

THE EFFECT OF THE STEM APPROACH BASED ON THE 5E MODEL ON ACADEMIC ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC PROCESS SKILLS: THE TRANSFORMATION OF ELECTRICAL ENERGY¹

Sevgi İZGİ

*Teacher, Mersin Arpaçbahşiş Atatürk Ortaokulu, Turkey, sevgiboz@outlook.com
ORCID: 0000-0003-4569-3616*

Serpil KALAYCI

*Dr., Hatay Mustafa Kemal University, Turkey, skalayci@mku.edu.tr
ORCID: 0000-0001-9613-3390*

Received: 11.08.2020

Accepted: 30.11.2020

Published: 15.12.2020

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the effect of instructional design applications prepared in accordance with the Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) approach based on the 5E model in the subject of "Electrical Energy" unit "Electrical Energy Conversion" on the academic achievement and scientific process skills of 7th grade students. The research was carried out with a mixed research design. In the quantitative dimension of the study, quasi-experimental design with pretest-posttest control group was used. In teaching the subject of "Conversion of Electric Energy" to the experimental group, the lesson plans prepared according to the STEM approach based on the 5E learning model, and the control group was taught with the methods and plans foreseen by the current curriculum. As a data collection tool; before and after the application, "Achievement Test on Conversion of Electrical Energy" (ATCEE), "Scientific Process Skills Test (SPST)" and semi-structured "Student Opinion Form for STEM Applications" were applied to both groups. According to the results obtained from the research; it was determined that there is a statistically significant difference in favor of the experimental group between the ATCEE and SPST post-test scores of the groups whose pre-test scores are equivalent. The calculated Cohen's d value expresses the large effect size. According to the qualitative data obtained from the experimental group students, the students stated that their interest in the lesson increased, they learned with pleasure and they wanted STEM applications to be included in other lessons. As a result, it was determined that the instructional design applications prepared according to the STEM approach based on the 5E model were more effective in increasing the academic achievement of students and improving their scientific process skills compared to the teaching method envisaged by the current program.

Keywords: STEM, 5E, academic achievement, scientific process skills.

¹ This research is derived from the first author's Master's thesis.

INTRODUCTION

Until a few centuries ago, the power and development indicator of countries was the agricultural lands, but this situation has changed as countries that have or can reach underground resources with the industrial revolution. Industrialization has started with the increase in human needs day by day. With the industrial revolution, the use of steam powered machines increased, and mass production started with the invention of electricity. Economic competition between countries has gradually increased and this situation has brought technology production. In 1957, Soviet Russia's launching Sputnik, the first artificial satellite, and successfully orbiting it, led it to a leading role in space science and technology. After this event, in 1958, the United States of America (USA) established the national aviation and space agency under the name of NASA (National Aeronautics and Space Administration) responsible for space research. Kennedy, who served as the President of America during the establishment of NASA, emphasized that America should be ahead of other countries in the fields of science, technology, engineering and mathematics. With these developments, STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education has emerged (Demirci Güler, 2017; Yıldırım, 2016). There are two main reasons for the emergence of STEM education in the USA. The first of these; The decrease in the interest of US students in science, technology, mathematics and engineering fields is; The USA does not want to stay behind other countries in terms of science and technology in the international platform (Yıldırım & Türk, 2018).

STEM education; it is an educational approach that aims to enable students to identify problems with an interdisciplinary approach at all levels from pre-school to higher education by integrating the disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematics, and to produce practical and applicable solutions to these problems (Gonzalez & Kuenzi, 2012). STEM education encourages inquiry-based learning by revealing the curiosity that students have. The aim of STEM education is to train creative leaders with 21st century skills (P21, 2015). STEM education; aims to improve the creativity and productivity skills of students, use the information they have learned and transform them into an original product, thus contributing to the scientific, technological and economic development of countries (Bybee, 2010; Daugherty, 2009; Gonzalez & Kuenzi, 2012). Learning by doing-living-experiencing is essential in STEM education, students gain skills to work both individually and in groups (Çorlu et al., 2012).

The 5E teaching model, which was developed by Roger Bybee and consists of five stages, is one of the most useful forms of constructivist theory applied in the teaching process (Keser, 2003). Each E in Model 5E represents a stage. These stages are; engagement, exploration, Explanation, Elaboration and Evaluate (Bybee, 1989; Carin & Bass, 2005). The 5E model is the most useful teaching model suitable for the experimental activities of the Science course (Çepni, Akdeniz & Keser, 2000).

Within the scope of STEM education, it is considered an important move to use and integrate the 5E learning model in order to help students reveal their engineering design processes, to structure STEM disciplines in a

way that they can relate to each other and to transfer the knowledge they have learned to problems in daily life. For this purpose, the 5E learning model is one of the best methods to apply STEM education (Selvi and Yıldırım, 2018). The stages of integration of the 5E learning model into STEM education are indicated in Table 1 (Yıldırım, 2018);

Table 1. Stages of Integration of 5E Learning Model to STEM Education

Engagement Stage	The entrance to the class is made with various activities such as posters, posters and videos that will attract the attention and attention of the student.
Exploration Stage	It is the stage where students question the concepts and relationships that they were curious about in the previous stage. At this stage; the teacher encourages and guides the student to research.
Explanation Stage	It is the stage where the student makes sense of the questions he / she creates in his mind. At this stage, students are taught information about the subject. In the previous step, the questions he created in his mind are answered.
Elaboration Stage	Establishes a relationship between the information obtained by the students as a result of their research and observations at the exploratory stage and the laws and theories they have learned at the explanation stage. They try to find solutions for similar problems by synthesizing information. Relationships are established with other STEM disciplines at the stage where STEM integration is achieved and the subjects of these disciplines are taught to students.
Evaluate Stage	In addition to the process and product evaluation, it is checked whether the students learned the subject or not.

In the 21st century we are in, science and technology are changing rapidly. It is important that we are able to train our students, who will shape the future, in order to Turkey develop by capturing this change and compete with modern civilizations. The main purpose of education and training activities in schools is to provide students with skills that will prepare them for life and the business world. Science education has an important role in the acquisition of these skills through the educational process. Science education; enable students to think scientifically, critically and innovatively, to be information, communication and technology literate, to solve complex problems and to work in harmony with others; In summary, it aims to train them to be equipped with 21st century skills (MoNE, 2017).

The investigative nature of science encourages science and scientific thinking. Scientists in their research to reach information and create scientific knowledge; It focuses on thinking, analyzing and reflection skills (Bağcı Kılıç et al., 2008). Our education system aims to enable students to recognize and define the problems they encounter in the environment they live in, and to develop solutions to these problems. These competencies can be taught to students by gaining scientific process skills (Aktamış & Ergin, 2007). In order to create scientific thinking and to produce scientific knowledge, it is very important to equip all students with scientific process skills in a quality manner (Bağcı Kılıç, 2002). STEM education, in which students can actively participate in developing their scientific process skills, provides a learning environment and enables students to find solutions to real-life problems by bringing together different disciplines, plays an important role. It is thought that

students will be able to acquire the scientific process skills they need to discover and develop their own abilities through STEM education (Akin, 2019).

In the literature, it has been observed in different studies conducted with STEM applications that students increase their success and improve their skills (Ceylan, 2014; Cotabish et al., 2013; Guzey et al., 2014; Han et al., 2014; Hansen & Gonzalez, 2014; Irkıcatal, 2016; Koç, 2017; Kurt & Park, 2011; Olivarez, 2012; Salman Parlakay, 2017; Strong, 2013; Wosu, 2013; Yasak, 2017; Yıldırım & Altun, 2015; Yıldırım & Selvi, 2017). Strong (2013) stated that one of the most important dimensions of STEM education is the development of students' scientific process skills. Cotabish et al. (2013) stated in his study that STEM education enables the development of scientific process skills. In his research, Tabar (2018) examined the studies on STEM in Turkey and identified "success" and "scientific process skills" as under-studied variables. Only a small part of the research on teacher development in the literature has been linked to student achievement as an output (Wilson, 2011). In this context, in this study, in which the contributions of STEM applications based on 5E model in the Science course will be investigated, activities were created by aiming to integrate the fields of Science, Technology, Engineering and Mathematics while dealing with the subject of "Transformation of Electrical Energy" of the unit of "Electrical Energy". It is thought that students will learn the concepts related to the subject better, increase their success and improve their scientific process skills by using the skills of problem solving, productivity, responsibility and design by making use of 4 different disciplines of STEM fields and associating the subject of "Electrical Energy" with the events of daily life. The effect of STEM applications based on the 5E model on "Electrical Energy" on the academic achievement of 7th grade students and their scientific process skills was investigated. In addition, students' opinions about STEM applications performed to support quantitative data were also taken. It is thought that the research will be a resource for educators, academicians and teachers in this field.

METHOD

In this study, quantitative and qualitative data were collected together as it was desired to reveal all aspects of STEM applications based on the 5E learning model carried out in the teaching of the subject of "Transformation of Electrical Energy" and to strengthen the research results. In this context, this research was carried out with a mixed research design. The combination of quantitative and qualitative approaches reveals the researched situation in various aspects by providing a more holistic understanding of the solution of research problems compared to using both approaches alone (Creswell, 2006; Davies, 2000). In this study, explanatory sequential design model, which is one of the mixed research design models, was used. In this design model, quantitative data are collected first and then quantitative data are supported with the collected qualitative data (Cresswell, 2006).

In the quantitative dimension of the research; a quasi-experimental design with pretest-posttest control group among quantitative analysis methods was used. In the research; a secondary school located in the city center

of Mersin Provincial Directorate of National Education, two equal branches from 7th grade branches were matched as academic achievement and one of them was randomly determined as the experimental group. In teaching the subject of "Conversion of Electrical Energy", the lesson plan prepared according to STEM applications was taught to the experimental group, and the lesson was taught with the method and plan stipulated by the 2017 Science lesson curriculum for the control group.

In the qualitative dimension of the research; a semi-structured "Student Opinion Form for STEM Applications" was applied to the experimental group students in order to determine their views on STEM applications in teaching the subject of "Transformation of Electrical Energy". The experimental model of the research is shown in Table 2.

Table 2. Experimental Model of the Research

Groups	Pre-test	Application	Post-test
Experimental group	<ul style="list-style-type: none">• Achievement Test• Scientific Process Skills Test	STEM Applications based on 5E learning model	<ul style="list-style-type: none">• Achievement Test• Scientific Process Skills Test• Student Opinion Form for STEM Applications
Control Group	<ul style="list-style-type: none">• Achievement Test• Scientific Process Skills Test	Suitable Lesson plan of 2017 Science Curriculum	<ul style="list-style-type: none">• Achievement Test• Scientific Process Skills Test

Sample of Study

The research group consists of seventh grade students studying at a secondary school in Mersin in the spring semester of the 2017-2018 academic year. The sample of the study consists of 2 randomly selected branches. Convenient sampling method; It is the method of selecting paired units (branches) that are accessible and easy to apply due to the existing limitations (Büyüköztürk et al., 2016). After these two branches selected by appropriate sampling, 25 students in the control group and 25 students in the experimental group were randomly determined. 26 of these students are female and 24 are male students.

Data Collection Tools

The data collection tools of this research; "Achievement Test on Conversion of Electrical Energy (ATCEE)", "Scientific Process Skills Test (SPST)" and "Student Opinion Form for STEM Applications".

Achievement Test on Conversion of Electrical Energy (ATCEE)

In the study, in order to measure the academic achievement of the students before and after the application, the ATCEE was developed by the researchers. The validity and reliability studies of this test were conducted in the spring term of 2016-2017. The scope of the academic achievement test developed is limited to the achievements in the learning areas of "Transformation of Electrical Energy" included in the "Electrical Energy"

unit in the middle school 7th grade 2017 Science course curriculum. Objectives and achievements regarding the subject of Conversion of Electric Energy were taken from the Science course curriculum (MoNE, 2017). The use of charts in the preparation of academic achievement tests is important in terms of representing the unit. (Yıldırım, 2016). The acquisitions of the prepared questions are classified according to Bloom Taxonomy and are shown in Table 3.

Table 3. Indication Table of ATCEE Acquisitions

Lesson Acquisitions	Cognitive Domain Steps	Question No
A.8.7.3.1. It gives examples of applications where electrical energy is transformed into heat, light and motion energy.	Conception	2, 5, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 19, 20, 30
A.8.7.3.2. Designs a model based on the conversion of electrical energy into heat, light or motion energy.	Application	1, 3, 9, 21, 23, 26
A.8.7.3.3. Explain how electrical energy is produced in power plants.	Conception	14, 15, 17, 18, 22, 24, 25, 29
A.8.7.3.4. It generates ideas about the advantages and disadvantages of power plants.	Synthesis	28, 32, 33, 34, 35
A.8.7.3.5. Discusses the importance of the conscious and economical use of electrical energy for family and country economy.	Evaluate	27, 37, 38, 41, 42, 43
A.8.7.3.6. It takes care to use electricity economically in homes.	Application	31, 36, 39, 40, 44

The researcher prepared a total of 44 multiple-choice questions, including at least 5 questions about each acquisition, in order to ensure content validity, including the acquisitions in the learning areas of “Transformation of Electric Energy”. Distracting options for multiple choice questions; it was created by scanning the literature and identifying the misconceptions of the students on their exam papers in the last academic year. During the process of creating test items, they were discussed with the science teachers according to the assessment and evaluation criteria. The test-item was examined by 2 Turkish teachers in order to determine its compatibility with spelling rules and grammar rules and necessary corrections were made. In order to ensure the content and structure validity of the test items, the opinion of an expert academician was taken and necessary corrections were made.

In order to be able to calculate the validity and reliability of the test, ATCEE was administered to 217 8th grade students in two different secondary schools with almost the same qualifications in the district of Antakya in Hatay province. As a result of the analysis made on the 44-question achievement test, the test was finally reduced to 24 items. The average item discrimination is 0.46; the average item difficulty was calculated as 0.57 and the KR-20 value as 0.89. It can be said that the scale developed in this direction is of medium difficulty and has high discrimination power and reliability (Tekindal, 2009).

Scientific Process Skill Test (SPST) for secondary school students

The test, originally developed by Smith and Welliver (1994) and adapted to Turkish by Aktaş (2016), aimed to measure the scientific process skill levels of secondary school 6th, 7th and 8th grade students. The KR-20 reliability coefficient of the Scientific Process Skill Test (SPST), which consists of 50 multiple-choice items, was found to be 0.93 by Aktaş (2016). Thus, it can be said that this scale is quite reliable and valid.

Student opinion form for STEM applications

In order to complement and support the quantitative data obtained in the study, a semi-structured "Student Opinion Form for STEM Applications", consisting of four open-ended questions, was prepared by the researchers. The extent to which the assessment tool represents the opinions of middle school 7th grade students on STEM applications was determined by consulting an expert's opinion, the content and appearance validity were also checked, and the final form of the form was formed after the necessary arrangements were made. The "Student Opinion Form on STEM Applications" was administered to the experimental group students after the activities. The questions on the "Student Opinion Form for STEM Applications" are listed below;

1. Did STEM applications help you understand the topic of "Transformation of Electrical Energy?" Explain your thoughts on this subject in detail.
2. How did the STEM applications integrated into the subject of "Transformation of Electrical Energy" affect the interest and desire for the Science course? Explain your thoughts on this subject.
3. Would you like STEM applications to be included in other courses? Explain your thoughts on this subject in detail.
4. What are the positive and negative aspects of STEM applications? Explain your thoughts on this subject in detail.

The Application Process of the Study

The application process of the research took 6 weeks. The lessons were carried out by the researcher with the control group, teaching based on the current Science textbook, and with the experimental group, with the STEM approach based teaching based on the 5E model. Since group work will be done while the lesson is being taught with the activities, the desks and the classroom suitable for group work were arranged before the application.

First week; ATCEE and SPST pre-tests were applied to the experimental and control groups. Paying attention to the students' level of success in the past semester, heterogeneous within themselves and homogeneous between groups, four groups were formed and duties and responsibilities were given. The students were informed about the STEM applications lesson plan to be followed in the teaching of the subject and the

learning-teaching environment was organized. Discussion was made on the lesson plan prepared on the basis of STEM applications. STEM activities were introduced with a sample plan. It was explained to the students that they would work with a group worksheet and do individual research according to the information-based life problem on the worksheet. Later, it was stated that each group would fill in the group worksheets and make their designs in line with the individual researches.

