

Bibliometric Analysis of the Articles on STEM/STEAM Education in Gifted Students

Güliz Kaymakçı^a  Şendil Can^b 

^a Assist. Prof. Dr, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye, gulizkaymakci@gop.edu.tr

^b Prof. Dr, Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Türkiye, csendil@mu.edu.tr

ABSTRACT

The current study was carried out to guide future studies on STEM education for gifted students. To this end, a bibliometric analysis of the STEM and STEAM education studies for talented students was conducted in the SCOPUS database. The bibliometric mapping method was used in this research. In the SCOPUS database, a search was performed by using the keywords "Gifted," "Talented," "STEM," and "STEAM" to filter the studies belonging to these two fields together (Access date: 22.06.2022). In the first stage of the search, 464 studies were reached. However, it was decided to analyze 124 of them, which were found to comply with research purposes, whose peer-review process was completed, and which were conducted in social studies and education. The analysis was carried out with the VosViewer program. According to the findings, an increase has been observed in studies on the subject since 2017. The highest number of publications is in the USA (n=86). While it was seen that concepts such as spatial skills, creativity, specialized schools, enrichment, and gender differences were extensively researched in STEM education for gifted students, it was determined that more research is needed on concepts such as entrepreneurship, career guidance, career interest, and e-learning. In this respect, bibliometric studies can be carried out to investigate these less-studied concepts by reviewing the literature on STEM or STEAM in other databases.

Article Type
Research

Article Background

Received:

01.03.2023

Accepted:

06.10.2023

Keywords

STEM, STEAM, Gifted,
Bibliometric Analysis

To cite this article: Kaymakçı, G. & Can, Ş. (2023). Bibliometric Analysis of the Articles on STEM/STEAM Education in Gifted Students. *International Journal of Turkish Educational Sciences*, 11 (21), 275-308.

Corresponding Author: Güliz Kaymakçı, e-mail: gulizkaymakci@gmail.com

Introduction

STEM stands for Science, Technology, Engineering, and Mathematics. The concept was mentioned for the first time as “SMEandT” in a report prepared by NSF [National Science Foundation]. The information directed individuals towards careers in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) so that the United States would not fall behind in the global science and technology race. Thus, it can be said that this initiative was launched as a political step (Karataş, 2017; NSF, 2015) because nations think they can keep up with global competition with the increase in qualified and well-educated individuals in STEM fields. For this reason, human capital is seen as the most critical resource of a country.

STEM education is viewed as an interdisciplinary approach because it emphasizes integrating academic concepts with the natural world (Ha et al., 2020). STEM signifies the importance of science, technology, and engineering within contemporary education (Bybee, 2010). It is an environment based on the principles of constructivism and findings from thirty years of cognitive science. It allows students to actively construct knowledge by organizing abstract concepts in their respective fields. It is learner-centered and aligns with the nature of pedagogy, facilitating social interaction within the learning process (Sanders, 2009). At the same time, in the STEM education process, it is essential to consider the following aspects: viewing the fields (science, technology, mathematics, engineering) not as separate content areas but as integrated disciplines, blending them with content, pedagogy, and activities, taking into account the values, attitudes, motivations, and self-esteem of the students involved and ensuring that students use STEM technologies effectively (Zollman, 2012).

The STEM education program is a career planning that starts from primary education, continues with secondary education, and ends with vocational education. In this sense, it is recommended that STEM education practices be included in standard curricula and enriched education programs for gifted students (Ülger & Çepni, 2018). Gifted students have high motivation for science and mathematics and above-average academic knowledge, skills, and creativity (Jang et al., 2013). Therefore, it is recommended to use enriched and differentiated curricula for gifted students (Ericsson, 2014; Miedijensky & Tal, 2016), mainly because of their high potential in science and technology (Roman, 2012).

STEM education is crucial not only for achieving the fundamental goals of our education system, such as fostering problem-solving, critical thinking, teamwork, involvement in design processes, communication skills, technological and information literacy, flexibility in approaching problems and adapting to different situations, but also for equipping individuals with 21st-century skills. Additionally, it plays a significant role in helping individuals with innate special abilities maximize their existing performance potential (Asghar et al., 2012). Education conducted using the STEM approach has a positive impact, especially in producing technical solutions to problems, increasing the permanence and depth of knowledge for students with different characteristics, including gifted students (Becker & Park, 2011). Through STEM-based education, multidimensional thinking can be facilitated, allowing gifted individuals to engage in activities that bring out their abilities (Özçelik & Akgündüz, 2018). In this context, the importance of STEM education for gifted students cannot be denied, as it enables them to lay the foundations of scientific disciplines and create practical solutions to societal problems.

As the age of technology in the twenty-first century continues, the fields of science, technology,

engineering, and mathematics (STEM) have begun to attract more and more attention worldwide due to their interdisciplinary nature. Recently, in response to criticisms that STEM education has lacked creativity and innovation, there has been a shift towards adopting STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) education, which includes the “Art” discipline. This approach also aims to enhance progress in science and technology from an aesthetic perspective. This situation has affected the educational paradigm of many countries (Corlu, 2014), significantly higher education programs (Mooney & Lauback, 2002). Thus, many academic communities have started initiatives regarding integrating STEM disciplines into education (Ha et al., 2020). On the other hand, many countries’ education authorities, such as The Next Generation Science Standards, the National Science Foundation, the International Technology and Engineering Educators Association, and the National Academy of Engineering, have taken steps to review and revise their education programs in line with these developments (Aydeniz & Bilican, 2018).

California has incorporated STEM education into its education programs in the United States, focusing on STEM-centered career education and career education related to health, science, and mathematics (National Research Council, 2011). In South Korea, another country that has recently included art in STEM education with a focus on problem-solving, science, and technology and has been conducting activities to increase students’ interest and understanding, there is not yet a STEAM framework centered on developing talents (Kim & Chae, 2016). To implement STEM education correctly, a national network of “Science Houses” has been established in France, one of the countries that have initiated STEM in-service teacher training (Kearney, 2015). In the United Kingdom, STEM education starts from primary school. For this reason, the rate of students’ participation in science and mathematics generally increases during the college years (European Commission/EACEA/Eurydice, 2011). In Finland, activities are mainly organized to increase female students’ interest in science and to improve their attitudes towards science and technology (European Commission/EACEA/Eurydice, 2012).

It is thought that studies on STEM education in Turkey started with the editorial call made by Corlu et al. (2014). While developments in STEM education continue in both international and national academic literature, a vision has been established within the 2018 Science Education Curriculum to equip individuals with competencies in mathematics, science, and technology (MEB, 2018). However, it has been stated that there are still significant gaps in the STEM education literature. Suggestions have been made for identifying and eliminating these gaps through systematic reviews, meta-synthesis, meta-analysis, and bibliometric studies (Gülhan, 2022). Additionally, it has been recommended to use different databases in the literature review process to eliminate bias (Bıçakçı & Baloğlu, 2021).

Bibliometric analysis establishes a general framework for understanding the existing literature on a particular subject (Tosun, 2020). Bibliometric methods provide researchers with information about a specific research subject's history, current state, and potential future trends (Vogel & Masal, 2015). They are also used to map research related to a specific literature (Cobo et al., 2011). On the other hand, they also provide data about the general trend on a particular subject and the missing or unstudied parts of the subject based on statistical data to those who will research that subject. In this regard, it is thought to raise awareness about the shortcomings of the relevant literature among the researchers who are interested in the subject (Akkaya & Ertekin, 2021). Bibliometrics is a method used to analyze the directions and proportions of research conducted in specific fields. Bibliometric analysis provides the opportunity to classify the characteristics of studies, such as the countries where they are performed, author names, journal names, institutional affiliations, types of articles,

and the fields of the researched subjects. Bibliometric studies enable scientific publications to evaluate and ensure compliance with scientific publishing principles (Al et al., 2010). Bibliometrics can be defined as converting information such as author, content, citation, institution, and country of scientific publications such as books, articles, and journals into statistical data so that they can be used for appropriate fields, institutions, governments, authors, and connections between authors (Al & Tonta, 2004; Broadus, 1987; Osareh, 1996).

When the literature on bibliometric analysis of the studies conducted with gifted students is examined, it is seen that there is a limited number of studies available (Bıçakçı & Baloğlu, 2021). In this context, there are bibliometric analyses of studies on STEM education in countries forming Southeast Asian Nations such as the Philippines, Malaysia, Thailand, Indonesia, and Singapore (Ha et al., 2020) and thematic analyses of studies on STEM education for gifted students (Ülger & Çepni, 2020). Furthermore, Gülhan (2022) examined the general trends in research on STEAM conducted in Turkey, while Tosun (2022) conducted bibliometric and content analyses of research on science education for students with special needs in the Web of Science database. The current study conducted a bibliometric analysis of the studies indexed in the SCOPUS database on STEM and STEAM for gifted students, and the findings were interpreted. Implementing STEM education in gifted students from an early age can make career and orientation in engineering fields especially appealing for these children. Moreover, STEM education positively affects students' scientific process competencies in interdisciplinary works, supporting them in developing high-quality products and projects (Yıldız, 2022). As the results of a bibliometric analysis contribute to identifying gaps in the literature (Çelik et al., 2023), this study is expected to shed light on research related to STEM education for gifted students in our country. This study can also be instrumental in guiding the selection of teachers who will teach gifted students and in increasing research efforts related to entrepreneurship, career interests, engineering design, and career planning within the context of STEM education; thus, it is believed to contribute to the literature significantly. Answers to the following questions were sought in the study:

1. How is the distribution of the studies on STEM education for gifted students in the international literature by year?
2. Who are the researchers contributing the most to STEM education for gifted students in the international literature?
3. Which countries contribute to the literature on STEM education for gifted students?
4. What is the topic network map of the studies on STEM education for gifted students in the international literature?

Method

The current study used the bibliometric mapping method based on the descriptive research approach. Bibliometric analyses create a framework for information about authors, general trends, paradigm shifts, and critical points in the relevant literature by utilizing metadata from articles on a specific subject from various databases (Roemer & Borchardt, 2015). This study was structured in a descriptive survey model to examine the articles published on STEM and STEAM by considering bibliometric parameters and presenting the current state.

Data collection

Bibliometric analyses numerically reveal the relationships between publications made by individuals or institutions in specific periods. In line with the objectives of the current study, a relevant literature review was conducted using the SCOPUS database, which indexes journals from various disciplines, on June 22, 2022, between 11:00 AM and 6:00 PM (GMT +3). The use of the SCOPUS database for bibliometric analysis is because of its comprehensive coverage of various disciplines and its provision of a wider journal profile compared to other databases (Akkaya & Ertekin, 2021; Falagas et al., 2008). It is seen that various terms are used in the international literature to refer to gifted students. The most popular assignments are “gifted” and “talented.” For this reason, a search process was conducted using the words “gifted” and “talented” to narrow down studies related to gifted students. On the other hand, to specify the studies on Science, Technology, Engineering, and Mathematics education, a search process was conducted using the terms “STEM” and “STEAM.” In the SCOPUS database, a search was performed by using the keywords “Gifted,” “Talented,” “STEM,” and “STEAM” to filter the studies belonging to these two fields together (Access date: 22.06.2022). In the initial screening phase, a total of 464 studies were identified. The studies were limited to “research articles” to ensure they had completed the peer-review process, resulting in 236 articles. Then, the research fields were limited to “social sciences” or “educational sciences”; thus, the number was reduced to 157. The titles, abstracts, and keywords of these 157 studies were individually examined to check whether they were consistent with the purpose of the research. Thus, it was decided to analyze the 124 studies that aligned with the purpose of the study. The flow chart used in selecting the studies included in the current study is shown in Figure 1.

Inclusion criteria:

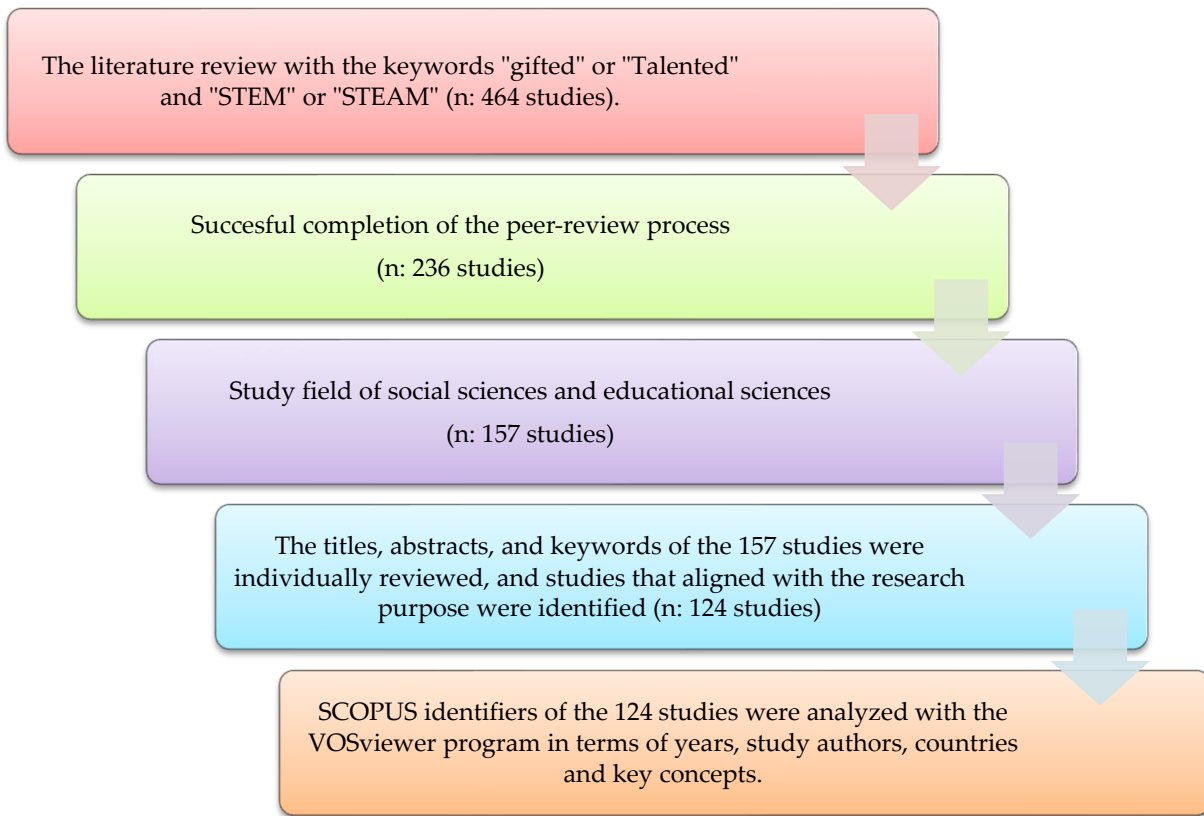
1. The scope of the study was limited to studies published until June 22, 2022, at 11:00 AM.
2. The evaluated studies encompass research articles that have undergone a rigorous blind peer-review process.
3. It includes studies that include the terms gifted or talented, which represent gifted students in the title, abstract, or keywords of the study, as well as the terms STEM or related to the teaching process.

