



The Effect of STEM Education on K-12 Students' Career Interest: A Systematic Review¹

ARTICLE TYPE	Received Date	Accepted Date	Published Date
Review Article	04.10.2022	11.19.2022	03.23.2023

Şeyma Irmak ²
Amasya University

Fitnat Kaptan ³
Hacettepe University

Abstract

This research aims to examine the effect of STEM education on students' career interest in STEM fields by systematic review (SR) method. For this purpose, Google Academic, Web of Science, Springer Link, SCOPUS, SCIRP, ProQuest, ERIC, EBSCO, and DOAJ databases were searched in Turkish and English. For the Turkish search ("FeTeMM|FeTeMM eğitimi*" VE "deneysel çalışma|desen*"), for the English search ("STEM|STEM education*" AND "experimental study|design*") codes were created. It is aimed to reach studies conducted with quasi or real experimental design at K-12 education level between 2011-2021. PRISMA 2020 checklist, which was prepared to reduce the risk of bias in SR research, was utilized. As a result, four studies were found that match the criteria. These studies were carried out on students in the 11-13 age groups between 2017 and 2021. In all research, the effectiveness of STEM education was compared with the constructivist approach applied in control groups. It has been understood that STEM education is applied to physics subjects within the scope of science. In three studies, STEM education has a significant effect on students' career interests in STEM fields, but only one study did not have this significant effect. To discover more about how STEM education affects students' interest in STEM careers, more study is required.

Keywords: Career interest, database search, systematic review, STEM education, STEM professions

Citation: Irmak, Ş., & Kaptan, F. (2023). The effect of STEM education on K-12 students' career interest: A systematic review. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 56(1), 409-437. <https://doi.org/10.30964/auebfd.1101201>

¹This study is derived from the dissertation completed by the first author under the supervision of the second author.

²Corresponding Author: Res. Asst., Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Department of Science Education, E-mail: seyma.bardak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3831-8244>

³Prof. Dr., Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Department of Science Education, E-mail: fitnat@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-8498-729X>

America made a strategic change in their education policy by including STEM approaches in the science curriculum because of some problems such as America lags behind many European and Asian countries in PISA results; women tend to STEM professions at lower rates than men; the rate of minorities tending to STEM professions is low (Beede et al., 2011; NACME, 2010; OECD, 2009). In the report of The President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST) (2010) which is "Prepare and Inspire: K-12 Science, Technology, Engineering and Math (STEM) for America's Future", it has been mentioned that STEM education has a critical role not only for America but also for the future of all nations that want to find a place and gain power in global competition. The National Research Council (NRC) (2013) and The International Council of Associations for Science Education (ICASE) (2013) also emphasized that individuals should be trained in STEM disciplines early to be qualified, quickly adapt to the new world order, have problem-solving skills, and produce innovative ideas through collaborative work. The answer to the STEM question varies according to the situation and perspective (Breiner et al., 2012). Finding solutions to issues in the actual world is the goal of STEM education, also known as the integration of science, technology, engineering, and mathematics disciplines (Green, 2007; National Science Board, 2007; Xie et al., 2015). With this approach, beyond acquiring knowledge and skills of each discipline, higher-order thinking skills such as complex problem-solving, critical thinking, and creativity are developed (Murphy et al., 2019). For these reasons, not only America but also many countries that want to gain power and participate in global competition have included STEM education in their curriculum (Ball et al., 2019; Burke & Mattis, 2007; Wladis et al., 2015). Therefore, one of the most discussed and studied topics in recent years has been STEM and its reflections on the future.

Following up on recent research and evaluating the results of each study from the past to the present may make it difficult to understand the current situation relating to how STEM education affects students. For this reason, SRs and meta-analysis research that summarize STEM education research can be necessary. On Web of Science, although there are 110 results in the search with the code TS = "STEM education" AND AB = SR" (TS;Topic, AB:Abstract) and 34 results in the search with the code TS = "STEM education" AND AB = meta-analysis," no SR or meta-analysis research has been found on the career interest of individuals in STEM fields, which is one of the main goals of STEM education. Therefore, determining the effect of STEM education on the career interest of individuals towards STEM professions with a SR will be a guide in assessing the current situation and shed light on future research.

The Aim of the Research

In this study, using a SR methodology, the impact of STEM education on students' interest in STEM careers is being investigated. The research questions are as follows:

1. What is the distribution of the descriptive information about the research included in the SR?

2. In the research included in the SR, what is the statistical significance level distribution for the effect of STEM education on students' career interest in STEM fields?

Method

This research is a SR. A specialized process known as a SR finds existing research, chooses and assesses contributions, analyzes and synthesizes data, and publishes the evidence to allow for reasonably unambiguous judgments about what is and is not known (Denyer & Tranfield, 2009). If a review is founded on a defined subject, identifies pertinent research, evaluates its caliber, and synthesizes the data using a specific technique, it is said to be systematic (Khan et al., 2003).

Data Collection

In this SR research, which was conducted to question the effect of STEM education on students' career interests in STEM professions, brainstorming was conducted on which databases should be searched. Then, well-known databases that everyone can easily access were selected. These are Google Scholar, Web of Science, Springer Link, SCOPUS, SCIRP, Proquest, ERIC, EBSCO, and DOAJ. In addition, to reach more research, the references of the potential research that can be included in the review were searched with the backward snowballing search method.

This study was conducted as a part of a doctoral thesis that used the meta-analysis method on STEM education and its effects. This thesis focused on more than one area of the effect of STEM education. So, inclusion criteria were designated in two-phased. First, the databases were searched following primary criteria. Then, research that matched the primary criteria was examined following secondary criteria.

Primary Criteria

The primary criteria are as follows;

1. The publication year of the research must be between January 2011 and December 2021.
2. The publication language must be Turkish or English.
3. The study focused on STEM education must conduct with experimental designs.

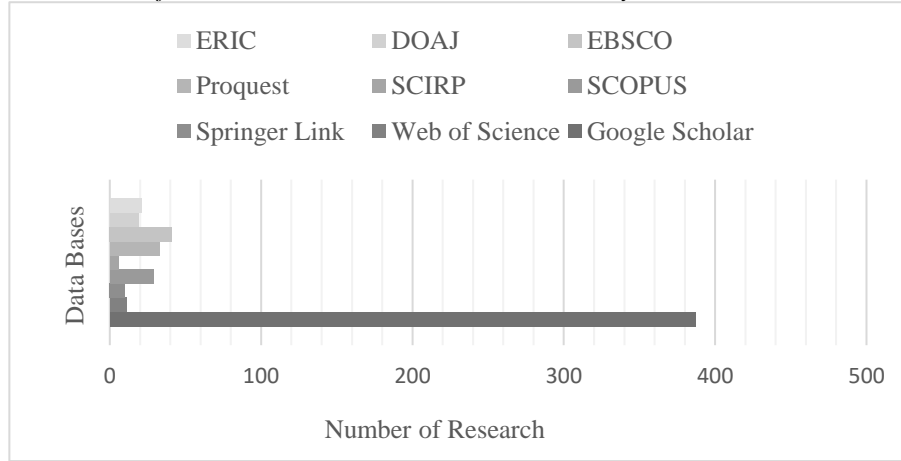
Google Scholar was searched as a pilot before the primary criteria were designated. This search played an active role in establishing the primary criteria. As a result, it was seen that STEM research started to appear in the literature in 2011. There is always language bias in SR research. To reduce this bias and to obtain more information on the subject by accessing more research, it was deemed appropriate to search in Turkish as well as the common language English.

Moreover, it was desired to reach experimental research because the effect of STEM education on some variables was investigated. Based on these criteria,

(“STEM|STEM education*” AND “experimental study|design*”) for English searching codes and “(FeTeMM|FeTeMM eğitimi*” VE “deneysel çalışma|desen*”) for Turkish searching codes were created. These codes were written in the section on the advanced search of the designated databases and started to search. First, the research title, abstract, and keywords were examined to match the primary criteria. Then, research that matched the primary criteria was added to Filter 1 Table, which consists of the authors’ names, publication year, and experimental design types columns. A total of 557 pieces of research were found and added to the Filter 1 Table (see Figure 1).

Figure 1

Distribution of 557 Studies Reached in the First Search by Databases



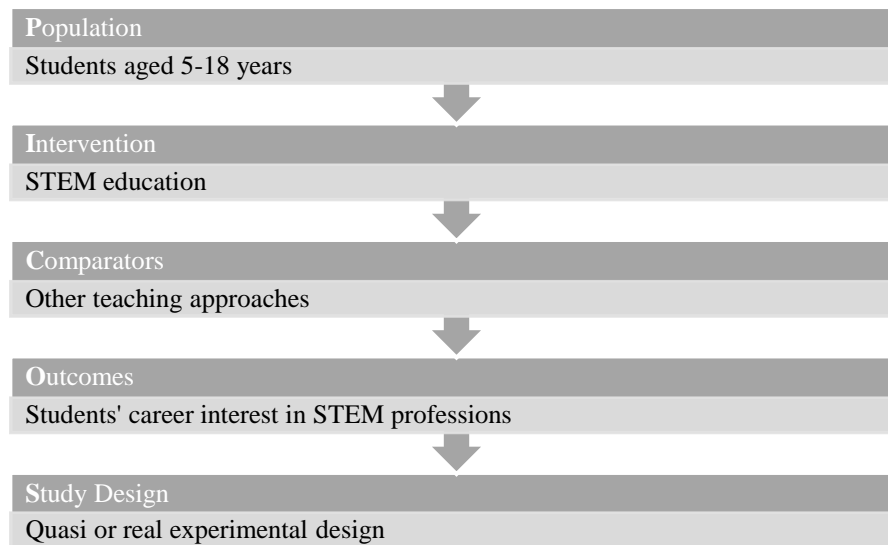
To make sure to complete all study that matches the criteria, Google Scholar, the data source with the most articles, was searched twice by a researcher. The search of the databases ended on 01 January 2022, and the process took eight months.

