



(ISSN: 2602-4047)

Güder, O., Demir, M. & Özden, M. (2022). The effect of stem education on science process skills of students in turkey: A meta-analysis study, *International Journal of Eurasian Education and Culture*, 7(17), 1104-1142.

DOI: <http://dx.doi.org/10.35826/ijoecc.575>

Article Type (Makale Türü): Research Article

---

## THE EFFECT OF STEM EDUCATION ON SCIENCE PROCESS SKILLS OF STUDENTS IN TURKEY: A META-ANALYSIS STUDY

**Orhan GÜDER**

Teacher, Kutahya Orgeneral Asim Gündüz Primary School, Turkey, [orhanguder43@gmail.com](mailto:orhanguder43@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-8005-0590

**Metin DEMİR**

Assoc. Prof, Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, Turkey,

[metindmr@gmail.com](mailto:metindmr@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-9223-7811

**Muhammet ÖZDEN**

Assoc. Prof, Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, Turkey,

[muhammetozdemir@gmail.com](mailto:muhammetozdemir@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-4325-0803

Received: 10.03.2022

Accepted: 18.05.2022

Published: 15.06.2022

### ABSTRACT

It is of utmost importance to take an active role in today's technological era and raise individuals with 21st century skills, have higher skills in terms of problem solving, critical thinking, decision making and are responsible. The present study is aimed to investigate the effect of STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) education on science process skills through meta-analysis. In this context, articles, master's theses and doctoral dissertations in Turkey were examined. Certain criteria were adopted to determine the eligible studies for the meta-analysis. The studies that were conducted in Turkey, examined the effectiveness of STEM on scientific process skills and reported sufficient statistical data such as means, standard deviations and sample size values for the calculation of effect sizes were included in the meta-analysis. 43 studies that met these inclusion criteria were analysed in the meta-analysis. The mean effect size was calculated under the random-effects model. It was revealed that STEM education has a positive and medium effect on scientific process skills with an estimated effect size of 0.597. Moderator analyses showed that publication type, sample group and sample size did not moderate the effectiveness of STEM education on scientific process skills. As a result, it was found the effect of STEM education on science process skills did not vary based on publication type, sample group, and sample size in this meta-analysis study. Apart from the effect of STEM education on scientific process skills, the effects of academic achievement, laboratory activities, grade level and different courses on scientific process skills can also be examined. Process-based observation and investigation can be carried out regarding the level of the impact of scientific process skills in daily life.

**Keywords:** Meta-analysis, STEM education, Science process skills

## INTRODUCTION

With the continuous development of the world, advances in science and technology directly affect education and make it necessary to plan education according to these developments in the world. In this direction; Planning in the fields of science, technology, engineering and mathematics is one of the important steps to be taken in order to keep up with the changing world. This step; in education, it emerges as STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) education.

STEM education is an approach that activates the senses and addresses real-world problems (Bagiati & Evangelou, 2015) and adapts what is learned to new situations (Tseng, Chang, Lou & Chen, 2013). According to another definition, it is a multidisciplinary learning-teaching strategy in which at least one STEM field is at the core and integrated with the knowledge, skills, and experiences of the students, and students' characteristics regarding inquiry, research and production are activated during the learning process (Çorlu, 2014). The most crucial goal of STEM education is to accomplish integrated STEM education (Guzey, Harwell, Moreno, Peralta & Moore, 2017). It is aimed for students to produce a product using science, mathematics, technology that is indispensable in our life (Demir, Güder & Akgün) , and engineering knowledge and skills (Bybee, 2010) through integrated STEM education (Çorlu & Çallı, 2017; Ministry of National Education [MEB, 2018]; F.Şimşek, 2019). Thus, students are expected to exhibit higher-order behaviors such as demonstrating their abilities by making their own decisions, and synthesizing knowledge by using their mental skills (Beers, 2013).

There are many studies in the literature showing that with STEM education students can develop higher-order thinking skills, such as analyzing a problem situation or creating syntheses based on a problem situation, problem solving skills using science and mathematics knowledge, productive (creative) thinking, analytical and critical thinking, scientific process, 21<sup>st</sup> century, cooperation and communication skills, and they can easily solve real-life problems (see Bozan & Anagün, 2019; Brophy, Klein, Portsmouth & Rogers, 2008; Cotabish, Dailey, Robinson & Hughes, 2013; English & King, 2015 ; Toma & Greca, 2018; Özkul & Özden, 2020; Robinson, Dailey, Hughes & Cotabish; 2014; Pekbay, 2017; Sarıcan, 2017; Strong, 2013; Yamak, Bulut & Dündar, 2014). For example, Özkul & Özden's (2020) study with secondary school students found that with engineering-focused integrated STEM activities students have acquired many skills including multidimensional thinking, cooperation, communication, creative and scientific thinking, using 21st century skills and scientific process skills. In another study, Bozan & Anagün (2019) revealed that STEM education improved the problem-solving, analytical thinking, engineering thinking, teamwork, and collaboration skills of elementary students. Similarly, Pekbay (2017) found that seventh-grade students in secondary school developed daily life-based problem-solving skills with STEM activities.

Studies on STEM education have also indicated that STEM practices improve students' awareness, interests, attitudes and career awareness towards STEM disciplines positively (Bagiati, Yoon, Evangelou & Ngambeki, 2010; DeJarnette, 2012; Gülhan & Şahin, 2016; Özkul, 2021; Özkul & Özden, 2020; Wieselmann, Roehrig & Kim, 2020). For example, Toma & Greca (2018) reported that integrated STEM activities improved elementary

students' attitudes towards science. In another study, Keçeci, Alan & Kirbağ (2017) found that STEM activities improved fifth grade students' attitudes towards STEM disciplines.

As can be seen, STEM education supports students' cognitive and affective development. One of the cognitive areas where STEM education is effective is science process skills (Özkul, 2021). Science process skills are defined as fundamental skills, especially in science, mathematics, and engineering, that make learning easy, provide an inquisitive and questioning learning environment, ensure retention in learning, and develop self-learning and a sense of responsibility (YÖK-Dünya Bankası, 1997). Science process skills are those that scientists use to acquire knowledge during their research (Azizoğlu & Dönmez, 2010), while students shape their behaviours by thinking like scientists (Raj & Devi, 2014). With scientific process skills, students can think like scientists in the face of a problem and solve problems with their ways of action (Bozdoğan, Taşdemir & Demirbaş, 2006). In addition, the skills and way of thinking acquired through scientific process skills are frequently used by students in lessons and adopted by individuals in the face of a problem in daily life (Büyüктаşkapu, 2010). Instead of the memorisation of knowledge and skills, scientific process skills ensure that individuals acquire skills such as problem solving, discovery and product development (Büyüктаşkapu, 2010) through giving the individual the ability to think scientifically (Özkan, 2015). Individuals who gain the ability to think scientifically become able to solve problems by reaching a more planned and systematic solution. As can be understood from the explanations, it is inevitable to use STEM education and scientific process skills together and this has been the subject of many studies. In addition, there is a meta-synthesis study conducted by Herdem & Ünal (2018) that evaluates the effectiveness of STEM education in scientific process skills. In their study, 38 studies published between 2010 and 2017 were examined through meta-synthesis, and STEM education was found to have a positive impact on content learning, science process skills, and career interest.

Since STEM education is suitable for today's conditions and positively affects science process skills, many studies have examined the effect of STEM education on those skills. The analysis of these results and obtaining a comprehensive conclusion will help the researchers who will conduct research on this subject. Although there are many primary studies conducted within this context, no meta-analysis has been found. For this reason, being the first meta-analysis on the subject, this study will provide the opportunity to interpret the effect of STEM education on science process skills from a wider perspective and our results will guide other researchers.

## **METHOD**

In this study, the results of theses and articles previously published in Turkey were synthesized through meta-analysis to determine how effective STEM education is in science process skills. Meta-analysis is the analysis of research results (Cohen, Manion, & Morrison, 2007). In meta-analysis, studies conducted independently on the same subject are statistically synthesized to obtain more reliable and accurate results (Hedges & Olkin, 1985; Karasu, 2009; Olkin, 1996; Sağlam & Yüksel, 2007; Tuncer & Dikmen, 2018).

### Data Collection

The data were collected between June and August in 2021 from MA theses, PhD dissertations and journal articles. Studies were identified through literature search on ULAKBIM, Higher Education Council (YÖK) National Theses Center and Google Academic. Five PhD dissertations, 32 MA theses and six journal articles were included in the study to be examined. For one thesis which was turned into a journal publication, the full text of the thesis was taken into consideration. In addition to the effect of STEM and FeTeMM on science process skills, those studies that investigated the effect of computer-assisted teaching, science and engineering applications, robotic applications, engineering design-based science education, and learning environment supported with lego were also accepted as studies in the same direction and thus included in the research. The inclusion criteria for the reviewed studies are as follows:

- The study was conducted in Turkey,
- The effect of STEM on science process skills was examined,
- Means, standard deviations, or other statistics required for effect size calculation were reported,
- Sample size values were provided.

### Coding of Studies

A coding sheet was developed to determine which studies should be included in the meta-analysis. The coding sheet included the following characteristics of the studies:



**Figure 1.** Study Characteristics in the Coding Sheet

The characteristics of the studies were coded in the coding sheet. The same studies were coded again after 10 days to ensure coding reliability. When these two codes were compared, no difference was found. The purpose of this comparison was to ensure that the data were coded without any mistake. The studies were also coded by a second coder using the coding sheet. The inter-coder reliability was calculated as 100% according to the formula  $Agreement\ Rate = \frac{\text{number of observations agreed upon}}{\text{total number of observations}}$  (Orwin & Vevea, 2009). In three of the included studies in the meta-analysis (Atik, 2019; Ünal, 2019; Ünal & Aksüt, 2021), sub-scores of scientific process skills were presented but overall means were not reported; therefore, the mean scores were calculated with CMA

software prior to the analysis and included in the meta-analysis. CMA software, which is functionally used in meta-analyses, can combine studies with different data types (Dinçer, 2014).

**Data Analysis**

First, the descriptive statistics were calculated of included studies. The descriptive statistics of the studies that investigated the effectiveness of STEM education on science process skills are presented in Table 1.

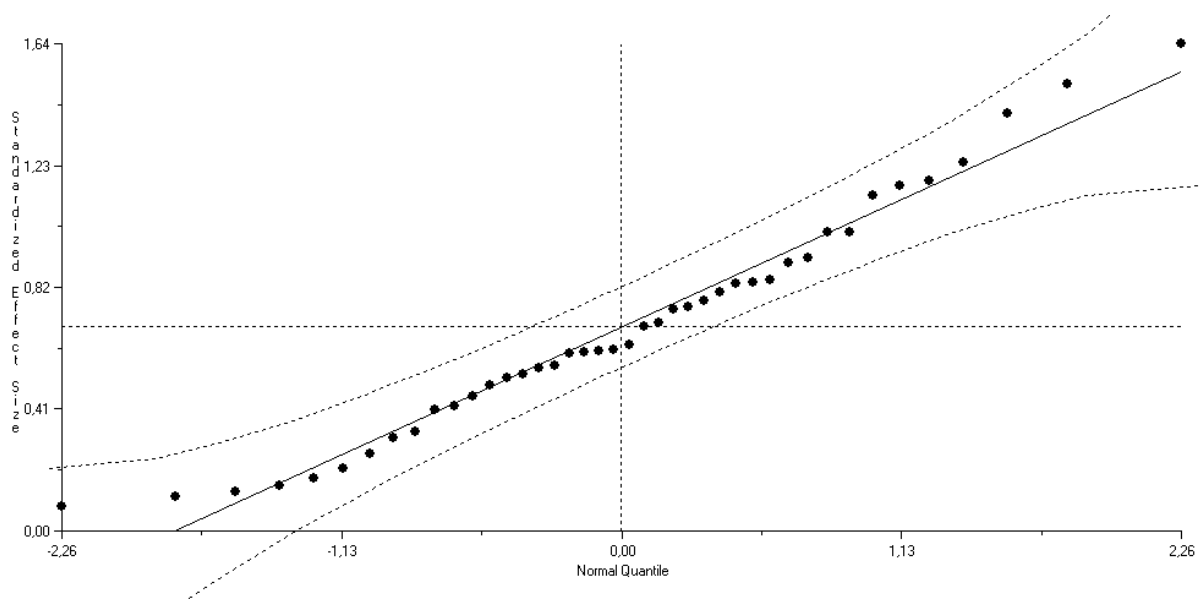
**Table 1.** Descriptive Statistics of the Studies Conducted in Turkey and Included in the Meta-Analysis

		Frequency	Percentage
<b>Publication Type</b>	PhD dissertation	5	11.63%
	MA thesis	32	74.42%
	Journal article	6	13.95%
<b>Year</b>	2008	1	2.33%
	2009	1	2.33%
	2010	1	2.33%
	2013	1	2.33%
	2014	2	4.65%
	2017	4	9.30%
	2018	4	9.30%
	2019	21	48.84%
	2020	5	11.63%
	2021	3	6.98%
<b>Sample Group</b>	Teacher	1	2.33%
	University student	7	16.28%
	Secondary school student	20	46.51%
	Primary school student	2	4.65%
	Pre-school student	13	30.23%
<b>Sample Size</b>	1 ≤ N ≤ 24	10	23.26%
	25 ≤ N ≤ 49	22	51.16%
	50 ≤ N	11	25.58%
<b>Total</b>		<b>43</b>	<b>100%</b>

According to Table 1, five (11.63%) out of 43 studies are PhD dissertations, six (13.95%) are articles, and the remaining 32 (74.42%) are MA theses. With respect to publication year, one study (2.33%) was conducted in 2008, one (2.33%) in 2009, one (2.33%) in 2010, one (2.33%) in 2013, two (4.65%) in 2014, four (9.30%) in 2017, four (9.30%) in 2018, five (11.63%) in 2020, three (6.98%) in 2021 and 21 (48.84%) in 2019. As for the sample group, the highest number of studies, 20 (46.51%), were conducted with secondary school students, 13 studies (30.23%) with pre-school students, 7 (16.28%) with university students, and one study (2.33%) with teachers. No study was found on high school students. Finally, regarding the sample size, 10 studies (23.46%) were conducted with 1 to 24 students, 11 (25.58%) were conducted with 50 or more students, and 22 (51.16%) were conducted with 25 to 49 students.