Exclusion criterion;

1. Publications consisting of full-text papers, abstract text papers, books, and book chapters are excluded from the scope as they need to provide transparent information about the review process.

Figure 1

Determination and Analysis Process of Publications to be Included in Bibliometric Analysis Before Analysis



As a result of the inclusion and exclusion criteria, 124 studies were subjected to bibliometric analysis through the VOSviewer program. VOSviewer is a software tool for creating and visualizing bibliometric networks based on citation, bibliographic coupling, or co-authorship relationships among journals, researchers, or scientific publications. In this regard, it offers a text-mining function related to essential terms extracted from the scientific literature.

In this study, bibliometric analysis was conducted using the VOSviewer software. The software allows for the independent investigation of sources downloaded from databases such as Web of Science, Scopus, Dimensions, Lens, and PubMed, each within its context. For this reason, in the current study, the bibliometric analysis was conducted only on sources indexed in the SCOPUS database. This is also acknowledged as a limitation of the study.

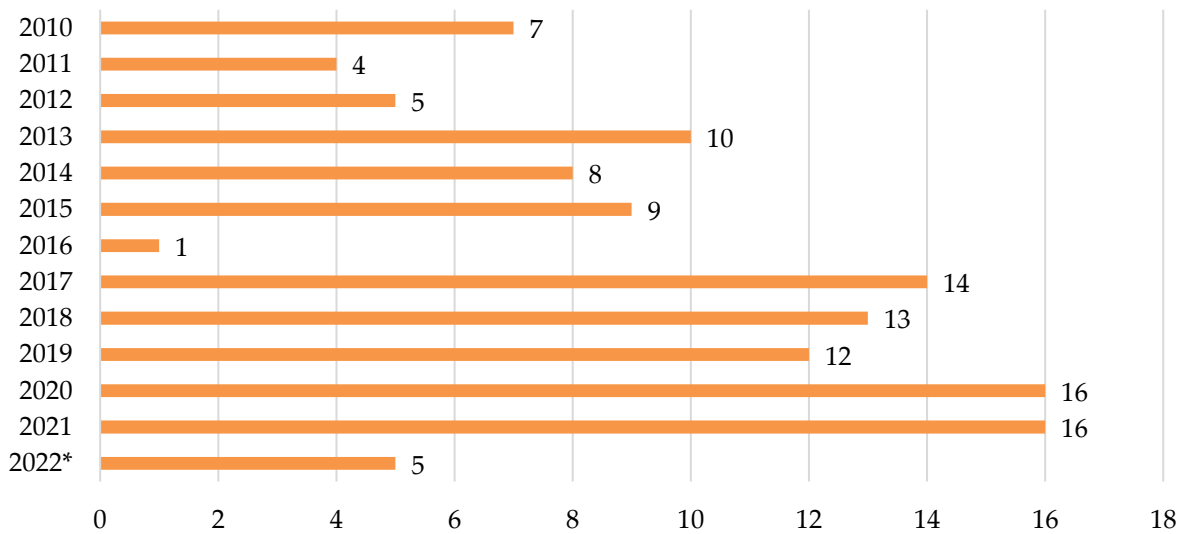
Findings

Studies Conducted by Years

Articles on STEM education for gifted students were examined in terms of the year they were published. The findings obtained are shown in Figure 2.

Figure 2

Distribution of the studies on STEM education for gifted students by years



*According to search results dated June 12, 2022

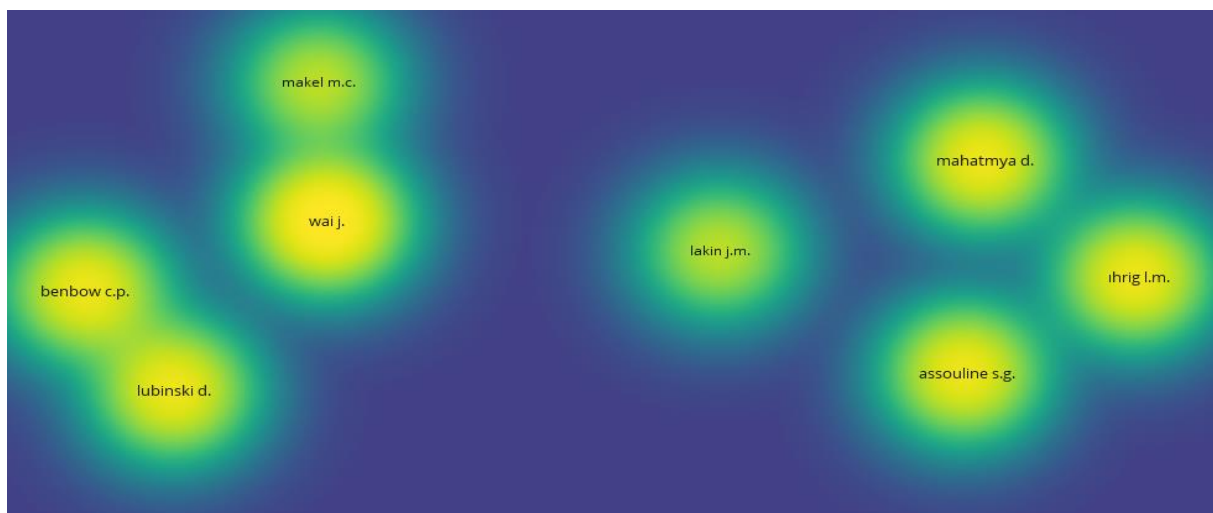
According to Figure 2, articles on the subject of STEM education for gifted students in the SCOPUS database began to appear in the international literature as of 2010 (f:7). From that date onwards, in 2011, there were four studies; in 2012, there were five studies; in 2013, there were ten studies; in 2014, there were eight studies; in 2015, there were nine studies; in 2016, there was 1 study; in 2017, there were 14 studies; in 2018, there were 13 studies; in 2019, there were 12 studies; in 2020, there were 16 studies; in 2021, there were 16 studies; and in 2022, there were five studies.

Studies by Research Authors

The authors who received the most citations for their studies on STEM education for gifted students were examined. The findings obtained are shown in Figure 3.

Figure 3

According to the SCOPUS Database, The Authors Who Received The Most Citations in the Field of STEM Education for Gifted Students Are as Follows:



In Figure 3, the studies' authors that received the most citations in the relevant literature are

schematized with denser and broader colors. According to this, the studies conducted by Lubinski, D., Benbow, C. P., and Wai, J. have received more citations in the relevant literature.

The number of studies and citations of authors working on STEM education for gifted students are shown in Table 1.

Table 1

Authors cited on the subject of STEM education for gifted students

Authors	Number of studies	Number of citations
Maker, C. J.	5	46
Wai, J.	4	253
Assouline, S. G.	3	39
Mahatmya, D.	3	39
Ihrig, I. M.	3	39
Cotabish, A.	3	54
Dailey, D.	3	54
Subotnik, R. F.	3	93
Ford, D. Y.	3	37
Lubinski, D.	3	320
Benbow, C. P.	3	306
Jen, E.	3	16
Olszewski-Kubilius, P.	3	53
Sternberg, R. J.	3	14
Lewis, C. W.	2	16
Almarode, J.	2	87

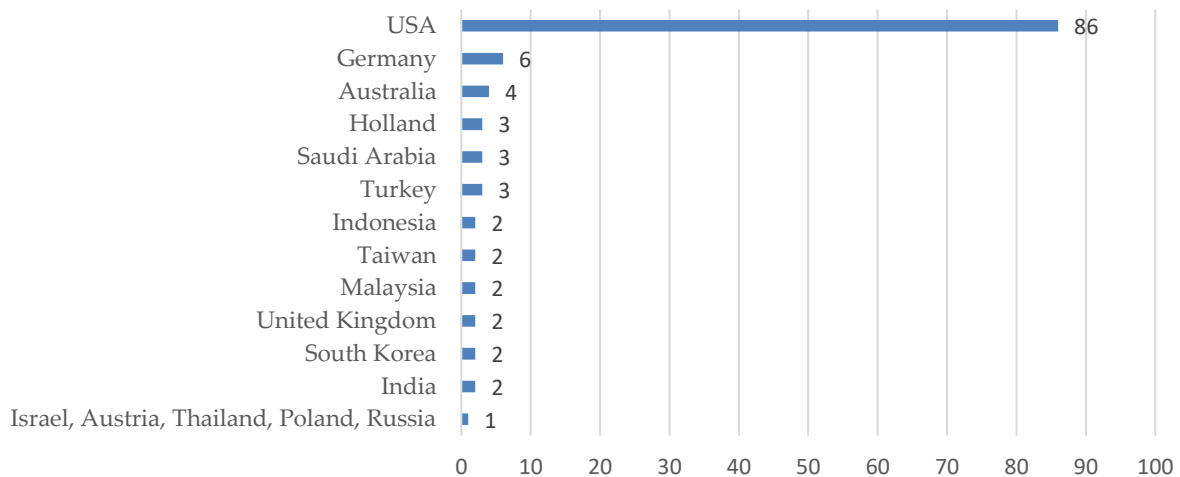
According to Table 1, Maker, C. J. contributed to the literature on STEM education for gifted students with five studies, Wai, J. with four studies, and Assouline, S. G. with three studies. On the other hand, Lubinski, D. and Benbow, C. P. contributed to the literature with three studies each, while Lewis, C. W., and Almarode, J. contributed with two studies each.

Studies by Countries

The distribution of studies on STEM education for gifted students in the SCOPUS database was examined by countries. The findings obtained are shown in Figure 4.

Figure 4

Distribution of the Studies on STEM Education for Gifted Students by Country



Towards 2016, the idea of STEM was commonly used with the concepts of spatial ability, creativity, engineering, teachers of gifted students, and age. Towards 2018, STEM was most widely used with concepts such as STEM schools, STEM interest, talent development, problem-based learning, and gifted female students. Finally, in the current literature, STEM was more commonly used with concepts such as social needs, career development, creative problem-solving, and gifted student status.

However, there are also important concepts that are repeated only once. Keywords such as entrepreneurship, secondary school career guidance, secondary school career interest, and e-learning, which have become more prevalent in recent times and also represent the mission of STEM education (NSF report), were found to be mentioned only once.

According to the SCOPUS database, recurring keywords related to STEM education for gifted students are ranked by frequency in Table 2.

