

Mapping the Evolution of Evidence-Based Teaching in Science Education: A Bibliometric Approach

İpek Derman^a  Sevim Bezen^b 

^a Dr., Hacettepe University, Ankara, Türkiye, ipekderman@hacettepe.edu.tr

^b Dr., Hacettepe University, Ankara, Türkiye, sevimbzen@hacettepe.edu.tr

ABSTRACT

This study was conducted to present a holistic perspective on the research on evidence-based teaching in science education (EBTiSE) and to provide guidance to the field so that educators and researchers can easily access resources and authors. This study aimed to determine the trend of research on EBTiSE by focusing on evidence-based teaching. For this purpose, the bibliometric analysis method was utilized. Thus, it was aimed to reveal the structure and development of the research topic. The study accessed 218 publications published between 2000 and 2024 from the Web of Science (WoS) database. VOSviewer software was used to analyze these data bibliometrics. As a result of the research, it was determined that publications related to EBTiSE have been published regularly since 2000 and peaked with 21 publications in 2020-2021. The USA ranks first in the countries with the most publications on EBTiSE. It was determined that the highest number of publications on EBTiSE was in the "International Journal of Science Education." The most frequently used keywords in the studies were "science education," "professional development," and "argumentation." In recent studies, key concepts such as science teacher education, undergraduate research, early childhood, scientific literacy, educational technology, etc., are frequently mentioned. According to the citation network analysis, Wu and Tsai (2007), Dawson and Venville (2010), Zembal-Saul et al. (2002), Oliver and Hannafin (2000), and Brown et al. (2010) emerged as the primary sources of the subject area. The article titled "Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms" was found to have the highest number of common citations. The results obtained by utilizing visual maps in this study will contribute to other original studies to be conducted in the field of EBTiSE.

Article Type
Research

Article Background

Received:

17.07.2024

Accepted:

26.11.2024

Keywords

Science Education,
Evidence-Based
Practices, Evidence-
Based Teaching,
Bibliometric Analysis,
WoS Database

To cite this article: Derman, İ. & Bezen, S. (2025). Mapping the evolution of evidence-based teaching in science education: A bibliometric approach. *International Journal of Turkish Education Sciences*, 13 (1), 1-38. <https://doi.org/10.46778/goputeb.1517854>

Corresponding Author: İpek Derman, e-mail: ipekderman@hacettepe.edu.tr

Introduction

Randomized experiments, which revolutionized technology, agriculture, and medicine in the 20th century, started influencing educational practices in the 2000s (Slavin, 2002). As one of the major initiatives aimed at improving educational practices in education systems around the world, the evidence-based practice approach—signaled by the “No Child Left Behind” law and the “Rethinking Education” policy, which emphasizes science-based educational research—has been promoted (European Commission, 2012; Ion & Sirvent, 2022; Towne et al., 2005, p.10). “If patients expect their doctors’ practices to be informed by the best available research evidence, why shouldn’t parents expect teachers and administrators to educate and organize learning environments in the same way?” is the premise that informed the decision-makers who formulated this incentive policy (Towne et al., 2005, p.10). According to this perspective, obtaining the “good teaching processes” that our children deserve can be accomplished in part by using rigorous and trustworthy data from the assessment of repeatable programs and practices (Slavin, 2002). The overarching goal is to develop and implement instructional strategies that positively impact student learning outcomes. It is becoming increasingly crucial to comprehend the factors that facilitate teachers’ acceptance and integration of research findings into their practice and the systems that can facilitate this process at the school level. This is due to the mounting pressure from policymakers to enhance teaching methods by leveraging research data (Ion & Sirvent, 2022). This framework highlights evidence-based teaching techniques as a necessary means of bridging the knowledge gap between research and practice in the classroom (Akay & Kanadli, 2021; European Commission, 2012; Georgiou et al., 2020). This study makes an effort to examine the research on scientific teaching approaches that are grounded in evidence from an integrated standpoint. Hopefully, the findings will guide teachers, policymakers, and researchers.

Evidence-Based Practice and Teaching

Evidence-based teaching is a pedagogical tool and technique that promotes learning (Schwartz & Gurung, 2012; Voisin & Dumay, 2020). Teachers define evidence-based practices as basing decisions and pedagogical issues on scientific evidence (Csanadi et al., 2021). Teachers adopt evidence-based teaching by analyzing effective teaching methods to help produce learning outcomes that will enable students to succeed in today’s world (Dunn et al., 2013; Georgiou et al., 2020). However, they do not see their shortcomings in evidence-based teaching as a problem that needs an urgent solution. Teachers must discover or adopt most professional practices through their personal preferences. To effectively help teachers at this stage, senior colleagues’ expertise and practice-based research must be improved (Akay & Kanadli, 2021; Hargreaves, 1996). As a result of this understanding, students cannot learn what they need to know during a critical developmental period in their lives. In other words, ineffective teaching methods prevent the motivation and creativity necessary for students to succeed (Dunn et al., 2013). Teachers must work to address gaps in their understanding and application of evidence-based teaching methods. The effectiveness of such methods in enhancing students’ critical thinking and scientific reasoning skills is well-documented (McNeill et al., 2006). Research indicates that evidence-based teaching improves student learning outcomes and enhances the overall quality of education (Davies, 1999; Gabbin, 2020).

Education based on evidence operates at two levels. The first involves utilizing data from international studies and publications on education and related fields. The second step is to generate robust evidence when the existing evidence is insufficient, ambiguous, or of low quality (Csanadi et

al., 2021; Davies, 1999). A key objective is to equip teacher educators with the knowledge required to adopt evidence-based methods and integrate research into classroom practices. Achieving this goal necessitates implementing professional development and qualification programs to enhance teachers' expertise. Such programs should provide access to the latest research findings and relevant materials, enabling educators to critically engage with empirical evidence (Diery et al., 2020; Georgiou et al., 2020).

The first step in advancing this agenda involves identifying the barriers and resources available to teacher educators in adopting evidence-based practices and understanding their perspectives on this approach in teacher education. This process shapes preservice teachers' epistemic standards and goals through teacher education (Ferguson, 2021). Research indicates that teacher educators generally favor using empirical evidence and evidence-based practices. Experienced educators demonstrate greater use of evidence and more positive attitudes toward these practices (Diery et al., 2020; Georgiou et al., 2020). However, less experienced teacher educators report encountering more challenges. Addressing how to support teacher educators in their professional growth is essential, particularly given the expanding body of scientific research in education (Csanadi et al., 2021; Diery et al., 2020).

Science Teaching and Evidence-Based Practices

Science education is an essential field of research with specific working methods. It also has its own particular objectives, processes, and assessment approaches. These specific objectives, processes, and assessment tools form science curricula. While the resulting programs serve as a road map for teachers, they also serve as criteria for researchers. The healthy determination of these criteria is possible through empirical educational research (Hattie, 2009). Therefore, due to the nature of science education, how the content and practices of positive sciences should be transferred to teachers and students is essential. It is aimed to provide pedagogical education by teaching how to realize science education through appropriate methods and techniques. Concurrently, advancing students' comprehension and abilities is a primary objective, emphasizing how scientific material can be acquired. In essence, science education aims to elucidate science's intricate and systematic nature to students (Bouni et al., 2024). Based on this, evidence-based studies in science education, which are practices supported by empirical evidence and are effective, are critical for the development process (Hattie, 2009; Karim et al., 2018; Mayer, 2004; Towne & Shavelson, 2002). For example, the rapid developments in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education support many evidence-based instruction-supported research on this subject (Li et al., 2020). One such study, conducted by [researchers' names], found that [summary of the study findings]. As a result of a survey of the use of evidence-based teaching in STEM education, it was observed that students' perceptions of teaching changed. The participants realized that teaching is a skill that can be developed through practice and concluded that "Teaching, like everything else, requires learning". In another study, it was determined that using digital tools in evidence-based teaching was thought to provide students with a comprehensive and practical education, thus supporting the training of lifelong learners with an innovative teaching and learning approach (Good et al., 2019). Likewise, it is argued that it is possible to raise students who produce, use, and share evidence in the distance education process through evidence-based practices (Knogler et al., 2022). As evidenced in the research of Hofer et al. (2018), students are capable of furthering their learning through questioning, a practice that is effective in distance education. As a result, evidence-based practices play a role in improving teaching practices and increasing student achievement in today's conditions (Ion & Sirvent, 2022).

Moreover, it has been noted that implementing evidence-based teaching benefits students and enhances the overall quality of the teaching environment (Downey et al., 2022). The evidence-based teaching framework is a valuable guide for supporting and evaluating students' scientific argumentation processes. Students can develop a deeper understanding of new concepts by interacting with evidence in conjunction with their prior knowledge (Pei et al., 2023). Engaging students in the excitement of scientific inquiry, fostering an appreciation for evidence-based reasoning and higher-order cognitive skills, and equipping them to become creative problem solvers have long been central goals of science education reform (DeHaan, 2017; Good et al., 2019). To illustrate, embarking on evidence-based teaching can be likened to preparing a dish for the first time-seeking advice from experienced individuals or consulting recipe books represents an effort to draw upon tried-and-tested knowledge. This approach increases the likelihood of achieving a better outcome, just as evidence-based teaching enhances educational results. The importance of evidence-based practices in science can be explained in this way. When we look at the literature, although we see that evidence-based practices first appear in medicine and health sciences (Howard et al., 2022), it is possible to say that evidence-based practices are also fundamental in educational sciences. Therefore, the literature emphasizes the importance of evidence-based teaching processes both in the field of education in general and in the field of science education in particular. A study systematically examining evidence-based practices in science education emphasized the effectiveness of proven experimental interventions in student learning (Barnett et al., 2018). In another meta-analysis study, it is seen that evidence-based practices are addressed as understanding-based teaching by emphasizing the questioning and systematic aspects of evidence-based practices in science education research (Sulu et al., 2023). In addition to these essential emphases in the literature, there were also studies in which doubts were expressed about the progress of evidence-based methods that provide continuous improvement in science education (Deehan & MacDonald, 2023). Therefore, as the number of publications presenting different views increases over the years as academic knowledge increases, it is thought that it will become more difficult for researchers to follow the literature day by day (Şimşir, 2021). The number of evidence-based teaching studies in scientific education has recently increased, it becomes clear that the bibliometric study was necessary. In other words, bibliometric studies are believed to contribute to the field by enabling researchers to conduct effective literature reviews quickly. Bibliometric studies guide researchers by revealing research trends, developments, weaknesses, and strengths. They can be considered an analysis method for systematic review studies (Sönmez, 2020). Through bibliometric studies, data such as year, author, citation, country, keyword, etc., of publications are analyzed, not the content. Bibliometric studies summarize the structure and development of the research area, which can be examined in a shorter time than systematic studies, and provide a quantitative and objective approach to studies (Block & Fisch, 2020). This study aimed to provide a holistic perspective on these studies by focusing on the studies on EBTiSE and revealing which resources and authors educators and researchers in the field should access for evidence-based teaching in science education. In addition, it is believed that presenting the data on EBTiSE from a systematic and holistic perspective will shed light on policymakers in their decision-making processes regarding teacher education, the development of new curricula, and improving the quality of teaching environments (Hsiao & Petersen, 2019).

The principal objective of this study is to synthesize research on evidence-based teaching within the domain of educational science into an integrated framework and to conduct a bibliometric analysis of these studies. The study provides readers with a comprehensive perspective without imposing any temporal limitations. To achieve this objective, the study is structured around two main sets of

research questions:

Group 1: General descriptive analysis

For research focusing on evidence-based teaching in the field of science education (including physics, chemistry, biology, and general science), this study examines:

- (1) What are the distribution patterns of these studies over the years?
- (2) How are these studies distributed across different countries?
- (3) How are these studies distributed according to publication/source titles?

Group 2: Analysis of Research Networks

For research focusing on evidence-based teaching in the field of science education (including physics, chemistry, biology, and general science), this study examines:

- (4) What kind of structure emerges regarding co-word/co-occurrence analysis?
- (5) What kind of structure emerges regarding citation analysis (publications)?
- (6) What kind of structure emerges regarding co-citation analysis (cited references)?

The answers to the above questions aim to present researchers with concrete and evidence-based trends in the field. Additionally, this study supports evidence-based teaching. Comprehensive and systematic reporting of domain-specific studies is crucial for the evidence-based advancement of the respective scientific field. In this regard, the study is expected to contribute to the literature by providing a bibliographic resource.

Method

Research Model

Bibliometrics is the study of the characteristics of scientific publications in a specific research field, such as author, citation, institution, country, etc., through statistical techniques. Bibliometric studies reveal the structure and development of the research field. At the same time, it provides an opportunity to examine the productivity of institutions, journals, countries, and researchers comparatively (Block & Fisch, 2020). Bibliometric studies include performance analysis and scientific mapping. While performance analysis determines the contributions to the field related to the research topic, scientific mapping reveals the relationships of the components related to the research topic (Donthu et al., 2021). The trend of evidence-based research in science education was ascertained in this study using the quantitative bibliometric analysis method. In the study, bibliometric analysis aimed to obtain data on the general view of evidence-based studies in science (physics, chemistry, biology, and science), as well as the research field's structure, trend, and development.

Data Collection

The Web of Science (WoS) database was utilized in this research, as it is a significant resource providing journal citation reports across various disciplines (Budimir et al., 2021). Accordingly, publications within the WoS database were analyzed in this study. The data were retrieved from the

WoS database on March 1, 2024. A comprehensive literature search was conducted using the keywords: "evidence-based" and "science education," or "science teach*" or "science learn*" or "science class*" or "science curriculum*" or "science student*" or "science instruction*" or "science practice*" or "practice of science" or "learning of science" or "teaching of science" or "instruction of science."

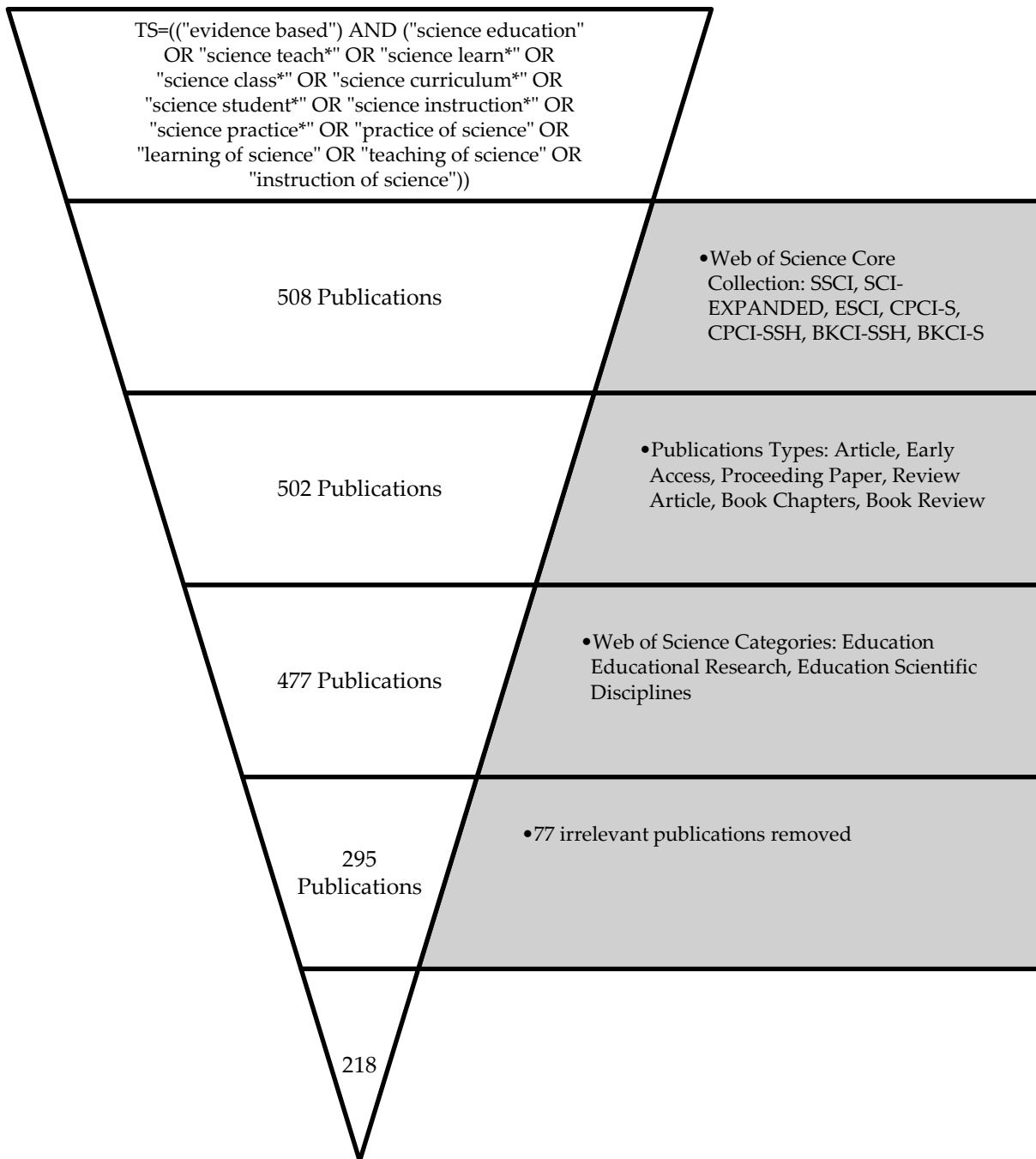
The dataset was initially filtered based on inclusion and exclusion criteria to focus exclusively on evidence-based studies in science education. The initial search yielded 508 publications. Subsequently, three primary filtering criteria were applied: Web of Science Core Collection, Publications Types, and Web of Science Categories. To ensure the Web of Science Core Collection inclusion criterion, the raw data obtained with the research query were limited to "SSCI (281), SCI-EXPANDED (151), ESCI (102), CPCI-S (35), CPCI-SSH (30), BKCI-SSH (8), BKCI-S (6)" (Excluded: A&HCI (6)). As a result of this process, 502 publications were reached. With the second inclusion criterion, the publication type was limited to "article (383), early access (108), proceeding paper (54), review article (37), book chapters (10), book review (3)" and 477 publications were reached. Editorial Material (24) and Correction (1) were excluded from the analysis. The third inclusion criterion was limited to "Education Educational Research (232), Education Scientific Disciplines (101)" within the scope of Web of Science Categories, and 295 publications were reached. As stated, the inclusion/exclusion criteria were first carried out using keywords related to the research topic. Then, publication and category filtering were applied by considering the field of study. The frequency values reflected in each filtering step in the research were taken from the WoS database and reflected directly.

