

THE EFFECT OF STEAM-BASED SCIENCE TEACHING ON STEAM PERFORMANCE DESIGN-BASED THINKING SKILLS AND STEAM ATTITUDES OF GIFTED AND TALENTED STUDENTS

Ezgi SAĞAT

*Master of Science, Turkey, ezgisagat95@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7406-0485*

Fazilet KARAKUŞ

*Assoc. Prof., Mersin University, Turkey, faziletkarakus@mersin.edu.tr
ORCID: 0000-0002-6455-9845*

Received: 29.08.2020

Accepted: 18.11.2020

Published: 15.12.2020

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of STEAM-based science teaching on STEAM performance, design-based thinking skills, and STEAM attitudes of gifted and talented students. This mixed-methods study employed an intervention-assisted embedded research design. The study group comprised 33 fifth graders attending the Recognition of Individual Talents (RIT) Program of a Science and Art Center (SAC) in one of our southern provinces in the 2018-2019 school year. In the quantitative phase of the study, the data were collected based on a quasi-experimental approach. In the qualitative phase, however, interviews were conducted before, during, and after the intervention process. The quantitative data were collected through the "STEAM Performance Evaluation Form" (STEAM PEF), "Design-Based Thinking Performance Evaluation Form" (Design-Based Thinking PEF), and STEAM Attitude Test and the qualitative data were collected through interviews and observations. ANOVA test for mixed measures was performed for analysis of quantitative data and content analysis for qualitative data. A statistically significant difference was found in STEAM and design-based thinking performance between the treatment group that underwent STEAM-based science teaching and the control group that underwent a STEM-based science curriculum for 13 weeks, while no significant difference was found in their STEAM attitudes. STEAM-based science teaching gave the gifted and talented students an awareness of their creation and design skills and the STEAM as well as increased their motivation by having them use their logical and analytical thinking skills.

Keywords: Science education, STEAM education, design-based thinking, attitude towards STEAM, gifted and talented students

INTRODUCTION

With the advancement of technology in the 21st century, countries are striving to follow and adapt to the changes and developments in economic, social, and political spheres. These changes and developments influence the education system along with the whole system in society. Apart from the economic and technological competition, a competitive environment is created in education alongside the adjustments and innovations that countries have made in the educational programs. To get information about education, the OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) that comprises of 34 member countries including Turkey, conducts an evaluation exam called PISA (The Program for International Student Assessment). This exam measures not only what students know but also if they could apply their knowledge and 21st-century skills in real life. In the PISA exam conducted in 2012, 2015 and 2018, Turkey achieved very low scores in the field of science, mathematics, and reading skills remaining at the lower bottom of inter-country rankings. However, the producing countries rank the top and the basis of production lies in the use of disciplines such as science, mathematics, and technology in addition to the 21st century skills. Ranking the top in international exams such as PISA and the competition that exists in the world requires utilization of interdisciplinary approaches appropriate to the 21st-century. Therefore, interdisciplinary STEM education was introduced into the curriculum in conjunction with a program launched by the USA. Art is one of the areas where, of 21st-century skills, creativity can be exhibited the best and creativity skills are the common basis of the scientific studies and works of art we appreciate today. In approaches to be applied, the art and aesthetic values were emphasized not to be left in the background, and thus, the STEAM concept was created by integrating art into STEM in 2006 (Ayvaci & Ayaydın, 2017).

The approaches, upon which the curriculum is founded, is one of the important elements of the teaching and learning process that guide teachers on how students acquire knowledge and skills in the teaching-learning process and how to evaluate the knowledge and skills they acquire. With the creation of the curriculum based on the constructivist approach, attention was drawn upon the individual differences and experiences of students and, in addition to the basic life skills, the goal was to enable them to acquire higher-order thinking skills such as critical thinking, problem-solving, and creative thinking skills. In order to achieve these goals, a variety of methods and strategies ought to be used in the classrooms. Teaching practices should be carried out by exposing students to a problem and providing them with experiences to solve this problem in a context interlinked with the real world (Jonessen, 1992; Karakuş, 2016).

Exposing students to problem situations that have multiple solutions they may face in real life and that require them to combine different disciplines is considered the most sensitive and salient aspect of STEAM education within the scope of educational programs (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014; Wang, Moore, Roehrig & Park, 2011; Williams, 2011 Cited in Bozkurt Altan, 2017). The problems encountered in real life require associating different disciplines and focusing on solutions by bringing together the knowledge and skills related

to the disciplines. Design-based thinking, which is one of the skills encountered in the way of innovative thinking, is defined as a human-oriented, multidisciplinary, optimistic, and experimental concept and it is considered as one of the ways to put the STEAM education into practice (Çopurlar & Öztürk, 2015). Design-based thinking skills are being included in the curriculum based on the ideas that design-based STEM practices would be meaningful and effective in the teaching of subjects and concepts given in the science curriculum. According to Yıldırım and Altun (2015), STEM education, which is attributed to the engineering design process, provides students with interdisciplinary perspectives enabling them to design and develop prototypes.

The “Engineering Design Process” presented within the framework of “Engineering is the Backbone” project carried out by Boston Science Museum is based on five steps: ask, imagine, plan, create, and improve (Çavaş & Çavaş, 2018). This study is grounded on the aforementioned steps of the design-based thinking process. Design-based thinking and STEAM practices aim to have individuals acquire 21st-century skills such as being production-oriented, critical thinking, creativity, problem-solving, innovation, entrepreneurship, productivity, and responsibility. Considering that the departure point of STEM is the inadequate labor force in STEM discipline areas, educating individuals equipped with STEAM knowledge and skills and design-based thinking skills has become the primary goal of countries to be victorious in the economic and technological competitions in these fields. Gifted and talented students, whose interests in science and STEAM disciplines are determined, have the potential to produce quality products in the future, which makes them the most important human resources to grow in these fields (Çepni, 2018: 495). Hence, gifted and talented students need to do STEAM-related activities and to be guided to STEAM-related professions.

Dede and Yaman (2008) argue that attitude and motivation towards a course have a significant effect on achievement, learning, and creativity. Studies showing positive effects of STEAM practices on students’ attitudes towards science and other STEAM disciplines are available in the literature (Gülhan & Şahin, 2016; Karışan & Yurdakul, 2017; Gülhan & Şahin, 2018; Özyurt, Kuşdemir Kayıran & Başaran, 2018). According to these views, students who demonstrate positive attitudes towards science and other STEAM disciplines are expected to increase their motivation, skill development, and consequently their productivity.

Despite the growing interest in STEAM education, the research on this field is quite limited in our country as per the existing literature. STEAM-related studies indicate that most students have positive opinions about STEAM activities (Bati, Çalışkan & Yetişir, 2017; Gülhan & Şahin, 2018; Özkan & Umdü Topsakal, 2017). A study examining the effect of STEAM education on the creativity development of primary school students (Kim & Park, 2012) found that the design and application process grounded on scientific principles helps to develop creativity in science, art, and engineering education.

Further, the STEAM activities were found to have a moderately significant effect on students’ academic achievement and their overall STEAM attitudes improving their scientific creativity levels. Applied research in

the field of science on design-based thinking (Ercan, 2014; Mercan Hbek, 2014; Şahin & Ercan, 2015) is carried out to determine the effects of design-based science teaching or engineering design process on students' academic achievement, decision-making skills, engineering design process implementation, and to explore their views as regards engineering. A study conducted abroad, investigating the design-based thinking and STEAM education together, concluded that design and design-based thinking serve as a bridge between the art, science, and other disciplines (Henriksen, 2017). In addition, many teachers stated that they had difficulty in integrating STEAM concepts into their course topics.

Such a study is required considering the stated importance of STEAM education and design-based thinking, scarcity of research in this field, and the impact of student attitude on learning. Hence, the problem statement of the study was determined as: What is the effect of STEAM-based science teaching on STEAM performances, design-based thinking skills, and STEAM attitudes of gifted and talented students? In line with this question, answers for the following questions were sought: (i) Is there a significant difference between the pretest and posttest scores of the treatment group that underwent STEAM-based science teaching and the control group in terms of their STEAM performance? (ii) Is there a significant difference between the pretest and posttest scores of the treatment group that underwent STEAM-based science teaching and the control group in terms of design-based thinking skills? (iii) Is there a significant difference between the pretest and posttest scores of the treatment group that underwent STEAM-based science teaching and the control group in terms of STEAM attitudes? (iv) What are the views of treatment group students that underwent STEAM-based science teaching regarding STEAM-based science teaching?

METHOD

Mixed-methods research, in which qualitative and quantitative methods, concepts, and approaches are used together, was employed in this study. Of mixed-methods designs, an embedded research design was applied in the study. According to Greene, Caracelli, and Graham (1989), the purpose of using mixed-methods is to expand the data obtained from the study. Attention is paid to what stage of the experimental process the qualitative data is collected in intervention design. In this study, the qualitative and quantitative data were collected simultaneously before, during, and after the experimental process. The way quantitative and qualitative data are integrated and being associated with one another is important. In this study, the integration was made in the discussion section by embedding qualitative data into quantitative one or, in other words, using qualitative data to support the quantitative one.

Participants

The study was carried out with 33 grade five gifted and talented students of age 10, attending the RIT program of a SAC in one of our southern provinces. A treatment and a control group were determined. Of 17 students

making up the treatment group, 6 were girls and 11 boys, and of 16 students making up the control group, 6 were girls and 10 boys. Through a study, Maltese and Tai (2011; Cited in Çepni, 2018) emphasize that 65% of scientists develop interest in science before they begin secondary school education. Therefore, it was thought that a study group of fifth-graders would be suitable for the study. A purposive sampling method was employed when selecting the study group. Primarily, the classes with the largest number of students and the ones who took the science course were determined via this method, and then the treatment group was selected in between the groups through a random assignment. According to Creswell (2017), if qualitative data are collected before, during, and after the experiment in intervention design, it is generally more appropriate to select individuals involved in the intervention. Hence, the qualitative data were collected from the treatment group in this study. Further, independent samples t-tests were applied to examine the equivalence of treatment and control groups before initiating the experiment process and the related t-test results are given in Table 1.

Table 1. Independent Samples t-test Results for the Mean Scores of the Treatment and Control Groups in Pretests

Group		N	M	SD	df	t	p
STEAM Performance Pretest	Treatment	17	72.8412	8.35801	2.02712	.375	.710
	Control	16	71.3375	14.11169	3.52792	.370	.715
Design-Based Thinking Performance Pretest	Treatment	17	72.9529	6.90798	1.67543	.149	.882
	Control	16	72.3438	15.26075	3.81519	.146	.885
STEAM Attitude Pretest	Treatment	17	247.0000	17.67413	4.28661	1.456	.155
	Control	16	237.0625	21.45839	5.36460	1.447	.159

($p > 0.05$)

According to the pretest results in Table 2, the p -values for STEAM and design-based thinking performance and STEAM attitudes of the treatment and control groups are above the 0.05 level of significance accepted in research. Therefore, no significant differences were found between the treatment and control groups in terms of STEAM performances, design-based thinking performances, and STEAM attitudes.

Data Collection Tools

The researchers applied STEAM-based science teaching to the treatment group and the STEM-based science curriculum of SAC to the control group within a 13-week long period. The quantitative data of the study were collected through the "STEAM PEF" and "Design-Based Thinking PEF" developed by the researchers and the STEAM Attitude Test developed by Gülhan and Şahin (2018). However, the qualitative data were collected through semi-structured interview forms and unstructured observation.

The first drafts of the evaluation forms were presented to four experts in the fields of measurement and evaluation and STEM for their expert opinions and were finalized under their feedback. ICC (Intraclass correlation coefficient) inter-rater reliability analysis was performed for the validity and reliability of the forms

according to the scores obtained from the expert opinion forms. The resultant correlation coefficients obtained through expert opinion forms from four expert raters were ICC = 0.3 for the STEAM Performance Evaluation Form and ICC = 0.6 for the design-based thinking PEF. The correlation coefficient for the Design-Based Thinking PEF (0.6) indicates a good level of consistency according to Cicchetti (1994) and a moderate level of consistency according to Koo and Li (2016). However, the correlation coefficient related to STEAM PEF (0.3) is indicative of poor consistency according to Cicchetti (1994) as well as to Koo and Li (2016). It should be noted that the correlation calculated at this point carries out a very sensitive measurement and that the ICC value is directly affected by the number of items, categories, and the experts in particular. As the number of expert raters increases, the reliability value drops (Nying, 2004), and in some cases, these values could be low, even if the inter-rater agreement is high. Abedi, Baker, and Herl (1995) argue that an increase in the number of raters in performance measurement studies increases the level of variability in scores and therefore decreases the reliability. Low inter-rater consistency is not acceptable in health care or clinical research, but acceptable in social sciences based on the reasons noted.

STEAM Attitude Test

The "STEAM Attitude Test" used in the study was the STEM Attitude Test developed by Friday Institute (2012) which was adapted into Turkish by Gülhan and Şahin (2016) combining it with the "Art Attitude Scale" developed by Dede (2012). The reliability of the 58-item five Likert type test was calculated as 0.94 (Gülhan and Şahin, 2018). However, the Cronbach's Alpha reliability coefficient of the test in the pretest of this study was 0.87. The fact that this value is between 0.80 and 1.00 indicates that the test is of a high level of reliability (Kalaycı, 2010). For the STEAM attitude test used in the study, the researchers were contacted by email to obtain necessary permissions.

Interview Form and Interview Procedure

The three semi-structured interview forms prepared were administered at the beginning, in the middle, and at the end of the process. The interview form administered at the beginning of the process consisted of three main and three sub-questions related to these questions. Further, the interview form administered in the middle of the process consisted of seven main questions related to the sub-dimensions of STEAM PEF and design-based thinking PEF. However, the interview form administered at the end of the process consisted of seven main questions about the experiences of gifted and talented students in the STEAM-based science teaching process and their feelings towards these experiences. The first draft of the interview forms was revised according to the views of a faculty member teaching the qualitative research course and a faculty member who conducts qualitative studies in the department of curriculum and instruction.

An interview was conducted before the experimental procedure to determine the readiness of gifted and talented students in terms of STEAM-based science teaching and design-based thinking skills. During the sixth week of the application, interviews were carried out regarding the design-based thinking skills that were tried to be acquired through STEAM learning process and design-based activities. By the end of the experimental procedure, interviews were conducted regarding STEAM-based science teaching. All three interviews were audio-recorded by performing one-to-one interviews with the students. Interviews were conducted in order of a list in an empty classroom in the center where the application took place. The mid-process and the end-of-process interviews conducted lasted from ten to fifteen and eight to sixteen minutes respectively.

Validity and Reliability Studies Regarding the Qualitative Dimension

In qualitative research, plausibility, transferability, consistency, and verifiability are the strategies used to ensure validity and reliability (Lincoln and Guba 1985). In order to ensure the validity and reliability of the qualitative dimension, this study was grounded on strategies such as transferability, consistency, and verifiability. The researchers also carried out different activities and studies in practice school in previous years and have been a long-term participant in the courses. Therefore, the researchers are well acquainted with the profile of gifted and talented students as well as the function of SAC. STEAM-based science teaching in the treatment group was conducted by the researcher for 13 weeks. However, the lessons in the control group were delivered by a SAC teacher based on the science curriculum of the RIT-1 Program. Participant approval is to ask whether participants and their ideas are correctly understood to ensure they are represented correctly (Glesne, 2015). This strategy was frequently utilized in the research since the gifted and talented students spoke fast and jumped from one topic to another. Within the scope of the study, data triangulation was ensured by conducting observations and interviews. In addition, all the collected data and the results of the study were examined by an experienced expert in qualitative research.

Procedure

Activities were carried out based on the learning outcomes related to the core disciplines of science and STEAM in the treatment group. These activities were conducted according to the design-based thinking steps and were grounded on the relationship of students' products with STEAM disciplines. The longest remaining in the air design, Marshmallow Challenge (Tower Design), Bridge Design, Zip Zip Car, Multipurpose Bag design, and Water Slide activities were performed. By contrast, Knowledge Contest, Material, Mixture Separation Method, Material Cycles, Respiratory System, Bingo, Electron Microscopy, Electrolysis Experiment, and Electronic Magnet activities were conducted in the control group. The teacher delivered the lessons by using smart boards, lecturing through models, mind maps, creating posters, playing games, performing demonstration experiments, and having students create electromagnets.

Data Analysis

The Shapiro Wilks test of normality was used to decide if quantitative data from the pretest and posttest measurements of the treatment and control groups were normally distributed. This test was used since the sample size was 17 (< 50) for the treatment group and 16 (< 50) for the control group (Yıldırım and Şimşek, 2016). The results of the normality test are given below in Table 2.