Secondary Criteria

The creation of secondary criteria is the stage in which the research problem is determined. In this process, PICOS, which helps to determine the research problem clearly in meta-analysis and SR, was used. PICOS is an English abbreviation and consists of population, intervention, comparators, outcomes, and study designs (Lichtenstein et al., 2008; Richardson et al., 1995; Rossini et al., 2014; Wieseler & McGauran, 2010). In Figure 2, the classification of the secondary criteria of the study according to PICOS is given.

Figure 2

Classification of Secondary Criteria of the Study According To PICOS



In addition to the criteria in PICOS, the secondary criteria are as follows;

1. The STEM education intervention should have been applied only to the experimental group.
2. The steps of STEM education applied in the experimental group should be explained in detail.

The studies conducted with a quasi or real-experimental design type provide more information than research conducted with a pre-experimental design type. In addition, studies conducted with pre-test-post-test on a single group without a control group are considered to have low scientific values compared to research conducted with a quasi or true-experimental design. In SR research, it is critical to determine the research quality. Therefore, studies conducted with a strong experimental design type were included in this review. In addition, since STEM education is thought to be more meaningful in determining the interest in STEM professions of students who have not yet chosen their careers, research conducted with students in the 5-18 age group in the sample group from pre-school education level to university education level were included in the review. Everything except the primary and secondary criteria is exclusion criteria.

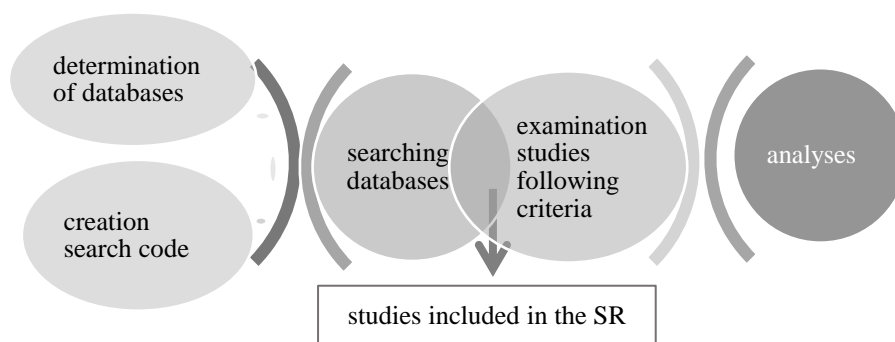
A researcher examined five hundred fifty-seven studies in Filter 1 Table following the secondary criteria. First, research that matched the secondary criteria was added to the Filter 2 Table, which consists of the authors' names, publication

year, experimental design types, measured variables, and explanation columns. Then these studies' references were searched by a backward snowballing method. Eventually, four pieces of research were found.

The first author carried out the process with the guidance of the second author. To determine the reliability of the search, forty research were selected randomly from the Filter 1 Table and examined by the second author following the primary and secondary criteria. Concordance rates among authors are 95 percent. The research process is given in Figure 3. It took four months to examine the studies following the secondary criteria.

Figure 3

Research Process



Ethical Committee Approval

This systematic review does not require an ethics committee decision.

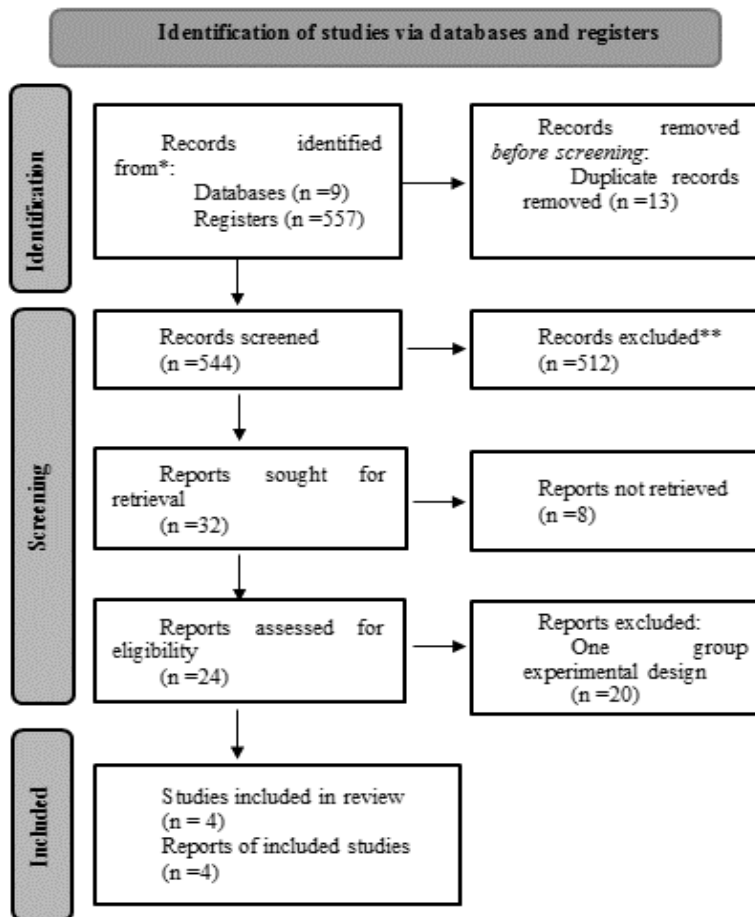
Analysis of Data

The descriptive content analysis method employed in SR research was used to analyze the data. Descriptive content analysis is based on the interpretation of how the data of the research that match the determined criteria are handled by the researchers and the detailed examination of the trend over time (Bellibaş, 2018).

Findings

There are some checklists used to prevent bias in SR research. Some of the most well-known are ASMAR, PRISMA, and JBI checklists. In this research, the PRISMA checklist was used. At the same time, the PRISMA flowchart showing the whole search process is presented in Figure 4.

Figure 4
The PRISMA Flow Chart



It was realized that there was enough experimental research investigating the effects of STEM education on various variable for meta-analysis after the Filter 1 Table were examined. The number of experimental research examining the effect of STEM education on career interest in STEM fields is twenty-four in total, as in Figure 3. A significant part of this research was conducted with one group pretest-posttest experimental design, which was out of the criteria (Chen et al., 2020; Knezek et al., 2013; Mohd Shahali et al., 2019; Smith & Tyler Wood, 2020; Vela et al., 2018). That is why these studies were accepted as exclusion criteria. In addition, some STEM research conducted in the USA was not included in this review since they do not share

enough information about how the process is implemented and that measures of career interest are measured with a nationwide general exam (Castleman et al., 2018; Young et al., 2019). In line with the determined criteria, the number of research examining the effect of STEM education on students' career interest in STEM professions is four. Initially, a meta-analysis could be done with at least two research. Based on participant categories, interventions, or exposures, there is no restriction on the research's ability to be similar from a statistical standpoint. However, we need to consider the diversity of research in these respects for the analysis to be meaningful (Borenstein et al., 2009). For this reason, four pieces of research were critically analyzed and systematically reviewed. These studies are presented in Table 1.

Table 1

The Studies Included in This SR

Authors	Year	Design	School Level
Panayiotou & Eteokleous-Grigoriou	2017	quasi-experimental research pretest-posttest with control group	5th
Tati, Firman, Riandi & Permanasari	2019	quasi-experimental research pretest-posttest with control group	8th
Kurt & Benzer	2020	quasi-experimental research pretest-posttest with control group	6th
Gündüz Bahadır & Özey Köse	2021	quasi-experimental research pretest-posttest with control group	6th

The research was analyzed to extract information about the year of publication, age of the sample group, teaching approaches, p-values, etc. The results are grouped under two headings.

The Distribution of The Descriptive Information of The Research Included in The SR

There needs to be more than the number of research to generalize. So, the information about the research was presented separately instead of being calculated as a percentage.

The research included in the review was conducted between 2017 and 2021. Two of the four pieces of research were conducted in Turkey, one in Northern Cyprus, and the other in Indonesia. The age range of students in the sample group is 11-13, which shows that the research was generally conducted at the middle school level. STEM practices were applied in the experimental groups, and the current countries' curricula based on the constructivist approach were applied in the control groups. In addition, these approaches were implemented in the fields of physics within the scope of the science discipline in all research included in the review, while in one study only in the fields of chemistry and biology. While the subjects of physics are light, energy, electricity, force, and motion, the subject of biology is the systems in our body, and

the subject of chemistry is the particulate structure of matter. This information is presented in Table 2.