After these selections, although there were studies that included the statements in the focus of the study in the text, abstract, or keywords, it was determined that 51 publications were not carried out within the framework of evidence-based studies in science education through full-text analysis of these studies. Twenty-six studies were not included in the data because their abstracts and full texts could not be found. Seventy-seven publications were identified as irrelevant and excluded from the data set.

A detailed flowchart of the data collection process is presented in Figure 1. Figure 1 visually reflects how the data were obtained during the research process. At the same time, the selected criteria are also detailed in the figure. The information from 218 data/publications (article (195), early access (1), proceeding paper (13), review article (7), book chapters (8), and book review (3)) was downloaded from the WoS database, and VOSviewer software was used for bibliometric analysis of these data. The publications in the study's data set were determined through various limitations by examining them in the context of the research topic. The full texts of 218 publications were re-examined by the researchers. In addition, expert opinion was consulted for the publications included and excluded in the data set during the research process, and the process was completed with the support of expert opinion.

Figure 1

Flowchart of The Data Collection Process



Data Analysis

In the study, firstly, information about the data was obtained through the WoS analytic tool. Then, the data were analyzed using VOSviewer software. VOSviewer software was accessed free of charge from the "<https://www.vosviewer.com>" page. VOSviewer is a widely used software tool for creating bibliometric analysis networks. As a result of bibliometric analysis, co-author, co-citation, and keyword co-occurrence network maps were produced (Li et al., 2021). In addition, a graphical representation of bibliometric networks can be obtained through this software (Van Eck & Waltman, 2010). As a result, the research data were analyzed within the scope of two main bibliometric

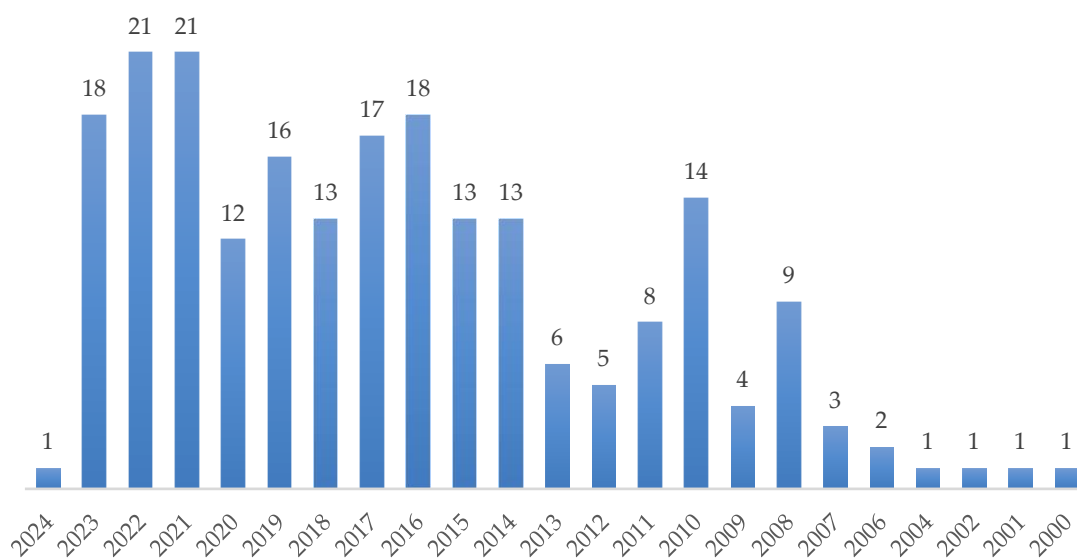
processes: performance analysis and science mapping.

Results

This research uses the WoS Core Collection to compile articles, book chapters, proceeding papers, review articles, book reviews, and early access materials about evidence-based scientific education (physics, chemistry, biology, and science) from 2000 to 2024. In all, 218 papers were examined as part of the investigation. First, to summarise the articles on EBTiSE, the results of the WoS analytical tool are displayed below. Figure 2 shows the distribution of research on scientific education using evidence-based practices depending on the years of publication.

Figure 2

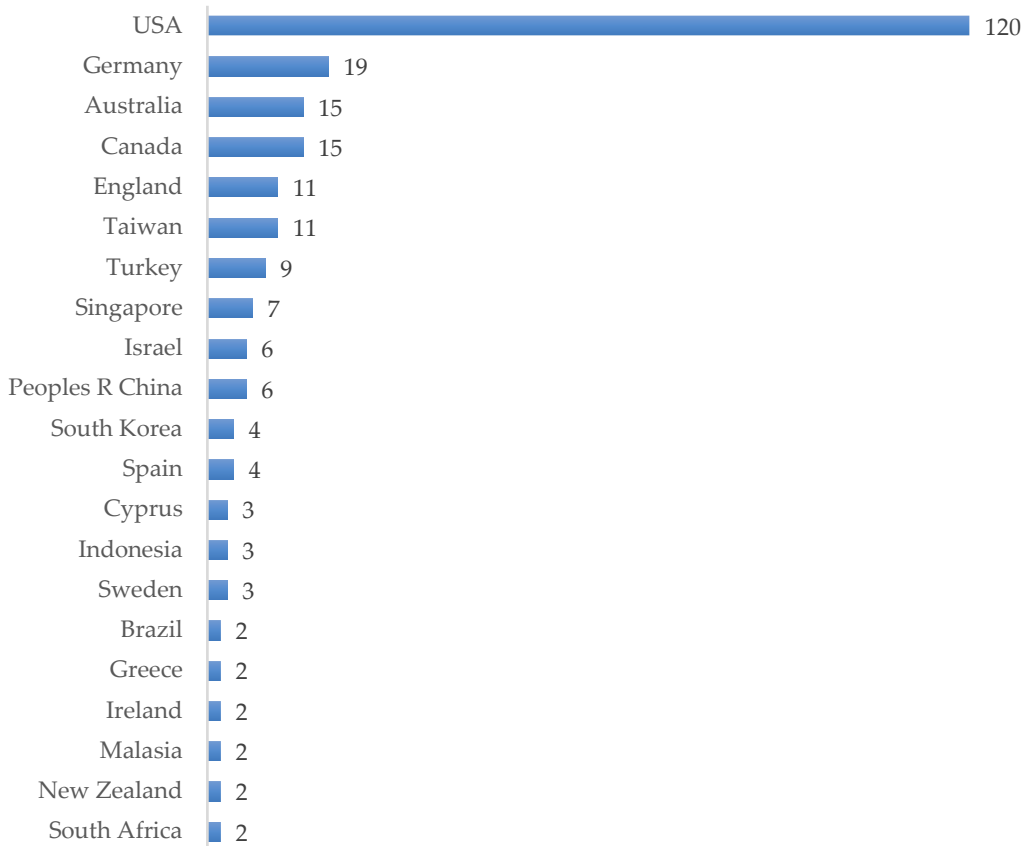
Number of EBTiSE Publications by The Year



When looking at the years of publication, it was found that papers on evidence-based teaching in scientific education (EBTiSE) peaked in 2020–2021, with 21 publications, having been published regularly since 2000 (Figure 2). This indicates that EBTiSE is a field of study that began gaining interest from scholars in the 2000s.

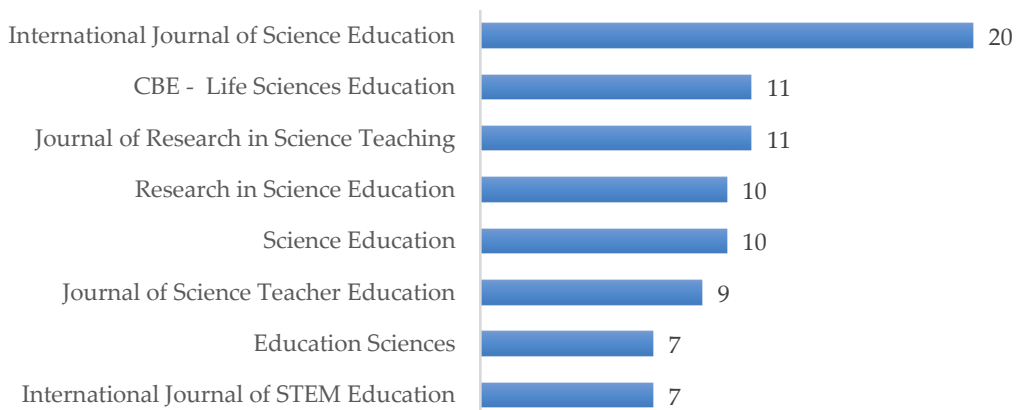
Figure 3 shows the distribution of research on evidence-based science teaching by country.

Figure 3

Number of EBTiSE Publications by Countries

On the list of nations with the most EBTiSE publications, the USA ($f=120$) comes in first, followed by Germany ($f=19$), Australia ($f=15$), and Canada ($f=15$). Figure 4 presents the results for the Publication/Source Titles of the publications on EBTiSE.

Figure 4

Number of EBTiSE Publications by Source

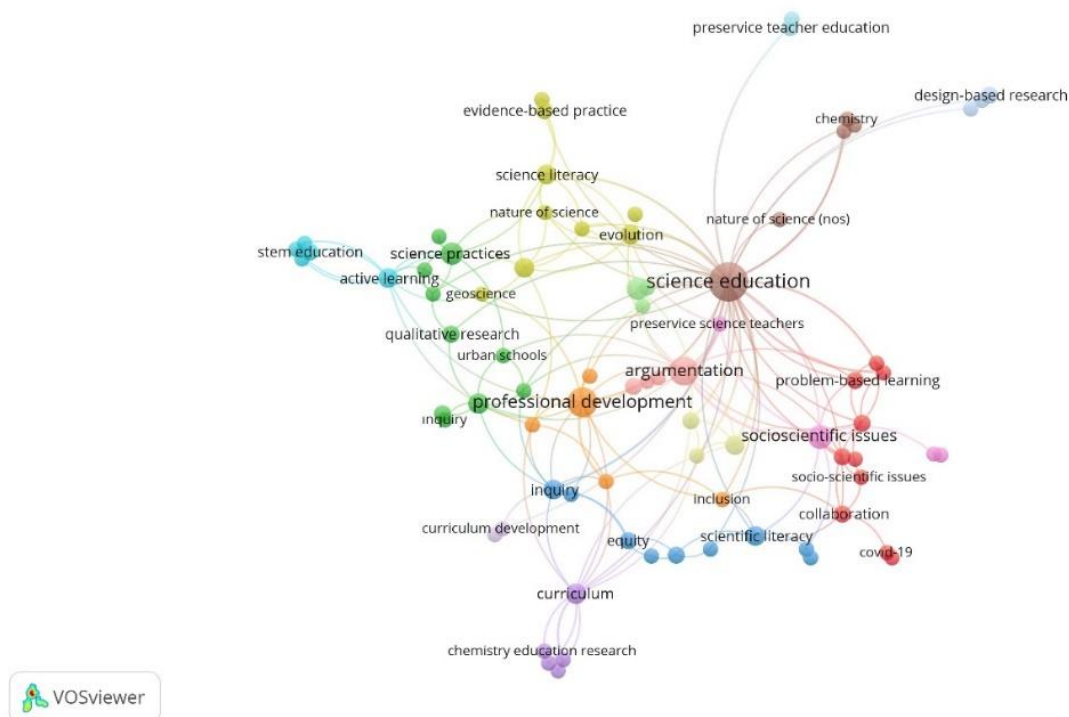
Upon examining the Publication/Source Titles of the publications on EBTiSE, it can be observed that the International Journal of Science Education has the highest number of publications ($f=20$). CBE-

Life Sciences Education and the Journal of Research in Science Teaching have the second and third-highest publications, respectively. Science Education and Research in Science Education have the third and fourth highest ($f=10$).

After examining the data under various headings through the WoS analytic tool, network analysis was performed with Vosviewer. The findings are presented in order. Firstly, the common word/standard occurrence analysis in the publications related to EBTiSE was performed, and the network map obtained is shown in Figure 5.

Figure 5

Co-Occurrence / Author Keyword Network Visualization Map



A map of the EBTiSE common word/shared occurrence network is displayed in Figure 5. The network is made up of different lines and nodes. In the network diagram, every node stands for a different keyword. In a network, nodes connected to or similar to one another are grouped nearby. Clusters are collections of related nodes that are shown in various colors. For instance, the most popular keyword in the orange cluster is "professional development," whereas the most popular keyword in the brown cluster is "science education." The frequency with which authors utilize specific terms in their articles determines the size of the nodes. The lines depict the relationships between two nodes (between two keywords). The thickness of the lines connecting the nodes shows the strength of the interaction or collaboration. To summarise, every line displays the connections between nodes and their strength. Relationship-based nodes in the network are indicated by their proximity and shared color. Clusters are made up of nodes that are similar to one another.

Every cluster has a color as well. The findings of the co-occurrence analysis illustrate the connections between the terms used in publications about EBTiSE. As a result, nodes are displayed based on the authors' chosen keywords and word frequency, and links indicate the connections between the words (minimum number of occurrences of a keyword: 2). In the resulting analysis, 79 out of 623

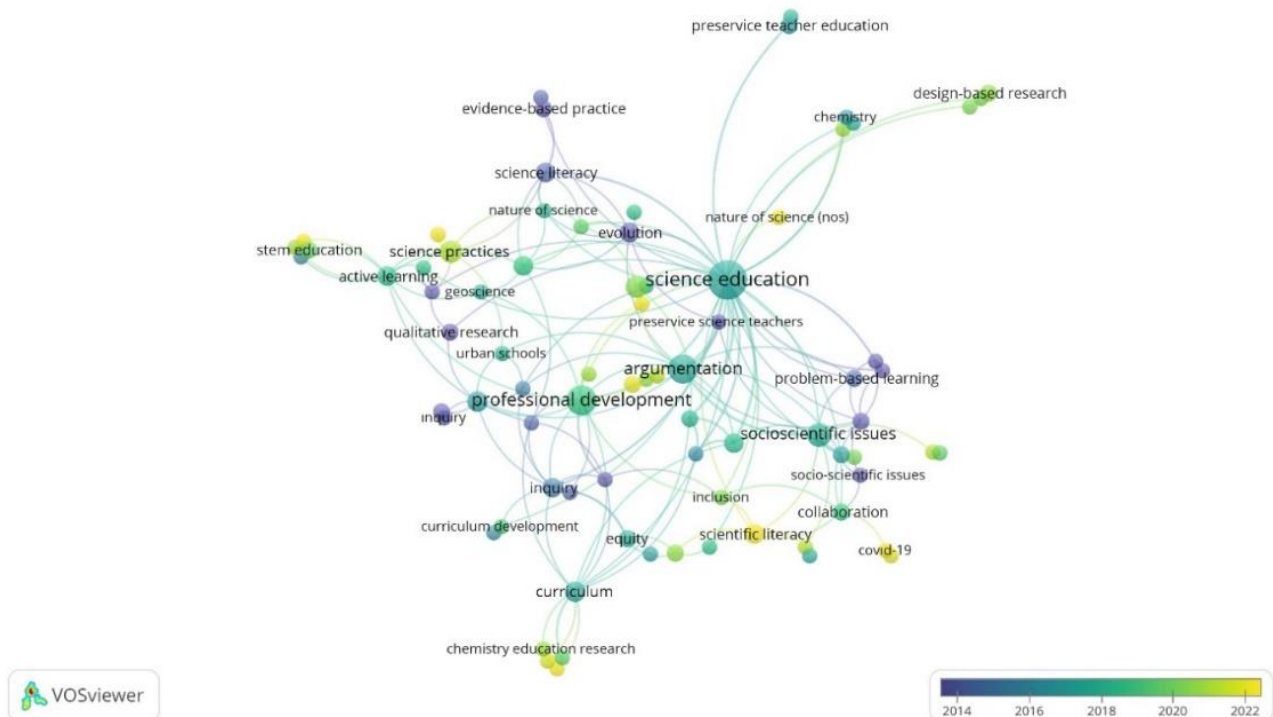
keywords met the threshold. The most significant nodes indicate the most frequently used keywords. There are 15 clusters in the standard occurrence network map, and the most commonly used keywords are “science education” ($f=30$), “professional development” ($f=14$), “argumentation” ($f=13$), “socioscientific issues” ($f=7$), Science practices ($f=6$) and assessment ($f=6$). The total link strength is correlated with the number of sources that contain both keywords. It is evident from an analysis of each word's total link strength and number of links that it is used in conjunction with 30 other keywords (total link strength: 51). “Argumentation” was used with 13 other keywords (total link strength: 18), whereas “professional development” was used with 14 other keywords (total link strength: 17). The relationship between evidence-based practices and teacher education and teaching processes is demonstrated by the keywords “preservice science teacher,” “preservice teacher education,” “teacher education,” “teaching practices,” scientific teaching, science teaching, pedagogy, teacher beliefs, informal science education, science teacher education, and pedagogical context knowledge,” in addition to “professional development.”