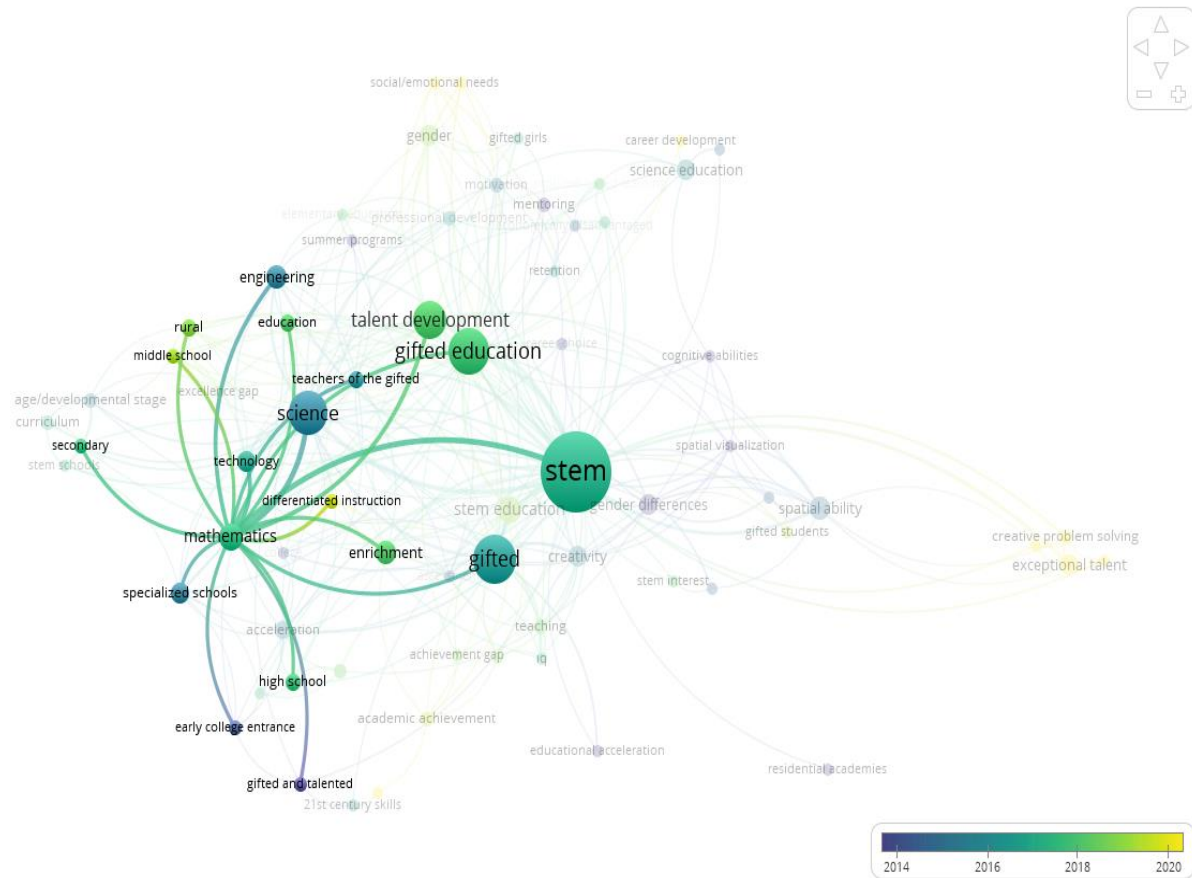
Table 2

The Most Frequently Recurring Keywords on STEM Education for Gifted Students

Keywords	Frequency of repetition
STEM	53
Gifted	21
Gifted Education	19
Science	17
Talent development	13
Stem education	8
Mathematics	7
Spatial ability	6
Science Education	5
Enrichment	5
Gender differences	5
Creativity	5
Exceptional talent	5
Gender	5
Engineering	5
Specialized school	4
Technology	4
Acceleration	4
Rural	3
Education	3
Teaching	3
Professional development	3
Creative problem solving	3
Motivation	3
Teacher of gifted	3
Age/development stage	3
High school	3
Steam	3
Academic achievement	3
Academic talent	3
Curriculum	3
Mentoring	3

Figure 8

The Word Network for Studies on STEM Education for Gifted Students Centered on the Concept of "Mathematics" in the SCOPUS Database.

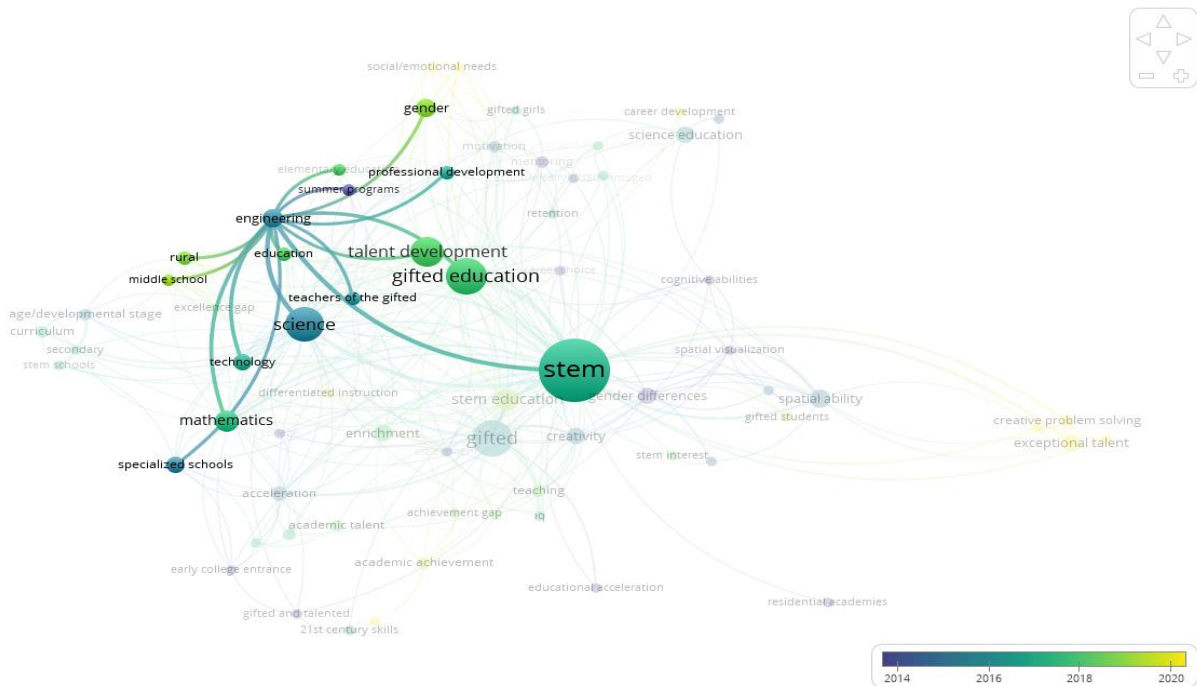


According to Figure 8, in the studies on STEM education for gifted students, the critical concept of mathematics is used, apart from the elements that make up STEM, together with terms such as rural, differentiated teaching, talent development, specialized schools, preschool, high school, teacher of the gifted and enrichment.

According to the SCOPUS database, the word network for studies centered on the concept of "Engineering" in STEM education for gifted students by year is shown in Figure 9.

Figure 9

The Word Network for Studies on STEM Education for Gifted Students Centered on the Concept of “Engineering” in the SCOPUS Database.



According to Figure 9, in the studies on STEM education for gifted students, the critical concept of engineering is used, apart from the elements that make up STEM, together with terms such as rural, teacher of the gifted, gender, middle school, summer program, and talent development.

Results and Discussion

The current study aims to reveal the international literature on STEM education for gifted students through a bibliometric analysis. The findings of this study are expected to make significant contributions by showing the trends and gaps in the relevant literature. For this purpose, studies on STEM education for gifted students in the SCOPUS database were visualized through the VOSviewer program.

In the study, it was seen that the works of C. J. Maker, J. Wai, S. G. Assouline, D. Lubinski, and C. P. Benbow on STEM education for gifted students came to the fore. It is essential to emphasize scientists who have worked in STEM or STEAM fields to save time for researchers who will work in this field. Furthermore, highlighting the works of these authors in the area of STEM or STEAM through bibliometric analyses and identifying articles that cite these authors enables more accessible access to a broader range of literature in languages other than English or Turkish.

On the other hand, it was determined that the highest number of studies on STEM education for gifted students in the SCOPUS database was conducted in the United States, Germany, Australia, the Netherlands, Saudi Arabia, and Turkey.

According to the findings obtained in terms of key concepts, the concept of science forms the most connections with other key concepts in the studies on STEM education, while the idea of engineering forms the fewest connections. Thus, the image of STEM is most closely associated with the idea of

science and least closely related to the concept of engineering.

According to the word network, before 2014, STEM was primarily associated with gender differences, career choices, schools for gifted students, cognitive skills, and counseling. Studies guiding the psychosocial development of STEM students (Cross & Frazier, 2010), addressing special schools and alternative options for gifted students (Olszewski-Kubilius, 2009), and examining gender differences in solving global issues (Malin & Makel, 2012) support this finding. In studies conducted in 2016, it was found that the concept of STEM was commonly associated with spatial ability, creativity, engineering, teachers of gifted students, and age (Root-Bernstein, 2015; Andersen, 2014). In 2018, it was determined that STEM was more commonly associated with STEM schools, STEM interests, talent development, problem-based learning, and gifted female students (Liu et al., 2018; Wai & Allen, 2019). Finally, in the current literature, STEM was more commonly used with concepts such as social needs, career development, creative problem-solving, and gifted student status (Yu & Jen, 2019; Alfaiz et al., 2020). However, it is also observed that in recent years, there have been efforts to integrate STEAM education for gifted students into the curriculum (Lage-Gomez & Ros, 2021). On the other hand, there has been an increasing trend in recent times towards studies related to career development. Especially in the United States, the “Advanced Placement (AP) Program” is an excellent example of increasing the number of students choosing STEM careers among secondary education students. Research has been conducted on the student career interest in STEM (Warne et al., 2019), career planning based on students’ perceptions of professional stereotypes, abilities, and career interests from fifth-grade level to university level in advanced STEM courses (Barth et al., 2018), and the relationship between gender roles, career self-efficacy, and STEM-based career preferences among gifted female students at the high school and university levels (Yu & Jen, 2021).

On the other hand, in the studies indexed in the SCOPUS database on STEM education for gifted students, keywords such as entrepreneurship (Tovar et al., 2017) and career interest (Warne et al., 2019), which are more popular and represent the mission of STEM education (NSF report), were encountered only once. STEM education is an appropriate educational model that directs students' career plans toward STEM disciplines, imparts the necessary skills, and enables them to develop original solutions to complex problems in line with their areas of interest (Ülger & Çepni, 2018). In this regard, it is believed that increasing research on these topics, which align with the initial purpose of STEM, will significantly contribute to the literature.

Suggestions

Researchers planning to conduct studies on the concepts of STEM or STEAM are recommended to perform bibliometric analyses in different databases in the relevant literature. Furthermore, in this study, it was noticed that publications by researchers from countries that have shown high achievement in international exams, such as PISA, are rarely or not published in the sources indexed in the SCOPUS database. Different studies can be planned for STEM or STEAM-related research conducted in countries with high success in international exams, such as PISA and TIMSS.

Ethics Committee Approval: This study does not require ethics committee approval due to the methods employed.

Author Contributions: Author 1: Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, Investigation and

Writing – Original Draft Preparation, Author 2: Conceptualization, writing-original draft, supervision and writing-review & editing.

Conflict of Interest: The authors of the article declare that there is no conflict of interest between them.

Özel Yetenekli Öğrencilerde STEM/STEAM Eğitimi Konulu Makalelerin Bibliyometrik Analizi

Güliz Kaymakçı^a  Şendil Can^b 

^a Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye, guliz.kaymakci@gop.edu.tr

^b Prof. Dr. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye, csendil@mu.edu.tr

ÖZET

MAKALE BİLGİSİ

Mevcut araştırmanın amacı, özel yetenekli öğrencilere yönelik STEM eğitimi konusundaki makaleleri bibliyometrik analizini sağlamaktır. Bu bağlamda özel yetenekli öğrencilerle STEM ve STEAM eğitimi konusu üzerine yapılan ve SCOPUS veri tabanında taranan çalışmaların bibliyometrik analizi yapılmış ve yorumlanmıştır. Analiz süreci, betimsel araştırma yaklaşımına dayalı bibliyometrik haritalama yöntemi ile yürütülmüştür. SCOPUS veri tabanında bu iki alana ait çalışmaları birlikte sınırlandırmak amacıyla "Gifted" veya "Talented" ve "STEM" veya "STEAM" anahtar kavramlarıyla tarama yapılmıştır (Erişim tarihi: 22.06.2022). İlk tarama aşamasında 464 adet çalışmaya ulaşılmıştır. Ancak araştırma amacıyla örtüşen, hakem süreci tamamlanmış, sosyal bilgiler ve eğitim alanında çalışılmış, meta-sentez, meta-analiz ve derleme haricinde olan 124 tanesi üzerinde analiz yapılmasına karar verilmiştir. Analiz, VosViewer programıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 2017 yılından itibaren ilgili konu üzerine yapılan çalışmalarda artış gözlenmiştir. En fazla yayın ise 86 ile ABD'dir. Özel yetenekliler için STEM eğitiminde uzamsal beceri, yaratıcılık, özelleştirilmiş okullar, zenginleştirme, cinsiyet farklılıkları gibi kavramların ön plana çıktığı görülürken, girişimcilik, kariyer rehberliği, kariyer ilgisi ve e-öğrenme gibi konularda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Bu açıdan ileride yürütülmesi planlanan araştırmalar açısından diğer veri tabanlarında STEM veya STEAM ile ilgili alanyazın taranarak, alanda daha az çalışılmış becerilere yönelik bibliyometrik çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Makale Türü
Araştırma

Makale Geçmişi
Gönderim tarihi:
01.03.2023
Kabul tarihi:
06.10.2023

Anahtar Kelimeler

STEM, STEAM, Özel Yetenekli, Bibliyometrik Analiz

Atıf Bilgisi: Kaymakçı, G. ve Can, Ş. (2023). Özel yetenekli öğrencilerde STEM/STEAM eğitimi konulu makalelerin bibliyometrik analizi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11 (21), 275-308.

Sorumlu yazar: Güliz Kaymakçı, e-posta: guliz.kaymakci@gop.edu.tr

Giriş

STEM kavramı, Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Math) kavramlarının baş harflerinden oluşmaktadır. Kavram, NSF [National Science Foundation] tarafından düzenlenen bir raporda ilk defa “SMEveT” olarak geçmiştir. Rapor, ABD’nin Dünya ülkelerinin bilim ve teknoloji yarışında geriye düşmemesi için bireyleri daha fazla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ilişkin mesleklere yöneltmek amacıyla ortaya konmuştur. Bu sebepten politik bir adımla yola çıkıldığı söylenebilir (Karataş, 2017; NSF, 2015). Çünkü uluslar, STEM alanlarındaki gelişmeler sayesinde yetişen çok sayıda nitelikli ve iyi eğitilmiş bireyin artması ile küresel rekabete ayak uydurabileceğini düşünmektedir. Bu sebepten beşeri sermaye, bir ülkenin en önemli kaynağı olarak görülmektedir.