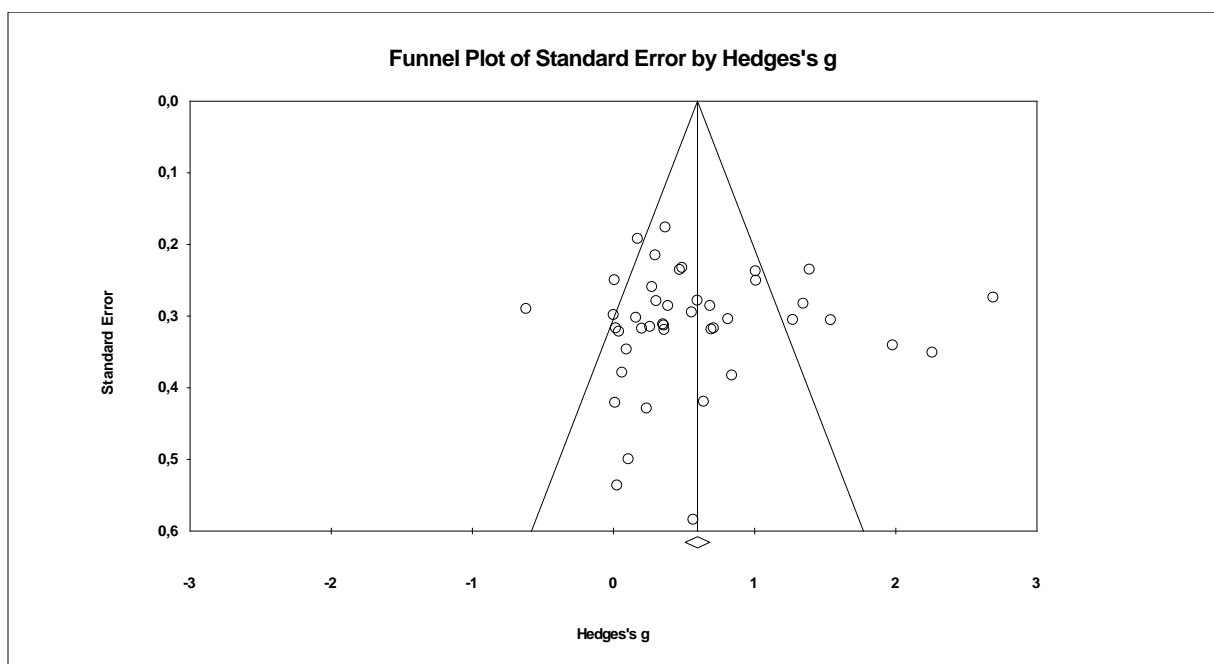
**FINDINGS**

It is necessary to examine whether the effect sizes in the studies show a normal distribution or not. Whether the effect sizes obtained in the studies are normally distributed was examined using the MetaWin program, and the graph obtained is provided in Figure 4.



**Figure 2.** The Normal Distribution of the Effect Sizes

As seen in Figure 2 that the effect sizes are located on both sides of the normal distribution line and within the confidence interval bands. The effect sizes of the included studies should be normally distributed for the calculation of the mean effect size in meta-analysis to be statistically possible (Rosenberg, Adams & Gurevitch, 2000). Accordingly, statistical analyses of the average effect sizes of the studies included in the meta-analysis were conducted to determine how effective STEM education was on science process skills. Before these analyses, it was examined whether there was publication bias in the studies. Concerning the probability of publication bias, the results of the funnel plot were examined (Figure 3).



**Figure 3.** Funnel Plot Showing the Possibility of Publication Bias in Studies

As seen in Figure 3 that the studies included in this meta-analysis are scattered in the middle, on both sides of the vertical line. This suggests the absence of publication bias but is not sufficient. In addition to the funnel plot, which reinforces that the studies do not have publication bias, Orwin's FailSafe N value, Duval & Tweedie's trim and fill method and Egger test results were also examined.

**Table 2.** Publication Bias Test Results

Number of the studies included	Classic fail-safe N for "nonsignificant" SMD	Duval & Tweedie's Trim-and-Fill Method		Egger test
		Studies trimmed	SMD observed	
43	1866	0	0.59	0.94 (two-tailed)

Table 2 shows that the Classic Fail-Safe N value for publication bias was calculated as 1866, which indicates that 1866 more studies are needed for the alpha value to be .05. In other words, for publication bias to appear in the study, 1866 studies are required. This shows that the study is reliable. As a result of Duval & Tweedie's trim and fill method, it was concluded that there was no need to add any study to the meta-analysis, and it can be concluded that there is not a publication bias (0.59) (Dinçer, 2014). The result of Egger regression test (Egger, Smith, Schneider & Minder, 1997), which is another publication bias test, was also not significant ( $p=0.94$ ,  $p>.05$ ). This can be considered as evidence for the absence of publication bias in the present study.

The effect sizes value, Z value, 95% confidence intervals, and the lower and upper limits of each study on the effect of STEM education on science process skills are given in Table 3.

**Table 3.** Data on the Effect of STEM Education on Science Process Skills

Study (Author, Year)	Effect Size <i>g</i>	Lower Limit	Upper Limit	Z value	<i>p</i>
K.Şimşek, 2019	-0.61	-1.18	-0.04	-2.11	0.04
Tabaru, 2017	0.01	-0.58	0.59	0.02	0.98
Keçeci et al., 2017	0.01	-0.48	0.51	.05	0.96
Öcal, 2018	0.02	-0.81	0.84	0.04	0.97
Abanoz, 2020	0.02	-0.60	0.65	0.07	0.94
Özkul & Özden, 2020	0.03	-1.02	1.09	0.06	0.95
Bal, 2018	0.04	-0.59	0.68	0.14	0.89
Aydın, 2019	0.07	-0.68	0.81	0.18	0.86
Bahşi, 2019	0.10	-0.58	0.78	0.29	0.77
Atik, 2019	0.11	-0.87	1.09	0.22	0.82
Kavak, 2019	0.17	-0.43	0.76	0.55	0.58
Karademir, 2009	0.18	-0.20	0.56	0.92	0.36
Kavak, 2020	0.21	-0.42	0.83	0.65	0.51
Savaş, 2021	0.24	-0.60	1.08	0.56	0.57
Akın, 2019	0.27	-0.35	0.89	0.84	0.40
Ünal & Aksüt, 2021	0.28	-0.23	0.79	1.07	0.28
Doğan, 2019	0.30	-0.12	0.73	1.40	0.16
Kale, 2019	0.31	-0.24	0.86	1.10	0.27
Çayır, 2010	0.36	-0.26	0.97	1.14	0.25
Gültekin, 2019	0.36	-0.25	0.98	1.16	0.25
Behram, 2019	0.37	-0.26	0.99	1.14	0.25
Tavukcu, 2008	0.37	0.03	0.72	2.11	0.03

Özkızılcık&Cebesoy, 2020	0.39	-0.17	0.96	1.37	0.17
Bozkurt, 2014	0.48	0.01	0.94	2.01	0.04
Sağlamyürek, 2019	0.49	0.04	0.95	2.11	0.03
Ünal, 2019	0.56	-0.02	1.14	1.90	0.06
Kalyoncu, 2021	0.57	-0.58	1.72	0.98	0.33
F.Şimşek, 2019	0.60	.05	1.15	2.15	0.03
Uysal, 2018	0.65	-0.18	1.47	1.54	0.12
Yamak& diğerleri, 2014	0.69	0.13	1.25	2.41	0.02
Yılmaz, 2019	0.70	0.07	1.33	2.19	0.03
Akçay, 2018	0.72	0.09	1.34	2.25	0.02
Çimentepe, 2019	0.82	0.22	1.42	2.68	0.01
Vurucu, 2019	0.85	0.09	1.60	2.20	0.03
Duygu, 2018	1.01	0.55	1.48	4.25	0.00
Köngül, 2019	1.02	0.52	1.51	4.04	0.00
İzgi, 2020	1.28	0.68	1.88	4.17	0.00
Kırtay, 2019	1.35	0.80	1.91	4.76	0.00
Koç, 2019	1.40	0.93	1.86	5.91	0.00
Taştan Akdağ, 2017	1.55	0.95	2.15	5.04	0.00
Gökbayrak& Karışan, 2017	1.98	1.31	2.65	5.81	0.00
Özdoğru, 2013	2.27	1.58	2.96	6.43	0.00
Kapan, 2019	2.70	2.16	3.24	9.80	0.00

As seen in Table 3, the standardized effect sizes of 43 studies on scientific process skills ranged from -0.61 to 2.70. While statistically significant differences were detected in 19 studies (10 of which at  $p<.01$  level; nine at  $p<.05$  level), no statistically significant difference was found in 24 studies. In one of these 19 studies (K. Şimşek, 2019), it was found that STEM education has no effect on science process skills ( $p<.05$ ), whereas the other 18 studies showed that STEM education has an effect on these skills ( $p<.05$ ). Confidence intervals for 43 studies ranged from -1.18 to 3.24.

#### Comparison of the effect of STEM education on scientific process skills under random effects model

The results of the random-effects model based on the data extracted from 43 studies are presented in Table 4.

**Table 4.** Random Effects Model Mean Value, Effect Size and Heterogeneity Value

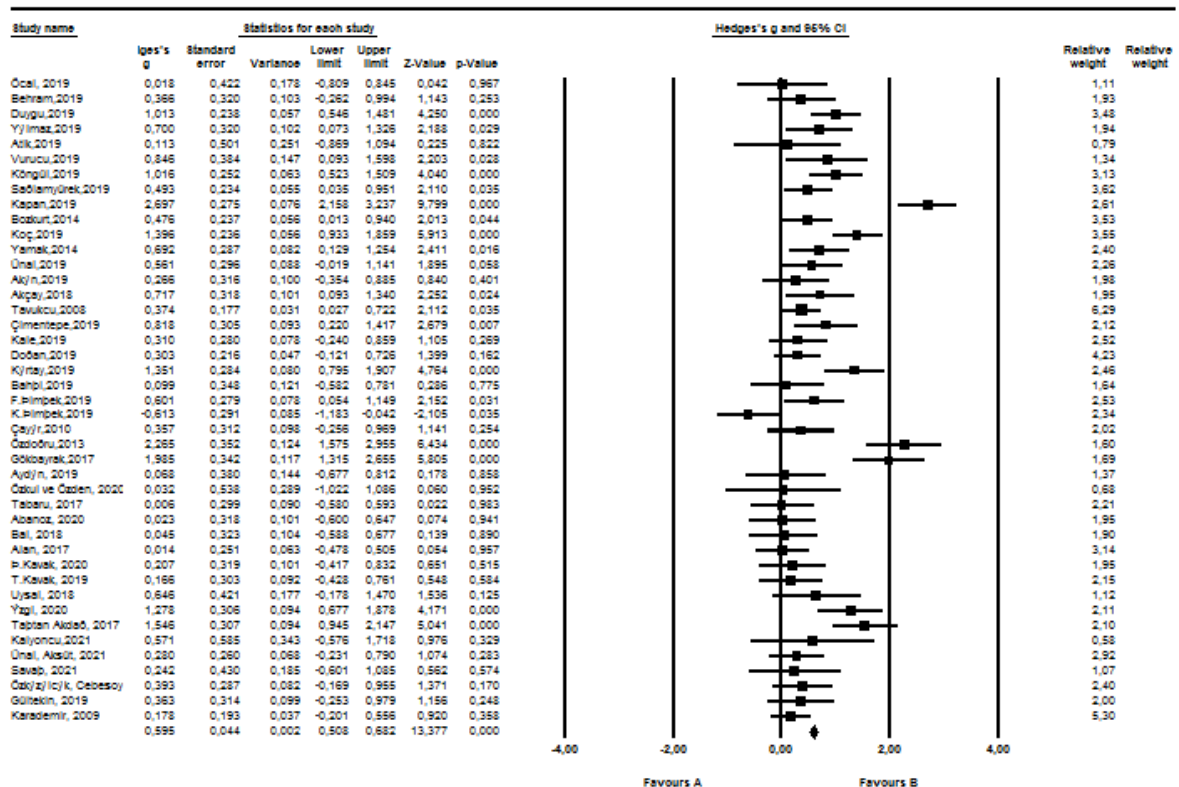
Mean Effect Size	Standard Error	Confidence Intervals for Effect Size		z value	p value
		Lower limit	Upper limit		
0.597	0.098	0.404	0.789	6.074	0.000

The results of the meta-analysis conducted under the random-effects model, the Z statistic of STEM education in terms of science process skills was calculated as  $Z=6.074$  and found statistically significant  $p=0.000$  ( $p<.01$ ). The 95% confidence interval is between the lower limit of 0.404 and the upper limit of 0.89 according to the random-effects model. With a mean effect size of 0.597, it is a medium-sized effect ( $d=0.50-0.80$ ) according to Cohen's classification and is in the range of  $0.40<d<0.75$  according to Thalheimer's classification (Thalheimer & Cook, 2002). Thus, it can be concluded that STEM education has a positive and medium effect on science process skills with an effect size of 0.597.

The forest plot of the effect sizes obtained from the included studies according to the random-effects model is presented in Figure 4.



