden gelmek için yapılandırılmış bir yaklaşım sunsa da kırsal eğitim bağlamlarındaki etkinliğine odaklanan sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışma hem öğretim uygulamalarına hem de akademik literatüre katkıda bulunmak amacıyla kırsal bir ortamda (Afşin örneği) 5E modelinin etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu açıdan, benzer bölgelerde çalışan eğitimciler için değerli bilgiler sunmakta ve alandaki mevcut bir boşluğu doldurmaya çalışmaktadır.

5E modelinin kırsal eğitim bağlamlarındaki etkinliği önceki çalışmalarla da desteklenmektedir. Örneğin, Chhatoi ve arkadaşları (2025) Hindistan'daki kırsal öğrenciler arasında fen bilimleri başarısında önemli iyileşmeler bildirmiştir. Benzer şekilde, Abungu vd., (2014) yetersiz kaynaklara sahip Kenya okullarında 5E modelinin öğrenme çıktılarını artırdığını bulmuştur. Türkiye'de ise Dikici ve arkadaşları (2010) kırsal sınıflardaki motivasyon ve kavramsal anlama üzerindeki olumlu etkisini vurgulamıştır.

Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları

Araştırmacının gözlemlerine ve öğretmenlerle yaptığı görüşmelere göre, kırsal alanlarda geleneksel öğrenme yöntemlerinin ağırlıklı olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Bu durumun, öğrencilerin akademik başarılarını, derslere yönelik tutumlarını ve motivasyonlarını olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını destekleyen, keşif temelli etkinlikleri içeren ve aşamalı bir öğretim yaklaşımı sunan 5E modelinin uygulanması önemli görülmüştür. 5E modeli, kavramsal anlamayı geliştirerek, kalıcı öğrenmeyi teşvik ederek ve öğrencilerin aktif katılımını kolaylaştırarak öğrenme sürecini daha etkili hale getirmektedir (Ayaz, 2015). Bu çalışmanın amacı, kırsal alanlardaki öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmek, akademik performanslarını artırmak ve derslerine yönelik olumlu tutumlar geliştirmelerine katkıda bulunmaktır. Dahası, bu araştırmanın bulgularının eğitim politikalarının oluşturulmasına ve öğretim yöntemlerinin iyileştirilmesine rehberlik etmesi amaçlanmaktadır.

Bu araştırmanın katılımcıları, 2022-2023 eğitim-öğretim yılı boyunca Kahramanmaraş iline bağlı kırsal bir alandaki ortaokuldan iki farklı beşinci sınıf şubesi olmuştur. Bir sınıf 23, diğer sınıf ise 24 öğrenciden oluşmaktaydı. 23 öğrencisi olan sınıf deney grubu, 24 öğrencisi olan sınıf ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kolayda örnekleme, kolayca erişilebilen ve ulaşılabilecek katılımcıların seçimine dayanır ve en sık kullanılan araştırma yöntemi olarak belirtilmektedir (Patton, 2005). Çalışma katılımcıları, araştırmacının çalıştığı kurumda ders verdiği öğrencilerdir.

Bu çalışmanın amacı, 5E öğrenme modelinin 5. sınıf öğrencilerinin "Işığın Yayılması" konusundaki akademik başarı, fen bilimleri tutumları ve motivasyon düzeyleri üzerindeki etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

Deney grubu (5E modeli) ve kontrol grubunun son-test akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Deney grubu ve kontrol grubunun son-test tutum puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son-test motivasyon puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Yöntem

Bu bölümde; araştırmanın yöntemi, çalışma gruplarının özellikleri, veri toplama araçları, etkinliklerin uygulama süreci ve verilerin analizi ile ilgili kapsamlı açıklamalar sunulmuştur. Çalışmanın metodolojik yaklaşımı, veri toplama aşamasında kullanılan ölçme araçları ve toplanan verilerin analiz süreci ele alınmıştır.

Araştırmaya başlamadan önce, katılan sınıflardaki öğrencilere çalışmanın amacı ve veri toplama yöntemleri hakkında gerekli bilgi ve açıklamalar yapılmıştır. Hem deney hem de kontrol gruplarından elde edilen sonuçların nesnellliğini, geçerliliğini ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla, tüm süreç boyunca uygulama aynı araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Tablo 1, deney ve kontrol gruplarındaki katılımcıların frekans ve yüzde dağılımını göstermektedir.

Tablo 1. Deney ve kontrol gruplarına göre katılımcı dağılımı

Grup	n (f)	%
Deney	23	48.94
Kontrol	24	51.06
Toplam	47	100

Araştırma Deseni

Bu bölüm, 5E öğretim modeline dayalı olarak beşinci sınıf "Işığın Yayılması" ünitesi için geliştirilen bir ders planı ve etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıları, fen bilimleri dersine yönelik tutumları ve motivasyonları üzerindeki etkilerini inceleyen araştırma sürecini detaylandırmaktadır. Çalışmada, en sık kullanılan deneysel desenlerden olan, ön-test ve son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır.

Bir araştırma problemi tanımlanmış ve gerekli literatür taramaları yapılmıştır. Bu araştırma başlangıçta sadece öğrencilerin akademik başarısını ölçmeyi amaçlasa da çalışmayı güçlendirmek amacıyla öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını ve motivasyonlarını değerlendiren ölçekler daha sonra dahil edilmiştir. Bu ölçeklerin eklenmesinin ardından pilot çalışmalar yürütülmüştür. Daha sonra, ilgili kurumlardan ve velilerden gerekli izinler alınmıştır.