STEM eğitimi, akademik kavramların gerçek dünya ile entegrasyonuna ilişkin bir öğrenme yaklaşımı taşımasından dolayı disiplinlerarası bir yaklaşım olarak görülmektedir (Ha ve diğerleri, 2020). STEM, çağdaş eğitim içerisinde bilimin, teknolojinin ve mühendisliğin önemini ifade etmektedir (Bybee, 2010). Temelde yapılandırmacılığın ilkelerine ve otuz yıllık bilişsel bilimin bulgularına dayanan, alanlarındaki soyut anlayışları düzenleyerek öğrencilerin bilgiyi aktif olarak inşa etmesine fırsat sağlayan, bilgi ve öğrenen merkezli olmasının yanı sıra pedagoji doğasına uygun olan, öğrenme süreci içerisinde sosyal etkileşimi sağlayan bir ortamdır (Sanders, 2009). Aynı zamanda STEM eğitimi sürecinde; alanların (fen, teknoloji, matematik, mühendislik) birbirinden bağımsız içerik olarak değil, birbiriyle entegre edilen bir disiplin olarak görülmesi, içerik, pedagoji ve etkinliklerle harmanlanması, uygulanan öğrencilerin değerlerinin, tutumlarının, motivasyonlarının, özgüvenlerinin dikkate alınması ve öğrencilerin STEM teknolojilerini verimli bir şekilde kullanması hususlarının dikkate alınması gereklidir (Zollman, 2012).

STEM eğitim programı, ilköğretimden itibaren başlayan, ortaöğretim ile devam eden ve ardından mesleki eğitim ile son bulan bir kariyer planlamasıdır. Bu anlamda yalnızca ortak öğretim programları için değil, özel yetenekli öğrenciler için de zenginleştirilmiş eğitim programında STEM eğitime yönelik uygulamaların yer alması önerilmektedir (Ülger ve Çepni, 2018). Özel zekalı veya yetenekli öğrenciler, fen ve matematiğe karşı yüksek motivasyon, ortalamanın üzerinde bir akademik bilgi, beceri ve yaratıcılığa sahiptir (Jang ve diğerleri, 2013). Bu nedenle, bilim ve teknoloji alanındaki kariyer yolu bakımından yüksek potansiyele sahip olduğu için (Roman, 2012), özel yetenekli öğrenciler için zenginleştirilmiş ve farklılaştırılmış bir ders programının kullanılması önerilmektedir (Ericsson, 2014; Miedijensky ve Tal, 2016).

STEM eğitimi, eğitim sistemimizin temel amaçlarından olan; problem çözebilen, eleştirel düşünebilen, grup çalışmasına yatkın, dizayn sürecine dahil olan, iletişim becerisi yüksek, teknoloji ve bilgi okuryazarı, problemler ve farklı durumlar karşısında esnek düşünebilen, farklı durumlara hızlı uyum sağlayabilen yani kısaca 21. yy becerilerine sahip, nitelikli bireylerin yetiştirilmesinde önem taşımakla birlikte doğuştan özel yeteneğe sahip bireylerin var olan performanslarını en üst düzeyde kullanabilmeleri adına da oldukça çok önemlidir (Asghar ve diğerleri, 2012). STEM yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilen eğitim, farklı özelliklere sahip öğrencilerde örneğin özel yetenekli öğrencilerde sorunlara özellikle teknik çözümlerin üretilmesi, bilgide kalıcılığın ve derinliğin artırılması anlamında olumlu yönde etki etmektedir (Becker ve Park, 2011). STEM kullanılarak gerçekleştirilen eğitim sürecinde özel yeteneklilerin çok boyutlu düşüncelerine olanak sağlayarak yeteneklerini ortaya çıkarıcı etkinlikler gerçekleştirilebilmektedir (Özçelik ve Akgündüz, 2018). Bu bağlamda özel yetenekli öğrencilerin bilim dallarının temellerini atması ve toplumsal

sorunlara pratik çözümler oluşturabilmelerinde STEM eğitiminin önemi yadsınmaz.

Yirmi birinci yüzyıldaki teknoloji çağı sürdükçe bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanları disiplinlerarası olması bakımından da dünya çapında giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Son dönemde STEM eğitime, yaratıcılık ve yenilikçilik yönünden eksik kaldığı eleştirileri üzerine, “Sanat (Art)” disiplinini de dâhil edilerek, bilim ve teknoloji alanındaki ilerlemeyi estetik açıdan da geliştirecek STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) eğitimi benimsenmeye başlanmıştır. Bu durum başta yükseköğretim programları olmak üzere (Mooney ve Lauback, 2002) birçok ülkenin eğitim paradigmasını etkilemiştir (Corlu, 2014). Böylece birçok eğitim topluluğu, STEM disiplinlerinin eğitime entegrasyonuna ilişkin girişimlerde bulunmuştur (Ha ve diğerleri, 2020). Diğer taraftan Dünya’da birçok ülke’nin eğitim otoriteleri (The Next Generation Science Standards, National Science Foundation, Uluslararası Teknoloji ve Mühendislik Eğitimi Derneği, Ulusal Mühendislik Akademisi vb.), eğitim programlarını bu doğrultuda yeniden gözden geçirme ve düzenleme yoluna gitmiştir (Aydeniz ve Bilican, 2018).

Eğitim programları içerisinde STEM eğitime de yer veren Amerika Birleşik Devletleri, Kaliforniya Eyaleti’nde lise düzeyleri okullarda STEM merkezli kariyer eğitimleri verilmesinin yanı sıra sağlık, fen ve matematik odaklı kariyer eğitimleri üzerinde de durulmaktadır (National Research Council, 2011). Son zamanlarda STEM eğitime sanatı da dahil ederek problem çözmeye dayalı, bilim ve teknoloji odaklı, öğrencilerin ilgisini ve anlayışını artırmaya yönelik çalışmalar yapan diğer bir ülke olan Güney Kore’de ise yetenekleri geliştirme merkezli bir STEAM çerçevesi henüz yoktur (Kim ve Chae, 2016). STEM eğitiminin doğru uygulanabilmesi adına STEM hizmet içi öğretmen eğitimi girişiminde bulunan ülkelerden biri olan Fransa’da da ulusal bir “Bilim Evleri” ağı oluşturulmuştur (Kearney, 2015). Birleşik Krallık’ta ise STEM eğitimleri ilkokuldan itibaren verilmeye başlanmaktadır. Bu sebeple öğrencilerin genellikle üniversite dönemlerinde bilime ve matematiğe katılım oranı artmaktadır (Avrupa Komisyonu/EACEA/Eurydice, 2011). Finlandiya’da da daha çok kız öğrencilerin fene ilgisini artıracak faaliyetler ile bilime ve teknolojiye karşı olan tutumlarını iyileştirici çalışmalar düzenlenmektedir (Avrupa Komisyonu/EACEA/Eurydice, 2012).

Türkiye’de STEM eğitime yönelik çalışmaların Corlu (2014) ile editör çağrısı sonrasında başladığı düşünülmektedir. Gerek uluslararası gerekse ulusal alan yazında STEM eğitime ilişkin gelişmeler devam ederken, 2018 yılında yayımlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı kapsamında da bireylere matematik, fen ve teknoloji alanlarında da yetkinlikler kazandırılması vizyonu belirlenmiştir (MEB, 2018). Ancak STEM eğitimi alan yazınında hala önemli boşlukların yer aldığı ifade edilmiştir. Bu boşlukların tespit edilmesi ve giderilmesinde; sistematik derleme, metasentez, metanaliz ve bibliyometrik uygulamalara ilişkin öneriler getirilmiştir (Gülhan, 2022). Ayrıca alan yazın taramasında yanlılığın ortadan kaldırılması için farklı veri tabanlarından yararlanılması önerilmiştir (Bıçakçı ve Baloğlu, 2021).

Bir konuya ilişkin alan yazın hakkında genel çerçeve ortaya koymak amacıyla bibliyometrik analiz yönteminden faydalanılmaktadır (Tosun, 2020). Bibliyometrik yöntemler bir konu hakkında araştırmacılara, araştırmanın tarihi, mevcut durumu ve geleceğine ilişkin olası eğilimler hakkında bilgi sağlarken (Vogel ve Masal, 2015), ilgili literatüre ilişkin araştırmaları haritalamak amacıyla da kullanılmaktadır (Cobo ve diğerleri, 2011). Diğer taraftan belirli bir konuya ilişkin genel eğilim hakkında, istatistiki verilere dayanarak o konu üzerinde araştırma yapacak kişilere, konunun eksik ya da çalışılmamış bölümleri hakkında veriler de sunmaktadır. Bu doğrultuda konuya ilgi duyan araştırmacılara ilgili alan yazının eksik yönleri hakkında farkındalık kazandıracağı düşünülmektedir (Akkaya ve Ertekin, 2021). Bibliyometri, belli alanlardaki yapılan araştırmaların

yöneldikleri noktaları, oranlarını çözümlmek için kullanılan bir yöntemdir. Bibliyometrik analiz, yapılan çalışmaların, araştırıldığı ülkeler, yazar ismi, dergi ismi, kurum ismi, makalenin çeşidi ve araştırılan konuların alanları gibi nitelikleri sınıflandırma fırsatı sağlar. Aynı zamanda bibliyometrik analiz ile sayısal bağlantılar, güncel konular, yazarlar, sosyal ve iş ilişkileri göz önüne alınarak hazırlanan çalışma konularından daha güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Bibliyometrik çalışmalar, bilimsel yayınların kendi değerlendirmelerini yapmalarını mümkün kılarak bilimsel yayın ilkelerine uygunluğun sağlanmasına imkân tanımaktadır (Al ve diğerleri, 2010). Bibliyometri; kitap, makale, dergi gibi bilimsel yayınların yazar, içerik, atıf, kurum, ülke gibi bilgilerinin istatistiksel verilere dönüştürülerek, uygun alan, kurum, ülke, yazar ve yazarlar arası bağlantılar için kullanılabilecek bir bütün haline dönüştürülmesi olarak ifade edilebilir (Al ve Tonta, 2004; Broadus, 1987; Osareh, 1996).

Özel yetenekli öğrencilerle yapılan çalışmaların bibliyometrik analizine ilişkin alan yazın incelendiğinde sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Bıçakçı ve Baloğlu, 2021). Bu bağlamda Güneydoğu Asya Milletler Birliği'ni oluşturan (Filipinler, Malezya, Tayland, Endonezya, Singapur... vs.) ülkelerde STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi (Ha ve diğerleri, 2020). Üstün yetenekli öğrencilere STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların tematik analizi (Ülger ve Çepni, 2020) yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca Gülhan (2022), Türkiye'de STEAM üzerine yapılmış araştırmalardaki genel eğilimleri incelerken, Tosun (2022) ise WoS (Web of Science) veri tabanında özel eğitim gerektiren öğrencilerle fen eğitimi üzerine yapılan araştırmaların bibliyometrik ve içerik analizlerini gerçekleştirmiştir. Mevcut araştırmada ise özel yetenekli öğrencilerde STEM ve STEAM konusu üzerine yapılan ve SCOPUS veri tabanında taranan çalışmaların bibliyometrik analizi yapılmış ve yorumlanmıştır. STEM eğitiminin özel yetenekli öğrencilerde erken yaşlardan itibaren uygulanması, bu çocuklarda özellikle mühendislik alanlarında mesleki kariyer ve yönelim açısından daha ilgi çekici hale getirmektedir. Ayrıca STEM eğitimi ile disiplinler arası çalışmalarda öğrencilerin bilimsel süreç yetkinliklerini olumlu yönde etkileyerek yüksek nitelikli ürün ve projeler geliştirmelerine destek olur (Yıldız, 2022). Bibliyometrik analiz sonuçları alan yazındaki boşlukların belirlenmesine katkı sağladığı için (Çelik ve diğerleri, 2023) özel yetenekli öğrencilerin STEM eğitimi üzerine yapılacak çalışmalara ışık tutacağı ve ülkemizde özel yetenekli öğrencilere; rehberlik yapacak öğretmenlerin seçimine ve STEM eğitimi kapsamında girişimcilik, kariyer ilgisi, mühendislik tasarım ve kariyer planlamasına yönelik çalışmaların artırılması alan yazına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırma sürecinde şu sorulara cevap aranmıştır:

1. Uluslararası alan yazında özel yetenekli öğrenciler için STEM eğitimi araştırmalarının yıllara göre dağılımı nasıldır?
2. Uluslararası alan yazında özel yetenekli öğrenciler için STEM eğitime en fazla katkı sağlayan araştırmacılar kimlerdir?
3. Özel yetenekli öğrenciler için STEM eğitimi alan yazına katkı sağlayan ülkeler hangileridir?
4. Uluslararası alan yazında özel yetenekli öğrenciler için STEM eğitimi kapsamında yapılan çalışmaların konu ağı haritası nasıldır?

Yöntem

Mevcut araştırma betimsel araştırma yaklaşımına dayalı bibliyometrik haritalama yöntemi ile yürütülmüştür. Bibliyometrik analizler, çeşitli veri tabanlarında bir konuya ilişkin makalelerin meta verilerinden yararlanarak, ilgili alan yazındaki yazarlar, genel eğilimler, paradigma değişimleri ve kilit noktalara ilişkin bilgiler hakkında bir çerçeve oluşturmaktadır (Roemer ve Borchardt, 2015). Bu bağlamda bu çalışmada STEM ve STEAM hakkında yayımlanan makaleleri bibliyometrik parametreleri göz önünde bulundurarak irdelemek ve var olan durumu ortaya koymak amacıyla betimsel tarama modelinde yapılandırılmıştır.