Other keywords that draw attention in the network map are argumentation, collaboration, cooperative learning, problem-based learning, reasoning, scaffolding, critical thinking, inquiry, active learning, inclusion, design-based research, science communication, etc., which describe teaching models, methods, and strategies that support evidence-based practice.

In addition, when the network map is examined, many keywords such as science education, science literacy, science practices, science communication, nature of science, and STEM education are used. This points to the direct relationship of evidence-based teaching with the field of science.

Figure 6

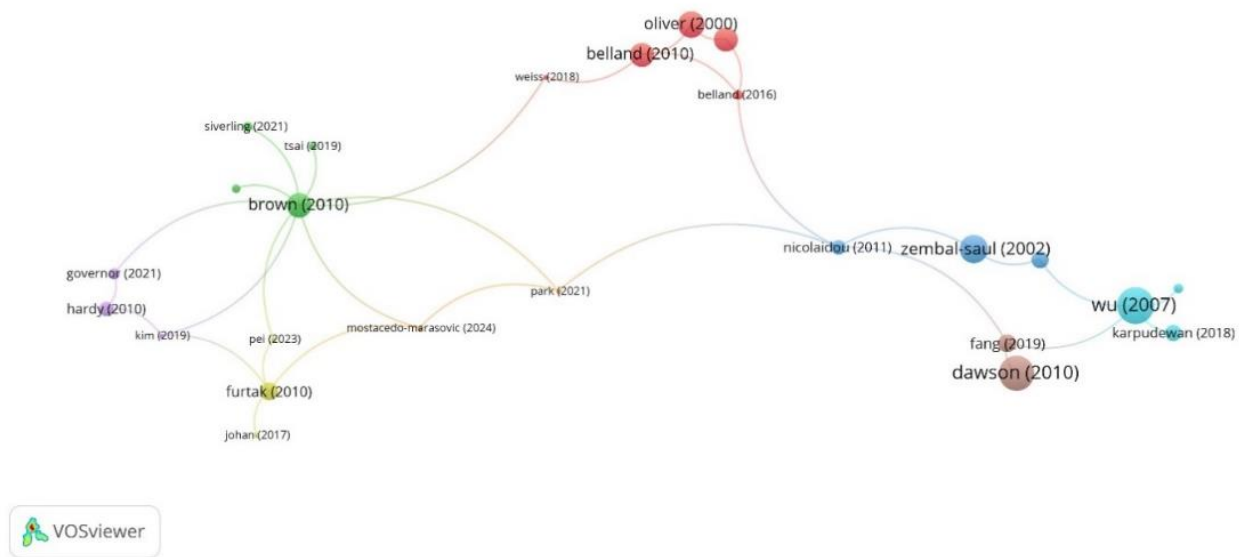
Co-Occurrence / Author Keyword Network Visualization Map (Overlay Visualization)



A temporal trend overlay representation of EBTiSE is shown in Figure 6. The color assigned to each keyword indicates the average publication year of articles utilizing a given term. The older the article

uses a keyword, the closer its color is to blue. On the other hand, publications using a keyword are more recent if their hue is closer to yellow. The picture illustrates this: terms from the initial EBTiSE research are displayed in purple-blue, while keywords from 2020 and later years are shown in yellow. According to this analysis, keywords such as evidence-based practice, inquiry, evidence-based arguments, and science literacy appear in older field publications. Recent publications mainly focus on science teacher education, undergraduate research, early childhood, COVID-19, scientific literacy, and the nature of science and educational technology.

Figure 7

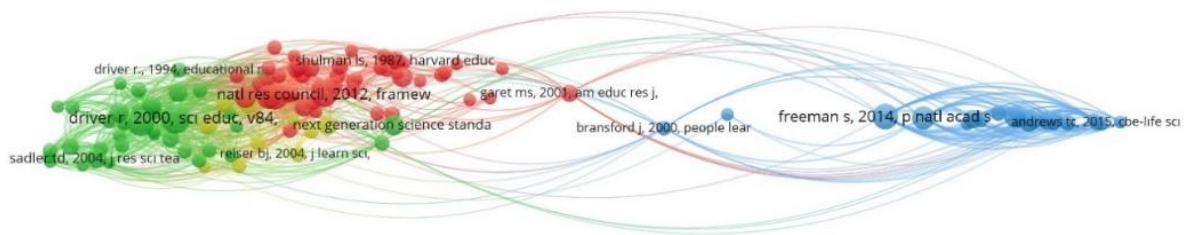
Citation Analysis Network Visualization Map

The EBTiSE citation analysis network map is displayed in Figure 7. It shows nodes based on the dataset's most cited publications and the linkages that indicate the nodes' relationships (minimum number of publication citations: 1). In this network, every node stands for a publication. The number of citations the articles obtain determines the size of the nodes in this network. Larger nodes are assigned to the papers that have been cited the most. In the network, publications that share similar characteristics and are related to one another group together to form clusters. As a result of the analysis, some of the 186 elements in the network are not connected, and the most extensive of connected elements consists of 25 elements. For example, although Graham et al. (2014) is the most cited publication with 131 citations, it is not included in the network because it has no links. When the analysis is analyzed, it is seen that the publications are grouped under eight different clusters. Brown (2010) stands out in the green cluster with 54 citations and nine links. "The Evidence-Based Reasoning Framework: Assessing Scientific Reasoning" was published in *Educational Assessment*. Wu and Tsai (2007), in the light blue cluster and indicated by the most significant node, have 118 citations and four links. Wu and Tsai (2007), published in the *International Journal of Science Education*, examined evidence-based decision-making in students' reasoning processes in socio-scientific issues. Karpudewan and Roth (2018) have 24 citations in the same cluster, and Beniermann et al. (2021) have nine citations. Dawson and Venville's (2010) publication in the brown cluster has 107 citations, and Fang et al. (2019) publication has 30 citations. In their study, Dawson and Venville (2010) used argumentation skills to improve the quality of evidence-based decision-making on socioscientific issues in science classrooms. In the red cluster, Oliver and Hannafin (2000) received

63 citations, Belland (2010) 52 citations, and Belland et al. (2011) 51 citations. Oliver and Hannafin (2000) was published in the Journal of Educational Research. Belland's (2010) study was published in ETR&D-Educational Technology Research and Development, and Belland et al.'s (2011) study was published in Instructional Science. All three studies examined students' producing evidence-based arguments while generating new ideas in problem-solving processes. In addition, Zembal-Saul et al. (2002) constitute the largest node with 70 citations in the dark blue cluster, Hardy et al. (2010) with 19 citations in the purple cluster, and Furtak et al. (2010) with 30 citations in the yellow cluster.

Figure 8

Co-Citation Analysis of Cited References Network Visualization Map



When two articles are mentioned simultaneously, it is referred to as the co-citation analysis, as seen in Figure 8. Citation references were chosen as the analytical unit for the co-citation study. The frequency of co-citations to authors' articles is shown by co-citation analysis. Highly cited publications stand out in a co-citation analysis network and are built based on whether or not two articles are listed in one another's reference list. In the network diagram, every node stands for a reference that has been mentioned. The nodes' sizes are correlated with the amount of citations; the more significant the node, the more citations it has. The strength of the association is also indicated by the thickness of the lines connecting the network's nodes. The greater the thickness of these lines, the closer these publications are to one another. Publications frequently mentioned together are thought to have close linkages or commonalities. There are 4 clusters when co-citations are considered (the minimum number of citations for a reference referenced is 5). As a result, the paper "Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms" by Driver et al. (2000), which is in the green cluster and has the most co-citations, was co-cited 24 times and had 67 links in the bibliometric analysis publications' references (total link strength: 200). In the references of bibliometric analysis papers, NRC (2012), which is located in the red cluster, was co-cited 20 times and had 60 links (total link strength: 125). In the references of bibliometric analysis publications, Freeman et al. (2014), another well-known reference in the blue cluster, were co-cited 19 times with 42 connections (total link strength: 109). Lastly, Cohen (1988) was co-cited 11 times in the references of bibliometric analysis papers with 32 links (a total of 47), forming the yellow cluster.

Discussion

This study aimed to provide an overview of the citation, co-word/co-occurrence, and co-citation analyses of evidence-based research in science education (physics, chemistry, biology, and science) and general descriptive analyses regarding year, country, and publication/source title. As a result of the research, it was determined that studies on EBTiSE found their place in the literature in the 2000s, and the interest in the subject continued to increase. It was seen that most publications on the subject were made in the USA. In addition, it was found that most of the publications on the subject were published in the "International Journal of Science Education." CBE-Life Sciences Education, Journal of Research in Science Teaching, Research in Science Education, and Science Education are the other sources that follow it. The presence of publications on EBTiSE in important indexed journals in the field of science education can be considered an indicator of the importance of the subject in science education. The field of science education has a structure that includes evidence-based practices at its center in terms of its specific methods (Hattie, 2009; Mayer, 2004; Towne & Shavelson, 2002).

When the Co-word/Co-occurrence network map was examined in EBTiSE studies, it was seen that the most frequently used keywords were science education, argumentation, and professional development. The importance of evidence-based studies due to the nature of science education led to such a result. In the Co-occurrence Author Keyword network visualization map, the keywords Professional Development, Preservice Science Teacher, Preservice Teacher Education, Teacher Education, Teaching Practices, Scientific Teaching, Science Teaching, Pedagogy, Teacher Beliefs, Informal Science Education, Science Teacher Education, Pedagogical Content Knowledge can be considered as an indication that this subject occupies an important place, especially in teacher education. Teachers need to adopt evidence-based teaching to analyze effective teaching methods and help produce learning outcomes that will enable students to succeed in today's world (Dunn et al., 2013; Knogler et al., 2022). Despite this vital importance, research has shown that while teachers are enthusiastic about using research evidence, many are also skeptical and ambivalent (Baildon & Ong, 2022; Ion & Sirvent, 2022). This highlights the need for further work to deepen teachers' understanding of their engagement with research evidence (Brown et al., 2016; Cain et al., 2019; Jagger & Yore, 2017)

Other vital concepts that draw attention in the Co-occurrence Author Keyword network visualization map are argumentation, collaboration, cooperative learning, problem-based learning, reasoning, scaffolding, critical thinking, inquiry, active learning, inclusion, design-based research, and science communication. For example, Eddy et al. (2017) focused on active learning practices in their study, Jagger and Yore (2017) focused on science literacy for all as the primary goal of science education reforms, Dawson and Venville (2010) focused on the use of argumentation skills in the science classroom, and Belland et al. (2011) examined problem-based learning to support evidence-based teaching. It is thought that these fundamental concepts that define models, methods, and strategies that can be used in evidence-based teaching will guide researchers who work in evidence-based education. Since it is known that the concept of argumentation, which is particularly prominent here, supports students to construct claims supported by evidence by asking questions in the learning process (Ford, 2008), it was an expected result that argumentation was included in the keywords of the evidence-based learning research. In addition, since argumentation-based learning is based on making claims, supporting these claims, research, and questioning, it can be stated that the main goal is to construct knowledge by integrating it into the teaching environment, such as evidence-based teaching (Karaer et al., 2024).

In addition, science teacher education, undergraduate research, early childhood, COVID-19, scientific literacy, nature of science, and educational technology are among the keywords frequently encountered in recent studies. These data show the trends in EBTiSE studies. These keywords are thought to guide new researchers who will publish in this field while creating the theoretical framework of their studies.

The most frequently cited publication in the citation network analysis was Wu and Tsai (2007). This was followed by Dawson and Venville (2010), Zembal-Saul et al. (2002), Oliver and Hannafin (2000), and Brown et al. (2010). It is possible to argue that these studies are particularly fundamental sources shaping the area. Consequently, it is essential to note that scholars working on this topic should start by reading these works. Examining these writers' articles would also help gain a deeper understanding of the elements most crucial to improving EBTiSE effectiveness. When Wu and Tsai (2007) looked at students' informal reasoning on socioscientific topics, they discovered that most are inclined to make conclusions based on evidence and that students typically process reasoning from many perspectives. The study's findings also show that students' acquisition of scientific information in science classes at school can be viewed as a crucial foundation for improved informal reasoning and decision-making regarding socioscientific topics. Dawson and Venville (2010) concluded that the argumentation strategy that enhances the caliber of students' evidence-based decision-making in science education is supported by the teacher's role in facilitating whole-class discussion, the use of writing frames, the context of the socioscientific issue, and the role of students. Researchers Zembal-Saul et al. (2002) and Oliver and Hannafin (2000) examined how participants-built arguments based on evidence. The Evidence-Based Reasoning Framework, introduced by Brown et al. (2010), is an analytical tool that evaluates students' abilities to use evidence-based reasoning in written assignments and class discussions. The article explains the components of the Evidence-Based Reasoning Framework and evaluates earlier frameworks for assessing students' scientific reasoning abilities. When references are cited together more frequently in a publication, it indicates that the subjects and fields they cover are related. When they are mentioned together, it is possible to infer a relationship between research. In actuality, the notions of "argumentation" and "socioscientific issues" that arose from the keyword study corroborate the findings of the citation network study.

Conclusion

An overview of the literature on EBTiSE was given in this study, and the findings demonstrated the significance of EBTiSE in the field of scientific education since the 2000s. The findings of this study are thought to be able to further EBTiSE research and boost the number of related investigations because it is well-recognized that research is required to support specific areas of educational practices (Diery et al., 2020). In other words, it is recognized that, in particular, research evidence and evidence-based practice provide a strong foundation of knowledge for educators (Davies, 1999). In this regard, it may be said that this study gives researchers recommendations about where to begin when using evidence-based procedures.

Furthermore, it has become increasingly critical in recent years to find trustworthy and easily accessible information regarding "what works" in education. Combining potential data from many fields and educational research outputs utilizing various approaches has also grown in importance and difficulty (Knogler et al., 2022). As it is, bibliometric studies offer a solid basis for the recent progress in a field. According to this perspective, bibliometric studies can point out knowledge gaps in an area and direct future research. The research methodology offers a means to develop original

concepts and provides a framework for evaluating their optimal implementation. (Song et al., 2019). As a result, when the significance and necessity of reflecting evidence-based approaches to education have been realized, it has been seen that there have been radical alterations in education systems. According to others, the primary issue with contemporary research is that studies are not methodically arranged and assessed to show the quality of the evidence.

On the other hand, some contend that evidence-based instruction compensates for this shortcoming. It is projected that evidence-based techniques will become increasingly important in teacher education in the years to come since they are essential to teachers' professional learning and development and, as a result, to improving teaching standards (Georgiou et al., 2020). Regarding this, it is hoped that the systematic and comprehensive way in which the data gathered from evidence-based teaching practices in science education as a consequence of this research will be presented in the literature will serve as a trustworthy source of information for decision-making processes in teacher education, curriculum development, and enhancing the standard of learning environments for policymakers.

Limitations and Future Directions

This study is limited to research on Evidence-Based Teaching in Science Education (EBTiSE), and the findings specifically apply to studies within this scope. The analysis was restricted to resources available in the Web of Science (WoS) database, excluding databases such as Google Scholar, ERIC, and SCOPUS, which represents a limitation of the study. Future research could incorporate these additional databases (e.g., SCOPUS and Google Scholar) to access a broader range of publications, potentially yielding different results and providing additional perspectives to support the findings. Another limitation is that only studies published up to March 1, 2024, were included in the analysis. Despite observing an increase in EBTiSE studies in recent years, this study represents the first attempt to utilize visual mapping techniques in this context. As such, it offers a novel contribution to evidence-based practice research in science education. Future research should consider exploring the status and development of EBTiSE in developing countries and examining strategies to enhance its implementation. Collaboration among governments, institutions, and researchers active in EBTiSE could foster the creation of cooperative models and enable the evaluation of their outcomes. This approach would encourage researchers to produce high-quality, internationally recognized EBTiSE studies, ultimately supporting the emergence of new research in this field (Diery et al., 2020).

Ethics Committee Approval: All analyses are based on previously published studies, so ethical approval is not required.

Author Contributions: The authors prepared all parts of the study together. They contributed equally.

Conflict of Interest: Authors declare that they have no conflict of interest.