Öğrenciler deney ve kontrol gruplarına atandıktan sonra, her iki gruba da ön-testler uygulanmıştır. Bu ön testler, gruplar arasındaki başlangıç eşitliğini istatistiksel olarak kontrol altına almak amacıyla toplanmıştır. Altı haftalık uygulama süreci boyunca, araştırmacı dersleri kendisi yürütmüştür: "Işığın Yayılması" ünitesi deney grubuna 5E modeli, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak anlatılmıştır. Altı haftanın sonunda, araştırmacı her iki gruba da son-testler uygulamıştır. Son-testlerin ardından, araştırmacı toplanan verileri analiz etmiştir.

Deney ve kontrol grupları için uygulanan araştırma deseni, aşağıda Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Deney deseni özeti

Gruplar	Ön Test	Uygulama	Son Test
Deney Grubu	• IYABT	5E modeline göre konu öğretimi (6 hafta)	• IYABT
	• FBTÖ		• FBTÖ
	• FBMÖ		• FBMÖ
Kontrol Grubu	• IYABT	Mevcut öğretim yöntemlerine göre konu öğretimi (6 hafta)	• IYABT
	• FBTÖ		• FBTÖ
	• FBMÖ		• FBMÖ

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları, "Işığın Yayılması" Akademik Başarı Testi (IYABT), Fen Bilimleri Tutum Ölçeği (FBTÖ) ve Fen Bilimleri Motivasyon Ölçeği (FBMÖ)'dir. Bu araçlarla ilgili daha detaylı bilgiler aşağıdaki alt bölümlerde verilmiştir.

Işığın Yayılması Akademik Başarı Testi (IYABT)

Bu çalışmada, 2019 yılında Meltem Irak tarafından STEM çalışması için geliştirilen Işığın Yayılması Akademik Başarı Testi (IYABT), öğrencilerin "Işığın Yayılması" ünitesine ilişkin anlayışlarını ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Test, her biri dört seçeneikli 20 çoktan seçmeli maddeden oluşmaktadır. Testin güvenilirlik katsayısı KR-20 yöntemi (Atılgan, 2013) kullanılarak hesaplanmıştır. Irak, testin güvenilirlik katsayısını 0.78 olarak rapor etmiştir. 0.70 veya üzeri bir güvenilirlik katsayısı kabul edilebilir olarak değerlendirildiğinden (Tavşancıl, 2005), testin güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca araştırmacı tarafından hesaplanan başka bir KR-20 (α) güvenilirlik katsayısı 0.75 olarak bulunmuştur.

Madde ayırt ediciliği (r_{jx}), 0.30 ile 0.39 arasında olduğunda oldukça iyi kabul edilir (Tekindal, 2009; Baykul, 2015). IYABT, her biri dört seçeneikli 20 çoktan seçmeli maddeden oluşmaktadır. Çoktan seçmeli formatın avantajları arasında, sadece bilgi ve kavrama gibi daha düşük düzey bilişsel seviyelere değil, aynı zamanda değerlendirme gibi daha üst düzey bilişsel seviyelere de uygulanabilir olması ve geniş konuların içeriğini kapsamlı bir şekilde kapsayabilme kapasitesi yer almaktadır (Irak, 2019). Diğer soru formatlarıyla karşılaştırıldığında, çoktan seçmeli sorular daha fazla nesnellik sunar ve madde analizini kolaylaştırır (Caleon ve Subramaniam, 2010).

Buna dayanarak ve IYABT'nin yapı geçerliliğini beşinci sınıf öğrencilerine uygulanmadan önce test etmek için, test, konuya önceki yıldan aşına olan altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Bu pilot çalışmaya, okulda bulunan üç altıncı sınıf ve iki yedinci sınıf şubesinden olmak üzere toplamda yaklaşık 120 öğrenci katılmıştır.

Tablo 3. Soruların ayırt edicilik ve güçlük indeksleri

Soru numarası	Soru ayırt edicilik indeksi	Sorunun güçlük indeksi
1	.30	.62
2	.35	.38
3	.35	.46
4	.36	.36
5	.25	.61
6	.34	.36
7	.32	.84
8	.34	.37
9	.34	.45
10	.36	.79
11	.30	.79
12	.37	.82
13	.34	.80
14	.44	.48
15	.45	.50
16	.51	.62
17	.32	.57
18	.30	.46
19	.40	.48
20	.46	.65
Ortalama	.36	.57

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları, "Işığın Yayılması" Akademik Başarı Testi (IYABT), Fen Bilimleri Tutum Ölçeği (FBTÖ) ve Fen Bilimleri Motivasyon Ölçeği (FBMÖ)'dir. Bu araçlar hakkında detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Işığın Yayılması Akademik Başarı Testi (IYABT)

Bu çalışmada, öğrencilerin "Işığın Yayılması" ünitesine ilişkin bilgi düzeylerini ölçmek amacıyla, Meltem Irak tarafından 2019 yılında bir STEM çalışması için geliştirilen IYABT kullanılmıştır. Test, her biri dört seçenekli 20 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Testin güvenilirlik katsayısı KR-20 yöntemi (Atılgan, 2013) kullanılarak hesaplanmıştır. Irak, testin güvenilirlik katsayısını 0.78 olarak rapor etmiştir. 0.70 ve üzeri bir güvenilirlik katsayısı kabul edilebilir düzeyde olduğundan (Tavşancıl, 2005), testin güvenilir olduğu değerlendirilmiştir. Araştırmacının kendi hesaplamalarında ise KR-20 (α) güvenilirlik katsayısı 0.75 olarak bulunmuştur.