Second, third, fourth and fifth week; The integrated STEM lesson plan and the lesson plan prepared in accordance with the program envisaged by the current program were applied to the experimental and control groups. 2 different STEM activities planned for the experimental group (Implementation of the Efficiency from Wind to Electricity and Implementation of the Power Plants Investment Plan Activity) were completed within the framework of the plan. During the application, textbooks, smart board applications, EBA platform and various websites were used. In addition, the students continued their individual research outside the school, made informal learning from their families and friends and shared their experiences at school. The students presented their products to their classmates and the product was evaluated.

Sixth week; ATCEE and SPST post-test applications were made to the experimental and control groups. The “Student Opinions Form for STEM Applications” was applied to the experimental group students and the application was completed in this way.

Data Analysis Techniques

The quantitative data obtained in the study were analyzed using the SPSS 22 statistical program. Shapiro-Wilk test (Shapiro & Wilk, 1965) can be used in determining whether a data group has a normal distribution or not, if the number of data is less than 35. In this study, Shapiro-Wilk Test results and skewness-kurtosis values were examined in order to determine whether the data obtained from ATCEE and SPST are suitable for normal distribution (Table 4).

Table 4. ATCEE and SPST Normality Results

	N	Kurtosis	Skewness	Statistics	df	p
Experiment pre ATCEE	25	-.909	-.040	.962	25	.452
Experiment post ATCEE	25	-.409	-.547	.961	25	.441
Control pre ATCEE	25	-.536	.216	.943	25	.170
Control post ATCEE	25	-.707	-.401	.946	25	.200
Experiment pre SPST	25	-.687	-.168	.937	25	.123
Experiment post SPST	25	-.946	-.209	.929	25	.081
Control pre SPST	25	-1.083	.279	.957	25	.360
Control post SPST	25	-1.188	.134	.951	25	.264

According to the results obtained from Table 4, it was determined that the data collected for ATCEE and SPST scales showed normal distribution, and parametric tests were applied in the analysis of the data obtained from the experimental and control groups (Shapiro & Wilk, 1965). In order to get the students’ views about STEM

applications, the "Student Opinion Form on STEM Applications" was applied to the experimental group students as a post-test and analyzed by the researcher. Content analysis was performed in the analysis of the qualitative data obtained from the students' answers. Content analysis; It is a method that aims to simplify texts in large volumes consisting of many words by sieving them in a systematic way and as a result, aiming to predict (Stemler, 2001). The analysis of qualitative data was carried out by the researchers separately. A 90% reliability was achieved by using Miles and Huberman's formula (Reliability = consensus / consensus + dissidence) (Miles & Huberman, 1994).

FINDINGS (RESULTS)

Since the ATCEE scores showed normal distribution, the independent groups' t-test, which is a parametric test, was used to compare the pretest academic achievement scores of the experimental and control group students. Independent groups' t-test analysis results to determine whether there is a difference between ATCEE pre-test scores are given in Table 5.

Table 5. Independent Groups t-test Analysis Result of Pre-test Scores of ATCEE

	Groups	N	\bar{X}	sd	df	t	p
Pre Test	Experiment	25	3.52	1.56	48	1.56	0.13
	Control	25	2.84	1.52			

The maximum score for ATCEE is 24.

When Table 5 is examined, it is seen that there is no statistically significant difference between the ATCEE pre-tests of the experimental and control groups. ($t = 1.56; p > 0.05$). According to these results, since there is no statistically significant difference between the ATCEE pre-tests of the students in the experimental and control groups, it can be assumed that the students' prior knowledge on "Conversion of Electrical Energy" is at a similar level before starting the research.

Then, in order to see whether the teaching method applied to the experimental and control groups was effective in terms of academic achievement, the ATCEE pre-test and post-test scores of the experimental and control groups were examined using the correlated sample t-test technique. The findings obtained are given in Table 6.

Table 6. Correlated Sample t-test Analysis Results of ATCEE Pre and Post Test Scores of Experimental and Control Groups

Groups	Tests	N	\bar{X}	sd	df	t	p
Experiment	ATCEE pre test	25	3.52	1.56	24	-174.44	.00*
	ATCEE post test	25	21.76	1.69			
Control	ATCEE pre test	25	2.84	1.52	24	-22.1	.00*
	ATCEE post test	25	17.28	4.69			

* $p < .05$

According to the related sample t-test results, it is seen that there is a statistically significant difference between the experimental group ATCEE pre-test and post-test scores ($p < .05$, Table 6). This difference is in favor of the posttest averages. Therefore, it can be said that STEM applications contribute positively to the academic achievement of students. When the related sample t-test results of ATCEE pre-test and post-test scores of the control group are examined, it is seen that there is a significant difference ($p < .05$). It can be said that the method envisaged by the current program applied to the control group contributed positively to the academic achievement of the students.

It is normal for a significant difference to occur between the pre-test and post-test ATCEE in the experimental group and the control group. Because, before the research, a pre-test was applied to the experimental and control groups about a subject they generally did not know. After the research, both groups were taught, albeit with different teaching practices, and the students learned the subject. At this point, the important thing is to determine which of the differentiation detected in the experimental and control group students is more effective.

At the end of the research, in order to determine which method is more effective in terms of academic achievement, independent groups' t-test analysis was performed on the ATCEE posttest scores of the experimental and control groups. The findings obtained are given in Table 7.

Table 7. Independent Groups t-test Analysis Result of Post-Test Scores of ATCEE

	Groups	N	\bar{X}	sd	df	t	p	Effect size
Post Test	Experiment	25	21.76	1.69	48	4.49	.00*	1.27
	Control	25	17.28	1.68				

* $p < .05$

When Table 7 is examined, it is seen that the mean ATCEE post-test of the students in the experimental group is 21.76 and the standard deviation is 1.69. It was determined that the mean of the students in the control group in the post-test was 17.28 and the standard deviation was 1.68. As a result of the calculations, t value was found to be 4.49. Since $p < 0.05$, it is seen that there is a statistically significant difference between the ATCEE post-test scores of the experimental and control group students, this difference is in favor of the experimental group.

The effect size is an indicator of the practical significance of the data obtained as a result of the research (Özsoy & Özsoy, 2013). The effect size explains the difference between the effects of the methods applied in the experimental and control groups. Cohen's d value was calculated for the ATCEE post-test scores of the experimental and control group students and was found to be 1.27 (Cohen, 1988). This value expresses the large effect size of the STEM lesson plan applied to the experimental group.

In order to determine whether there is a difference between the SPST pre-test scores of the students in the experimental and control groups, an independent groups' t-test analysis was performed on the SPST pre-test scores, and the findings are shown in Table 8.

Table 8. Independent Groups t-test Analysis Result for SPST Pre-test Scores

	Groups	N	\bar{X}	sd	df	T	p
Pre Test	Experiment	25	16.4	5.51	48	.756	.621
	Control	25	15.2	5.72			

The maximum score for "SPST" is 50.

When the scores obtained from the "Scientific Process Skills" test of the students in the classes in which the current program envisaged by the current program of the Middle School 7th grade Science course are examined, it is seen that there is no statistically significant difference between the SPST pre-tests of the experimental and control groups. ($t = 0.756; p > .05$). According to these results, it can be assumed that the SPST results of the students in the experimental and control groups before starting the research are at the same level.

In order to see whether the teaching method applied to the experimental and control groups was effective in terms of scientific process skills, the SPST pre-test and post-test scores of the experimental and control groups were analyzed using the correlated sample t-test technique. The SPST pre-test and post-test scores of the experimental and control groups, the associated sample t-test technique results are given in Table 9.

Table 9. Correlated Sample t-test Analysis Results of Experimental and Control Groups' SPST Pre and Post Test Scores

Groups	Tests	N	\bar{X}	sd	df	T	p
Experiment	SPST pre test	25	16.40	5.50	24	28.05	-.00*
	SPST post test	25	23.52	4.62			
Control	SPST pre test	25	15.20	5.71	24	-4.30	.00*
	SPST post test	25	16.24	6.43			

* $p < .05$

According to the related sample t-test results, it is seen that there is a statistically significant difference between the experimental group SPST pre-test and post-test scores ($p < .05$). This difference is in favor of the posttest averages. Therefore, it can be said that STEM applications improve students' scientific process skills. When the related sample t-test results of SPST pre-test and post-test scores of the control group are examined, it is seen that there is a significant difference ($p < .05$). It can be said that the method envisaged by the current program applied to the control group improves the scientific process skills.

The reason for detecting a statistically significant difference between the experimental and control group SPST pre-test and post-test scores may be the subject of "Conversion of Electric Energy" that was taught. Both in the

experimental group in which STEM applications were carried out and in the control group where the method stipulated by the current program was applied; It can be thought that the activities carried out for the teaching of the subject improve the psychomotor and cognitive abilities of the students. SPST posttest scores were examined to determine which method was more effective in developing scientific process skills. Independent groups' t-test analysis was performed for the SPST post-test scores, and the findings are given in Table 10.

Table 10. Independent Groups t-test Analysis Results for SPST Post-Test Scores

	Groups	N	\bar{X}	sd	df	t	p	Effect size
Post test	Experiment	25	23.52	4.63	48	4.59	.00*	1.29
	Control	25	16.24	6.44				

* $p < .05$

When the SPST posttest analysis results in Table 10 were examined, it was seen that there was a statistically significant difference between the averages of the posttest scores obtained ($t = 24.59$; $p < 0.05$). This difference is in favor of the experimental group. It can be said that the students in the experimental group in which STEM applications were applied developed more scientific process skills than the students in the control group. Cohen's d value was calculated for the SPST post-test scores of the experimental and control group students and was found as 1.29. This value expresses the large effect size of the STEM lesson plan applied to the experimental group.

Findings Regarding Interview Questions

The "Student Opinions Form for STEM Applications" consisting of four open-ended questions was applied to the students. In the interview form, the question of "STEM applications; did it help you understand the subject of Transformation of Electrical Energy?" are shown the frequency and percentage values in Table 11.

Table 11. Frequency Values of Students' Answers to the First Open-ended Question

Category	Opinion	f
They who answered as "Yes"	STEM applications helped me understand the topic of "Transformation of Electrical Energy".	18
	I did a lot of research, and as I did, I learned new and interesting information	8
	STEM applications have helped me a lot to understand the topic of "Transformation of Electrical Energy".	4
	Doing research with STEM applications helped me understand the subject.	3
	STEM applications have helped me a bit to understand the topic of "Transformation of Electrical Energy".	3
	Showing something in a practical way was more effective than telling.	2
	I learned the subject of "Transformation of Electrical Energy" with pleasure.	1
They who answered as "No"	No, it didn't.	2

92% of the students answered "yes" to the first question. 72% of the students answered "It helped me understand", 16% said "It helped me understand a lot", 12% "helped me understand a little", 12% said "doing research helped me understand the subject". 32% of the students stated that "they do research and learn new and interesting information as they do". 8% of the students stated that "showing something in a practical way was more effective than telling", 4% stated that "they learned the subject with pleasure". 8% of the students answered "no".

The second question of the student views form on STEM applications, "How did the STEM applications integrated into the subject of Conversion of Electrical Energy affect the interest and desire for the Science course?" are shown the frequency and percentage values in Table 12.

Table 12. The Frequency Values of Students for the Answers to the Second Open-ended Question

Category	Opinion	<i>f</i>
Positive affect	STEM Applications integrated into the subject of "Transformation of Electrical Energy" increased my interest and enthusiasm for the Science course.	10
	The STEM Applications integrated into the subject of "Transformation of Electrical Energy" positively affected my interest and enthusiasm for the Science course.	6
	That was so fun.	4
	It drew my attention.	4
	I would like it more if it was tricky.	2
	It helped me love the lesson.	2
	I gave importance to the lesson with more effort.	1
	It completely changed my perspective.	1
Not to affect	It didn't affect my interest and enthusiasm, because I already liked science classes.	3

Note: Since a student can express more than one opinion, the total number of statements is more than the number of students participating in the research.

While 88% of the students answered "yes" to the second question, 12% answered "No, it did not affect my interest and desire, because I already liked the Science course". 40% of the students stated that "STEM applications increase their interest and desire for the Science course", 24% of them "STEM applications positively affect their interest and desire in the Science course". 16% of the students stated that "they find STEM applications fun", 16% of them "attracted their attention". 8% of the students stated "it helped me to love the lesson", 4% "I gave importance to the lesson by trying harder", and 4% stated that "they completely changed their perspective". 8% of the students answered "I would like it more if it was challenging". Based on these answers, it has been shown that students' efforts towards reaching information in inquiry-based teaching increase their interest in the course.

The third question of the feedback form was “Would you like STEM applications to be included in other lessons?” are shown the frequency and percentage values in Table 13.

To the third question, 92% of the students answered “yes” and 8% “no”. 20% of the students stated that “STEM applications arouse curiosity and increase the interest in other lessons”, 16% stated that “STEM applications make the lesson fun”. 12% of the students stated that “STEM applications will understand other lessons more easily”, 8% “are related to other courses”, 8% “will increase friendship solidarity”, 4% “STEM applications are both imagination and designing” stated that their increased their ability. 4% of the students replied, “If STEM applications are implemented in other courses, we can now love a lesson we do not like”.

Table 13. The Frequency Values of the Answers Given by the Students to the Third Open-ended Question

Category	Opinion	f
They who answered as "Yes"	I wish STEM applications were included in other courses.	23
	I think that STEM applications will arouse curiosity and increase interest in other courses.	5
	STEM applications make the lesson fun.	4
	We understand the lesson more easily.	3
	I think STEM applications are related to other courses.	2
	Friend solidarity increases.	2
	STEM applications increase both the imagination and the ability to design.	1
	If STEM applications are applied in other lessons, we can now love a lesson we do not like.	1
They who answered as "No"	No, no need.	2

Note: Since a student can express more than one opinion, the total number of statements is more than the number of students participating in the research.

The fourth question of the opinion form, "What are the positive and negative aspects of STEM applications?" are shown the frequency and percentage values in Table 14.

When asked about the positive and negative aspects of STEM applications, 28% of the students stated that they do not think there is a negative aspect. 36% of the students “STEM applications helped me to understand the lesson better”, 32% “makes the lesson interesting and intriguing”, 24% “the lesson is more enjoyable”, 16% “STEM applications enable us to work as a team” and 12% of them answered “it enabled us to put our hand skills into practice”. 16% of the students stated “designing a model”, 16% “discussing ideas as a group”, 8% “doing individual research” as positive aspects of STEM applications. 40% of the students stated that “STEM applications are time consuming”, 8% of them “are detailed and challenging”, 8% of them stated that they find it “complex and difficult to understand” as the negative side of STEM applications. According to the data obtained, while students evaluated collaborative work, learning by discussing, researching and questioning, design practices positively, they negatively evaluated the lack of time during the implementation process. It

was observed that students who expressed their STEM applications as “detailed, challenging”, “complex, difficult to understand” were incomplete during the research review process.

Table 14. The Frequency Results of Students' Answers to the Fourth Open-ended Question

Category	Opinion	f
Positive aspects	STEM applications helped me understand the lesson better.	9
	It makes the lesson interesting and engaging.	8
	I don't think STEM applications have a negative side.	7
	The lesson is more fun and enjoyable.	6
	STEM applications enable us to work as a team.	4
	Design a model	4
	Discussing ideas as a group	4
	It enabled us to put our handcraft into practice.	3
	Conducting individual research	2
	It has increased my self-confidence.	1
	My course grades have improved.	1
It makes a positive contribution to our country.	1	
Negative aspects	Time consuming	10
	Elaborate, challenging	2
	Complex, hard to understand	2

Note: Since a student can express more than one opinion, the total number of statements is more than the number of students participating in the research.

CONCLUSION and DISCUSSION

This section includes the results obtained from the findings of the research. In this study, the STEM applications used in teaching the subject of "Electrical Energy" unit "Electric Energy Transformation" in the middle school 7th grade Science course and the students in the classes where the instruction specified in the current program were examined the scores is of “Achievement Test on Conversion of Electrical Energy (ATCEE)” and “Scientific Process Skills Test (SPST)”. In addition, students' opinions about STEM applications were received.