Fen Eğitiminde Kanıta Dayalı Öğretimin Evriminin Haritalanması: Bibliyometrik Bir Yaklaşım

İpek Derman^a  Sevim Bezen^b 

^a Dr., Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, ipekderman@hacettepe.edu.tr

^b Dr., Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, sevimbzen@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Bu araştırma, fen eğitiminde kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmalara ilişkin bütüncül bir bakış açısının sunulması ve eğitimciler ile söz konusu alandaki araştırmacıların kaynak ve yazarlara kolaylıkla ulaşabilmesi noktasında alana rehber olunması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kanıta dayalı öğretime odaklanılarak, fen eğitiminde kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmaların eğiliminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bibliyometrik analiz yönteminden yararlanılmıştır. Böylece araştırma konusunun yapısının ve gelişiminin ortaya konulması istenmiştir. Araştırmada WoS veri tabanından 2000 ile 2024 yılları arasında yayınlanmış 218 yayına ulaşılmıştır. Bu verilerin bibliyometrik analizi için VOSviewer yazılımı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda fen eğitiminde kanıta dayalı öğretim (FETKDÖ) ile ilgili belgelerin 2000 yılından itibaren düzenli olarak yayımlandığı ve 2020-2021 yıllarında 21'er yayına zirve yaptığı tespit edilmiştir. FETKDÖ ile ilgili en fazla yayına sahip ülkeler listesinde ABD ilk sırada yer almaktadır. FETKDÖ konulu yayınların en fazla "International Journal of Science Education" isimli dergide olduğu belirlenmiştir. Araştırmalarda en sık kullanılan anahtar kelimelerin "fen bilimleri eğitimi", "mesleki gelişim" ve "argümantasyon" olduğu saptanmıştır. Daha yakın tarihli araştırmalarda fen bilimleri öğretmen eğitimi, lisans araştırmaları, erken çocukluk, bilimsel okuryazarlık, eğitimsel teknoloji vb. anahtar kavramlara daha fazla değinildiği görülmektedir. Atıf ağı analizine göre Wu ve Tsai (2007), Dawson ve Venville (2010), Zembal-Saul ve diğerleri (2002), Oliver ve Hannafin (2000) ve Brown ve diğerleri (2010) konu alanının temel kaynakları olarak ortaya çıkmıştır. En yüksek ortak atıfa sahip olan yayının da "Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms" başlıklı makale olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada görsel haritalardan yararlanılarak elde edilen sonuçların FEKDÖ ile ilgili yapılacak diğer özgün çalışmalara katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

MAKALE BİLGİSİ

Makale Türü

Araştırma

Makale Geçmişi

Gönderim tarihi:

17.07.2024

Kabul tarihi:

26.11.2024

Anahtar Kelimeler

Fen Eğitimi, Kanıta Dayalı Uygulamalar, Kanıta Dayalı Öğretim, Bibliyometrik Analiz, WoS Veri Tabanı

Atıf Bilgisi: Derman, İ. ve Bezen, S. (2025). Fen eğitiminde kanıta dayalı öğretimin evriminin haritalanması: Bibliyometrik bir yaklaşım. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13 (1), 1-38. <https://doi.org/10.46778/goputeb.1517854>

Sorumlu yazar: İpek Derman, e-posta: ipekderman@hacettepe.edu.tr

Giriş

20. yüzyılda özellikle tıp, tarım ve teknolojiyi dönüştüren randomize deneylerin kullanımı 2000'li yıllarla beraber eğitim politikaları üzerine etkisini göstermeye başlamıştır (Slavin, 2002). Bilimsel temelli eğitim araştırması vurgusu taşıyan “Hiçbir Çocuk Geride Kalmasın” yasası ve “Eğitimi Yeniden Düşünmek” politikası ile işaret edilen kanıta dayalı uygulama yaklaşımının dünya genelinde eğitim sistemlerinde eğitim uygulamalarını iyileştirmeyi amaçlayan önemli girişimlerden biri olarak teşvik edildiği görülmektedir (Avrupa Komisyonu, 2012; Ion ve Sirvent, 2022; Towne ve diğerleri, 2005, s.10). Bu teşvik politikasının oluşturulmasında yer alan karar alıcılar “Hastalar doktorlarının uygulamalarının mevcut en iyi araştırma kanıtları tarafından bilgilendirilmesini bekliyorsa, ebeveynler neden öğretmenlerin ve yöneticilerin de aynı şekilde eğitim vermesini ve öğrenme ortamlarını düzenlemesini beklemesin?” görüşüne yaslanmaktadır (Towne ve diğerleri, s.10). Bu görüş çerçevesinde tekrarlanabilir program ve uygulamaların değerlendirilmesi ile ulaşılan titiz ve güvenilir kanıtların çocuklarımızın hak ettiği “iyi öğretim süreçlerine” ulaşmanın bir yolu olduğu söylenebilir (Slavin, 2002). Bunun nihai amacı, öğretim uygulamalarının iyileştirilmesine katkıda bulunmak ve öğrenci başarısını olumlu yönde etkilemektir. Araştırma kanıtlarını kullanarak öğretim uygulamalarını iyileştirmeye yönelik artan politika baskısı, öğretmenlerin uygulamalarında araştırmayı benimsemelerini ve kullanmalarını sağlayan koşulları ve bu süreci okul düzeyinde teşvik edecek mekanizmaları daha iyi anlama ihtiyacını doğurmuştur (Ion ve Sirvent, 2022). Kanıta dayalı öğretim uygulamaları da bu bağlamda öğretimde araştırma ve uygulama arasındaki boşluğu kapatmanın bir yolu olarak vurgulanmakta ve bir ihtiyaç olarak görülmektedir (Akay ve Kanadli, 2021; Avrupa Komisyonu, 2012; Georgiou ve diğerleri, 2020). Bu noktadan hareketle bu çalışmada fen bilimleri alanında kanıta dayalı öğretim uygulamalarını temele alan araştırmalar bütünlük bir bakış açısıyla analiz edilmeye çalışılmaktadır. Elde edilen bulguların öğretmenler, politika yapımcılar ve araştırmacılar için yol gösterici olması umulmaktadır.

Kanıta Dayalı Uygulama ve Öğretim

Kanıta dayalı öğretim terimi, öğrenmeyi teşvik eden kanıtlanmış pedagojik araç ve teknikleri ifade eder (Schwartz ve Gurung, 2012; Voisin ve Dumay, 2020). Öğretmenler kanıta dayalı uygulamaları "kararları ve pedagojik sorunları bilimsel kanıtlara dayandırma" olarak tanımlamaktadırlar (Csanadi ve diğerleri, 2021). Öğretmenler etkili öğretim yöntemlerini analiz ederek öğrencilerin günümüz dünyasında başarılı olmalarını sağlayacak öğrenme çıktılarının üretilmesine yardımcı olabilmeleri için kanıta dayalı öğretimi benimsemektedirler (Dunn ve diğerleri, 2013; Georgiou ve diğerleri, 2020). Ancak kanıta dayalı öğretim konusundaki eksikliklerini de acil çözüm bekleyen bir sorun olarak görmemektedirler. Çünkü öğretmenler süreç içerisinde kendi mesleki uygulamalarının çoğunu kişisel tercihleriyle keşfetmek ya da benimsemek zorunda kalmaktadırlar. Bu noktada kendilerinden kıdemli meslektaşlarının birikmiş bilgeliği ya da uygulamaya dayalı araştırmalar öğretmenlere kılavuzluk etmede yetersiz kalmaktadır (Akay ve Kanadli, 2021; Hargreaves, 1996). Bu anlayışın sonucu olarak da öğrenciler hayatlarındaki önemli bir gelişim döneminde öğrenmeleri gerekenleri öğrenememektedirler. Yani, etkisiz öğretim yöntemleri öğrencilerin başarılı olmaları için gerekli motivasyon ve yaratıcılığı engellemektedir (Dunn ve diğerleri, 2013). Bu noktada öğretmenlerin etkili öğretim yöntemleri arasında yer alan kanıta dayalı öğretim konusundaki eksikliklerini gidermek için daha fazla çaba harcamaları gerektiği ortaya çıkmaktadır. Çünkü, kanıta dayalı öğretimin öğrencilerin konulara eleştirel yaklaşabilmesini ve bilimsel akıl yürütme becerilerinin gelişimini sağladığı bilinmektedir (McNeill ve diğerleri, 2006). Kanıta dayalı öğretim

ile öğrencilerin aldığı eğitimin sonuçlarının iyileştirilebildiği ve bu şekilde öğretimin niteliğinin arttırılabildiği ifade edilmektedir (Davies, 1999; Gabbin, 2020).

Kanıt dayalı eğitim iki düzeyde işler. Bunlardan ilki, eğitim ve ilgili konularda dünya çapındaki araştırmalardan ve literatürden elde edilen mevcut kanıtlardan yararlanmaktır. İkinci düzey, mevcut delillerin eksik olduğu veya şüpheli, belirsiz veya zayıf nitelikte olduğu durumlarda sağlam deliller oluşturmaktır (Csanadi ve diğerleri, 2021; Davies, 1999). Bu işlevlerin yerine getirilebilmesi için gelecekteki hedeflerden birinin, öğretmen eğitimcilerinin öğretimde araştırma kullanımı yani kanıt dayalı uygulamaları uygulayabilme bilgisiyle donatılmaları olduğu söylenebilir. Bu hedefe yönelik olarak öğretmenlerin üzerine düşünebilecekleri ve en son araştırma sonuçları ve destekleyici materyallerden oluşan bir koleksiyon aracılığıyla ampirik kanıtlarla etkileşim kurabilecekleri yeterlilik ve mesleki gelişim programları aracılığıyla bu uzmanlığın geliştirilmesi kolaylaştırılmalıdır (Diery ve diğerleri, 2020; Georgiou ve diğerleri, 2020). Bu gündemi ele almanın ilk adımı olarak, öğretmen eğitimcilerinin şu anda öğretmen eğitiminde kanıt dayalı uygulama tartışmasını nasıl algıladıklarını ve kanıt dayalı uygulama gündemini takip etmelerinin önündeki engellerin ve destekleyici araçların neler olabileceğini belirlemektir. Çünkü öğretmen eğitimi öğretmen adaylarının epistemik standartlarını ve amaçlarını şekillendirmek için bir fırsattır (Ferguson, 2021). Alan yazında genel olarak öğretmen eğitimcilerinin kanıt dayalı uygulamaya ve deneysel kanıtları kullanmaya yönelik olumlu tutumlara sahip oldukları görülmüştür. Araştırma ve öğretim konusunda daha fazla deneyime sahip öğretmen eğitimcilerinin kanıt dayalı uygulamaya yönelik daha olumlu bir tutuma ve daha fazla kanıt kullanımına sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Diery ve diğerleri, 2020; Georgiou ve diğerleri, 2020). Buna karşılık, daha az deneyimli öğretmen eğitimcileri daha fazla zorluk algılamaktadır. Özellikle eğitimde artan bilimsel bilgi tabanı ışığında, öğretmen eğitimcilerinin mesleki öğrenimlerinde nasıl desteklenebileceği tartışılmaktadır (Csanadi ve diğerleri, 2021; Diery ve diğerleri, 2020).

Fen Öğretimi ve Kanıt Dayalı Uygulamalar

Fen bilimleri eğitimi özel çalışma yöntemleri olan önemli bir araştırma alanıdır. Ayrıca kendine özgü hedef, süreç ve değerlendirme yaklaşımlarına sahiptir. Bu özel hedef, süreç ve değerlendirme araçları bir araya gelerek fen bilimleri dersi öğretim programlarını oluşturur. Ortaya çıkan programlar öğretmenler için yol haritası niteliğinde iken araştırmacılar için de ölçüt olarak görev yapmaktadır. Bu ölçütlerin sağlıklı belirlenmesi ise ampirik eğitim araştırmaları ile mümkündür (Hattie, 2009). Dolayısıyla fen eğitiminin doğası gereği, pozitif bilimlerin içerik ve uygulamalarının öğretmenlere ve öğrencilere nasıl aktarılması gerektiği önemsenmektedir. Fen eğitiminin uygun yöntem ve teknikler aracılığıyla nasıl gerçekleştirileceği bilinerek, pedagoji eğitiminin sağlanması amaçlanmaktadır. Bu esnada öğrencilerin anlayış ve yeteneklerinin geliştirilmesi ön plana konularak fen içeriğinin nasıl öğrenilebileceğine odaklanılmaktadır. Diğer bir deyişle, fen eğitimi bilimin karmaşık ve sistematik doğasının öğrencilere nasıl aktarılması gerektiği ile ilgilenmektedir (Bouni ve diğerleri, 2024). Buradan yola çıkılarak, fen bilimleri eğitiminde kanıt dayalı çalışmaların gelişim süreci açısından oldukça kritik öneme sahip olduğunu söylemek mümkündür (Hattie, 2009; Karim ve diğerleri, 2018; Mayer, 2004; Towne ve Shavelson, 2002). Örneğin STEM eğitiminde yaşanan hızlı gelişmeler bu konuda çok sayıda kanıt dayalı öğretim destekli araştırma yapılmasını desteklemektedir (Li ve diğerleri, 2020). STEM eğitiminde kanıt dayalı öğretimin kullanılmasına ilişkin bir araştırmanın sonucunda öğrencilerin öğretmenlik algısının değiştiği görülmüştür. Katılımcılar öğretmenliğin uygulamayla geliştirilebilen bir beceri olduğunu fark ederek “Öğretmek, diğer her şey gibi öğrenmeyi gerektirir” sonucuna ulaşmışlardır. Bir diğer çalışmada, dijital araçların kanıt dayalı öğretimde kullanılması ile öğrencilere kapsamlı ve etkili bir eğitim

sunulduğunun düşünüldüğünün belirlendiği ve böylece yenilikçi öğretim ve öğrenim yaklaşımı ile yaşam boyu öğrenen bireylerin yetiştirilmesinin desteklediği ifade edilmiştir (Good ve diğerleri, 2019). Aynı şekilde uzaktan eğitim sürecinde de kanıtı üreten, kullanan ve paylaşan öğrencilerin yetişmesinin kanıta dayalı uygulamalarla mümkün olabileceği savunulmaktadır (Knogler ve diğerleri, 2022). Çünkü uzaktan eğitimde kanıtlanmış deneysel etkililiğe sahip uygulamaların kullanımı ile öğrencilerin sorgulayarak öğrenmeye devam edebildikleri belirtilmektedir (Hofer ve diğerleri, 2018). Sonuç olarak günümüz koşullarında öğretim uygulamalarının iyileştirilmesinde ve öğrenci başarısının artmasında kanıta dayalı uygulamaların rol oynadığı ortaya çıkmaktadır (Ion ve Sirvent, 2022).

Bunun yanında kanıta dayalı öğretim ile zengin bir öğretim ortamı sağlamanın öğrencilere fayda sağlamanın yanı sıra öğretim ortamının niteliğini de yükselttiği ifade edilmektedir (Downey ve diğerleri, 2022). Kanıta dayalı öğretim çerçevesi, öğrencilerin bilimsel argümantasyon süreçlerini desteklemek ve değerlendirmek için bir rehber olarak kullanılabilir. Öğrencilerin mevcut bilgileriyle birlikte kanıtlarla olan etkileşimleri, öğrencilerin yeni bilgiyi anlamalarını daha da derinleştirebilir (Pei ve diğerleri, 2023). Öğrencileri bilimin heyecanına dahil etmek, kanıta dayalı akıl yürütmenin ve üst düzey bilişsel becerilerin değerini keşfetmelerine yardımcı olmak ve onlara yaratıcı problem çözümler olmayı öğretmek uzun zamandır fen eğitimi reformcularının hedefleri arasında yer almaktadır (DeHaan, 2017; Good ve diğerleri, 2019). Diğer bir ifade ile, bir yemeği ilk kez yapmaya karar verdiğinizde bu yemeği daha önce yapmış kişilere sorarsınız ya da yemek tarifi kitaplarına bakarsınız. Buradaki davranış aslında daha önce test edilmiş bir tecrübeye ulaşma çabasıdır. Böylelikle daha iyi bir sonuca (daha lezzetli bir yemeğe) ulaşma ihtimaliniz artar. Kanıta dayalı uygulamaların bilim alanındaki önemi de bu şekilde açıklanabilir. Alan yazına baktığımızda kanıta dayalı uygulamaların ilk olarak tıp ve sağlık bilimleri alanında karşımıza çıktığını görsek de (Howard ve diğerleri, 2022) eğitim bilimleri alanında da kanıta dayalı uygulamaların oldukça önemli olduğunu söylemek mümkündür. Dolayısıyla alan yazında hem genel olarak eğitim alanında hem de özel olarak fen bilimleri eğitimi alanında kanıta dayalı öğretim süreçlerinin öneminin vurgulandığına rastlanılmaktadır. Hatta fen eğitiminde kanıta dayalı uygulamaları sistematik bir şekilde inceleyen bir çalışma sonucunda da öğrenci öğreniminde kanıtlanmış deneysel müdahalelerin etkililiği vurgulanmıştır (Barnett ve diğerleri, 2018). Bir diğer meta-analiz çalışmasında da kanıta dayalı uygulamaların fen eğitimi araştırmalarındaki sorgulayıcı ve sistematik yönlerini öne çıkarılarak, anlama temelli öğretim olarak ele alındığı görülmektedir (Sulu ve diğerleri, 2023). Alanyazındaki bu önemli vurguların yanı sıra, fen eğitimi alanında sürekli iyileşmeyi sağlayıcı kanıta dayalı yöntemlerin ilerleyişine ilişkin şüphelerin de dile getirildiği çalışmaya rastlanılmıştır (Deehan ve MacDonald, 2023). Dolayısıyla akademik bilgi birikimi artıkça farklı görüşleri ortaya koyan yayınların sayısı yıllar içerisinde arttığından, alanyazının takip edilmesinin her geçen gün araştırmacılar için zorlaşacağı düşünülmektedir (Şimşir, 2021). Bu noktada son yıllarda fen eğitiminde kanıta dayalı öğretim çalışmalarının sayısının artması ile bibliyometrik çalışma ihtiyacının doğduğu akla gelmektedir. Diğer bir deyişle, kısa bir zaman dilimi içerisinde araştırmacıların etkin alanyazın incelemesi yapmasına olanak sağlamak için bibliyometrik araştırmaların alana katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Çünkü bibliyometrik çalışmalar araştırmacıların eğilimini, gelişimini, zayıf ve güçlü yönlerini ortaya koyarak araştırmacılara rehber olmakta ve sistematik derleme çalışmaları için bir analiz yöntemi olarak değerlendirilebilmektedir (Sönmez, 2020). Bibliyometrik çalışma aracılığıyla içerik değil, yayınların yıl, yazar, atıf, ülke, anahtar kelime vb. veriler incelenmektedir. Bibliyometrik çalışmalar, sistematik çalışmalara göre daha kısa bir sürede incelenebilecek araştırma alanının yapısı ve gelişimi ile ilişkili bir özet sunmakta ve çalışmalara nicel ve objektif bir yaklaşım sağlamaktadır (Block ve Fisch, 2020).