Table 2

Descriptive Information of the Studies Included in the SR

Authors	Year	Age	Subject	Teaching Approaches		Duration (Lesson hour)
				Control Group	Experimental Group	
Panayiotou & Eteokleous-Grigoriou	2017	11	Light	C Constructivist Approach	Robotic- STEM	10
Tati, Firman, Riandi & Permanasari	2019	13	Energy	Constructivist Approach	Project Based STEM	4
Kurt & Benzer	2020	12	Electric	Constructivist Approach	STEM	32
Gündüz Bahadır & Özey Köse	2021	12	Force and Motion – Particulate Structure of Matter-Systems in our Body	Constructivist Approach	STEM	56

The Statistical Significance Level Distribution for The Effect of STEM Education on Students' Career Interest in STEM Fields in The Research Included in The SR

In two of the studies, the attitude scale towards STEM was used, and career interest in STEM professions was measured through the sub-dimensions of this scale. The other two pieces of research used scales explicitly developed to determine STEM career interests. When the statistical data of all research were examined, it was determined that the common value was the p-significance level value. For this reason, the p-significance value was used to statistically determine the effect of STEM education on students' career interest in STEM professions (see Table 3).

Table 3

Statistical Information of Studies Included in the SR

Authors	Year	z/t	p
Panayiotou & Eteokleous-Grigoriou	2017	not shared	.05<
Tati, Firman, Riandi & Permanasari	2019	$t = 4.179$.05>
Kurt & Benzer	2020	$t = -2.453$.05>
Gündüz Bahadır & Özey Köse	2021	$z = -5.293$.05>

$p < .05$

In the research included in the SR, the effect of STEM education on students' career interest in STEM professions is 75% significant. In the study of Kurt and Benzer (2020), students' interest in STEM professions was examined separately as professions in science, technology, engineering, and mathematics. It has been determined that STEM education creates a career interest in science, mathematics, and technology professions. In other words, STEM education did not affect students' career interest in engineering. Among all the research included in the review, only Panayiotou and Eteokleous-Grigoriou (2017) did not find a significant effect.

In some research included in the review, the average effect size could not be calculated due to insufficient data sharing and the small number of research. Therefore, the level of career interest effect of STEM education on students' STEM professions could not be interpreted.

Discussion, Results and Suggestions

The world order is turning into a more competitive environment over time. It will be inevitable for every country to take part in this competition. Every country with well-equipped individuals who can adapt to the current situation and the conditions of the future, who can think innovatively, analytically, and creatively to develop these conditions, and who can apply what they think will be ahead of other countries in the global competition. Therefore, this qualification is essential for the welfare of a country. It is also crucial with which teaching approaches the desired qualified individuals are trained. For the last 20 years, reports have been published, and research has shown that this qualification will be possible with STEM education. The main reason for this belief is that each discipline that has been taught separately until now is integrated thanks to STEM education. Only in this way will individuals be able to make sense of the disciplines they learn at school with each other, evaluate the problems they encounter in daily life in an integrated manner, and produce more accessible and more effective solutions. For these reasons, it is believed that providing pupils with a strong STEM education is essential to their long-term success (Stohlmann et al., 2020).

The number of people choosing STEM fields has decreased recently, according to a lot of research (White & Tesfaye, 2014; Bottia et al., 2015; Halim & Meerah, 2016). This will affect both the qualification status of individuals and current and future global competition. In addition, the lack of staffing working in these areas may pose a problem in meeting the needs of human beings. Based on all these considerations, PCAST (2010), National Research Council (2013), and ICASE (2013) emphasize that it would be beneficial to expand the perceptions of individuals who have yet to make a career choice in these areas. Because individuals' interests in STEM professions may be affected by their perceptions of their potential careers (Harackiewicz et al., 2012; Song & Glick, 2004), in this SR, the effect of STEM education on students' career interest in STEM professions between the years 2011-2021 was examined. The most surprising result in the process is that only four studies were conducted in the quasi or true-experimental design aimed at creating career

interest in STEM professions, which is one of the aims of STEM education. Considering that the publication year range, one of the search criteria, is 2011-2021, four pieces of research have been conducted with one of the quasi or true-experimental design types in such an extended period. This low number may be because research conducted with a pre-experimental design type was determined as exclusion criteria. Another extraordinary situation is that these studies were carried out between 2017 and 2021, that is, in recent years. However, it is possible to come across much research on STEM education, which has been one of the popular topics of educational research for almost a decade, and its future reflections. Surprisingly, research conducted with a quasi or true-experimental design has been carried out in recent years. Therefore, determining students' interests in STEM professions and following their career choices before making a career choice can be a guide in revealing the relationship between these two situations.

In the research included in the review, STEM education was frequently applied to physics subjects in science. However, a criterion for science discipline was not added while searching. Research in other disciplines that make up STEM education was also considered, but no research suitable for the criteria was found. This shows that science is the discipline where STEM education is most widely used. However, this situation may affect students' perception and development of STEM education. Therefore, this approach should also be applied in the courses of other disciplines so that STEM education can maintain its holistic approach. Thus, individuals contribute to forming and developing career interests in STEM professions (National Research Council, 2013). Another criterion that should be emphasized is the age range of the research sample group included in the review. While determining the inclusion criteria of this study, it was necessary to focus on the group of students who did not complete their career choice. For this reason, research carried out at K-12 levels was sought. In the literature, some research does not meet the pattern-type criteria of this review study, but that investigate the career interest of secondary and high school students in STEM professions after STEM education (Christensen et al., 2015; Kitchen et al., 2018). However, the sample group of the limited number of research suitable for the criteria included in the review is in the 11-13 age group, that is, at the secondary school education level. Research conducted with a quasi or true-experimental design type with sample groups from every education level will provide more information about the relationship between STEM education and career interest.

When the statistical results of the studies included in the review are reviewed, it has been found that STEM education generally has a beneficial impact on the career interest of 11–13-year-old pupils in STEM professions. This is in line with the research results conducted with a pre-experimental design type (Musko, 2020; Smith & Tyler Wood, 2020; Yoon et al., 2020). In addition, the scale items that determine the career interest of the research included in the review for STEM professions are “I want to be a design specialist or technician of vehicles such as ships, aircraft, cars”, “I want to work in the development of renewable energy resources” and “I want to work in the electricity generation sector” (Gündüz Bahadır & Özay Köse, 202; Kurt

& Benzer, 2020;Tati et al., 2019). Therefore, developing and using more inclusive and introductory scales about STEM professions may be beneficial because comprehensive predictors and strong STEM education indicate future career choices (Martin-Hansen, 2018).

There is a need for more research conducted with a strong experimental design type to obtain more statistical information and to determine and evaluate the effect of STEM education on students' career interests.

In this SR, the databases the researchers determined were searched with the scan codes created. Searched databases are available to everyone. The generated search codes are shared in the article. Aside from the content and features of the forms prepared and used by the researchers in the process are also shared in the article. No funding was received from any institution for this research.



FeTeMM Eğitiminin Öğrencilerin Kariyer İlgisine Etkisi: Sistematik Derleme¹

MAKALE TÜRÜ	Başvuru Tarihi	Kabul Tarihi	Yayın Tarihi
Derleme Makalesi	10.04.2022	19.11.2022	23.03.2023

Şeyma Irmak ²
Amasya Üniversitesi

Fitnat Kaptan ³
Hacettepe Üniversitesi

Öz

Bu araştırmanın amacı FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisini sistematik derleme yöntemiyle incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, araştırmacılar tarafından belirlenen Google Akademik, Web of Science, Springer Link, SCOPUS, SCIRP, Proquest, ERIC, EBSCO, DOAJ veri tabanları Türkçe ve İngilizce olmak üzere iki dilde taranmıştır. Türkçe tarama için (“FeTeMM|FeTeMM eğitimi*” VE “deneysel çalışma|desen*”), İngilizce tarama için (“STEM|STEM education*” AND “experimental study|design*”) kodu oluşturulmuştur. Tarama kodları aracılığıyla 2011-2021 yılları arasında yayınlanmış, örnekleme okul öncesi de dahil olmak üzere ilkökul, ortaokul ve lise eğitim düzeylerinden birinde ön-test son-test kontrol gruplu yarı ya da gerçek deneysel desen ile yürütülmüş araştırmalara ulaşmak hedeflenmiştir. Tüm süreçte, sistematik derleme araştırmalarında yanlılık riskini azaltma amacıyla kullanılan PRISMA 2020 kontrol listesinden yararlanılmıştır. Ölçütlere (kriterlere) uygun dört araştırmaya ulaşılmıştır. Araştırmalar 2017-2021 yılları arasında 11-13 yaş grubu öğrenciler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tüm araştırmalarda FeTeMM eğitiminin etkililiği kontrol gruplarında uygulanan yapılandırıcı yaklaşım ile karşılaştırılmıştır. Derlemeye dahil edilen araştırmalarda genellikle FeTeMM eğitiminin fen bilimleri kapsamında fizik konuları üzerinde uygulandığı anlaşılmıştır. Ayrıca, FeTeMM eğitimi öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönelik kariyer ilgisini oluşturmada anlamlı bir etkiye sahipken, sadece bir araştırmada bu anlamlı etkinin olmadığı saptanmıştır. FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisi hakkında daha çok bilgi edinebilmek için daha fazla araştırmaya gereksinimin olduğu düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: FeTeMM eğitimi, FeTeMM meslekleri, kariyer ilgisi, veri tabanı taraması, sistematik derleme

¹Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürütülen doktora tezinden üretilmiştir.