The findings obtained as a result of the study show that the students in the experimental group in which STEM applications were applied had higher academic success scores compared to the students in the control group in which the teaching method envisaged by the current program was applied. This result shows that teaching with STEM applications based on 5E teaching model increases the academic success of students more than the teaching method envisaged by the current program. When the literature was examined, it was seen that different studies conducted with the 5E teaching model were effective in increasing the academic success of students in the Science course (Hun, 2017; Öztürk Geren & Dökme, 2015). For example, Hun (2017) found in his research that the 5E learning method used the problem-based learning method in the deepening phase of the teaching of the 7th grade Science course and improved the academic success of the students positively.

Although the activities performed here are not exactly similar to our research, the use of problem-based teaching method with the 5E teaching model and the results obtained support this research.

On the other hand, there are many studies in the literature investigating the effects of STEM applications carried out with different subjects and activities at different education levels on academic achievement. Although some of these studies are studies in which STEM applications have no effect on increasing the academic success of students (Dumanoğlu, 2018; Guzey et al., 2016; Judson, 2014; Nağaç, 2018; Öner & Capraro, 2016; Sarıcan, 2017), most of the studies generally examined show that STEM applications have an effect on increasing the academic success of students. This study, which concludes that STEM applications increase students' success, is supported by the results of similar studies in the literature (Aygen, 2018; Barcelona, 2014; Becker & Park, 2011; et al., 2014; Bilekyiğit, 2018; Ceylan, 2014; Çevik, 2018; Cho & Lee, 2013; Cotabish et al., 2013; Dedetürk, 2018; Doğanay, 2018; Doppelt et al., 2008; Ergün & Balçın, 2019; Gazibeyoğlu, 2018; Gülen, 2016; Han et al., 2014; Hansen & Gonzalez, 2014; Hill, 2002; Irkıcıatal, 2016; İnce et al., 2018; Judson & Sawada, 2000; Karcı, 2018; Olivarez, 2012; Onsekizoğlu, 2018; Toma & Greca, 2018; Yasak, 2017; Yıldırım & Altun, 2015; Yıldırım & Selvi, 2017).

In the literature, there are also studies using the STEM approach with the 5E learning model. Doğan (2019) processed the 7th grade Electric Energy unit with STEM activities in his research. In her research, she prepared STEM activities in accordance with the 5E teaching model. Doğan (2019) found in his research that STEM applications integrated with the 5E model increased the academic success of students with a large effect size. The results obtained support this research. Deveci Bozkurt (2019) taught the 6th grade Science lesson "Matter and Heat" with STEM-based activities organized according to the 5E learning model. The data obtained as a result of the research show that the activities performed increased the academic success of the students in the sample group compared to the pre-implementation. This research supports our research in order to show that STEM education is effective in increasing success.

In addition, according to the research findings, although both the teaching applied to the experimental and control groups increase the academic success of the students; the calculated large effect size indicates that STEM applications are more effective in improving students' academic success. According to Becker and Park (2011), studies involving four STEM disciplines have a large effect size.

Although both the teaching applied to the experimental and control groups improve students' scientific process skills; the calculated large effect size shows that STEM applications are more effective in developing students' scientific process skills. When the literature was examined, it was seen that different studies conducted with the 5E teaching model were effective in improving students' scientific process skills (Aydın Ceran, 2018; Bıyıklı, 2013; Öztürk et al, 2015). Bıyıklı (2013) organized the activities of the units "Let's Solve Our Body's Riddle, Get to Know the Matter, Force and Motion" within the scope of the 4th grade Science and Technology course, according to the 5E teaching method, by bringing scientific process skills to the forefront. In the research, the

control group pre-test-post-test experimental design was used. The research that lasted for a semester shows that the teaching arranged according to the 5E learning model in the Science and Technology course is more effective than the current curriculum in developing scientific process skills. Although the activities carried out in this research do not exactly coincide with this research, the development of students' scientific process skills by the 5E teaching model supports this research. Aydın Ceran (2018) investigated the effects of teaching practices designed according to the 5E Model supported with life-based contexts on scientific process skills in the unit of "Force and Energy" of the 7th grade Science course. It found a significant difference in favor of the experimental group in terms of scientific process skills. The research in question supports this research in that it includes real life problems and the applied 5E teaching model improves the scientific process skills of the students. Ayverdi (2018) applied the instructional design created by integrating the STEM approach with the 5E model to 41 BİLSEM students studying in the 7th and 8th grade. The quantitative and qualitative findings obtained as a result of the research revealed that it is effective in developing students' scientific process skills. Although the sample group is different in that it consists of gifted students, the results support this research. Strong (2013) stated that teaching with the engineering design approach significantly improves the science process skills of primary school students. The results support our research. In addition, there are studies in the literature that show that studies conducted with different STEM activities are effective in improving scientific process skills (Akçay, 2018; Bektaş & Eroğlu, 2016; Cotabish et al., 2013; Duygu, 2018; Gökbayrak & Mixan, 2017b; Koç, 2017; Park & Yoo, 2013; Sullivan, 2008; Taştan Akdağ & Güneş, 2017; Yamak et al., 2014).

Doğan (2019), who studied the 7th grade Science course Electrical Energy unit with STEM activities in accordance with the 5E teaching model, applied the Scientific Process Skills Test to the experiment and control groups after the teaching activities. As a result of the findings obtained in the study, it was observed that there was no statistically significant difference between the pre-test and post-tests of the experimental group, and that there was no statistically significant difference between the pre-test and post-tests of the control group. This indicates that the STEM activities integrated with the 5E model carried out in the study are not effective in developing scientific process skills. The results of this research overlap with other studies, except for Doğan (2019). The reason for this differentiation may be that the measurement tools are different or the activities performed are different.

According to the results obtained from the student opinions form, it can be inferred that students generally have positive views about STEM applications. In parallel with the findings of the research, there are many studies reporting positive opinions about STEM applications (Becker & Park, 2011; Bektaş & Eroğlu, 2016; Bilekyiğit, 2018; Bozkurt Altan et al., 2016; Ceylan, 2014; Doğanay, 2018; Ercan, 2014; Gazibeyoğlu, 2018; Gökbayrak & Mixan, 2017a; Gülen, 2016; Lou et al., 2011; Nağaç, 2018; Onsekizoğlu, 2018; Özçakır Sümen & Çalışıcı, 2016; Pekbay, 2017; Salman Parlakay, 2017; Tarkin Çelikkıran & Aydın Günbatar, 2017; Taştan Akdağ & Güneş, 2017; Thananu Wong, 2015; Yasak, 2017).

It can be said that STEM applications help students to understand the subject in that they are based on research and inquiry and they enable application. The findings are parallel with similar studies in the literature. Karahan et al. (2014) investigated the thoughts of students regarding out-of-school activities prepared in accordance with STEM education. Within the scope of the study, students stated that STEM applications made it easier for them to understand the concepts related to the subject. Thananuwong (2015) obtained similar results in his research where he examined the views of middle school students about STEM-based activities. Thananuwong (2015) stated that activities prepared on the basis of STEM help students to understand scientific concepts more easily. The mentioned studies support this research.

There are similar studies in the literature that support the research findings. In the study conducted by Keçeci et al. (2017) in order to determine the opinions of the participants by revealing the effect of STEM education activities on 5th grade students' coding learning, it was stated that students enjoyed STEM activities. According to the study conducted by Özçelik and Akgündüz (2017), it was determined that the design process of STEM activities applied to students was enjoyable and their motivation increased when they produced successful products. In the study conducted by Bozkurt Altan et al. (2016), pre-service teachers stated that they found the STEM applications applied at university level enjoyable.

Based on the findings, it can be said that students find STEM applications to be included in other lessons as they find it fun and they think it will increase interest in the lesson. In parallel with the research findings, Onsekizoğlu (2018) conducted research in the direction of integrated STEM education to students in his research. The students of the research group expressed their opinions about STEM and that they wanted to apply it in other courses. In their research, Bektaş and Eroğlu (2016) examined the opinions of Science teachers on STEM-based lesson activities, and stated that STEM and STEM-based activities enable students to have productive / enjoyable time and to be successful in other areas. Gülen (2016) STEM activities; He stated that it made the students love the subject, they found it fun and made them understand the subject better, students got to know each other better and socialization increased during these activities.

Regarding the negative aspects of STEM applications, most of the students stated that STEM applications are time consuming, and 8% of them stated that STEM applications are detailed - challenging and complex - difficult to understand. Similar studies in the literature support the research findings. Baran, Canbazoğlu Bilici, and Mesutoğlu (2015) investigated students' thoughts on STEM activities. They expressed the disruptions in the research processes and lack of time. Özçakır Sümen and Çalışıcı (2016) investigated the opinions of classroom teacher candidates about STEM applications and stated that the difficulty and time-consuming implementation of the activities in crowded classes were disadvantageous. Çetin and Balta (2017) aimed to introduce STEM activities to pre-service science teachers and to determine the opinions of pre-service teachers about STEM materials. Pre-service teachers stated that preparing STEM materials regarding the negative aspects of STEM activities is difficult, time consuming and not suitable for students' level. Taştan Akdağ and Güneş (2017) stated that the limitation of the STEM implementation process with the course hours is the biggest problem.

As a result, it was determined that the Science course, which is taught with the STEM approach integrated with the 5E teaching model, significantly increased the academic success and scientific process skills of the students, and the experimental group students generally expressed a positive opinion about the application.

RECOMMENDATIONS

As societies develop throughout history, new needs arise. Education services are developing to meet these needs. This is a process that is as old as human history, constantly developing and renewing itself. In today's age of information and technology, we know that the environment in which the next generation will live will be very different from the world we live in. Due to the rapid change in science and technology, teachers and students should be able to adapt to changing environmental conditions at any time and education services should be renewed by taking into account the needs of the future. The economies and development of the world countries have become dependent on the progress in science and technology. For this reason, increasing the number of active students in STEM disciplines and increasing the number of graduate students choosing a STEM related profession is important for the economic welfare of every state and nation. Encouraging young people to choose a profession in STEM-related disciplines is important in meeting the needs of humanity both globally and nationally (National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, 2006). In this respect, it is recommended to use the STEM approach in other units or subjects available in the Science course. STEM applications can be supported by out-of-school activities as well as within the school. In this study, STEM activities are based on 5E teaching model. It can be used with different teaching approaches based on the student. In addition, the students wanted STEM applications to be applied in other lessons. STEM can be used in other courses to increase the academic success of students. Students are more successful in their active courses. Science classes can be created where students can use different disciplines together. Teachers can be given courses and in-service training so that they can successfully use STEM in lessons. Activities that can improve the engineering skills of teachers and students can be added to textbooks.

ETHIC

In this article, journal writing rules, publishing principles, research and publishing ethics rules, journal ethics rules are followed. Responsibility belongs to the author for any violations related to the article.

REFERENCES

- Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2007). Investigating the relationship between science process skills and scientific creativity. *H. U. Journal of Education*, 33, 11-23.
- Aktaş, S. (2016). *The effect of middle school 6th, 7th and 8th science teaching curriculum programs on the students cognitive styles, emotional intelligent, science process skills and academic achievement* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

- Akçay, S. (2018). *The effects of robotic stem applications on science teachers' academic success, scientific process skills and motivations*. [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Akın, V. (2019). *The effect of stempractices on seventh grades' attitudes toward STEM, science process skills and career choice* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Aydın Ceran, S. (2018). *The effects of 5e models supported life-based contexts on the conceptual understanding levels and scientific process skills of the students with different cognitive styles* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Aygen, M. B. (2018). *Stem applications for supporting integrated teacher knowledge of science teacher candidates* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ayverdi, L. (2018). *Usage of technology, engineering and mathematics in science education for gifted students: STEM approach* [Unpublished doctoral dissertation].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Bağcı Kılıç, G. (2002). *Science education in the world and Turkey*. Paper presented at the V. National Science and Mathematics Education Congress, ODTÜ.
- Bağcı Kılıç, G., Haymana, F., & Bozıılmaz, B. (2008). Analysis of the elementary science and technology curriculum of turkey with respect to different aspects of scientific literacy and scientific process. *Education and Science, 33*(150), 52-63.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) public service announcement (psa) development activity. *Journal of Inquiry Based Activities (JIBA), 5*(2), 60-69.
- Barcelona, K. (2014). 21st century curriculum change initiative: a focus on STEM education as an integrated approach to teaching and learning. *American Journal of Educational Research, 2*(10), 862-875.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education, 12*(5&6), 23-37.
- Bektaş, O., & Eroğlu, S. (2016). Ideas of science teachers took STEM education about STEM based activities. *Journal of Qualitative Research in Education - JOQRE, 4*(3), 43-67.
- Bıyıklı, C. (2013). *The effect of 5E learning model designed according to learning experiences on the science process skills, level of learning and attitude* [Unpublished doctoral dissertation].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Biçer, A., Navruz, B., Capraro, R., & Capraro, M. (2014). STEM schools vs. non STEM schools: Comparing students mathematics state based test performance. *International Journal of Global Education, 3*(3), 8-19.

- Bilekiğiğit Y. (2018). *Analysis of the effect of STEM activity in biology course on academic achievement and career interests of vocational and technical high school students* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., & Buluş Kırıkkaya, E. (2016). A proposal of the STEM education for teacher training: Design based science education. *Trakya Journal of Education*, 6(2), 212-232.
- Büyüköztürk Ş., Çakmak Kılıç E., Akgün Ö. E., & Demirel F. (2016). *Scientific research methods*. Pegem Publication.
- Bybee, R.W. (1989). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 31-35.
- Carin, A. & Bass, J. (2005). *Teaching science as inquiry*. Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall.
- Ceylan, S. (2014). *A study for preparing an instructional design based on science, technology, engineering and mathematics (STEM) approach on the topic of acids and bases at secondary school science course* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Cho, B. & Lee, J. (2013). *The effects of creativity and flow on learning through the STEAM education on elementary school contexts*. Paper presented at the International Conference of Educational Technology, Sejong University.
- Creswell, J. W. (2006). *Understanding mixed methods research*. http://www.sagepub.com/upm-data/10981_Chapter_1.pdf
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Erlbaum.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Çepni, S., Akdeniz, A. R. & Keser, Ö. F. (2000). *Developing Sample Guide Materials Suitable for Integrative Learning Theory in Science Teaching*. Paper presented at the Firat University 19th Physics Congress, Firat University.
- Çetin, A., & Balta, N. (2017). Pre-Service Science Teachers Views on STEM Materials and STEM Competition in Instructional Technologies and Material Development Course. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 279-288.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 8(2), 281-306.
- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S., & Özel, S. (2012). *Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: Interdisciplinary studies and interactions*. Paper presented at the International Congress of X. National Science and Mathematics Education, Niğde.
- Daugherty, M. K. (2009). *The "T" and "E" in STEM. The overlooked stem imperatives: technology and engineering*. 8-25. Reston VA: ITEEA.

- Davies, P. (2000). Contributions from qualitative research. (In H. T. Davies, M. N. Sandra and P. Smith Eds). *What works? Evidence-based policy and practice in public services*. (291-316), Policy Press.
- Dedetürk, A. (2018). *Developing, implementing, and investigation of achievement in the 6th grade sound subject teaching activities by STEM approach* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Demirci Güler, M. P. (2017). *Science teaching*, Pegem Publication.
- Deveci Bozkurt, M. (2019). *Investigation of the effectiveness of science-technology-engineering-mathematics (STEM) approach in the teaching of 6th grade matter and heat subject* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Doğan, İ. (2019). *Determine the effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) activities on the academic success in the science course, science process skills, attitudes towards science subjects and attitudes towards stem of the 7th grade students* [Unpublished doctoral dissertation].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Doğanay, K. (2018). *The effect of science festivals upon with problem based stem activities on the student's science attitudes and academic achievements* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E. & Krynski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Dumanoğlu, F. (2018). *Effect of science, technology, engineering and mathematics activities on seventh grade students' academic achievement and attitudes* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Duygu, E. (2018). *The effect of STEM education on science process skills and STEM awareness in simulation based inquiry learning environment* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ercan, S. (2014). *The usage of engineering practices in science education: Design based science learning* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ergün, A., & Balçın M. D. (2019). The effects of problem-based STEM applications on academic success. *The Journal of Limitless Education and Research*, 4(1), 40-63. DOI:10.29250/sead.490923
- Gazibeyoğlu, T. (2018). *Investigation of the effect of stem applications on achievement in force and energy unit and attitudes towards science course of 7th grade students* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, Library of Congress.
<https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017a). Exploration of sixth grade students' views on STEM based activities. *International Journal of Field Education (IJOFE)*, 3(1), 25-40.