Araştırmada da fen eğitiminde kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmalara odaklanılarak, bu çalışmalara ilişkin bütüncül bir bakış açısı sunulması ve eğitimciler ile söz konusu alandaki araştırmacılara fen eğitiminde kanıta dayalı öğretim için hangi kaynak ve yazarlara ulaşmaları gerektiğinin ortaya konulması istenmiştir. Ayrıca fen eğitiminde kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmalara ilişkin verilerin sistematik ve bütüncül bir bakış açısıyla sunulmasının politika yapıcılara öğretmen eğitimi, yeni öğretim programlarının geliştirilmesi ve öğretim ortamlarının niteliğinin artırılmasına ilişkin karar süreçlerinde ışık tutacağına inanılmaktadır (Hsiao ve Petersen, 2019).

Bu bağlamda bu çalışmanın temel amacı eğitim alanında fen bilimleri çatısı altında kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmaları bütüncül bir yapıda sunmak ve söz konusu çalışmaların bibliyometrik bir analizini yapmaktır. Araştırmada yıl sınırlaması yapılmadan araştırma konusu ile ilgili okuyuculara geniş bir bakış açısının sunulması istenmektedir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada iki grup araştırma sorusu temele alınmıştır:

1. Grup: Genel betimleyici analiz

Fen Bilimleri alanında (fizik, kimya, biyoloji ve fen bilimleri) kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmaların;

- (1) Yıllara göre dağılımları nasıldır?
- (2) Ükelere göre dağılımları nasıldır?
- (3) Yayın başlığına göre dağılımları nasıldır?

2. Grup: Araştırma ağlarının analizi

Fen Bilimleri alanında (fizik, kimya, biyoloji ve fen bilimleri) kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmaların;

- (4) Eş-kelime/eş-oluşum analizi açısından nasıl bir yapı ortaya çıkıyor?
- (5) Atıf analizi (belgeler) açısından nasıl bir yapı ortaya çıkıyor?
- (6) Ortak atıf analizi (atıf yapılan referanslar) açısından nasıl bir yapı ortaya çıkmaktadır?

Yukarıda ifade edilen soruların yanıtları çerçevesinde alandaki eğilim araştırmacılara somut ve kanıta dayalı şekilde sunulmaya çalışılmaktadır. Bir diğer yönüyle de bu araştırma kanıta dayalı öğretim için destekleyici niteliktedir. Bir alana özgü olan çalışmaların kapsamlı ve sistematik şekilde raporlanması söz konusu bilim alanının kanıta dayalı olarak ilerlemesi için de oldukça önemlidir. Çalışmanın bu yönüyle bibliyografik bir kaynak oluşturarak da alan yazına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bibliyometri, belirli araştırma alanına yönelik gerçekleştirilen bilimsel yayınların yazar, atıf, kurum, ülke vb. özelliklerinin istatistiksel teknikler aracılığıyla incelenmesidir. Bibliyometrik çalışmalar, araştırma alanının yapısını ve gelişimini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda araştırmacıların yanı sıra kurumların, dergilerin, ülkelerin verimliliklerinin karşılaştırılması olarak ele alınmasına fırsat

sunmaktadır (Block ve Fisch, 2020). Bibliyometrik çalışmalarda performans analizi ve bilimsel haritalama yapılmaktadır. Performans analizi ile araştırma konusu ile ilişki alan katkıları belirlenirken, bilimsel haritalama ile araştırma konusu ile ilgili bileşenlerin ilişkileri ortaya konulmaktadır (Donthu ve diğerleri, 2021). Bu çalışmada da fen bilimleri eğitiminde kanıta dayalı araştırmaların eğilimini belirlemek üzere nicel yöntemeye dayanan bibliyometrik analiz yönteminden yararlanılmıştır. Araştırmada bibliyometrik analiz ile fen alanında (fizik, kimya, biyoloji ve fen bilimleri) gerçekleştirilmiş kanıta dayalı çalışmalarla ilgili genel bir görünüme, araştırma alanının yapısına, eğilime ve gelişimine yönelik verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

Verilerin Toplanması

Araştırmada WoS veri tabanından yararlanılmıştır. Çünkü WoS veri tabanı birçok alanı kapsayan dergi atıf raporlarını içeren önemli bir veri tabanıdır (Budimir ve diğerleri, 2021). Bu nedenle araştırmada WoS indeksinde yer alan yayınların analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veriler 1 Mart 2024 tarihinde WoS veri tabanından elde edilmiştir. Araştırmada ilgili alanyazın taraması sonucunda WoS veri tabanında “evidence based” and “science education” or “science teach*” or “science learn*” or “science class*” or “science curriculum*” or “science student*” or “science instruction*” or “science practice*” or “practice of science” or “learning of science” or “teaching of science” or “instruction of science” anahtar kelimeler kullanılarak tarama yapılmıştır. Araştırmanın verisi ilk olarak bu dahil etme/hariç tutma kriterlerine bağlı olarak sınırlandırılmış ve bu çalışmaya fen eğitiminde kanıta dayalı gerçekleştirilmiş çalışmalar dâhil edilmiştir. İlk taramada 508 yayına ulaşılmıştır. Bunun ardından araştırmada üç temel filtreleme kriteri uygulanmıştır: Web of Science Core Koleksiyonu, Doküman Türleri, Web of Science Kategorileri. Web of Science Core Koleksiyonu dahil etme kriterinin sağlanması için araştırma sorgusu ile elde edilen ham veriler “SSCI (281), SCI-EXPANDED (151), ESCI (102), CPCI-S (35), CPCI-SSH (30), BKCI-SSH (8), BKCI-S (6)” ile sınırlandırılmıştır (Hariç tutulan: A&HCI (6)). Bu işlem sonucunda 502 yayına ulaşılmıştır. İkinci dahil etme kriteri ile doküman türü “makale (383), erken erişim (108), bildiri (54), derleme makale (37), kitap bölümü (10), kitap incelemesi (3)” olarak sınırlandırılmış ve 477 yayına ulaşılmıştır. Analiz dışı olarak Editöryal Materyal (24) ve Düzeltme (1) bırakılmıştır. Üçüncü dahil etme kriteri Web of Science Kategorileri kapsamında “Eğitim Öğretim Araştırmaları (Education Educational Research) (232), Eğitim Bilim Disiplinleri (Education Scientific Disciplines) (101)” sınırlandırılması ile 295 yayına ulaşılmıştır. Dahil etme/hariç tutma kriterleri ifade edildiği üzere, öncelikle araştırma konusu ile ilişkili anahtar kelimeler dahilinde gerçekleştirilmiş, ardından çalışma alanı göz önüne bulundurulmuş doküman ve kategori filtrelemesine başvurulmuştur. Araştırmada her bir filtreleme basamağında yansıtılan frekans değerleri WoS veri tabanı üzerinden alınarak doğrudan yansıtılmıştır.

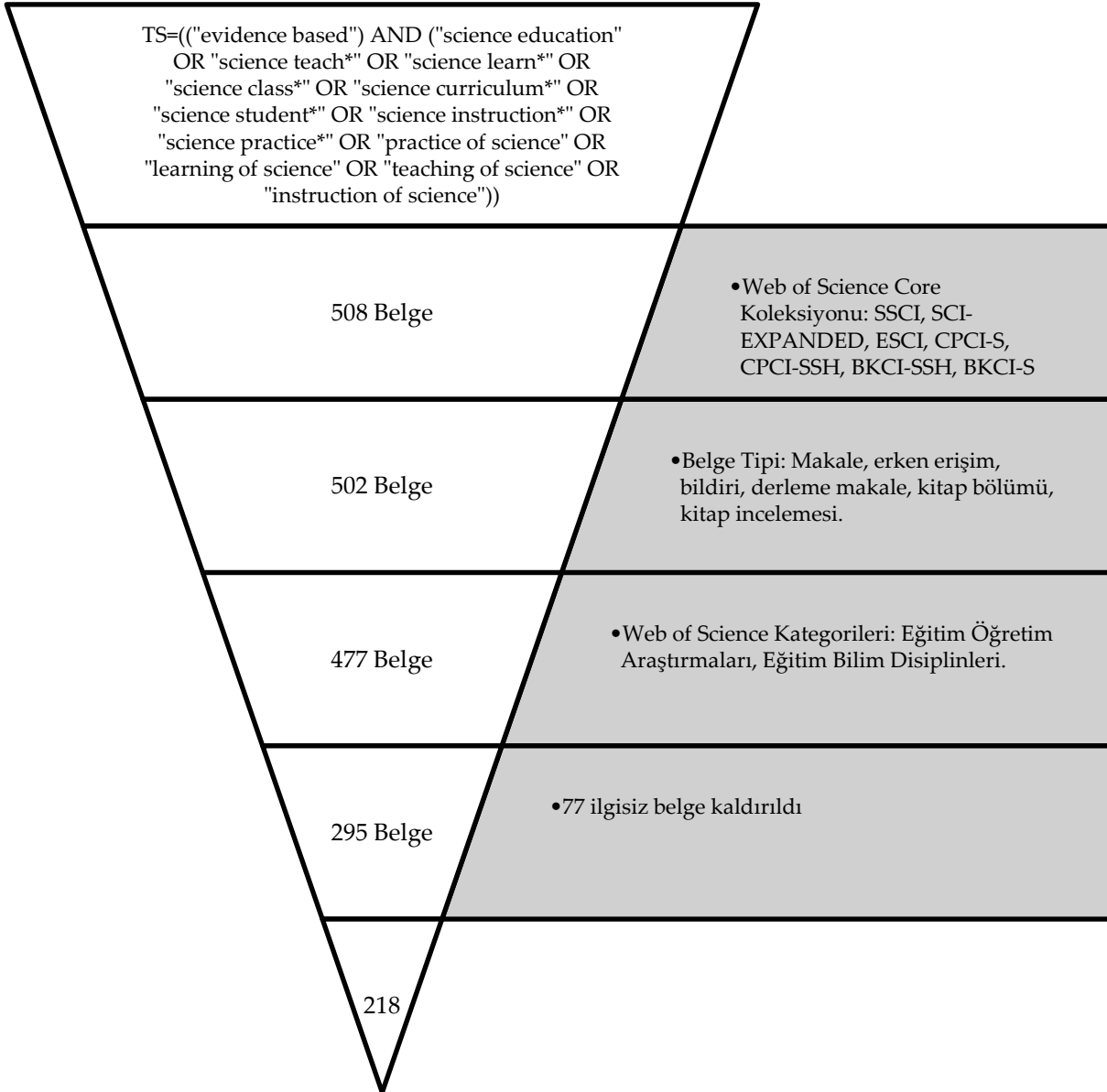
Bu seçimlerin ardından metin, özet ya da anahtar kelimeler içerisinde araştırmanın odak noktasında yer alan ifadeleri kapsayan çalışmalara rastlanılmış olsa da, bu çalışmaların tam metin incelemeleri ile 51 yayının fen eğitiminde kanıta dayalı çalışmalar çerçevesinde gerçekleştirmediği belirlenmiştir. 26 çalışmanın ise özet ve tam metinleri bulunamadığından verilere dahil edilmemiştir. Toplamda 77 yayın ilgisiz olarak ifade edilerek veri setinden çıkarılmıştır.

Veri toplama sürecinin akış şeması detaylıca Şekil 1’de yer almaktadır. Şekil 1, verilerin araştırma sürecinde nasıl elde edildiğini görsel olarak adım adım yansıtmaktadır. Aynı zamanda şekil içerisinde seçilen kriterlere de ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Araştırmada nihai olarak elde edilen 218 veriye/yayına (makale (195), erken erişim (1), bildiri (13), derleme makale (7), kitap bölümü (8), kitap incelemesi (3)) ait bilgiler WoS veri tabanından indirilmiş ve bu verilerin bibliyometrik analizi

için VOSviewer yazılımından yararlanılmıştır. Araştırmanın veri setinde yer alan yayınlar, araştırma konusu bağlamında irdelenerek çeşitli sınırlandırmalar aracılığıyla belirlenmiştir. Elde edilen 218 yayının tam metinleri araştırmacılar tarafından tekrar incelenmiştir. Ayrıca araştırma sürecinde veri setine dahil edilen ve çıkarılan yayınlar için uzman görüşüne başvurulmuş ve süreç uzman görüşü desteği ile tamamlanmıştır.

Şekil 1

Veri Toplama Süreci Akış Şeması



Veri Analizi

Araştırmada öncelikle WoS analitik aracı aracılığıyla verilere ait bilgiler elde edilmiştir. Daha sonra veriler VOSviewer yazılımı ile çözümlenmiştir. VOSviewer yazılımına ücretsiz olarak "https://www.vosviewer.com" sayfasından ulaşılmıştır. VOSviewer bibliyometrik analiz ağı oluşturulmada yaygın olarak kullanılan bir yazılım aracıdır. Bibliyometrik analiz sonucunda ortak yazar, ortak atıf ve anahtar kelime eş-oluşum ağ haritaları oluşturulabilmektedir (Li ve diğerleri, 2021). Ayrıca bibliyometrik ağların grafik gösterimi bu yazılım aracılığıyla elde edilebilmektedir (Van Eck ve Waltman, 2010). Sonuç olarak araştırma verileri performans analizi ve bilim haritalama

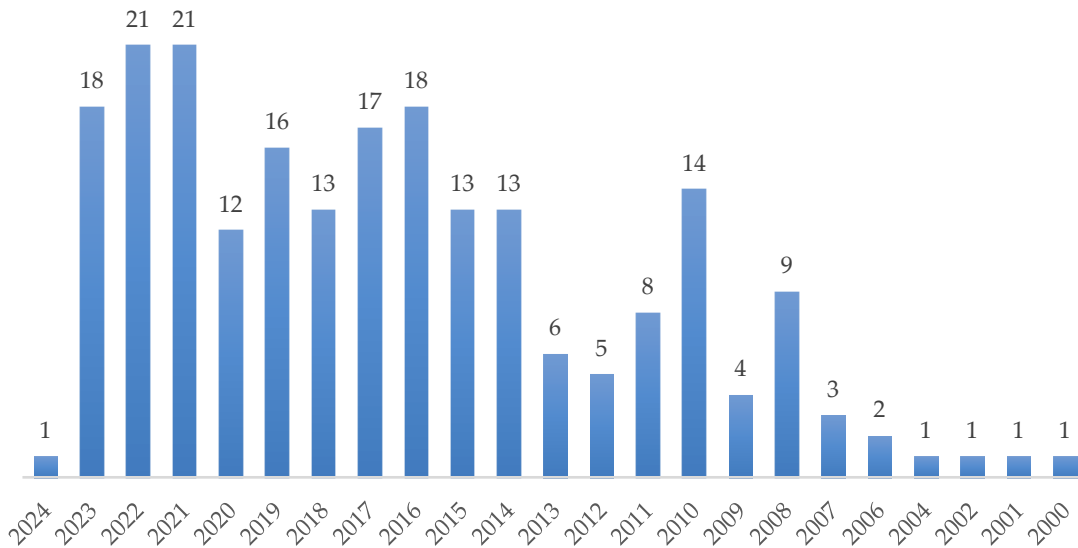
olmak üzere iki temel bibliyometrik süreç kapsamında çözümlenmiştir.

Bulgular

Bu çalışma WoS Core Koleksiyon'da 2000-2024 yılları arasındaki fen eğitiminde (fizik, kimya, biyoloji ve fen bilimleri) kanıta dayalı öğretim ile ilgili makale, erken erişim, bildiri, derleme makale, kitap bölümü ve kitap incelemesi belgelerinden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında toplam 218 doküman analiz edilmiştir. İlk olarak FEKDÖ hakkındaki yayınlara ilişkin genel bir bakış açısı kazanmak için WoS analitik aracı aracılığıyla elde edilen bulgular aşağıda sunulmaktadır. Fen Bilimleri alanında kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmaların yayın yıllarına göre dağılımları Şekil 2'de yer almaktadır.