Madde ayırt ediciliği (r_{jx}), 0.30 ile 0.39 arasında olduğunda oldukça iyi kabul edilir (Tekindal, 2009; Baykul, 2015). IYABT, her biri dört seçenekli 20 çoktan seçmeli maddeden oluşmaktadır. Çoktan seçmeli formatın avantajları, sadece bilgi ve kavrama gibi düşük bilişsel düzeyleri değil, aynı zamanda değerlendirme gibi üst düzey bilişsel düzeyleri de ölçebilmesi ve geniş bir konunun içeriğini kapsamlı bir şekilde kapsayabilmesidir (Irak, 2019). Bu soru formatı, diğer formatlara göre daha fazla nesnellik sunmakta ve madde analizini kolaylaştırmaktadır (Caleon ve Subramaniam, 2010).

IYABT'nin yapı geçerliliğini beşinci sınıf öğrencilerine uygulanmadan önce test etmek amacıyla, test, konuya önceki yıldan aşına olan altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Bu pilot çalışmaya, aynı okulda bulunan üç altıncı sınıf ve iki yedinci sınıf şubesinden olmak üzere toplamda yaklaşık 120 öğrenci katılmıştır. Uygulama sonucunda, testin ortalama güçlük indeksi 0.57 olarak bulunmuştur. Testin ortalama ayırt edicilik indeksi ise 0.36 olarak hesaplanmıştır. Yapılan bu araştırmalar ve hesaplamalar, testin madde ayırt ediciliğinin oldukça iyi olduğunu göstermiştir.

Öğrencilerin bir testten elde ettikleri puanların güvenilirliğini hesaplamak için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. KR-20 ve KR-21 teknikleri arasındaki temel fark, KR-20'nin madde güçlük indeksi bilindiğinde, KR-21'in ise madde güçlük değerleri bilinmediğinde tercih edilmesidir. Bu yöntemlerin yanı sıra doğru cevapların 1, yanlış cevapların ise 0 olarak puanlandığı Cronbach Alfa tekniği de kullanılmaktadır.

Fen Bilimleri Tutum Ölçeği (FBTÖ)

Bu araştırmanın temel amacı, öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını belirlemek ve 5E öğrenme modelinin bu tutumlar üzerindeki etkisini incelemektir. Fen bilimleri dersine karşı geliştirilen tutumlar, öğrencilerin akademik başarılarını ve öğrenme süreçlerini doğrudan etkileyen önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, fen bilimlerine yönelik tutumları ölçebilecek uygun bir aracın kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Çalışma, sadece mevcut tutumları belirlemekle kalmamış, aynı zamanda 5E öğrenme modelinin bu tutumlarda herhangi bir değişikliğe neden olup olmadığını da değerlendirmiştir.

Çalışmada, Yaşar ve Anagün (2008) tarafından geliştirilen ve beşli Likert formatında 19 maddeden oluşan Fen Bilimleri Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Tavşancıl'a (2005) göre bu tür ölçeklerde güvenilirliği belirlemek için uygun olan Cronbach Alfa (α) katsayısı, ölçeği geliştirenler tarafından 0.89, araştırmacı tarafından ise 0.87 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, ölçeğin yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Ölçek, bir akademisyen, iki Türkçe öğretmeni, üç fen bilimleri öğretmeni ve bir ölçek-değerlendirme uzmanı tarafından değerlendirilmiştir. Uzmanlar, ölçeğin dilinin açık ve anlaşılır olduğunu, çıkarılması gereken herhangi bir madde bulunmadığını belirtmişlerdir. Ölçeğin pilot uygulaması, aynı okulda 6. ve 7. sınıflardan 50 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir.

Fen Bilimleri Motivasyon Ölçeği (FBMÖ)

Kaplan ve arkadaşları (2021) tarafından geliştirilen FBMÖ, beşli Likert tipinde 21 maddeden oluşan bir ölçek aracıdır. Araştırmacılar, mevcut literatürdeki motivasyon ölçeklerini incelediklerinde, çoğunun yabancı kaynaklardan Türkçeye uyarlama olduğunu (Işın vd., 2020) tespit etmiştir. Ayrıca, Dede ve Yaman (2008)

tarafından geliştirilen ölçek tüm ilkököl öğrencilerini kapsayacak şekilde, Glynn vd., 2011) tarafından geliştirilen motivasyon ölçeği ise üniversite seviyesinde uygulanabilir olmakla birlikte ortaokul öğrencileri için yeterince anlaşılır bulunmamıştır. Bu nedenle Kaplan ve arkadaşları, Türk eğitim sistemine uygun ve özellikle ortaokul seviyesini hedefleyen güncel bir fen bilimleri motivasyon ölçeği hazırlamıştır. FBMÖ'nün Cronbach Alfa (α) güvenilirlik katsayısı 0.93 olarak belirlenmiştir, bu da ölçeğin yüksek güvenilirliğini ortaya koymaktadır.