²*Sorumlu Yazar:* Arş. Gör., Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, E-posta: seyma.bardak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3831-8244>

³Prof. Dr., Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, E-posta: fitnat@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-8498-729X>

Amerika'nın PISA sonuçlarının birçok Avrupa ve Asya ülkesinden düşük olması, hem kadın yurttaşlarının erkek yurttaşlarına göre hem de azınlık yurttaşlarının daha düşük oranlarda FeTeMM mesleklerine yönelmesi gibi sorunlardan dolayı eğitim politikasında stratejik bir değişiklik yaparak öğretim programının her kademesine FeTeMM eğitimini dahil etmiştir (Beede ve diğ., 2011; OECD, 2010; NACME, 2010). Ayrıca "Prepare and Inspire: K-12 Science, Technology, Engineering and Math (STEM) for America's Future" The President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST) (2010) raporunda STEM eğitiminin sadece Amerika için değil; küresel rekabette yer ve güç edinmek isteyen tüm ulusların geleceği için önemli bir role sahip olduğuna değinmiştir. The National Research Council (NRC) (2013) ve The International Council of Associations for Science Education (ICASE) (2013) de yeni dünya düzenine kolaylıkla uyum sağlayan, sorun çözme becerisine sahip olan, işbirlikçi çalışmalarla yenilikçi fikirler üreten nitelikli bireyler yetişmesi için bireylerin küçük yaşlardan itibaren FeTeMM disiplinlerine göre eğitilmesi gerektiği çağrısında bulunmuştur. Sözü edilen FeTeMM'in ne olduğu sorusunun yanıtı çeşitli durum ve bakış açısına göre değişkenlik gösterse de (Breiner ve diğ., 2012) birçok araştırmacı ve kuruluş tarafından en basit tanımıyla gerçek yaşamdaki sorunlara çözüm bulmak amacıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünlük şeklinde öğretilmesini belirtmektedir (Green, 2007; National Science Board, 2007; Xie ve diğ., 2015). FeTeMM eğitimi her bir disipline ait bilgi ve becerilerin kazanılmasının yanı sıra kompleks problem çözme, neden sonuç ilişkisi kurma ve anlam çıkarma, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesini de sağlar (Murphy ve diğ., 2019). Bu ve bunun gibi nedenlerden dolayı sadece Amerika değil, güç elde etmek ve küresel rekabette yer edinmek isteyen birçok ülke öğretim programına FeTeMM eğitimini dahil etmiştir (Ball ve diğ., 2019; Burke ve Mattis, 2007; Wladis ve diğ., 2015). Dolayısıyla, son yılların en çok tartışılan ve çalışılan konularından biri FeTeMM ve onun geleceğe yönelik yansımaları olmuştur.

Güncel araştırmaları izlemek ve geçmişten günümüze kadar yapılan her araştırmanın sonucunu ayrı ayrı değerlendirmek, FeTeMM eğitiminin etkilerine yönelik varolan durumu görmeyi zorlaştırabilir. Bu nedenle FeTeMM eğitimi ve etkilerini özetleyen sistematik derleme ve meta-analiz araştırmalarına gereksinim duyulmaktadır. Web of Science üzerinden TS = "STEM education" AND AB = systematic review" kodu (TS;Topic, AB:Abstract) ile gerçekleştirilen taramada 110 sonuç, TS = "STEM education" AND AB = meta-analysis" kodu ile gerçekleştirilen taramada 34 sonuç bulunmasına karşın FeTeMM eğitiminin temel hedeflerinden biri olan bireylerin FeTeMM alanlarına yönelik kariyer ilgisine yönelik bir sistematik derleme veya meta-analiz araştırmasına rastlanamamıştır. Bu yüzden, yıllardır birçok ülkenin benimsediği ve uyguladığı FeTeMM eğitiminin bireylerdeki FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine etkisini sistematik derleme yöntemiyle belirlemenin varolan durumu değerlendirme ve gelecek araştırmalara ışık tutması bakımından yol gösterici olacağı düşünülmüştür.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgilerine etkisini sistemik bir inceleme yöntemiyle incelemektir. Araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

1. Sistemik derlemeye dahil edilen araştırmaların betimsel bilgilerine ilişkin dağılım nasıldır?
2. Sistemik derlemeye dahil edilen araştırmalarda FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönelik kariyer ilgisine etkisine yönelik istatistiksel anlamlılık düzeyi dağılımı nasıldır?

Yöntem

Bu bir sistemik derleme araştırmasıdır. Sistemik derleme, varolan araştırmaları belirleyen, katkıları seçen ve değerlendiren, verileri çözümlen ve sentezleyen, neyin bilindiği ve bilinmediği hakkında net sonuçlara ulaşılmasına yönelik kanıtları rapor eden özel bir yöntemdir (Denyer ve Tranfield, 2009). Bir derleme, açıkça formüle edilmiş bir soruya dayanıyorsa, ilgili araştırmaları tanımlıyorsa, niteliklerini değerlendiriyorsa ve yöntemsel (metodolojik) kanıtları kullanarak özetliyorsa sistemik sıfatını kazanır (Khan ve diğ., 2003).

Veri Toplama Süreci

FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgilerine etkisini sorgulama amacıyla gerçekleştirilen bu sistemik derleme araştırmasında, öncelikle hangi veri tabanlarının taranması gerektiği konusunda beyin fırtınası yapılmıştır. Daha sonra herkesin kolaylıkla ulaşabileceği, bilindik veri tabanları seçilmiştir. Bunlar Google Akademik, Web of Science, Springer Link, SCOPUS, SCIRP, Proquest, ERIC, EBSCO, DOAJ'dır. Ayrıca daha fazla araştırmaya ulaşabilmek için derlemeye dahil edilebilecek potansiyel araştırmaların kaynakça kısımları geriye doğru kartopu taraması (backward snowballing search) yöntemiyle taranmıştır.

Bu araştırma FeTeMM eğitiminin etkilerini meta-analiz yöntemiyle araştıran doktora tezinin bir parçasıdır. Bu tez FeTeMM eğitiminin birden fazla değişkene etkisi üzerine odaklanmıştır. Bu nedenle derlemeye dahil edilecek araştırmaların dahil edilme ölçütleri (kriterleri) iki aşamalı olarak belirlenmiştir. Öncelikle veri tabanları birincil ölçütlere göre taranmıştır. Daha sonra birincil kriterlere uygun araştırmalar ikincil ölçütlere göre incelenmiştir.

Birincil Ölçütler

Araştırmanın birincil ölçütleri aşağıdaki gibidir:

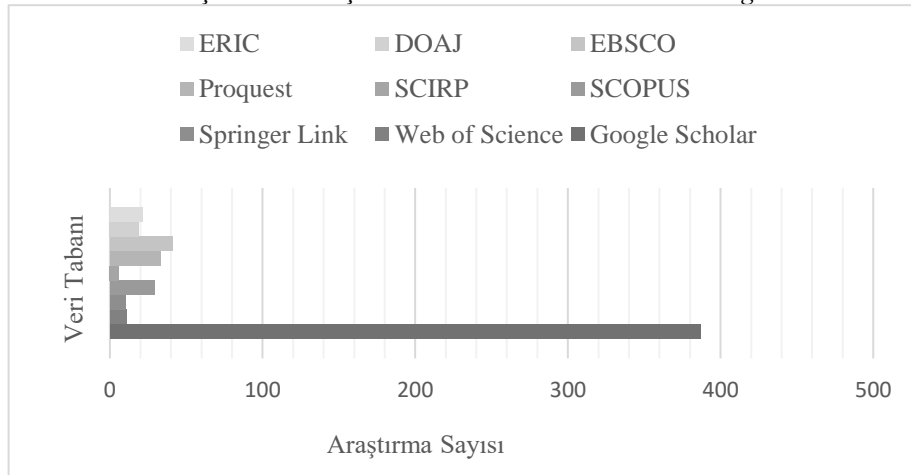
1. Derlemeye dahil edilecek araştırmalar Ocak 2011-Aralık 2021 tarihleri arasında yayınlanmış olmalıdır.

2. Derleme dahil edilecek araştırmalar Türkçe ya da İngilizce yayınlanmış olmalıdır.
3. Derlemeye dahil edilecek araştırmalar FeTeMM eğitimi hakkında deneysel olarak yürütülmüş olmalıdır.