Şekil 2

Yıllara Göre FEKDÖ Yayın Sayısı

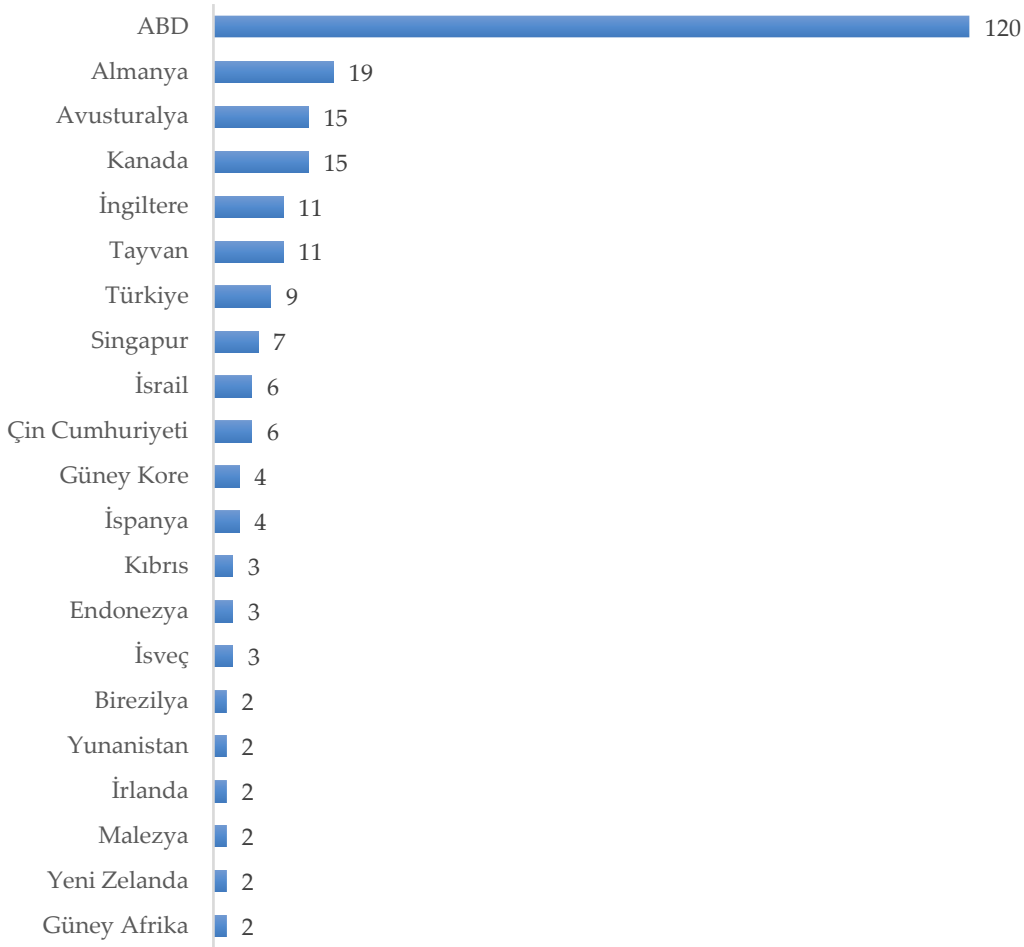


Yayın yılları dikkate alındığında, fen eğitiminde kanıta dayalı öğretim (FEKDÖ) ile ilgili belgelerin 2000 yılından itibaren düzenli olarak yayınlandığı ve 2020-2021 yıllarında 21'er yayınlı zirve yaptığı görülmüştür (Şekil 2). Bu durum, FEKDÖ'nin 2000'li yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmeye başlayan bir araştırma alanı olduğunu gösteren bir sonuçtur.

Fen Bilimleri alanında kanıta dayalı öğretimi konu edinen araştırmaların ülkelere göre dağılımları Şekil 3'de yer almaktadır.

Şekil 3

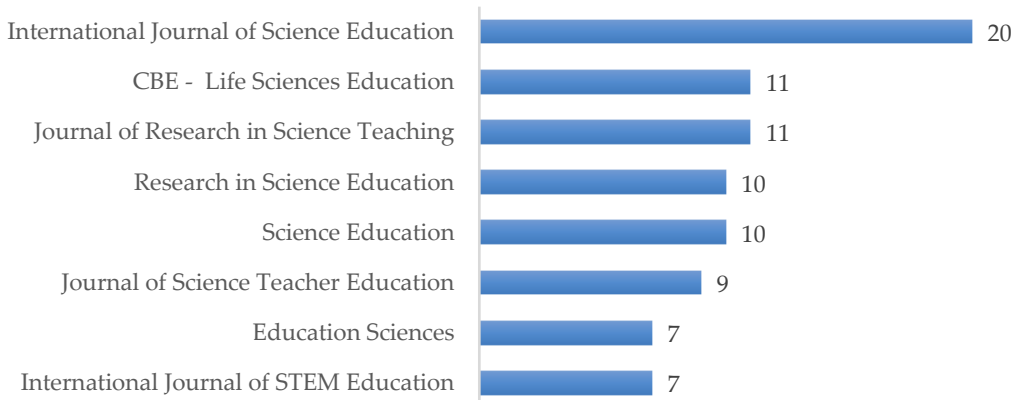
Ülkelere Göre FEKDÖ Yayınlarının Sayısı



FEKDÖ ile ilgili en fazla yayına sahip ülkeler listesinde ABD (f=120) ilk sırada yer almakta, onu Almanya (f=19), Avustralya (f=15) ve Kanada (f=15) takip etmektedir. FEKDÖ konulu yayınların yer aldığı kaynağa ilişkin bulgular Şekil 4'te yer almaktadır.

Şekil 4

Kaynağa Göre FEKDÖ Yayınlarının Sayısı

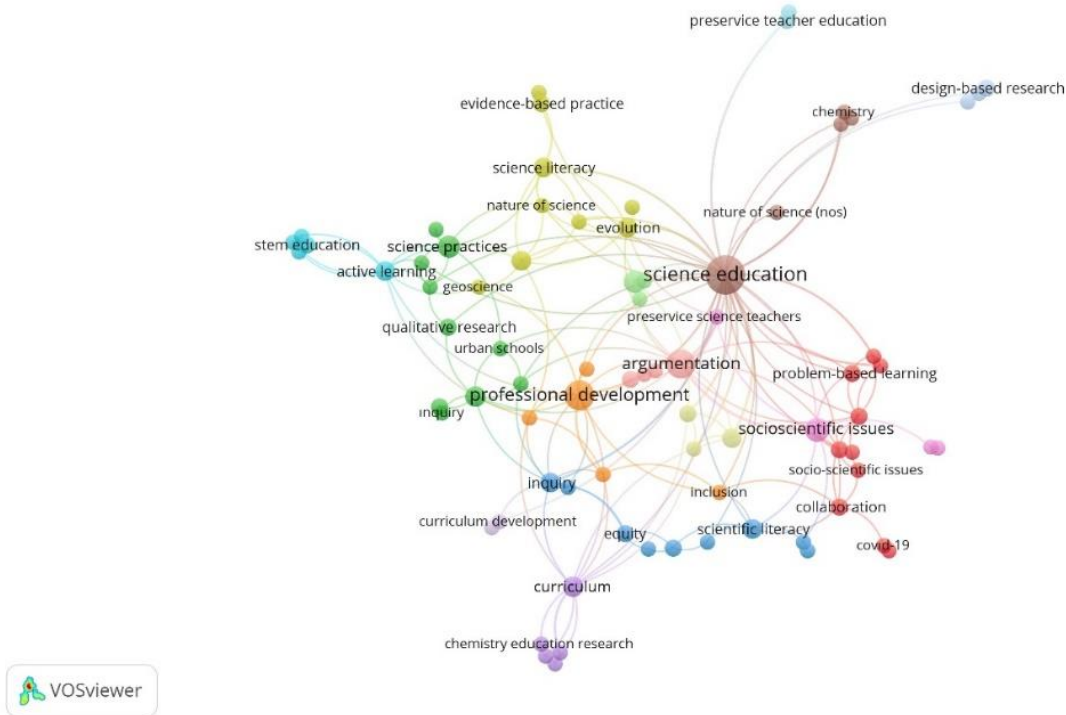


FEKDÖ konulu yayınların yer aldığı kaynaklar incelendiğinde en fazla “*International Journal of Science Education*” da (f=20)), ikinci en fazla yayının “*CBE-Life Sciences Education*” yayınında (f=11) ve “*Journal of Research in Science Teaching*” de (f=11) üçüncü en fazla yayının ise “*Research in Science Education*” da (f=10) ve “*Science Education*” da (f=10) olduğu görülmektedir.

WoS analitik aracı aracılığıyla veriler çeşitli başlıklar altında incelendikten sonra Vosviewer ile ağ analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular sırasıyla sunulmuştur. İlk olarak FEKDÖ ile ilgili yayınlardaki ortak kelime/ortak oluşum analizi yapılmış ve elde edilen ağ haritası Şekil 5’te yer almaktadır.

Şekil 5

Eş-Oluşum / Yazar Anahtar Kelime Ağı Görselleştirme Haritası



Şekil 5, FEKDÖ ile ilgili bir ortak kelime/ortak oluşum ağı haritasını göstermektedir. Ağ çeşitli düğümler ve çizgilerden oluşmaktadır. Ağ görselleştirmesindeki her bir düğüm bir anahtar kelimeyi göstermektedir. Birbirine benzer ya da ilişkili olan düğümler ağda birbirine yakın konumlandırılmıştır. İlişkili düğümler bir araya gelerek kümeler oluşturur ve bu kümeler farklı renklerle gösterilir. Örneğin, kahverengi kümede “fen eğitimi” en sık kullanılan anahtar kelimeyken, turuncu kümede en yaygın anahtar kelime “mesleki gelişim”dir. Düğümlerin boyutu, yazarların yayınlarda kullandıkları anahtar kelimelerin sıklığına göre değişmektedir. Çizgiler ise iki düğüm arasındaki (iki anahtar kelime arasındaki) ilişkileri göstermektedir. Düğümler arasındaki çizgilerin kalınlığı ilişkinin/işbirliğinin ne kadar güçlü olduğunu göstermektedir. Kısaca her bir çizgi, düğümler arasındaki ilişkilerin yanı sıra ilişkilerin gücünü de göstermektedir. Ağda ilişki içinde olan düğümler birbirine yakındır ve aynı renkte gösterilir. Birbirine benzeyen düğümler bir araya gelerek kümeler oluşturur. Her kümenin de bir rengi vardır. Ortak oluşum analizi sonuçları, FEKDÖ ile ilgili yayınlarda kullanılan anahtar kelimeler arasındaki ilişkileri göstermektedir. Buna göre, yazarlar tarafından kullanılan anahtar kelimeler ve kelimelerin sıklığına göre düğümlerin yanı

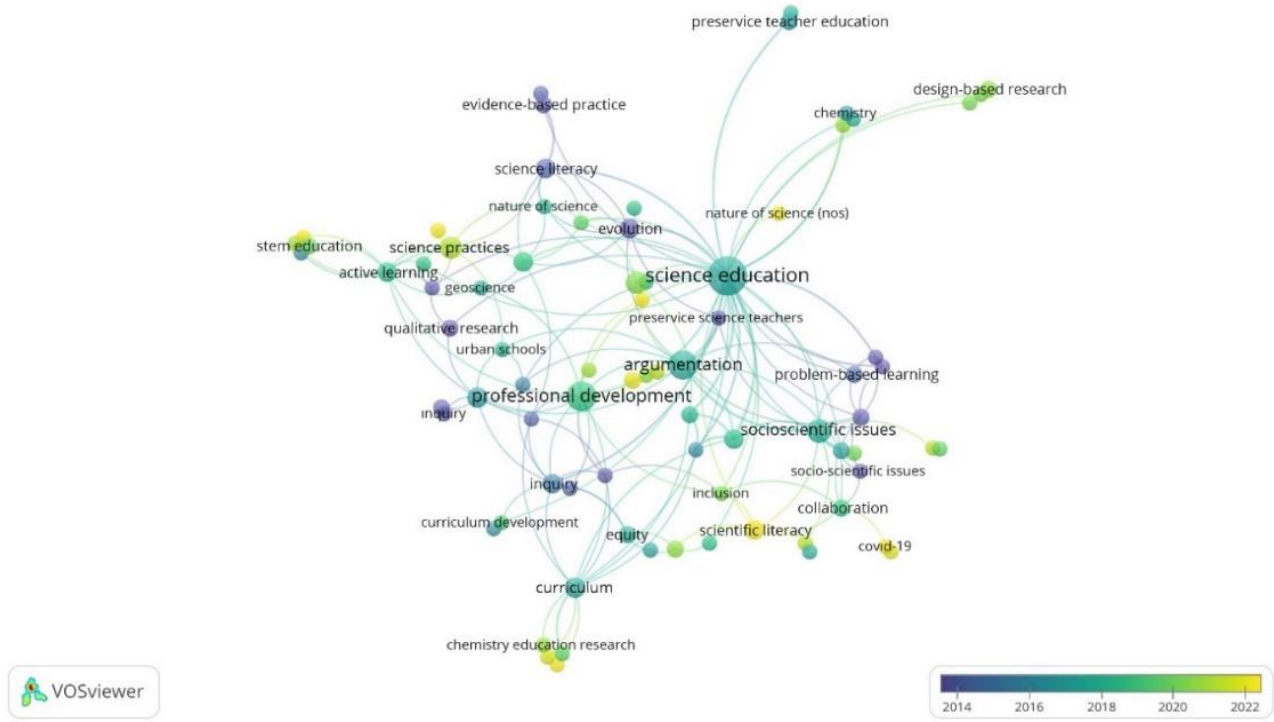
sıra kelimeler arasındaki ilişkileri gösteren bağlantılar da gösterilmektedir (bir anahtar kelimenin minimum geçme sayısı: 2). Sonuç olarak yapılan analizde, 623 anahtar kelimedenden 79'si eşiği karşılamıştır. En sık kullanılan anahtar kelimeler en büyük düğümlerle gösterilmiştir. Ortak kelime/ortak oluşum ağı haritasında 15 kümenin mevcut olduğu ve en sık kullanılan anahtar kelimelerin sırasıyla "fen eğitimi" (f=30), "mesleki gelişim" (f=14), "argümantasyon" (f=13), "sosyobilimsel konular" (f=7), "fen uygulamaları" (f=6) ve "değerlendirme" (f=6) olduğu görülmektedir. Her iki anahtar kelimenin birlikte bulunduğu kaynak sayısı toplam bağlantı gücü ile ilişkilidir. Her bir kelime için bağlantı sayısı ve toplam bağlantı gücü incelendiğinde, "fen eğitimi" anahtar kelimesinin diğer 30 anahtar kelime ile birlikte kullanıldığı açıkça görülmektedir (toplam bağlantı gücü: 51). "mesleki gelişim" diğer 14 anahtar kelime ile birlikte kullanılırken (toplam bağlantı gücü: 17), "argümantasyon" diğer 13 anahtar kelime ile birlikte kullanılmıştır (toplam bağlantı gücü: 18). Ağ haritasına bakıldığında "mesleki gelişim" in yanı sıra fen bilimleri öğretmen adayı, hizmet öncesi öğretmen eğitimi, öğretmen eğitimi, öğretmenlik uygulaması, bilimsel öğretim, fen bilgisi öğretmeni, pedagoji, öğretmen inançları, informal fen bilgisi eğitimi, fen bilgisi öğretmeni eğitimi, pedagojik alan bilgisi anahtar kelimeleri kanıta dayalı uygulamalar ile öğretmen eğitimi ve öğretim süreçleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Ağ haritasında dikkat çeken diğer anahtar kelimeler ise argümantasyon başta olmak üzere iş birliği, iş birliğine dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, anlamlandırma, ilişkilendirme, eleştirel düşünme, sorgulama, aktif öğrenme, kapsayıcılık, tasarım temelli araştırma, bilim iletişimi vb. kanıta dayalı uygulamayı destekleyen öğretim model, yöntem ve stratejilerini tanımlayan anahtar kelimelerdir.

Ayrıca yine ağ haritası incelendiğinde fen eğitimi, fen okuryazarlığı, bilimsel okuryazarlık, fen uygulamaları, bilim iletişimi, bilimin doğası ve STEM eğitimi vb. çok sayıda anahtar kelimenin kullanıldığı görülmektedir. Bu da kanıta dayalı öğretimin fen bilimleri alanıyla doğrudan ilişkisine işaret etmektedir.

Şekil 6

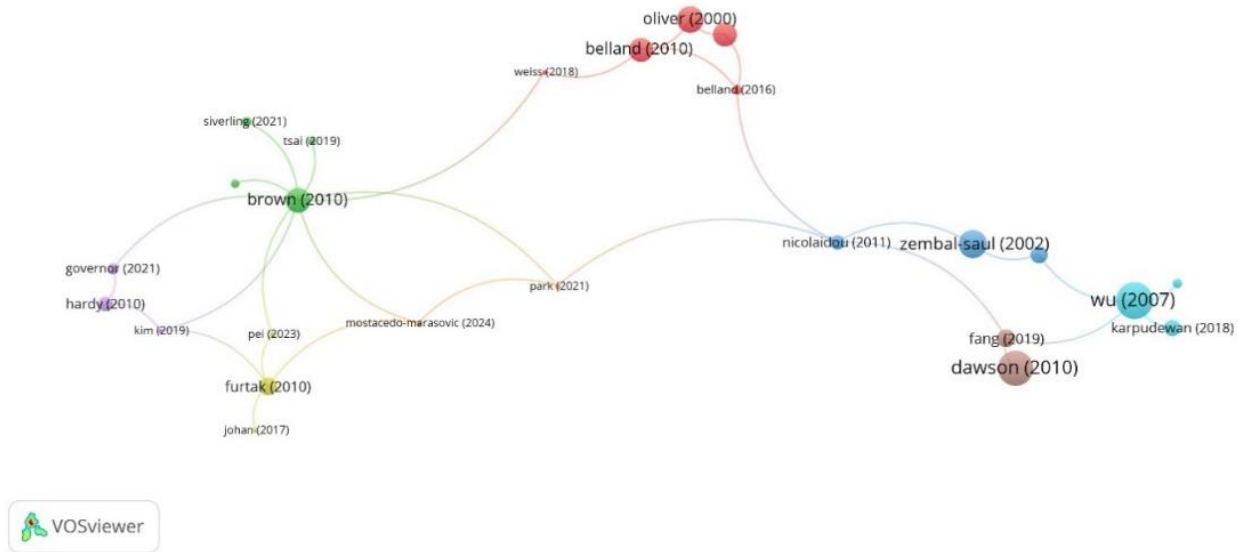
Eş-Oluşum / Yazar Anahtar Kelime Ağı Görselleştirme Haritası (Bindirme Görselleştirme)



Şekil 6, FEKDÖ'nün zaman trendi bindirme görselleştirmesini sunmaktadır. Her bir anahtar kelimeyle ilişkilendirilen renk, o anahtar kelimenin kullanıldığı yayınların ortalama yayın yılı hakkında bilgi vermektedir. Bir anahtar kelimenin rengi maviye ne kadar yakınsa, o anahtar kelimeyi kullanan makaleler o kadar eskidir. Tersine, bir anahtar kelimenin rengi sarıya ne kadar yakınsa, o anahtar kelimedenden bahseden makaleler o kadar yenidir. Şekilde görüldüğü üzere, FEKDÖ ile ilgili ilk çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeler mor-mavi renklerle gösterilirken, 2020 ve sonrası yıllarda kullanılan anahtar kelimeler sarı renkle gösterilmiştir. Bu analize göre kanıta dayalı uygulama, sorgulama, kanıt temelli argüman ve fen okuryazarlığı vb. anahtar kelimeler alanın daha eski yayınlarında karşımıza çıkmaktadır. Son yayınların ağırlıklı olarak fen bilimleri öğretmen eğitimi, lisans araştırmaları, erken çocukluk, COVID-19, bilimsel okuryazarlık, bilimin doğası ve eğitimsel teknoloji anahtar kavramlarıyla ilişkili konularına odaklandığı görülmektedir.