Table 2. Normality Test Results

Class		Kolmogorov Simirnov Statistics			Shapiro Wilks Statistics		
			df	p		df	p
STEAM Pretest	Treatment	.195	17	.086	.920	17	.150
	Control	.144	16	.200*	.928	16	.228
STEAM Posttest	Treatment	.144	17	.200	.938	17	.296
	Control	.170	16	.200*	.912	16	.126
DBT Pretest	Treatment	.144	17	.200*	.927	17	.195
	Control	.112	16	.200*	.975	16	.910
DBT Posttest	Treatment	.305	17	.000	.653	17	.000
	Control	.221	16	.036	.866	16	.023
STEAM Attitude Pretest	Treatment	.086	17	.200*	.984	17	.984
	Control	.168	16	.200*	.949	16	.473
STEAM Attitude Posttest	Treatment	.117	17	.200*	.980	17	.955
	Control	.114	16	.200*	.979	16	.955

($p > 0.05$)

As seen in Table 2, the resultant pretest-posttest scores for the STEAM PEF, Design-Based Thinking PEF, and STEAM attitudes test were found statistically insignificant ($p > 0.05$). Only the p -value (0.00) for the posttest of design-based thinking (DBT) of the treatment group is less than 0.05. At this point, the normal distribution could be determined by descriptive methods looking at statistics such as arithmetic mean, mode, median, skewness and kurtosis coefficients for the distribution of data related to this test (Abbott, 2011; Kirk, 2008, cited in Demir, Saatçioğlu & İmrol, 2016). The skewness value for this test was 0.58 and the kurtosis value -0.9. The skewness and kurtosis coefficients being within the limits of ± 1 are considered as evidence for a normal distribution in the literature (Tabachnick & Fidell, 2013). Since the values were within the acceptable ranges (± 1), it was concluded that the distribution of data is normal. The significance value of $p > 0.05$ indicates that the distribution is normal, meaning that there is no significant difference between the pretest scores for all the measurements of treatment and control groups. Therefore, it was decided to analyze the data, collected by administering quantitative data collection tools, using parametric tests.

Content analysis was performed for the analysis of data collected through qualitative methods. To ensure the reliability of the qualitative analysis, the inter-coder reliability formula (Agreement / Agreement + Disagreement)*100 proposed by Miles and Huberman (1994) was used. The consistency percentages related to

the interviews conducted before, during, and after the intervention were 90, 85, and 86% respectively. The fact that these values are over 70% gives the impression that there is a high level of inter-coder agreement and the data analysis is reliable (Yıldırım & Şimşek, 2008). The researcher observed the gifted students during the STEAM-based science teaching process and took notes. By the end of the intervention process, the notes related to the observations and the resultant findings of the interviews were associated and discussed.

FINDINGS

The resultant findings in this section are given in order of the problems.

The First Sub-Problem: Is there a significant difference between the pretest and posttest scores of the treatment group that underwent STEAM-based science teaching and the control group in terms of their STEAM performance? The pretest-posttest mean scores and standard deviation values of gifted and talented students from the STEAM Performance Evaluation Form regarding their STEAM performances are given in Table 3.

Table 3. STEAM PEF Pretest-Posttest Mean Scores and Standard Deviation Values

Group	Pretest (STEAM)			Posttest (STEAM)		
	N	M	SD	N	M	SD
Treatment	17	72,8	8,35	17	109,4	4,15
Control	16	71,33	14,11	16	55,04	23,62

As shown in Table 3, the mean STEAM performance score of the treatment group students who underwent STEAM-based science teaching was $M = 72.8$ before the experimental procedure and $M = 109.4$ after that. However, the mean STEAM performance scores of the control group students who were taught according to the SAC curriculum were $M = 71.33$ and $M = 55.04$ respectively. Accordingly, the STEAM-based science teaching process could be argued to increase the STEAM performance of treatment group students, whereas the SAC curriculum to decrease the STEAM performance of control group students.

The results of ANOVA for mixed measures on whether the observed changes in the STEAM performance of the students exposed to two different teaching shows a significant difference before and after the experimental process are given in Table 4.

Table 4. ANOVA Results on STEAM PEF Pretest-Posttest Mean Scores

Source of Variance	Type III Sum of Squares	df	Mean of Squares	F	P	n ²
Between Groups	18963.517	32				
Group (Treatment/Control)	12886.645	1	12886.645	65.739	.000	.680
Error	6076.872	31	196.028			
Within Group	19918.569	33				
Measure (Pretest-Posttest)	1702.311	1	1702.311	7.902	.008	.203
Measure*Group	11537.811	1	11537.811	53.556	.000	.633
Error	6678.447	1	215.434			
Total	38882.086	65				

($p < 0.05$)

As Table 4 indicates, as per ANOVA test results there is a significant difference $F(1, 32) = 53.55, p < 0.05$ in pre and post-treatment STEAM performances of the treatment group students who underwent STEAM-based science teaching and this difference is in favor of the treatment group. The significant difference between the pretest-posttest STEAM performances of the treatment and control group shows the effectiveness of the experimental process. As per the effect size value ($\eta^2=0.68$) related to the variance between the treatment and control groups, the effect of the experimental process could be affirmed to be 68%. The remaining 32% of the variance could be explained by different variables such as student interactions with each other, individual differences, and interactions with school and non-school environments.

The Second Sub-Problem: Is there a significant difference between the pretest and posttest scores of the treatment group that underwent STEAM-based science teaching and the control group in terms of design-based thinking skills? The pretest-posttest mean scores and standard deviation values of gifted and talented students from the Design-Based Thinking Performance Evaluation Form are given in Table 5.

Table 5. Design-Based Thinking PEF Pretest-Posttest Mean Scores and Standard Deviation Values

Group	Pretest (DBT)			Posttest (DBT)		
	N	M	SD	N	M	SD
Treatment	17	72.95	6.90	17	120.30	8.11
Control	16	72.34	15.26	16	57.08	25.27

As seen in Table 5, the mean design-based thinking skills performance score of the treatment group students who underwent STEAM-based science teaching was $M = 72.95$ before the experimental procedure and $M = 120.30$ afterward. In contrast, the mean design-based thinking skills performance scores of the control group students, who were taught based on the SAC curriculum, were $M = 72.34$ and $M = 57.08$ respectively. Thus, it could be argued that the STEAM-based science teaching process increases the design-based thinking performance of the treatment group students, whereas the SAC curriculum causes a decrease in the design-based thinking performance of the control group students.

The results of ANOVA for mixed measures on whether the observed changes in the design-based thinking performance of the students who underwent two different teaching procedures show a significant difference from pre to post-experimental processes are given in Table 6.

Table 6. ANOVA Results on Design-Based Thinking PEF Pretest-Posttest Mean Scores

Source of Variance	Type III Sum of Squares	df	Mean of Squares	F	P	η^2
Between Groups	24609.824	32				
Group (Treatment/Control)	16792.938	1	16792.938	66.512	.000	.682
Error	7826.886	31	252.480			
Within Groups	27471.208	33				
Measure (Pretest-Posttest)	4244.009	1	4244.009	18.611	.000	.375
Measure*Group	16158.009	1	16158.009	70.857	.000	.696
Error	7069.190	31	228.038			
Total	52081.032	65				

(p < 0.05)

Given in Table 6, the ANOVA test results indicate that there is a significant difference, $F(1, 32) = 70.85$, $p < 0.05$), in pre and post-treatment design-based thinking performances of the treatment group students, who underwent STEAM-based science teaching, and this difference is in favor of the treatment group. Herein, the significant difference between the pretest and posttest scores of design-based thinking skills of treatment and control groups shows the effectiveness of the experimental process. Looking at the effect size value ($\eta^2=0.68$) related to the variance between the treatment and control groups, the effect of the experimental process could be reported as 68%. The remaining 32% of the variance could be explained by different variables such as individual differences, student interactions with each other, and interactions with school and non-school environments.

The Third Sub-Problem: Is there a significant difference between the pretest and posttest scores of the treatment group that underwent STEAM-based science teaching and the control group in terms of STEAM attitudes? The pretest-posttest mean scores and standard deviation values of gifted and talented students from the STEAM Attitude Test as regards their STEAM attitudes are given in Table 7.

Table 7. The Pretest-Posttest Mean Scores and Standard Deviations of STEAM Attitude Test

Group	Pretest			Posttest		
	N	M	SD	N	M	SD
Treatment	17	247.00	17.67	17	248.47	23.17
Control	16	237.06	21.45	16	240.87	19.88

As seen in Table 7, the mean STEAM attitude test score of the treatment group students, who underwent STEAM-based science teaching, was $M = 247.00$ before the experimental procedure while this value was $M = 248.47$ after that procedure. Moreover, the mean scores of control group students, who were taught based on the SAC curriculum, were $M = 237.06$ and $M = 240.87$ respectively.

The results of ANOVA for mixed measures on whether the observed changes in STEAM attitudes of the students who underwent two different instructional programs show a significant difference from pre to post-experimental processes are given in Table 8.

Table 8. ANOVA Results on STEAM Attitude Test Pretest-Posttest Mean Scores

Source of Variance	Type III Sum of Squares	df	Mean of Squares	F	P	n ²
Between Groups	22081.484	32				
Group (Treatment/Control)	1266.898	1	1266.898	1.887	0.179	
Error	20814.586	31	671.438			
Within Group	5749.966	33				
Measure (Pretest-Posttest)	115.027	1	115.027	0.635	0.431	
Measure*Group	22.603	1	22.603	0.125	0.726	
Error	5612.336	31	181.043			
Total	27831.45	65				

($p > 0.05$)

According to ANOVA results, in Table 8, it was found that factors such as being in different groups and measurements at different times do not have a significant effect on STEAM attitudes of the treatment group students, who underwent STEAM-based science teaching, and the control group students, who experienced STEM-based SAC program, $F(1,32) = 0.12, p = .72 > 0.05$). In other words, the STEAM attitudes of students in treatment and control groups do not differ considering the applications.

The Fourth Sub-Problem: What are the views of treatment group students that underwent STEAM-based science teaching regarding STEAM-based science teaching? Semi-structured interviews were conducted at the beginning, in the middle, and at the end of the process with the treatment group students who experienced STEAM-based science teaching. The findings from the content analysis of these interviews are given in Table 9.

Table 9. Initial Views of Gifted and Talented Students on STEAM-Based Science Teaching Process

Theme	Category	Code	f
Views on the Beginning of STEAM-Based Science Teaching Process	How the process works	No idea	3 (S3, S4, S5)
		Continuance of the existing way of teaching	2 (S1, S2)
		Familiarity with the concept of STEM	2 (S6, S7)
		Experiment-oriented lesson delivery	1 (S2)

The codes derived from the ideas of gifted and talented students about how the STEAM-based science teaching process will function are combined under the theme of views on the beginning of the STEAM-based science teaching process. Only two of the gifted students knew of the concept of STEM but did not know what it meant. Two of the students stated that the teaching procedure will continue as was before, one of them stated that experiments will be conducted, and three others had no idea of how the process will work. Some examples of the views of gifted and talented students regarding these findings are as follows:

"I think it will be the same as in the first semester." (S1, M, 10), "You will do experiments like the activity." (S2, M, 10).

"There is STEM in our school but I don't know what it is." (S7, M, 10). "I only know what STEM course stands for." (S6, F, 10).

Tables illustrating the resultant qualitative findings from the interviews conducted in the middle of the STEAM-based science teaching process are given as follows.

Table 10. Views of Gifted and Talented Students on STEAM-Based Science Teaching in the Middle of the Process

Theme	Category	Code	f
Views about the ASK Stage of Design-Based Thinking Process	Design goals	Facilitating transportation	4(S1, S2, S7, S8)
		Using in crowded cities	3 (S4, S5, S6)
		Using in difficult weather conditions	2 (S9, S10)
	Importance of the Design	Being a design made by oneself	5(S6, S7, S8, S9, S10)
Views about the CREATE Stage of Design-Based Thinking Process	Difficulties related to the CREATE stage	Using and sticking silicone gun	9(S1, S2, S3, S4, S5, S7, S8, S9, S10)
		Points to consider in the CREATE stage	Aesthetic appearance 8 (S1, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10)
	Durability	Mathematical Ratio	5 (S2, S6, S7, S8, S10)
			3 (S1, S6, S8)
Views about the PLAN stage of Design-Based Thinking Process	Planning the Design	Visualizing the process	3 (S2, S6, S7)
		Drawing	3 (S6, S8, S9)
		Producing a variety of ideas	2 (S1, S2)
	Sources used in PLAN the DESIGN stage	Peers	1 (S1)
		Teachers	1 (S8)
		Slide shows	1 (S4)
		Daily life	1 (S8)
TÜBİTAK project	1 (S9)		
Views about the IMPROVE Stage of Design-Based Thinking Process	Technology	Led screens	4 (S2, S4, S5, S6)
		Auto on and off	2 (S1, S7)
		Automatic card entry	1 (S3)
	Art	Led screen features	3 (S2, S4, S5, S6)
		Catchy designs	1 (S5)
		Aesthetic-looking benches	1 (S2)
		Symmetrical designs	1 (S6)
	Durability	Adding railings	3 (S2, S7, S8)
		Thickening the legs of design	1 (S10)

The codes derived from interviews conducted during the STEAM-based science teaching process are combined under four themes and nine categories related to these themes. Themes related to the "Ask", "Create", "Plan", and "Improve" stages of the design-based thinking process were identified. As shown in Table 10, facilitating transportation is the most prevalent among the design goals of gifted and talented students. Considering the category of views on the importance of their designs, the designs gifted and talented students created on their

own were of great importance for them. Concerning difficulties related to the theme under the views on the “Create” stage of the design-based thinking process, nine students stated that they have difficulty in using and sticking the silicone gun. Students paid the most attention to the aesthetic appearance, then to mathematical ratio and durability as per the density of codes in the category of the Points to Consider in the “Create” Stage of the Design. Some examples of the views of gifted and talented students regarding these findings are as follows:

“It could be a solution to transportation. For example, it could be installed in crowded places like Istanbul Bridge.” (S4, M, 10)

“It is very important. Because I created it myself, I have put my efforts into it. This was my own idea. It is very important to me.” (S8, M, 10)

“Just to stick these two straws... the silicone burned my hand.” (S5, M, 10)

“Yes, I like the letter X, that is why I made the railings like that. Aesthetic is very important; these were not present. They were worse when they were straight.” (S6, F, 10)

There are two categories under the theme of views on the “Plan” stage of the design-based thinking process. According to Table 13, gifted and talented students visualized the process, did drawings, and produced a variety of views when planning the designs. The resources students benefited from at this stage were peers, teachers, slide shows, daily life, and TÜBİTAK project that were used in the STEAM-based science teaching process that week.

“I set up a ratio and did measurement so I could fit these straws over there.” (S1, M, 10)

“I made sure that it was equal since it is not feasible if one is short.” (S2, M, 10)

Moreover, there are three categories as regards technology, art, and durability dimensions of design under the theme of views on the “Improve” stage of the design-based thinking process. Gifted and talented students mostly maintained adding led screen features in the development stage from both technological and artistic perspectives. In the improvement of the durability of the design, three students stated that railings could be added. Some examples of the views of gifted and talented students regarding these findings are as follows:

“For ornamentation, there will be benches, in aesthetic terms per se, where people will sit and there will be a led screen in the opposite which could be like an open cinema” (S6, F, 10).

“Mehmet told me in a play that when he puts on the costume is he playing more because the costume was so different that day, for example, we always had that costume in our minds, and I wanted to have it remembered and be like this on the bridge.” (S5, M, 10).

The table related to the resultant qualitative findings of interviews conducted at the end of the STEAM-based science teaching process is given as in the following.

Table 11. Views of Gifted and Talented Students on STEAM-Based Science Teaching at the End of the Process

Theme	Categories	Codes	f
Views on STEAM-Based Science Process	Points they think contribute to STEAM courses	Gaining awareness about STEAM	6 (S1, S2, S4, S6, S7, S11)
		Making a new product	6 (S1, S4, S6, S8, S10, S12)
		Gaining dexterity	3 (S1, S2, S13)
	Thoughts on STEAM courses	Creating a new product	7 (S2, S5, S6, S7, S10, S13, S14)
		Project-oriented	5 (S1, S2, S5, S9, S11)
		Entertaining	5 (S1, S8, S9, S10, S12)
		Learning by doing and trying	5 (S3, S8, S11, S14, S15)
		Self-learning	3 (S9, S10, S15)
		Design-oriented	2 (S12, S13)
		Creative	1 (S4)
		Being active	1 (S9)
		Interesting	1 (S3)
		They understand using the STEAM learning outcomes in the future	In professional life
In designing a new product	7 (S2, S3, S8, S11, S13, S14, S15)		
In design competitions	1 (S9)		
In house chores	1 (S15)		
Feelings about the STEAM process	Happy	11 (S2, S3, S5, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14)	
	Entertained	7 (S1, S3, S5, S7, S10, S11, S12)	
	Leant	4 (S1, S2, S9, S11)	
	Excited	3 (S1, S6, S12)	
	Empathy	6 (S2, S4, S8, S10, S15)	
	Confident	3 (S2, S7, S15)	
	Curious	2 (S1, S5)	
Views on the reasons for the failure of the pretest	Having no education of STEAM	7 (S1, S3, S6, S9, S10, S14, S15)	
	Complicatedness of the pretest topic	5 (S4, S5, S7, S12, S14)	
	Inexperience	4 (S5, S6, S9, S11)	
	Limitedness of the pretest topic	3 (S4, S11, S15)	
	Not being from daily life	3 (S7, S12, S14)	
Views on the experiences in STEAM courses	Skill acquisition	31 (S1, S2, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S14, S15)	
	Learning	18 (S3, S4, S5, S6, S7, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15)	
	Developing positive attitudes towards engineering	2 (S3, S4)	
	Awareness as regards STEAM	3 (S3, S8, S12)	
	Difficult points faced during the STEAM course	Finding ideas	5 (S1, S6, S7, S8, S12)
Coping with difficulties experienced during the STEAM Course	Situations requiring dexterity	5 (S1, S4, S5, S10, S13)	
	Time constraints	3 (S2, S8, S15)	
	Ensuring durability	2 (S3, S11)	
	Coming to a conclusion by trying	2 (S4, S11)	
The interesting part of the process of STEAM course	Teacher support	1 (S3)	
	Peer support	1 (S5)	
	Family support	1 (S1)	
	Developing products by oneself	4 (S1, S5, S9, S12)	
	Drawing	4 (S6, S10, S12, S14)	
	Activities (bag, tower, bridge, water slide)	7 (S9, S10, S11, S4, S7, S13, S8)	

		Making a new product	1(S15)
Views on the design process	The processes they visualize when starting the design	Imagining	5 (S4, S5, S11, S12, S15)
		Trying the ideas that come to mind	4 (S1, S4, S6, S14)
		Visualizing	3 (S3, S9, S15)
	The points they paid attention to during the design process	Thinking	3 (S1, S12, S14)
		Target group	3(S8, S13, S14)
		Samples	3 (S10, S12, S13)
		Moving from parts to wholes	2 (S7, S15)
		Aesthetic appearance	1(S8)

Nine categories belonging to the theme of views on STEAM-based science teaching were determined. Considering the codes given under the category of gifted and talented students' views regarding their experiences in the STEAM course, they acquired a variety of skills such as creating, planning, reconsidering the waste materials, and designing.