Birincil ölçütler belirlenmeden ve tarama kodları oluşturulmadan önce Google Akademik üzerinden FeTeMM eğitimi ile ilgili pilot tarama gerçekleştirilmiştir. Bu tarama birincil ölçütlerin oluşturulmasında etkin rol oynamıştır. Pilot tarama sonucunda FeTeMM eğitimi araştırmalarının sıklıkla 2011 yılında başladığı anlaşılmıştır. Sistematik derleme araştırmalarında her dilde tarama yapılamayacağından her zaman dil yanlılığı vardır. Bu yanlılığı azaltmak ve daha çok araştırmaya ulaşarak konu hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için ortak dil olarak görülen İngilizce'ye ek olarak Türkçe tarama da yapılması uygun görülmüştür. Ayrıca FeTeMM eğitiminin öğrenciler üzerindeki etkisini istatistiksel olarak belirlemek için deneysel türde yürütülmüş araştırmalara odaklanılmıştır. Bu ölçütlere göre Türkçe tarama için ("FeTeMM|FeTeMM eğitimi*" VE "deneysel çalışma|desen*"), İngilizce tarama için ("STEM|STEM education*" AND "experimental study|design*") kodu oluşturulmuştur. Bu kodlar aracılığıyla belirlenen veri tabanlarının "gelişmiş arama" sekmesinden tarama yapılmış ve karşılaşılan araştırmaların başlık, özet ve anahtar sözcüklerin birincil ölçütlere uygunluğu değerlendirilmiştir. Ölçütleri sağlayan araştırmalar, araştırmacılar tarafından Microsoft Excel'de yazar isimleri, yayın yılı, deneysel desen türü sütunlarından oluşan Filtreleme 1 tablosuna eklenmiştir. Bu tarama ilk taramadır ve toplamda 557 araştırma bulunmuştur (Şekil 1).

Şekil 1

İlk Taramada Ulaşılan 557 Araştırmanın Veri Tabanlarına Göre Dağılımı



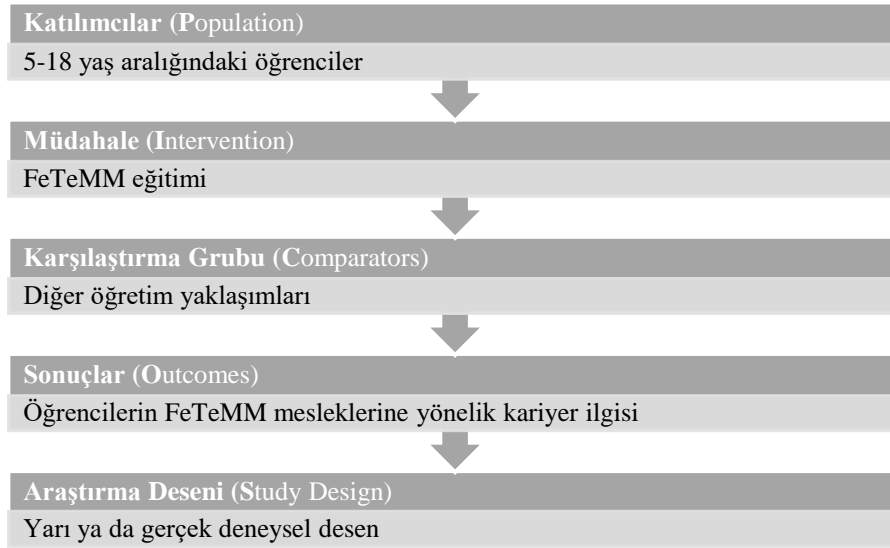
Birincil ölçütlere uygun araştırmaları gözden kaçırmamak için en çok makalenin bulunduğu veri tabanı olan Google Akademik bir araştırmacı tarafından iki kez taranmıştır. Veritabanı taraması 01.01.2022 tarihinde sona ermiştir ve tüm süreç sekiz ay sürmüştür.

İkincil Ölçütler

İkincil ölçütlerin oluşturulması araştırma probleminin kesin hatlarıyla belirlendiği aşamadır. Bu süreçte sistemik derleme ve meta-analiz araştırmalarında kullanılan PICOS'tan yararlanılmıştır. PICOS İngilizce bir kısaltmadır ve açılımında P "population/participant" katılımcıları, I "intervention" müdahalenin ne olduğunu, C "comparators" karşılaştırma gruplarını O "outcomes" sonuçları ve S "study designs" araştırma desenlerini temsil eder (Lichtenstein ve diğ., 2008; Richardson ve diğ., 1995; Rossini ve diğ., 2014; Wieseler ve McGauran, 2010). Şekil 2'de araştırmanın ikincil ölçütlerinin picos'a göre sınıflandırılması verilmiştir.

Şekil 2

Araştırmanın İkincil Ölçütlerinin PICOS'a Göre Sınıflandırılması



PICOS'taki ölçütlere ek olarak ikincil ölçütler aşağıdaki gibidir:

1. Derlemeye dahil edilecek araştırmalarda FeTeMM eğitimi müdahalesi yalnızca deney grubunda uygulanmış olmalıdır.
2. Derlemeye dahil edilecek araştırmalarda deney grubunda uygulanan FeTeMM eğitiminin basamakları ayrıntılı olarak açıklanmalıdır.

Yarı veya gerçek deneysel desen türü ile yürütülmüş araştırmalar zayıf deneysel desen türü ile yürütülmüş araştırmalara göre daha fazla bilgi vermektedir. Ayrıca kontrol grubu olmayan, tek grup üzerinde ön test-son test şeklinde yürütülmüş araştırmalar güçlü deneysel desen türü ile yürütülmüş araştırmalara göre bilimsel değerleri düşük olarak kabul edilmektedir. Sistemik derleme araştırmalarda araştırmaların niteliğini/kalitesini belirlemek önemli bir noktadır. Bu bilgiler göz önünde bulundurularak bu derleme araştırmasına güçlü deneysel desen türü ile yürütülen araştırmalar dahil edilmiştir. Bunun yanı sıra, FeTeMM eğitiminin, kariyerlerini henüz seçmeyen öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik ilgiyi belirlemede daha anlamlı olacağı düşünüldüğünden örneklem grubu okul öncesi öğrenim düzeyinden üniversite öğrenim düzeyine kadar olan 5-18 yaş grubundaki öğrencilerle yürütülmüş araştırmalar derlemeye dahil edilmiştir.

Birincil ve ikincil ölçütler dışındaki her şey hariç tutma ölçütleridir. Filtreleme 1 tablosundaki 557 araştırma ikincil ölçütlere göre bir araştırmacı tarafından incelenmiştir. İkincil ölçütlere uygun araştırmalar yazar isimleri, yayın yılı, deneysel desen türleri, ölçülen değişkenler ve açıklama sütun başlıklarından oluşan Filtreleme 2 tablosuna eklenmiştir. Daha sonra bu araştırmaların kaynakça kısımları geriye doğru kartopu tarama yöntemi (backward snowballing search method) ile taranmıştır. Tüm taramaların sonucunda, ölçütlere uygun dört araştırma bulunmuştur.

Tüm süreç birinci yazar tarafından ikinci yazarın rehberliğinde yürütülmüştür. Tarama ve inceleme sürecinin güvenilirliğini belirlemek amacıyla Filtreleme 1 tablosundan rastgele şekilde belirlenen 40 araştırma ikinci yazar tarafından da birincil ve ikincil ölçütlere göre incelenmiştir. İki yazar arasındaki inceleme uyum oranı %95 olarak hesaplanmıştır. Şekil 3'te araştırma süreci verilmiştir.

Şekil 3

Araştırma Süreci



Şekil 3'ten görüldüğü gibi araştırmaların ikincil ölçütlere göre incelenmesi dört ay sürmüştür.

Etik Kurul Kararı

Bu araştırma bireyler üzerinde gerçekleştirilmediğinden etik kurul kararı gerektirmemektedir.

Verilerin Analizi

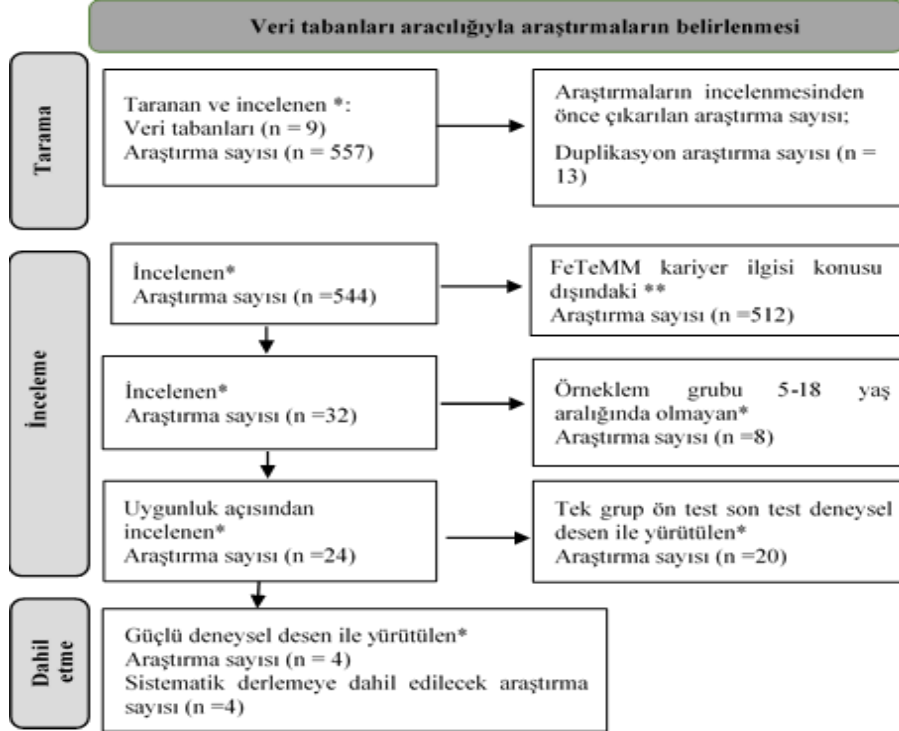
Araştırmanın verileri sistemik derleme araştırmalarında yararlanılan betimsel içerik analizine göre irdelenmiştir. Betimsel içerik analizi, belirlenen ölçütlere uygun olan araştırmaların verilerinin araştırmacılar tarafından nasıl ele alındığının yorumlanmasına, zamanla gösterdiği eğilimin ayrıntılı olarak incelenmesine dayanır (Bellibaş, 2018).