## Meta Analysis



### Meta Analysis

Figure 4. Forest Plot of Effect Sizes under Random Effects Model

The black squares on the right in Figure 4 represent the effect sizes of the studies and the lines on the right and left of the squares show the lower and upper limits of 95% confidence interval of the effect size. According to the evaluation of the weights of the studies, it was found that Kalyoncu (2021) was assigned the smallest weight (0.58%), while Tavukcu (2008) was assigned the largest weight (6.29%), and the weights of the remaining studies ranged between these two values. According to the effect sizes calculated, one study is negative (Şimşek, 2019), while the other 42 studies are positive. As a result, it can be stated that STEM education is effective on scientific process skills.

### Comparison of Effect Sizes by Publication Type

The comparison of the effect sizes of the studies included in the meta-analysis with respect to publication type is provided in the table below.

**Table 5.** Comparison of Effect Sizes by Publication Type

Publication Type	Effect Size and 95% Confidence Intervals				Heterogeneity					
	N	Mean Effect Size	Lower limit	Upper limit	Z	p	Effect Size Level	Q	df	p
PhD dissertation	5	0.506	0.033	0.980	2.097	0.036	Medium			
MA thesis	32	0.681	0.184	1.178	2.687	0.007	Medium			
Articles	6	0.595	0.359	0.832	4.936	0.000	Medium			
Overall	43	0.593	0.399	0.788	5.977	0.000	Medium	0.250	2	0.883

As you could follow in Table 5, MA theses had the largest effect size with a value of 0.681 (CI: 0.018-2.265,  $p < .05$ ), which is a medium effect. Journal articles have medium-sized effect of 0.593 (CI: 0.014-2.265,  $p < .05$ ). With a medium effect size value of 0.506 (CI: 0.023-1.546,  $p < .05$ ), the smallest effect size corresponded to doctoral dissertations. On the other hand, there is no statistically significant difference was found between the publication types of the studies ( $Q_B = 0.250$ ;  $p > .05$ ) in moderator analysis. In conclusion, whether the study was a doctoral dissertation, a master's thesis, or an article did not vary the effect size of STEM education on science process skills.

**Comparison of Effect Sizes by Sample Group**

The comparison of the effect sizes of the studies included in the meta-analysis in terms of the sample group is shown in the table below.

**Table 6.** Comparison of Effect sizes by Sample Group

Sample Group	Effect Size and 95% Confidence Intervals				Heterogeneity					
	N	Mean Effect Size	Lower limit	Upper limit	Z	p	Effect Size Level	Q	df	p
Pre-school Ss.	13	0.282	0.093	0.472	2.921	0.003	Small			
Primary Ss.	2	0.085	-	0.503	0.400	0.689	Negligible			
Secondary Ss.	20	0.796	0.332	1.124	4.462	0.000	Large			
Uni. Ss.	7	0.730	0.469	1.169	3.253	0.001	Medium			
Overall	42	0.400	0.261	0.540	5.624	0.000	Medium	11.542	4	0.021

Considering the average effect sizes with respect to sample group presented in Table 6, studies with secondary school students yielded the largest effect size estimate of 0.796 (CI: 0.014-2.697,  $p < .05$ ). Studies conducted with university students showed an effect size of 0.730 (CI: 0.014-1.985,  $p < .05$ ), which is medium level. For preschool students, STEM education had a small effect with a value of 0.282 (CI: 0.018-0.846,  $p < .05$ ). Studies that involved primary school students in the sample had an effect size value of 0.085 (CI: 0.006-0.166,  $p > .05$ ), which falls on negligible level. Since the number of subgroups should be between 2 and 8 in the moderator analysis (Pincus et al., 2011), the study on teachers was not included in the analysis. The moderator analysis showed there was no statistically significant difference between the different sample groups ( $Q_B = 11.542$ ;

$p > .05$ ). In other words, it is possible to conclude that the sample group of the studies did not moderate the effect size of STEM education on science process skills.

**Comparison of Effect Sizes by Sample Size**

The comparison of effect sizes according to the sample size of the studies included in the meta-analysis is shown in Table 7.

**Table 7.** Comparison of Effect Sizes According to Sample Size

Sample Size	Effect Size and 95% Confidence Intervals						Heterogeneity			
	N	Mean Effect Size	Lower limit	Upper limit	Z	p	Effect Size Level	Q	df	p
1 ≤ N ≤ 24	10	0.257	-0.041	0.554	1.689	0.091	Small			
25 ≤ N ≤ 49	22	0.612	0.386	0.838	5.305	0.000	Medium			
50 ≤ N	11	0.830	0.351	1.308	3.399	0.001	Large			
Overall	43	0.525	0.357	0.694	6.107	0.000	Medium	5.249	2	0.072

According to the average effect size values in relation to the sample size provided in Table 8, the largest effect size (ES=0.830; CI: 0.014-2.697;  $p < .05$ ) was found in studies with 50 or more ( $50 \leq N$ ) participants. Studies with 25 to 49 ( $25 \leq N \leq 49$ ) participants had a medium-sized effect with a value of 0.612 (CI: 0.018-2.265;  $p < .05$ ). Studies with between 1 and 24 ( $1 \leq N \leq 24$ ) participants had the smallest effect size value of 0.257 (CI: 0.032-0.571;  $p > .05$ ) indicating a low-level effect. However, moderator analysis indicated that there was no statistically significant difference ( $Q_B=5.249$ ;  $p > .05$ ). It was concluded that the effect of STEM education on science process skills did not differ depending on the number of participants in the studies.

**DISCUSSION AND CONCLUSION**

This meta-analysis study is aimed to investigate the effect of STEM education on science process skills. In this regard, studies on the effect of STEM on science process skills were investigated and 43 studies that met the inclusion criteria were analyzed. The distribution of the effect sizes obtained from the studies was examined with the MetaWin program. The effect size values were scattered around the normal distribution line and within the confidence interval bands; therefore, it was concluded that the effect sizes showed a normal distribution. Also, the funnel plot, which shows whether there is publication bias or not (Dinçer, 2014), was examined. According to the funnel plot, it was determined that the studies included in the meta-analysis gathered around the vertical line showing the effect size. This conclusion was also confirmed by the results of Orwin's Fail-Safe N value, Duval & Tweedie's trim and fill method and Egger test.

The effect of STEM education on science process skills was examined under a random-effects model based on the data obtained from 43 studies included in the study. Accordingly, Z statistic was calculated as  $Z=6.074$  and found statistically significant ( $p=0.000$ ,  $p < .01$ ). According to the random-effects model, the effect sizes of the studies ranged between the lower limit of 0.404 and the upper limit of 0.789 at the 95% confidence intervals.

The mean effect size value is 0.597 and it is at a medium level ( $d=0.50-0.80$ ) according to Cohen's classification. Similarly, it was at a medium level ( $0.40 < d < 0.75$ ) according to Thalheimer's classification. It was concluded that STEM education has a positive and medium effect with an effect size of 0.597 on scientific process skills. This is an expected result since one dimension of STEM education is to develop science process skills (Strong, 2013).

As a result of the research, except for one study (Kavak, 2020), it was concluded that in studies conducted with preschool students (Abanoz, 2020; Atik, 2019; Aydın, 2019; Behram, 2019; Gültekin, 2019; Kalyoncu, 2021; Öcal, 2018; Savaş, 2021; Kavak, 2020; Ünal, 2019; Ünal & Aksüt, 2021; Vurucu, 2019), primary school students (Tabaru, 2017, Kavak, 2019), secondary school students (Akdağ, 2017; Akın, 2019; Bahşi, 2019; Çayır, 2010; Çimentepe, 2019; Doğan, 2019; F.Şimşek, 2019; İzgi, 2020; Kapan, 2019; Karademir, 2009; Kırtay, 2019; Koç, 2019; Köngül, 2019; Öz Doğru, 2013; Özkul & Özden, 2020; SağlAMYÜrek, 2019; Tavukcu, 2008; Yılmaz, 2019 ; Yamak et al., 2014), university students (Akçay, 2018; Alan, 2017; Bozkurt, 2014; Duygu, 2018; Gökbayrak, 2017; Özkızılıcık & Cebesoy, 2020; Uysal, 2018) and teachers (Kale, 2019), not only STEM education (Abanoz, 2020; Alan, 2017; Atik, 2019; Aydın, 2019; Bahşi, 2019; Behram, 2019; Çimentepe, 2019; Doğan, 2019; Gökbayrak, 2017; Gültekin, 2019; İzgi, 2020; Kale, 2019; Kalyoncu, 2021; Kapan, 2019; Köngül, 2019; Öcal, 2018; Özkul & Özden, 2020; Savaş, 2021; Kavak, 2019; Tabaru, 2017; Tastan Akdag, 2017; Unal, 2019; Ünal & Aksüt, 2021), and FeTeMM education (Akçay, 2018; Akın, 2019; Bal, 2018; Duygu, 2018; F.Şimşek, 2019; Özkızılıcık & Cebesoy, 2020; Uysal, 2018; Yamak et al., 2014; Yılmaz, 2019) but also computer-assisted teaching (Karademir, 2009; Koç, 2019; Tavukcu, 2008), science and engineering applications (Bozkurt, 2014; SağlAMYÜrek, 2019; Vurucu, 2019), robotic applications (K.Şimşek 2019, Kırtay, 2019) and learning environment supported with lego (Çayır, 2010; Özdogru, 2013) affects scientific process skills positively.

In most studies, STEM is reported to have an effect on science process skills. In one of these studies (Herdem & Ünal, 2018), a meta-synthesis was conducted, and it was found that STEM education has a positive effect on science process skills. Likewise, Christensen & Knezek (2017), Gülhan & Şahin (2016), and Sullivan (2008) conducted their studies with secondary school students and reached the conclusion that STEM-based activities affected students' scientific process skills positively. Yamak et al. (2014) also found that secondary school 5th-grade students' scientific process skills developed with STEM-based education. Similarly, Cotabish et al. (2013) put forward that the science process skills of primary school students improved positively throughout STEM applications. Strong (2013) reported that the engineering design process also improved science process skills. In many studies (see Hutchinson, 2002; Merrill, Custer, Daugherty, Westrick, & Zeng, 2008; Wendell & Lee, 2010), it has been strongly emphasized that engineering-oriented integrated STEM practices improve students' science process skills. Contrary to that literature, there are also studies where STEM education does not increase science process skills. As one of these studies, Choi & Hong (2013) examined the effects of STEAM teaching materials on scientific knowledge, process skills, and affective domain. As a result of the study, while STEAM teaching materials significantly affected the scientific knowledge and affective domain of primary school students, it did not create a statistically significant difference in science process skills.

The present study investigated whether this effect differs according to publication type, sample group, and sample size. Firstly, publication type was not found to moderate the effect size significantly (QB=0.2500;  $p>.05$ ). In other words, whether a study was a doctoral dissertation, MA thesis or article did not change the effect size of STEM education on science process skills. Secondly, the sample group was not a statistically significant moderator for the effectiveness of STEM on scientific process skills (QB=11.542;  $p>.05$ ). Hence, it was determined that the effect size did not vary depending on whether STEM education was implemented with students at university, secondary school, or primary school. Lastly, it was found that the number of participants was not a statistically significant moderator (QB=5.249;  $p>.05$ ). The differing sample sizes did not change the effect size of STEM education on science process skills. As a result, it was found the effect of STEM education on science process skills did not vary based on publication type, sample group, and sample size in this meta-analysis study. It is of utmost importance to take an active role in today's technological era and raise individuals with 21st century skills, have higher skills in terms of problem solving, critical thinking, decision making and are responsible. Therefore, countries are in search of an education model appropriate for this era. It is thought that STEM activities will develop students' scientific process and problem solving skills as well as many other skills in the curriculum (Keçeci et al., 2017).

## **RECOMMENDATIONS**

This study investigated the effect of STEM education on scientific process skills through meta-analysis. Alternatively, a meta-analysis can be done in another study by including studies conducted abroad. Apart from the effect of STEM education on scientific process skills, the effects of academic achievement, laboratory activities, grade level and different courses could also be examined. Process-based observation and investigation can be carried out regarding the level of the impact of scientific process skills in daily life. Since STEM education is effective on scientific process skills and they complement each other, future studies might be conducted to provide education where both can be employed more effectively.

## **ETHICAL TEXT**

In this article, journal writing rules, publication principles, research and publication ethics, journal ethical rules were followed. It is a research that does not require a research permit. Any problems that may arise with the article belong to the authors.

**Authors Contribution Rate:** In this study, the first author contributed 34%, the second author 33%, and the third author 33%. It has been declared by the authors that there is no situation that may create a conflict of interest in this regard.

**REFERENCES**

- Abanoz, T. (2020). *STEM yaklaşımına uygun fen etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi.
- Akçay, S. (2018). *Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyonları üzerine etkileri*. (Yüksek lisans tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Akın, V. (2019). *FeTeMM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine ve meslek seçimlerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Atik, A. (2019). *STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi: 5 yaş örneği*. (Yüksek lisans tezi). Trabzon Üniversitesi.
- Aydın, T. (2019). *STEM uygulamalarının okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve bilişsel alan gelişimlerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi.
- Azizoğlu, N. & Dönmez, F. (2010). Meslek liselerindeki öğrencilerin bilimsel süreç beceri düzeylerinin incelenmesi: Balıkesir örneği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 79-109.
- Bagiati, A., Yoon, S. Y., Evangelou, D. & Ngambeki, I. (2010). Engineering curricula in early education: Describing the landscape of open resources. *Early Childhood Research ve Practice*, 12(2), 1-15.
- Bahşi, A. (2019). *STEM etkinliklerinin 8.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi.
- Bal, E. (2018). *FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) etkinliklerinin 48-72 aylık okul öncesi çocuklarının bilimsel süreç ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Beers, S. Z. (2013). *21st century skills: Preparing students for their future. STEM: Science, technology, engineering, math*. Retrieved April 20, 2021 from [https://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st\\_century\\_skills.pdf](https://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st_century_skills.pdf)
- Behram, M. (2019). *STEM eğitiminin okul öncesi dönemi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*, (Yüksek lisans tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Bagiati, A. & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: The teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112-128. doi:10.1080/1350293X.2014.991099.
- Bozan, M. A. & Anagün, S. Ş. (2019). Sınıf öğretmenlerinin STEM odaklı mesleki gelişim süreçleri: Bir eylem araştırması. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9(1), 279-313. doi: 10.18039/ajesi.520851
- Bozdoğan, A. E., Taşdemir, A. & Demirtaş, M. (2006). Fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 23-36.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi.

- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Büyüктаşkapu, S. (2010). *6 yaş çocuklarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bir bilim öğretim programı önerisi*. (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A. & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Choi, Y. & Hong, S.H., (2013). The Development and Application Effects of STEAM Program about 'World of Journal of Education and Practice Small Organisms' Unit in Elementary Science. *Elementary Science Education*, 32(3), 361-377.
- Christensen, R. & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(1), 1- 13.
- Cohen, L. M., & Manion, L. (2001). Research methods in education, 6. consensus study. *BMC Medical Research Methodology*, 11(14). doi: 10.1186/1471-2288-11-14
- Cotabish, A. Dailey, D., Robinson, A. & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215- 226.
- Çayır, E. (2010). *Lego-logo ile desteklenmiş öğrenme ortamının bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerine etkisinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Çorlu, M. S. & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula yayıncılık.
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (Science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Demir, M., Güder, O., & Akgün, A. (2020). Investigation of the effect of gender on technological pedagogical content knowledge in the theses done in turkey: a meta-analysis study. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 5(11), 228-264.
- Dinçer, S. (2014). Uygulamalı meta analiz. Ankara: Pegem Akademi.
- Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi*. (Doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi.
- Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. *In 6th biennial international conference on technology education research* (Vol. 10).
- Duygu, E. (2018). *Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalıklarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi.
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M. & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *Bmj*, 315(7109), 629-634.

- English, L. D. & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14). doi: 10.1186/s40594-015-0027-7.
- Gökbayrak, S. & Karişan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y. & Moore, T. J. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222.
- Gülhan, F. & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13 (1), 602-620.
- Gültekin, S. (2019). *Okul öncesinde eğitimde drama temelli erken STEM programının bilimsel süreç ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Academic press.
- Herdem, K. & Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48), 145-163.
- Hutchinson, P. (2002). Children designing ve engineering: Contextual learning units in primary design ve technology. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 122-145.
- İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yüksek lisans tezi), Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Kale, S. (2019). *STEM uygulamalarının okul öncesi öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi.
- Kalyoncu, T. (2021). *60-72 aylık çocukların bilimsel süreç becerilerine STEM-A etkinliklerinin etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Kapan, G. (2019). *Bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin fen ve teknoloji dersi elektrik ünitesindeki akademik başarı düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Karademir, A. (2009). *7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik devreleri ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Karasu, N. (2009). Otizmden etkilenmiş bireylerde sosyal ve iletişim becerilerini arttıran yöntemlerin delile dayalı yöntem olarak belirlenmesi: bir meta-analiz örneği. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(3), 713-739.
- Kavak, Ş. (2020). *STEM eğitimine dayalı etkinliklerin okul öncesi çocukların temel bilimsel süreç becerilerine etkisi*. (Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi.
- Kavak, T. (2019). *STEM uygulamalarının 4. sınıf öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi.



- Keçeci, G., Alan, B. & Kirbağ Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1-17.
- Kırtay, A. (2019). *Fen eğitiminde robotik uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve fen eğitimine yönelik motivasyonlarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi.
- Koç, N. (2019). *Tasarım temelli fen eğitiminde BİLTEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine, FeTeMM meslek ilgilerine ve STEM tutumlarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi.
- Köngül, Ö. (2019). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının 6.sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Maltese, A. V. & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/09500690902792385>
- Merrill, C., Custer, R. L., Daugherty, J., Westrick, M. & Zeng, Y. (2008). Delivering core engineering concepts to secondary level students. *Journal of Technology Education*, 20(1), 48-64.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2009). Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. *The National Academies Press*. Retrieved from <https://doi.org/10.17226/12635>
- Olkin, I. (1996). Meta-analysis: current issues in research synthesis. *Statistics in Medicine*, 15(12), 1253-1257.
- Orwin, R. G. & Vevea, J. L. (2009). Evaluating coding decisions. In H. Cooper, L. V. Hedges, & J. C. Valentine (Eds.), *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (pp. 177-203). Russel Sage Foundation
- Öcal, S. (2018). *Okul öncesi eğitime devam eden 60-66 ay çocuklarına yönelik geliştirilen STEM programının çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi.
- Özdoğru, E. (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Özkan, B. (2015). *60-72 aylık çocuklar için bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi ve beyin temelli öğrenmeye dayanan fen programının bilimsel süreç becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Özkızılcık, M. & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 33(1), 177-203.

- Özkuş, H. (2021). *İlkokul öğrencilerinin fen kariyer bilinçlerinin ve bilimsel süreç becerilerinin bütünleştirilmiş STEM eğitimi yoluyla geliştirilmesi: Bir eylem araştırması* (Doktora Tezi). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.
- Özkuş, H. & Özden, M. (2020). Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM meslek ilgilerine etkisinin incelenmesi: Bir karma yöntem araştırması. *Eğitim ve Bilim*, 45(204), 41-63.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi.
- Pincus, T., Miles, C., Froud, R., Underwood, M., Carnes, D. & Taylor, S. J. (2011). Methodological criteria for the assessment of moderators in systematic reviews of randomised controlled trials: A consensus study. *BMC medical research methodology*, 11(1), 1-14.
- Raj, R. G. & Devi, S. N. (2014). Science Process Skills and Achievement in Science Among High School Students. *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies*, 2(15), 2435-2443.
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G. & Cotabish, A. (2014). The effects of a science focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 189-213.
- Rosenberg, M. S., Adams, D. C., & Gurevitch, J. (1997). *MetaWin: statistical software for meta-analysis with resampling tests*. Sinauer Associates.
- Sağlam, M. & Yüksel, İ. (2007). Program değerlendirmede meta-analiz ve meta-değerlendirme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(18), 175-188.
- Sağlamyürek, B. (2019). *Fen mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve çevresel tutum düzeylerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Sarıcan, G. (2017). *Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Savaş, Ö. (2021). *Erken çocukluk döneminde bulunan çocuklara yönelik geliştirilen STEM eğitim uygulamalarının bölümsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi.
- Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skill through engineering design instruction* (Doctoral dissertation). Hofstra University.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and scienceliteracy: Thinking skills, science process skills and system understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Şimşek, F. (2019). FeTeMM Etkinliklerinin Öğrencilerin Fen Tutum, İlgi, Bilimsel Süreç Becerileri Üzerine Etkisi ve Öğrenci Görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 654-679.
- Şimşek, K. (2019). *Fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.

- Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi* (Yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Taştan Akdağ, F. (2017). *STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisi*. (Doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Tavukcu, F. (2008). *Fen eğitiminde bilgisayar destekli öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayar kullanmaya yönelik tutuma etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.
- Thalheimer, W. & Cook, S. (2002). How to calculate effectsizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*, 1, 1-9.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). Theeffect of integrative STEM instruction on elementary students' attitude stoward science. *EurasiaJournal of Mathematics, Scienceand Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J. & Chen W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal Technology Design Education*, 23(1), 87-102.
- Tuncer, M. & Dikmen, M. (2018). Öğretmen adaylarının bilgi okuryazarlık öz-yeterlikleri ve mesleğe yönelik tutumları. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(66), 310-325.
- Uysal, E. (2018). *Tasarım temelli FeTeMM (fen, teknoloji, matematik ve mühendislik) etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeylerine bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Uşak Üniversitesi.
- Ünal, M. (2019). *4-6 yaş okul öncesi çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*, (Yüksek lisans tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Ünal, M. & Aksüt, P. (2021). 4-6 yaş çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 5(1), 109-134.
- Vurucu, C. (2019). *Erken çocukluk döneminde bilim ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, karar verme ve problem çözme becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Wendell, K.,& Lee, H. S. (2010). Elementary students' learning of materials science practices through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 580-601.
- Wieselmann, J. R., Roehrig, G. H., & Kim, J. N. (2020). Who succeeds in STEM? Elementary girls' attitudes and beliefs about self and STEM. *School Science and Mathematics*, 120(5), 297-308.
- Yamak, H., Bulut, N. & Dünder, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yılmaz, A.,E., (2019). *FeTeMM uygulamalarının ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Yök-Dünya Bankası. (1997). *Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi*. MEB.

## STEM EĞİTİMİNİN TÜRKİYE'DEKİ ÖĞRENCİLERİN BİLİMSSEL SÜREÇ BECERİLERİNE ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

### ÖZ

Bu araştırmada, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitiminin, bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi meta analiz yöntemi ile tespit edilmiştir. Bu çerçevede Türkiye'deki makale, yüksek lisans tezleri ve doktora tezleri incelenmiştir. Hangi çalışmaların meta analizine dahil edileceği ile ilgili olarak belirli ölçütler kullanılmıştır. Bu ölçütler; araştırmanın Türkiye'de yapılan yayın olması, STEM'in bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin incelenmiş olması, aritmetik ortalama, standart sapma değerlerinin veya bunların hesaplanması için gerekli değerler ile örneklem büyüklüğü değerlerinin verilmiş olmasıdır. Meta analizde 43 çalışma değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmanın etki değeri, rastgele etkiler modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Araştırmada rastgele etkiler modeline göre yapılan meta analiz değerlendirilmesi sonucunda, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde 0.597 etki büyüklüğü ile pozitif yönde ve orta düzeyde etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Meta-analize dahil edilen araştırmaların etki büyüklükleri karşılaştırıldığında; yayın türü, örneklem grubu ve örneklem sayısının, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmedeği belirlenmiştir. STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkisinin dışında; akademik başarının, laboratuvar etkinliklerinin, sınıf seviyesinin ve farklı derslerin bilimsel süreç becerilerine etkisi de incelenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Meta-analiz, STEM Eğitimi, Bilimsel Süreç Becerileri, Türkiye'de Yapılan Çalışmalar

## GİRİŞ

Dünyanın sürekli gelişmesi ile birlikte bilim ve teknolojiadaki gelişmeler eğitimi doğrudan etkilemekte ve dünyadaki bu gelişmelere eğitimin planlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında planlama, değişen dünyaya ayak uydurabilmek için atılması gereken önemli adımlardan biridir. Bu adım; eğitimde ise STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi olarak karşımıza çıkmaktadır.

STEM eğitimi, duyuları harekete geçiren, gerçek dünyadaki sorunları ele alan (Bagiati ve Evangelou, 2015) ve öğrenilenleri yeni durumlara uyarlayan (Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013) bir yaklaşımdır. Bir diğer tanıma göre STEM disiplinlerinden en az birinin merkeze alınarak öğrencilerin bilgi, beceri ve deneyimleri ile bütünleştirildiği, sorgulayan, araştıran ve üreten öğrenci özelliklerinin öğrenme sürecinde etkin kılındığı disiplinler arası öğrenme-öğretme yaklaşımıdır (Çorlu, 2014). STEM eğitiminin en önemli amacı bütünleştirilmiş STEM eğitimi başarmaktır (Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore, 2017). Bütünleştirilmiş STEM eğitimi yoluyla öğrencilerin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarını kullanarak (Bybee, 2010) bir ürün ortaya koymaları hedeflenmektedir (Çorlu ve Çallı, 2017; Millî Eğitim Bakanlığı [MEB, 2018]; F. Şimşek, 2019). Böylece öğrencilerin kendilerine özgü karar vererek yeteneklerini sergileme, akıl becerilerini kullanarak bilgi sentezi yapma gibi üst düzey davranışları göstermeleri beklenmektedir (Beers, 2013).

STEM eğitimi ile öğrencilerin bir problem durumunu analiz etme ya da problem durumuna göre sentezler oluşturma gibi üst düzey düşünme becerilerinin, fen ve matematik bilgilerini kullanarak problem çözme becerilerinin, üretken (yaratıcı) düşünme, analitik ve eleştirel düşünme becerilerinin, bilimsel süreç, 21. yüzyıl, iş birliği ve iletişim becerilerinin gelişebileceğini, gerçek yaşam sorunlarını rahatlıkla çözebileceklerini belirten birçok araştırma bulunmaktadır (bkz. Bozan ve Anagün, 2019; Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers, 2008; Cantrell, Pekcan, Itani ve Velasquez-Bryant, 2006; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; English ve King, 2015; Toma ve Greca, 2018; Özkul ve Özden, 2020; Robinson, Dailey, Hughes ve Cotabish, 2014; Pekbay, 2017; Sarıcan, 2017; Strong, 2013; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Örneğin Özkul ve Özden'in (2020) ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdikleri araştırmada mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM etkinlikleri ile öğrencilerin çok yönlü düşünme, iş birliği yapma, iletişim kurma, yaratıcı ve bilimsel düşünme, 21.yüzyıl becerilerini kullanma ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimi gibi pek çok beceriyi kazandıkları saptanmıştır. Bir diğer araştırmada Bozan ve Anagün (2019), STEM eğitiminin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin problem çözme, analitik düşünme, mühendisçe düşünme, takım çalışması ve iş birliği becerileri geliştirdiği belirlemiştir. Benzer sonuçlar Pekbay (2017) tarafından da elde edilmiştir. Anılan araştırmada ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri ile günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir (Pekbay, 2017).

STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmalarda STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik farkındalıklarının, ilgilerinin, tutumlarının ve kariyer bilinçlerini olumlu yönde geliştirdiği de rapor edilmiştir (Bagiati, Yoon, Evangelou ve Ngambeki, 2010; DeJarnette, 2012; Gülhan ve Şahin, 2016; Özkul, 2021; Özkul ve

Özden, 2020; Wieselmann, Roehrig ve Kim, 2020). Örneğin Toma ve Greca'nın (2018) araştırmasında bütünleştirilmiş STEM etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin fen bilimlerine olan tutumlarını olumlu olarak geliştirildiği saptanmıştır. Bir diğer çalışmada Keçeci, Alan ve Kırbağ (2017), STEM etkinliklerinin beşinci sınıf öğrencilerinin STEM disiplinlerine yönelik tutumlarını geliştirdiğini bulmuşlardır.

Görüldüğü gibi STEM eğitimi, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal alandaki gelişimlerini desteklemektedir. STEM eğitiminin etkili olduğu bilişsel alanlardan birisi de bilimsel süreç becerileridir (Özkuş, 2021). Bilimsel süreç becerileri başta fen bilimleri olmak üzere matematik ve mühendislik alanlarında öğrenmeyi kolay kılan, araştırmacı, sorgulayıcı bir öğrenme ortamı sunan ve öğrenmede kalıcılığı sağlayan, bireyin kendi kendine öğrenmesini ve sorumluluk bilincini geliştiren temel beceriler olarak tanımlanır (YÖK-Dünya Bankası, 1997). Bilimsel süreç becerileri, bilim insanlarının araştırmalar esnasında bilgiyi edinirken kullandıkları (Azizoğlu ve Dönmez, 2010), öğrencilerin ise bilim insanı gibi düşünerek, davranışlarını şekillendirdikleri becerilerdir (Raj ve Devi, 2014). Bilimsel süreç becerileri ile öğrenciler bir sorun karşısında bilim insanı gibi düşünüp onların çalışma sistematigi ile sorunları çözebilmektedir (Bozdoğan, Taşdemir ve Demirbaş, 2006). Bunun yanında, bilimsel süreç becerileri ile elde edilen beceri ve düşünme biçimi, öğrenciler için derslerde ve bireyler tarafından günlük yaşamdaki bir problem karşısında da sıklıkla kullanılmaktadır (Büyüktaşkapu, 2010). Bilimsel süreç becerileri bilgi ve becerilerin ezberletilmesi yerine, bireye bilimsel düşünebilme yeteneği kazandırarak (Özkan, 2015) onların problem çözme ve keşfetme ve ürün geliştirme gibi becerileri edinmeleri sağlar (Büyüktaşkapu, 2010). Bilimsel düşünme yeteneği kazanan bireyler, problemler karşısında daha planlı ve sistematik bir çözüme ulaşarak sorunları çözebilir hale gelmektedir. Açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, STEM eğitimi ve bilimsel süreç becerilerinin bir arada kullanılması kaçınılmazdır ve pek çok çalışmaya da konu olmuştur. Ayrıca Herdem ve Ünal (2018) tarafından yapılan STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkisini değerlendiren bir meta-sentez çalışması bulunmaktadır. Sözü edilen çalışmada 2010-2017 yılları arasındaki 38 çalışma incelenmiş ve ulaşılan bulgular meta-sentez araştırma yöntemini ile incelenmiştir. Araştırma sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve kariyer bilinci üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM eğitiminin günümüz şartlarına uygun olması ve bilimsel süreç becerilerini olumlu olarak etkilemesi sebebiyle, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Ulaşılan bu sonuçlarının analiz edilerek konu ile ilgili genel bir sonuç elde edilmesi, bu konuda araştırma yapacak olan araştırmacılara kolaylık sağlayacaktır. Alan yazında bu amaç için yapılmış çalışmalar yer alsa da herhangi bir meta analiz çalışmasına rastlanmamıştır. Bu sebeple yapılan bu meta analiz çalışması, bu konuda yapılan ilk çalışma olması nedeniyle STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini geniş bir bakış açısıyla yorumlamaya olanak sağlayacak ve sonuçları ile araştırmacılara yol gösterici olacaktır.

## **YÖNTEM**

Bu çalışmada STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini belirlemek üzere Türkiye'de yayımlanmış olan tez ve makalelerin meta-analizi yapılmıştır. Meta-analiz araştırmalardaki analizlerin analizidir

(Cohen, Manion ve Morrison 2007). Bu çalışmalarda; birbirinden bağımsız olarak yapılan, fakat aynı konulardaki araştırmalar, daha güvenilir ve doğru sonuçların elde edilmesi amacıyla istatistiksel olarak analiz edilmektedir (Hedges ve Olkin, 1985; Karasu, 2009; Olkin, 1996; Sağlam ve Yüksel, 2007; Tuncer ve Dikmen, 2018).

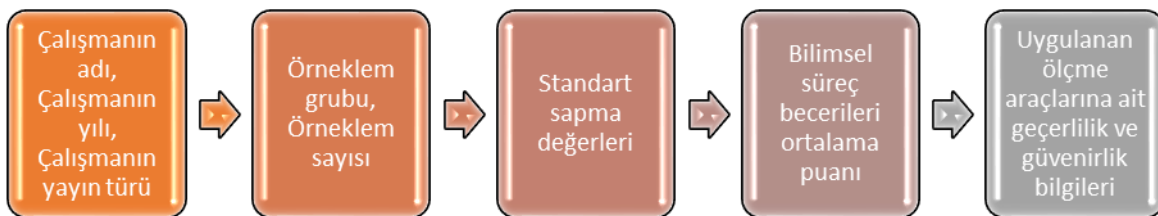
### Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri 2021 yılı haziran ayı ile 2021 yılı ağustos ayları arasında basılmış kaynaklardan toplanmıştır. Araştırmaya dahil edilen çalışmalar; ULAKBİM, Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı (YÖK) Ulusal Tez Merkezi ve Google Akademik veri tabanları taranarak belirlenmiştir. Araştırmaya incelenmesi amaçlanan 5'i doktora, 32'si yüksek lisans tezi ve 6'sı da makale olan çalışmalar dahil edilmiştir. Tezden makaleye dönüştürülen çalışmalardan tez çalışması araştırmaya dahil edilmiş, makale çalışması dikkate alınmamıştır. Bu çalışmalarda başlık olarak STEM ve FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin yanında, bilgisayar destekli öğretim, bilim ve mühendislik uygulamaları, robotik uygulamalar, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, lego ile desteklenmiş öğrenme ortamının bilimsel süreç becerilerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, aynı doğrultuda yapılan çalışma olarak kabul edilmiş ve araştırmaya dahil edilmiştir. İncelenen çalışmaların meta analize alınma kriterleri şunlardır:

- Araştırmanın Türkiye'de yapılan yayınlanmış bir çalışma olması,
- STEM'in bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin incelenmiş olması,
- Aritmetik ortalama, standart sapma değerlerinin veya bunların hesaplanması için gerekli değerlerin verilmesi,
- Örneklem büyüklüğü değerlerinin verilmiş olması.

### Verilerin Kodlanması

Araştırmaya dahil edilecek olan çalışmaları belirleyebilmek için oluşturulan kodlama formunda araştırmaların şu bilgileri yer almıştır;



Şekil 1. Kodlama Formunda Yer Alacak Bilgiler

Meta-analize dahil edilecek çalışmaların bilgileri bu forma kodlanmış, kodlama güvenilirliğini sağladığını sağlamak adına 10 gün sonra boş bir forma aynı çalışmalar tekrar kodlanmıştır. Bu kodlama ile önceki kodlama karşılaştırıldığında aralarında bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bununla verilerin meta-analize hatasız kodlanması amaçlanmıştır. Ayrıca meta-analize dahil edilen çalışmalar ikinci bir kodlayıcıya kodlama formu ile birlikte verilerek kodlanması istenmiştir. İki kodlayıcı arasındaki güvenilirlik Uzlaşma Oranı=(Uzlaşılacak Çalışma Sayısı)/(Toplam Çalışma Sayısı) formülü kullanılarak (Orwin ve Vevea,2009) %100 olarak bulunmuştur. Meta-analize dahil edilen üç çalışmanın (Atik, 2019; Ünal, 2019; Ünal& Aksüt, 2021) bilimsel süreç becerileri alt puanları verilmiş, fakat ortalama puanlarının verilmemiş olması sebebiyle CMA programı ile bilimsel süreç becerileri ortalama puanları hesaplanarak analize dahil edilmiştir. Meta-analiz uygulamalarında işlevsel olarak kullanılan CMA programı, farklı veri türlerine sahip olan çalışmaların birleştirilmesini sağlayan bir programdır (Dinçer, 2014).

### Verilerin Analizi

Araştırmada öncelikle meta analize dahil edilen bilimsel süreç becerileri ile ilgili çalışmaların betimsel istatistikleri açıklanmıştır. Tablo 1’de STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisi ile ilgili Türkiye’de yapılan ve meta analize dahil edilen çalışmalara ilişkin betimsel istatistikler yer almaktadır.

**Tablo 1.** Türkiye’de Yapılan Ve Meta Analize Dahil Edilen Çalışmalara İlişkin Betimsel İstatistikler

	Frekans	Yüzde	
Çalışma Türü	Doktora	5	%11.63
	Yüksek Lisans	32	%74.42
	Makale	6	%13.95
Yıl	2008	1	%2.33
	2009	1	%2.33
	2010	1	%2.33
	2013	1	%2.33
	2014	2	%4.65
	2017	4	%9.30
	2018	4	%9.30
	2019	21	%48.84
	2020	5	%11.63
	2021	3	%6.98
Örneklem Grubu	Öğretmen	1	%2.33
	Üniversite Öğrencisi	7	%16.28
	Ortaokul Öğrencisi	20	%46.51
	İlkokul Öğrencisi	2	%4.65
	Okul Öncesi Öğrencisi	13	%30.23
Örneklem Büyüklüğü	1 ≤ N ≤ 24	10	%23.26
	25 ≤ N ≤ 49	22	%51.16
	50 ≤ N	11	%25.58
<b>Toplam</b>	<b>43</b>	<b>%100</b>	

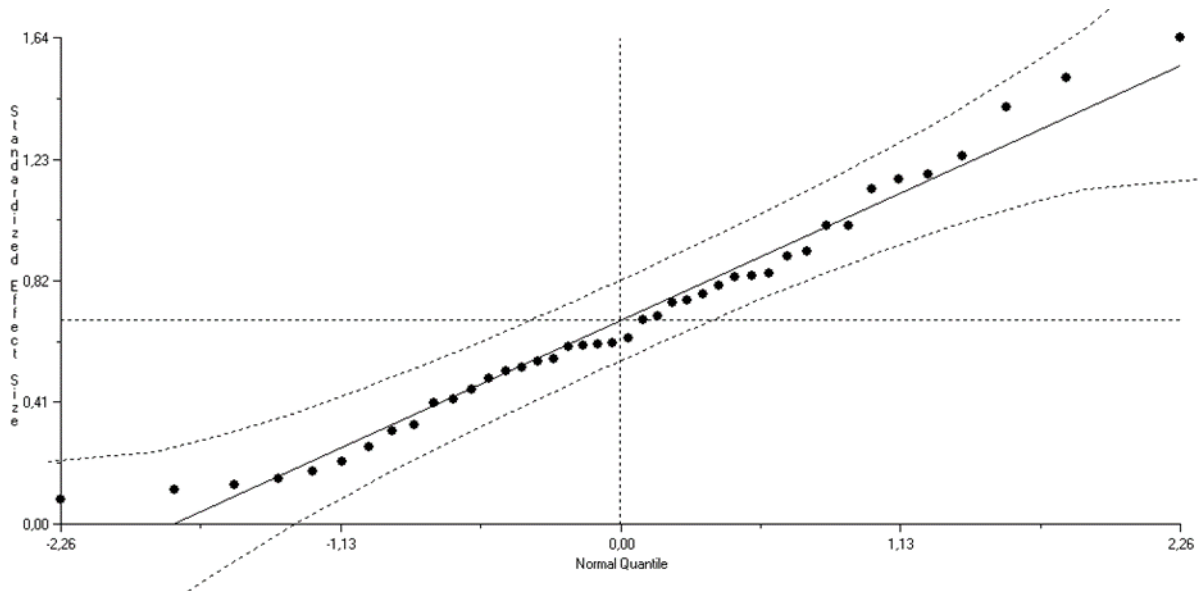
Tablo 1 incelendiğinde 43 araştırmanın; çalışma türü olarak 5’i (%11.63) doktora tezi, 6’sı (%13.95) makale ve en çok olarak 32’si (%74.42) yüksek lisans tezidir. Araştırmaların yapıldığı yıl olarak, 2008 yılında 1 (%2.33) çalışma, 2009 yılında 1 (%2.33), 2010 yılında 1 (%2.33) çalışma, 2013 yılında 1 (%2.33), 2014 yılında 2 (%4.65),



2017 yılında 4 (%9.30), 2018 yılında 4 (%9.30), 2020 yılında 5 (%11.63) çalışma, 2021 yılında 3 (%6.98) çalışma yapılmış ve 2019 yılında, 21 (%48.84) çalışma yapılmıştır. Örneklem grubu olarak en çok çalışma, 20 (%46.51) ile ortaokul öğrencileri ile yapılmış ve 13 (%30.23) çalışma okul öncesi öğrencileri ile, 7 (%16.28) çalışma üniversite öğrencileri ile, 1 (%2.33) çalışma da öğretmenler ile yapılmıştır. Lise öğrencileri ile ilgili olarak yapılan çalışmaya rastlanmamıştır. Örneklem büyüklüğü olarak; 10 (%23.46) çalışma 1 ile 24 arasında kişiyle, 11 (%25.58) çalışma 50 ve daha fazla kişiyle, en fazla çalışma, 22 (%51.16) çalışma ile 25 ile 49 kişi arasında kişiyle yapılmıştır.