Şekil 7

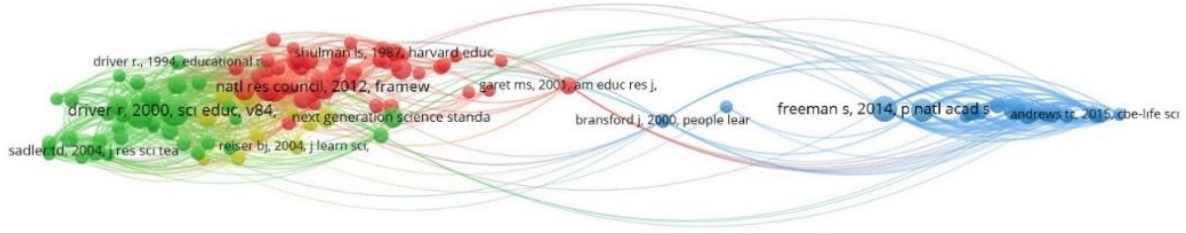
Atıf Analizi Ağ Görselleştirme Haritası



Şekil 7, FEKDÖ için atıf analizi ağ haritasını göstermektedir. Veri setinde en fazla atıf alan yayınlara göre düğümleri ve düğümler arasındaki ilişkileri gösteren bağlantıları göstermektedir (belgelerin minimum atıf sayısı: 1). Bu ağdaki her bir düğüm bir yayını temsil etmektedir. Yayınların aldıkları atıf sayısına göre bu ağdaki düğümlerin büyüklüğü değişmektedir. En çok atıf alan yayınlar daha büyük düğümler olarak verilmiştir. Birbiriyle ilişkili ve ortak özelliklere sahip yayınlar bir araya gelerek ağda kümeler oluşturmuştur. Analiz sonucunda ağdaki 186 ögeden bazıları birbirine bağlı olmadığı ve en büyük bağlı öge kümesinin 25 ögeden oluştuğu ortaya çıkmıştır. Örneğin, Graham ve diğerleri (2014) 131 atıfı en çok atıf alan yayın olmasına rağmen hiç bağlantısı bulunmadığı için ağda yer almamaktadır. Analiz incelendiğinde dokümanların 8 farklı küme altında toplandığı görülmektedir. Yeşil kümede yer alan Brown (2010) 54 atıfı ile sahipken 9 bağlantı ile ön plana çıkmaktadır. “*The Evidence-Based Reasoning Framework: Assessing Scientific Reasoning*” başlıklı yayın “*Educational Assessment*”da yayınlanmıştır. Açık mavi kümede yer alan ve en büyük düğüm ile işaret edilen Wu ve Tsai (2007) 118 atıf almıştır ve 4 bağlantıya sahiptir. Wu ve Tsai (2007)’nin söz konusu yayını “*International Journal of Science Education*”da yayınlanmıştır ve araştırmada sosyobilimsel konularda öğrencilerin akıl yürütme süreçlerinde kanıta dayalı karar vermeleri incelenmiştir. Aynı kümede Karpudewan and Roth (2018) 24 atıf ve Beniermann ve diğerleri (2021) 9 atıfı sahiptir. Kahverengi kümede yer alan Dawson ve Venville (2010) 107 atıf almıştır ve bağlantılı olarak aynı kümede yer alan Fang ve diğerleri (2019) yayını ise 30 atıf almıştır. Dawson ve Venville (2010) çalışmalarında fen sınıflarında sosyobilimsel konular üzerinden kanıta dayalı karar verme kalitesini arttırmada argümantasyon becerilerini kullanmışlardır. Kırmızı kümede Oliver ve Hannafin (2000) 63 atıf, Belland (2010) 52 atıf ve Belland ve diğerleri (2011) 51 atıf almıştır. Oliver ve Hannafin (2000) *Journal of Educational Research*’de yayınlanmıştır. Belland (2010) çalışması “*ETR&D-Educational Technology Research and Development*” ve Belland ve diğerleri (2011) tarafından yürütülen araştırma ise “*Instructional Science*” isimli dergide yayınlanmıştır. Her üç araştırma da öğrencilerin problem çözme süreçlerinde yeni fikir üretirken kanıta dayalı argüman üretmeleri incelenmiştir. Ayrıca koyu mavi kümede Zembal-Saul ve diğerleri (2002) 70 atıfı, Mor kümede Hardy ve diğerleri (2010) 19 atıfı, sarı kümede Furtak ve diğerleri (2010) 30 atıfı en büyük düğümü oluşturmaktadır.

Şekil 8

Atıf Yapılan Referansların Ortak Atıf Analizi Ağ Görselleştirme Haritası



Şekil 8’de sunulan ortak atıf analizi, iki yayına birlikte atıfta bulunduğu durum olarak tanımlanabilir. Ortak atıf analizi için analiz birimi olarak atıf yapılan referanslar seçilmiştir. Ortak atıf analizi, yazarların yayınlarına yapılan ortak atıfların sıklığını ortaya koymaktadır. Bir ortak atıf analizi ağında, yüksek atıf alan yayınlar öne çıkmakta ve iki yayının başka bir yayının referans listesinde yer alıp almamasına bağlı olarak oluşmaktadır. Ağ görselleştirmesindeki her bir düğüm atıf yapılan bir referansı göstermektedir. Düğümlerin büyüklüğü ise atıf sayısına göre değişirken daha fazla sayıda atıf içeren düğüm daha büyüktür. Ağdaki düğümler arasındaki çizgilerin kalınlığı da ilişkinin gücünü göstermektedir. Bu çizgiler ne kadar kalınsa, söz konusu yayınlar birbirleriyle o kadar ilişkilidir. Birlikte yüksek atıf alan yayınlar arasında güçlü ilişkiler ya da benzerlikler olduğu varsayılmaktadır. Ortak atıflar göz önünde bulundurulduğunda toplamda 4 küme olduğu tespit edilmiştir (atıf yapılan bir referansın minimum atıf sayısı: 5). Buna göre, yeşil kümede yer alan ve en yüksek ortak atıfa sahip olan Driver ve diğerleri (2000) “Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms” başlıklı yayın bibliyometrik analiz dokümanlarının referanslarında 67 bağlantı ile 24 kez ortak atıf almıştır (toplam bağlantı gücü: 200). Kırmızı kümede yer alan NRC (2012), bibliyometrik analiz dokümanlarının referanslarında 60 bağlantı ile 20 kez ortak atıf almıştır (toplam bağlantı gücü: 125). Mavi kümede öne çıkan bir diğer referans olan Freeman ve diğerleri (2014), bibliyometrik analiz belgelerinin referanslarında 42 bağlantı ile 19 kez ortak atıf almıştır (toplam bağlantı gücü: 109). Son olarak sarı kümede Cohen (1988). bibliyometrik analiz belgelerinin referanslarında 11 kez ortak atıf yapılmış ve 32 bağlantı verilmiştir (toplam bağlantı gücü: 47).

Tartışma

Bu çalışma, fen eğitiminde (fizik, kimya, biyoloji ve fen bilimleri) gerçekleşmiş kanıta dayalı araştırmaların yıl, ülke ve kaynak bağlamında genel betimleyici analizlerin yanı sıra atıf, eş-kelime/eş-oluşum ve eş-atıf analizlerine genel bir bakış sağlamayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda FEKDÖ ile ilgili çalışmaların, 2000’li yıllarda alanyazında yerini bulduğu ve konuya olan ilginin artarak devam ettiği belirlenmiştir. Konuyla ilgili en çok yayının ABD’de yapıldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra konuyla ilgili en çok “International Journal of Science Education”da yayın yapıldığı bulgusuna ulaşılmıştır. “CBE-Life Sciences Education”, “Journal of Research in

Science Teaching”, “Research in Science Education” ve “Science Education” ise onu takip eden diğer kaynaklardır. Fen Eğitimi alanındaki önemli indeksli dergilerde FEKDÖ ile ilgili yayınların bulunması yine konunun fen eğitimi açısından öneminin bir göstergesi sayılabilir. Nitekim fen eğitimi alanı kendi özel yöntemleri açısından da kanıta dayalı uygulamaları merkezinde barındıran bir yapıya sahiptir (Hattie, 2009; Mayer, 2004; Towne ve Shavelson, 2002).

FEKDÖ çalışmalarında eş-kelime/eş-oluşum ağ haritası incelendiğinde, en sık kullanılan anahtar kelimelerin fen eğitimi, argümantasyon ve mesleki gelişim olduğu görülmüştür. Fen eğitiminin doğası gereği kanıta dayalı çalışmaların önemli olması böyle bir sonucun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Eş-oluşum Yazar Anahtar kelime ağ görselleştirme haritasında mesleki gelişim, fen öğretmeni adayları, hizmet öncesi öğretmen eğitimi, öğretmen eğitimi, öğretim uygulamaları, bilimsel öğretim, fen bilimleri öğretimi, pedagoji, öğretmen inançları, informal fen bilimleri eğitimi, fen bilimleri öğretmen eğitimi, pedagojik alan bilgisi anahtar kelimelerinin yer bulmasının bu konunun özellikle öğretmen eğitiminde önemli bir yer kapladığının göstergesi sayılabilir. Öğretmenlerin etkili öğretim yöntemlerini analiz ederek öğrencilerin günümüz dünyasında başarılı olmalarını sağlayacak öğrenme çıktılarının üretilmesine yardımcı olabilmeleri için kanıta dayalı öğretimi benimsemeleri hayati önem taşımaktadır (Dunn ve diğerleri, 2013; Knogler ve diğerleri, 2022). Bu hayati öneme rağmen yapılan araştırmalar öğretmenlerin araştırma kanıtlarının kullanımı konusunda hevesli olsalar da birçok öğretmen de şüpheliydi ve kararsız yaklaşımlar sergilemektedirler (Baildon ve Ong, 2022; Ion ve Sirvent, 2022). Bu durum öğretmenlerin araştırma kanıtlarına katılımına ilişkin anlayışlarını derinleştirebilmeleri için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğuna dikkat çekmektedir (Brown ve diğerleri, 2016; Cain ve diğerleri, 2019; Jagger ve Yore, 2017).

Eş-oluşum yazar anahtar kelime ağ görselleştirme haritasında dikkat çeken diğer anahtar kavramlar ise argümantasyon başta olmak üzere iş birliği, iş birliğine dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, anlamlandırma, ilişkilendirme, eleştirel düşünme, sorgulama, aktif öğrenme, kapsayıcılık, tasarım temelli araştırma ve bilim iletişimi kavramlarıdır. Örneğin, Eddy ve diğerleri, (2017) çalışmalarında aktif öğrenme uygulamalarına, Jagger ve Yore, (2017) herkes için fen okuryazarlığının fen eğitimi reformlarının temel hedefi oluşuna, Dawson ve Venville (2010) fen sınıfında argümantasyon becerilerinin kullanımına, Belland ve diğerleri (2011) ise probleme dayalı öğrenmeyi kanıta dayalı öğretimi desteklemek için çalışmasında incelemiştir. Kanıta dayalı öğretimde kullanılacak model, yöntem ve stratejileri tanımlayan bu anahtar kavramların yine kanıta dayalı öğretim alanında çalışacak araştırmacılara yol göstereceği düşünülmektedir. Burada özellikle ön plana çıkan argümantasyon kavramının öğrenme süreci içerisinde öğrencilerin soru sorarak kanıtlarla desteklenmiş iddialar inşa etmelerini desteklediği bilindiğinden (Ford, 2008), kanıta dayalı öğrenme araştırmasının anahtar kelimeleri içerisinde argümantasyon ifadesinin yer alması beklenen bir sonuç olmuştur. Ayrıca argümantasyon temelli öğrenmenin temelinde iddialarda bulunma, bu iddiaları destekleme, araştırma ve sorgulama olduğundan, kanıta dayalı öğretim gibi öğretim ortamına entegre edilerek ana hedefin bilginin yapılandırılması olduğu ifade edilebilir (Karaer ve diğerleri, 2024).

Ayrıca fen bilimleri öğretmen eğitimi, lisans araştırmaları, erken çocukluk, COVID-19, bilimsel okuryazarlık, bilimin doğası ve eğitimsel teknoloji gibi kavramlarında yakın tarihli araştırmalarda sık karşılaşılan anahtar kelimeler arasındadırlar. Bu veriler FEKDÖ çalışmalarındaki eğilimleri göstermektedir. Bu anahtar kelimelerin bu konu alanında yayın yapacak yeni araştırmacılar için de çalışmalarının teorik çerçevesini oluştururken yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Atıf ağı analizinde yer alan ve en sık atıf alan doküman Wu ve Tsai (2007) çalışması olmuştur. Bunu Dawson ve Venville (2010), Zembal-Saul ve diğerleri (2002), Oliver ve Hannafin (2000), Brown ve diğerleri (2010) takip etmiştir. Söz konusu çalışmaların özellikle temel kaynaklar olduğu ve alanın şekillenmesinde önemli rol oynadığı söylenebilir. Bu nedenle, bu alanda çalışacak araştırmacıların okuması gereken ilk makalelerin bunlar olduğunu söylemekte fayda var. Ayrıca, FEKDÖ'de başarıyı artırmaya en çok katkı sağlayan bileşenlerini daha iyi anlamak için bu yazarların yayınlarını gözden geçirmek faydalı olacaktır. Wu ve Tsai (2007) öğrencilerin sosyobilimsel konulardaki informal akıl yürütmeleri incelenmiş ve öğrencilerin akıl yürütmeyi çoklu perspektiflerden işleme eğiliminde oldukları ve çoğunun kanıta dayalı kararlar almaya yatkın oldukları ortaya konulmaktadır. Çalışmanın sonucunda ayrıca, öğrencilerin okuldaki fen eğitiminden edindikleri bilimsel bilginin, sosyobilimsel konularda daha iyi informal muhakeme ve karar verme için önemli bir temel olarak görülebileceğine dair kanıtlar ortaya koymaktadır. Dawson ve Venville (2010) ise tüm sınıf tartışmasını kolaylaştırmada öğretmenin rolünün, yazma çerçevelerinin kullanımının, sosyobilimsel konunun bağlamının ve öğrencilerin rolünün öğrencilerin fen eğitiminde kanıta dayalı karar verme kalitesini arttıran argümantasyon stratejisini desteklediği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Zembal-Saul ve diğerleri (2002) ve Oliver ve Hannafin (2000) katılımcıların kanıta dayalı argümanlar oluşturma süreçlerini incelemiştir. Brown ve diğerleri (2010) öğrencilerin yazılı ve sınıf içi tartışmalarda kanıtlardan hareketle akıl yürütme becerilerini değerlendirmeye yönelik analitik bir araç oluşturan Kanıta Dayalı Akıl Yürütme Çerçevesi'ni sunmaktadır. Makale, öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerini değerlendirmek için geliştirilen önceki çerçeveleri gözden geçirmekte ve Kanıta Dayalı Akıl Yürütme Çerçevesi'nin unsurlarını tanımlamaktadır. Referansların bir yayında birlikte yer alma sıklığının artması, benzer konu ve alanlarda çalıştıkları anlamına gelmektedir. Çalışmaların birlikte atıf alması, birbirleriyle ilişkili oldukları şeklinde yorumlanabilir. Nitekim anahtar kelime analizinde ortaya çıkan "argümantasyon" ve "sosyobilimsel konular" kavramları da atıf ağ analizi sonuçlarını destekler niteliktedir.