Bu araştırmada, ölçek 5E öğrenme modelinin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik motivasyonları üzerindeki etkisini incelemek için kullanılmıştır. Araştırmacının kendi uygulamasında FBMÖ'nün Cronbach Alfa katsayısı 0.90 olarak hesaplanmış ve ölçeğin güvenilirliği teyit edilmiştir. Tutum ölçeğine benzer şekilde, motivasyon ölçeği de bir akademisyen, iki Türkçe öğretmeni, üç fen bilimleri öğretmeni ve bir ölçme-değerlendirme uzmanı dahil olmak üzere yedi uzman tarafından değerlendirilmiştir. Uzman görüşlerine göre ölçek açık ve yeterli bulunmuş, hiçbir madde çıkarılmamıştır. Ölçeğin pilot çalışması, aynı okulda altıncı ve yedinci sınıflardan 50 öğrenci ile yapılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarına ön-testler uygulanmıştır. Daha sonra, her iki grup da altı hafta boyunca "Işığın Yayılması" ünitesini işlemiş, bu süreçte çeşitli etkinlikler yürütülmüştür. Öğretim dönemini takip eden hafta ise her iki gruba da son-testler uygulanmıştır. Aşağıdaki bölümlerde, derslerin ve etkinliklerin altı hafta boyunca deney ve kontrol gruplarında nasıl uygulandığı açıklanmaktadır. Deney grubunda kullanılan ders planı, Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. Deney grubu ders planı

Hafta	Giriş	Keşfetme	Açıklama	Derinleştirme	Değerlendirme
1. Hafta Işığın Yayılması	"Kağıtların Arkasında Duran Mum" etkinliği yapıldı	Ek delikler açılarak mumun görünürlüğü test edildi	Işığın doğrusal yayıldığı açıklanarak ışın kavramı tanıtıldı	Işık yayılımına dair öğrencilerden model çizimi istendi	Öğrenciler modellerini paylaştı, grup tartışmaları yapıldı
2. Hafta Işığın Yayılması-2	"Lazer Işığına Un Serpme" etkinliği yapıldı	Öğrenciler deneyi kendileri yaptı	Işının doğrusal ilerlediği ve yön gösterimi anlatıldı	Morpa Kampüs üzerinden etkinlikler yapıldı	Çalışma kağıtları dolduruldu, öğretmen geri bildirim verdi
3. Hafta Işığın Yansıması	Topla yansıma benzetimi yapıldı	Ayna ve lazerle "Işığın Yansıması" deneyi yapıldı	Gelen ışın, yansıyan ışın ve normal kavramları tanıtıldı	Öğrenciler periskop yaptı, aynaları yerleştirdiler	Periskop kullanarak yansıma yasaları gözlemlendi
4. Hafta Işığın Madde ile Karşılaşması	Üç farklı kağıt çeşidi çizimlere yerleştirildi	Maddelerin ışık geçirgenlikleri test edildi	Saydam, yarı saydam ve opak maddeler kavramsallaştırıldı	Kalınlıkla saydamlık ilişkisi üzerine düşünme sağlandı	Maddeleri sınıflandıran pano hazırlandı
5. Hafta Tam Gölge	Gölge oluşumu ile ilgili video izlendi	Ellerle gölge yapılarak gözlemler yapıldı	Tam gölge oluşumu ve ışığın doğrusal yayılması açıklandı	Farklı cisimlerle çeşitli açılarda gölge çizimleri yapıldı	Bahçede gölgeler gözlemlendi, çizimler panoya asıldı
6. Hafta Tam Gölge Boyutu	El feneri ve el kullanılarak gölge boyu gösterildi	Öğrenciler etkinliği uyguladı ve gözlemlerini yazdı	Gölge boyunun konumlara göre değişimi anlatıldı	Öğrenciler perde yaptı, mesafelerle gölge değişimi incelendi	Gölge boyu değişimleri üzerine çizim ve yorumlar yapıldı



Şekil 1. Kağıtların arkasında duran mum etkinliği



Şekil 2. Deney grubunun ışığın doğrusal yayılmasına ilişkin model hazırlaması



Şekil 3. Lazer ışığına un serpme etkinliği



Şekil 4. Deney grubunun periskop yapması



Şekil 5. Deney grubunun maddeleri ışık geçirgenliğine göre test etmesi



Şekil 6. Deney grubunun Hacivat-Karagöz gölge oyunu oynatması

Kontrol grubunda konular, mevcut öğretim yöntemleri ile işlenmiştir. MEB ders kitabı ve akıllı tahtadan faydalanılmış, ayrıca akıllı tahtada Morpa Kampüs öğretim portalı kullanılmıştır. Konu ile ilgili önemli kısımlar araştırmacı tarafından tahtaya yazılmış ve öğrenciler de bu notları defterlerine kaydetmiştir.



Şekil 7. Kontrol grubunun ders notlarını defterine kaydetmesi

Veri Analizi

Nicel verilerin analizi için IBM SPSS 30.0 yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan parametrik testlerin varsayımlarını yerine getirdiğini göstermek amacıyla, öncelikle veri setlerinin normal dağılımı incelenmiştir. Yapılan Shapiro-Wilk test sonuçları, tüm ön-test ve son-test puanlarının normal dağılım varsayımını karşıladığını göstermiştir. Gruplar arası karşılaştırmalar ve sonuçların yorumlanması için şu yöntemler kullanılmıştır:

Başlangıç Eşitliği ve Nihai Başarı-Tutum Karşılaştırması: Deney ve kontrol gruplarının ön-test puanları arasındaki başlangıç eşitliğini test etmek ve son-test akademik başarı ile tutum puanlarını karşılaştırmak için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.

Motivasyon Karşılaştırması (ANCOVA): Ön-test motivasyon puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildiği için, bu başlangıç farkının son-test sonuçları üzerindeki etkisini gidermek ve nihai etkiyi tarafsız ölçmek amacıyla Kovaryans Analizi (ANCOVA) kullanılmıştır.

Uygulanan testlerin sonuçlarına ek olarak, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin büyüklüğünü göstermek için etki büyüklüğü hesaplanmıştır. t-testi sonuçları için Cohen's d, ANCOVA sonuçları için ise kısmi eta kare (η^2) değerleri raporlanmıştır (Büyüköztürk, 2004).