Bulgular

Sistemik inceleme araştırmalarında yanlılığı önlemek için kullanılan bazı kontrol listeleri vardır. En çok bilinenlerden bazıları ASMAR, PRISMA, JBI kontrol listesidir. Bu araştırmada PRISMA 2020 kontrol listesi kullanılmıştır (http://prisma-statement.org/documents/PRISMA_2020_checklist.pdf). Aynı zamanda, tüm arama sürecini gösteren PRISMA akış şeması Şekil 4'te sunulmuştur.

Şekil 4

PRISMA Akış Şeması



Filtreleme 1 tablosu incelendiğinde FeTeMM eğitiminin çeşitli etkenlere (faktörlere) etkisini araştıran meta-analiz gerçekleştirebilmek için yeterli sayıda araştırmanın olduğu görülmüştür. Şekil 4 incelendiğinde FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen toplam deneysel araştırma sayısı 24'tür. Bu araştırmaların büyük bir kısmı hariç tutma ölçütlerinden biri olan zayıf deneysel desen kapsamında tek grup ön test son test deneysel desen ile yürütülmüştür (Chen ve diğ., 2020; ; Knezek ve diğ., 2013; Mohd Shahali ve diğ., 2019; Smith ve Tyler Wood, 2020; Vela ve diğ., 2018). Bu nedenle bu araştırmalar derlemeye dahil edilmemiştir. Ayrıca, Amerika'da yürütülen bazı FeTeMM araştırmaları da sürecin nasıl uygulandığı hakkında yeterli bilgi paylaşmaması ve kariyer ilgisine yönelik ölçümlerin ülke çapında genel bir sınavla ölçülmesi gibi nedenlerden dolayı bu derlemeye dahil edilmemiştir (Castleman ve diğ., 2018; Young ve diğ., 2019). Belirlenen ölçütler doğrultusunda FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine etkisini inceleyen araştırma sayısı dördür. Kuramsal olarak meta-analiz en az iki araştırma ile yapılabilmektedir. İstatistiksel bir bakış açısıyla katılımcıların, müdahalelerin incelendiği araştırmaların sayısında bir kısıtlama yoktur. Ancak, analiz sonucunun anlamlı olması için bağımsız araştırmaların çeşitliliği ve sayısı dikkate alınmalıdır (Borenstein ve diğ., 2009). Bu noktadan hareketle, ölçütlere uygun dört araştırmanın sonuçları sistematik olarak değerlendirilmiş ve eleştirel olarak çözümlenmiştir. Bu araştırmalar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1*Sistematik Derlemeye Dahil Edilen Araştırmalar*

Yazarlar	Yıl	Desen Türü	Sınıf Düzeyi
Panayiotou ve Eteokleous-Grigoriou	2017	Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen	5
Tati, Firman, Riandi ve Permanasari	2019	Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen	8
Kurt ve Benzer	2020	Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen	6
Gündüz Bahadır ve Özay Köse	2021	Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen	6

Derlemeye dahil edilen araştırmalar analiz edilirken yayın yılı, örneklem grubunun öğrenim düzeyi, deney ve kontrol grubunda uygulanan öğretim yaklaşımları, *p* değerleri gibi bilgilerden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları iki başlık altında değerlendirilmiştir.

Sistemik Derlemeye Dahil Edilen Araştırmaların Betimsel Bilgilerine İlişkin Dağılımı

Araştırmaların sayısı anlamlı bir genelleme yapabilmek için uygun değildir. Bu nedenle, araştırmalara ilişkin kategorik bilgiler yüzde olarak değil; ayrı ayrı sunulmuştur. Sistemik derlemeye dahil edilen araştırmaların betimsel bilgileri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Sistemik Derlemeye Dahil Edilen Araştırmaların Betimsel Bilgileri

Yazarlar	Yıl	Yaş	Konu	Öğretim Yaklaşımları		Uygulama Süresi (Ders saati)
				Kontrol Grubu	Deney Grubu	
Panayiotou ve Eteokleous-Grigoriou	2017	11	Işık	Yapılandırıcı Yaklaşım	Robotik-FeTeMM	10
Tati, Firman, Riandi ve Permanasari	2019	13	Enerji	Yapılandırıcı Yaklaşım	Proje Tabanlı FeTeMM	4
Kurt ve Benzer	2020	12	Elektrik	Yapılandırıcı Yaklaşım	FeTeMM	32
Gündüz Bahadır ve Özay Köse	2021	12	Kuvvet ve Hareket-Maddenin Tanecikli Yapısı-Vücudumuzdaki Sistemler	Yapılandırıcı Yaklaşım	FeTeMM	56

Tablo 2’den gözlemlendiği gibi derlemeye dahil edilen araştırmalar 2017-2021 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Dört araştırmadan ikisi Türkiye’de, biri Endonezya’da, diğeri ise Kuzey Kıbrıs’ta gerçekleştirilmiştir. Araştırmalardaki örneklem grubu yaş aralığı 11-13 arasında değişmektedir. Bu yaş grubu araştırmaların ortaokul düzeyinde yürütüldüğünü göstermektedir. Araştırmanın ikincil ölçütlerinden biri deney grubunda FeTeMM eğitime yönelik yaklaşımların uygulanması olduğundan deney grubunda FeTeMM yaklaşımları uygulanmıştır. Kontrol gruplarında ise genellikle araştırmanın yürütüldüğü ülkenin varolan öğretim programları uygulanmıştır. Bu öğretim programları incelendiğinde yapılandırıcı yaklaşımın benimsendiği anlaşılmıştır. Ayrıca bu yaklaşımlar derlemeye dahil edilen tüm araştırmalarda fen bilimleri disiplini kapsamında fizik konu alanlarında uygulanırken, sadece bir araştırmada kimya ve biyoloji konu alanlarında uygulanmıştır. Fizik konuları ışık, enerji, elektrik, kuvvet ve hareket iken biyoloji konusu vücudumuzdaki sistemler, kimya konusu ise maddenin tanecikli yapısıdır.

Sistematiik Derlemeye Dahil Edilen Araştırmalarda Fetemm Eğitiminin Öğrencilerin Fetemm Alanlarına Yönelik Kariyer İlgisine Etkisine Yönelik İstatistiksel Anlamlılık Düzeyi Dağılımı

Sistemaik derlemeye dahil edilen araştırmaların istatitiksel bilgileri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3

Sistematiik Derlemeye Dahil Edilen Araştırmaların İstatistiksel Bilgileri

Yazarlar	Yıl	z/t	p
Panayiotou ve Eteokleous-Grigoriou	2017	Paylaşılmamış	.05<
Tati , Firman, Riandi ve Permanasari	2019	t =4.179	.05>
Kurt ve Benzer	2020	t = -2.453	.05>
Gündüz Bahadır ve Özey Köse	2021	z = -5.293	.05>

p < .05

Tablo 3'ten de görüldüğü gibi derlemeye dahil edilen araştırmaların ikisinde öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisi FeTeMM'e yönelik tutum ölçeğinin alt boyutu aracılığıyla belirlenirken, diğer iki araştırmada FeTeMM kariyer ilgisini belirlemek için geliştirilmiş ölçeklerden yararlanılmıştır. Tüm araştırmaların istatistiksel verileri incelendiğinde ortak değer p anlamlılık düzeyi değeri olduğu saptanmıştır. Bu nedenle FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine etkisini istatistiksel olarak belirlemede p anlamlılık değeri kullanılmıştır.

Sistematiik derlemeye dahil edilen araştırmalarda FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine etkisi %75 oranında anlamlıdır. Kurt ve Benzer'in (2020) araştırmasında öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik ilgisi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönelik meslekler olarak ayrı ayrı incelenmiş ve FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerinden fen, matematik ve teknoloji ile ilgili mesleklere yönelik kariyer ilgisi olduğu saptanmıştır. Eş deyişle, FeTeMM eğitimi öğrencilerde mühendislik mesleğine yönelik kariyer ilgisi etkisi oluşturmamıştır. Derlemeye dahil edilen tüm araştırmalar içinde sadece Panayiotou ve Eteokleous-Grigoriou (2017) araştırmasında anlamlı bir etki bulunmamıştır.