- Gökbayrak, S., & Karişan, D. (2017b). An investigation of the effects of STEM based activities on preservice science teacher's science process skills. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences*, 8(2), 63-84.
- Gülen S. (2016). *Argumentation science learning approach based on the science-technology-engineering and mathematics disciplines impacts of student learning products* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Guzey, S. S., Moore, T.J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 550-560. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9612-x>
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M.M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Hansen, M., & Gonzalez, T. (2014). Investigating the relationship between STEM learning principles and student achievement in math and science. *American Journal of Education* 120(2), 139-171. <https://doi.org/10.1086/674376>
- Hill, M. D. (2002). *The effects of integrated mathematics/science curriculum and instruction on mathematics achievement and student attitudes in grade six* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://www.proquest.com>
- Hun, F. (2017). *The effect of academic achievement and attitudes on the 7th grade students of problem based learning method and improved 5E learning model* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- İnce, K., Mısır, M. E., Küpeli, M. A., & Fırat, A., (2018). Examining the effect of STEM-based approach on the problem solving ability and academic success of students in teaching the enigma of the earth's crust unit of the 5th grade life sciences course. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 64-78.
- Irkiçatal, Z. (2016). *STEM related after - school program activities and associated outcomes on students success and on their stem perception and interest* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Judson, E. (2014). Effect of transferring to STEM focused charter and magnet schools on student achievement. *The Journal of Educational Research*, 107(4), 255-266.
- Judson E., & Sawada D. (2000). Examining the effects of a reformed junior high school science class on students' math achievement. *School Science and Mathematics*, 100(8), 19-25.
- Karahan, E., Canbazoglu Bilici, S. C., & Ünal, A., (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240.

- Karcı, M. (2018). *Examining the effect of using scenario based teaching method based on STEM activities on students' achievement, career choice and their motivation* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Keçeci, G., Alan, B., & Kirbağ Zengin, B. (2017). STEM education practices with 5th grade students. *Kırşehir Journal of Education Faculty*, 18, Special Issue, 1-17.
- Keser, Ö. F. (2003). *Designing and implementing a constructivist learning environment for physics education*. [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Koç, Y. (2017). *Growing young mechatronics by using stem education model approach in science course* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kurt, B., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12(5/6), 23-37.
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The impact of problembased learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21, 195-215.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Sage, Thousand Oaks.
- MoNE. (2017). *Programme of Science curriculum*. Ankara.
- Nağaç, M. (2018). *An analysis of the effects of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education method on the academic success and problem solving skills of 6th grade students for matter and heat unit in science course* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine. (2006). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. National Academies Press.
- Olivarez, N. (2012). *The Impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south texas middle school* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://www.proquest.com>
- Onsekizoğlu, A. S. (2018). *The effect of webquest supported stem on students learning and the correlation of multiple intelligence and learning styles* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Öner, A. T., & Capraro, R. M. (2016), Is STEM academy designation synonymous with higher student achievement?, *Education and Science*, 41(185), 1-17.
- Özçakır Sümen, Ö., & Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16, 459-476.
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2017). Evaluation of gifted/talented students' out-of-school STEM education. *Trakya Journal of Education*, 8(2), 334-351. DOI: 10.24315/trkefd.331579.

- Özsoy, S., & Özsoy, G., (2013). Effect size reporting in educational research. *Elementary Education Online*, 12(2), 334-346.
- Öztürk Geren, N., & Dökme, İ. (2015). The effect of 5E learning model-based activities on students' scientific process skills and academic achievement. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 11(1), 76-95.
- P21. (2015). *Partnership for 21st century learning 2015*. http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf.
- Park, S. J., & Yoo, P. K. (2013). The effects of the learning motive, interest and science process skills using the "light" unit in science-based STEAM. *Elementary Science Education*, 32(3), 225-238.
- Pekbay, C. (2017). *Effects of science technology engineering and mathematics activities on middle school students* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Salman Parlakay, E. (2017). *Investigation the effect on the academic achievement, interrogating learning skills, motivations of the unit 'traveling and knowing the world of life' of fifth grade students of stem practices* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Sarıcan, G. (2018). *The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking ability towards problem solving and permanence in learning* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Selvi, M., & Yıldırım, B. (2018). STEM learning teaching models: 5E learning model, project-based learning and STEM SOS model (203-238) (S. Çepni Ed.). *STEM + A + E Education from Theory to Practice*. Pegem Publication.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (Complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Smith, K. A., & Welliver, P. W. (1994). *Science process assessments for elementary and middle school students*. Smith and Welliver Educational Services. <http://www.scienceprocesstests.com>
- Stemler, S. (2001). An overview of content analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(17). <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=17>
- Strong, M. G. (2013). *Developing Elementary math and science process skills through engineering design instruction* [Unpublished master' thesis]. Hofstra University, Hofstra.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Tabar, V. (2018). *Content analysis of STEM education research in Turkey* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Tarkın Çelikkıran, A., & Aydın Günbatar, S. (2017). Investigation of pre-service chemistry teachers' opinions about activities based on STEM approach. *YYU Journal of Education Faculty*, 14(1), 1624-1656. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2017.58>

- Taştan Akdağ, F., & Güneş, T. (2017). Science high school students and teachers' opinions about The STEM Applications on the subject of energy. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1643-1656. <https://doi.org/10.24289/ijsser.337238>
- Tekindal, S. (2009). *Measurement and evaluation methods in schools*. Nobel Publication.
- Thananuwong, R. (2015). Learning science from toys: A pathway to successful integrated STEM teaching and learning in Thai middle school. *K-12 STEM Education*, 1(2), 75-84.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The Effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Wilson, S. M. (2011). *Effective STEM teacher preparation, induction, and professional development*. Michigan State University.
- Wosu, S. N. (2013). *Impact of academic performance improvement (API) skills on math and science achievement gains*. Paper presented at the American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference & Exposition, Atlanta.
- Yamak, H., Bulut, N., & DüNDAR, S. (2014). The impact of STEM activities on 5th grade students' scientific process skills and their attitudes towards science. *GUJGEF*, 34(2), 249-265.
- Yasak, M. T. (2017). *Applications of science, technology, engineering and mathematics in design based science education: Sample of the theme of pressure* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yıldırım, B. (2016). *An examination of the effects of science, technology, engineering, mathematics (stem) applications and mastery learning integrated into the 7th grade science course* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yıldırım, B. (2018). *STEM education from theory to practice - Practice book*. Nobel Publication.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). Investigating the effect of STEM education and engineering applications on science laboratory lectures. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). An experimental research on effects of STEM applications and mastery learning. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, A. & Simsek, H. (2016). *Qualitative research methods in social sciences*. Seçkin Publishing.
- Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Pre-service primary school teachers' views about STEM education: An applied study. *Trakya Journal of Education*, 8(2), 195-213.

5E MODELİ İLE TEMELLENDİRİLMİŞ STEM YAKLAŞIMININ AKADEMİK BAŞARI VE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİSİNE ETKİSİ: ELEKTRİK ENERJİSİNİN DÖNÜŞÜMÜ²

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, Fen bilimleri dersi “Elektrik Enerjisi” ünitesi “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunda 5E modeli ile temellendirilmiş Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) yaklaşımına göre hazırlanan öğretim tasarımı uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesidir. Araştırma karma araştırma deseni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın nicel boyutunda ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubuna “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunun öğretilmesinde 5E öğrenme modeline temellendirilmiş STEM yaklaşımına göre hazırlanan ders planlarıyla, kontrol grubuna ise mevcut öğretim programının öngördüğü yöntem ve planlarla ders işlenmiştir. Veri toplama aracı olarak; her iki gruba uygulama öncesi ve sonrası “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Başarı Testi” (EDBT), “Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT)” ve deney grubu öğrencilerine yarı yapılandırılmış “STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu” uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; ön-test puanları denk olan grupların EDBT ve BSBT son test puanları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Hesaplanan Cohen’s d değeri büyük (large) etki büyüklüğünü ifade etmektedir. Deney grubu öğrencilerinden elde edilen nitel verilere göre öğrenciler, derse karşı ilgilerinin arttığını, zevk alarak öğrendiklerini ve STEM uygulamalarının diğer derslerde yer almasını istediklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, 5E modeli ile temellendirilmiş STEM yaklaşımına göre hazırlanan öğretim tasarımı uygulamalarının mevcut programın öngördüğü öğretim yöntemine göre öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: STEM, 5E, akademik başarı, bilimsel süreç becerileri.

² Bu araştırma ilk yazarın Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

GİRİŞ

Günümüzden birkaç yüzyıl öncesine kadar ülkelerin gücü ve gelişmişlik göstergesi tarım topraklarına sahip olmasıyken, bu durum sanayi devrimi ile yer altı kaynaklarına sahip ya da ulaşabilen ülkeler olarak değişmiştir. İnsan ihtiyaçlarının günden güne değişerek artmasıyla beraber endüstrileşme başlamıştır. Sanayi devrimi ile birlikte, buhar gücü ile çalışan makinelerin kullanımı artmış, elektriğin icadı ile seri üretime geçilmiştir. Ülkeler arası ekonomik rekabet giderek artmış ve bu durum teknoloji üretimini de beraberinde getirmiştir. 1957 yılında Sovyet Rusya'nın ilk yapay uydu olan Sputnik'i uzaya fırlatması ve başarıyla yörüngeye yerleşmesi uzay bilimi ve teknolojisinde lider bir rol kazanmasına yol açmıştır. Bu olaydan sonra 1958 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) uzay araştırmalarından sorumlu NASA (National Aeronautics and Space Administration) adı ile ulusal havacılık ve uzay dairesini kurmuştur. NASA'nın kuruluşu sırasında Amerika başkanı olarak görev yapan Kennedy, Amerika'nın bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında diğer ülkelerden daha önde olması gerektiğini vurgulamıştır. Bu gelişmeler ile birlikte STEM Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) eğitimi ortaya çıkmıştır (Demirci Güler, 2017; Yıldırım, 2016). ABD de STEM eğitiminin ortaya çıkmasının iki temel sebebi vardır. Bunlardan ilki; ABD'li öğrencilerin bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarına yönelik ilgilerinin azalması, diğeri ise; ABD'nin uluslararası platformda bilim ve teknoloji açısından diğer ülkelerin gerisinde kalmak istememesidir (Yıldırım ve Türk, 2018).

STEM eğitimi; Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin bütünleştirilerek okul öncesinden yükseköğrenime kadar her kademedeki disiplinler arası yaklaşımla öğrencilerin problemleri tespit etmesini, bu problemlere pratik ve uygulanabilir çözümler üretmesini amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). STEM eğitimi öğrencilerde var olan merak duygularını ortaya çıkararak araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenmeyi teşvik etmektedir. STEM eğitiminde amaç 21. yüzyıl becerilerine sahip yaratıcı liderler yetiştirmektir (P21, 2015). STEM eğitimi; öğrencilerin yaratıcılık ve üretkenlik becerilerini geliştirerek öğrendikleri bilgileri kullanması ve orijinal bir ürüne dönüştürmelerini hedeflemekte, bu sayede öğrenciler ülkelerin bilimsel, teknolojik ve ekonomik gelişimine katkı sağlamaktadır (Bybee, 2010; Daugherty, 2009; Gonzalez ve Kuenzi, 2012). STEM eğitiminde yaparak-yaşayarak-deneyimleyerek öğrenme esastır, öğrenciler, hem bireysel hem de grupla birlikte çalışma becerileri kazanmaktadır (Çorlu vd., 2012).

Roger Bybee tarafından geliştirilen ve beş aşamadan oluşan 5E öğretim modeli, yapılandırmacı kuramın öğretim sürecinde uygulanan en kullanışlı formlarından birisidir (Keser, 2003). 5E Modeli'ndeki her bir E, bir aşamayı ifade eder. Bu aşamalar; Giriş-Katılım (Engage), Keşif (Explore), Açıklama (Explain), Genişletme-Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate)'dir (Bybee, 1989; Carin ve Bass, 2005). 5E modeli Fen Bilimleri dersi deneysel etkinliklerine uygun, en kullanışlı öğretim modelidir (Çepni, Akdeniz ve Keser, 2000).

STEM eğitimi kapsamında; öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini ortaya koymalarına katkı sağlayarak, STEM disiplinlerini birbirleri ile ilişkilendirebilecek biçimde yapılandırmak ve öğrenmiş oldukları bilgileri günlük hayatta yer alan problemlere transfer edebilmelerini sağlamak için 5E öğrenme modelini kullanmak ve

entegrasyonunu sağlamak önemli bir hareket olarak düşünülmektedir. Bu amaçla STEM eğitimini en iyi şekilde uygulanabileceği yöntemlerin başında 5E öğrenme modeli gelmektedir (Selvi ve Yıldırım, 2018). 5E öğrenme modelinin STEM eğitimine entegrasyon aşamaları Tablo 1’de belirtilmiştir (Yıldırım, 2018);

Tablo 1. 5E Öğrenme Modelinin STEM Eğitimine Entegrasyon Aşamaları

Giriş (Engagement) Aşaması	Öğrencinin ilgisini ve dikkatini çekecek, afiş, poster, video gibi çeşitli etkinliklerle derse giriş yapılır.
Keşif (Exploration) Aşaması	Öğrencilerin bir önceki aşamada konu ile ilgili merak ettiği kavramları ve ilişkileri sorguladığı aşamadır. Bu aşamada; öğretmen öğrenciyi araştırmaya teşvik eder ve yönlendirir.
Açıklama (Explanation) Aşaması	Öğrencinin zihninde oluşturduğu soruları anlamlandırdığı aşamadır. Bu aşamada öğrencilere konu ile ilgili bilgiler öğretilir. Bir önceki basamakta zihninde oluşturduğu sorular cevaplandırılır.
Derinleştirme (Elaboration) Aşaması	Öğrencilerin keşfetme basamağında yaptıkları araştırma ve gözlemler sonucunda elde ettikleri bilgiler ile açıklama basamağında öğrenmiş oldukları yasa ve teoriler arasında ilişki kurar. Bilgileri sentezleyerek benzer problemler için çözüm üretmeye çalışırlar. STEM entegrasyonunun sağlandığı aşamadır diğer STEM disiplinleriyle ilişki kurulur ve öğrencilere bu disiplinlere ait konular öğretilir.
Değerlendirme (Evaluate) Aşaması	Süreç ve ürün değerlendirmesinin yanında öğrencilerin konuyu öğrenip öğrenemediklerine bakılır.

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda bilim ve teknoloji büyük bir hızla değişmektedir. Ülkemizin bu değişimi yakalayarak gelişmesi ve çağdaş uygarlıklarla yarışabilmesi adına geleceğe yön verecek olan öğrencilerimizi donanımlı olarak yetiştirebilmemiz önem arz etmektedir. Okullarda verilen eğitim ve öğretim faaliyetlerindeki temel amaç öğrencileri hayata ve iş dünyasına hazırlayacak becerileri kazandırmaktır. Eğitim süreci ile bu becerilerin kazanılmasında fen eğitiminin önemli bir rolü vardır. Fen eğitimi; öğrencilerin bilimsel, eleştirel ve inovatif düşüncelerini, bilgi, iletişim ve teknoloji okuryazarı olmalarını, karmaşık sorunları çözebilmelerini ve başkalarıyla uyum içinde çalışabilmelerini; özetle 21. yüzyıl becerileriyle donanımlı olarak yetişmelerini amaçlar (MEB, 2017).