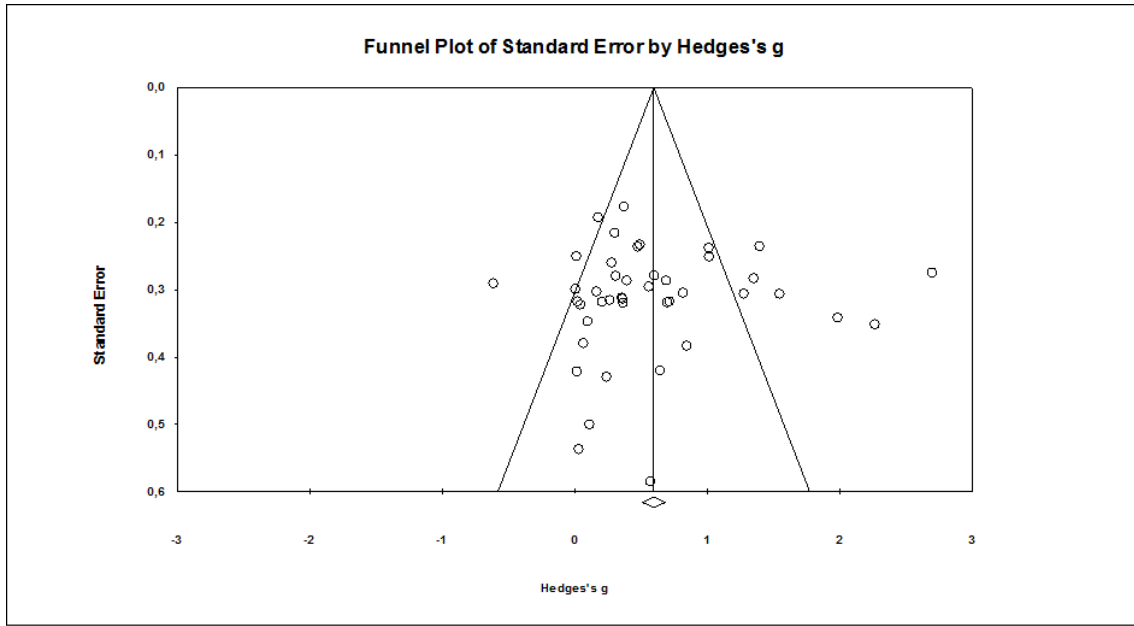
## BULGULAR

Çalışmalardaki etki büyüklüklerinin normal dağılım gösterip göstermediğinin öncelikle incelenmesi gerekmektedir. Çalışmalarda elde edilen etki büyüklüklerinin normal dağılım gösterip göstermediği MetaWin programı kullanılarak incelenmiş, elde edilen grafik Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 2. Çalışmaların Etki Büyüklüklerinin Normal Dağılım Grafiği

Şekil 2'de meta-analiz yapılan çalışmaların etki büyüklüklerine bakıldığında; normal dağılım doğrusunun her iki tarafında ve güven aralıkları içerisinde yer aldığı görülmektedir. Meta analize dahil edilen çalışmaların etki büyüklüklerinin hesaplanmasının istatistiksel olarak mümkün olması için, dağılımın normal olması gerekmektedir (Rosenberg, Adams & Gurevitch, 2000). Buna göre, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde ne kadar etkili olduğunu belirlemek için meta analize dahil edilen araştırmaların ortalama etki büyüklüklerinin istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Bu analizlerden önce, araştırmalarda yayın yanlılığı olup olmadığı incelenmiştir. Yayın yanlılığı olasılığı ile ilgili olarak huni saçılım grafiği sonuçlarına bakılmıştır (Şekil 3).



**Şekil 3.** Araştırmalar İle İlgili Yayın Yanlılığı Olasılığını Gösteren Huni Grafiği

Şekil 3'te huni grafiğine bakıldığında, meta analize dahil edilen çalışmaların orta bölümde, etki büyüklüğünü gösteren dikey çizginin her iki yanında toplandığı görülmektedir. Bu sonuç, yayın yanlılığı olmadığını güçlendirmektedir fakat yeterli değildir. Bu sebeple araştırmaların yayın yanlılığına sahip olmadığını güçlendiren huni grafiğine ek olarak; Orwin's Fail-Safe N değeri, Duval&Tweedie'nin kırp ve doldur yöntemi ile Egger testi sonuçları incelenmiştir.

**Tablo 2.** Araştırmanın Yayın Yanlılığı Testi Sonuçları

Dahil edilen çalışma sayısı	Classic fail-safe N Sayısı "önemsiz" SOF için gerekli çalışma sayısı	Duval & Tweedie'nin kırp ve doldur yöntemi		Egger testi
		Kırılan çalışma	SOF gözlenen	
43	1866	0	0.59	0.94 (Çift Kuyruk)

Tablo 2'de yayın yanlılığına ile ilgili, Classic fail-safe N değerinin 1866 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bunun yanında, alfa değerinin .05 olması için, 1866 çalışmaya daha ihtiyaç olduğu ifade edilmektedir. Bir başka ifade ile; çalışmada yayın yanlılığının ortaya çıkması için 1866 çalışmanın daha olması gerekmektedir. Bu da çalışmanın güvenilir olduğunu göstermektedir. Duval ve Tweedie'nin Kırp-Doldur yöntemi sonucunda meta analize herhangi bir çalışma eklenmesine gerek olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ve buna göre de yayın yanlılığının olmadığı söylenebilir (0.59) (Dinçer, 2014). Diğer bir yayın yanlılığı testi olan Egger regresyon testi (Egger, Smith, Schneider ve Minder, 1997) sonucunun da ( $p=0.94$ ,  $p>.05$ ) anlamlı olmaması da bu meta analiz çalışmasında yayın yanlılığı olmadığını bir diğer göstergesi olarak kabul edilmiştir.

STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ile ilgili çalışmaların, etki büyüklükleri, Z değeri ve %95'lik güvenilirlik aralığına göre alt ve üst sınırları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** STEM Eğitiminin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisine İlişkin Veriler

Çalışma (Yazar, Yıl)	Etki Büyüklüğü g	Alt Sınır	Üst Sınır	Z değeri	p
K.Şimşek,2019	-0.61	-1.18	-0.04	-2.11	0.04
Tabaru, 2017	0.01	-0.58	0.59	0.02	0.98
Keçeci ve diğerleri, 2017	0.01	-0.48	0.51	.05	0.96
Öcal, 2018	0.02	-0.81	0.84	0.04	0.97
Abanoz, 2020	0.02	-0.60	0.65	0.07	0.94
Özkul & Özden, 2020	0.03	-1.02	1.09	0.06	0.95
Bal, 2018	0.04	-0.59	0.68	0.14	0.89
Aydın, 2019	0.07	-0.68	0.81	0.18	0.86
Bahşi,2019	0.10	-0.58	0.78	0.29	0.77
Atik,2019	0.11	-0.87	1.09	0.22	0.82
Kavak, 2019	0.17	-0.43	0.76	0.55	0.58
Karademir, 2009	0.18	-0.20	0.56	0.92	0.36
Kavak, 2020	0.21	-0.42	0.83	0.65	0.51
Savaş, 2021	0.24	-0.60	1.08	0.56	0.57
Akın,2019	0.27	-0.35	0.89	0.84	0.40
Ünal &Aksüt, 2021	0.28	-0.23	0.79	1.07	0.28
Doğan,2019	0.30	-0.12	0.73	1.40	0.16
Kale,2019	0.31	-0.24	0.86	1.10	0.27
Çayır,2010	0.36	-0.26	0.97	1.14	0.25
Gültekin, 2019	0.36	-0.25	0.98	1.16	0.25
Behram,2019	0.37	-0.26	0.99	1.14	0.25
Tavukcu,2008	0.37	0.03	0.72	2.11	0.03
Özkızılcık&Cebesoy, 2020	0.39	-0.17	0.96	1.37	0.17
Bozkurt,2014	0.48	0.01	0.94	2.01	0.04
Sağlamyürek,2019	0.49	0.04	0.95	2.11	0.03
Ünal,2019	0.56	-0.02	1.14	1.90	0.06
Kalyoncu,2021	0.57	-0.58	1.72	0.98	0.33
F.Şimşek,2019	0.60	.05	1.15	2.15	0.03
Uysal, 2018	0.65	-0.18	1.47	1.54	0.12
Yamak& diğerleri,2014	0.69	0.13	1.25	2.41	0.02
Yılmaz,2019	0.70	0.07	1.33	2.19	0.03
Akçay,2018	0.72	0.09	1.34	2.25	0.02
Çimentepe,2019	0.82	0.22	1.42	2.68	0.01
Vurucu,2019	0.85	0.09	1.60	2.20	0.03
Duygu,2018	1.01	0.55	1.48	4.25	0.00
Köngül,2019	1.02	0.52	1.51	4.04	0.00
İzgi, 2020	1.28	0.68	1.88	4.17	0.00
Kırtay,2019	1.35	0.80	1.91	4.76	0.00
Koç,2019	1.40	0.93	1.86	5.91	0.00
Taştan Akdağ, 2017	1.55	0.95	2.15	5.04	0.00
Gökbayrak& Karışan, 2017	1.98	1.31	2.65	5.81	0.00
Özdoğru,2013	2.27	1.58	2.96	6.43	0.00
Kapan,2019	2.70	2.16	3.24	9.80	0.00

Tablo 3'e göre, 43 çalışmanın bilimsel süreç becerilerine göre standardize edilmiş etki büyüklükleri-0.61 ile 2.70 aralığında değişmektedir. Meta analize dahil edilen 19 çalışmada istatistiksel anlamlı farklılık (10'u  $p<.01$ düzeyinde; 9'u  $p<.05$  düzeyinde) bulunurken, 24 çalışmada anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bulunan farkların 1'i ( $p<.05$ )STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerinde etkisinin olmadığını (K.Şimşek, 2019), 18'i de ( $p<.05$ ) ise STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerinde etkisinin olduğunu göstermektedir( $p<.05$ ). 43 çalışmanın güven aralığı -1.18 ile 3.24 arasında değişmektedir.

**STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin rastgele etkiler modeline göre karşılaştırılması**

Araştırmaya dahil edilen 43 çalışmadan elde edilen, STEM eğitimi ait verileri doğrultusunda oluşturulan rastgele etkiler modelinin sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

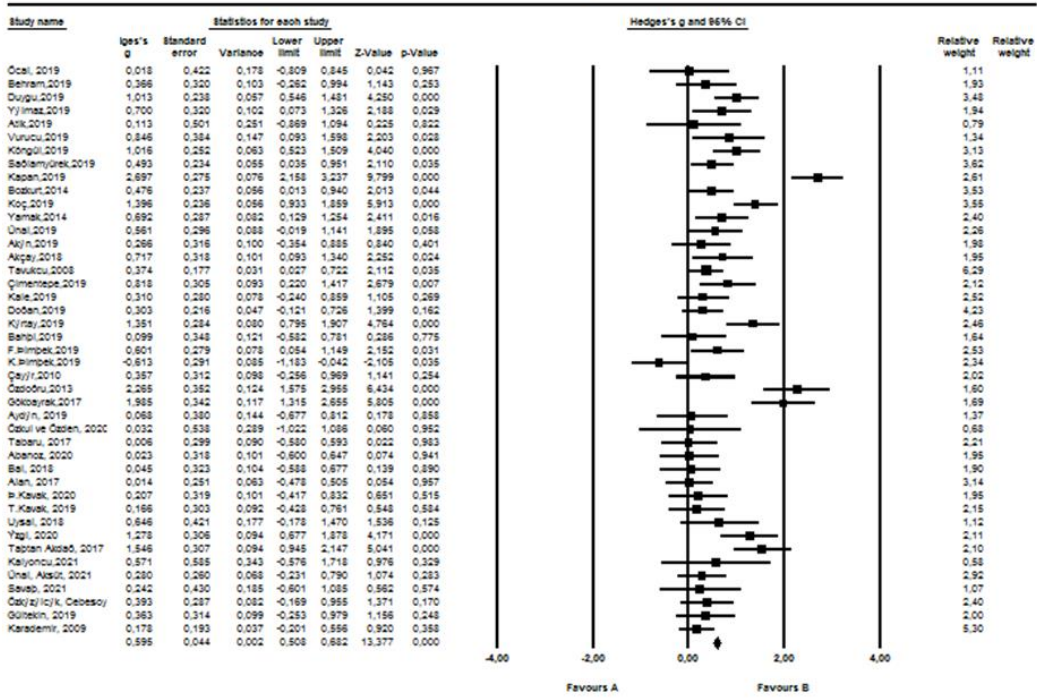
**Tablo 4.** STEM Eğitime Göre Rastgele Etkiler Modeli Ortalama Etki Büyüklüğü ve Heterojenlik Değeri

Ortalama Etki Büyüklüğü	Standart Hata	Etki Büyüklükleri İçin Güven Aralığı		z Değeri	p Değeri
		Alt Sınır	Üst Sınır		
0.597	0.098	0.404	0.789	6.074	0.000

Rastgele etkiler modeline göre yapılan meta analizi doğrultusunda STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine göre Z istatistiği, Z=6.074 olarak hesaplanmış ve p=0.000 (p<.01) ile istatistiksel bakımdan anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Rastgele etkiler modeline göre, % 95’lik güven aralığının 0.404 alt sınırı ile 0.89 üst sınırındadır. Ortalama etki büyüklüğü değeri 0.597 ile, Cohen’in sınıflandırmasına göre orta düzeyde (d=0.50–0.80), Thaheimer’in sınıflandırmasına göre ise 0.40<d<0.75 aralığında olduğu için orta düzeyde bir etkiye sahiptir (Thalheimer ve Cook, 2002). Buna göre, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde 0.597 etki büyüklüğü ile pozitif yönde ve orta düzeyde etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Meta analize dahil edilen araştırmaların etki büyüklüğü değerlerinin rastgele etkiler modeline göre dağılımını gösteren orman grafiği Şekil 3’te verilmiştir.