Etik Beyan

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Etik Kurulu'nun 29.06.2022 tarihli ve 2022/23 sayılı kararı ile onaylanmıştır. Araştırma sürecinde tüm etik ilkelere uyulmuştur.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, bu çalışmanın hazırlanmasında herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: Bu çalışma, yazar Esra DUMAN tarafından yüksek lisans tez çalışması kapsamında hazırlanmıştır ve Doç. Dr. Emine UZUN danışmanlığında yürütülmüştür.

Bulgular

Bu bölümde, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarıları, fen bilimleri motivasyonları ve fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerindeki etkilerini değerlendirmek için yürütülen istatistiksel analizlerin sonuçları sunulmaktadır. Uygun durumlarda hem grup içi hem de gruplar arası karşılaştırmalar, t-testleri ve ANCOVA (Kovaryans Analizi) kullanılarak yapılmıştır.

Akademik Başarı Ön-Test Karşılaştırması (IYABT)

Tablo 5. Işığın yayılması akademik başarı testi ön-test puanları için bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Grup	N	Ort. (M)	SS	t	sd	p
Deney	24	3.83	1.63	-.478	45	.635*
Kontrol	23	4.04	1.36			

*p > .05

Akademik başarı ön-test karşılaştırması, "Işığın Yayılması" ünitesi kapsamında deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu sonuç, çalışmanın başlangıcında her iki grubun da istatistiksel olarak denk olduğunu ve son-test analizlerinde karşılaştırma için uygun olduklarını ortaya koymaktadır.

Akademik Başarı Son-Test Karşılaştırması

Tablo 6. Işığın yayılması akademik başarı testi son-test puanları için bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Grup	N	Ort. (M)	SS	t	sd	p	η^2
Deney	24	16.45	1.76	5.920	45	.001*	.438
Kontrol	23	12.95	2.26				

*p > .05

5E modeliyle ders işlenen deney grubundaki öğrenciler, geleneksel öğretim alan kontrol grubundaki akranlarından daha iyi performans göstermiştir. 3.5 puanlık ortalama farkı istatistiksel olarak anlamlı ve eğitimsel açıdan manidardır. Büyük etki büyüklüğü ($\eta^2 = .438$), 5E öğrenme modelinin öğrencilerin "Işığın Yayılması" ünitesindeki akademik başarıları üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Grup İçi Akademik Başarı Gelişimi – Deney Grubu

Tablo 7. Deney grubunun ön ve son-test puanları için ilişkili örneklem t-testi sonuçları

Test	Ort. (M)	SS	t	sd	p	η^2
Ön-Test	3.83	1.63	-22.775	23	.001*	.958
Son-Test	16.45	1.76				

*p < .05

Deney grubu içinde, ön-testten son-teste doğru önemli ve istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmiştir. Bu bulgu, 5E öğretim modelinin öğrencilerin ışığın yayılmasına ilişkin kavramsal anlayışı üzerindeki olumlu etkisini doğrulamaktadır. Son derece büyük etki büyüklüğü ($\eta^2 = .958$), kazanımların sadece istatistiksel olarak anlamlı olmadığını, aynı zamanda eğitimsel uygulamada da son derece önemli olduğunu göstermektedir.

Grup İçi Akademik Başarı Gelişimi – Kontrol Grubu

Tablo 8. Kontrol grubunun ön ve son-test puanları için ilişkili örneklem t-testi sonuçları

Test	Ort. (M)	SS	t	sd	p	η^2
Ön-Test	4.04	1.36	-15.859	22	.001*	.920
Son-Test	12.95	2.26				

*p < .05

Kontrol grubu da ön-testten son-teste anlamlı bir gelişme göstermiştir, bu durum büyük olasılıkla temel öğretim içeriğine maruz kalmalarından kaynaklanmaktadır. Ancak artış deney grubuna kıyasla belirgin şekilde daha düşüktür. Bu, geleneksel yöntemlerin performansı artırabileceğini, ancak 5E modelinin çok daha etkili öğrenme deneyimleri sağladığını düşündürmektedir.

Motivasyon Ön-Test Karşılaştırması (ANCOVA Gerekçelendirmesi)

Tablo 9. Motivasyon ön-test puanları için bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Grup	N	Ort. (M)	SS	t	sd	p	Cohen's d
Deney	24	3.92	.47	2.991	36.3	.004*	.88
Kontrol	23	3.37	.76				

*p < .05

Çalışmanın başlangıcında motivasyon açısından gruplar arasında, deney grubu lehine anlamlı bir fark gözlenmiştir. Bu başlangıç farkı, grupların motivasyon açısından denk olmadığını ve bu nedenle son-test karşılaştırmasında bu farkı istatistiksel olarak kontrol etmek için ANCOVA'nın (Kovaryans Analizi) kullanıldığını göstermektedir.

Motivasyon Son-Test Karşılaştırması (ANCOVA Sonuçları)

Tablo 10. Motivasyon son-test puanları için ANCOVA sonuçları (ön-test puanları kontrol edilerek)

Kaynak	Kareler Toplamı (KT)	sd	Kareler Ortalaması (KO)	F	p	η^2
Ön-Test (Kovaryant)	1.732	1	1.732	8.042	.007*	.154
Grup (Gruplar Arası)	1.210	1	1.210	5.621	.022*	.113
Hata	9.483	44	0.215			

*p < .05

Başlangıçtaki motivasyon farklılıkları istatistiksel olarak kontrol edildikten sonra, deney grubunun son-test motivasyon puanları, kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, 5E öğretim modelinin öğrencilerin fen bilimleri motivasyonu üzerinde orta düzeyde ve olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu analiz, başlangıçtaki motivasyon farklılıklarını izole ederek çalışmanın iç geçerliliğini güçlendirmektedir.