"First we learned what STEAM was, then we did a project about STEAM. This way, we learned what STEAM stands for, how it was done. Actually, STEAM present in every activity yet we didn't know what it was, but we learned." (S1, M, 10).

"I never thought I'd be able to make something that has electronics inside or things related to engineering." (S14, F, 10).

The most difficult situations for gifted and talented students in STEAM courses were those that required insight and dexterity. Students maintained that they achieved a conclusion by trying to overcome their difficulties and received support from their peers, teachers, and families.

"I had a bit of a hard time coming up with ideas and closing the joining parts that opened when cutting the cardboard." (S6, F, 10).

"Actually, I had trouble finding a problem in producing a product. I come up with ideas but they require highly advanced technology..." (S7, M, 10).

The most interesting parts for the treatment group students during the course were producing products and drawing on their own. The other code belonging to this category were the activities carried out throughout the process. Some examples of the views of gifted and talented students regarding these findings are as follows:

"Because we made them in the classroom, but in the STEAM project I made it at home, researched myself, and discovered myself." (S1, M, 10).

"I love art very much. That is why making bags grabbed my attention." (S11, F, 10)

Two categories concerning the theme of views on the design process were identified. These categories were the processes that students visualized when starting the design and the points they paid attention to during the design process. When starting their designs, gifted and talented students stated that they visualize their designs in their minds most of the time. It seems that they proceed by trying the ideas that come to their minds, visualize, and think about the process when starting their design.

"I was thinking about something by myself. Initially, that first idea I had was not reasonable. After the second and third, it was reasonable." (S1)

"At first I visualized them in my mind, then I drew them on a paper, and then I tried to make them real." (S9)

The most important points that gifted and talented students focused upon in the design process were the target group of the design and the samples related to the design. They also stated that they consider proceeding by moving from parts to wholes very important in the design process and appreciate the aesthetic appearance of the design. Some examples of the views of gifted and talented students regarding these findings are as follows:

"At first, how to say its simplest part, I do something normal then adding this to this would be better, this will better here..." (S7, M, 10).

"To be precise, I was thinking about how it would look better from the outside." (S8, M, 10)

DISCUSSION AND CONCLUSION

A statistically significant difference was found in favor of the treatment group in terms of the STEAM performances by the end of STEAM-based science teaching process in the study. Through an experimental study, Kolsuz (2018) found that STEAM applications improved the science attitudes and scientific process skills of elementary school third-grade students. The reason behind this has been argued that students produce a product by doing small designs in STEAM applications. Similarly, this research suggests that developing design-based STEAM products over the 13 weeks increased STEAM performances of gifted and talented students.

The mean STEAM performance scores of the control group students, who experienced the SAC curriculum, decreased from pretest to posttest. At this point, it could be argued that the program implemented fall short to have the gifted and talented students acquire STEAM skills. As the weeks passed by, the treatment group students became better at developing products by designing and making products related to the subject and presenting them every week, while the science courses delivered to the control group students were generally carried out through experiments conducted by the teacher, educational games, and designing models, posters, etc. Interviews and observations confirmed that STEAM-based science teaching conducted with treatment group students, increase their motivation in product development and that they participate in the process with a sense of interest and joy. According to Davis (2006), the motivation of productive students is high. It could be interpreted that the control group students remained inadequate in this respect and that the program applied does not increase their motivation. Similarly, it could be argued that control group students are not as motivated as treatment group students. Control group students left their designs on the paper in posttests and did not develop any product. Therefore, they received poor scores from the performance criteria related to product development. This may stem from students not being motivated enough during the process, not being

interested in what is done in the process, and not learning joyfully. Despite the closeness of the pretest scores of the treatment and control groups, the significant difference between them in the posttests could be interpreted as the fact that STEAM-based science teaching practices are quite effective on STEAM performances of treatment group students.

The gifted and talented students, who underwent STEAM-based science teaching, are able to distinguish how the tools they use in their daily lives relate to which disciplines of STEAM and believe that this will provide them an advantage in their daily and prospective professional lives. Sometimes students feel like an engineer, sometimes like a scientist, and see themselves as someone who has accomplished something important; these feelings have been observed to increase their productivity and motivation. This way, the positive feelings may have supported the learning and performance of gifted and talented students. According to Gagne (2004), motivation is a part of development in gifted and talented individuals helping them to develop an ability, to learn comprehensively, and to put what they learn into practice.

The only feature that separates the concept of STEAM from STEM is that it includes the art discipline. Creativity and originality are the basis of art. In this study, both quantitative and qualitative findings and observations indicated that STEAM-based science teaching improves the creative thinking skills of gifted and talented students. In interviews, students asserted that as the weeks passed by they were able to create more creative products. During the first and second week observations, most of the treatment group students were observed to create similar designs, but the designs differed from each other as of the third and particularly the fourth week, and the students prioritized creating unique designs. When students were asked to create a unique STEAM product at the end of the process, they asserted believing that they could better demonstrate their creativity since there were no topic limits.

Throughout the STEAM-based science teaching process, many gifted and talented students had difficulty in producing and developing many ideas regarding the fluency and elaboration sub-dimensions of creative thinking. In addition, a large majority of them experienced producing lots of ideas, shaping and developing their ideas according to the situation they are experiencing, and so forth. These experiences are the skills that are related to the fluency, transformation, and evaluation sub-dimensions of creative thinking skills (Davis & Rimm, 1998). At this point, it could be argued that gifted and talented students are able to easily produce lots of ideas, to creatively transform an object or idea into another idea, and to evaluate the or usefulness of their ideas in the STEAM-based science teaching process.

The supportive approach of families, their guidance to their children, and participation in school activities help students become more successful in utilizing and developing their potentials (Afat, 2013). It is thought that one of the reasons behind the difference between the STEAM performance of the control and treatment groups is that the practices carried out with the treatment group students as part of STEAM-based science teaching are

probably carried out with the support of the parents as well. Informing parents about the applications may have led them to better guide their children's interests and abilities. Here, teacher-parent collaboration during the research process is thought to have contributed to the positive results obtained in the research.

At the end of the STEAM-based science teaching process, a statistically significant difference was found in favor of the treatment group in terms of design-based thinking performances. During the STEAM product development process, gifted and talented students gained the ability to exhaustively think over details and look from different perspectives using design-based thinking steps. This skill is a sub-dimension of analytical and creative thinking skills. Silverman (2010) states that gifted and talented students possess analytical thinking skills. It could be argued that the STEAM-based science teaching process allows gifted and talented students to acquire analytical and creative thinking skills. Similarly, Hsiao et al. (2017) concluded that the design skills of the treatment group students who experienced design-based thinking model improved their designing capabilities more, their products were according to the needs, and design-based thinking improved the practicality and way of thinking of the students. As per the study results of English and King (2019), by assigning the designing task, students gained awareness about the problems, learned the basic engineering principles, and found the opportunity to put the math and science knowledge they previously learned into practice.

The study found that the gifted and talented students visualized the process in their minds first as they began their designs during the product development stage, proceeded by trying their design-related ideas, and visualized the accomplished product in their minds. Daniels-McGhee and Davis (1994) define the visualization ability as mentally mobilizing ideas and reflections and seeing the course through the mind's eye. Within the scope of this research, imagining the process and visualizing the product, encompass the skills related to the *plan* and *imagine* steps of design-based thinking skills and developing products through trial and error encompasses skills related to the *create*, and *improve* of its steps. Therefore, it could be argued that the treatment group students experienced processes and exhibited performances related to imagine, plan, create, and improve steps of the design-based thinking process. Treatment group students followed strategies such as moving from parts to wholes when developing products, considering the target group of their designs, and taking the sample designs into account. They first developed the components of the product by mentally separating their products into parts and then combining the parts according to their mental image by adding new formations that sometimes develop in the process. These experiences of students could be associated with both the *analysis* sub-dimension of creative thinking and design-based thinking skills. However, it could be argued that they may have followed through the *plan*, *create*, and *improve* sub-dimensions of design-based thinking steps as well. Henriksen (2017) argues that STEAM teaching increases the potential for design-based thinking. Likewise, Cunningham, Lachapelle, and Davis (2018) suggest that the design process offers students opportunities to put their ideas into practice, apply and test what they learn, and enables permanent learning.

One of the personality traits of gifted and talented students is their high motivation (Akarsu, 2001; Davasligil, 2004). Leonard and Derry (2011) assert that design-based science teaching is an effective method for students to learn science subjects. These kinds of design-based activities increase the motivation of students towards learning science (Kolodner et al., 2003; Crismond & Adams, 2012). The design activities performed as part of STEAM-based science teaching increased the motivation of gifted and talented students besides increasing their willingness to participate in science courses and to learn science.

The most challenging situations in the STEAM-based science teaching process for students were the points requiring dexterity and time constraints. In the face of these limitations, many of them resorted to trial and error, while others got support from friends, teachers, or family members. This could be explained by the fact that the mental development of gifted and talented children remain superior compared to their peers due to asynchronous developmental characteristics, but the same situation may not apply to their physical development and motor skills (National Association for Gifted Children (NAGC), 2016). One of the difficulties observed during the application was the drawbacks of the perfectionist approaches of gifted and talented students. Davis (2013) asserts that most of the gifted and talented students may experience poor motivation and moral disorder by not being satisfied with what they are doing since they think the projects or activities they are doing should be perfect. In addition, during the application process, students had trouble working in groups and wanted to work individually. According to Şenol (2011), students who desire to be independent, as is one of the noticeable personality traits of gifted and talented students, are challenged in situations where they need to be involved in teamwork.

Based on the qualitative findings of the research, it could be argued that the design-based thinking process enables gifted and talented students to develop a positive attitude towards engineering. Some of the treatment group students asserted that they were against the engineering profession before the design applications carried out as part of STEAM-based science teaching, while alongside applications they may love the engineering profession and be able to pursue this profession in the future. In their study on STEM education, Gülhan and Şahin (2016) reported that students mostly developed attitudes towards the engineering sub-dimensions of STEM.

By the end of the STEAM-based science teaching process, no statistically significant difference was found between the treatment and the control groups in terms of STEAM attitudes. Like many psychological variables, attitudes cannot be observed directly but could be determined based on the behavioral signs that could be attributed to individuals by inferring from their observable behaviors (Arkonaç, 2008; Baysal, 1981). Theories about the structure of attitudes mostly agree that attitudes are long-term general assessments of socially meaningful objects, that is, attitudes do not change easily in the face of a new reality, they resist against the time (Baysal, 1981). From this view, it could be construed that the absence of a statistically significant attitude change in this study does not mean that students do not have a positive attitude towards STEAM and that the

duration of the STEAM-based science teaching process was not enough to develop a positive attitude towards STEAM. The treatment group students were observed to show positive attitudes towards STEAM and STEAM disciplines throughout the process, this positive attitude was reflected in their performance in the posttests, and data were collected by conducting interviews to support this observation. At this point, the quantitative and qualitative findings on attitudes contradicted. To further discuss this result, too many items in the attitude test are thought to have caused the students to get bored and distracted. Tucker and Hafenstein (1997), Davis and Rimm (1998), and Akarsu (2001) suggest that gifted and talented students are able to focus and concentrate on topics that arouse their interests for a long time. However, Chitnum (1994) argues these verbally fluent children consider the processes that require writing and long reading unpleasant. Based on these views, gifted and talented students may have experienced processes such as having attention problems and considering the completion of the test unimportant due to the possibility of having the attitude test perceived as boring and ordinary. The fact that statistically significant attitude change was not possible to be measured in this respect could be interpreted as not meaning that the desired attitude does not exist, but that the duration of the STEAM-based science teaching process was probably not enough to develop a positive attitude towards STEAM.

RECOMMENDATIONS

The following recommendations could be made in the light of the resultant findings;

In interviews conducted at the beginning of STEAM-based science teaching with gifted and talented students, nearly all students were observed to have never heard of STEM or STEAM concepts. Only a few students had heard of these concepts but did not know what they were. Based on this finding and the positive results of STEAM teaching carried out in this study, the integration of STEAM education into the secondary school science curriculum and the students' exposure to programs based on this education can be recommended.

Considering the fact that STEAM-based science teaching fosters acquisition of higher-order thinking skills (i.e. analytic thinking, critical thinking, creative thinking, problem-solving, etc.) of 21st Century skills and taking account of the design-based thinking discussed in this study, the secondary school science curriculum could be formed according to STEAM.

In STEAM-based science courses, it was noted that some materials required for students to produce individual products are insufficient in the classroom. In classrooms where STEAM-based science lessons are delivered, it is important for students to create creative and unique products. Therefore, the SAC science classes could be provided with a large number of diverse materials.

Informing parents of the course procedure and activities throughout the STEAM-based science teaching on a weekly basis was observed to increase students' awareness, interests, inclinations, and abilities about the process. Taking account of this result, more emphasis could be placed on parent-teacher cooperation.

Gifted and talented students were observed to create products more rapidly and more problem-oriented as well as adopt and make more sense of their products when an association is made with daily life while creating products. Based on this finding, it could be suggested that science lessons be intertwined with daily life and that activities be planned in this way.

In SAC, entitled as STEM school where the application took place, the STEM activities are very limited, and subject areas generally focus on robotics and coding. Most likely for this reason, students were of opinion that products can only be produced through coding and the like. Accordingly, STEAM or STEM concepts that are actually separate from the field of robotics and coding can create design prototypes related to daily life with no high-level technology required, and the teaching-learning processes can be shaped through applications such as STEAM teaching conducted in this study.

It was concluded that the STEAM-based science teaching period was insufficient to measure the positive attitude towards STEAM. Therefore, long-term applied research aiming to develop a positive attitude towards STEAM can be carried out.

During STEAM-based science teaching, the limits of products that gifted and talented students could produce expanded and their potential increased as the weeks passed by. Based on this finding, longer-term applied research can be conducted.

ETHICAL TEXT

"In this article, journal writing rules, publishing principles, research and publishing ethics rules, journal ethics rules are followed. Authors are responsible for all kinds of violations related to the article."

REFERENCES

- Abedi, J., Baker, E L., & Herl, H. (1995). *Comparing reliability indices obtained by different approaches for performance assessments*. University of California, CSE Technical Report, 401.
- Afat, N. (2013). Çocuklarda üstün zekânın yordayıcı olarak ebeveyn tutumları [Parent Attitudes as Predictors of High Intelligence in Children]. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 155.
- Akarsu, F. (2001). *Yetişemediğimiz çocuklar: üstün yetenekli çocuklar ve sorunları [The Children We Were Unable to Educate: Gifted Children and their Problems]*. Eduser Yayınları.

- Altan, E. B. (2017). Disipliner Yapıdaki Derslerde STEM Eğitimi: Tasarım Temelli Öğrenme ve Probleme Dayalı STEM Uygulamaları [STEM Education in Disciplines-Oriented Courses: Design-based learning and problem-based STEM Applications]. Pegem Atıf İndeksi, 165-197.
- Arkonaç, S. (2008). *Sosyal psikolojide insanları anlamak: Deneysel ve eleştirel yaklaşımlar [Understanding People in Social Psychology: Experimental and Critical Approaches]*. Nobel Yayınevi
- Ayvacı, H. Ş. & Ayaydın, A. (2017). Bilim teknoloji mühendislik sanat ve matematik (STEAM) [Science Technology Engineering Art and Mathematics (STEAM)] (Ed. Çepni, S.) *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*, (p. 115-130), Pegem Akademi.
- Batı, K., Çalışkan, İ. & Yetişir, M. İ. (2017). Fen eğitiminde bilgi işlemsel düşünme ve bütünleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM) [Computation Thinking and Integrative Education (STEAM) in Science Education]. *PAU Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 91-103
- Baysal A. C. (1981). *Sosyal ve Örgütsel Psikolojide Tutumlar [Attitudes in Social and Organizational Psychology]*. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi, İstanbul.
- Çavaş P. & Çavaş B. (2018). STEM Eğitiminde Mühendislik Uygulamaları [Engineering Applications in STEM Education]. In D. Akgündüz (Eds). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi* (113-131). Anı Yayıncılık
- Çepni S. & Ormancı, Ü. (2018). Geleceğin Dünyası [The World of Future]. In S. Çepni (Eds). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi (1-37)*. Pegem Akademi
- Chitnam, C. (1994). "Handwriting and the Gifted Student". https://www.hkage.org.hk/file/parent_article/480/PTE006_HandwritingandtheGiftedStudent_en.pdf
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, 6(4), 284.
- Çopurlar, K. C. & Öztürk, K. Y. (2015). Giotto hareketi 2. ulusal kongresi tasarım odaklı düşünme çalıştay izlenimleri [2nd National Congress of Giotto Movement Design-Based Thinking Workshop]. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 19(1).
- Creswell, J. W. & Sözbilir, M. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş giriş [An Introduction to Mixed-Methods Research]*. PegemA Yayıncılık.
- Crismond, D. P. & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738-797.
- Cunningham et al. (2018). Engineering concepts, practices, and trajectories for early childhood education. In English, L. & Moore, T. (Eds.), *Early Engineering Learning* (pp. 135–174). NY: Springer.
- Daniels-McGhee, S. U. S. A. N. & Davis, G. A. (1994). The imagery-creativity connection. *The Journal of Creative Behavior*, 28(3), 151-176.
- Davis, G. A. & Rimm, S. B. (1998). *Education of the gifted*. Mc Graw-Hill Book Company.
- Davis, G.A. (2006). *Gifted children and gifted education: A practical guide for teacher and parents*. AZ: Great Potential Press, Inc.