Verilerin Toplanması

Bibliyometrik analizler, belirli zaman dilimlerinde kişiler veya kurumlar tarafından yapılmış yayınlar arasındaki ilişkileri sayısal olarak ortaya koymaktadır. Ancak bu veriler tüm makale veri tabanları tarafından gerçekleştirilmemektedir. Mevcut araştırmanın amacı doğrultusunda ilgili literatür taraması, farklı disiplinlerin yer aldığı dergileri endeksleyen SCOPUS veri tabanından yararlanılarak 22.06.2022 tarihinde 11:00-18:00 (GMT +3) saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bibliyometrik analiz için SCOPUS veri tabanının kullanılması, diğer veri tabanlarına göre daha kapsamlı disipline ev sahipliği yapması, kullanıcıya daha geniş dergi profile sunmasından kaynaklanmaktadır (Akkaya ve Ertekin, 2021; Falagas ve diğerleri, 2008). Uluslararası alan yazında özel yetenekli öğrenciler için çeşitli kavramların kullanıldığı görülmektedir. Bu kavramlar genellikle “gifted” ve “talented” üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu sebepten özel yetenekli öğrenciler ile yapılan çalışmaları sınırlandırmak amacıyla “gifted” ve “talented” kelime işlemcisi ile tarama işlemi gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitimlerine ilişkin çalışmaları sınırlandırmak amacıyla “STEM” ve “STEAM” kelime işlemcisi ile tarama işlemi gerçekleştirilmiştir. SCOPUS veri tabanında bu iki alana ait çalışmaları birlikte sınırlandırmak amacıyla “Gifted*” or “Talented” and “STEM” or “STEAM” anahtar kavramlarıyla tarama yapılmıştır (Erişim tarihi: 22.06.2022). İlk tarama aşamasında 464 adet çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmalar, hakem sürecini başarıyla tamamladığından emin olmak amacıyla “makaleler” (research article) ile sınırlandırılarak 236 adet makaleye ulaşılmıştır. Ardından çalışma alanlarının “sosyal bilimler” ya da “eğitim bilimleri” çalışma alanı ile sınırlandırılarak 157 çalışmaya indirgenmiştir. Bu 157 çalışmanın başlık, özet metin ve anahtar kelimeleri tek tek incelenerek araştırmanın amacı ile tutarlı olup olmadığı kontrol edilmiş, araştırma amacıyla örtüşen 124 tanesi üzerinde analiz yapılmasına karar verilmiştir. Mevcut çalışmada araştırmaya dahil edilen makalelerde sadece STEM kısaltması kullanılmıştır. Araştırmaya dahil edilen çalışmalara ilişkin akış şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.

Dahil edilme kriterleri:

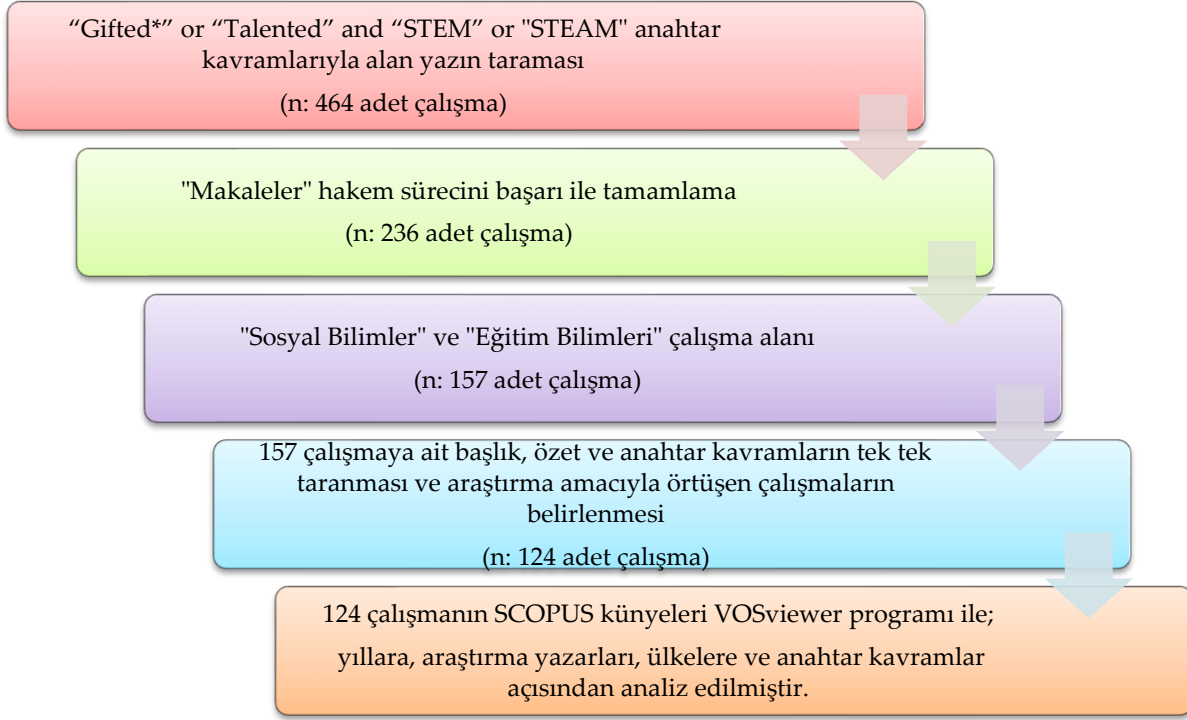
1. Araştırma kapsamı, 22 Haziran 2022 saat 11:00’a kadar olan zaman diliminde yayınlanmış olan çalışmalar ile sınırlandırılmıştır.
2. Değerlendirmeye alınan çalışmalar, hassas bir kör hakemlik değerlendirme sürecinden geçen araştırma makalelerini kapsamaktadır.
3. Araştırmanın başlığında, özet metninde veya araştırmanın anahtar kelimeleri arasında özel yetenekli öğrencileri temsil eden *gifted* veya *talented* kavramları yanında, öğretim sürecine ilişkin *STEM* veya *STEAM* kavramlarını içeren çalışmaları kapsamaktadır.

Hariç tutulma kriteri ise bir adet olup şu şekildedir;

1. Tam metin bildiri, özet metin bildiri, kitaplar ve kitap bölümlerinden oluşan yayınların, hakem sürecine ilişkin net bilgiler sunmadığından dolayı kapsam dışında tutulmuştur.

Şekil 1

Analiz Öncesi Bibliyometrik Analize Dâhil Edilecek Yayınların Belirlenme ve Analiz Süreci



Dahil edilme ve hariç tutulma kriterleri sonucunda 124 adet çalışma, VOSviewer programı aracılığıyla bibliyometrik analize tabi tutulmuştur. VOSviewer, dergi, araştırmacı veya bilimsel yayınları alıntılama, bibliyografik eşleştirme veya ortak yazarlık ilişkilerine dayalı olarak bibliyometrik ağları oluşturmak ve görselleştirmek için kullanılan bir yazılım aracıdır. Bu bakımdan bilimsel literatürden çıkarılan önemli terimlerle ilgili metin madenciliği işlevi sunar.

Bu araştırmada bibliyometrik analiz, VOSviewer yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yazılım, Web of Science, Scopus, Dimensions, Lens ve PubMed gibi veri tabanlarından indirilen kaynakların her birini kendi içinde ve birbirinden bağımsız bir şekilde analiz edilmesine imkân vermektedir. Bu sebepten mevcut araştırmada yalnızca SCOPUS veri tabanında taranan kaynaklar üzerinde bibliyometrik analiz yapılmıştır. Bu aynı zamanda araştırmanın sınırlılığı olarak kabul edilmektedir.

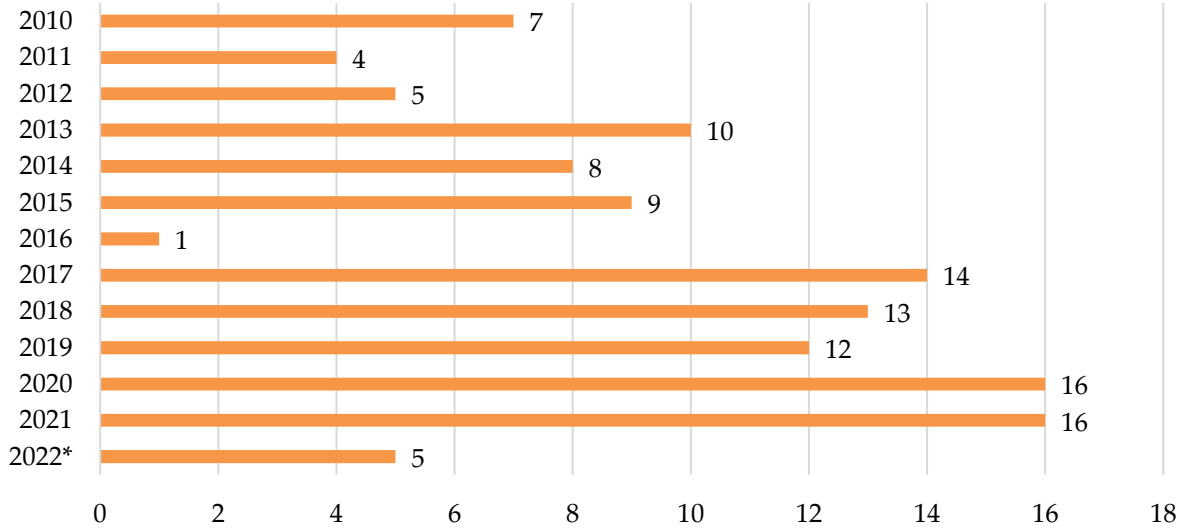
Bulgular

Yıllara Göre Yapılan Çalışmalar

Özel yetenekli öğrencilerde STEM eğitimi konusu üzerine yapılan makaleler yayımlandığı yıl açısından incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 2’de gösterilmiştir.

Şekil 2

Özel yetenekli öğrencilerle yapılan STEM eğitimi çalışmalarının yıllara göre dağılımı



*12 Haziran 2022 tarihli arama sonuçlarına göre

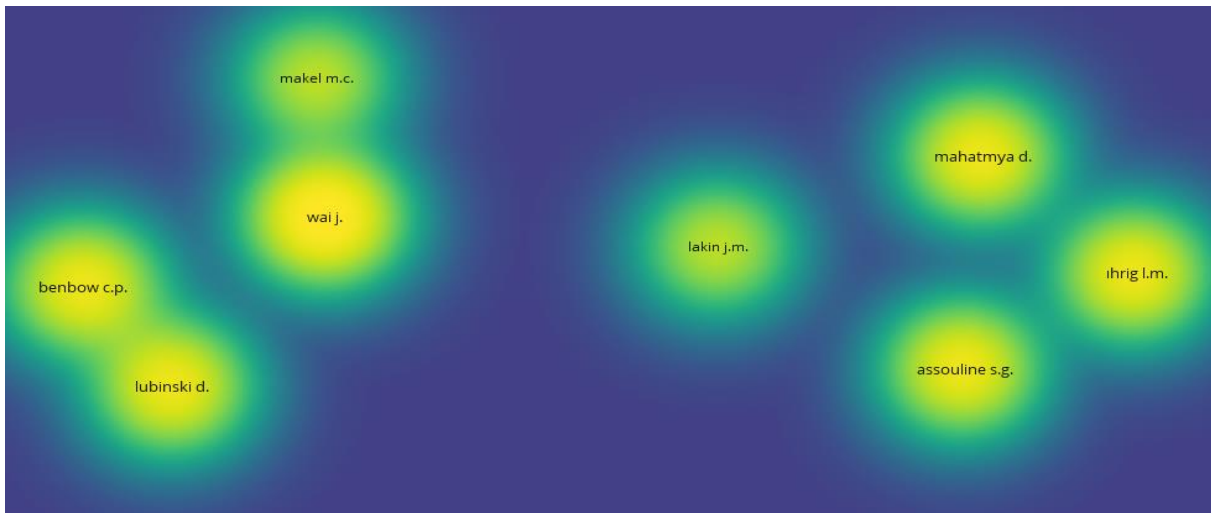
Şekil 2'ye göre SCOPUS veri tabanında özel yetenekli öğrencilerde STEM eğitimi konusu üzerine yapılan makalelerin 2010 yılı (f:7) itibariyle uluslararası literatürde yer almaya başladığı belirlenmiştir. Bu tarihten itibaren 2011 yılında 4 adet, 2012 yılında 5 adet, 2013 yılında 10 adet, 2014 yılında 8 adet, 2015 yılında 9 adet, 2016 yılında 1 adet, 2017 yılında 14 adet, 2018 yılında 13 adet, 2019 yılında 12 adet, 2020 yılında 16 adet, 2021 yılında 16 adet ve 2022 yılında 5 adet çalışmaya rastlanmıştır.

Araştırma Yazarları Açısından Yapılan Çalışmalar

Özel yetenekli öğrencilerde STEM eğitimi konusunda yaptığı çalışmalara en fazla atıf alan yazarlar incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3

SCOPUS Veri Tabanına Göre Özel Yetenekli Öğrencilerle STEM Eğitimi Konusundaki Alan Yazında En Fazla Atıf Alan Yazarlar



Şekil 3'e göre ilgili alan yazında en fazla atıf alan çalışmaların yazarları, daha yoğun ve daha geniş renk ile şematize edilmiştir. Buna göre ilgili alanyazında Lubinski, D., Benbow, C. P ve Wai, J'nin

yaptığı çalışmaların daha fazla atıf aldığı söylenebilir.

Özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi üzerine çalışan yazarların, ilgili konu hakkındaki çalışma ve atıf sayıları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1

Özel Yetenekli Öğrencilerde STEM Eğitimi Konusunda Atıf Alan Yazarlar

Yazarlar	Çalışma sayısı	Atıf sayısı
Maker, C. J.	5	46
Wai, J.	4	253
Assouline, S. G.	3	39
Mahatmya, D.	3	39
Ihrig, I. M.	3	39
Cotabish, A.	3	54
Dailey, D.	3	54
Subotnik, R. F.	3	93
Ford, D. Y.	3	37
Lubinski, D.	3	320
Benbow, C. P.	3	306
Jen, E.	3	16
Olszewski-Kubilius, P.	3	53
Sternberg, R. J.	3	14
Lewis, C. W.	2	16
Almarode, J.	2	87

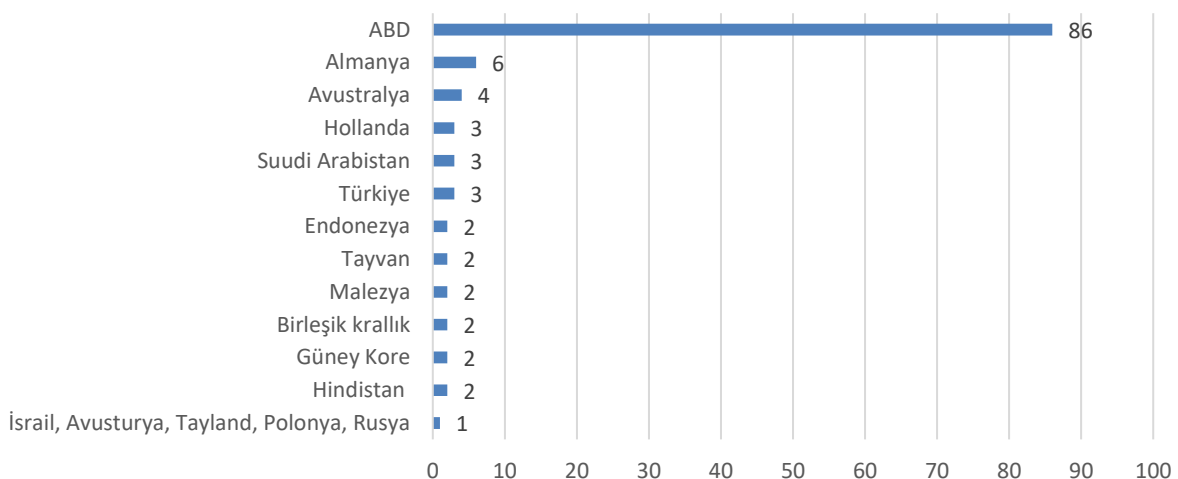
Tablo 1’e göre özel yetenekli öğrencilerde STEM eğitimi konusundaki alan yazına Maker, C. J. beş çalışma; Wai, J. dört çalışma; Assouline, S. G. üç çalışma ile katkı sağladığı belirlenmiştir. Diğer taraftan Lubinski, D. ve Benbow, C. P. üçer çalışma ile; Lewis, C. W. ve Almarode, J. ise ikişer çalışma ile alan yazına katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Ülkelere Göre Yapılan Çalışmalar

Özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi konusundaki alan yazının, SCOPUS veri tabanında yer alan çalışmaların ülkelere göre dağılımı incelenmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 4’de gösterilmiştir.

Şekil 4

Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan STEM Eğitimi Çalışmalarının Ülkelere Göre Dağılım



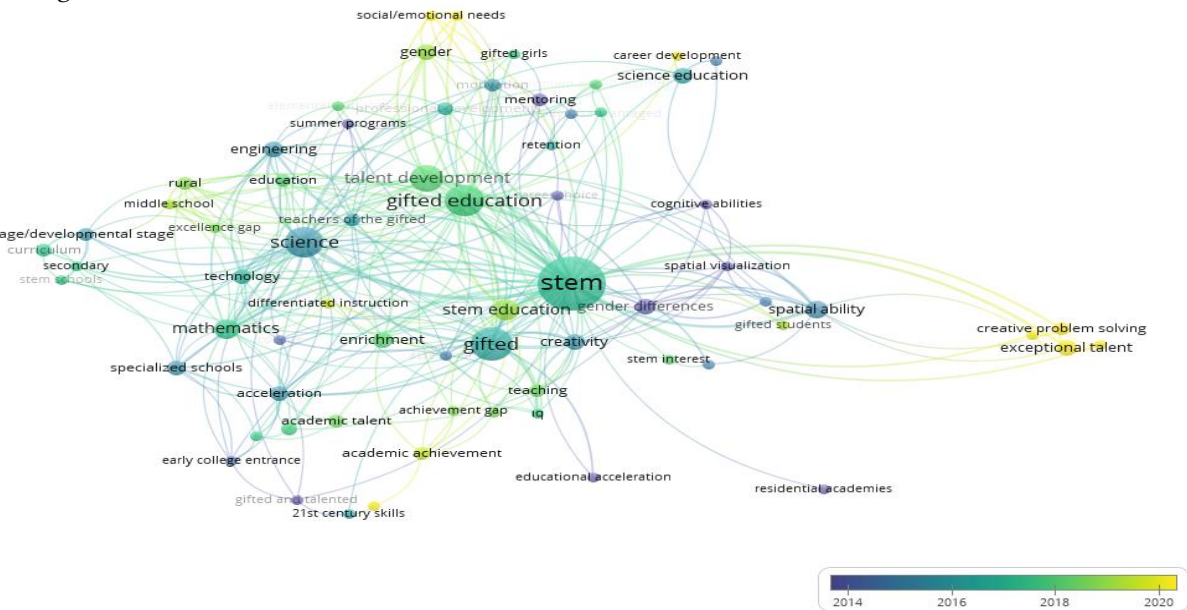
Şekil 4'e göre SCOPUS veri tabanında özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi konulu alan yazına Amerika Birleşik Devletleri'nden 86 çalışma katkı sağlarken. Bunu altı çalışma ile Almanya, dört çalışma ile Avustralya, üç çalışma ile Hollanda, Suudi Arabistan ve Türkiye takip ettiği görülmektedir. Ayrıca Endonezya, Tayvan, Malezya, Birleşik Krallık, Güney Kore ve Hindistan iki çalışma ile literatüre katkı sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kavramlar Açısından Yapılan Çalışmalar

Özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların anahtar kelimelerinden yararlanarak bir ağ yapısını ortaya koyabilmek için VOSviewer programı kullanılmıştır. Çalışmalara ilişkin anahtar kelimelerin ağ yapısını belirlemek amacıyla SCOPUS veri tabanında özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi üzerine endekslenen 124 makaleden toplam 418 farklı anahtar kelime, VOSviewer programıyla yapılan analizler sonucunda 37 küme (Cluster) altında toplanmıştır. Şekil 5 incelendiğinde oluşan kelime ağı ve kelimeler arasındaki bağlantılar STEM kavramı başta olmak üzere özel yeteneklileri temsil eden (gifted education ve gifted) kavramları etrafında toplandığı görülmektedir. "STEM", "Gifted" ve "Talented" kavramları dışında *science*, *mathematics*, *engineering* ve *technology* kavramları en fazla tekrar eden anahtar kelimeler olduğu göze çarpmaktadır. Bunlardan Science kavramı en fazla tekrar eden (sıklık: 17; toplam bağlantı 103) kavram iken *technology* kavramı ise diğerlerine göre daha az tekrar eden (sıklık: 4; toplam bağlantı 32) kavram olarak göze çarpmaktadır. Özel yetenekliler için *uzamsal beceri*, *yaratıcılık*, *özelleştirilmiş okullar*, *zenginleştirme*, *cinsiyet farklılıkları* gibi kavramların ön plana çıktığı görülmektedir. SCOPUS veri tabanına göre özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların en az iki defa tekrar eden anahtar kelimeler ağı, Şekil 5'te gösterilmiştir. Anahtar kelimelerin en az iki defa tekrar etmesi şartı, kavramın tesadüfi olarak yer almasından arındırılması amacıyla tercih edilmiştir.

Şekil 5

SCOPUS Veri Tabanına Göre Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan STEM Eğitimi Çalışmaların Anahtar Kelime Ağı



Şekil 5'e göre 2014 yılından 2022 yılına kadar olan çalışmalardaki anahtar kelimelerin birbiri ile olan ilişkisi farklı renklerle belirtilmiştir. Elde edilen kelime ağına göre STEM kavramı; 2014 yılından önce ağırlıklı olarak *cinsiyet farklılıkları*, *kariyer seçimi*, *üstün yetenekli öğrenci okulları*, *bilişsel beceriler*

ve *rehberlik* kavramlarıyla ortak kullanıldığı görülmektedir. 2016 yılına doğru yapılan çalışmalarda ise STEM kavramı; uzamsal yetenek, yaratıcılık, mühendislik, özel yetenekli öğrencilerin öğretmenleri ve yaş kavramlarıyla ortak kullanıldığı tespit edilmiştir. 2018 yılına doğru STEM kavramı; STEM okulları, STEM ilgisi, beceri geliştirme, problem temelli öğrenme ve özel yetenekli kız öğrenci kavramlarıyla daha fazla ortak kullanıldığı belirlenmiştir. Son olarak güncel alan yazında STEM kavramı; sosyal gereksinimler, kariyer gelişimi, yaratıcı problem çözme ve özel yetenekli öğrenci statüsü kavramlarıyla daha fazla ortak kullanıldığı görülmektedir.

Buna karşın yalnızca bir defa tekrar eden önemli kavramlar da bulunmaktadır. *Girişimcilik*, *ortaöğretim kariyer rehberliği*, *ortaokul kariyer ilgisi* ve *e-öğrenme* gibi daha son zamanlarda daha popüler olan ve STEM eğitiminin ortaya çıkış misyonunu (NSF raporu) da temsil eden anahtar kelimelere yalnızca bir defa rastlanılmıştır.

SCOPUS veri tabanına göre özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi konusunda tekrar eden anahtar kelimeler frekans sıralamasına göre Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2

Özel Yetenekli Öğrencilerle STEM Eğitimi Konusunda En Fazla Tekrar Eden Anahtar Kelimeler

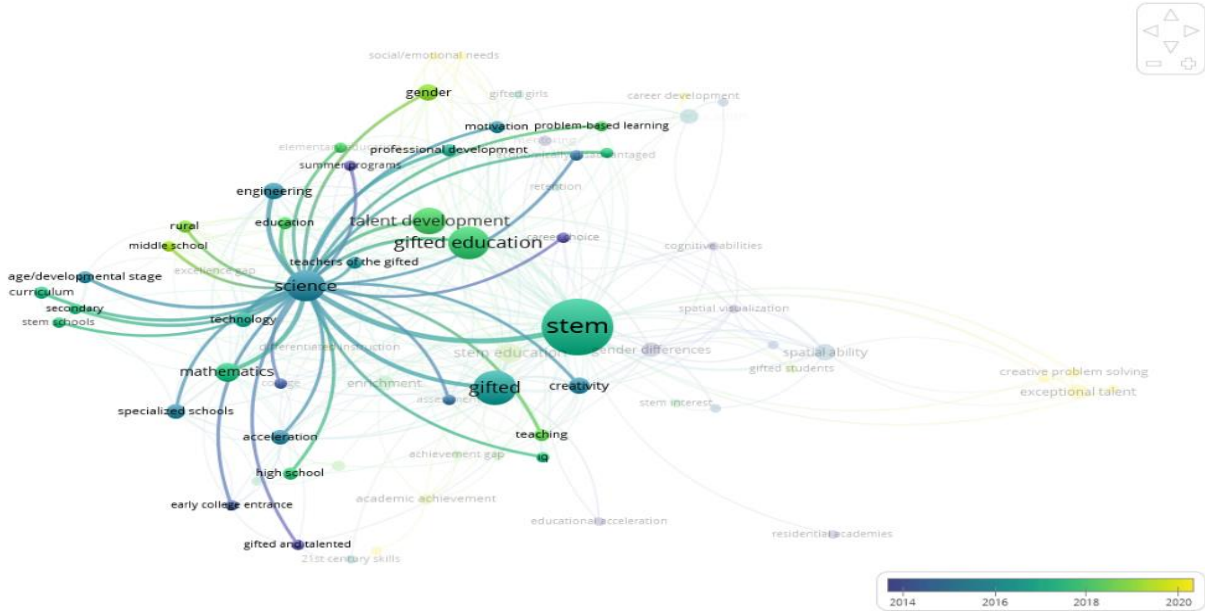
Anahtar kelimeler	Tekrarlanma sıklığı
STEM (Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik)	53
Gifted (Özel yetenekli)	21
Gifted Education (Özel yetenekliler Eğitimi)	19
Science (Fen/Bilim)	17
Talent development (Yetenek gelişimi)	13
STEM education (Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi)	8
Mathematics (Matematik)	7
Spatial ability (Uzamsal yetenek)	6
Science education (Fen eğitimi)	5
Enrichment (Zenginleştirme)	5
Gender differences (Cinsiyet farklılıkları)	5
Creativity (Yaratıcılık)	5
Exceptional talent (Olağanüstü yetenek)	5
Gender (Cinsiyet)	5
Engineering (Mühendislik)	5
Specialized school (Uzmanlaşmış okul)	4
Technology (Teknoloji)	4
Acceleration (Hızlanma)	4
Rural (Kırsal)	3
Education (Eğitim)	3
Teaching (Öğretim)	3
Professional development (Profesyonel gelişim)	3
Creative problem solving (Yaratıcı problem çözme)	3
Motivation (Motivasyon)	3
Teacher of gifted (Özel yeteneklilerin öğretmeni)	3
Age/development stage (Yaş/gelişim düzeyi)	3
High school (Lise)	3
STEAM (Bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik)	3
Academic achievement (Akademik başarı)	3
Academic talent (Akademik yetenek)	3
Curriculum (Müfredat)	3
Mentoring (Mentörlük)	3

Tablo 2'ye göre STEM, Gifted, Science, Mathematics gibi araştırma kapsamında kullanılan anahtar kelimeler dışında; yetenek gelişimi (Talent development) kavramı 13 kez, uzamsal beceri (Spatial ability) altı kez, zenginleştirme, cinsiyet farklılığı, yaratıcılık, farklılık becerisi ve cinsiyet (enrichment, gender differences, creativity, exceptional talent and gender) kavramları beş kez, özelleştirilmiş okullar dört kez, kırsal alan, mesleki gelişim, yaratıcı problem çözme, özel yeteneklilerin eğitmeni, STEAM, akademik başarı, müfredat ve danışman/mentor (Rural, professional development, creative problem solving, teacher of gifted, steam, academic achievement, curriculum and mentoring) kavramları ise üç kez kullanıldığı görülmektedir.