Fen Bilimleri Tutumları – Grup Karşılaştırmaları

Tablo 11. Fen bilimleri tutum ön ve son-test puanları için bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Ölçüm	Grup	N	Ort. (M)	SS	t	sd	p
Ön-Test	Deney	24	3.78	.62	.893	45	.377*
	Kontrol	23	3.65	.68			
Son-Test	Deney	24	3.85	.59	1.254	45	.216*
	Kontrol	23	3.63	.61			

*p > .05

Tartışma, Sonuç, Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu çalışmada 5E öğrenme modelinin 5. sınıf öğrencilerinin "Işığın Yayılması" konusundaki akademik başarı, fen bilimleri tutumları ve motivasyon düzeyleri üzerindeki etkisini incelenmiştir. Çalışmanın bulguları, beşinci sınıf "Işığın Yayılması" ünitesinin öğretiminde 5E öğrenme modelinin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarısını anlamlı derecede artırdığını göstermektedir. Grup içinde ve gruplar arasında elde edilen analizler deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna kıyasla daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur. Benzer şekilde 5E öğrenme modelinin fen başarısını arttırmada olumlu etkiler olduğunu ortaya çıkaran çalışmalarla (Çakır ve Güven, 2019; Avinç Akpınar ve Bayrakçeken, 2023) paralellik göstermektedir.

Çalışmada ayrıca 5E öğrenme modelinin öğrencilerin fen bilimleri öğrenimine yönelik motivasyonunu arttırdığı sonucu elde edilmiştir. Ön-test motivasyon puanlarının çok az bir farkla deney grubunun lehine olsa bile son-test ANCOVA sonuçları kontrol grubuna kıyasla deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı derecede bir etkiyi ortaya koymuştur. Bu sonuç, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin motivasyonlarında olumlu etkiye neden olduğunu göstermektedir. Literatür incelendiğinde bu sonuçlara ek olarak sorgulamaya dayalı bir öğrenme modeli olan 5E modelinin öğrencilerin derslere aktif katılımını, merak duygusunu, görev bilincini olumlu yönde etkilediğini belirten araştırmalar da göze çarpmaktadır (Tuan vd., 2005; Kaplan vd., 2021).

Fakat çalışmaya katılan ortaokul öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik tutumlarında 5E modelinin istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun tutumlar üzerinde kısa sürede öğretimsel modellerin etkisinin az olduğu veya olmadığı çalışmalarla tutarlıdır (Ekici, 2007; Kaynar, 2007; Yalçın, 2010). Bu çalışmanın altı haftalık uygulama sürecinin öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumları üzerinde bir etki oluşturmaya için yetersiz kalmış olabilir.

Uygulama sırasında beklenmedik bir sorun ortaya çıkmıştır: kontrol grubundaki öğrencilerin, deney grubunda kullanılan farklı öğretim yönteminden haberdar oldukları gayri resmi olarak gözlenmiştir. Bu durum hakkında



doğrudan bir veri toplanmamış olmasına rağmen bu farkındalığın kontrol grubunun motivasyonunu veya katılımını etkilemiş olması mümkündür. Bu durum, grupların müdahale boyunca bağımsız kalmamış olabileceği için çalışmanın iç geçerliliği için potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır. Bununla birlikte tüm öğretim prosedürlerinin planlandığı gibi takip edildiği ve uygulamanın sadakatinin izlendiği göz önüne alındığında, akademik başarıya ilişkin bulgular geçerliliğini korumaktadır.

Bu çalışmanın sonuçları, 5E öğrenme modelinin, ortaokul seviyesindeki fen bilimleri eğitiminin hem bilişsel hem de duyuşsal boyutlarını geliştirmek için etkili bir öğretim yaklaşımı olduğuna dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Özellikle, modelin, "Işığın Yayılması" ünitesinde öğrencilerin akademik başarısını hem grup içi hem de gruplar arası karşılaştırmalarda görüldüğü gibi, anlamlı bir şekilde artırdığı tespit edilmiştir. 5E modelinin yapılandırılmış ve sorgulamaya dayalı doğası, özellikle aktif katılım, uygulamalı deneyler ve iş birliğine dayalı öğrenmeye yaptığı vurguyla daha derin bir kavramsal anlamayı desteklemektedir.

Fen bilimleri motivasyonu açısından modelin başlangıç farklılıkları kontrol edildikten sonra orta düzeyde bir etkisi olduğu gözlenmiştir, ancak başlangıçtaki dengesizlik nedeniyle bulgular dikkatle yorumlanmalıdır. Bu bulgu, 5E modelinin döngüsel aşamaları (giriş, keşfetme ve açıklama) aracılığıyla öğrencilerin fen bilimleri öğrenimine olan ilgilerini ve duygusal katılımlarını sürdürmeye katkıda bulunduğunu düşündürmektedir. Bu sonuç, ortaokul yıllarında fen bilimleri ile ilgili derslerde motivasyon düşüşü yaşayan birçok öğrencinin olduğu bir dönemde özellikle önemlidir.

Öte yandan, çalışma 5E modelinin öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisini bulamamıştır. Bu sonuç ilk başta hayal kırıklığı yaratıcı görünse de tutum değişiminin karmaşıklığı ve uzun vadeli doğası dikkate alınmalıdır. Kısa süreli müdahaleler genellikle köklü inançları veya duyuşsal tepkileri değiştirmek için yetersiz kalmaktadır ve bu bulgu, fen bilimleri eğitiminde tutum gelişiminin sürdürülebilir ve çok yönlü yaklaşımlar gerektirdiği fikrini pekiştirmektedir.