- Dede, Y., & Yaman, S. (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması [Science Learning Motivation Scale: A Validity and Reliability Study].. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(1), 19-37.
- Demir, et al. (2016). Uluslararası dergilerde yayımlanan eğitim araştırmalarının normallik varsayımları açısından incelenmesi [Examination of Educational Researches Published in International Journals in Terms of Normality Assumptions]. *Current Research in Education*, 2(3), 130-148.
- English, L. D. & King, D. (2019). STEM integration in sixth grade: Designing and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(5), 863-884.
- Ercan, S. & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi [The Use of Engineering Applications in Science Education: The effect of design-based science education on students' academic achievement]. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 128-164.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi [The Use of Engineering Applications in Science Education: Design-based science education]*. Yayımlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gülhan, F. & Şahin, F. (2018). STEAM (STEM+Sanat) Etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi [The effects of STEAM (STEM+ Art) activities on academic achievement, STEAM attitude, and scientific creativity of grade 7 students]. *International Journal of Human Sciences*, 15(3).
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with design thinking: Beyond STEM and arts integration. *The STEAM Journal*, 3(1), Article 11. DOI: 10.5642/steam.20170301.11
- Hsiao, et al. (2017). The Study on Integrating the Design Thinking Model and STEM Activity Unit for Senior High School Living Technology Course: In 2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF) (p.383-390). IEEE.
- Jonassen, D.H. (1992). Evaluating constructivist learning. In T. M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.) *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*, 137-148. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri [SPSS Applied Multivariate Statistic Techniques]*. Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Karakuş, F. (2016). Öğrenme- öğretim yaklaşımları (135-184) [Teaching-learning approaches], *Öğretim İlke ve Yöntemleri* (3. Baskı), Anı Yayıncılık.
- Karışan, D. & Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi [The Effects of Microprocessor-Assisted Science-Technology-Engineering and Mathematics (STEM) Practices on 6th Grade Students' Attitudes towards These Subject Areas]. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37-52.

- Kolodner, et al. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design(tm) into practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Kolsuz, S. (2018). *Sosyo-bilimsel konuların işlenmesinde STEAM uygulamaları Tezi [STEAM Applications in Processing Socio-Scientific Issues]*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Koo, T. K. & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15, 155-163
- Leonard, M. J. & Derry, S. J. (2011). WCER Working Paper No. 2011-5.
- Mercan Höbek, K. (2014). *Ortaokul 6. 7. 8. sınıf fen ve teknoloji öğretim programında mühendislik dizayn yönteminin uygulanabileceği konuların analizi: Alternatif enerji kaynakları öğretim materyalleri [Analysis of the 6th, 7th, and 8th grade science and technology curricula for identifying subjects that can be taught by engineering-design method: Preparing teaching materials for alternate energy resources]*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- NAGC (2016). *Asynchronous Development*. <http://www.nagc.org/resourcespublications/resources/social-emotional-issues/asynchronous-development>
- Nying, E. (2004). A Comparative Study of Interrater Reliability Coefficients Obtained from Different Statistical Procedures Using Monte Carlo Simulation Techniques. Western Michigan University, <https://Scholarworks.vnich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2269&context=dissertations>
- Özkan, G. & Umdü Topsakal, U. (2017). Examining students' opinions about STEAM activities. *Journal of Education and Training Studies*, 5(9), 116-123.
- Özyurt, M., Kayıran, B. K., & Başaran, M. (2018). İlkokul öğrencilerinin stem'e ilişkin tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi [Investigating primary school students' attitudes towards STEM according to different variables]. *Turkish Studies*, 13(4), 65-82.
- Şenol, C. (2011). *Üstün yetenekliler eğitim programlarına ilişkin öğretmen görüşleri [Teacher Opinions on the Educational Programs of the Gifted]*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Silverman, L. K. (2010). Resource for Parents of Gifted Children. http://www.childdevelopmentinfo.com/learning/gifted_children.shtml
- Song, S. & Agogino, A. M. (2004). An Analysis of Designers' Sketching Activities in New Product Design Teams, Pro. 2004 ASME Design Theory and Methodology Conf. American Society of Mechanical Engineers, Salt Lake City.
- Spitzer, D. (1996). Motivation: A neglected factor in instructional design. *Italian Journal of Educational Technology*, 4(3), 38-38.

Tabachnick, et al. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5). MA: Pearson.

Tucker, B. & Hafenstein, N. (1997). Psychological intensities in young gifted children. *Gifted Child Quarterly*, 41 (3), 66-75.

Tversky, B. & Suwa, M. (2009). Thinking with sketches. In A.B. Markman & K.L. Wood (Eds.), *Tools for Innovation: The Science Behind the Practical Methods that Drive New Ideas* (p.75-84). Oxford University Press.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10th Ed) [*Qualitative Research Methods in Social Science*]. Seçkin Yayıncılık.

STEAM TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİNİN ÜSTÜN ZEKALİ VE YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN STEAM PERFORMANSLARINA TASARIM TEMELLİ DÜŞÜNME BECERİLERİNE VE STEAM TUTUMLARINA ETKİSİ

ÖZ

Araştırmanın amacı, STEAM temelli fen öğretiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM performanslarına, tasarım temelli düşünme becerilerine ve STEAM tutumlarına etkisini incelemektir. Karma yöntemlere göre kurgulanan araştırmanın deseni iç içe desen destekli müdahale desenidir. Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim öğretim yılı güney illerimizde bulunan bir Bilim ve Sanat Merkezi'nde Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme (BYF) Programı'na devam eden 33 beşinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın nicel aşamasında yarı deneysel uygulamaya dayalı veriler elde edilmiş. Nitel aşamasında ise uygulamalardan önce, uygulama sürecinde ve sonrasında görüşme yapılmıştır. Araştırmanın nicel verileri "STEAM Performans Değerlendirme Formu" (STEAM PDF) ve "Tasarım Temelli Düşünme Performans Değerlendirme Formu" (Tasarım Temelli Düşünme (PDF) ve "STEAM Tutum Testi" ile nitel verileri görüşme formu ve gözlemler ile toplanmıştır. Nicel verilerin analizi için karışık ölçümlerde ANOVA testi, nitel veriler için içerik analizi gerçekleştirilmiştir. 13 hafta boyunca STEAM temelli fen öğretimi uygulanan deney grubu ile STEM temelli BİLSEM fen bilimleri öğretim programı uygulanan kontrol grubu öğrencileri arasında STEAM ve tasarım temelli düşünme performansları bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş, STEAM tutumları bakımından bulunamamıştır. STEAM temelli fen öğretimi, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere yaratma ve tasarım becerileri, STEAM'e ilişkin farkındalık kazandırmış; öğrencilerin mantıksal ve analitik düşünme becerilerini işe koşmalarını sağlayarak motivasyonlarını arttırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, STEAM eğitimi, tasarım temelli düşünme, STEAM'e yönelik tutum, üstün zekâlı ve yetenekliler

GİRİŞ

21.yy'da, bilim ve teknolojinin ilerlemesi ile ülkeler ekonomik, toplumsal, politik vb. alanlarda yaşanan değişim ve gelişmeleri izlemek ve bunlara uyum sağlamaya çabalamaktadır. Bu değişim ve gelişmeler toplumdaki tüm sistemlerin yanı sıra eğitim sistemini de etkilemektedir. Ülkelerin eğitim programlarında yaptığı düzenlemeler ve yeniliklerle birlikte ekonomik ve teknolojik rekabetin dışında eğitimde de bir rekabet ortamı yaratılmaktadır. Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu otuz dört ülkeden oluşan OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü), eğitimle ilgili bilgi sahibi olmak için PISA (The Programme for International Student Assessment) adında bir değerlendirme sınavı gerçekleştirmektedir. Bu sınav öğrencilerin sadece neyi bildiklerini değil, bildiklerini ve 21. yy becerilerini gerçek yaşama uygulayıp uygulayamadıklarını da ölçmektedir. 2012, 2015 ve 2018 yılında yapılan PISA sınavında Türkiye, fen, matematik ve okuma becerileri alanında oldukça düşük puanlar almış ülkeler arası sıralamalarda alt sıralarda kalmıştır. Üst sıralarda üreten ülkeler bulunmakta, üretmenin temeli ise 21. yy becerilerinin yanı sıra fen, matematik, teknoloji gibi disiplinleri kullanmaktan geçmektedir. PISA gibi uluslararası sınavlarda ve dünyada var olan rekabet içerisinde üst sıralarda yer almak, 21. yy'a uygun disiplinler arası yaklaşımların kullanılmasını gerektirmektedir. Bu amaçla ABD'de başlatılan bir programla birlikte disiplinler arası STEM eğitimi programlara girmiştir. 21.yy becerilerinden yaratıcılığın en iyi sergilenebildiği alanlardan biri sanat olup, bugün takdir ettiğimiz bilimsel çalışmaların ve sanat eserlerinin ortak temelinde yaratıcılık becerisinin yer aldığı görülmektedir. Hayata geçirilecek yaklaşımlarda sanatın ve estetik değerlerin geri plana atılmaması gerektiği savunulmuş, 2006 yılında STEM'e sanat entegre edilerek STEAM kavramı oluşturulmuştur (Ayvaci ve Ayaydın, 2017).

Öğrenme ve öğretme sürecinin önemli öğelerinden biri olan öğretim programlarının temellendirildiği yaklaşımlar, öğrenme öğretme süreci içerisinde öğrencilerin bilgi ve becerileri nasıl edineceği ve edindiği bilgi ve becerilerin nasıl değerlendirileceği konusunda öğretmenlere yol göstermektedir. Ülkemizde oluşturmaya dayalı öğretim programlarının oluşturulmasıyla, öğrencilerin deneyimleri ve bireysel farklılıklarına dikkat çekilmiş, temel yaşam becerilerinin yanında, eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerinin de kazandırılması hedeflenmiştir. Bu hedeflerin gerçekleşmesini sağlamak amacıyla sınıflarda farklı yöntem ve stratejilerin kullanılması gerekmektedir. Öğretim uygulamaları, öğrencilerin bir problemle karşı karşıya bırakılması ve gerçek dünya ile iç içe bir bağlamda bu problemin çözümüne yönelik onlara deneyimler kazandırılması şeklinde gerçekleştirilmelidir (Jonessen, 1992; Karakuş, 2016).

Öğretim programları kapsamında, öğrenenleri gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri birden çok çözümü bulunan ve farklı disiplinleri bir araya getirmelerini gerektiren problem durumları ile karşılaştırmak STEAM eğitiminin en hassas ve dikkat çekici noktası olarak ele alınmaktadır. (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014; Wang, Moore, Roehrig & Park, 2011; Williams, 2011 akt. Bozkurt Altan, 2017). Gerçek yaşamda karşılaşılan problemler, farklı disiplinleri ilişkilendirmeyi, disiplinlere ilişkin sahip olunan bilgi ve becerileri bir araya getirerek çözüme odaklanmayı gerektirmektedir. Yenilikçi düşünme yolunda karşılaşılan becerilerden tasarım temelli düşünme

insan odaklı, çok disiplinli, optimistik ve deneysel bir kavram olarak tanımlanmış olup STEAM eğitimi gerçekleştirme yollarından biri olarak görülmektedir (Çopurlar ve Öztürk, 2015). Tasarım temelli STEM uygulamalarının fen bilimleri programında yer alan konu ve kavramların öğretiminde anlamlı ve etkili olabileceği düşüncesinden hareketle tasarım temelli düşünme becerisi öğretim programlarında yer almaya başlamıştır. Yıldırım ve Altun'a (2015), göre mühendislik tasarım sürecine dayandırılan STEM eğitimi, öğrencilere disiplinler arası görüş açısı kazandırarak, tasarlama ve prototip geliştirme olanağı sağlamaktadır.

Boston Bilim Müzesi'nin yürütmüş olduğu "Mühendislik Temeldir" projesi çerçevesinde sunulan "Mühendislik Tasarım Süreci" sor, hayal et, planla, yarat, geliştir olmak üzere beş basamağa dayandırılmaktadır (Çavaş ve Çavaş, 2018). Bu araştırmada sözü edilen tasarım temelli düşünme sürecinin basamakları temel alınmıştır. Tasarım temelli düşünme ve STEAM uygulamaları bireylere üretim odaklı olma, eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme, inovasyon, girişimcilik, üretkenlik ve sorumluluk gibi 21. yy becerilerini kazandırmayı amaçlamaktadır. STEM' in çıkış noktasının da STEM disiplinleri alanlarındaki yetersiz iş gücü olduğu düşünüldüğünde, bu alanlardaki ekonomik ve teknolojik rekabet içerisinde galip gelebilmek için STEAM bilgi ve becerilerine ve tasarım temelli düşünme becerisine sahip bireyler yetiştirmek ülkelerin öncelikli hedefi olmuştur. Fen bilimlerine ve STEAM disiplinlerine olan ilgileri belirlenmiş üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ileride nitelikli ürünler ortaya çıkarma potansiyelini bulundurması, onları bu alanlarda yetişecek en önemli insan kaynakları haline getirmiştir (Çepni, 2018 s. 495). Bu gerekçelerden hareketle, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM ile ilgili çalışmalar yapmaları ve STEAM ile ilgili mesleklere yönlendirilmeleri gerekmektedir.

Dede ve Yaman (2008), bir derse yönelik tutumun ve motivasyonun başarı, öğrenme ve yaratıcılık üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirtmektedir. Alan yazında STEAM uygulamalarının öğrencilerin fen ve diğer STEAM disiplinlerine yönelik tutumlarını olumlu etkilediğine ilişkin araştırmalar (Gülhan ve Şahin, 2016; Karışan ve Yurdakul, 2017; Gülhan ve Şahin, 2018; Özyurt, Kuşdemir Kayıran ve Başaran, 2018) yer almaktadır. Bu görüşler doğrultusunda, fen bilimleri ve diğer STEAM disiplinlerine yönelik olumlu tutum sergileyen öğrencilerin motivasyonlarında, beceri gelişimlerinde ve dolayısıyla üretkenliklerinde artış beklenmektedir.

Alan yazın incelendiğinde STEAM eğitime ilişkin artan ilgiye karşın, ülkemizde STEAM eğitimi ile ilgili yapılan araştırmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. STEAM ile ilgili yapılan araştırmalar (Batı, Çalışkan ve Yetişir, 2017; Gülhan ve Şahin, 2018; Özkan ve Umdu Topsakal, 2017), öğrencilerin çoğunun STEAM etkinliklerine ilişkin olumlu düşüncelere sahip olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, STEAM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve genel STEAM tutumlarına orta düzeyde anlamlı etkisinin olduğu, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerini geliştirdiği sonuçlara ulaşılmıştır. STEAM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin yaratıcılık gelişimlerine olan etkisinin incelendiği bir araştırmada (Kim & Park, 2012), bilimsel ilkelere dayanan tasarım ve uygulama sürecinin, bilim, sanat ve mühendislik eğitiminde yaratıcılığın geliştirilmesine yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tasarım temelli düşünme ile ilgili fen bilimleri alanında yapılan uygulamalı araştırmaların (Ercan, 2014; Mercan Hbek, 2014; şahin ve Ercan, 2015), tasarım temelli fen öğretiminin veya mühendislik tasarım sürecinin öğrencilerin akademik başarılarına, karar verme becerilerine, mühendislik tasarım uygulama süreci becerilerine etkisini belirlemek ve mühendislik ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarma amacıyla yapıldığı görülmektedir. Yurt dışında yapılmış tasarım temelli düşünme ve STEAM eğitiminin bir arada incelendiği bir araştırmada, tasarımın ve tasarım temelli düşünmenin, sanat, bilim ve diğer disiplinler arasında bir köprü görevi gördüğü sonucuna ulaşılmıştır (Henriksen, 2017). Ayrıca bu araştırmada birçok ğretmen STEAM kavramını derslerinde konularına entegre etmekte zorlandıklarını belirtmişlerdir.

STEAM eğitimi ve tasarım temelli düşünmenin söz edilen öneminden, yapılan araştırmaların sınırlı olmasından ve ğrenci tutumunun öğrenmeye olan etkisinden hareketle böyle bir araştırmaya gereksinim duyulmuştur.

Bu bağlamda araştırmanın problem cümlesi, STEAM temelli fen öğretiminin, üstün zekalı ve yetenekli ğrencilerin STEAM performanslarına, tasarım temelli düşünme becerilerine ve STEAM tutumlarına, etkisi nasıldır? şeklinededir. Bu problem doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır, (i) STEAM temelli fen ğretimi yapılan deney grubu ile kontrol grubu ğrencilerinin ön test ve son testleri arasında STEAM performansları açısından anlamlı bir fark var mıdır? (ii) STEAM temelli fen ğretimi yapılan deney grubu ile kontrol grubu ğrencilerinin ön test ve son testleri arasında tasarım temelli düşünme becerileri açısından anlamlı bir fark var mıdır? (iii) STEAM temelli fen ğretimi yapılan deney grubu ile kontrol grubu ğrencilerinin ön test ve son testleri arasında STEAM tutumları açısından anlamlı bir fark var mıdır? (iv) STEAM temelli fen ğretimi uygulanan deney grubu ğrencilerinin STEAM temelli fen öğretimine yönelik görüşleri nelerdir?