Derlemeye dahil edilen bazı araştırmalarda yeterli veri paylaşılması ve araştırma sayısının az olması nedeniyle ortalama etki büyüklüğü hesaplanamamıştır. Bu nedenle, FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisi etkisinin hangi düzeyde olduğu yorumlanamamıştır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Dünya düzeni zamanla daha rekabetçi bir ortama dönüşmektedir. Her ülkenin bu rekabette yer alması ise kaçınılmaz olacaktır. Varolan durumun ve geleceğin koşullarına uyum sağlayabilen, bu koşulların geliştirilmesi için yenilikçi, analitik ve

yaratıcı düşünebilen, düşündüklerini uygulayabilen donanımlı bireylere sahip olan her ülke küresel rekabette diğer ülkelere göre önde olacaktır. Bir ülkenin gönenci (refahı) için bu durum oldukça önemlidir. Arzulanan nitelikli bireylerin hangi öğretim yaklaşımları ile eğitildiği de önemlidir. Yaklaşık son yirmi yıldır bu niteliğin FeTeMM eğitimi ile olanaklı olacağına ilişkin raporlar yayınlanmakta ve araştırmalar yapılmaktadır. Bu inanışın en temel nedeni ise bu zamana kadar ayrı ayrı öğretilen her bir disiplinin FeTeMM eğitimi sayesinde bütünleşik olarak öğretilmesine dayanmaktadır. Ancak bu şekilde bireyler okulda öğrendikleri disiplinleri birbiriyle anlamlandırabilecek ve günlük yaşamda karşılaştıkları sorunları bütünleşik olarak değerlendirip, onlara daha kolay ve etkili çözümler üretebilecektir. Bu nedenle etkili FeTeMM eğitiminin öğrencilerin gelecekteki başarısı için yaşamsal bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir (Stohlmann ve diğ., 2020).

Son zamanlarda birçok araştırma FeTeMM mesleklerini seçen bireylerin sayısının düştüğünü göstermektedir (White ve Tesfaye, 2014; Bottia ve diğ., 2015; Halim ve Meerah, 2016). Bu durum hem bireylerin nitelik durumunu hem de varolan ve gelecekteki küresel rekabeti etkileyecektir. Ayrıca bu alanlarda çalışan insan gücünün az olması insanoğlunun gereksinimlerinin karşılanmasında sorun oluşturabilir. Tüm bu düşüncelerden hareketle PCAST (2010), National Research Council (2013) ve ICASE (2013) henüz kariyer seçimini gerçekleştirmemiş bireylerin bu alanlara yönelik algılarını genişletmenin yararlı olacağını vurgulamaktadır. Çünkü bireylerin FeTeMM mesleklerine yönelik ilgileri potansiyel kariyerlerine yönelik algılarından etkilenebilir (Harackiewicz ve diğ., 2012; Song ve Glick, 2004). Bu sistemik derlemede de 2011-2021 yılları arasında FeTeMM eğitiminin öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine etkisi incelenmiştir. Süreçteki en şaşırtıcı sonuç, FeTeMM eğitiminin amaçlarından biri olan bireylerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisi oluşturmaya yönelik güçlü deneysel desen türünde gerçekleştirilmiş sadece dört araştırmanın bulunmasıdır. Tarama ölçütlerinden biri olan yayın yılı aralığının 2011-2021 olduğu düşünüldüğünde bu kadar uzun bir sürede güçlü deneysel desen türlerinden biri ile yürütülen dört araştırmanın olması oldukça dikkat çekicidir. Bu sayının az olması tek grup ön test-son test zayıf deneysel desen türü ile yürütülen araştırmaların hariç tutma ölçütü olarak belirlenmesinden kaynaklanabilir. Diğer bir dikkat çekici durum ise bu araştırmaların 2017-2021 yılları arasında, yani son yıllarda gerçekleştirilmiş olmasıdır. Oysa neredeyse on yıldır eğitim araştırmalarının popüler konularından biri olan FeTeMM eğitimi ve bu eğitimin geleceğe yönelik yansımaları hakkında birçok araştırmaya rastlamak olanaklıdır. Güçlü deneysel desen türü ile yürütülen araştırmaların son yıllarda gerçekleştirilmiş olması ise şaşırtıcıdır. Öğrencilerin üniversite eğitimine başlamadan, kariyer seçimini gerçekleştirmeden önce FeTeMM mesleklerine yönelik ilgilerini belirlemek ve kariyer seçimlerini izlemek bu iki durum arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmada yol gösterici olabilir.

Derlemeye dahil edilen araştırmalarda FeTeMM eğitimi fen bilimleri disiplininde sıklıkla fizik konularında uygulanmıştır. Oysa tarama yapılırken fen bilimleri disiplinine yönelik bir ölçüt eklenmemiştir. FeTeMM eğitimi oluşturan

diğer disiplinlerdeki araştırmalar da dikkate alınmış ancak ölçütlere uygun araştırmalara rastlanamamıştır. Bu durum, FeTeMM eğitiminin çoğunlukla fen bilimleri disiplininde benimsenmiş olduğunun bir göstergesi olabilir. Ancak bu durum FeTeMM eğitiminin öğrencilerdeki algısını ve gelişimini etkileyebilir. Dolayısıyla, FeTeMM eğitiminin bütüncül yaklaşımını koruyabilmesi için diğer disiplin alanlarının derslerinde de bu yaklaşım uygulanmalıdır. Böylece, bireylerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisinin oluşmasına ve gelişmesine katkı sağlanmış olur (National Research Council, 2013). Üzerinde durulması gerek diğer bir ölçüt ise derlemeye dahil edilen araştırmaların örneklem grubunun yaş aralığıdır. Bu araştırmanın dahil etme ölçütleri belirlenirken kariyer seçimini tamamlamamış öğrenci grubu üzerinde yoğunlaşılması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle, okul öncesi, ilkokul, ortaokul ve lise öğrenim düzeyinde gerçekleştirilmiş araştırmalar aranmıştır. Alanyazında bu derleme araştırmasının desen türü ölçütlerine uymayan ancak ortaokul ve lise öğrencilerinin FeTeMM eğitimi sonrası FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisini araştıran araştırmalar bulunmaktadır (Christensen ve diğ., 2015; Kitchen ve diğ., 2018). Ancak derlemeye dahil edilen ölçütlere uygun sınırlı sayıda tüm araştırmanın örneklem grubu 11-13 yaş grubu aralığında, yani ortaokul öğrenim düzeyindedir. Her öğrenim düzeyinden örneklem grubu olan güçlü deneysel desen türü ile yürütülen araştırmaların FeTeMM eğitimi ve kariyer ilgisi ilişkisi hakkında daha çok bilgi sunacağı düşünülmektedir.

Derlemeye dahil edilen araştırmaların istatistiksel bulguları irdelendiğinde, genellikle FeTeMM eğitiminin 11-13 yaş grubu öğrencilerin FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisine pozitif bir etkisi olduğu saptanmıştır. Bu durum, tek grup ön test-son test zayıf deneysel desen türü ile yürütülen araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir (Musko, 2020; Smith ve Tyler Wood, 2020; Yoon ve diğ., 2020). Ayrıca derlemeye dahil edilen araştırmaların FeTeMM mesleklerine yönelik kariyer ilgisini belirleyen ölçek maddeleri “Tasarım uzmanı veya gemi, uçak, araba gibi araçların teknisyeni olmak istiyorum”, “Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi alanında çalışmak istiyorum” ve “Elektrik üretimi sektöründe çalışmak istiyorum” (Gündüz Bahadır ve Özyay Köse, 2021; Kurt ve Benzer, 2020; Tati ve diğ., 2019) biçimindedir. FeTeMM meslekleri hakkında daha kapsayıcı ve tanıtıcı ölçeklerin geliştirilmesi ve kullanılması yararlı olabilir. Çünkü kapsamlı belirleyiciler ve güçlü bir FeTeMM eğitimi gelecekteki kariyer seçiminin bir göstergesidir (Martin-Hansen, 2018).

İstatistiksel olarak daha çok bilgi edinebilmek, FeTeMM eğitiminin öğrencilerin kariyer ilgisine etkisini belirleyip değerlendirebilmek için güçlü deneysel desen türü ile yürütülmüş daha çok araştırmaya gereksinimin olduğu düşünülmektedir.

Bu sistematik derleme araştırmasının araştırmacılar tarafından belirlenen veri tabanlarının oluşturulan tarama kodları ile taraması yapılmıştır. Taranan veri tabanları herkesin kullanımına açıktır. Oluşturulan tarama kodları ise makale içinde paylaşılmıştır. Süreçte araştırmacılar tarafından hazırlanan ve kullanılan formların içerik ve özellikleri de makale içinde paylaşılmıştır. Bu araştırma için herhangi bir kurumdan destek fonu alınmamıştır.