**Meta Analysis**



**Meta Analysis**

**Şekil 4.** Rastgele Etkiler Modeline Göre Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Orman Grafiği

Şekil 4’te sağ taraftaki siyah kareler çalışmanın etki büyüklüğünü ve karelerin sağında ve solunda uzanan çizgiler ise etki büyüklüğünün %95 güven aralığındaki alt ve üst limitlerini göstermektedir. Araştırmaların ağırlıklarına ilişkin analizlerin sonucunda, Kalyoncu (2021)’in araştırmasının en küçük (%0.58), Tavukcu’nun (2008) araştırmasının ise en büyük ağırlık yüzdesine (%6.29) sahip olduğu, diğer araştırmaların ağırlık yüzdelerinin ise bu iki değer arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Hesaplanan etki büyüklüğüne göre bir çalışma negatif (K.Şimşek, 2019), diğer 42 çalışmanın ise pozitif olduğu görülmektedir. Buna göre STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

#### Araştırmada Yer Alan Çalışmaların Yayın Türüne Göre Etki Büyüklüklerinin Karşılaştırılması

Meta-analize dahil edilen çalışmaların yayın türüne göre etki büyüklüklerinin karşılaştırılması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Yayın Türüne Göre Etki Büyüklüklerinin Karşılaştırılması

Yayın Türü	Etki Büyüklüğü İçin % 95 Güven Aralığı					Heterojenlik				
	N	Ortalama Etki Büyüklüğü	Alt Sınır	Üst Sınır	z	p	Etki Büyüklüğü Düzeyi	Q	df	P
Doktora	5	0.506	0.033	0.980	2.097	0.036	Orta			
Y. Lisans	32	0.681	0.184	1.178	2.687	0.007	Orta			
Makale	6	0.595	0.359	0.832	4.936	0.000	Orta			
Toplam	43	0.593	0.399	0.788	5.977	0.000	Orta	0.250	2	0.883

Tablo5’te yayın türlerinin ortalama etki büyüklüğü değerlerine göre makale olarak yayınlanan çalışmalar, 0.593 (güven aralığı 0.014-2.265,  $p < .05$ ) ile en büyük etki büyüklüğüne ve orta etki büyüklüğü düzeyine sahiptir. Yüksek lisans olarak yayınlanan çalışmalar, 0.681 (güven aralığı 0.018-2.265,  $p < .05$ ) en büyük etki büyüklüğü değeri ve orta etki büyüklüğü düzeyine sahipken; doktora tezi olarak yayınlanan çalışmalar 0.506 (güven aralığı 0.023-1.546,  $p < .05$ ) ile en küçük etki büyüklüğü değerine ve orta etki büyüklüğü düzeyine sahiptir. Çalışmaların yayın türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $Q_B=0.250; p > .05$ ). Çalışmanın yayın türünün doktora tezi, yüksek lisans tezi veya makale olması, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmemiştir.

#### Araştırmada Yer Alan Çalışmaların Örneklem Grubuna Göre Etki Büyüklüklerinin Karşılaştırılması

Meta-analize dahil edilen çalışmaların örneklem grubuna göre etki büyüklüklerinin karşılaştırılması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Örneklem Grubuna Göre Etki Büyüklüklerinin Karşılaştırılması

Örneklem Grubu	Etki Büyüklüğü İçin % 95 Güven Aralığı					Heterojenlik				
	N	Ortalama Etki Büyüklüğü	Alt Sınır	Üst Sınır	z	p	Etki Büyüklüğü Düzeyi	Q	df	P
Okul Önc.Öğr	13	0.282	0.093	0.472	2.921	0.003	Düşük			
İlkokul Öğr.	2	0.085	-0.332	0.503	0.400	0.689	Önemsiz			
Ortaokul Öğr.	20	0.796	0.469	1.124	4.462	0.000	Yüksek			
Üniv.Öğr.	7	0.730	0.290	1.169	3.253	0.001	Orta			
Toplam	42	0.400	0.261	0.540	5.624	0.000	Orta	11.542	4	0.021

Tablo6'da örneklem grubuna göre ortalama etki büyüklüğü değerlerine bakıldığında; ortaokul öğrencileri ile yapılan çalışmalar 0.796 (güven aralığı0.014-2.697;  $p<.05$ ) ile en büyük etki büyüklüğü değerine ve yüksek etki büyüklüğü düzeyine sahiptir. Üniversite öğrencileri ile yapılan çalışmalar, 0.730 (güven aralığı 0.014-1.985,  $p<.05$ ) etki büyüklüğü değeri ve orta etki büyüklüğü düzeyine sahiptir. Okul öncesi öğrencileri ile yapılan çalışmalar, 0.282 (güven aralığı 0,018-0,846,  $p<.05$ ) etki büyüklüğü değerine ve düşük etki büyüklüğü düzeyine sahiptir. Örneklem grubunun ilkökul öğrencileri olarak seçilen çalışmalar 0.085 (0,006 – 0.166,  $p>.05$ ) etki büyüklüğü değeri ve önemsiz etki büyüklüğü düzeyine sahiptir. Moderatör analizinde, alt grup sayısının 2-8 arasında olması gerektiğinden (Pincus ve diğerleri, 2011), örneklem grubu olarak öğretmenler ile yapılan bir çalışma analize dahil edilmemiştir. Çalışmaların uygulandığı örneklem grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $QB=11,542;p>.05$ ).Çalışmanın örnekleminin üniversite öğrencileri, ortaokul öğrencileri veya okul öncesi öğrencilerinden seçilmiş olması, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü değıştirmedığı belirlenmiştir.

#### Araştırmada Yer Alan Çalışmaların Örneklem Sayısına Göre Etki Büyüklüklerinin Karşılaştırılması

Meta-analize dahil edilen çalışmaların örneklem sayısına göre etki büyüklüklerinin karşılaştırılması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 7.** Örneklem Sayısına Göre Etki Büyüklüklerinin Karşılaştırılması

Örneklem Sayısı	Etki Büyüklüğü İçin % 95 Güven Aralığı						Heterojenlik			
	N	Ortalama Etki Büyüklüğü	Alt Sınır	Üst Sınır	z	p	Etki Büyüklüğü Düzeyi	Q	df	P
$1 \leq N \leq 24$	10	0.257	-0.041	0.554	1.689	0.091	Düşük			
$25 \leq N \leq 49$	22	0.612	0.386	0.838	5.305	0.000	Orta			
$50 \leq N$	11	0.830	0.351	1.308	3.399	0.001	Yüksek			
Toplam	43	0.525	0.357	0.694	6.107	0.000	Orta	5.249	2	0.072

Tablo 7'de örneklem sayısına göre ortalama etki büyüklüğü değerleri incelendiğinde; 50 ve üzeri ( $50 \leq N$ ) katılımcıyla yapılan çalışmalar 0.830 (güven aralığı 0.014-2,697,  $p<.05$ ) ile en büyük etki büyüklüğü değeri ve yüksek etki büyüklüğü düzeyine sahiptir. 25 ile 49 ( $25 \leq N \leq 49$ ) arası katılımcı ile yapılan çalışmalar, 0.612 (güven aralığı 0.018-2,265;  $p<.05$ ) etki büyüklüğü değeri ve orta etki büyüklüğü düzeyine sahiptir.1 ile 24 ( $1 \leq N \leq 24$ ) arası katılımcı ile yapılan çalışmalar 0.257 (güven aralığı 0.032-0.571;  $p>.05$ ) ile en küçük etki büyüklüğü değeri ve düşük etki büyüklüğü düzeyine sahiptir. Çalışmaların katılımcı sayısı istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır ( $QB=5.249;p>.05$ ). Çalışmalardaki uygulamalara katılan kişi sayılarının değışmiş olması, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü değıştirmedığı sonucuna ulaşılmıştır.

#### TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi meta analiz yöntemi ile araştırılması amaçlanmıştır. Bu sebeple STEM'in bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi ile ilgili araştırmalar taranmış ve belirlen kriterlere uygun olan 43 çalışma meta-analize dahil edilmiştir. Araştırmaya dahil edilen çalışmalardan elde edilen etki büyüklüklerinin normal dağılıp dağılmadığı MetaWin programı ile incelenmiş ve elde edilen etki

büyüküğü değerlerinin, normal dağılım doğrusu etrafında ve noktalarla iki çizgi ile belirtilen güven aralığı içerisinde olduğu ve dolayısıyla da normal dağılım gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun ardından meta-analiz çalışmalarının yayına dönüştürülmesinde kullanılacak olan ve yayın yanlılığı olup olmadığını gösteren huni grafiği (Dinçer, 2014) incelenmiştir. Huni saçılım grafiğine bakıldığında; meta-analize dahil edilen çalışmaların orta bölümde, etki büyüklüğünü gösteren dikey çizginin etrafında toplandığı tespit edilmiştir. Huni saçılım grafiğinin yanında, yayın yanlılığının olmadığı sonucuna, Orwin's Fail-Safe N değeri, Duval & Tweedie'nin kırp ve doldur yöntemi ile Egger testi sonuçları ile de ulaşılmıştır.

Araştırmaya dahil edilen 43 çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulan rastgele etkiler modeli ile STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Buna göre,  $Z=6.074$  olarak hesaplanmış ve  $p=0.000$  ( $p<.01$ ) ile istatistiksel bakımdan anlamlı çıkmıştır. Rastgele etkiler modeline göre, %95'lik güven aralığında çalışmaların etki değerleri, alt sınırı olan 0.404 ile üst sınır olan 0.789 aralığında hesaplanmıştır. Ortalama etki büyüklüğü değeri ise 0.639'dir ve Cohen'in sınıflandırmasına göre orta düzeyde ( $d=0.50-0.80$ ) ve Thaheimer'in sınıflandırmasına göre de  $0.40<d<0.75$  aralığında ve orta düzeydedir. Buna göre STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde 0.597 etki büyüklüğü ile pozitif yönde ve orta düzeyde etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç; beklenen bir sonuçtur. Çünkü STEM eğitiminin bir boyutu da bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesini sağlamaktır (Strong, 2013).

Araştırma sonucunda; bir çalışma dışında (Kavak, 2020), okul öncesi (Abanoz, 2020; Atik, 2019; Aydın, 2019; Behram, 2019; Gültekin, 2019; Kalyoncu, 2021; Öcal, 2018; Savaş, 2021; Kavak, 2020; Ünal, 2019; Ünal & Aksüt, 2021; Vurucu, 2019) ilkokul (Tabaru, 2017, Kavak, 2019), ortaokul (Akdağ, 2017; Akın, 2019; Bahşı, 2019; Çayır, 2010; Çimentepe, 2019; Doğan, 2019; F.Şimşek, 2019; İzgi, 2020; Kapan, 2019; Karademir, 2009; Kırtay, 2019, Koç, 2019; Köngül, 2019; Özdoğru, 2013; Özkul & Özden, 2020; Sağlamyürek, 2019; Tavukcu, 2008; Yılmaz, 2019; Yamak ve diğerleri, 2014), üniversite öğrencisi (Akçay, 2018; Alan, 2017; Bozkurt, 2014; Duygu, 2018; Gökbayrak, 2017; Özkızılıık & Cebesoy, 2020; Uysal, 2018) ve öğretmenler (Kale, 2019) ile yapılan çalışmalarda, gerek STEM (Abanoz, 2020; Alan, 2017; Atik, 2019; Aydın, 2019; Bahşı, 2019; Behram, 2019; Çimentepe, 2019; Doğan, 2019; Gökbayrak, 2017; Gültekin, 2019; İzgi, 2020; Kale, 2019; Kalyoncu, 2021; Kapan, 2019; Köngül, 2019; Öcal, 2018; Özkul & Özden, 2020; Savaş, 2021; Kavak, 2019; Tabaru, 2017; Taştan Akdağ, 2017; Ünal, 2019; Ünal & Aksüt, 2021) ve FeTeMM eğitiminin (Akçay, 2018; Akın, 2019; Bal, 2018; Duygu, 2018; F.Şimşek, 2019; Özkızılıık & Cebesoy, 2020; Uysal, 2018; Yamak ve diğerleri, 2014; Yılmaz, 2019) gerekse; bilgisayar destekli öğretim (Karademir, 2009; Koç, 2019; Tavukcu, 2008), bilim ve mühendislik uygulamaları (Bozkurt, 2014; Sağlamyürek, 2019; Vurucu, 2019), robotik uygulamalar (K.Şimşek 2019, Kırtay, 2019) ve lego ile desteklenmiş öğrenme (Çayır, 2010; Özdoğru, 2013) ortamının bilimsel süreç becerilerine olumlu etkisinin olduğu sonuçlara ulaşılmıştır.

Yapılan çalışmaların çoğunun sonucunda da STEM'in bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkisinin olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmalardan biri olan Herdem & Ünal'ın (2018), yaptığı meta-sentez çalışmasının sonucunda, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu sonuca benzer şekilde Christensen & Knezek (2017); Gülhan & Şahin (2016) ile Sullivan (2008), çalışmasını ortaokul öğrencileri ile yapmış ve STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Yamak ve diğerleri de (2014), ortaokul 5.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin FETEMM eğitimi ile arttığını tespit etmiştir. Benzer olarak, Cotabish ve diğerleri(2013), STEM uygulamaları ile ilkokul öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin olumlu yönde geliştiğini belirlemiştir. Bir başka çalışmada ise Strong (2013) mühendislik tasarım sürecinin ilkokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini rapor etmiştir. Yapılan pek çok araştırmada da mühendislik temelli öğretim uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği belirtilmiştir Bunlardan bazıları; Hutchinson (2002); Merrill, Custer, Daugherty, Westrick & Zeng(2008); Wendell& Lee'nin (2010), yaptığı çalışmalardır. Bu çalışmaların aksine bilimsel STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerini arttırmadığı çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birisinde; Choi& Hong (2013), çalışmada STEAM öğretim materyallerinin bilimsel bilgi, bilimsel süreç becerileri ve duyu alanına etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda STEAM öğretim materyallerinin ilköğretim öğrencilerinin bilimsel bilgi ve duygulanım alanlarını önemli derecede etkilerken, bilimsel süreç becerilerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır.