YÖNTEM

Bu araştırmanın yöntemi, nicel ve nitel yöntem, kavram ve yaklaşımların birlikte kullanıldığı karma yöntemdir. Araştırmada karma yöntem desenlerinden i içe desen uygulanmıştır. Greene, Caracelli ve Graham (1989)'a göre karma yöntem kullanılmasının amacı araştırmadan elde edilen verileri genişletmektir. İ içe desende nitel verilerin deneysel sürecin hangi aşamasında toplandığına dikkat edilir. Bu araştırmada nitel veriler nicel veriler ile eş zamanlı olarak deneysel işlem öncesinde, sırasında ve sonrasında toplanmıştır. Karma yöntem araştırmalarında elde edilen nicel ve nitel verilerin birbirleriyle nasıl ilişkilendirilerek birleştirildiği önemlidir. Bu araştırmada, nitel verilerin nicel verilerin içerisine gömülmesi yani nitel verilerin, nicel verileri desteklemek amacıyla kullanılması ile tartışma bölümünde birleştirme yapılmıştır.

Katılımcılar

Bu araştırmada, 2018-2019 eğitim ğretim yılı güney illerimizde bulunan bir BİLESEM'in BYFP'na devam eden üstün zekalı ve yetenekli 5. Sınıf, 10 yaşında 33 ğrenci ile çalışılmıştır. Bir deney, bir kontrol grubu

belirlenmiştir. Deney grubu 6 kız, 11 erkek olmak üzere 17, kontrol grubu ise 6 kız, 10 erkek olmak üzere toplam 16 öğrenciden oluşmaktadır. Maltese ve Tai (2011;akt. Çepni, 2018) yapmış oldukları bir araştırmada, bilim insanlarının % 65'inin fen bilimlerine olan ilgisinin ortaokuldan önce başladığını vurgulamışlardır. 5. sınıf düzeyinde bir çalışma grubunun araştırma için uygun olacağı düşünülmüştür. Çalışma grubunun seçilirken amaçlı örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Öncelikle öğrenci sayılarının en fazla olduğu ve fen bilimleri dersi alan sınıflar bu yöntem ile belirlenmiş, ardından hangi sınıfın deney grubu olacağına seçkisiz atama ile karar verilmiştir. Creswell'e göre (2017), müdahale deseninde eğer nitel veri deney öncesinde, sırasında ve sonrasında toplanacaksa genellikle müdahaleye katılan bireylerin seçilmesi daha doğrudur. Bu araştırmada nitel veriler deney grubu öğrencilerinden elde edilmiştir. Deneysel işleme başlamadan deney ve kontrol gruplarının denkliliğini incelemek amacıyla ilişkisiz örneklemler için t testi yapılmış olup, t testine ilişkin sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön test Puan Ortalamalarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t-testi Sonuçları

Grup		N	\bar{x}	S	Sd	T	p
STEAM Performansı Öntest	Deney	17	72,8412	8,35801	2,02712	,375	,710
	Kontrol	16	71,3375	14,11169	3,52792	,370	,715
Tasarım Temelli Düşünme Performansı Öntest	Deney	17	72,9529	6,90798	1,67543	,149	,882
	Kontrol	16	72,3438	15,26075	3,81519	,146	,885
Steam Tutum Öntest	Deney	17	247,0000	17,67413	4,28661	1,456	,155
	Kontrol	16	237,0625	21,45839	5,36460	1,447	,159

(>0.05)

Ön test sonuçlarına göre oluşturulan Tablo 1 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının STEAM ve tasarım temelli düşünme performanslarına ve STEAM tutumlarına ilişkin p değerleri araştırmada kabul edilen 0,05 anlamlılık düzeyinin üstündedir. Bu doğrultuda deney ve kontrol grupları arasında, STEAM performansları, tasarım temelli düşünme performansları ve STEAM tutumları açısından anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Veri Toplama Araçları

13 haftalık bir süreç boyunca deney grubunda araştırmacı tarafından STEAM temelli fen öğretimi gerçekleştirilmiş, kontrol grubunda ise STEM'e dayalı Bilsem fen bilimleri öğretim programı uygulanmıştır. Araştırmanın nicel verileri araştırmacılar tarafından geliştirilen "STEAM PDF", Tasarım Temelli Düşünme PDF ve Gülhan ve Şahin (2018) tarafından geliştirilen "STEAM Tutum Testi" ile nitel verileri ise yarı yapılandırılmış görüşme formları ve yapılandırılmamış gözlem ile toplanmıştır.

Hazırlanan taslak değerlendirme formları, ölçme değerlendirme ve STEM alanında çalışan dört uzman görüşüne sunularak, geribildirimler doğrultusunda son haline getirilmiştir. Formların geçerlik ve güvenilirliği için uzman görüş formlarından elde edilen puanlar doğrultusunda ICC (Intraclass correlation coefficient) puanlayıcı güvenilirliği analizi yapılmıştır. Dört uzman puanlayıcıdan uzman görüş formları yoluyla elde edilen puanların

analizi sonucunda korelasyon katsayıları STEAM Performans Değerlendirme Formu için ICC=0,3, Tasarım Temelli Düşünme PDF için ise ICC=0,6'dır. Tasarım Temelli Düşünme PDF'na ilişkin korelasyon katsayısı (0,6), puanlayıcılar arasında Cicchetti'ye (1994) göre iyi, Koo ve Li'ye (2016) göre orta derecede bir uyum olduğunu gösterirken; STEAM PDF'na ilişkin korelasyon katsayısı (0,3) ise, (Cicchetti, 1994) ve (Koo ve Li, 2016)'ye göre zayıf uyum olarak sınıflandırılmıştır. Bu noktada yapılan korelasyon hesaplamasının oldukça hassas bir ölçüm gerçekleştirdiği ve ICC değerinin madde, kategori ve özellikle uzman sayısından doğrudan etkilendiği unutulmamalıdır. Uzman puanlayıcı sayısı arttıkça güvenilirlik değeri düşmekte (Nying, 2004) ve bazı durumlarda puanlayıcılar arasında anlaşma yüksek olsa bile düşük değerler görülebilmektedir. Abedi, Baker ve Herl (1995)'de performansın ölçülmesi çalışmalarında puanlayıcı sayısındaki artışın puanlardaki değişkenlik düzeyini arttırdığını dolayısıyla güvenilirliği düşürdüğünü belirtmektedir. Düşük puanlayıcılar arası uyum düzeyleri sağlık hizmetlerinde veya klinik araştırmalarda kabul edilemez ancak sosyal bilimlerde bu gerekçelerden hareketle değer düşüklüğü kabul edilebilmektedir.

STEAM Tutum Testi

Araştırmada kullanılan "STEAM Tutum Testi", Friday Institute (2012) tarafından geliştirilip, Gülhan ve Şahin (2016) tarafından Türkçe'ye uyarlanmış olan STEM Tutum Testi ve Dede (2016) tarafından geliştirilen Sanata Karşı Tutum Ölçeği'nin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. 58 maddelik beşli likert tipi testin güvenilirliği 0,94 olarak hesaplanmıştır (Gülhan ve Şahin, 2018). Bu araştırmanın ön test uygulamasında ise testin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0,87 olarak tespit edilmiştir. Bu değer 0,80 ile 1,00 arasında olması, testin yüksek derecede güvenilir olduğunu göstermektedir (Kalaycı, 2010). Araştırmada kullanılan STEAM Tutum Testi için, araştırmacılar ile mail yoluyla iletişime geçilerek gerekli izinler alınmıştır.

Görüşme Formu ve Görüşme Sürecinde Yapılanlar

Hazırlanan yarı yapılandırılmış üç görüşme formu, sürecin başlangıcında, ortasında ve sonunda uygulanmıştır. Sürecin başlangıcında uygulanan görüşme formu üç temel ve bu sorulara ilişkin üç alt sorudan oluşmaktadır. Sürecin ortasında uygulanan görüşme formu, STEAM PDF ve tasarım temelli düşünme PDF'lerinin boyutları ile ilgili yedi temel sorudan oluşmaktadır. Sürecin sonunda uygulanan görüşme formu ise üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM temelli fen öğretim sürecindeki yaşantıları ve bu yaşantılara yönelik duyguları ile ilgili yedi temel sorudan oluşmaktadır. Taslak görüşme formları nitel araştırmalar dersini yürüten bir öğretim üyesi ve eğitim programları ve öğretim bölümünde nitel araştırmalar yapan bir öğretim üyesinin görüşleri doğrultusunda düzenlenmiştir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM temelli fen öğretimi ve tasarım temelli düşünme becerileri açısından hazır bulunuşluklarını belirlemek amacıyla deneysel uygulamalar öncesinde görüşme yapılmıştır. Uygulamaların altıncı haftasında STEAM öğrenme sürecine ve tasarım temelli etkinlikler yoluyla kazandırılmaya

çalışılan tasarım temelli düşünme becerisine yönelik görüşmeler yapılmıştır. Deneysel işlemler sonunda, STEAM temelli fen öğretimine yönelik görüşmeler yapılmıştır. Her üç görüşme öğrencilerle birebir gerçekleştirilerek, ses kaydı yapılmıştır. Görüşmeler uygulamanın yapıldığı merkezde boş bir sınıfta liste sırasına göre gerçekleştirilmiştir. Süreç ortası görüşmelerin süresi on ile on beş dakika arasında değişmektedir. Süreç sonu görüşmelerin süresi ise sekiz ile on altı dakika arasında değişmektedir.

Nitel Boyuta İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Nitel araştırmalarda inandırıcılık, aktarılabirlik, tutarlık ve teyit edilebilirlik geçerliği ve güvenirligi sağlamada kullanılan stratejilerdir (Lincoln ve Guba 1985). Bu araştırmada nitel boyutun geçerlik ve güvenirligini sağlamak amacıyla aktarılabirlik, tutarlık ve teyit edilebilirlik gibi stratejiler temel alınmıştır. Araştırmacı, önceki yıllarda da uygulama okulunda farklı çalışmalar ve araştırmalar yapmış, derslere uzun süreli katılım sağlamıştır. Bu nedenle araştırmacı hem üstün zekâlı ve yetenekli öğrenci profiline hem de BİLSEM' deki işleyişe oldukça aşinadır. Deney grubunda STEAM temelli fen öğretim süreci 13 hafta boyunca araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Kontrol grubunun dersleri ise BİLSEM fen bilimleri öğretmeni tarafından, BYFP1 fen bilimleri öğretim programına bağlı olarak yürütülmüştür. Katılımcı onayı, katılımcıların ve onların düşüncelerinin doğru olarak temsil edildiğinden emin olmak için doğru anlayıp anlamadığını sormaktır (Glesne, 2015). Araştırmada üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin hızlı konuşmaları ve konudan konuya geçmelerinden dolayı bu stratejiye oldukça sık başvurulmuştur. Araştırma kapsamında gözlem ve görüşme yapılarak veri çeşitlemesi sağlanmıştır. Ayrıca araştırmada toplanan tüm veriler ve araştırmanın sonuçları nitel araştırma konusunda deneyimli bir uzman tarafından incelenmiştir.

Uygulamalar

Araştırmanın deney grubunda merkez disiplin olan fen bilimleri ve STEAM disiplinlerine ilişkin kazanımlara dayalı etkinlikler yürütülmüştür. Bu etkinlikler tasarım temelli düşünme basamaklarına göre gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin ürünlerinin STEAM disiplinleri ile olan ilişkileri temel alınmıştır. Havada en uzun kalan tasarım, Marshmallow Challenge (Kule tasarımı), Köprü tasarımı, Zıp zıp araba, Çok amaçlı çanta tasarımı, Su kaydıracağı etkinlikleri yapılmıştır. Kontrol grubunda, Bilgi yarışması, Madde, Karışımları ayırma yöntemi, Madde döngüleri, Solunum sistemi, Tombala, Elektron Mikroskobu, Elektroliz deneyi, Elektronik mıknatıs etkinlikleri yapılmıştır. Öğretmen akıllı tahta, model kullanarak konu anlatma, zihin haritası, poster oluşturma, oyunlar oynatma, gösteri deneyleri yapma, öğrencilerin elektro mıknatıs oluşturma yoluyla dersleri yürütmüştür.

Verilerin Analizi

Deney ve kontrol gruplarının ön test-son test ölçümlerinden elde edilen nicel verilerin normal dağılıp dağılmadığına karar vermek için Shapiro Wilks normallik testinden yararlanılmıştır. Bu testin kullanılma nedeni

örneklem büyüklüğünün deney grubu için 17 (<50) ve kontrol grubu için 16 (<50) olmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Normallik testi sonuçları aşağıda Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Normallik Testi Sonuçları

Sınıf		Kolmogoro v Simirnov			Shapiro Wilks		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
STEAM Ön-Test	Deney Grubu	,195	17	,086	,920	17	,150
	Kontrol Grubu	,144	16	,200*	,928	16	,228
STEAM Son-Test	Deney Grubu	,144	17	,200	,938	17	,296
	Kontrol Grubu	,170	16	,200*	,912	16	,126
TTD Ön Test	Deney Grubu	,144	17	,200*	,927	17	,195
	Kontrol Grubu	,112	16	,200*	,975	16	,910
TTD Son Test	Deney Grubu	,305	17	,000	,653	17	,000
	Kontrol Grubu	,221	16	,036	,866	16	,023
STEAM Tutum Ön Test	Deney Grubu	,086	17	,200*	,984	17	,984
	Kontrol Grubu	,168	16	,200*	,949	16	,473
STEAM Tutum Son Test	Deney Grubu	,117	17	,200*	,980	17	,955
	Kontrol Grubu	,114	16	,200*	,979	16	,955

(p>0.05)

Tablo 2’de görüldüğü gibi, STEAM PDF, Tasarım Temelli Düşünme PDF ve STEAM tutum testine ilişkin ön test son testlerinden elde edilen puanların değerleri (p>0.05) bulunmuştur. Yalnızca deney grubunun tasarım temelli düşünme (TTD) son testine ilişkin p değeri (0.00), 0.05 değerinin altındadır. Bu noktada bu teste ilişkin verilerin dağılımı için aritmetik ortalama, mod, medyan, çarpıklık ve basıklık katsayıları gibi istatistiklere bakılarak betimsel yöntemler üzerinden dağılımın normalliği belirlenebilmektedir (Abbott, 2011; Kirk, 2008, akt. Demir, Saatçioğlu ve İmrol, 2016). Bu teste ilişkin çarpıklık değeri 0,58 ve basıklık değeri -0,9’dur. Alanyazında çarpıklık ve basıklık katsayılarının ± 1 sınırları içinde olması normal dağılımın varlığına kanıt olarak değerlendirilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Değerlerin kabul edilen sınırlar (± 1) arasında yer almasından hareketle verilerin normal dağılım sergilediğine karar verilmiştir. Anlamlılık değerinin p>0.05 olması, dağılımın normal olduğunu yani deney grubu ile kontrol grubunun tüm ölçümleri için ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu doğrultuda nicel veri toplama araçlarının uygulanması ile elde edilen verilerin parametrik testler yardımı ile analiz edilmesine karar verilmiştir.

Araştırmada nitel yöntemlerle elde edilen verilerin analizi için içerik analizi yapılmıştır. Nitel analizin güvenilirliği için Miles ve Huberman (1994) ’in önerdiği kodlayıcılar arası güvenilirlik formülü (Görüş Birliği/Görüş Birliği+ Görüş Ayrılığı)*100 kullanılmıştır. Uygulama öncesi, uygulama süreci ve uygulama sonrası görüşmelere ilişkin uyum yüzdesi sırasıyla % 90, % 85 ve % 86 dır. Bu değerlerin %70’in üzerinde olması, kodlayıcılar arasında yüksek düzeyde uyum olduğu ve veri analizinin güvenilir olduğu izlenimi oluşturmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Araştırmada STEAM temelli fen öğretim süreci boyunca üstün zekâli ve yetenekli öğrenciler araştırmacı

tarafından gözlemlenmiş ve notlar almıştır. Uygulama süreci sonunda, gerçekleştirilen gözlemlere ilişkin notlar ile görüşmelerden elde edilen sonuçlar ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde araştırmada elde edilen bulgulara alt problem sırasıyla yer verilmiştir.

Birinci Alt Problem: STEAM temelli fen öğretimi yapılan deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testleri arasında STEAM performansları açısından anlamlı bir fark var mıdır? Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM'e ilişkin performansları bakımından STEAM Performans Değerlendirme Formu'ndan almış oldukları ön test-son test ortalama puanları ve standart sapma değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. STEAM PDF Ön Test- Son Test Ortalama Puanları Ve Standart Sapma Değerleri

Grup	Ön test (STEAM)			Son test (STEAM)		
	N	\bar{x}	S	N	\bar{x}	S
Deney	17	72,8	8,35	17	109,4	4,15
Kontrol	16	71,33	14,11	16	55,04	23,62

Tablo 3'te görüldüğü gibi, STEAM temelli fen öğretimi gerçekleştirilen deney grubu öğrencilerinin STEAM performans ortalaması deneysel işlem öncesi 72,8 iken, deneysel işlem sonrasında 109,4'tür. BİLSEM programı uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin STEAM performans ortalama puanları sırasıyla 71,33 ve 55,04'tür. Buna göre, STEAM temelli fen öğretimi süreci, deney grubu öğrencilerinin steam performanslarında artış sağlarken, BİLSEM programının kontrol grubu öğrencilerinin steam performanslarında düşüşe neden olduğu söylenebilir.