Bilimin araştırmacı doğası, bilim yapmaya ve bilimsel düşünmeye teşvik etmektedir. Bilim insanları bilgiye ulaşmak, bilimsel bilgiyi oluşturmak için araştırmalarında; düşünme, irdeleme ve yansıtma becerileri üzerinde durmaktadır (Bağcı Kılıç, Haymana ve Bozylmaz, 2008). Eğitim sistemimiz öğrencilerin, yaşadığı çevrede karşılaştıkları problemleri fark etmeleri, tanımlayabilmeleri ve bu problemlere çözüm önerileri geliştirme becerilerini sahip olmalarını amaçlar. Bu yeterlilikler öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kazanmasıyla öğretilir (Aktamış ve Ergin, 2007). Bilimsel düşünceyi oluşturabilmek ve bilimsel bilgiyi üretebilmek adına bilimsel süreç becerilerinin tüm öğrencilere kaliteli bir şekilde kazandırmak çok önemlidir (Bağcı Kılıç, 2002). Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirebilmeleri için aktif katılım gösterebilecekleri, öğrenme ortamı sağlayan ve farklı disiplinlerin bir araya gelmesi ile öğrencilerin gerçek hayat problemlerine çözüm bulmalarını sağlayan STEM eğitimi önemli bir rol oynamaktadır. Öğrencilerin, kendi yeteneklerini keşfetmek ve bu

yeteneklerini geliştirmek için ihtiyaç duydukları bilimsel süreç becerilerine STEM eğitimi sayesinde sahip olabilecekleri düşünülmektedir (Akin, 2019).

Alan yazında STEM uygulamaları ile gerçekleştirilen farklı araştırmalarda öğrencilerin başarılarını arttırdığı ve becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiştir (Ceylan, 2014; Cotabish vd., 2013; Guzey vd., 2014; Han vd., 2014; Hansen ve Gonzalez, 2014; Irkıçatal, 2016; Koç, 2017; Kurt ve Park, 2011; Olivarez, 2012; Salman Parlakay, 2017; Strong, 2013; Wosu, 2013; Yasak, 2017; Yıldırım ve Altun, 2015; Yıldırım ve Selvi, 2017). Strong (2013) STEM eğitiminin en önemli boyutlarından birisini öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi olarak ifade etmiştir. Cotabish vd. (2013) yaptığı araştırmada STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini sağladığını belirtmiştir. Tabar (2018) yaptığı araştırmada ülkemizde STEM ile ilgili yapılan araştırmaları incelemiş ve “başarı” ve “bilimsel süreç becerileri”ni az incelenen değişkenler olarak tespit etmiştir. Alan yazında öğretmen gelişimi üzerinde yapılan araştırmaların çok az bir kısmı çıktı olarak öğrenci başarısına bağlanmıştır (Wilson, 2011). Bu bağlamda Fen Bilimleri dersinde 5E modeli ile temellendirilmiş STEM uygulamalarının öğrencilere katkılarının araştırılacağı bu araştırmada “Elektrik Enerjisi” ünitesinin “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunu işlerken Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarını bütünlendirmeyi hedefleyerek etkinlikler oluşturulmuştur. Öğrencilerin STEM alanlarının 4 ayrı disiplininden yararlanarak “Elektrik Enerjisi” konusunun günlük yaşamdaki olaylarla ilişkilendirerek problem çözme, üretkenlik, sorumluluk ve tasarım becerilerini kullanarak, konu ile ilgili kavramların daha iyi öğrenileceği, başarılarını arttıracığı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişeceği düşünülmektedir. “Elektrik Enerjisi” konusunda 5E modeli ile temellendirilmiş STEM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin Fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca nicel verileri desteklemek için gerçekleştirilen STEM uygulamalarına yönelik öğrenci görüşleri de alınmıştır. Araştırmanın bu alanda eğitimcilerle, akademisyenlere ve öğretmenlere kaynaklık edeceği düşünülmektedir.

YÖNTEM

Bu araştırmada, “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunun öğretiminde gerçekleştirilen 5E öğrenme modeli ile temellendirilmiş STEM uygulamalarını tüm boyutları ile ortaya koymak ve araştırma sonuçlarını güçlendirmek istendiğinden nicel ve nitel veriler bir arada toplanmıştır. Bu bağlamda bu araştırma karma araştırma deseni ile gerçekleştirilmiştir. Nicel ve nitel yaklaşımların bir arada kullanılması her iki yaklaşımın tek başına kullanılmasına kıyasla araştırma problemlerinin çözümüne ilişkin daha bütüncül bir anlayış sağlayarak araştırılan durumu çeşitli yönleriyle ortaya çıkarır (Creswell, 2006; Davies, 2000). Bu araştırmada karma araştırma tasarım modellerinden biri olan sıralı açıklayıcı tasarım modeli kullanılmıştır. Bu tasarım modelinde ilk önce nicel veriler toplanmaktadır, ardından toplanan nitel veriler ile nicel veriler desteklenmektedir (Cresswell, 2006).

Araştırmanın nicel boyutunda; nicel analiz yöntemlerinden ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada; Mersin İl Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı il merkezinde yer alan bir ortaokulda 7.

sınıf şubelerinden akademik başarı olarak eş iki şube eşleştirilmiş ve seçkisiz olarak bir tanesi deney grubu olarak belirlenmiştir. “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunun öğretilmesinde deney grubuna STEM uygulamalarına göre hazırlanan ders planı, kontrol grubuna ise 2017 Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü yöntem ve plan ile ders işlenmiştir.

Araştırmanın nitel boyutunda; deney grubu öğrencilerine “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunun öğretiminde gerçekleştirilen STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla, yarı yapılandırılmış “STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu” uygulanmıştır. Araştırmanın deneysel modeli Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Araştırmanın Deneysel Modeli

Gruplar	Ön-test	Uygulama	Son-test
Deney Grubu	<ul style="list-style-type: none">• Başarı Testi• Bilimsel Süreç Becerileri Testi	5E öğrenme modeli ile temellendirilmiş STEM Uygulamaları	<ul style="list-style-type: none">• Başarı Testi• Bilimsel Süreç Becerileri Testi• STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu
Kontrol Grubu	<ul style="list-style-type: none">• Başarı Testi• Bilimsel Süreç Becerileri Testi	2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına Uygun Ders Planı	<ul style="list-style-type: none">• Başarı Testi• Bilimsel Süreç Becerileri Testi

Araştırma Grubu

Araştırma grubu 2017-2018 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Mersin ilindeki bir ortaokulda öğrenim gören yedinci sınıf öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın örnekleme rastgele seçilmiş 2 şubeden meydana gelmektedir. Uygun örnekleme yöntemi; var olan sınırlılıklar nedeniyle ulaşılabilir ve kolay uygulama yapılabilir eşleştirilmiş birimlerden (şube) seçilmesi yöntemidir (Büyüköztürk, Çakmak Kılıç, Akgün ve Demirel, 2016). Uygun örnekleme yoluyla seçilmiş bu iki şubeden daha sonra kontrol grubu 25 öğrenci, deney grubu 25 öğrenci olmak üzere rastgele belirlenmiştir. Bu öğrencilerin 26’sı kız, 24’ü erkek öğrencilerden oluşmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmanın veri toplama araçları; “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Başarı Testi (EDBT)”, “Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT)” ve “STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu”dur.

Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Başarı Testi (EDBT)

Araştırmada öğrencilerin uygulama öncesi ve uygulama sonrasında Fen bilimleri dersi akademik başarılarını ölçmek amacıyla araştırmacılar tarafından EDBT başarı testi geliştirilmiştir. Bu testin geçerlik ve güvenirlik araştırmaları 2016-2017 bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen akademik başarı testinin kapsamı ortaokul 7. sınıf 2017 Fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan “Elektrik Enerjisi” ünitesi içerisinde yer

alan “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” öğrenme alanlarındaki kazanımlarla sınırlıdır. Elektrik Enerjisinin Dönüşümü konusuna ilişkin hedef ve kazanımlar Fen Bilimleri dersi öğretim programından (MEB, 2017) alınmıştır. Akademik başarı testlerinin hazırlanmasında belirtke tablolarının kullanılması üniteyi temsil edebilmesi açısından önem arz etmektedir. (Yıldırım, 2016). Hazırlanan sorular ait kazanımlar Bloom Taksonomisine göre sınıflandırılmış ve Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. EDBT Kazanımları Belirtke Tablosu

Kazanımlar	Bilişsel Alan Basamakları	Soru No
F.8.7.3.1. Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler verir.	Kavrama	2, 5, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 19, 20, 30
F.8.7.3.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümü temel alan bir model tasarlar.	Uygulama	1, 3, 9, 21, 23, 26
F.8.7.3.3. Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl ürettiğini açıklar.	Kavrama	14, 15, 17, 18, 22, 24, 25, 29
F.8.7.3.4. Güç santrallerinin avantaj ve dezavantajları konusunda fikirler üretir.	Sentez	28, 32, 33, 34, 35
F.8.7.3.5. Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemini tartışır.	Değerlendirme	27, 37, 38, 41, 42, 43
F.8.7.3.6. Evlerde elektriği tasarruflu kullanmaya özen gösterir.	Uygulama	31, 36, 39, 40, 44

“Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” öğrenme alanlarındaki kazanımları içeren, kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla her kazanımla ilgili en az 5 soru olmak üzere toplamda 44 çoktan seçmeli soru araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli soruların çeldirici seçenekleri; literatür taraması yapılarak ve geçtiğimiz öğrenim yılında öğrencilerin sınav kağıtlarında bulunan kavram yanılgıları tespit edilerek oluşturulmuştur. Test maddeleri oluşturulma sürecinde ölçme-değerlendirme kriterlerine göre Fen bilimleri öğretmenleri ile tartışılmıştır. Test-madde yazım kurallarına ve dil bilgisi kurallarına uygunluğunun belirlenmesi amacıyla 2 Türkçe öğretmeni tarafından incelenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Test maddelerinin kapsam ve yapı geçerliğini sağlamak için alanında uzman bir akademisyenin görüşü alınmış ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Testin geçerlik ve güvenilirlik hesaplarının yapılabilmesi için Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Başarı Testi (EDBT) testi Hatay ili Antakya ilçesinde hemen hemen aynı niteliklere sahip iki farklı ortaokulda 8. sınıfa devam eden 217 öğrenciye uygulanarak testin pilot uygulaması yapılmıştır. 44 soruluk başarı testine yapılan analizler sonucu test son olarak 24 maddeye indirgenmiştir. Ortalama madde ayırt ediciliği 0,46; ortalama madde gücü 0,57 ve KR-20 değeri 0,89 olarak hesaplanmıştır. Bu doğrultuda geliştirilen ölçeğin orta güçlükte ve ayırt edicilik gücünün ve güvenilirliğinin yüksek olduğu söylenilebilir (Tekindal, 2009).

Ortaokul öğrencileri için Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT)

Orjinali Smith ve Welliver (1994) tarafından geliştirilen ve Türkçe'ye adapte edilmesi Aktaş (2016) tarafından yapılan test ile ortaokul 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç beceri düzeylerinin ölçülmesini amaçlanmıştır. Aktaş (2016) tarafından Türkçe'ye adapte edilen 50 çoktan seçmeli maddeden oluşan Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT)'nin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,93 olarak bulunmuştur. Böylece bu ölçeğin oldukça güvenilir ve geçerli olduğu söylenebilir.

STEM uygulamalarına yönelik öğrenci görüşleri formu

Araştırmada elde edilen nicel verileri tamamlamak ve desteklemek amacıyla araştırmacılar tarafından tamamı açık uçlu dört sorudan oluşan yarı yapılandırılmış "STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu" hazırlanmıştır. Ölçme aracının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerini ne derecede temsil ettiği uzman görüşüne başvurularak belirlenmiş, içerik ve görünüş geçerliliğine de bakılmış gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra formun son hali oluşturulmuştur. "STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu" deney grubu öğrencilerine etkinliklerden sonra uygulanmıştır. "STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu"na ait sorular aşağıda sıralanmıştır;

1. STEM uygulamaları; "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusunu anlamana yardımcı oldu mu? Bu konudaki düşüncelerinizi ayrıntılarıyla açıklayınız.
2. "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusuna entegre edilmiş STEM uygulamaları Fen Bilimleri dersine ilgi ve isteğini nasıl etkiledi? Bu konudaki düşüncelerinizi açıklayarak yazınız.
3. STEM uygulamalarının diğer derslerde yer almasını ister miydin? Bu konudaki düşüncelerinizi ayrıntılarıyla açıklayınız.
4. STEM uygulamalarının olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir? Bu konudaki düşüncelerinizi ayrıntılarıyla açıklayınız.

Araştırmanın Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulama süreci 6 hafta sürmüştür. Dersler, kontrol grubuyla mevcut Fen Bilimleri ders kitabına dayalı öğretim ile deney grubuyla ise 5E modeli ile temellendirilmiş STEM yaklaşımına dayalı öğretim ile araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler ile ders işlenirken grup çalışması yapılacağı için uygulama öncesinde grup çalışmasına uygun sıraların ve sınıfın düzenlenmesi gerçekleştirilmiştir.

Birinci hafta; deney ve kontrol gruplarına EDBT ve BSBT ön-test uygulamaları yapılmıştır. Öğrencilerin geçmiş dönem başarı durumlarına göre kendi içinde heterojen, gruplar arasında ise homojen olmasına dikkat edilerek dört grup oluşturmuş, görev ve sorumluluklar verilmiştir. Öğrenciler konunun öğretiminde izlenilecek olan STEM uygulamaları ders planı hakkında bilgilendirmiş ve öğrenme-öğretme ortamı düzenlenmiştir. STEM uygulamaları temelinde hazırlanan ders planı üzerinde tartışma yapılmıştır. Örnek bir planla STEM etkinlikleri

tanıtılmıştır. Öğrencilere grup çalışma kâğıdı ile çalışacaklarını, çalışma kâğıdında yer alan bilgi temelli hayat problemlerine göre bireysel olarak araştırma yapacakları açıklanmıştır. Daha sonra her grubun, bireysel yapılan araştırmalar doğrultusunda grup çalışma kâğıtlarını dolduracağı ve tasarımlarını yapacağı ifade edilmiştir.

İkinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci hafta; entegre edilmiş STEM ders planı ve mevcut programın ön gördüğü programa uygun hazırlanan ders planı deney ve kontrol grubuna uygulanmıştır. Deney grubu için planlanan 2 farklı STEM etkinliği (Rüzgar'dan Elektrige Etkinliğinin Uygulanması ve Güç Santralleri Yatırım Planı Etkinliğinin Uygulanması) plan çerçevesinde tamamlanmıştır. Uygulama esnasında ders kitabı, akıllı tahta uygulamaları, EBA platformu ve çeşitli internet sitelerinden yararlanılmıştır. Ayrıca öğrenciler okul dışında da bireysel araştırmalarına devam etmiş, ailelerinden, arkadaş çevrelerinden informal öğrenimlerini gerçekleştirmiş ve deneyimlerini okulda paylaşmışlardır. Öğrenciler ortaya koydukları ürünlerini sınıfta arkadaşlarına sunumunu yapmış ve ürün değerlendirmesi yapılmıştır.

Altıncı hafta; deney ve kontrol gruplarına EDBT ve BSBT son-test uygulamaları yapılmıştır. Deney grubu öğrencilerine "STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu" uygulanmış ve uygulama bu şekilde tamamlanmıştır.

Veri Analiz Teknikleri

Araştırmada elde edilen nicel veriler SPSS 22 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bir veri grubunun normal bir dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesinde, veri sayısının 35'den küçük olması durumunda Shapiro-Wilk testi (Shapiro ve Wilk, 1965) kullanılabilir. Bu araştırmada EDBT ve BSBT'den elde edilen verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla, Shapiro-Wilk Test sonuçlarına ve çarpıklık-basıklık değerlerine bakılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. EDBT Ve BSBT Normalite Sonuçları

	N	Basıklık	Çarpıklık	İstatistik	sd	P
Deney ön EDBT	25	-.909	-.040	.962	25	.452
Deney son EDBT	25	-.409	-.547	.961	25	.441
Kontrol ön EDBT	25	-.536	.216	.943	25	.170
Kontrol son EDBT	25	-.707	-.401	.946	25	.200
Deney ön BSBT	25	-.687	-.168	.937	25	.123
Deney son BSBT	25	-.946	-.209	.929	25	.081
Kontrol ön BSBT	25	-1.083	.279	.957	25	.360
Kontrol son BSBT	25	-1.188	.134	.951	25	.264

Tablo 4'ten elde edilen sonuçlara göre EDBT ve BSBT ölçekleri için toplanan verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiş, deney ve kontrol gruplarından elde edilen verilerin analizinde parametrik testler uygulanmıştır. STEM uygulamalarına yönelik öğrencilerin görüşlerini almak için araştırmacı tarafından "STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu" deney grubu öğrencilerine son-test olarak uygulanmış ve analiz edilmiştir. Öğrencilerin yanıtlarından elde edilen nitel verilerin analizinde içerik analizi yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek,

2006). İçerik analizi; birçok kelimedenden oluşan büyük hacimdeki metinlerin sistematik bir yolla elenerek sadeleştirilmesini sağlayan ve sonuç olarak tahmin edebilmeyi hedefleyen bir yöntemdir (Stemler, 2001). Nitel verilerin analizi araştırmacılar tarafından ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Miles ve Huberman'ın formülü (Güvenirlik=görüş birliği/görüş birliği+görüş ayrılığı) kullanılarak % 91'lik bir güvenirlik sağlanmıştır (Miles ve Huberman, 1994).