References

- Ball, C., Huang, K. T., Rikard, R. V., & Cotten, S. R. (2019). The emotional costs of computers: An expectancy-value theory analysis of predominantly low-socioeconomic status minority students' STEM attitudes. *Information, Communication & Society*, 22(1), 105-128. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2017.1355403>
- Beede, D., Julian, T., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. (2011). Women in STEM: A gender gap to innovation. *U.S Department of Economics and Statistics Administration Issue Brief*, 4(11), 1-13. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED523766.pdf>
- Bellibaş, M. Ş. (2018). Sistematik derleme çalışmalarında betimsel içerik analizi. [Descriptive content analysis in systematic review studies]. In K. Beycioğlu, N. Özer & Y. Kondakçı (Eds.), *Eğitim yönetiminde araştırma [Research in educational administration]* (pp. 511-532). Pegem Akademi.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). When does it make sense to perform a meta-analysis? In M. Borenstein, L. V. Hedges, J. P. T. Higgins, & H. R. Rothstein (Eds.), *Introduction to meta-analysis* (pp. 357-364). Wiley.
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., Moller, S., & Valentino, L. (2015). Growing the roots of STEM majors: Female math and science high school faculty and the participation of students in STEM. *Economics of Education Review*, 45, 14-27. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2015.01.002>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Burke, R. J. (2007). Women and minorities in STEM: A primer. In R. J. Burke & M. C. Mattis (Eds.) *Women and minorities in science, technology, engineering, and mathematics: Upping the numbers* (pp. 3-28). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781847206879>
- Castleman, B. L., Long, B. T., & Mabel, Z. (2018). Can financial aid help to address the growing need for STEM education? The effects of need-based grants on the completion of science, technology, engineering, and math courses and degrees. *Journal of Policy Analysis and Management*, 37(1), 136-166. <https://doi.org/10.1002/pam.22039>
- Chen, Y., Chow, S. C. F., & So, W. W. M. (2020). School-STEM professional collaboration to diversify stereotypes and increase interest in STEM careers among primary school students. *Asia Pacific Journal of Education*, 42(3), 556-573. <https://doi.org/10.1080/02188791.2020.1841604>

- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 898-909. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9572-6>
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a SR. In D. A. Buchanan & A. Bryman (Eds.), *The Sage handbook of organizational research methods* (pp. 671-689). Sage Publications Ltd.
- Green, M., (2007). *Science and engineering degrees: 1966-2004* (NSF 07-307). National Science Foundation.
- Gündüz Bahadır E. B., & Köse Özay, E. (2021). 6. sınıf fen bilimleri dersinde STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik algılarına ve tutumlarına etkisi. [The effect of stem applications on students 'perceptions and attitudes towards STEM in the 6th grade science course]. *Ihlara Journal of Educational Research*, 6(1), 81-97. <https://doi.org/10.47479/ihead.826909>
- Halim, L., & Meerah, T. S. (2016). Science education research and practice in Malaysia. In M. H. Chui (Ed.), *Science education research and practice in Asia: Challenges and opportunities* (pp. 71-93). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0847-4_5
- Harackiewicz, J. M., Rozek, C. S., Hulleman, C. S., & Hyde, J. S. (2012). Helping parents to motivate adolescents in mathematics and science. *Psychological Science*, 23(8), 899-906. <https://doi.org/10.1177/0956797611435530>
- ICASE. (2013). *The Kuching declaration*. Final Proceeding of the World Conference on Science and Technology Education. http://www.icaseonline.net/ICASE%20Kuching%20Declaration_Final.pdf
- Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2003). Five steps to conducting a SR. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 96(3), 118-121. <https://doi.org/10.1177/014107680309600304>
- Kitchen, J. A., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2018). The impact of college-and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, 102(3), 529-547. <https://doi.org/10.1002/sce.21332>
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of Environmental Power Monitoring Activities on Middle School Student Perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123. <https://doi.org/EJ1015828>
- Kurt, M., & Benzer, S. (2020). An investigation on the effect of STEM practices on sixth grade students' academic achievement, problem solving skills, and attitudes towards STEM. *Journal of Science Learning*, 3(2), 79-88. <https://doi.org/EJ1251717>

- Lichtenstein, A. H., Yetley, E. A., & Lau, J. (2008). Application of SR methodology to the field of nutrition. *The Journal of Nutrition, 138*(12), 2297-2306. <https://doi.org/10.3945/jn.108.097154>
- Martin-Hansen, L. (2018). Examining ways to meaningfully support students in STEM. *International Journal of STEM Education, 5*(1), Article 53. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0150-3>
- Mohd Shahali, E. H., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Mohamad Arsad, N. (2019). Students' interest towards STEM: A longitudinal study. *Research in Science & Technological Education, 37*(1), 71-89. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1489789>
- Murphy, S., MacDonald, A., Danaia, L., & Wang, C. (2019). An analysis of Australian STEM education strategies. *Policy Futures in Education, 17*(2), 122-139. <https://doi.org/10.1177/1478210318774190>
- Musko, F. L. (2020). *Career self-efficacy: A mixed methods investigation of an immersive living-learning STEM camp*. Robert Morris University.
- NACME (2010). Fact sheet: Engineering degrees in the United States. *NACME Research & Policy Brief, 1*(2), 1-3. [https://www.nacme.org/SSP%20Applications/NetSuite%20Inc.%20-%20CMS/CMS/Site-2/files/smt-nacme-files/pdf-files/Research%20Briefs%20\(Older\)/2010EngDegrees.pdf](https://www.nacme.org/SSP%20Applications/NetSuite%20Inc.%20-%20CMS/CMS/Site-2/files/smt-nacme-files/pdf-files/Research%20Briefs%20(Older)/2010EngDegrees.pdf)
- National Research Council. (2013). *Monitoring progress toward successful K-12 STEM education: A nation advancing?*. National Academies Press.
- National Science Board. (2007). *A national action plan for addressing the critical needs of the U.S. science, technology, engineering, and mathematics education system*. U.S. Government Printing Office.
- OECD (2010). *PISA 2009 results: What students know and can do. Student performance in reading, mathematics and science*, (Vol. 1). OECD Publishing.
- Panayiotou, M. & Eteokleous, N. (2017). *Robotics as means to increase students' STEM attitudes* (Chapter Projects and Trends). Science Press.
- PCAST (2010). *President's council of advisors on science and technology*. <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stem-ed-final.pdf>
- Richardson, W. S., Wilson, M. C., Nishikawa, J., & Hayward, R. S. (1995). The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions. *Acp J Club, 123*(3), 1-4. <https://doi.org/10.15723/19397/1572319397>
- Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2014). Periodontal health during clear aligners treatment: A SR. *European Journal of Orthodontics, 37*(5), 539-543. <https://doi.org/10.1093/ejo/cju083>

- Smith, D. L., & Tyler-Wood, T. L. (2020). STEM academic achievement and perceptions of family support: a gender analysis. *Library Hi Tech*, 39(1), 205-218. <https://doi.org/10.1108/LHT-07-2019-0147>
- Song, C., & Glick, J. E. (2004). College attendance and choice of college majors among Asian American students. *Social Science Quarterly*, 85, 1401-1421. <https://doi.org/10.1111/j.0038-4941.2004.00283.x>
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Tati, T., Firman, H., Riandi, R., & Permanasari, A. (2017). The impact of STEM project-based learning toward the change of students' attitude on energy topic. *Proceeding Book of International Conference on Science Education*. <http://icosed.conference.unesa.ac.id/wp-content/uploads/2019/05/32-icosed-210.pdf>
- Vela, K. N., Bicer, A., Capraro, R. M., Barroso, L. R., & Caldwell, C. (2018). *What matters to my future: STEM int-her-est and expectations*. Proceedings of the 48th Annual IEEE Frontiers in Education Conference. https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8658488&casa_token=6DZ5uJvAxcUAAAAA:J-NeBtlv6gzQ6ocf54ind96HSQqMpw--q4SxPmpGtNJBuz72otG1bnRsmPBBxYMmO_TJAKhIXoQ
- White, S., & Tesfaye, C. L. (2014). High school physics courses & enrollments: Results from the 2008-09 nationwide survey of high school physics teachers. *American Institute of Physics*. <https://www.aip.org/sites/default/files/statistics/highschool/hs-courses-enroll-13.pdf>
- Wieseler, B., & McGauran, N. (2010). Reporting a SR. *Chest*, 137(5), 1240-1246. <https://doi.org/10.1378/chest.09-2625>
- Wladis, C., Hachey, A. C., & Conway, K. M. (2015). The representation of minority, female, and non-traditional STEM majors in the online environment at community colleges: A nationally representative study. *Community College Review*, 43(1), 89-114. <https://doi.org/10.1177/0091552114555904>
- Yoon, J., Kim, K. J., & Koo, K. (2020). Enrichment program for the ethnic minority of gifted and talented students in science and engineering. *International Journal of Science Education, Part B*, 10(1), 36-50. <https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1714092>
- Young, J., Young, J., & Witherspoon, T. (2019). Informing informal STEM learning: Implications for mathematics identity in African American Students. *Journal of Mathematics Education*, 12(1), 39-56. <https://doi.org/10.26711/007577152790037>

Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual Review of Sociology*, *41*, 331-357. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071312-145659>

Ethical Declaration and Committee Approval

In this research, the principles of scientific research and publication ethics were followed.

This systematic review does not require an ethics committee decision.

Bu araştırma bireyler üzerinde gerçekleştirilmediğinden etik kurul kararı gerektirmemektedir.

Proportion of Author's Contribution

All authors contributed equally to this study.