Genel olarak, çalışma, özellikle fen bilimleri öğreniminde akademik performansı artırma ve motivasyonu teşvik etme konusunda 5E öğrenme modelinin pedagojik değerini doğrulamaktadır. Bu bulgular, fen bilimleri eğitimcileri, müfredat geliştiricileri ve ilk ve ortaokul seviyesindeki fen bilimleri öğretiminin etkililiğini artırmayı hedefleyen politika yapıcılar için özellikle önemlidir. Çalışmanın sınırlılıklarına rağmen, elde edilen kanıtlar, 5E modeli gibi yapılandırmacı öğretim çerçevelerinin günlük sınıf uygulamalarına entegrasyonunu desteklemektedir. Bunu yaparak, eğitimciler öğrencilerin bilişsel ihtiyaçlarına daha iyi yanıt verebilirken aynı zamanda meraklarını, katılımlarını ve fen bilimleri öğrenimindeki yeterlilik duygularını besleyebilirler.

Bu çalışmanın bulguları, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarısı ve motivasyonu üzerindeki etkileri hakkında değerli bilgiler sunsa da birkaç sınırlılığın dikkate alınması gerekmektedir:

ANCOVA, gruplar arasındaki motivasyon farkını istatistiksel olarak kontrol etmek için kullanılmış olsa da anlamlı bir ön-test farkının varlığı metodolojik bir sınırlılık olarak kalmaktadır. Bu dengesizlik, motivasyon bulgularının iç geçerliliğini etkilemiş olabilir.

Müdahale, altı haftalık bir süre boyunca yürütülmüştür. Bu nispeten kısa zaman dilimi, modelin öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumları gibi duyuşsal değişkenler üzerindeki potansiyel etkilerini sınırlamış olabilir. Daha uzun süreli müdahaleler farklı sonuçlar verebilir.

Uygulama aşamasında, kontrol grubundaki öğrencilerin deney grubunda yaşanan öğretim farklılıklarından haberdar oldukları gayri resmi olarak gözlenmiştir. Bu durum, istem dışı motivasyonel etkiler veya rekabetçi dinamikler yaratmış, potansiyel olarak sonuçları etkileyerek çalışmanın iç geçerliliğini tehdit etmiştir.

Çalışma, tek bir devlet okulundan 47 beşinci sınıf öğrencisi ile sınırlıdır. Bulgular bu bağlamda anlamlı olsa da farklı sınıf seviyeleri, okullar veya bölgeler dahil olmak üzere daha geniş popülasyonlara genellenemeyebilir.

Çalışma, sadece testler ve ölçekler aracılığıyla toplanan nicel verilere dayanmaktadır. Öğrenci görüşmeleri, sınıf içi gözlemler veya öğretmen yansımaları gibi nitel verilerin dahil edilmesi, 5E modelinin öğrenme ve motivasyonu nasıl ve neden etkilediği hakkında daha zengin bilgiler sağlayabilirdi.



Sağlam sınıfların deney ve kontrol grubu olarak seçimi, rastgele atamaya değil, okul lojistiğine dayalıdır. Eğitim ortamlarında yaygın olsa da bu yarı deneysel desen, grup denkliği ve seçme yanlılığı ile ilgili içsel riskler taşımaktadır.

Bu çalışmanın sonuçları ve sınırlılıklarına dayanarak, aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

Öğretmenler, özellikle kavramsal olarak soyut üniteler için 5E temelli ders planlarını fen bilimleri öğretimine dahil etmeyi düşünmelidir. Etkinlikler, motivasyonu sürdürmek ve anlamayı derinleştirmek için uygulamalı keşif, grup iş birliği ve gerçek dünya uygulamalarını içermelidir.

Eğitim programları, 5E gibi sorgulamaya dayalı modelleri standart müfredata entegre etmelidir. Materyaller, modelin beş aşamasını da destekleyecek şekilde tasarlanmalı ve öğretmenlerin bunları farklı sınıflara uyarlayabilmeleri için esneklik sağlamalıdır.

Tutumlar ve uzun vadeli öğrenme üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirmek için daha uzun müdahale süreleri uygulanmalıdır.

5E temelli öğretim sırasında motivasyonun nasıl ve neden değiştiğini daha iyi anlamak için nitel veriler (örneğin, öğrenci görüşmeleri, öğretmen gözlemleri) toplanmalıdır.

Genellenebilirliği artırmak için daha büyük ve daha homojen örneklemelerle randomize kontrollü denemeler yapılması önerilir.

Gelecek çalışmalar, iç geçerliliği korumak için deney ve kontrol grupları arasındaki etkileşimi önlemek adına önlemler almalıdır.