BULGULAR

EDBT puanları normal dağılım gösterdiği için deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön-test akademik başarı puanlarını karşılaştırmak için parametrik bir test olan bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. EDBT ön-test puanları arasında fark olup olmadığını belirlemek için yapılan bağımsız gruplar t-testi analizi sonuçları Tablo 5.'de belirtilmiştir.

Tablo 5. EDBT'nin Ön-test Puanlarına ait Bağımsız Gruplar t-testi Analizi Sonucu

	Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Ön Test	Deney	25	3.52	1.56	48	1.56	0.13
	Kontrol	25	2.84	1.52			

EDBT için maksimum puan 24'dür.

Tablo 5 incelendiğinde deney ve kontrol grubunun EDBT ön testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. ($t= 1.56$; $p>0.05$). Bu sonuçlara göre, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin EDBT ön testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığından, öğrencilerin araştırmaya başlamadan önce "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusunda ön bilgilerinin benzer seviyede olduğu varsayılabilir.

Ardından deney ve kontrol grubuna uygulanan öğretim yönteminin akademik başarı anlamında etkili olup olmadığını görmek amacıyla deney ve kontrol gruplarının EDBT ön test ve son test puanları ilişkili örneklem t-testi tekniği kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Deney ve Kontrol Gruplarının EDBT Ön ve Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem t-testi Analiz Sonuçları

Gruplar	Testler	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
Deney	EDBT ön test	25	3.52	1.56	24	-174.44	.00*
	EDBT son test	25	21.76	1.69			
Kontrol	EDBT ön test	25	2.84	1.52	24	-22.1	.00*
	EDBT son test	25	17.28	4.69			

* $p<.05$

İlişkili örneklem t-testi sonuçlarına göre deney grubu EDBT ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($p<.05$, Tablo 6). Bu fark son test ortalamaları lehinedir. Dolayısıyla STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına pozitif yönde katkı sağladığı söylenebilir. Kontrol grubu EDBT ön test ve son test puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçlarına bakıldığında anlamlı bir

farkın olduğu görülmektedir ($p<.05$). Kontrol grubuna uygulanan mevcut programın öngördüğü yöntemin öğrencilerin akademik başarılarına pozitif yönde katkı sağladığı söylenilebilir.

Deney grubu ve kontrol grubunda ön test ve son test EDBT arasında anlamlı bir farklılığın oluşması normal bir durumdur. Çünkü araştırma öncesinde deney ve kontrol gruplarına genel olarak bilmedikleri bir konu hakkında ön test uygulanmıştır. Araştırma sonrasında farklı öğretim uygulamalarıyla da olsa her iki grupta da öğretim gerçekleştirilmiştir ve öğrenciler konuyu öğrenmişlerdir. Bu noktada önemli olan deney ve kontrol grubu öğrencilerinde tespit edilen farklılaşmanın hangisinin daha etkili olduğunu belirlemektir.

Yürütülen araştırma sonucunda akademik başarı bakımından hangi yöntemin daha etkili olduğunu belirlemek amacıyla deney ve kontrol gruplarının EDBT son test puanlarına bağımsız gruplar t-testi analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 7’de belirtilmiştir.

Tablo 7. EDBT’nin Son-test Puanlarına ait Bağımsız Gruplar t-testi Analizi Sonucu

	Gruplar	N	\bar{X}	ss	Sd	t	p	Etki büyüklüğü
Son Test	Deney	25	21.76	1.69	48	4.49	.00*	1.27
	Kontrol	25	17.28	1.68				

* $p<.05$

Tablo 7 incelendiğinde deney grubunda yer alan öğrencilerin EDBT son test ortalamalarının 21,76 ve standart sapmasının 1,69 olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise son testteki ortalamalarının 17,28 ve standart sapmasının 1,68 olduğu saptanmıştır. Hesaplamalar sonucu t değeri 4,49 bulunmuştur. $p<0,05$ olduğu için, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin EDBT son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir, bu fark deney grubu lehinedir.

Etki büyüklüğü araştırma sonucunda elde edilen verilerin pratikteki anlamlılığının bir göstergesi niteliğindedir (Özsoy ve Özsoy, 2013). Etki büyüklüğü, deney ve kontrol gruplarında uygulanan yöntemlerin etkisi arasındaki farkın ne düzeyde olduğunu açıklar. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin EDBT son test puanları için Cohen’s d değeri hesaplanmış ve 1,27 olarak bulunmuştur (Cohen, 1988). Bu değer deney grubuna uygulanan STEM ders planının büyük (large) etki büyüklüğünü ifade etmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerin BSBT ön test puanları arasında fark olup olmadığını belirlemek için BSBT ön test puanlarına bağımsız gruplar t-testi analizi yapılmış, bulgular Tablo 8’de belirtilmiştir.

Tablo 8. BSBT Ön Test Puanlarına ait Bağımsız Gruplar t-testi Analizi Sonucu

	Gruplar	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
Ön Test	Deney	25	16.4	5.51	48	.756	.621
	Kontrol	25	15.2	5.72			

“BSBT” için maksimum puan 50’dir.

Ortaokul 7. sınıf Fen Bilimleri dersi mevcut programın öngördüğü sistemin uygulandığı sınıflardaki öğrencilerin

“Bilimsel Süreç Becerileri” testinden aldıkları puanlar incelendiğinde deney ve kontrol grubunun BSBT ön testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. ($t= 0.756$; $p>0.05$). Bu sonuçlara göre, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin araştırmaya başlamadan önce BSBT sonuçlarının aynı seviyede olduğu varsayılabilir.

Deney ve kontrol grubuna uygulanan öğretim yönteminin bilimsel süreç becerileri anlamında etkili olup olmadığını görmek amacıyla deney ve kontrol gruplarının BSBT ön test ve son test puanları ilişkili örneklem t-testi tekniği kullanılarak incelenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının BSBT ön test ve son test puanları ilişkili örneklem t-testi tekniği sonuçları Tablo 9.’da verilmiştir.

Tablo 9. Deney ve Kontrol Gruplarının BSBT Ön ve Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem t-testi Analiz Sonuçları

Gruplar	Testler	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
Deney	BSBT ön test	25	16.40	5.50	24	28.05	-.00*
	BSBT son test	25	23.52	4.62			
Kontrol	BSBT ön test	25	15.20	5.71	24	-4.30	.00*
	BSBT son test	25	16.24	6.43			

* $p<.05$

İlişkili örneklem t-testi sonuçlarına göre deney grubu BSBT ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($p<.05$). Bu fark son test ortalamaları lehinedir. Dolayısıyla STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği söylenebilir. Kontrol grubu BSBT ön test ve son test puanlarının ilişkili örneklem t-testi sonuçlarına bakıldığında da anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($p<.05$). Kontrol grubuna uygulanan mevcut programın öngördüğü yöntemin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği söylenilebilir.

Deney ve kontrol grubu BSBT ön test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmesinin nedeni öğretimi gerçekleştirilen “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusu olabilir. Hem STEM uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubunda hem de mevcut programın öngördüğü yöntemin uygulandığı kontrol grubunda; konunun öğretimine dair gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin psikomotor ve bilişsel yeteneklerini geliştirdiği düşünülebilir. Bilimsel süreç becerilerini geliştirmede hangi yöntemin daha etkili olduğunu belirlemek için BSBT son test puanları incelenmiştir. BSBT son test puanlarına bağımsız gruplar t-testi analizi yapılmış, bulgular Tablo 10’da belirtilmiştir.

Tablo 10. BSBT Son Test Puanlarına ait Bağımsız Gruplar t-testi Analizi Sonuçları

	Gruplar	N	\bar{X}	ss	Sd	t	p	Etki büyüklüğü
Sontest	Deney	25	23.52	4.63	48	4.59	.000*	1.29
	Kontrol	25	16.24	6.44				

* $p<.05$

Tablo 10 yer alan BSBT son test analiz sonuçlarına bakıldığında elde edilen son test puanları ortalamaları

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür ($t=24.59$; $p<0.05$). Bu fark deney grubu lehinedir. STEM uygulamalarının uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerine göre bilimsel süreç becerilerinin daha fazla geliştiği söylenebilir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BSBT son test puanları için Cohen's d değeri hesaplanmış ve 1.29 olarak bulunmuştur. Bu değer ise deney grubuna uygulanan STEM ders planının büyük (large) etki büyüklüğünü ifade etmektedir.

Görüşme Sorularına İlişkin Bulgular

Öğrencilere dört tane açık uçlu sorudan oluşan "STEM Uygulamalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri Formu" uygulanmıştır. Görüşme formunda yer alan, "STEM uygulamaları; Elektrik Enerjisinin Dönüşümü konusunu anlamana yardımcı oldu mu?" sorusuna ait frekans ve yüzde değerleri hesaplanmış ve Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Öğrencilerin Birinci Açık Uçlu Soruya Verdikleri Yanıtlara ait Frekans Değerleri

Kategori	Görüş	f
"Evet" olarak cevap verenler	STEM uygulamaları "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusunu anlamama yardımcı oldu.	18
	Pek çok araştırma yaptım, yaptıkça yeni ve ilgi çekici bilgiler öğrendim.	8
	STEM uygulamaları "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusunu anlamama çok yardımcı oldu.	4
	STEM uygulamaları ile araştırma yapmak konuyu kavramama yardımcı oldu.	3
	STEM uygulamaları "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusunu anlamama biraz yardımcı oldu.	3
	Bir şeyi uygulamalı bir şekilde göstermek anlatmaktan daha etkili oldu.	2
	"Elektrik Enerjisinin Dönüşümü" konusunu zevk alarak öğrendim.	1
"Hayır" olarak cevap verenler	Hayır, olmadı.	2

İlk soruya öğrencilerin % 92'si "evet" cevabı vermiştir. Öğrencilerin % 72'si "anlamama yardımcı oldu", % 16'sı ise "anlamama çok yardımcı oldu", % 12'si "anlamama biraz yardımcı oldu", % 12'si "araştırma yapmak konuyu kavramama yardımcı oldu" cevabını vermiştir. Öğrencilerin % 32'si "araştırma yaptığını, yaptıkça yeni ve ilgi çekici bilgiler öğrendiğini" ifade etmiştir. Öğrencilerin % 8'i "bir şeyi uygulamalı bir şekilde göstermek anlatmaktan daha etkili oldu", % 4'ü "konuyu zevk alarak öğrendiğini" ifade etmiştir. Öğrencilerin % 8'i "hayır" cevabını vermiştir.

STEM uygulamalarına yönelik öğrenci görüşleri formunun ikinci sorusu olan "Elektrik Enerjisinin Dönüşümü konusuna entegre edilmiş STEM uygulamaları Fen Bilimleri dersine ilgi ve isteğini nasıl etkiledi?" sorusuna dair frekans ve yüzde değerleri Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. Öğrencilerin İkinci Açık Uçlu Soruya Verdikleri Yanıtlara ait Frekans Değerleri

Kategori	Görüş	f
Etki etme	“Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusuna entegre edilmiş STEM Uygulamaları Fen Bilimleri dersine ilgi ve isteğini arttırdı.	10
	“Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusuna entegre edilmiş STEM Uygulamaları Fen Bilimleri dersine ilgi ve isteğini olumlu etkiledi.	6
	Çok eğlenceliydi.	4
	İlgimi çekti.	4
	Uğraştırıcı olsaydı daha çok hoşuma giderdi.	2
	Dersi sevmeme yardımcı oldu.	2
	Daha çok çabalayarak derse önem verdim.	1
	Bakış açımı tamamen değiştirdi.	1
Etki etmeme	İlgi ve isteğini etkilemedi, çünkü ben zaten fen bilimleri dersini seviyordum.	3

Not: Bir öğrenci birden fazla görüş belirtebildiği için toplam ifade sayısı araştırmaya katılan öğrencilerin sayısından fazladır.

İkinci soruya öğrencilerin % 88’i “evet” cevabı verirken, % 12’si “hayır ilgi ve isteğini etkilemedi, çünkü ben zaten Fen bilimleri dersini seviyordum” yanıtını vermişlerdir. Öğrencilerin % 40’ı “STEM uygulamalarının Fen Bilimleri dersine ilgi ve isteğini artırdığını”, % 24’ü “STEM uygulamalarının Fen Bilimleri dersine ilgi ve isteğini olumlu etkilediğini” ifade etmiştir. Öğrencilerin % 16’sı “STEM uygulamalarını eğlenceli bulduğunu”, % 16’sı “ilgisini çektiğini” ifade etmiştir. Öğrencilerin % 8’i “dersi sevmeme yardımcı oldu”, % 4’ü “daha çok çabalayarak derse önem verdim”, % 4’ü ise “bakış açısını tamamen değiştirdiğini” ifade etmiştir. Öğrencilerin % 8’i “uğraştırıcı olsaydı daha çok hoşuma giderdi” cevabını vermiştir. Bu yanıtlardan yola çıkarak öğrencilerin araştırmaya ve sorgulamaya dayalı öğretimde bilgiye ulaşma yolunda çaba harcaması derse karşı ilgisini arttırdığı göstermiştir.

Görüşleri formunun üçüncü sorusu olan “STEM uygulamalarının diğer derslerde yer almasını ister miydin?” sorusuna dair frekans ve yüzde değerleri Tablo 13’de gösterilmiştir.

Üçüncü soruya öğrencilerin % 92’si “evet”, % 8’i “hayır” cevabını vermiştir. Öğrencilerin % 20’si “STEM uygulamalarının diğer derslerde de merak uyandırıp ilgiyi arttırdığını”, % 16’sı “STEM uygulamalarının dersi eğlenceli hale getirdiğini” ifade etmiştir. Öğrencilerin % 12’si “STEM uygulamaları ile diğer dersleri daha kolay anlayacağını”, % 8’i “diğer derslerle ilgili olduğunu”, % 8’i “arkadaş dayanışmasını arttıracığını”, % 4’ü “STEM uygulamaları hem hayal gücünü hem de tasarlama yeteneğini arttırdığını” ifade etmiştir. Öğrencilerin % 4’ü “STEM uygulamaları diğer derslerde de uygulanırsa sevmediğimiz bir dersi artık sevebiliriz” yanıtını vermiştir.

Tablo 13. Öğrencilerin Üçüncü Açık Uçlu Soruya Verdikleri Yanıtlara ait Frekans Değerleri

Kategori	Görüş	f
“Evet” olarak cevap verenler	STEM uygulamalarının diğer derslerde yer almasını isterdim.	23
	STEM uygulamalarının diğer derslerde de merak uyandırıp ilgiyi arttıracığını düşünüyorum.	5
	STEM uygulamaları dersi eğlenceli hale getiriyor.	4
	Dersi daha kolay anlarız.	3
	STEM uygulamalarının diğer derslerle ilgili olduğunu düşünüyorum.	2
	Arkadaş dayanışması artar.	2
	STEM uygulamaları hem hayal gücünü hem de tasarlama yeteneğini arttırıyor.	1
	STEM uygulamaları diğer derslerde de uygulanırsa sevmediğimiz bir dersi artık sevebiliriz.	1
“Hayır” olarak cevap verenler	Hayır, gerek yok.	2

Not: Bir öğrenci birden fazla görüş belirtebildiği için toplam ifade sayısı araştırmaya katılan öğrencilerin sayısından fazladır.

Görüşleri formunun dördüncü sorusu olan “STEM uygulamalarının olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?” sorusuna dair frekans ve yüzde değerleri Tablo 14’de gösterilmiştir.