İki farklı öğretime tabi tutulan öğrencilerin STEAM performanslarında deneysel işlem öncesinden sonrasına gözlenen söz konusu değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin karışık ölçümlerde ANOVA sonuçları tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. STEAM PDF Ön Test- Son Test Ortalama Puanlarına İlişkin ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	n ²
Gruplar arası	18963,517	32				
Grup(deney/kontrol)	12886,645	1	12886,645	65,739	,000	,680
Hata	6076,872	31	196,028			
Grup içi	19918,569	33				
Ölçüm (ön test-son test)	1702,311	1	1702,311	7,902	,008	,203
Ölçüm*Grup	11537,811	1	11537,811	53,556	,000	,633
Hata	6678,447	1	215,434			
Toplam	38882,086	65				

(p< 0.05)

Tablo 4 incelendiğinde, ANOVA testi sonuçlarına göre STEAM temelli fen öğretimi gerçekleştirilen deney grubu öğrencilerinin STEAM performanslarında deneysel işlem öncesi ve sonrasında anlamlı bir farklılık $F(1;32)=53,55$, $p < 0.05$) vardır ve bu fark deney grubu lehinedir. Deney ve kontrol gruplarının STEAM performanslarına ilişkin ön test-son testleri arasında anlamlı farklılık olması deneysel işlemin etkililiğini göstermektedir. Deney ve kontrol grupları arasındaki varyansa ilişkin etki büyüklüğü değerine ($n^2=0,68$) bakılarak, deneysel işlemin etkisinin % 68 oranında olduğu söylenebilir. Bunun dışında kalan % 32'lik varyans ise, öğrencilerin birbirleriyle etkileşimleri, bireysel farklılıklar, okul ve okul dışı çevreyle etkileşimleri gibi farklı değişkenlerle açıklanabilir.

İkinci Alt Problem: STEAM temelli fen öğretimi yapılan deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testleri arasında tasarım temelli düşünme becerileri açısından anlamlı bir fark var mıdır? Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin Tasarım Temelli Düşünme Performans Değerlendirme Formu'ndan almış oldukları ön test- son test ortalama puanları ve standart sapma değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Tasarım Temelli Düşünme PDF Ön Test- Son Test Ortalama Puanları Ve Standart Sapma Değerleri

Grup	N	Ön test (TTD)		Son test (TTD)		
		\bar{x}	S	N	\bar{x}	S
Deney	17	72,95	6,90	17	120,30	8,11
Kontrol	16	72,34	15,26	16	57,08	25,27

Tablo 5'de görüldüğü gibi STEAM temelli fen öğretimi gerçekleştirilen deney grubu öğrencilerinin deneysel işlem öncesi tasarım temelli düşünme becerisine ilişkin performans ortalama puanları 72,95 iken, deneysel işlem sonrası 120,30'dur. BİLSEM programı uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin tasarım temelli düşünme becerisine ilişkin performans ortalama puanları sırasıyla 72,34 ve 57,08'dir. Buna göre, STEAM temelli fen öğretimi süreci, deney grubu öğrencilerinin tasarım temelli düşünme performanslarında artış sağlarken, BİLSEM programının kontrol grubu öğrencilerinin tasarım temelli düşünmeye ilişkin performanslarında düşüşe neden olduğu söylenebilir.

İki farklı öğretim uygulanan öğrencilerin tasarım temelli düşünme performanslarında deneysel işlem öncesinden sonrasına gözlenen söz konusu değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin karışık ölçümlerde ANOVA sonuçları tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Tasarım Temelli Düşünme PDF Ön Test- Son Test Ortalama Puanlarına İlişkin ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	P	n ²
Gruplar arası	24609,824	32				
Grup(deney/kontrol)	16792,938	1	16792,938	66,512	,000	,682
Hata	7826,886	31	252,480			
Grupiçi	27471,208	33				
Ölçüm (ön test-son test)	4244,009	1	4244,009	18,611	,000	,375
Ölçüm*Grup	16158,009	1	16158,009	70,857	,000	,696
Hata	7069,190	31	228,038			
Toplam	52081,032	65				

(p< 0.05)

Tablo 6 incelendiğinde, ANOVA testi sonuçlarına göre STEAM temelli fen öğretimi gerçekleştirilen deney grubu öğrencilerinin, tasarım temelli düşünmeye ilişkin performansları, deneysel işlem öncesi ve sonrasında anlamlı farklılık $F(1;32)=70,85$, $p< 0.05$ göstermektedir ve bu fark deney grubu lehinedir. Deney ve kontrol gruplarının tasarım temelli düşünme becerileri ön test-son testleri arasında anlamlı farklılık olması deneysel işlemin etkililiğini göstermektedir. Deney ve kontrol grupları arasındaki varyansa ilişkin etki büyüklüğü değerine ($n^2=0,68$) bakılarak, deneysel işlemin etkisinin % 68 oranında olduğu söylenebilir. Bunun dışında kalan % 32'lik varyans ise, bireysel farklılıklar, öğrencilerin birbirleriyle etkileşimleri, okul ve okul dışı çevreyle etkileşimleri gibi farklı değişkenlerle açıklanabilir.

Üçüncü Alt Problem: STEAM temelli fen öğretimi yapılan deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerin ön test ve son testleri arasında STEAM tutumları açısından anlamlı bir fark var mıdır? Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM tutumları bakımından STEAM Tutum Testi'nden almış oldukları ön test- son test ortalama puanları ve standart sapma değerleri tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. STEAM Tutum Testi Ön Test- Son Test Ortalama Puanları ve Standart Sapma Değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{x}	S	N	\bar{x}	S
Deney	17	247,00	17,67	17	248,47	23,17
Kontrol	16	237,06	21,45	16	240,87	19,88

Tablo 7'de görüldüğü gibi, STEAM temelli fen öğretimi gerçekleştirilen deney grubu öğrencilerinin deneysel işlem öncesi STEAM tutum testi ortalama puanı 247,00 iken, bu değer deneysel işlem sonrasında 248,47 olmuştur. BİLSEM programı uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin ortalama puanları sırasıyla 237,06 ve 240,87'dir.

İki farklı öğretim programı uygulanan öğrencilerin STEAM tutumlarında deneysel işlem öncesine göre deneysel işlem sonrasında gözlenen söz konusu değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin karışık ölçümlerde ANOVA sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. STEAM Tutum Testi Ön Test- Son Test Ortalama Puanlarına İlişkin ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	n ²
Gruplar arası	22081,484	32				
Grup(deney/kontrol)	1266,898	1	1266,898	1,887	0,179	
Hata	20814,586	31	671,438			
Grup içi	5749,966	33				
Ölçüm (ön test-son test)	115,027	1	115,027	0,635	0,431	
Ölçüm*Grup	22,603	1	22,603	0,125	0,726	
Hata	5612,336	31	181,043			
Toplam	27831,45	65				

($p=0,72 >0.05$).

Tablo 8 incelendiğinde ANOVA sonuçlarına göre, STEAM temelli fen eğitimi yapılan deney grubu ile STEM’e dayalı BİLSEM programı uygulanan kontrol grubunun farklı işlem gruplarında olma ile farklı zamanlardaki ölçümü gösteren faktörlerin öğrencilerin STEAM tutumları üzerindeki etkisinin anlamlı olmadığı bulunmuştur, $F(1;32)=0,12$, $p=0,72 >0.05$). Yani deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin STEAM tutumları uygulamalara bağlı olarak farklılık göstermemektedir.

Dördüncü Alt Problem: STEAM temelli fen eğitimi uygulanan deney grubu öğrencilerinin STEAM temelli fen öğretimine yönelik görüşleri nelerdir? STEAM temelli fen eğitimi gerçekleştirilen deney grubu öğrencileri ile sürecin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelere ilişkin içerik analizi bulguları tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin STEAM Temelli Fen Öğretim Sürecine Yönelik Başlangıçtaki Görüşleri

Tema	Kategori	Kod	f
STEAM Temelli Fen Öğretim Sürecinin Başlangıcına İlişkin Görüşler	Sürecin nasıl işleyeceği	Fikri olmama	3 (Ö3,Ö4,Ö5)
		Var olan işleyişin sürmesi	2 (Ö1,Ö2)
		Stem kavramına aşinalık	2 (Ö6,Ö7)
		Deney odaklı ders işleyişi	1(Ö2)

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin, STEAM temelli fen öğretim sürecinin nasıl işleyeceğine dair düşüncelerinden elde edilen kodlar STEAM temelli fen öğretim sürecinin başlangıcına ilişkin görüşler teması altında birleştirilmiştir. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerden yalnızca ikisinin STEM kavramını bildiği ancak ne anlama geldiğini bilmediği görülmüştür. 2 öğrenci var olan ders işleyişine devam edileceğini, 1 öğrenci bu

süreçte deney yapılacağını belirtmiş, 3 öğrenci ise sürecin nasıl işleyeceğine ilişkin fikri olmadığını belirtmiştir. Bulgulara ilişkin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler şu şekildedir:

“Bence 1. dönemin aynısı olacak.” (Ö1, E, 10), “Deney yaptırıcaksınız etkinlik gibi.” (Ö2, E, 10), “Bizim okulda STEM var ama ne olduğunu bilmiyorum.” (Ö7, E, 10), “STEM dersinin açılımını biliyorum sadece.” (Ö6, K, 10).

STEAM temelli fen öğretim sürecinin ortasında yapılan görüşmelerden elde edilen nitel bulgular Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin STEAM Temelli Fen Öğretimine Yönelik Süreç Ortasındaki Görüşleri

Tema	Kategori	Kod	f
Tasarım Temelli Düşünme Sürecinin SOR Aşamasına İlişkin Görüşler	Tasarımın hedefleri	Ulaşımı kolaylaştırma	4(Ö1,Ö2,Ö7,Ö8)
		Kalabalık şehirlerde kullanma	3 (Ö4,Ö5,Ö6)
		Zor hava şartlarında kullanma	2 (Ö9,Ö10)
	Tasarımın önemi	Kendi kendine yaptığı bir tasarım olması	5(Ö6,Ö7,Ö8,Ö9,Ö10)
Tasarım Temelli Düşünme Sürecinin YAP Aşamasına İlişkin Görüşler	Yap aşamasına ilişkin zorluklar	Silikon tabancası kullanımı ve yapıştırma	9(Ö1,Ö2,Ö3,Ö4,Ö5,Ö7,Ö8,Ö9,Ö10)
	Yap aşamasında dikkat edilen noktalar	Estetik görünüm	8 (Ö1,Ö3,Ö4,Ö5,Ö6,Ö7,Ö8,Ö10)
		Matematiksel oran	5 (Ö2,Ö6,Ö7,Ö8,Ö10)
		Dayanıklılık	3 (Ö1,Ö6,Ö8)
Tasarım Temelli Düşünme Sürecinin PLANLA Aşamasına İlişkin Görüşler	Tasarımın planlanması	Süreci zihinde canlandırma	3 (Ö2,Ö6,Ö7)
		Çizim yapma	3 (Ö6,Ö8,Ö9)
		Farklı fikirler üretme	2 (Ö1,Ö2)
	Tasarımın planla aşamasında yararlanılan kaynaklar	Akran	1 (Ö1)
		Öğretmen	1 (Ö8)
		Slayt gösterisi	1 (Ö4)
		Günlük yaşam	1 (Ö8)
		TÜBİTAK projesi	1 (Ö9)
Tasarım Temelli Düşünme Sürecinin GELİŞTİR Aşamasına İlişkin Görüşler	Teknoloji	Işıklı ekran	4 (Ö2,Ö4,Ö5,Ö6)
		Otomatik açılıp kapanma	2 (Ö1,Ö7)
		Otomatik kartlı giriş	1 (Ö3)
	Sanat	Işıklı ekran özelliği	3 (Ö2,Ö4,Ö5,Ö6)
		Akılda kalıcı tasarım	1 (Ö5)
		Estetik görünümlü banklar	1 (Ö2)
		Simetrik tasarım	1 (Ö6)
		Korkuluk ekleme	3 (Ö2,Ö7,Ö8)
	Dayanıklılık	Tasarımın ayaklarının kalınlaştırılması	1 (Ö10)

STEAM temelli fen öğretim sürecinde yapılan görüşmelerden elde edilen kodlar dört tema ve bu temalara ilişkin 9 kategori altında birleştirilmiştir. Tasarım temelli düşünme sürecinin aşamalarından olan “Sor”, “Yap”, “Planla” ve “Geliştir” aşamalarına ilişkin görüşler şeklinde temalar belirlenmiştir. Tablo 13 incelendiğinde, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin tasarımlarının hedefleri arasında en çok ulaşımı kolaylaştırma vardır. Tasarımlarının

önemine ilişkin görüşler kategorisine bakıldığında üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler için kendi kendilerine yapmış oldukları bir tasarım olması, tasarımın onlar için önemi olmuştur. Tasarım temelli düşünme sürecinin “Yap” aşamasına ilişkin görüşler teması altındaki bu aşamaya ilişkin zorluklarla ilgili 9 öğrenci silikon tabancasının kullanımında ve yapıştırmakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Tasarımın “Yap” Aşamasında Dikkat Edilen Noktalar kategorisine ait kod yoğunluğuna bakılarak tasarım sürecinde, öğrencilerin en fazla estetik görünüme, daha sonra matematiksel orana ve dayanıklılığa dikkat ettikleri görülmektedir. Bulgulara ilişkin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler şu şekildedir:

“Ulaşımaya çözüm olabilir mesela İstanbul köprüsü gibi kalabalık yerlerde kurulabilir.” (Ö4, E,10), “Çok önemli. Çünkü kendim yaptım emeğim var kendim düşündüm. Çok önemli benim için.” (Ö8,E,10), “Sadece şu iki pipeti yapıştırmakta... Silikon elimi yaktı.” (Ö5, E, 10), “Evet, ben X harfini seviyorum o yüzden korkulukları öyle yaptım. Estetik çok önemli bunlar yoktu düzken çok kötüydü.” (Ö6, K, 10).

Tasarım temelli düşünme sürecinin “Planla” aşamasına ilişkin görüşler teması altında iki kategori yer almaktadır. Tablo 13 incelendiğinde, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin tasarımlarını planlarken, süreci zihinlerinde canlandırdığı, çizim yaptığı ve tasarıma ilişkin farklı fikirler ürettiği görülmektedir. Öğrencilerin bu aşamada yararlandığı kaynaklar ise, akran, öğretmen, STEAM temelli fen öğretimi sürecinde o hafta kullanılan slayt gösterisi, günlük yaşamları ve TÜBİTAK projesi olmuştur.

“Şu pipetleri şuraya sığdırabilmek için oran kurdum ölçüm falan yaptım.” (Ö1, E, 10), “Eşit olmasına dikkat ettim çünkü biri kısa olsa olmaz.” (Ö2, E, 10)

Tasarım temelli düşünme sürecinin “Geliştir” aşamasına ilişkin görüşler teması altında tasarımın teknoloji, sanat ve dayanıklılık boyutlarına ilişkin olarak üç kategori yer almaktadır. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler tasarımlarını hem teknolojik hem de sanatsal olarak geliştirme aşamasında en fazla ışıklı ekran özelliği ekleme şeklinde görüş bildirmiştir. Tasarımın dayanıklılığına ilişkin geliştirmede ise 3 öğrenci korkuluk eklenebileceğini söylemiştir. Bulgulara ilişkin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler şu şekildedir:

“Süs için aslında estetik açıdan banklar olacak insanlar oturacak karşıda ışıklı bir ekran olacak açık sinema gibi olabilir.” (Ö6, K, 10), “Mehmet bana bir oyunda demişti ki o kostümü giyince daha mı oynuyor çünkü kostüm çok değişik farklıydı o gün mesela aklımızda hep o kostüm kalmıştı köprüde bunun gibi olsun akıllarda kalsın istedim.”(Ö5,E,10).