Araştırmada STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesinin yanında bu etkinin yayın türüne, araştırmanın örnekleme ve katılımcı sayısına göre değişip değişmediği analiz edilmiştir. Bu analizlerden ilki olan yayın türünün, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır (QB=0.2500; p>.05).Bir başka ifade ile çalışmanın yayın türünün doktora tezi, yüksek lisans tezi veya makale olması, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmemiştir. Bir diğer analizde STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisinin çalışmaların uygulandığı örneklem gruplarına göre istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı sonucu bulunmuştur (QB=11.542; p>.05). Dolayısıyla çalışmanın örnekleminin üniversite öğrencileri, ortaokul öğrencileri veya okul öncesi öğrencilerinden seçilmiş olması, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmedeği belirlenmiştir. Çalışmaların katılımcı sayısı da istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır (QB=5.249; p>.05). Çalışmalardaki uygulamalara katılan kişi sayılarının değişmiş olması, STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etki büyüklüğünü değiştirmemiştir. Sonuç olarak, meta-analize dahil edilen çalışmaların yayın türü, örneklem grupları ve örneklem büyüklüğünün farklı olması STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini değiştirmemiştir.

## **ÖNERİLER**

Günümüz teknoloji çağında aktif rol alabilmek ve 21. yüzyıl becerileri ile donatılmış, problem çözme, eleştirel düşünme, sorumluluk sahibi ve karar verme becerileri yüksek bireyler yetiştirmek önem arz etmektedir. Bu sebeple ülkeler çağa uygun eğitim modeli arayışındadır (MEB, 2017). STEM uygulamalarının öğrencinin bilimsel süreç becerileri ve problem çözme becerisinin geliştirilmesi ve öğretim programlarındaki pek çok beceriyi kazandıracağı düşünülmektedir (Keçeci ve diğerleri, 2017). Bu çalışmada da STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi meta-analiz yöntemi ile araştırılmıştır. Değişik olarak, yapılacak başka bir çalışmada,



yurtdışında yapılan çalışmalar da katılarak meta-analiz yapılabilir. STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkisinin dışında; akademik başarının, laboratuvar etkinliklerinin, sınıf seviyesinin ve farklı derslerin bilimsel süreç becerilerine etkisi de incelenebilir. Bilimsel süreç becerilerinin günlük hayatta etkisinin hangi düzeyde olduğu ile ilgili sürece dayalı gözlem ve inceleme yapılabilir. STEM eğitiminin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkili olması ve birbirini tamamlamaları sebebiyle, ikisinin daha etkili kullanılacağı bir eğitim sağlanması yönünde çalışmalar yapılabilir.

### **Etik Metni**

“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. Makale için etik kurul izni alınmasına gerek yoktur.

**Yazarların Katkı Oranı Beyanı:** Bu çalışmada birinci yazar %34, ikinci yazar %33 ve üçüncü yazar %33 oranında katkı sağlamıştır. Bu konuda çıkar çatışması yaratabilecek herhangi bir durumun olmadığı yazarlar tarafından beyan edilmiştir.

### **KAYNAKÇA**

- Abanoz, T. (2020). *STEM yaklaşımına uygun fen etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi.
- Akçay, S. (2018). *Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyonları üzerine etkileri*. (Yüksek lisans tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Akın, V. (2019). *FeTeMM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine ve meslek seçimlerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Atik, A. (2019). *STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi: 5 yaş örneği*. (Yüksek lisans tezi). Trabzon Üniversitesi.
- Aydın, T. (2019). *STEM uygulamalarının okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve bilişsel alan gelişimlerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi.
- Azizoğlu, N. & Dönmez, F. (2010). Meslek liselerindeki öğrencilerin bilimsel süreç beceri düzeylerinin incelenmesi: Balıkesir örneği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 79-109.
- Bagiati, A., Yoon, S. Y., Evangelou, D. & Ngambeki, I. (2010). Engineering curricula in early education: Describing the landscape of open resources. *Early Childhood Research ve Practice*, 12(2), 1-15.
- Bahşi, A. (2019). *STEM etkinliklerinin 8.sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi.
- Bal, E. (2018). *FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) etkinliklerinin 48-72 aylık okul öncesi çocuklarının bilimsel süreç ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.

- Beers, S. Z. (2013). *21st century skills: Preparing students for their future. STEM: Science, technology, engineering, math*. Retrieved April 20, 2021 from [https://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st\\_century\\_skills.pdf](https://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st_century_skills.pdf)
- Behram, M. (2019). *STEM eğitiminin okul öncesi dönemi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*, (Yüksek lisans tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Bagiati, A. & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: The teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112-128. doi:10.1080/1350293X.2014.991099.
- Bozan, M. A. & Anagün, S. Ş. (2019). Sınıf öğretmenlerinin STEM odaklı mesleki gelişim süreçleri: Bir eylem araştırması. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9(1), 279-313. doi: 10.18039/ajesi.520851
- Bozdoğan, A. E., Taşdemir, A. & Demirtaş, M. (2006). Fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 23-36.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Büyüktaşkapu, S. (2010). *6 yaş çocuklarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bir bilim öğretim programı önerisi*. (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A. & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Choi, Y. & Hong, S.H., (2013). The Development and Application Effects of STEAM Program about 'World of Journal of Education and Practice Small Organisms' Unit in Elementary Science. *Elementary Science Education*, 32(3), 361-377.
- Christensen, R. & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(1), 1- 13.
- Cohen, L. M., & Manion, L. (2001). Research methods in education, 6. consensus study. *BMC Medical Research Methodology*, 11(14). doi: 10.1186/1471-2288-11-14
- Cotabish, A. Dailey, D., Robinson, A. & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215- 226.
- Çayır, E. (2010). *Lego-logo ile desteklenmiş öğrenme ortamının bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerine etkisinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.

- Çorlu, M. S. & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula yayıncılık.
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (Science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Demir, M., Güder, O., & Akgün, A. (2020). Investigation of the effect of gender on technological pedagogical content knowledge in the theses done in turkey: a meta-analysis study. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 5(11), 228-264.
- Dinçer, S. (2014). *Uygulamalı meta analiz*. Ankara: Pegem Akademi.
- Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi*. (Doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi.
- Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. In *6th biennial international conference on technology education research* (Vol. 10).
- Duygu, E. (2018). *Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalıklarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi.
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M. & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *Bmj*, 315(7109), 629-634.
- English, L. D. & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14). doi: 10.1186/s40594-015-0027-7.
- Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y. & Moore, T. J. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222.
- Gülhan, F. & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13 (1), 602-620.
- Gültekin, S. (2019). *Okul öncesinde eğitimde drama temelli erken STEM programının bilimsel süreç ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Academic press.
- Herdem, K. & Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48), 145-163.
- Hutchinson, P. (2002). Children designing ve engineering: Contextual learning units in primary design ve technology. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 122-145.
- İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yüksek lisans tezi), Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.

- Kale, S. (2019). *STEM uygulamalarının okul öncesi öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi.
- Kalyoncu, T. (2021). *60-72 aylık çocukların bilimsel süreç becerilerine STEM-A etkinliklerinin etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Kapan, G. (2019). *Bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin fen ve teknoloji dersi elektrik ünitesindeki akademik başarı düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Karademir, A. (2009). *7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik devreleri ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarı, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Karasu, N. (2009). Otizmden etkilenmiş bireylerde sosyal ve iletişim becerilerini arttıran yöntemlerin delile dayalı yöntem olarak belirlenmesi: bir meta-analiz örneği. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(3), 713-739.
- Kavak, Ş. (2020). *STEM eğitime dayalı etkinliklerin okul öncesi çocukların temel bilimsel süreç becerilerine etkisi*. (Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi.
- Kavak, T. (2019). *STEM uygulamalarının 4. sınıf öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi.
- Keçeci, G., Alan, B. & Kirbağ Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1-17.
- Kırtay, A. (2019). *Fen eğitiminde robotik uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve fen eğitimine yönelik motivasyonlarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi.
- Koç, N. (2019). *Tasarım temelli fen eğitiminde BİLTEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine, FeTeMM meslek ilgilerine ve STEM tutumlarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi.
- Köngül, Ö. (2019). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının 6.sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Maltese, A. V. & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/09500690902792385>
- Merrill, C., Custer, R. L., Daugherty, J., Westrick, M. & Zeng, Y. (2008). Delivering core engineering concepts to secondary level students. *Journal of Technology Education*, 20(1), 48-64.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2009). Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. *The National Academies Press*. Retrieved from <https://doi.org/10.17226/12635>

- Olkin, I. (1996). Meta-analysis: current issues in research synthesis. *Statistics in Medicine*, 15(12), 1253-1257.
- Orwin, R. G. & Vevea, J. L. (2009). Evaluating coding decisions. In H. Cooper, L. V. Hedges, & J. C. Valentine (Eds.), *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (pp. 177-203). Russel Sage Foundation
- Öcal, S. (2018). *Okul öncesi eğitime devam eden 60-66 ay çocuklarına yönelik geliştirilen STEM programının çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi.
- Özdoğru, E. (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Özkan, B. (2015). *60-72 aylık çocuklar için bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi ve beyin temelli öğrenmeye dayanan fen programının bilimsel süreç becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Özkızılcık, M. & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 33(1), 177-203.
- Özkuş, H. (2021). *İlkokul öğrencilerinin fen kariyer bilinçlerinin ve bilimsel süreç becerilerinin bütünleştirilmiş STEM eğitimi yoluyla geliştirilmesi: Bir eylem araştırması* (Doktora Tezi). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.
- Özkuş, H. & Özden, M. (2020). Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM meslek ilgilerine etkisinin incelenmesi: Bir karma yöntem araştırması. *Eğitim ve Bilim*, 45(204), 41-63.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi.
- Pincus, T., Miles, C., Froud, R., Underwood, M., Carnes, D. & Taylor, S. J. (2011). Methodological criteria for the assessment of moderators in systematic reviews of randomised controlled trials: A consensus study. *BMC medical research methodology*, 11(1), 1-14.
- Raj, R. G. & Devi, S. N. (2014). Science Process Skills and Achievement in Science Among High School Students. *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies*, 2(15), 2435-2443.
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G. & Cotabish, A. (2014). The effects of a science focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 189-213.
- Rosenberg, M. S., Adams, D. C., & Gurevitch, J. (1997). *MetaWin: statistical software for meta-analysis with resampling tests*. Sinauer Associates.
- Sağlam, M. & Yüksel, İ. (2007). Program değerlendirmede meta-analiz ve meta-değerlendirme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(18), 175-188.
- Sağlamyürek, B. (2019). *Fen mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve çevresel tutum düzeylerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

- Sarıcan, G. (2017). *Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Savaş, Ö. (2021). *Erken çocukluk döneminde bulunan çocuklara yönelik geliştirilen STEM eğitim uygulamalarının bölümsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi.
- Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science processs kill stthrough engineering designın struction* (Doctoral dissertation). Hofstra University.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and scienceliteracy: Thinking skills, science processs kills and system sunder standing. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373–394.
- Şimşek, F. (2019). FeTeMM Etkinliklerinin Öğrencilerin Fen Tutum, İlgi, Bilimsel Süreç Becerileri Üzerine Etkisi ve Öğrenci Görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 654-679.
- Şimşek, K. (2019). *Fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temellietkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi* (Yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Taştan Akdağ, F. (2017). *STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisi*. (Doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Tavukcu, F. (2008). *Fen eğitiminde bilgisayar destekli öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayar kullanmaya yönelik tutuma etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.
- Thalheimer, W. & Cook, S. (2002). How to calculate effectsizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*, 1, 1-9.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). Theeffect of integrative STEM instruction on elementary students' attitude stoward science. *EurasiaJournal of Mathematics, Scienceand Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J. & Chen W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal Technology Design Education*, 23(1), 87-102.
- Tuncer, M. & Dikmen, M. (2018). Öğretmen adaylarının bilgi okuryazarlık öz-yeterlikleri ve mesleğe yönelik tutumları. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(66), 310-325.
- Uysal, E. (2018). *Tasarım temelli FeTeMM (fen, teknoloji, matematik ve mühendislik) etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeylerine bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Uşak Üniversitesi.
- Ünal, M. (2019). *4-6 yaş okul öncesi çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*, (Yüksek lisans tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Ünal, M. & Aksüt, P. (2021). 4-6 yaş çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 5(1), 109-134.

- Vurucu, C. (2019). *Erken çocukluk döneminde bilim ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, karar verme ve problem çözme becerilerine etkisi.* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Wendell, K., & Lee, H. S. (2010). Elementary students' learning of materials science practices through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Education and Technology, 19*(6), 580–601.
- Wieselmann, J. R., Roehrig, G. H., & Kim, J. N. (2020). Who succeeds in STEM? Elementary girls' attitudes and beliefs about self and STEM. *School Science and Mathematics, 120*(5), 297-308.
- Yamak, H., Bulut, N. & DüNDAR, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34*(2), 249-265.
- Yılmaz, A.,E., (2019). *FeTeMM uygulamalarının ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Yök-Dünya Bankası. (1997). *Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.* MEB.