SCOPUS veri tabanına göre özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitiminde "Fen" kavramı merkezli yapılan çalışmaların yıllara göre kelime ağı Şekil 6'da gösterilmiştir.

Şekil 6

SCOPUS Veri Tabanına Göre Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan STEM Eğitimi Çalışmalarının "Fen" Kavramı Merkezli Kelime Ağı

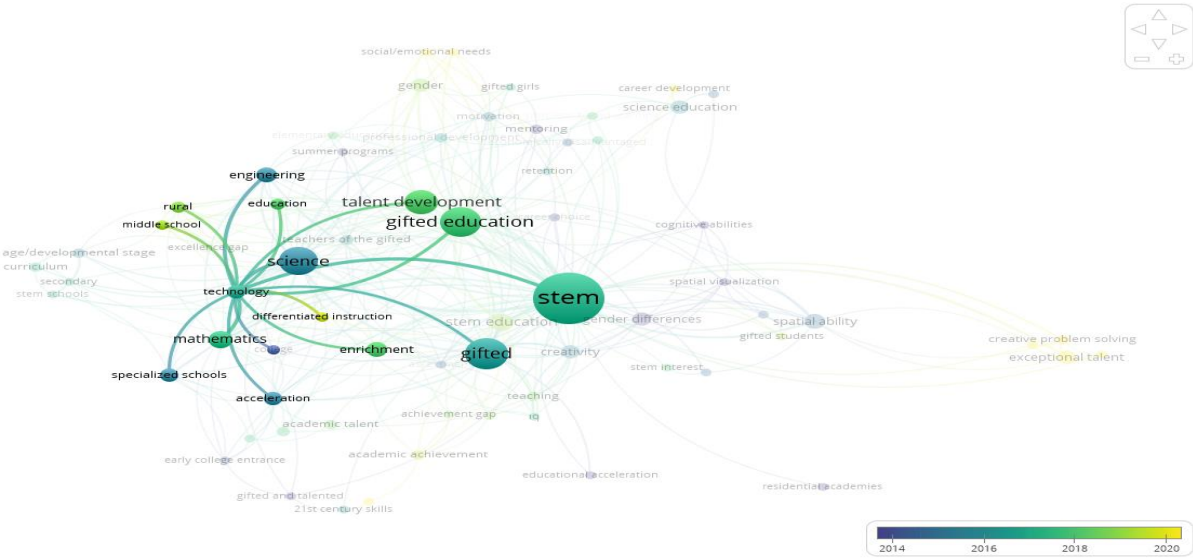


Şekil 6'ya göre özel yetenekli öğrencilerle yapılan STEM eğitimi çalışmalarında *fen* anahtar kavramı, STEM'i oluşturan elementler dışında, *kırsal, farklılaştırılmış öğretim, beceri geliştirme, özelleştirilmiş okullar, okulöncesi, lise, özel yeteneklilerin öğretmeni, cinsiyet, motivasyon, mühendislik, IQ ve zenginleştirme* kavramları ile ağ yaptığı görülmektedir.

SCOPUS veri tabanına göre özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitiminde "teknoloji" kavramı merkezli yapılan çalışmaların yıllara göre kelime ağı Şekil 7'de gösterilmiştir.

Şekil 7

SCOPUS Veri Tabanına Göre Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan STEM Eğitimi Çalışmalarının “Teknoloji” Kavramı Merkezli Kelime Ağı

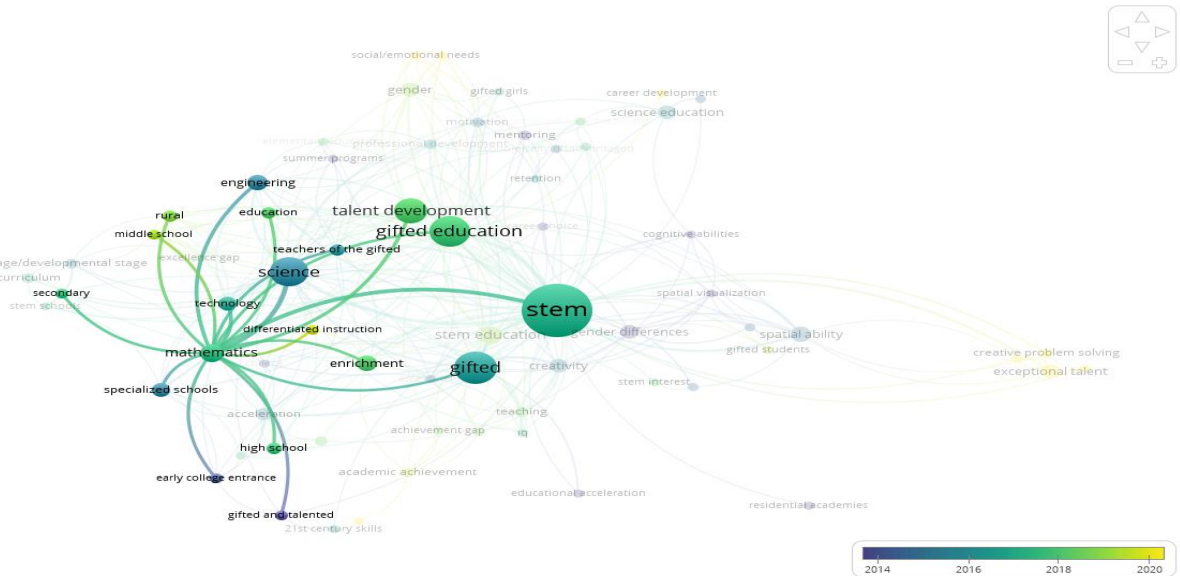


Şekil 7'ye göre özel yetenekli öğrencilerle yapılan STEM eğitimi çalışmalarında *teknoloji* anahtar kavramı, STEM'i oluşturan elementler dışında, *kırsal*, *farklılaştırılmış öğretim*, *beceri geliştirme*, *özelleştirilmiş okullar* ve *zenginleştirme* kavramları ile ağ yaptığı görülmektedir.

SCOPUS veri tabanına göre özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitiminde “matematik” kavramı merkezli yapılan çalışmaların yıllara göre kelime ağı Şekil 8'de gösterilmiştir.

Şekil 8

SCOPUS Veri Tabanına Göre Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan STEM Eğitimi Çalışmalarının “Matematik” Kavramı Merkezli Kelime Ağı



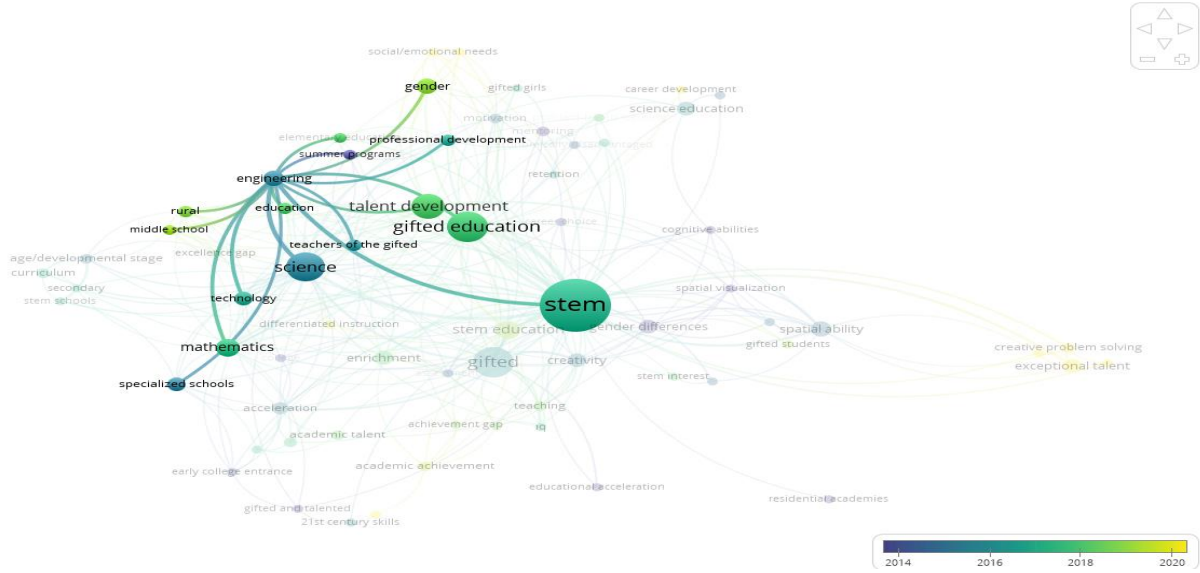
Şekil 8'e göre özel yetenekli öğrencilerle yapılan STEM eğitimi çalışmalarında *Matematik* anahtar kavramı, STEM'i oluşturan elementler dışında, *kırsal*, *farklılaştırılmış öğretim*, *beceri geliştirme*, *özelleştirilmiş okullar*, *okulöncesi*, *lise*, *özel yeteneklilerin öğretmeni* ve *zenginleştirme* kavramları

ile ağ yaptığı görülmektedir.

SCOPUS veri tabanına göre özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitiminde “mühendislik” kavramı merkezli yapılan çalışmaların yıllara göre kelime ağı Şekil 9’da gösterilmiştir.

Şekil 9

SCOPUS Veri Tabanına Göre Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan STEM Eğitimi Çalışmalarının “Mühendislik” Kavramı Merkezli Kelime Ağı



Şekil 9’a göre özel yetenekli öğrencilerle yapılan STEM eğitimi çalışmalarında mühendislik anahtar kavramı, STEM’i oluşturan elementler dışında, kırsal, özel yeteneklilerin öğretmeni, cinsiyet, ortaokul, yaz programı ve beceri geliştirme kavramları ile ağ yaptığı görülmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Mevcut araştırmanın amacı özel yetenekli öğrencilere yönelik yapılan STEM eğitimine ilişkin uluslararası alan yazını, bibliyometrik analizle ortaya koymaktır. Bu araştırma bulguları ile ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan çalışmaların ve alan yazındaki boşlukların yakından takip edilmesi bakımından ulusal araştırmacılara ışık tutması beklenmektedir. Bu amaçla SCOPUS veri tabanında özel yetenekli öğrenciler için STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalar, VOSviewer programı aracılığı ile görselleştirilmiştir.

Araştırma yazarları açısından özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi konusunda C. J. Maker, J. Wai, S. G. Assouline, D. Lubinski ve C. P. Benbow’un yaptığı çalışmaların ön plana çıktığı görülmüştür. Bu alanda çalışma yapacak olan araştırmacıların zaman tasarrufu sağlaması açısından STEM veya STEAM alanında çalışma yapmış olan bilim insanlarının özellikle vurgulanması önemlidir. Ayrıca yazarların STEM veya STEAM alanında gerçekleştirilmiş çalışmalarının bibliyometrik analizler ile vurgulanmasıyla bu yazarlardan atıf yapan İngilizce veya Türkçe harici bilimsel makalelerin literatürde bulunması sağlanarak daha fazla farklı literatüre ulaşım kolaylığına imkân sağlamaktadır.

Diğer taraftan ülkelere göre SCOPUS veri tabanında özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi

üzerine alan yazında en fazla çalışma Amerika Birleşik Devletleri'nde yapıldığı tespit edilirken, bunu sırası ile Almanya, Avustralya, Hollanda, Suudi Arabistan ve Türkiye'nin takip ettiği görülmektedir.

Anahtar kavramlar açısından elde edilen bulgulara göre STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalarda fen kavramı diğer anahtar kavramlarla en fazla ağ kuran, mühendislik kavramı ise en az ağ kuran kavram olduğu belirlenmiştir. Buna göre STEM kavramı en fazla fen kavramı ile en az da mühendislik kavramı ile özdeşleştirildiği söylenebilir.