STEAM temelli fen öğretim sürecinin sonunda yapılan görüşmelerden elde edilen nitel bulgular Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin STEAM Temelli Fen Öğretimine Yönelik Süreç Sonundaki Görüşleri

Tema	Kategoriler	Kodlar	f
STEAM Temelli Fen Öğretim Sürecine İlişkin Görüşler	STEAM derslerinin katkısı olduğunu düşündükleri noktalar	STEAM'e ilişkin farkındalık kazanma	6 (Ö1,Ö2,Ö4,Ö6,Ö7,Ö11)
		Yeni bir ürün yapma	6 (Ö1,Ö4,Ö6,Ö8,Ö10,Ö12)
	STEAM derslerine ilişkin düşünceler	El becerisi kazanma	3 (Ö1,Ö2,Ö13)
		Yeni ürün oluşturma	7 (Ö2,Ö5,Ö6,Ö7,Ö10,Ö13,Ö14)
		Proje odaklı	5 (Ö1,Ö2,Ö5,Ö9,Ö11)
		Eğlenceli	5 (Ö1,Ö8,Ö9,Ö10,Ö12)
		Deneyerek yaparak öğrenme	5 (Ö3,Ö8,Ö11,Ö14,Ö15)
		Kendi kendine öğrenme	3 (Ö9,Ö10,Ö15)
		Tasarım odaklı	2 (Ö12,Ö13)
		Yaratıcı	1 (Ö4)
		Aktif olma	1 (Ö9)
		İlginç	1 (Ö3)
	STEAM kazanımlarını ilerde kullanacakları alanlar	Meslek yaşantısında	10(Ö3,Ö4,Ö5,Ö6,Ö8,Ö10,Ö11,Ö12,Ö14,Ö15)
		Yeni bir ürün tasarlamada	7 (Ö2,Ö3,Ö8,Ö11,Ö13,Ö14,Ö15)
		Tasarım yarışmalarında	1 (Ö9)
Ev işlerinde		1 (Ö15)	
STEAM sürecine ilişkin duyguları	Mutlu	11(Ö2,Ö3,Ö5,Ö7,Ö8,Ö9,Ö10,Ö11,Ö12,Ö13,Ö14)	
	Eğlenmiş	7 (Ö1,Ö3,Ö5,Ö7,Ö10,Ö11,Ö12)	
	Öğrenmiş	4 (Ö1,Ö2,Ö9,Ö11)	
	Heyecanlı	3 (Ö1,Ö6,Ö12)	
	Empati	6 (Ö2, Ö4,Ö8,Ö10,15)	
	Özgüvenli	3 (Ö2,Ö7,Ö15)	
	Meraklı	2 (Ö1,Ö5)	
Öntestin başarısızlığının nedenlerine ilişkin görüşler	STEAM eğitimi almamış olma	7 (Ö1,Ö3,Ö6,Ö9,Ö10,Ö14,Ö15)	
	Öntest konusunun karmaşıklığı	5 (Ö4,Ö5,Ö7,Ö12,Ö14)	
	Deneyimsizlik	4 (Ö5,Ö6,Ö9,Ö11)	
	Öntest konusunun sınırlılığı	3 (Ö4,Ö11,Ö15)	
STEAM derslerindeki deneyimlerine ilişkin görüşleri	Yaşamdan olmama	3 (Ö7,Ö12,Ö14)	
	Beceri kazanma	31(Ö1,Ö2,Ö4,Ö5,Ö6,Ö7,Ö8,Ö9,Ö10,Ö11,Ö12,Ö14,Ö15)	
	Öğrenme	18(Ö3,Ö4,Ö5,Ö6,Ö7,Ö9,Ö10,Ö11,Ö12,Ö13,Ö14,Ö15)	
	Mühendisliğe karşı olumlu tutum geliştirme	2 (Ö3,Ö4)	
	STEAM'e ilişkin farkındalık	3 (Ö3,Ö8,Ö12)	
STEAM ders sürecinde zorlanılan noktalar	Fikir bulma	5 (Ö1,Ö6,Ö7,Ö8,Ö12)	
	El becerisi gerektiren durumlar	5 (Ö1,Ö4,Ö5,Ö10,Ö13)	
	Zaman kısıtlılığı	3(Ö2,Ö8,Ö15)	
	Dayanıklılığı sağlama	2(Ö3,Ö11)	
STEAM ders sürecinde yaşanan zorlukları aşma	Deneyerek sonuca ulaşma	2 (Ö4,Ö11)	
	Öğretmen yardımı	1 (Ö3)	

	durumları	Akran yardımı	1 (Ö5)
		Aile yardımı	1 (Ö1)
	STEAM ders sürecinde ilgi çekici kısım	Kendi kendine ürün geliştirme	4 (Ö1,Ö5,Ö9,Ö12)
		Çizim yapmak	4 (Ö6,Ö10,Ö12,Ö14)
		Etkinlikler (çanta, kule, köprü, su kaydıracağı)	7(Ö9,Ö10,Ö11,Ö4,Ö7,Ö13,Ö8)
		Yeni bir ürün yapmak	1(Ö15)
Tasarım Sürecine İlişkin Görüşler	Tasarıma başlarken zihinlerinden geçirdikleri süreçler	Zihinde kurgulama	5(Ö4,Ö5,Ö11,Ö12,Ö15)
		Zihne gelen fikirleri deneme	4(Ö1,Ö4,Ö6,Ö14)
		Zihinde canlandırma	3(Ö3,Ö9,Ö15)
	Tasarım sürecinde dikkat ettikleri noktalar	Düşünme	3 (Ö1,Ö12,Ö14)
		Hedef kitle	3(Ö8,Ö13,Ö14)
		Örnekler	3 (Ö10,Ö12,Ö13)
		Parçadan bütüne gitme	2 (Ö7,Ö15)
	Estetik görünüm	1(Ö8)	

STEAM temelli fen öğretim sürecine ilişkin görüşler temasına ait 9 kategori belirlenmiştir. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM derslerindeki deneyimlerine ilişkin görüşleri kategorisi altındaki kodlar incelendiğinde, öğrencilerin yaratma, planlama, atık malzemeleri değerlendirme, tasarım gibi birçok farklı beceri kazandıkları görülmektedir.

“Önce STEAM’ in ne olduğunu öğrendik ondan sonra STEAM ile ilgili proje yaptık işte STEAM’ in açılımını, nasıl yapıldığını öğrendik yani her etkinlikte aslında STEAM var ama ne olduğunu bilmiyorduk ama öğrendik.” (Ö1, E, 10). “Ben mesela daha önce hiç içinde elektronik olan bir şeyi, mühendislikle ilgili şeyleri yapabileceğimi düşünmemiştim.” (Ö14, K, 10).

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM derslerinde en çok zorlandıkları durumların fikir bulma ve el becerisi gerektiren durumlar olduğu görülmüştür. Zorlandıkları durumları aşmada deneyerek sonuca ulaştıklarını, akranlarından, öğretmenlerinden ve ailelerinden yardım aldıklarını belirtmişlerdir.

“Fikir bulmakta biraz, birazda kartonu keserken birleşme yerleri açılıyordu onları yaparken zorlandım.” (Ö6, K, 10). “Aslında sonunda bir ürün üretmede problem bulmakta zorlandım aklıma fikirler geliyor ama çok ileri teknoloji gerekiyordu...” (Ö7, E, 10).

Deney grubu öğrencilerinin ders süresince en çok ilgilerini çeken kısımlar kendi kendine ürün geliştirmek ve çizim yapmak olmuştur. Bu kategoriye ait diğer kod ise süreç boyunca yapılan etkinlikler olmuştur. Bulgulara ilişkin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler şu şekildedir:

“Çünkü onları sınıfta yaptık ama STEAM projesinde ben evde yaptım kendim araştırdım kendim buldum.” (Ö1, E, 10), “Ben sanatı çok seviyorum bu yüzden çanta yapmamız çok ilgimi çekmişti. ” (Ö11, K, 10).

Tasarım sürecine ilişkin görüşler temasına ait iki kategori belirlenmiştir. Bu kategoriler; öğrencilerin tasarıma başlarken zihinlerinden geçirdikleri süreçler ve tasarım sürecinde dikkat ettikleri noktalar şeklindedir. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler tasarımlarına başlarken en çok, tasarımlarını zihinde kurguladıklarına yönelik görüş bildirmişlerdir. Tasarımlarına başlarken zihinlerine gelen fikirleri deneyerek ilerledikleri, zihinde canlandırma yaptıkları ve süreci düşündükleri görülmektedir.

“Aklımdan bir şey düşünüyordum öncelikle o ilk düşündüğüm genellikle olmuyordu. Ondan sonrakinde ikincide üçüncüde oluyordu genellikle.” (Ö1), “İlk başta zihnimde canlandırdım sonra onları kâğıda çizdim ondan sonra da gerçek hayata geçirmeye çalıştım.”(Ö9)

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin tasarım sürecinde en çok dikkat ettikleri noktalar ise tasarımın hedef kitlesi, tasarıma ilişkin örneklerdir. Ayrıca tasarım sürecinde parçadan bütüne giderek ilerlemeyi ve tasarımın estetik bir görünüme sahip olmasını önemsediklerini belirtmişlerdir. Bulgulara ilişkin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler şu şekildedir:

“Başta en basit yerini nasıl diyeyim normal bir şey yapıyorum sonra üstüne bunu buna ekleyim daha güzel olur bu buraya daha güzel olur...” (Ö7, E, 10), “Yani nasıl dışarıdan daha güzel görünür diye düşünüyordum.” (Ö8, E, 10)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmada STEAM temelli fen öğretim süreci sonunda, STEAM performansları bakımından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kolsuz (2018) tarafından yapılan deneysel bir araştırmada STEAM uygulamalarının ilkökul üçüncü sınıf öğrencilerinin fene yönelik tutumlarını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeninin, STEAM uygulamalarında öğrencilerin küçük tasarımlar yaparak ortaya bir ürün çıkarması olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada da benzer şekilde, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin 13 haftalık bir süreç boyunca tasarım temelli STEAM ürünleri geliştirmelerinin, onların STEAM performanslarındaki artışı sağladığı düşünülmektedir.

BİLSEM fen bilimleri öğretim programı uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin STEAM performanslarına yönelik ortalamalarında ön testten son teste düşüş görülmüştür. Bu noktada, uygulanan programın üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere STEAM becerileri kazandırmada yetersiz olduğu söylenebilir. Deney grubu öğrencileri her hafta konuya ilişkin ürün tasarlayıp yaparak ve ürünlerini sunarak haftalar geçtikçe ürün geliştirmede daha iyi duruma gelirken, kontrol grubu öğrencileri ile yürütülen fen bilimleri dersleri, genelde öğretmenin yaptığı deneyler, eğitsel oyunlar ve konuya ilişkin model, poster vb. tasarlama şeklinde yürütülmüştür. Deney grubu öğrencileri ile gerçekleştirilen STEAM temelli fen öğretiminin, öğrencilerin ürün geliştirmeye yönelik motivasyonlarını arttırdığı, ilgiyle ve mutlulukla süreçte yer aldıkları yapılan görüşmeler ve gözlemlerle doğrulanmaktadır. Davis (2006)' e göre üretken öğrencilerin motivasyonları yüksektir. Kontrol grubu öğrencilerinin bu bakımından yetersiz kaldığı ve uygulanan programın öğrencilerin motivasyonlarını arttırmadığı biçiminde yorumlanabilir. Benzer olarak kontrol grubu öğrencilerinin deney grubu öğrencileri kadar güdülenememiş oldukları söylenebilir. Kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde tasarımlarını kağıt üzerinde bıraktıkları ve bir ürün geliştirmedikleri görülmüştür. Dolayısıyla ürün geliştirme ile ilgili performans ölçütlerinden düşük puanlar almışlardır. Bu durum öğrencilerin süreç boyunca yeterince güdülenememelerinden, süreçte yapılanlara ilgi duymamalarından ve eğlenerek öğrenmemelerinden

kaynaklanmış olabilir. Deney ve kontrol gruplarının öntest puanları birbirine çok yakınken, son testlerde gruplar arasında önemli bir fark oluşması, STEAM temelli fen öğretimi uygulamalarının deney grubu öğrencilerinin STEAM performansları üzerinde oldukça etkili olduğu biçiminde yorumlanabilir.

STEAM temelli fen öğretimi gerçekleştirilen üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler, günlük yaşamlarında kullandığı araç gereçlerin STEAM'ın hangi disiplinleri ile nasıl bir ilişkisi olduğunu fark edebilmekte, günlük yaşamlarında ve ileride meslek hayatlarında bunun kendileri için bir kazanç sağlayacağını düşünmektedirler. Öğrenciler bazen kendilerini mühendis gibi, bazen bir bilim insanı gibi hissettiklerini ve kendilerini önemli işler başaran bir kimse gibi gördüklerini belirtirken; bu hislerin onların üretkenliklerini ve motivasyonlarını arttırdığı gözlenmiştir. Böylelikle olumlu duygular üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin öğrenmelerini ve performanslarını desteklemiştir. Gagne (2004)'e göre, motivasyon üstün zekâlı ve yeteneklilerde bir yeteneğin ortaya çıkmasında, kapsamlı öğrenmelerinde ve öğrendiklerini uygulamaya geçirmelerinde yardımcıdır ve gelişimlerinin bir parçasıdır.

STEAM kavramını STEM'den ayıran tek özellik sanat disiplini içermesidir. Sanatın temelinde yaratıcılık ve özgünlük yer almaktadır. Bu araştırmada da gerek nicel gerekse nitel bulgular ve yapılan gözlemler STEAM temelli fen öğretiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Yapılan görüşmelerde öğrenciler haftalar geçtikçe daha yaratıcı ürünler oluşturabildiklerini belirtmişlerdir. Birinci ve ikinci haftaya ilişkin gözlemlerde deney grubu öğrencilerinin çoğunun birbirine benzer tasarımlar yaptığı ancak üçüncü ve özellikle dördüncü haftadan itibaren tasarımların birbirinden farklılaştığı, öğrencilerin özgün tasarımlar yapmaya özen gösterdiği gözlenmiştir. Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde sürecin sonunda özgün birer STEAM ürün oluşturmaları istendiğinde, konu sınırı olmadığından yaratıcılıklarını daha iyi ortaya koyabileceklerini düşündüklerini belirtmişlerdir.

STEAM temelli fen öğretim süreci boyunca üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin birçoğunun yaratıcı düşünmenin akıcılık ve ayrıntılandırma alt boyutlarına ilişkin olarak çok sayıda fikir üretmede ve fikirlerini geliştirmede zorlandıkları görülmüştür. Bunun yanı sıra büyük bir çoğunluğunun çok sayıda fikir üretme, fikirlerini içinde buldukları duruma göre şekillendirip geliştirme gibi deneyimler yaşadıkları görülmüştür. Bu deneyimler, yaratıcı düşünme becerisinin akıcılık, dönüştürme ve değerlendirme alt boyutlarına ilişkin becerilerdir (Davis ve Rimm, 1998). Bu noktada üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM temelli fen öğretimi sürecinde çok sayıda akıcı bir şekilde fikir ürettikleri, bir nesne ya da fikri başka bir fikir için yaratıcı bir şekilde dönüştürdükleri ve fikirlerinin uygunluğunu ya da yararlılığını değerlendirebildikleri söylenebilir.

Ailelerin destekleyici yaklaşımı, çocuklarına rehberlik etmesi ve okul etkinliklerine katılımı ile öğrenciler potansiyellerini kullanmada ve geliştirmede daha başarılı olmaktadır (Afat, 2013). Kontrol grubu ile deney grubunun STEAM performansları arasındaki farklılığın nedenlerinden birinin de, deney grubu öğrencileri ile STEAM temelli fen öğretimi çerçevesinde gerçekleştirilen uygulamaların velilerin de desteğiyle yürütülmüş

olması olabileceği düşünülmektedir. Gerçekleştirilen uygulamalardan ailelerin haberdar edilmesi, onların çocuklarının ilgi ve yeteneklerini daha iyi yönlendirmelerine neden olmuştur. Araştırma süreci boyunca gerçekleştirilen öğretmen veli işbirliğinin araştırma sonucunda elde edilen olumlu sonuçlara katkı sağladığı düşünülmektedir.

STEAM temelli fen öğretim süreci sonunda, tasarım temelli düşünme performansları bakımından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler STEAM ürünü geliştirme sürecinde, tasarım temelli düşünme basamaklarını kullanarak, ayrıntılar üzerinde detaylı düşünebilme ve farklı görüş açılarından bakabilme becerisi kazanmışlardır. Bu beceri, analitik düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerinin alt boyutu niteliğindedir. Silverman (2010), üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin analitik düşünme becerisine sahip olduklarını belirtmiştir. STEAM temelli fen öğretim sürecinin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere analitik düşünme ve yaratıcı düşünme becerisi kazanma olanağı sağladığı söylenebilir. Benzer olarak, Hsiao vd. (2017), tasarım temelli düşünme modeli uygulanan deney grubu öğrencilerinin tasarım yeteneklerinin daha çok geliştiği, ürünlerinin ihtiyaca yönelik olduğu, ayrıca tasarım temelli düşünmenin öğrencilerin pratikliğini ve düşünme biçimlerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. English ve King (2019)'in yapmış olduğu araştırmanın sonuçlarına göre ise, tasarlama görevinin verilmesi ile öğrenciler, problemleri hakkında farkındalık kazanmış, temel mühendislik ilkelerini öğrenmiş, daha önce öğrenmiş oldukları fen ve matematik bilgisini uygulama olanağı bulmuşlardır.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin ürün geliştirme aşamasında tasarımlarına başlarken öncelikle süreci zihinlerinde kurguladıkları, tasarımla ilgili fikirlerini deneyerek ilerledikleri ve ürünün bitmiş halini zihinlerinde canlandırdıkları sonucuna ulaşılmıştır. Daniels- McGhee ve Davis (1994) zihinde canlandırma yeteneğini, fikirler ve yansımaları zihinsel olarak harekete geçirme ve gidişatı akıl gözü ile görme olarak tanımlamaktadır. Bu araştırma kapsamında süreci zihinde kurgulama ve ürünü zihninde canlandırma, tasarım temelli düşünme becerisinin planla ve hayal et basamaklarına; deneme yanılma yolu ile ürün geliştirme, yap ve geliştir basamaklarına ilişkin becerileri kapsamaktadır. Böylelikle deney grubu öğrencilerinin, tasarım temelli düşünme sürecinin hayal et, planla, yap ve geliştir basamaklarına ilişkin süreçler yaşadıkları ve performanslar sergiledikleri söylenebilir. Deney grubu öğrencileri, ürün geliştirirken parçadan bütüne gitme, tasarımlarının hedef kitesini dikkate alma ve örnek tasarımları dikkate alma gibi stratejiler izlemişlerdir. Ürünlerini zihinlerinde parçalara ayırarak önce ürünün bileşenlerini geliştirmiş, ardından parçaları zihinlerindeki kurguya göre, bazen süreçte gelişen yeni oluşumları da ekleyerek birleştirmişlerdir. Öğrencilerin bu deneyimleri hem yaratıcı düşünmenin analiz alt boyutuyla hem de tasarım temelli düşünme becerisiyle ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte tasarım temelli düşünme basamaklarının planla, yap ve geliştir alt boyutlarına ait performansları gerçekleştirmiş oldukları da söylenebilir. Henriksen (2017), STEAM öğretiminin, tasarım temelli düşünme potansiyelini arttırdığını belirtirken benzer olarak Cunningham, Lachapelle & Davis (2018), tasarım sürecinin

öğrencilere, fikirlerini eyleme geçirme, öğrendiklerini uygulama, test etme ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak için olanaklar sunduğunu ileri sürmektedir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kişilik özelliklerinden biri yüksek motivasyona sahip olmalarıdır (Akarsu, 2001; Davaslıgil, 2004). Leonard ve Derry (2011), tasarım temelli fen öğretiminin, öğrencilerin fen konularını öğrenmeleri için etkili bir yöntem olduğunu söylemektedir. Gerçekleştirilen bu tür tasarım temelli etkinlikler öğrencilerin fen öğrenimine yönelik motivasyonunu arttırmaktadır (Kolodner vd., 2003; Crismond ve Adams, 2012). Araştırmada STEAM temelli fen öğretimi çerçevesinde gerçekleştirilen tasarımsal etkinlikler, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin fen bilimleri dersine katılmaya ve fen öğrenmeye karşı isteklerinin yanı sıra motivasyonlarını arttırmıştır.