References

- Abungu, H. E., Okere, M. I. O., & Wachanga, S. W. (2014). The effect of science process skills teaching approach on secondary school students' achievement in chemistry in Nyando District, Kenya. *Journal of Educational and Social Research*, 4(6), 359–372.
<http://dx.doi.org/10.5901/jesr.2014.v4n6p359>
- Alkan, İ., & Bayri, N. (2017). A meta-analysis study on the relationship between motivation towards learning science and science achievement. *Journal of Ziya Gökalp Education Faculty of Dicle University*, 32, 865–874.
<http://dx.doi.org/10.14582/DUZGEF.1853>
- Avinç Akpınar, İ., & Bayrakçeken, S. (2023). 5E öğrenme modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının çözümler konusundaki başarılarına etkisi. *Journal of University Research*, 6(3), 257-263.
<https://doi.org/10.32329/uad.1269578>
- Bahadır, F., & Dikmen, M. (2022). The effect of 5E learning model on students' academic achievement: A meta-analysis study. *Istanbul Aydın University Journal of Social Sciences / İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(4), 532–552. https://doi.org/10.17932/IAU.IAUSBD.2021.021/iausbd_v14i4004
- Başkan, Z., Alev, N., & Karal, İ. S. (2010). Physics and mathematics teachers' ideas about topics that could be related or integrated. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1558–1562.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.235>
- Bruner, J. S. (1961). *The act of discovery*. Harvard University Press.
- Bybee, R. W. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Biological Sciences Curriculum Study.
- 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, effectiveness, and applications*. Biological Sciences Curriculum Study.
- Chhatoi, S. K.; Sahoo, B. & Sahoo, B. C., (2025). Effect of 5e model in teaching learning process in science at elementary level. *International Journal of Research in Education Humanities and Commerce*, 6(1).
<https://doi.org/10.37602/IJREHC.2025.61468>
- Coştu, B., & Ayas, A. (2002). The effect of conceptual change text and conceptual change strategies on students' conceptual understanding of chemical equilibrium. *Journal of Turkish Science Education*, 1(2), 57–62.
- Çakır, N. K., & Güven, G. (2019). 5E öğrenme modelinin akademik başarıya ve fen bilimleri dersine yönelik tutuma etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48 (2), 1111-1140.
- Demir, M., Demir, H., & Önder, F. (2012). Students' motivation in science learning: A case of seventh graders. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 89–105. <https://dergipark.org.tr/en/pub/maeuefd/article/205986>
- Dikici, A., Türker, H. H., & Özdemir, G. (2010). 5E öğrenme döngüsünün anlamlı öğrenmeye etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 3(39), 100-128 <http://egitim.cu.edu.tr/efdergi>
- Ekici, F. (2007). *Yapılandırmacı yaklaşıma uygun 5E öğrenme döngüsüne göre hazırlanan ders materyalinin lise 3. sınıf öğrencilerini yükseltgenmeindirgenme tepkimeleri ve elektrokimya konularını anlamalarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi.
- Fortus, D., & Vedder-Weiss, D. (2014). Measuring students' continuing motivation for science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(4), 497-522. <https://doi.org/10.1002/tea.21136>
- Irak, M. (2019). *5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Işığın Yayılması Ünitesine Yönelik STEM Uygulamalarının Akademik Başarı ve STEM'e Karşı Tutum Üzerine Etkisinin İncelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi.
- Kahraman, E. & Doğan, A. (2020). STEM temelli uygulamaların ortaokul öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisi. *Turkish Studies - Education*, 15(4), 2691-2708.
<https://dx.doi.org/10.47423/TurkishStudies.42898>

- Kaynar, D. (2007). *5 aşamalı (5e) öğrenme evresi yaklaşımının 6.sınıf öğrencilerinin hücre kavramını anlamalarına, fen bilgisi dersine olan tutumlarına ve epistemolojik inançlarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Kong, Y. T., & In-Cheol, J. (2014). The effect of subject based STEAM activity programs on scientific attitude, self efficacy, and motivation for scientific learning. *International Information Institute (Tokyo). Information, 17*(8), 3629.
- Kozcu Çakır, N., & Güven, G. (2019). Effect of 5E learning model on academic achievement and attitude towards the science course: A meta-analysis study. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 48*(2), 1111-1140. <https://doi.org/10.14812/cuefd.544825>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. İçinde S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (ss. 831–879). Lawrence Erlbaum.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.* The National Academies Press.
- Öner, Y. E., & Yaman, S. (2020). The effect of simulation and animation supported 5E model on science achievement and motivation of prospective classroom teachers. *Turkish Journal of Primary Education, 5*(2), 183-193. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1391261>
- Özsevgeç, T. (2006). The effect of drawing method supported instruction on students' learning and retention of chemical concepts. *Journal of Turkish Science Education, 3*(1), 55–66.
- Popper, K. (2002). *The logic of scientific discovery.* Routledge.
- Sevim, B. (2013). Preservice teachers' misconceptions about force and motion. *Journal of Turkish Science Education, 10*(3), 54–64.
- Selçuk, Ş., Ünsal, Y., & Ergin, Ö. (2015). Investigation of the effect of conceptual change texts on students' learning of light propagation. *Journal of Educational Research, 18*(1), 23–39.
- Park, S. J., & Yoo, P. K. (2013). The effects of the learning motive, interest and science process skills using the 'Light' unit on science-based STEAM. *Journal of Korean Elementary Science Education, 32*(3), 225-238.
- Polanin, J. R., Austin, M., Taylor, J. A., Steingut, R. R., Rodgers, M. A., & Williams, R. (2024). Effects of the 5E Instructional Model: A Systematic Review and Meta-Analysis. *AERA Open, 10*. <https://doi.org/10.1177/23328584241269866>
- Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education, 27*(6), 639–654.
- Uzun, S., & Keleş, E. (2010). Examining science learning motivation in terms of some variables. *Kırşehir Journal of Education Faculty, 11*(3), 113–127.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Harvard University Press.
- Yalçın, E. (2010). *5E öğrenme yönteminin 8. sınıf öğrencilerinin yaşamımızdaki elektrik konularını anlamalarına ve fen'e yönelik tutumlarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Yeşilyurt, M., Bayraktar, Ş., Kan, S., & Orak, S. (2005). İlköğretim öğrencilerinin ışık kavramı ile ilgili düşünceleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*(1), 1–24.