Sonuç

Bu araştırma FEKDÖ ile ilgili yayınlara genel bir bakış açısı sağlamış ve burada elde edilen sonuçlar kanıta dayalı öğretimin fen eğitimi alanında 2000'li yıllardan itibaren önemli bir yere sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçlarının FEKDÖ çalışmalarına katkı sağlayacağına ve ilgili çalışmaların sayısını artırabileceğine inanılmaktadır. Çünkü eğitim uygulamalarında belirli alanlar için kanıt sağlayacak araştırmalara ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir (Diery ve diğerleri, 2020). Diğer bir deyişle, kanıta dayalı uygulamaların ve özellikle araştırma kanıtlarının, öğretmenlerin eylemleri için sağlam bir bilgi tabanı olarak kabul edildiği bilinmektedir (Davies, 1999). Bu bağlamda bu çalışmanın kanıta dayalı uygulamalar çerçevesinde araştırmacılara ilk olarak nereden başlamaları gerektiği konusunda yol gösterici nitelik taşıdığı ifade edilebilir.

Bunun yanında son yıllarda eğitimde "neyin işe yaradığına" dair güvenilir ve erişilebilir bilgi edinmek giderek daha zorunlu hale gelmiştir. Farklı disiplinlere ait farklı metodolojilerin kullanıldığı eğitim araştırması çıktıları ve potansiyel kanıtları bir kaynak olarak bir araya getirmek de zorlu ve önemli bir konu haline gelmiştir (Knogler ve diğerleri, 2022). Bu noktada bibliyometrik çalışmalar son yıllarda bir alanın ilerlemesi için sağlam bir temel oluşturmaktadır. Bu bakış açısıyla bu çalışma gibi bibliyometrik araştırmalar sayesinde bir alandaki boşluklar ortaya çıkarılmakta ve araştırmacılar yönlendirilebilmektedir. Yani, bu araştırma yöntemi ile araştırmacıların yeni fikirler üretmesi ve bu fikirleri hayata geçirmek için konumlarını belirlemeleri desteklenmektedir (Song ve diğerleri, 2019). Sonuç olarak, kanıta dayalı uygulamaların eğitime yansımalarının önemi ve

gerekliliği anlaşıldıkça eğitim sistemlerinde köklü gelişmeler yaşandığı dikkat çekmiştir. Mevcut araştırmaların en önemli sorununun, çalışmaların sistematik olarak kanıt gücünü ortaya koyacak şekilde organize edilememesi ve değerlendirilmemesi olduğu belirtilmektedir. Ancak kanıta dayalı eğitimin bu eksikliği tamamladığı savunulmaktadır. Dolayısıyla kanıta dayalı uygulamaların gelecek yıllarda öğretmenlerin mesleki öğrenme ve gelişimindeki kritik rolü nedeniyle öğretmen eğitimi alanında ve böylece öğretimin niteliğini artırma bakımından giderek daha önemli hale gelmesi ön görülmektedir (Georgiou ve diğerleri, 2020). Bu bakımdan bu araştırma sonucunda fen eğitiminde kanıta dayalı öğretim uygulamalardan elde edilen verilerin sistematik ve bütüncül şekilde alan yazında sunulmasının politika yapıcıların öğretmen eğitimi, yeni öğretim programlarının geliştirilmesi ve öğretim ortamlarının niteliğinin artırılmasındaki karar süreçleri için güvenilir bir bilgi kaynağı oluşturması umulmaktadır.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu çalışma FEKDÖ ile ilgili çalışmalarla sınırlandırılmıştır. Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen sonuçlar sadece FEKDÖ çalışmaları ile ilgilidir. Mevcut çalışmada WoS veri tabanında bulunan kaynaklar dikkate alınmıştır. Google Scholar, ERIC ve SCOPUS gibi veri tabanlarında bulunanlar analizlerin dışında tutulmuştur. Bu durumda çalışmanın bir sınırlılığı olarak ele alınabilir. Dolayısıyla, ilerleyen çalışmalarda daha fazla sayıda yayın içeren farklı veri tabanlarından (SCOPUS, Google Scholar vb.) yararlanılarak farklı sonuçlar ortaya konulabileceği ve araştırmanın sonuçlarının farklı bakış açıları ile desteklenebileceği düşünülmektedir. Ayrıca 1 Mart 2024'e kadar yayınlanan çalışmaların analize dahil edilmesi de bir sınırlılık olarak ele alınabilir. Bunların yanı sıra araştırma sonucunda elde edilen bulgulardan yola çıkılarak, son yıllarda FEKDÖ çalışmalarının sayısının artmış olduğu görülse de bu çalışmada ilk defa görsel haritalardan yararlanılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın fen eğitimi alanında kanıta dayalı uygulama çalışmalarına farklı bir soluk getireceğine inanılmaktadır. Buradan çıkarım yapıldığında, ilerleyen çalışmalarda gelişmekte olan ülkelerde FEKDÖ'nün durumuna ve nasıl geliştirilebileceğine odaklanılması önerilebilir. Bu noktada FEKDÖ konusunda üretken olan ülkelerin veya kurumların yardımıyla iş birliği içerisinde modeller geliştirilebilir ve uygulama sonuçları değerlendirilebilir. Böylece araştırmacıların iş birliği yapması ve uluslararası nitelikte FEKDÖ çalışmaları üretmeye teşvik edilerek yeni çalışmaların ortaya çıkması desteklenmiş olacaktır (Diery ve diğerleri, 2020).

Etik Kurul Onayı: Tüm analizler daha önce yayınlanmış çalışmalara dayanmaktadır, bu nedenle etik onay gerekmemektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazarlar çalışmanın tüm bölümlerini birlikte hazırlamışlardır. Eşit düzeyde katkı sağlamışlardır.

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

References

- Akay, C., & Kanadli, S. (2021). The effect of react strategy on achievement in science education: A mixed research synthesis. *Journal of Baltic Science Education*, 20(6), 868-880. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.868>
- Baildon, M. C., & Ong, M. W. (2022). Singapore teachers' perceptions of research in practice: Contexts, constraints, and possibilities. *Teaching and Teacher Education*, 119, 103850. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103850>
- Barnett, J. H., Frankel, A. J., & Fisher, K. W. (2018). Systematic review of evidence-based interventions in science for students with autism spectrum disorders. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 53(2), 128-145.
- Belland, B. R. (2010). Portraits of middle school students constructing evidence-based arguments during problem-based learning: The impact of computer-based scaffolds. *Educational Technology Research and Development*, 58(3), 285-309. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9139-4>
- Belland, B., Glazewski, K., & Richardson, J. (2011). Problem-based learning and argumentation: Testing a scaffolding framework to support middle school students' creation of evidence-based arguments. *Instructional Science*, 39, 667-694. <https://doi.org/10.1007/s11251-010-9148-z>
- Beniermann, A., Mecklenburg, L., & Upmeier zu Belzen, A. (2021). Reasoning on controversial science issues in science education and science communication. *Education Sciences*, 11(9), 522. <https://doi.org/10.3390/educsci11090522>
- Block, J. H., & Fisch, C. (2020). Eight tips and questions for your bibliographic study in business and management research. *Management Review Quarterly*, 70, 307-312. <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00188-4>
- Bouni, A., Nchia, L. N., Sigha, P. M., Mfeyet, B. A., Aimée, A. N., Ateba, J. A., ... & Soudani, M. (2024). The foundations of the nature of science as a tool for teaching and learning scientific concepts. *International Journal of Science and Research Archive*, 13(1), 113-120. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.13.1.1589>
- Brown, N. J., Furtak, E. M., Timms, M., Nagashima, S. O., & Wilson, M. (2010). The evidence-based reasoning framework: Assessing scientific reasoning. *Educational Assessment*, 15(3-4), 123-141. <https://doi.org/10.1080/10627197.2010.530551>
- Brown, C., Daly, A., & Liou, Y.-H. (2016). Improving trust, improving schools: Findings from a social network analysis of 43 primary schools in England. *Journal of Professional Capital and Community*, 1(1), 69-91. <https://doi.org/10.1108/JPC-09-2015-0004>
- Budimir, G., Rahimeh, S., Tamimi, S., & Južnič, P. (2021). Comparison of self-citation patterns in WoS and Scopus databases based on national scientific production in Slovenia (1996–2020). *Scientometrics*, 126(3), 2249-2267. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03862-w>
- Cain, T., Brindley, S., Brown, C., Jones, G., & Riga, F. (2019). Bounded decision-making, teachers' reflection and organisational learning: How research can inform teachers and teaching. *British Educational Research Journal*, 45(5), 1072-1087. <https://doi.org/10.1002/berj.3551>
- Cohen, J. (1988). Set correlation and contingency tables. *Applied psychological measurement*, 12(4), 425-434. <https://doi.org/10.1177/01466216880120041>
- Csanadi, A., Kollar, I., & Fischer, F. (2021). Pre-service teachers' evidence-based reasoning during pedagogical problem-solving: better together? *European Journal of Psychology of Education*, 36, 147-168. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00467-4>
- Davies, P. (1999). What is evidence-based education? *British Journal of Educational Studies*, 47(2), 108-121. <https://doi.org/10.1111/1467-8527.00106>

- Dawson, V., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148. <https://doi.org/10.1007/s11165-008-9104-y>
- Deehan, J., & MacDonald, A. (2024). Australian teachers' views on how primary science education can be improved. *The Australian Educational Researcher*, 51(4), 1255-1272. <https://doi.org/10.1007/s13384-023-00638-4>
- DeHaan, R. L. (2017). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE—Life Sciences Education*, 8(3), 155-264. <https://doi.org/10.1187/cbe.08-12-0081>
- Diery, A., Vogel, F., Knogler, M., & Seidel, T. (2020). Evidence-based practice in higher education: Teacher educators' attitudes, challenges, and uses. *Frontiers in Education*, 5(62). <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00062>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Downey, R. M., Downey, K. B., Jacobs, J., Korthas, H., Melchor, G. S., Speidell, A., . . . Myers, A. K. (2022). Learning design in science education: perspectives from designing a graduate-level course in evidence-based teaching of science. *Advances in Physiology Education*, 46, 651-657. <https://doi.org/10.1152/advan.00069.2022>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 287-312.
- Dunn, D. S., Saville, B. K., Baker, S. C., & Marek, P. (2013). Evidence-based teaching: Tools and techniques that promote learning in the psychology classroom. *Australian Journal of Psychology*, 65(1), 5-13. <https://doi.org/10.1111/ajpy.12004>
- Eddy, S. L., Converse, M., & Wenderoth, M. P. (2017). PORTAAL: A classroom observation tool assessing evidence-based teaching practices for active learning in large science, technology, engineering, and mathematics classes. *CBE—Life Sciences Education*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-06-0095>
- European Commission. (2012). *Supporting the Teaching Professions for Better Learning Outcomes*. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SWD:2012:0374:FIN:EN:PDF>
- Fang, S.-C., Hsu, Y.-S., & Lin, S.-S. (2019). Conceptualizing socioscientific decision making from a review of research in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(3), 427-448. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9890-2>
- Ferguson, L. E. (2021). Evidence-informed teaching and practice-informed research. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 35(2-3), 199-208. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000310>
- Ford, M. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education*, 92(3), 404-423. <https://doi.org/10.1002/sc.20263>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.131903011>
- Furtak, E. M., Hardy, I., Beinbrech, C., Shavelson, R. J., & Shemwell, J. T. (2010). A framework for analyzing evidence-based reasoning in science classroom discourse. *Educational Assessment*, 15(3-4), 175-196. <https://doi.org/10.1080/10627197.2010.530553>
- Gabbin, C. P. (2020). *Teachers' experiences implementing evidence-based interventions with fidelity for preschool-students with disabilities* [Unpublished doctoral dissertation]. Walden University.

- Georgiou, D., Mok, S. Y., Fischer, F., Vermunt, J. D., & Seidel, T. (2020). Evidence-based practice in teacher education: The mediating role of self-efficacy beliefs and practical knowledge. *Frontiers in Education, 5*, 559192. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.559192>
- Good, M., Maries, A., & Singh, C. (2019). Impact of traditional or evidence-based active-engagement instruction on introductory female and male students' attitudes and approaches to physics problem solving. *Physical Review Physics Education Research, 15*, 020129. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020129>
- Graham, S., Capizzi, A., Harris, K. R., Hebert, M., & Morphy, P. (2014). Teaching writing to middle school students: A national survey. *Reading and Writing, 27*, 1015-1042. <https://doi.org/10.1007/s11145-013-9495-7>
- Hardy, I., Kloetzer, B., Moeller, K., & Sodian, B. (2010). The analysis of classroom discourse: Elementary school science curricula advancing reasoning with evidence. *Educational Assessment, 15*(3-4), 197-221. <https://doi.org/10.1080/10627197.2010.530556>
- Hargreaves, D. H. (1996). Teaching as a research-based profession: Possibilities and prospects. *Teacher Training Agency Annual Lecture*. <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Portals/0/PDF%20reviews%20and%20summaries/TTA%20Hargreaves%20lecture.pdf>
- Hattie, J. A. (2009). *Visible learning: a synthesis of meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hofer, S. I., Schumacher, R., Rubin, H., & Stern, E. (2018). Enhancing physics learning with cognitively activating instruction: A quasi-experimental classroom intervention study. *Journal of Educational Psychology, 110*(8), 1175-1191. <https://doi.org/10.1037/edu0000266>
- Howard, B., Diug, B., & Ilic, D. (2022). Methods of teaching evidence-based practice: a systematic review. *BMC Medical Education, 22*(1), 742. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03812-x>
- Hsiao, Y. J., & Petersen, S. (2019). Evidence-based practices provided in teacher education and in-service training programs for special education teachers of students with autism spectrum disorders. *Teacher Education and Special Education, 42*(3), 193-208. <https://doi.org/10.1177/0888406418758464>
- Ion, G., & Sirvent, E. L. (2022). Teachers' perception of the characteristics of an evidence-informed school: initiative, supportive culture, and shared reflection. *School Effectiveness and School Improvement, 33*(4), 610-628. <https://doi.org/10.1080/09243453.2022.2093921>
- Jagger, S. L., & Yore, L. D. (2017). Mind the gap: Looking for evidence-based practice of science literacy for all. *Science Teaching Journals, 23*(6), 559-577. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9271-6>
- Karaer, G., Hwang, J., Chanlen, N., & Hand, B. (2024). Longitudinal study examining immersing students with IEPs in argument-based inquiry to improve the learning of science. *International Journal of Science Education, 1-20*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2348823>
- Karim, N. I., Maries, A., & Singh, C. (2018). Do evidence-based active engagement courses reduce the gender gap in introductory physics?. *European Journal of Physics, 39*, 025701. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa9689>
- Karpudewan, M., & Roth, W.-M. (2018). Changes in primary students' informal reasoning during an environment-related curriculum on socio-scientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(3), 401-419. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9787-x>
- Knogler, M., Hetmanek, A., & Seidel, T. (2022). Determining an evidence base for particular fields of educational practice: a systematic review of meta-analyses on effective mathematics and science teaching. *Frontiers in Psychology, 13*, 873995. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.873995>

- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(11), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Li, J., Goerlandt, F., & Reniers, G. (2021). An overview of scientometric mapping for the safety science community: Methods, tools, and framework. *Safety Science*, 134, 105093. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105093>
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502_1
- NRC. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- Oliver, K., & Hannafin, M. J. (2000). Student management of web-based hypermedia resources during open-ended problem solving. *The Journal of Educational Research*, 94(2), 75-92. <https://doi.org/10.1080/00220670009598746>
- Pei, B., Xing, W., Zhu, G., Antonyan, K., & Xie, C. (2023). Integrating infrared technologies in science learning: An evidence-based reasoning perspective. *Education and Information Technologies*, 28, 8423-8443. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11538-y>
- Schwartz, B. M., & Gurung, R. A. (2012). *Evidence-based teaching for higher education*. American Psychological Association.
- Slavin, R. E. (2002). Evidence-based education policies: Transforming educational practice and research. *Educational Researcher*, 31(7), 15-21. <https://doi.org/10.3102/0013189X03100701>
- Song, Y., Chen, X., Hao, T., Liu, Z., & Lan, Z. (2019). Exploring two decades of research on classroom dialogue by using bibliometric analysis. *Computers & Education*, 137, 12-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.002>
- Sönmez, Ö. F. (2020). Bibliometric analysis of educational research articles published in the field of social study education based on web of science database. *Participatory Educational Research*, 7(2), 216-229. <http://dx.doi.org/10.17275/per.20.30.7.2>
- Sulu, M. D., Martella, R. C., Aydin, O., Bolshokova, V., & Erden, E. (2023). A meta-analysis of science education studies for students with intellectual and developmental disabilities (IDD). *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 35(6), 917-950. <https://doi.org/10.1007/s10882-023-09890-z>
- Şimşir, İ. (2021). Bibliyometri ve bibliyometrik analize ilişkin kavramsal çerçeve [Conceptual framework for bibliometrics and bibliometric analysis]. In O. Öztürk & G. Gürler (Eds.), *Bir literatür incelemesi aracı olarak bibliyometrik analiz [Bibliometric analysis as a literature review tool]* (p.7-31). Nobel Bilimsel Eserler.
- Towne, L., & Shavelson, R. J. (2002). *Scientific research in education*. National Academies Press.
- Towne, L., Wise, L. L., & Winters, T. M. (2005). *Advancing Scientific Research in Education*. National Academies Press.
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Voisin, A., & Dumay, X. (2020). How do educational systems regulate the teaching profession and teachers' work? A typological approach to institutional foundations and models of regulation. *Teaching and Teacher Education*, 96, 103144. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103144>

- Wu, Y.-T., & Tsai, C.-C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187. <https://doi.org/10.1080/09500690601083375>
- Zemal-Saul, C., Munford, D., Crawford, B., Friedrichsen, P., & Land, S. (2002). Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. *Research in Science Education*, 32(4), 437-463. <https://doi.org/10.1023/A:1022411822951>