STEM uygulamalarının olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir sorusuna öğrencilerin % 28’i “olumsuz yönü olduğunu düşünmediğini” ifade etmiştir. Öğrencilerin % 36’sı “STEM uygulamaları dersi daha iyi anlamama yardımcı oldu”, % 32’si “dersi ilgi çekici ve merak uyandırıcı hale getiriyor”, % 24’ü “ders daha eğlenceli, zevkli geçiyor”, % 16’sı “STEM uygulamaları takım olarak çalışmamızı sağlıyor”, % 12’si “el becerimizi pratiğe dökmemizi sağladı” cevabını vermiştir. Öğrencilerin % 16’sı “model tasarlamayı”, % 16’sı “grupça fikirleri tartışmayı”, % 8’i “bireysel araştırma yapmayı” STEM uygulamalarının olumlu yönü olarak ifade etmiştir. Öğrencilerin % 40’ı “STEM uygulamalarının zaman alıcı olduğunu”, % 8’i “ayrıntılı ve uğraştırıcı olduğunu”, % 8’i “karmaşık ve anlaması güç” bulduğunu STEM uygulamalarının olumsuz yönü olarak ifade etmiştir. Elde edilen verilere göre öğrenciler işbirlikli olarak çalışmayı, tartışma yaparak, araştırıp sorgulayarak öğrenmeyi, tasarım uygulamalarını olumlu olarak değerlendirirken uygulama sürecinde zamanın yetmemesini olumsuz olarak değerlendirmiştir. STEM uygulamalarını “ayrıntılı, uğraştırıcı”, “karmaşık, anlaması güç” olarak ifade eden öğrencilerin araştırma inceleme sürecinde eksik kaldıkları gözlemlenmiştir.

Tablo 14. Öğrencilerin Dördüncü Açık Uçlu Soruya Verdikleri Yanıtlara ait Frekans Sonuçları

Kategori	Görüş	f
Olumlu yönleri	STEM uygulamaları dersi daha iyi anlamama yardımcı oldu.	9
	Dersi ilgi çekici ve merak uyandırıcı hale getiriyor.	8
	STEM uygulamalarının olumsuz yönü olduğunu düşünmüyorum.	7
	Ders daha eğlenceli, zevkli geçiyor.	6
	STEM uygulamaları takım olarak çalışmamızı sağlıyor.	4
	Model tasarlamak	4
	Grupça fikirleri tartışmak	4
	El becerimizi pratiğe dökmemizi sağladı.	3
	Bireysel araştırma yapmak	2
	Kendime olan güvenimi arttırdı.	1
	Ders notlarım yükseldi.	1
	Ülkemize olumlu katkı sağlar.	1
	Olumsuz yönleri	Zaman alıcı
Ayrıntılı, uğraştırıcı		2
Karmaşık, anlaması güç		2

Not: Bir öğrenci birden fazla görüş belirtebildiği için toplam ifade sayısı araştırmaya katılan öğrencilerin sayısından fazladır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu bölümde araştırmanın bulgularından elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Bu araştırmada ortaokul 7. sınıf Fen bilimleri dersi “Elektrik enerjisi” ünitesi “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunun öğretiminde kullanılan STEM uygulamalarının ve mevcut programda belirtilen öğretimin uygulandığı sınıflardaki öğrencilerin “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Başarı Testi (EDBT)” ve “Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT)” ölçeklerinden aldıkları puanlar incelenmiştir. Ayrıca, STEM uygulamaları hakkında öğrencilerin görüşleri alınmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular STEM uygulamalarının yapıldığı deney grubundaki öğrencilerin mevcut programın öngördüğü öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerine göre akademik başarı puanlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç, 5E öğretim modeli ile temellendirilmiş STEM uygulamaları ile yapılan öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını mevcut programın öngördüğü öğretim yöntemine kıyasla daha fazla arttırdığını göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde 5E öğretim modeli ile yürütülen farklı araştırmaların öğrencilerin Fen Bilimleri dersi akademik başarılarını arttırmada etkili olduğu görülmüştür (Hun, 2017; Öztürk Geren ve Dökme, 2015). Örneğin, Hun (2017) 7. sınıf Fen Bilimleri dersinin öğretiminde 5E öğrenme yönteminin derinleştirme aşamasında probleme dayalı öğrenme yöntemi kullanarak dersleri işlediği araştırmasında öğrencilerin akademik başarısını olumlu yönde geliştirdiğini tespit etmiştir. Burada, gerçekleştirilen etkinlikler bu araştırmamız ile birebir benzerlik göstermese de, 5E öğretim modeli ile birlikte probleme dayalı öğretim yöntemi kullanılması ve elde edilen çıktılar bu araştırmayı destekler niteliktedir.

Diğer yandan alan yazında farklı öğretim seviyelerinde farklı konu ve etkinliklerle yürütülen STEM uygulamalarının akademik başarı üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok araştırma bulunmaktadır. Bu

araştırmalardan bazıları STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısını artırmaya yönelik etkisinin bulunmadığı araştırmalar olsa da (Dumanoğlu, 2018; Guzey vd., 2016; Judson, 2014; Nağaç, 2018; Öner ve Capraro, 2016; Sarıcan, 2017); genel olarak incelenen araştırmaların çoğunluğu STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısını artırmaya yönelik etkisinin olduğu göstermektedir. STEM uygulamalarından elde edilen sonuçlar literatürdeki benzer araştırmaların sonuçlarıyla desteklenmektedir. (Aygen, 2018; Barcelona, 2014; Becker ve Park, 2011; Biçer vd., 2014; Bilekyiğit, 2018; Ceylan, 2014; Çevik, 2018; Cho ve Lee, 2013; Cotabish vd., 2013; Dedetürk, 2018; Doğanay, 2018; Doppelt vd., 2008; Ergün ve Balçın, 2019; Gazibeyoğlu, 2018; Gülen, 2016; Han vd., 2014; Hansen ve Gonzalez, 2014; Hill, 2002; İrkıçatal, 2016; İnce vd., 2018; Judson ve Sawada, 2000; Karcı, 2018; Olivarez, 2012; Onsekizoğlu, 2018; Toma ve Greca, 2018; Yasak, 2017; Yıldırım ve Altun, 2015; Yıldırım ve Selvi, 2017).

Alan yazında 5E öğrenme modeli ile birlikte STEM yaklaşımının kullanıldığı araştırmalar da bulunmaktadır. Doğan (2019) yaptığı araştırmasında 7. sınıf Elektrik Enerjisi ünitesini STEM etkinlikleri ile işlemiştir. Araştırmasında STEM etkinliklerini 5E öğretim modeline uygun olarak hazırlamıştır. Doğan (2019) gerçekleştirdiği araştırmasında 5E modeli ile bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısını büyük etki büyüklüğü ile artırdığını tespit etmiştir. Elde edilen sonuçlar bu araştırmayı destekler niteliktedir. Deveci Bozkurt (2019) 5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş STEM yaklaşımına dayalı etkinliklerle 6. sınıf Fen Bilimleri dersi “Madde ve Isı” konusunun öğretimini gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen veriler, gerçekleştirilen etkinliklerin örneklem grubundaki öğrencilerin akademik başarılarını uygulama öncesine kıyasla artırdığını göstermektedir. Bu araştırma STEM eğitiminin başarıyı artırmada etkili olduğunu göstermesi adına araştırmamızı desteklemektedir.

Ayrıca araştırma bulgularına göre deney ve kontrol gruplarına uygulanan öğretimin her ikisi de öğrencilerin akademik başarılarını arttırsa da; hesaplanan büyük etki büyüklüğü STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını geliştirmede daha fazla etkili olduğunu ifade etmektedir. Becker ve Park (2011)’a göre dört STEM disiplinini de içeren araştırmalar büyük etki büyüklüğüne sahiptir.

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan öğretimin her ikisi de öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirse de; hesaplanan büyük etki büyüklüğü STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede daha fazla etkili olduğunu göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde 5E öğretim modeli ile yürütülen farklı araştırmaların öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu görülmüştür (Aydın Ceran, 2018; Bıyıklı, 2013; Öztürk vd., 2015). Bıyıklı (2013) 4. sınıf Fen ve Teknoloji dersi kapsamında “Vücudumuzun Bilmecesini Çözelim, Maddeyi Tanıyalım, Kuvvet ve Hareket” üniteleri etkinliklerini bilimsel süreç becerilerini ön plana çıkararak 5E öğretim yöntemine göre düzenlemiştir. Araştırmada kontrol gruplu ön test-son test deneysel desen kullanmıştır. Bir dönem boyunca süren araştırmada Fen ve Teknoloji dersinde 5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş öğretimin bilimsel süreç becerilerinin geliştirmede mevcut uygulanan programın eğitim durumlarından daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu araştırmada gerçekleştirilen etkinlikler bu araştırma ile birebir örtüşmese de, 5E öğretim modelinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi bu araştırmayı

destekler niteliktedir. Aydın Ceran (2018) 7. sınıf Fen Bilimleri dersi “Kuvvet ve Enerji” ünitesinde yaşam temelli bağlarla desteklenmiş 5E Modeline göre tasarlanan öğretim uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine olan etkilerini araştırmıştır. Bilimsel süreç becerileri bakımından deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit etmiştir. Söz konusu araştırma gerçek hayat problemleri içermesi ve uygulanan 5E öğretim modelinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi bakımından bu araştırmayı destekler niteliktedir. Ayverdi (2018) STEM yaklaşımının 5E modeline entegre edilmesi ile oluşturulan öğretim tasarımının 7 ve 8. sınıfta öğrenim gören 41 BİLSEM öğrencisine uygulamıştır. Araştırma sonucunda elde edilen nicel ve nitel bulgular öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Örneklem grubu özel yetenekli öğrencilerden oluşması yönüyle farklı olsa da sonuçlar bu araştırmayı desteklemektedir. Strong (2013) mühendislik tasarım yaklaşımı ile yapılan öğretimin ilköğretim öğrencilerinin bilim süreç becerilerinin önemli ölçüde geliştirdiğini belirtmiştir. Sonuçlar araştırmamızı destekler niteliktedir. Ayrıca alan yazında farklı STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen araştırmaların bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu gösteren araştırmalarda yer almaktadır (Akçay, 2018; Bektaş ve Eroğlu, 2016; Cotabish vd., 2013; Duygu, 2018; Gökbayrak ve Karışan, 2017b; Koç, 2017; Park ve Yoo, 2013; Sullivan, 2008; Taştan Akdağ ve Güneş, 2017; Yamak vd., 2014).

7.sınıf Fen Bilimleri dersi Elektrik Enerjisi ünitesini 5E öğretim modeline uygun STEM etkinlikleri ile işleyen Doğan (2019) öğretim etkinlikleri sonrası deney ve kontrol gruplarına Bilimsel Süreç Becerileri Testi uygulamıştır. Araştırmada elde edilen bulgular sonucunda deney grubunun ön test ve son testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı, kontrol grubunun ön test ve son testleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum araştırmada gerçekleştirilen 5E modeli ile bütünleştirilmiş STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olmadığını ifade etmektedir. Bu araştırmanın sonuçları Doğan (2019)’un araştırması dışında diğer araştırmalarla örtüşmektedir. Bu farklılaşmanın sebebi ise ölçme araçlarının farklı olması ya da yapılan etkinliklerin farklı olması olabilir.

Öğrenci görüşleri formundan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin STEM uygulamaları hakkında genel olarak olumlu görüşlere sahip olduğu çıkarımı yapılabilir. Araştırma bulgularına paralel olarak STEM uygulamaları hakkında olumlu görüş bildiren birçok araştırma mevcuttur (Becker ve Park, 2011; Bektaş ve Eroğlu, 2016; Bilekyiğit, 2018; Bozkurt Altan vd., 2016; Ceylan, 2014; Doğanay, 2018; Ercan, 2014; Gazibeyoğlu, 2018; Gökbayrak ve Karışan, 2017a; Gülen, 2016; Lou vd., 2011; Nağaç, 2018; Onsekizoğlu, 2018; Özçakır Sümen ve Çalışıcı, 2016; Pekbay, 2017; Salman Parlakay, 2017; Tarkin Çelikkıran ve Aydın Günbatır, 2017; Taştan Akdağ ve Güneş, 2017; Thananuwong, 2015; Yasak, 2017).

STEM uygulamalarının, araştırma sorgulamaya dayalı oluşu ve uygulama yapmaya olanak sağlaması yönünden öğrencilerin konuyu anlamasına yardımcı olduğunu söylenilebilir. Bulgular literatürdeki benzer araştırmalarla paralellik göstermektedir. Karahan vd. (2014), STEM eğitimine uygun hazırlanan okul dışı etkinlikler ile ilgi öğrencilerin düşüncelerini araştırmışlardır. Yürütülen araştırma kapsamında öğrenciler STEM uygulamalarının konu ile ilgili kavramları daha kolay anlamalarını sağladığını belirtmişlerdir. Thananuwong (2015)’da STEM temelinde hazırlanmış etkinlikler hakkında ortaokul öğrencilerinin görüşlerini incelediği araştırmasında benzer

sonuçlar elde etmiştir. Thananuwong (2015) STEM temelinde hazırlanmış etkinliklerin öğrencilerin bilimsel kavramları daha kolay anlayabilmelerine yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Söz edilen araştırmalar bu araştırmayı destekler niteliktedir.

Araştırma bulgularını destekleyen literatürde benzer araştırmalar da yer almaktadır. Keçeci vd. (2017) tarafından STEM eğitimi etkinliklerinin 5. Sınıf öğrencilerin kodlama öğrenimine etkisini ortaya çıkararak katılımcıların görüşlerini belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmasında öğrencilerin STEM etkinliklerinden keyif aldıkları belirtilmiştir. Özçelik ve Akgündüz (2017) yaptığı araştırmaya göre öğrenciler uygulanan STEM etkinliklerin tasarım sürecinin zevkli olduğunu ve başarılı ürünler ortaya koyduklarında motivasyonlarının arttığını tespit edilmiştir. Bozkurt Altan vd. (2016) yürüttüğü araştırmada üniversite düzeyinde uygulanan STEM uygulamalarını öğretmen adayları ders sürecini eğlenceli bulduklarını ifade etmişlerdir.

Elde edilen bulgulardan yola çıkılarak öğrencilerin eğlenceli buldukları ve derse ilgiyi arttıracaklarını düşündükleri için STEM Uygulamalarını diğer derslerde de yer almasını istedikleri söylenilebilir. Araştırma bulgularına paralel olarak Onsekizoğlu (2018) yaptığı araştırmasında öğrencilere bütünlük STEM eğitimi doğrultusunda araştırmalar yapmıştır. Araştırma grubu öğrencileri STEM ile ilgili, başka derslerde de uygulamayı istedikleri hakkında görüş bildirmişlerdir. Bektaş ve Eroğlu (2016) Fen Bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşlerini incelediği araştırmasında, STEM ve STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin verimli /keyifli vakit geçirmelerini sağladığını ve başka alanlarda da başarılı olmalarını sağladığını ifade etmiştir. Gülen (2016) STEM etkinliklerinin; öğrencilerin konuyu sevmesini sağladığı, eğlenceli buldukları ve konuyu daha iyi anlamalarını sağladığı, bu etkinlikler sırasında öğrencilerin birbirini daha iyi tanıdığı ve sosyalleşmenin arttırdığını belirtmiştir.

STEM uygulamalarının olumsuz yönlerine ilişkin öğrencilerin çoğu STEM uygulamalarının zaman alıcı olduğunu, % 8'lik bir kısmı ise STEM uygulamalarını ayrıntılı-üçüncü ve karmaşık-anlaması güç olarak ifade etmiştir. Literatürdeki benzer araştırmalar araştırma bulgularını destekler niteliktedir. Baran, Canbazoğlu Bilici ve Mesutoğlu (2015) öğrencilerin STEM etkinliklerine yönelik düşüncelerini araştırdığı çalışmada; öğrencilerin karşılaştıkları sorunları; işbirliği ile araştırma süreçlerindeki aksaklıklar ve zaman yetersizliği olarak ifade etmişlerdir. Özçakır Sümen ve Çalışıcı (2016) STEM uygulamaları hakkında sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerini araştırdığı araştırmasında sınıf öğretmeni adayları etkinliklerin kalabalık sınıflarda uygulanmasının zorluğu ve zaman almasını dezavantaj olarak ifade belirtmişlerdir. Çetin ve Balta (2017) fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM aktivitelerini tanıtmayı ve öğretmen adaylarının STEM materyalleri ile ilgili görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Öğretmen adayları STEM aktivitelerinin olumsuz yönlerine ilişkin STEM materyalleri hazırlamanın zor, zaman alıcı ve öğrencilerin seviyesine uygun olmadığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Taştan Akdağ ve Güneş (2017) STEM uygulama sürecinin ders saatleri ile kısıtlı kalmasını yaşanan en büyük olumsuzluk olarak belirtmiştir.