Kelime ağına göre STEM kavramı; 2014 yılından önce ağırlıklı olarak cinsiyet farklılıkları, kariyer seçimi, üstün yetenekli öğrenci okulları, bilişsel beceriler ve rehberlik kavramlarıyla ortak kullanıldığı görülmektedir. STEM öğrencilerinin psikososyal gelişimlerine rehberlik yapıldığı (Cross ve Frazier, 2010), Üstün yetenekli öğrenciler için özel okulları ve alternatif seçeneklerin ele alındığı (Olszewski-Kubilius, 2009) ve Dünya sorunlarının çözümünde cinsiyet farklılıklarının incelendiği (Malin ve Makel, 2012) araştırmalar bunu desteklemektedir. 2016 yılına doğru yapılan çalışmalarda ise STEM kavramı; uzamsal yetenek, yaratıcılık, mühendislik, özel yetenekli öğrencilerin öğretmenleri ve yaş kavramlarıyla ortak kullanıldığı tespit edilmiştir (Root-Bernstein, 2015; Andersen, 2014). 2018 yılına doğru STEM kavramı; STEM okulları, STEM ilgisi, beceri geliştirme, problem temelli öğrenme ve özel yetenekli kız öğrenci kavramlarıyla daha fazla ortak kullanıldığı belirlenmiştir (Liu ve diğerleri, 2019; Wai ve Allen, 2019). Son olarak güncel alan yazında STEM kavramı; sosyal gereksinimler, kariyer gelişimi, yaratıcı problem çözme ve özel yetenekli öğrenci statüsü (Yu ve Jen, 2019; Alfaiz ve diğerleri, 2020) kavramlarıyla daha fazla ortak kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte son yıllarda özel yetenekli öğrenciler için STEAM eğitiminin, müfredata entegre edilmesine ilişkin çalışmalar yapılmaya da başladığı görülmektedir (Lage-Gomez ve Ros, 2021). Diğer taraftan kariyer gelişimine yönelik çalışmalara son zamanlarda daha fazla rastlanmaktadır. Özellikle Amerika'da STEM kariyeri seçen öğrencilerin sayısını artırmak amacıyla ortaöğretim düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin "Gelişmiş Yetiştirme (Advanced Placement [AP]) Programı ile STEM'e yönelik öğrenci kariyer ilgisi arasındaki ilişki (Warne ve diğerleri, 2019), Beşinci sınıf düzeyinden üniversiteye kadar ileri STEM kurslarında öğrenim gören öğrencilerin mesleki klişeleri, yetenekleri ve kendi kariyer çıkarlarına ilişkin beklentileri üzerinden kariyer planlaması (Barth ve diğerleri, 2018) ve lise ve üniversite düzeyinde öğrenim gören özel yetenekli kız öğrencilerin cinsiyet rolü, kariyer öz-yeterlikleri ve STEM temelli kariyer tercihleri arasındaki ilişkiyi (Yu ve Jen, 2021) ortaya koyan araştırmalara rastlanılmıştır.

Bunun yanında SCOPUS veri tabanında özel yetenekli öğrencilerle STEM eğitimi konusu kapsamında endekslenen çalışmalarda girişimcilik (Tovar ve diğerleri, 2017) ve kariyer ilgisi (Warne ve diğerleri, 2019) gibi daha popüler olan ve STEM eğitiminin ortaya çıkış misyonunu (NSF raporu) temsil eden anahtar kelimelere yalnızca bir defa rastlanılmıştır. STEM eğitimi, öğrencilerin kariyer planlarını STEM disiplinlerine yönlendirmek ve gerekli beceriler kazandırmak, karmaşık problemlere kendi ilgi alanları doğrultusunda özgün çözüm önerileri geliştirmelerini sağlamak için uygun bir eğitim modelidir (Ülger ve Çepni, 2018). Bu bakımdan STEM'in başlangıç amacıyla da uyumlu olan bu konular üzerindeki araştırmaların artırılması alan yazına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öneriler

STEM veya STEAM konulu çalışma yapmayı plan araştırmacıların, ilgili literatürde farklı veri tabanlarında da bibliyometrik analizler yapması, farklı çalışmalarda yüksek atıf almış yayınlara ve

araştırmacılara, frekans değeri açısından fazla olan sözcüklere ve sıklıkla atıf yapılan kelimelere odaklanarak, konu açısından nadiren çalışılmış olan becerilerin analizlerinin gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca bu çalışmada belirlenen tarih aralığında ve lokasyonda, PISA gibi uluslararası sınavlarda yüksek başarı gösteren ülkelerden araştırmacıların yayımlarının SCOPUS veri tabanında taranan kaynaklarda nadiren ya da hiç yayım olmadığı fark edilmiştir. PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlarda yüksek başarı elde eden ülkelerde gerçekleştirilen STEM veya STEAM konulu çalışmalara yönelik farklı çalışmaların planlanması sağlanabilir.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma, kullanılan yöntem bakımından etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazar 1: Kuramsal çerçeve, Metodoloji, Akademik yazım, Yazar 2: Metodoloji, verilerin analizi, akademik yazım, gözden geçirme ve düzenleme.

Çatışma Beyanı: Yazarlar potansiyel bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

References

- Akkaya, G., & Ertekin, P. (2021). İki kere farklı bireylere yönelik literatürün görsel olarak incelenmesi: bibliyometrik bir çalışma [Visual examination of literature for different individuals twice: A bibliometric study]. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 52, 492-517. <https://doi.org/10.9779/pauefd.706012>
- Al, U., & Tonta, Y. (2004). Atıf analizi: Hacettepe Üniversitesi kütüphanecilik bölümü tezlerinde atıf yapılan kaynaklar [Citation analysis: Sources cited in Hacettepe University librarianship department theses]. *Bilgi Dünyası*, 5(1), 19-47. <https://doi.org/10.15612/BD.2004.497>
- Al, U., Soydal, İ. & Yalçın, H. (2010). Bibliyometrik özellikleri açısından Bilig'in değerlendirilmesi [Evaluation of Bilig in term of bibliometric features]. *Bilig Journal of Social Sciences in Turkish World*, Güz, 55, 1-20.
- Alfaiz, F. S., Pease, R., & Maker, C. J. (2020). Culturally responsive assessment of physical science skills and abilities: development, field testing, implementation, and results. *Journal of Advanced Academics*, 31(3), 298–328. <https://doi.org/10.1177/1932202X20920>
- Andersen, L. (2014). Visual-spatial ability: Important in STEM, ignored in gifted education. *Roeper Review*, 36(2), 114-121. <https://doi.org/10.1080/02783193.2014.884198>
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 85-125. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
- Avrupa Komisyonu/EACEA/Eurydice (2011). Avrupa'da matematik eğitimi: Temel zorluklar ve ulusal politikalar [Mathematics education in Europe: Key challenges and national policies]. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. https://publications.europa.eu/resource/cellar/3532f22d-eea2-4bb2-941b-959ddec61810.0004.03/DOC_1
- Avrupa Komisyonu/EACEA/Eurydice (2012). Avrupa'da okullarda temel yeterlikler geliştirme: Politik fırsatlar ve zorluklar [Developing key competences in schools in Europe: Policy opportunities and challenges]. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. <https://data.europa.eu/doi/10.2797/55508>

- Aydeniz, M., & Bilican, K. Çepni, S. (Eds.). (2018). Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi [STEM education from theory to practice]. *STEM eğitiminde global gelişmeler ve Türkiye için çıkarımlar*, Pegem Akademi.
- Barth, J., Kim, H. Eno, C., & Guadagno, R. (2018). Matching abilities to careers for others and self: do gender stereotypes matter to students in advanced math and science classes? *Sex Roles*, 79(1), 83-97.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12, 23-37.
- Bıçakçı, M., & Baloğlu, M. (2021). Üstün zekalıların kişilik özellikleri üzerine yapılan araştırmaların bibliyometrik analizi (1957-2020) [Bibliometric analysis of research on personality traits of gifted people (1957-2020)]. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 125-157. <https://doi.org/10.19171/uefad.845218>
- Broadus, R. (1987). Toward a definition of "bibliometrics". *Scientometrics*, 12(5- 6), 373-379.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Corlu, M. S. (2014). FeTeMM Eğitimi Makale Çağrı Mektubu [Call for Manuscripts on STEM Education]. *Turkish Journal of Educational Research*, 3(1), 4-10. <https://doi.org/10.19128/turje.181071>
- Cross T. L., & Frazier, A. D. (2009). Guiding the psychosocial development of gifted students attending specialized residential STEM schools, *Roeper Review*, 32(1), 32-41. <https://doi.org/10.1080/02783190903386868>
- Çelik, C., Kaymakcı, G., & Can, Ş. (2023). Özel yetenekli öğrencilerin kariyer gelişimine yönelik araştırmaların bibliyometrik analizi [Bibliometric analysis of research on career development of gifted students]. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(2) , 68-82 . <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1206389>
- Ericsson, K. A. (2014). Why expert performance is special and cannot be extrapolated from studies of performance in the general population: A response to criticisms. *Intelligence*, 45, 81-103. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.12.001>
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science and Google Scholar: Strengths and weakness. *FASEB Journal*, 22, 338-342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>
- Gülhan, F. (2022). Türkiye'de yapılmış STEAM / [STEM + A (Sanat)] Araştırmalarındaki eğilimlerin analizi [Analysis of trends in STEAM / [STEM + A (Art)] Research in Turkey]. *Turkish Journal of Educational Studies*, 9(1), 23-46. <https://doi.org/10.33907/turkjes.737496>
- Ha, C. T., Thao, T. T. P., Trung, N. T., Huong, L. T. T., Dinh, N. V., & Trung, T. (2020). A bibliometric review of research on stem education in ASEAN: Science mapping the literature in scopus database, 2000 to 2019. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(10), 1-11. <https://doi.org/10.29333/ejmste/8500>
- Jang, J., Chung, Y., Choi, Y., & Kim, S. W. (2013). Exploring the characteristics of science gifted students' task commitment. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 1-16. <https://doi.org/10.14697/jkase.2013.33.1.001>

- Karataş, F. Ö. (2017). Eğitimde geleneksel anlayışa yeni bir S(İ)tem. S. Çepni, S. (Ed.) Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Kearney, C. (2015). *Efforts to increase students' interest in pursuing science, technology, engineering and mathematics studies and careers*. Brussels: European Schoolnet.
- Kim, H., & Chae, D. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925- 1936. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>
- Lage-Gomez, C., & Ros, G. (2021). Transdisciplinary integration and its implementation in primary education through two STEAM projects. *Infancia y Aprendizaje*, 44(4), 801-837. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925474>
- Liu, M., Liu, S., Pan, Z., Zou, W., & Li, C. (2019). Examining science learning and attitude by at-risk students after they used a multimedia-enriched problem-based learning environment. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 13(1), 1-19. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1752>
- Malin, J., & Makel, M. C. (2012). gender differences in gifted students' advice on solving the world's problems. *Journal for the Education of the Gifted*, 35(2), 175–187. <https://doi.org/10.1177/0162353212440617>
- Miedijensky, S., & Tal, T. (2016). Reflection and assessment for learning in science enrichment courses for the gifted. *Studies in Educational Evaluation*, 50, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2016.05.001>
- Milli Eğitim Bakanlığı, (MEB). (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Mooney, M., & Laubach, T. A. (2002). Adventure engineering: A design centered, inquiry based approach to middle grade science and mathematics education. *Journal of Engineering Education*, 91(3). 309-318. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2002.tb00708.x>
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. National Academies Press.
- National Science Foundation (NSF). (2015). What we do? <http://www.nsf.gov/about/what.jsp>
- Olszewski-Kubilius, P. (2009) Special schools and other options for gifted STEM students, *Roeper Review*, 32(1), 61-70. <https://doi.org/10.1080/02783190903386892>
- Osareh, F. (1996). Bibliometrics, citation analysis and co-citation analysis: A review of literature I. *Libri*, 46(3), 149-158. <https://doi.org/10.1515/libr.1996.46.3.149>
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi [Evaluation of out-of-school STEM education with gifted/special talented students]. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334- 351. doi: 10.24315/trkefd.331579. <https://doi.org/10.24315/trkefd.331579>
- Roemer, R. C., & Borchardt, R. (2015). *Meaningfull metrics: A 21st century librarian's guide to bibliometrics, altmetrics, and research impact.*: Association of College and Research Libraries.
- Roman, H. T. (2012). *STEM—a powerful approach to real-world problem solving for gifted and talented students in middle and high school grades*. Manassas, VA: Gifted Education Press.
- Root-Bernstein, R. (2015). Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in gifted and talented students. *Asia Pacific Educ. Rev.* 16, 203–212.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

- Tosun, C. (2022). Bibliometric and content analyses of articles related to science education for special education students. *International Journal of Disability, Development and Education*, 69(1), 352-369. <http://dx.doi.org/10.1080/1034912X.2021.2016659>
- Tovar, M. E., Anaya, A. A. A., & Burhan, N. A. S. (2017). A cross-country analysis of entrepreneurship abilities, innovation in STEM, and competitiveness in education. *Psychology and Education* 54(3), 93 – 106.
- Ülger, B. B., & Çepni, S. (2020). Gifted education and STEM: A Thematic review. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 443-466.
- Ülger, B. B., & Çepni, S. (Eds.). (2018). Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi [STEM education from theory to practice]. *Üstün yeteneklilerde STEM eğitimi*, Pegem Akademi.
- Vogel, R., & Masal, D. (2015). Public leadership: A review of the literature and framework for future research. *Public Management Review*, 17(8), 1165–1189. <https://doi.org/10.1080/14719037.2014.895031>
- Wai, J., & Allen, J. (2019). What boosts talent development? Examining predictors of academic growth in secondary school among academically advanced youth across 21 years. *Gifted Child Quarterly*, 63(4), 253–272. <https://doi.org/10.1177/00169862198690>
- Warne, R., Sonnet, G., & Sadler, P. (2019). The relationship between advanced placement mathematics courses and students' STEM career interests. *Educational Researcher*, 48(2), 101-111. <https://doi.org/10.3102/0013189X19825>
- Yıldız, G. (2022). STEM etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi [The Effect of STEM Activities on the Scientific Process Skills of Specially Talented Students]. Bursa Uludağ University Institute of Educational Sciences.
- Yu, H., & Jen, E. (2021). The gender role and career self-efficacy of gifted girls in STEM areas. *High Ability Studies*, 32(1), 71-87. <https://doi.org/10.1080/13598139.2019.1705767>
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>