STEAM temelli fen öğretim sürecinde öğrencilerin en çok zorlandığı durumlar, el becerisi gerektiren noktalar ve zaman kısıtlılığı olmuştur. Bu sınırlılıklar karşısında çoğu deneme yanılma yoluna başvurmuş, bazıları ise arkadaşlarından, öğretmeninden ya da aile bireylerinden yardım almıştır. Bu durum, üstün zekâlı ve yetenekli çocukların eş zamanlı olmayan gelişim özelliklerinden dolayı zihinsel gelişimleri yaşitlarının üstünde olmasına karşın fiziksel gelişimleri ve motor becerileri için aynı durumun geçerli olmayabilmesi (National Association for Gifted Children (NAGC), 2016) ile açıklanabilir. Uygulama sırasında gözlenen güçlüklerden biri de üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin mükemmeliyetçi yaklaşımlarının dezavantajları olmuştur. Davis (2013), üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin birçoğunun, yaptıkları projelerin ya da aktivitelerin mükemmel olması gerektiğini düşündüğünden, yaptıklarından tatmin olmayarak motivasyon düşüklüğü ve moral bozukluğu yaşayabildiklerini belirtmektedir. Bunun yanı sıra, uygulamalar sürecinde öğrencilerin grup çalışmasında zorluklar yaşadıkları ve bireysel çalışmayı istedikleri görülmüştür. Şenol (2011)'a göre üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin belirgin kişilik özelliklerinden olan bağımsız olma isteğine sahip olan öğrenciler takım çalışması içerisinde bulunmaları gereken durumlarda zorlanmaktadır.

Araştırmada elde edilen nitel bulgulardan hareketle tasarım temelli düşünme sürecinin, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin mühendisliğe karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağladığı ileri sürülebilir. Deney grubu öğrencilerinden bazıları, STEAM temelli fen öğretimi çerçevesinde gerçekleştirilen tasarımsal uygulamaların öncesinde mühendislik mesleğine karşı mesafeliyken, uygulamalarla birlikte mühendislik mesleğini sevebildiklerini ve ileride bu mesleği yapabileceklerini belirtmişlerdir. Gülhan ve Şahin (2016)'in yapmış olduğu STEM eğitimi ile ilgili araştırmada öğrencilerin STEM alt boyutlarından en çok mühendislik alt boyutuna ilişkin tutumlarının geliştiğini belirtmişlerdir.

STEAM temelli fen öğretim süreci sonunda, STEAM tutumları bakımından deney grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Birçok psikolojik değişken gibi tutum da doğrudan gözlenemez ancak bireylerin gözlenebilen davranışlarından çıkarım yapılarak bireylere atfedilebilir yani davranışsal belirtilere dayanılarak saptanabilir (Arkonaç, 2008; Baysal, 1981). Tutumun yapısıyla ilgili kuramlar,

tutumların sosyal açıdan anlamlı nesnelere ilişkin oldukça uzun süreli ve genel değerlendirmeler olduğu konusunda çoğunlukla hemfikirdirler, diğer bir ifadeyle tutumlar yeni bir gerçek karşısında kolayca değişmez, zamana direnç gösterirler (Baysal, 1981). Bu görüşten hareketle, bu araştırmada istatistiksel anlamda tutum değişiminin anlamlı olmaması, öğrencilerde STEAM'e yönelik olumlu tutumun olmadığı anlamına gelmediği, STEAM temelli fen öğretim sürecinin STEAM'e yönelik olumlu tutum geliştirebilmek açısından yeterli bir süre olmadığı biçiminde yorumlanabilir. Deney grubu öğrencilerinin STEAM'e ve STEAM disiplinlerine ilişkin olumlu tutum sergiledikleri süreç boyunca gözlenmiş, bu olumlu tutum son testlerde performanslarına yansımış olup gerçekleştirilen görüşmelerde de bu gözlemi destekler nitelikte veri toplanmıştır. Bu noktada tutum ile ilgili elde edilen nicel bulgular ile nitel bulgular zıtlık göstermektedir. Bu sonuç tartışıldığında; uygulanan tutum testinin madde sayısının fazla olmasının, öğrencilerin sıkılmasına ve dikkatlerinin dağılmasına neden olduğu düşünülmektedir. (Tucker ve Hafenstein, 1997; Davis ve Rimm, 1998; Akarsu, 2001) üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin, ilgilerini çeken konulara uzun süreli odaklanabildikleri, yoğunlaşabildiklerini, buna karşın Chitnam (1994), ise, sözlü olarak akıcı olan bu çocukların yazma ve uzun süre okuma gerektiren süreçleri tatsız bulduklarını, ileri sürmektedir. Bu görüşlerden hareketle, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin tutum testini sıkıcı, sıradan olarak algılama olasılıklarına bağlı olarak dikkat problemi yaşamış olma ve testi doldurma işini önemsememe gibi süreçler yaşamalarına neden olabileceği izlenimi oluşmuştur. Bu doğrultuda istatistiksel anlamda bir tutum değişiminin ölçülemediği olması, istenilen tutumun var olmadığı anlamına gelmediği ancak STEAM temelli fen öğretim sürecinin STEAM'e ilişkin olumlu tutum geliştirebilmek açısından yeterli bir süre olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki önerilerde bulunulabilir;

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler ile gerçekleştirilen STEAM temelli fen öğretiminin başlangıcında yapılan görüşmelerde, öğrencilerin tamamına yakınının STEM ya da STEAM kavramlarını daha önce hiç duymadığı, çok az sayıda öğrencinin ise bu kavramları duymuş ancak ne olduğunu bilmedikleri görülmüştür. Bu sonuçtan ve bu araştırmada gerçekleştirilen STEAM öğretiminin olumlu sonuçlarından hareketle, STEAM eğitiminin ortaokul fen bilimleri programına entegre edilmesi, öğrencilerin bu eğitime dayalı programlara tabi tutulması önerilebilir.

STEAM temelli fen öğretiminin kazandırmış olduğu 21.yy becerilerinden üst düzey düşünme becerilerinin (analitik düşünme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme vb.) yanında, bu araştırmada ele alınan tasarım temelli düşünme becerisi bakımından düşünüldüğünde, ortaokul fen bilimleri öğretim programı STEAM temelli oluşturulabilir.

STEAM temelli fen bilimleri derslerinde, öğrencilerin bireysel ürün oluşturmaları için gerekli bazı malzemelerin sınıfta yetersiz olduğu dikkat çekmiştir. STEAM temelli fen bilimleri dersleri verilen sınıflarda çeşitli ve çok

sayıda malzeme bulunması, öğrencilerin yaratıcı ve özgün ürünler ortaya koymaları için önemlidir. Bu doğrultuda BİLSEM fen bilimleri sınıflarında daha çeşitli ve çok sayıda malzeme bulundurulabilir.

STEAM temelli fen bilimleri ders süreci boyunca; velilerin ders sürecinden ve etkinliklerden haftalık olarak haberdar edilmesinin, öğrencilerin sürece ilişkin farkındalıklarını, ilgi, eğilim ve yeteneklerini arttırdığı görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle, veli- öğretmen işbirliğine daha çok önem verilebilir.

Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin, ürün oluşturma sürecinde günlük hayatla ilişkilendirme yapıldığında, çok daha hızlı ve problemlerine yönelik ürünler oluşturdukları, ürünlerini daha çok anlamlandırdıkları ve benimsedikleri gözlenmiştir. Bu sonuçtan hareketle fen bilimleri derslerinin günlük hayatla iç içe olarak işlenmesi, etkinliklerin bu şekilde planlanması önerilebilir.

Uygulamanın gerçekleştiği STEM okulu ünvanına sahip BİLSEM' de, gerçekleştirilen STEM etkinliklerin çok sınırlı olduğu, konu alanlarının genellikle robotik ve kodlama alanında yoğunlaştığı ve büyük olasılıkla bu nedenden dolayı, öğrencilerin de sürecin başlangıcında ürün oluşturma sürecinin yalnızca kodlama vb. yaparak olabileceği görüşünde oldukları gözlenmiştir. Bu doğrultuda STEAM ya da STEM kavramlarının aslında robotik ve kodlama alanından ayrı olduğu, günlük hayatla ilişkili, üst düzey teknoloji gerektirmeyen tasarım prototipleri oluşturulabileceği, bu araştırmada yapılan STEAM öğretimi gibi uygulamalarla öğrenme- öğretme süreci oluşturulabilir.

Gerçekleştirilen STEAM temelli fen öğretimi süresinin STEAM' e ilişkin olumlu tutum ölçmede yetersiz bir süre olduğu kanısına varılmıştır. Bu kanıdan hareketle STEAM' e ilişkin olumlu tutum geliştirmeyi hedefleyen uzun süreli uygulamalı araştırmalar yapılabilir.

Gerçekleştirilen STEAM temelli fen öğretimi süresince, üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin haftalar geçtikçe yapabilecekleri ürünlerin sınırlarının genişlediği ve potansiyellerinin arttığı görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle daha uzun süreli uygulamalı araştırmalar yapılabilir.

ETİK METNİ

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

KAYNAKLAR

Abedi, J., Baker, E L. ve Herl, H. (1995). *Comparing reliability indices obtained by different approaches for performance assessments*. University of California, CSE Technical Report, 401.

Afat, N. (2013). Çocuklarda üstün zekânın yordayıcı olarak ebeveyn tutumları. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 155.

- Akarsu, F. (2001). *Yetişemediğimiz çocuklar: Üstün yetenekli çocuklar ve sorunları*. Eduser Yayınları.
- Bozkurt Altan, E. (2017). Disipliner yapıdaki derslerde STEM eğitimi: Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.), *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM-STEM) eğitimi* içinde (s.165-197). Pegem Akademi Yayınları.
- Arkonaç, S. (2008). *Sosyal psikolojide insanları anlamak: Deneysel ve eleştirel yaklaşımlar*. Nobel Yayınevi.
- Ayvacı, H. Ş. ve Ayaydın, A. (2017). Bilim teknoloji mühendislik sanat ve matematik (STEAM). (Ed. Çepni, S.) *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*, (s. 115-130), Pegem Akademi.
- Batı, ve diğ. (2017). Fen eğitiminde bilgi işlemsel düşünme ve bütünlleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM). *PAU Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 91-103.
- Baysal A.C. (1981). Sosyal ve Örgütsel Psikolojide Tutumlar. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları.
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, 6(4), 284.
- Chitnam, C. (1994). "Handwriting and the Gifted Student"
https://www.hkage.org.hk/file/parent_article/480/PTE006_HandwritingandtheGiftedStudent_en.pdf
- Creswell, J. W. ve Sözbilir, M. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş*. Pegem Akademi.
- Crismond, D. P. ve Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738-797.
- Cunningham, C. M., Lachapelle, C. P., & Davis, M. E. (2018). Engineering concepts, practices, and trajectories for early childhood education. *Early engineering learning* içinde (pp. 135-174). NY: Springer.
- Çavaş P. ve Çavaş B. (2018). STEM eğitiminde mühendislik uygulamaları. İçinde D. Akgündüz (Eds). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi* içinde (113-131). Anı Yayıncılık
- Çepni S. ve Ormancı Ü. (2018). Geleceğin Dünyası. İçinde S. Çepni (Eds). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* (1-37). Ankara: Pegem Akademi
- Çopurlar, K.C. ve Öztürk, K.Y. (2015). Giotto Hareketi 2. Ulusal Kongresi Tasarım Odaklı Düşünme Çalıştayı İzlenimleri. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 19(1).
- Daniels-McGhee, S. U. S. A. N. ve Davis, G. A. (1994). The imagery-creativity connection. *The Journal of Creative Behavior*, 28(3), 151-176.
- Davis, G. A. ve Rimm, S. B. (1998). *Education of the gifted*. Mc Graw-Hill Book Company.
- Davis, G.A. (2006). *Gifted children and gifted education: A practical guide for teacher and parents*. AZ: Great Potential Press, Inc.
- Dede, Y. ve Yaman, S. (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(1), 19-37.
- Demir, E., Saatçioğlu, Ö. ve İmrol, F. (2016). Uluslararası dergilerde yayımlanan eğitim araştırmalarının normallik varsayımları açısından incelenmesi. *Current Research in Education*, 2(3), 130-148.
- English, L. D. ve King, D. (2019). STEM integration in sixth grade: Designing and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(5), 863-884.

- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ercan, S. ve Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 128-164.
- Gülhan F. ve Şahin F. (2018). STEAM (STEM+Sanat) etkinliklerinin 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 15(3).
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with design thinking: Beyond STEM and arts integration, *The STEAM Journal*, 3 (1), DOI: 10.5642/steam.20170301.11
- Hsiao, H. S., Yu, K. C, Chang, Y. S., Chien, Y. H., Lin, K. Y., Lin, C, Y. ...ve Lin, Y. W. (2017). The Study on Integrating the Design Thinking Model and STEM Activity Unit for Senior High School Living Technology Course: In 2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF) (p.383-390). IEEE.
- Jonassen, D.H. (1992). Evaluating constructivist learning. In T. M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.) *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*, 137-148. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Karakuş, F. (2016). Öğrenme- öğretme yaklaşımları. İçinde T. Yanpar Yelken (Ed.) *Öğretim İlke ve Yöntemleri (135-184)*. Anı Yayıncılık.
- Karışan, D. ve Yurdakul, Y. (2017) Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37-52.
- Kolodner, J. L., Camp, P., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J. ve diğ. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: putting learning by design(tm) Into Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Koo, T. K. ve Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15, 155-163
- Kolsuz, S., (2018). *Sosyo-bilimsel konuların işlenmesinde STEAM uygulamaları*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Leonard, M. J. ve Derry, S. J. (2011). "What's the Science Behind It?" The Interaction of Engineering and Science Goals, Knowledge, and Practices in a Design-Based Science Activity. *WCER Working Paper No. 2011-5*.
- Mercan Höbek, K., (2014). *Ortaokul 6.7.8. sınıf fen ve teknoloji öğretim programında mühendislik dizayn yönteminin uygulanabileceği konuların analizi: Alternatif enerji kaynakları öğretim materyalleri hazırlama*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Miles, M, B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.

- NAGC (2016) Asynchronous development. <http://www.nagc.org/resourcespublications/resources/social-emotional-issues/asynchronous-development>
- Nying, E. (2004). A Comparative Study of Interrater Reliability Coefficients Obtained from Different Statistical Procedures Using Monte Carlo Simulation Techniques. Western Michigan University, <https://Scholarworks.vnich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2269&context=dissertations>
- Özkan, G. ve Umdü Topsakal, U. (2017). Examining students' opinions about STEAM activities. *Journal of Education and Training Studies*, 5(9), 116-123.
- Özyurt, ve ark. (2018). İlkokul öğrencilerinin stem'e ilişkin tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Turkish Studies*, 13(4), 65-82.
- Silverman, L.K. (2010). Resource for parents of gifted children. <http://www.childdevelopmentinfo.com/learning/gifted_children.shtml>.
- Song, S. ve Agogino, A. M. (2004). An analysis of designers' sketching activities in new product design teams, Pro. 2004 ASME Design Theory and Methodology Conf. American Society of Mechanical Engineers, Salt Lake City.
- Spitzer, D. (1996). Motivation: a neglected factor in instructional design. *Italian Journal of Educational Technology*, 4(3), 38-38.
- Şenol, C. (2011). *Üstün yetenekliler eğitim programlarına ilişkin öğretmen görüşleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. ve Ullman, J. B. (2007). Using multivariate statistics (Vol. 5). Boston, MA: Pearson.
- Tucker, B. ve Hafenstein, N. (1997). Psychological intensities in young gifted children. *Gifted Child Quarterly*, 41(3), 66-75.
- Tversky, B. ve Suwa, M. (2009). Thinking with sketches. In A.B. Markman & K.L. Wood (Eds.), *Tools for innovation: The science behind the practical methods that drive new ideas* (p.75-84). Oxford University Press.
- Yıldırım A. ve Şimşek, H. (2016), *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. Baskı). Seçkin Yayıncılık.