Sonuç olarak, 5E öğretim modeli ile bütünleştirilmiş STEM yaklaşımı ile işlenen Fen Bilimleri dersinin öğrencilerin akademik başarısını ve bilimsel süreç becerilerini anlamlı olarak artırdığı tespit edilmiş, deney grubu öğrencileri uygulama hakkında genellikle olumlu görüş bildirmişlerdir.

ÖNERİLER

Tarih boyunca toplumlar büyüdükçe ortaya yeni ihtiyaçlar çıkmıştır. Bu ihtiyaçları karşılayabilmek için de eğitim hizmetleri gelişmiştir. Bu durum insanlık tarihi kadar eski olup sürekli gelişen ve kendini yenileyen bir süreçtir. Bilgi ve teknoloji çağı olan günümüzde biliyoruz ki, gelecek neslin yaşayacağı ortam, bizim yaşadığımız dünyadan çok farklı olacaktır. Bilim ve teknolojinin çok hızlı değişmesinden dolayı, öğretmenler ve öğrenciler her an değişen ortam koşullarına uyum sağlayabilmeli ve geleceğin ihtiyaçları göz önünde bulundurularak eğitim hizmetleri yenilenmelidir. Dünya ülkelerinin ekonomileri ve gelişmişlikleri, bilim ve teknoloji alanlarında yaşanan ilerlemelere bağımlı hale gelmiştir. Bu sebeple STEM disiplinlerinde etkin öğrenci sayısının artırılması ve STEM ile ilgili meslek seçiminde bulunan mezun öğrenci sayısının artması her devlet ve ulusun ekonomik refahı için önemlidir. Gençleri STEM ile ilgili disiplinlerde meslek seçmeye teşvik etmek, insanlığın hem küresel hem de ulusal alandaki ihtiyaçlarını karşılamak açısından önem arz etmektedir (National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, 2006). Bu bakımdan STEM yaklaşımının Fen Bilimleri dersinde mevcut olan diğer ünite veya konularda da kullanılması önerilmektedir. STEM uygulamaları okul içinde yapılmasının yanı sıra, okul dışı faaliyetlerle de desteklenebilir. Bu araştırmada STEM etkinlikleri 5E öğretim modeli ile temellendirilmiştir. Öğrenciyi temel alan farklı öğretim yaklaşımları ile birlikte kullanılabilir. Ayrıca öğrenciler STEM uygulamalarını diğer derslerde de uygulanmasını istemişlerdir. Öğrencilerin akademik başarılarının artışı adına diğer derslerde de STEM kullanılabilir. Öğrenciler aktif oldukları derslerde daha başarılı olmaktadır. Öğrencilerin farklı disiplinleri bir arada kullanabilecekleri bilim sınıfları oluşturulabilir. Derslerde başarılı bir şekilde STEM'i kullanabilmeleri için öğretmenlere kurslar ve hizmet içi eğitimler verilebilir. Öğretmenlerin ve öğrencilerin mühendislik becerisini geliştirebilecek etkinlikler ders kitaplarına eklenebilir.

ETİK

Bu makalede dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazara aittir.

KAYNAKÇA

Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2007). Investigating the relationship between science process skills and scientific creativity. *H. U. Journal of Education*, 33, 11-23.

Aktaş, S. (2016). *The effect of middle school 6th, 7th and 8th science teaching curriculum programs on the students cognitive styles, emotional intelligent, science process skills and academic achievement* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

- Akçay, S. (2018). *The effects of robotic stem applications on science teachers' academic success, scientific process skills and motivations*. [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Akın, V. (2019). *The effect of stempractices on seventh grades' attitudes toward STEM, science process skills and career choice* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Aydın Ceran, S. (2018). *The effects of 5e models supported life-based contexts on the conceptual understanding levels and scientific process skills of the students with different cognitive styles* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Aygen, M. B. (2018). *Stem applications for supporting integrated teacher knowledge of science teacher candidates* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ayverdi, L. (2018). *Usage of technology, engineering and mathematics in science education for gifted students: STEM approach* [Unpublished doctoral dissertation].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Bağcı Kılıç, G. (2002). *Science education in the world and Turkey*. Paper presented at the V. National Science and Mathematics Education Congress, ODTÜ.
- Bağcı Kılıç, G., Haymana, F., & Bozıymaz, B. (2008). Analysis of the elementary science and technology curriculum of turkey with respect to different aspects of scientific literacy and scientific process. *Education and Science, 33*(150), 52-63.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) public service announcement (psa) development activity. *Journal of Inquiry Based Activities (JIBA), 5*(2), 60-69.
- Barcelona, K. (2014). 21st century curriculum change initiative: a focus on STEM education as an integrated approach to teaching and learning. *American Journal of Educational Research, 2*(10), 862-875.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education, 12*(5&6), 23-37.
- Bektaş, O., & Eroğlu, S. (2016). Ideas of science teachers took STEM education about STEM based activities. *Journal of Qualitative Research in Education - JOQRE, 4*(3), 43-67.
- Bıyıklı, C. (2013). *The effect of 5E learning model designed according to learning experiences on the science process skills, level of learning and attitude* [Unpublished doctoral dissertation].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Biçer, A., Navruz, B., Capraro, R., & Capraro, M. (2014). STEM schools vs. non STEM schools: Comparing students mathematics state based test performance. *International Journal of Global Education, 3*(3), 8-19.

- Bilekiğiğit Y. (2018). *Analysis of the effect of STEM activity in biology course on academic achievement and career interests of vocational and technical high school students* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., & Buluş Kırıkkaya, E. (2016). A proposal of the STEM education for teacher training: Design based science education. *Trakya Journal of Education*, 6(2), 212-232.
- Büyüköztürk Ş., Çakmak Kılıç E., Akgün Ö. E., & Demirel F. (2016). *Scientific research methods*. Pegem Publication.
- Bybee, R.W. (1989). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 31-35.
- Carin, A. & Bass, J. (2005). *Teaching science as inquiry*. Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall.
- Ceylan, S. (2014). *A study for preparing an instructional design based on science, technology, engineering and mathematics (STEM) approach on the topic of acids and bases at secondary school science course* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Cho, B. & Lee, J. (2013). *The effects of creativity and flow on learning through the STEAM education on elementary school contexts*. Paper presented at the International Conference of Educational Technology, Sejong University.
- Creswell, J. W. (2006). *Understanding mixed methods research*. http://www.sagepub.com/upm-data/10981_Chapter_1.pdf
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Erlbaum.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Çepni, S., Akdeniz, A. R. & Keser, Ö. F. (2000). *Developing Sample Guide Materials Suitable for Integrative Learning Theory in Science Teaching*. Paper presented at the Firat University 19th Physics Congress, Firat University.
- Çetin, A., & Balta, N. (2017). Pre-Service Science Teachers Views on STEM Materials and STEM Competition in Instructional Technologies and Material Development Course. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 279-288.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 8(2), 281-306.
- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S., & Özel, S. (2012). *Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: Interdisciplinary studies and interactions*. Paper presented at the International Congress of X. National Science and Mathematics Education, Niğde.
- Daugherty, M. K. (2009). *The "T" and "E" in STEM. The overlooked stem imperatives: technology and engineering*. 8-25. Reston VA: ITEEA.

- Davies, P. (2000). Contributions from qualitative research. (In H. T. Davies, M. N. Sandra and P. Smith Eds). *What works? Evidence-based policy and practice in public services*. (291-316), Policy Press.
- Dedetürk, A. (2018). *Developing, implementing, and investigation of achievement in the 6th grade sound subject teaching activities by STEM approach* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Demirci Güler, M. P. (2017). *Science teaching*, Pegem Publication.
- Deveci Bozkurt, M. (2019). *Investigation of the effectiveness of science-technology-engineering-mathematics (STEM) approach in the teaching of 6th grade matter and heat subject* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Doğan, İ. (2019). *Determine the effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) activities on the academic success in the science course, science process skills, attitudes towards science subjects and attitudes towards stem of the 7th grade students* [Unpublished doctoral dissertation].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Doğanay, K. (2018). *The effect of science festivals upon with problem based stem activities on the student's science attitudes and academic achievements* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E. & Krynski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Dumanoğlu, F. (2018). *Effect of science, technology, engineering and mathematics activities on seventh grade students' academic achievement and attitudes* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Duygu, E. (2018). *The effect of STEM education on science process skills and STEM awareness in simulation based inquiry learning environment* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ercan, S. (2014). *The usage of engineering practices in science education: Design based science learning* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ergün, A., & Balçın M. D. (2019). The effects of problem-based STEM applications on academic success. *The Journal of Limitless Education and Research*, 4(1), 40-63. DOI:10.29250/sead.490923
- Gazibeyoğlu, T. (2018). *Investigation of the effect of stem applications on achievement in force and energy unit and attitudes towards science course of 7th grade students* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, Library of Congress.
<https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>
- Gökbayrak, S., & Karişan, D. (2017a). Exploration of sixth grade students' views on STEMM based activities. *International Journal of Field Education (IJOFE)*, 3(1), 25-40.

- Gökbayrak, S., & Karişan, D. (2017b). An investigation of the effects of STEM based activities on preservice science teacher's science process skills. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences*, 8(2), 63-84.
- Gülen S. (2016). *Argumentation science learning approach based on the science-technology-engineering and mathematics disciplines impacts of student learning products* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Guzey, S. S., Moore, T.J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 550-560. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9612-x>
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M.M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Hansen, M., & Gonzalez, T. (2014). Investigating the relationship between STEM learning principles and student achievement in math and science. *American Journal of Education* 120(2), 139-171. <https://doi.org/10.1086/674376>
- Hill, M.D. (2002). *The effects of integrated mathematics/science curriculum and instruction on mathematics achievement and student attitudes in grade six* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://www.proquest.com>
- Hun, F. (2017). *The effect of academic achievement and attitudes on the 7th grade students of problem based learning method and improved 5E learning model* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- İnce, K., Mısır, M. E., Küpeli, M. A., & Fırat, A., (2018). Examining the effect of STEM-based approach on the problem solving ability and academic success of students in teaching the enigma of the earth's crust unit of the 5th grade life sciences course. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 64-78.
- Irkiçatal, Z. (2016). *STEM related after - school program activities and associated outcomes on students success and on their stem perception and interest* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Judson, E. (2014). Effect of transferring to STEM focused charter and magnet schools on student achievement. *The Journal of Educational Research*, 107(4), 255-266.
- Judson E., & Sawada D. (2000). Examining the effects of a reformed junior high school science class on students' math achievement. *School Science and Mathematics*, 100(8), 19-25.
- Karahan, E., Canbazoglu Bilici, S. C., & Ünal, A., (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240.

- Karcı, M. (2018). *Examining the effect of using scenario based teaching method based on STEM activities on students' achievement, career choice and their motivation* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Keçeci, G., Alan, B., & Kirbağ Zengin, B. (2017). STEM education practices with 5th grade students. *Kırşehir Journal of Education Faculty*, 18, Special Issue, 1-17.
- Keser, Ö. F. (2003). *Designing and implementing a constructivist learning environment for physics education*. [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Koç, Y. (2017). *Growing young mechatronics by using stem education model approach in science course* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kurt, B., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12(5/6), 23-37.
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The impact of problembased learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21, 195-215.
- Miles, M. B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis*. Sage, Thousand Oaks.
- MoNE. (2017). *Programme of Science curriculum*. Ankara.
- Nağaç, M. (2018). *An analysis of the effects of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education method on the academic success and problem solving skills of 6th grade students for matter and heat unit in science course* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine. (2006). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. National Academies Press.
- Olivarez, N. (2012). *The Impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south texas middle school* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://www.proquest.com>
- Onsekizoğlu, A. S. (2018). *The effect of webquest supported stem on students learning and the correlation of multiple intelligence and learning styles* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Öner, A. T., & Capraro, R. M. (2016), Is STEM academy designation synonymous with higher student achievement?, *Education and Science*, 41(185), 1-17.
- Özçakır Sümen, Ö., & Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16, 459-476.
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2017). Evaluation of gifted/talented students' out-of-school STEM education. *Trakya Journal of Education*, 8(2), 334-351. DOI: 10.24315/trkefd.331579.

- Özsoy, S., & Özsoy, G., (2013). Effect size reporting in educational research. *Elementary Education Online*, 12(2), 334-346.
- Öztürk Geren, N., & Dökme, İ. (2015). The effect of 5E learning model-based activities on students' scientific process skills and academic achievement. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 11(1), 76-95.
- P21. (2015). *Partnership for 21st century learning 2015*.
http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf.
- Park, S. J., & Yoo, P. K. (2013). The effects of the learning motive, interest and science process skills using the "light" unit in science-based STEAM. *Elementary Science Education*, 32(3), 225-238.
- Pekbay, C. (2017). *Effects of science technology engineering and mathematics activities on middle school students* [Unpublished doctoral dissertation].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Salman Parlakay, E. (2017). *Investigation the effect on the academic achievement, interrogating learning skills, motivations of the unit 'traveling and knowing the world of life' of fifth grade students of stem practices* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Sarıcan, G. (2018). *The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking ability towards problem solving and permanence in learning* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Selvi, M., & Yıldırım, B. (2018). STEM learning teaching models: 5E learning model, project-based learning and STEM SOS model (203-238) (S. Çepni Ed.). *STEM + A + E Education from Theory to Practice*. Pegem Publication.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (Complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Smith, K. A., & Welliver, P. W. (1994). *Science process assessments for elementary and middle school students*. Smith and Welliver Educational Services. <http://www.scienceprocesstests.com>
- Stemler, S. (2001). An overview of content analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(17).
<http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=17>
- Strong, M. G. (2013). *Developing Elementary math and science process skills through engineering design instruction* [Unpublished master' thesis]. Hofstra University, Hofstra.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Tabar, V. (2018). *Content analysis of STEM education research in Turkey* [Unpublished master's thesis].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Tarkın Çelikkıran, A., & Aydın Günbatar, S. (2017). Investigation of pre-service chemistry teachers' opinions about activities based on STEM approach. *YYU Journal of Education Faculty*, 14(1), 1624-1656.
<http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2017.58>

- Taştan Akdağ, F., & Güneş, T. (2017). Science high school students and teachers' opinions about The STEM Applications on the subject of energy. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1643-1656. <https://doi.org/10.24289/ijsser.337238>
- Tekindal, S. (2009). *Measurement and evaluation methods in schools*. Nobel Publication.
- Thananuwong, R. (2015). Learning science from toys: A pathway to successful integrated STEM teaching and learning in Thai middle school. *K-12 STEM Education*, 1(2), 75-84.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The Effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Wilson, S. M. (2011). *Effective STEM teacher preparation, induction, and professional development*. Michigan State University.
- Wosu, S. N. (2013). *Impact of academic performance improvement (API) skills on math and science achievement gains*. Paper presented at the American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference & Exposition, Atlanta.
- Yamak, H., Bulut, N., & DüNDAR, S. (2014). The impact of STEM activities on 5th grade students' scientific process skills and their attitudes towards science. *GUJGEF*, 34(2), 249-265.
- Yasak, M. T. (2017). *Applications of science, technology, engineering and mathematics in design based science education: Sample of the theme of pressure* [Unpublished master's thesis]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yıldırım, B. (2016). *An examination of the effects of science, technology, engineering, mathematics (stem) applications and mastery learning integrated into the 7th grade science course* [Unpublished doctoral dissertation]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yıldırım, B. (2018). *STEM education from theory to practice - Practice book*. Nobel Publication.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). Investigating the effect of STEM education and engineering applications on science laboratory lectures. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). An experimental research on effects of STEM applications and mastery learning. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, A. & Simsek, H. (2016). *Qualitative research methods in social sciences*. Seçkin Publishing.
- Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Pre-service primary school teachers' views about STEM education: An applied study. *Trakya Journal of Education*, 8(2), 195-213.