



(ISSN: 2587-0238)

Süzük, E. (2023). Physics Education Research over the Last Two Decades: A Bibliometric Analysis, *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 8(23), 1576-1613.

DOI: <http://dx.doi.org/10.35826/ijetsar.620>

Article Type (Makale Türü): Research Article

---

## PHYSICS EDUCATION RESEARCH OVER THE LAST TWO DECADES: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

**Erol SÜZÜK**

Assist. Prof., Marmara University, Istanbul, Turkey, [erol.suzuk@gmail.com](mailto:erol.suzuk@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-5520-5597

Received: 18.02.2023

Accepted: 13.08.2023

Published: 01.09.2023

### ABSTRACT

Physics is a crucial subject for secondary school students' scientific literacy and future participation in STEM-related disciplines. It is essential for teaching physics and providing students with fundamental knowledge and skills. Physics education research (PER) aims to understand how students learn physics and improve physics instruction. PER is a multidisciplinary field that integrates perspectives from physics, education, philosophy, history of science, and cognitive psychology. PER in Turkey focuses on multiple facets of physics education, with recent studies examining how students learn advanced physics concepts. Bibliometric analysis is a research methodology that utilizes quantitative and mathematical data to scrutinize patterns within a specific scientific domain. It helps identify research gaps and emphasize areas for future research. Bibliometric analysis has been used to analyze publications in the field, identify research gaps, and emphasize areas for future research. This study aimed to understand the subjects of articles published in the Web of Science database over the past two decades by analyzing bibliometric data. This study analyzes physics education research globally and in Turkey, revealing that journal articles are the most prevalent document in the field. The study identifies 2020 as the year with the highest number of physics education publications worldwide, with Turkey making significant contributions in 2012 and 2014. However, there are differences between global and Turkish studies, with fewer references to Vygotskian perspective, physics identity, and NOS. In addition, it has been determined that important issues such as equality and gender inequality do not receive much attention in Turkish studies. Turkey's research community is second only to American researchers in terms of productivity, indicating an effective community of physics education researchers. The absence of equity focus in Turkish physics education studies could be due to structural problems like inadequate laboratory facilities and crowded classrooms. Researchers should focus on equity issues and address systemic problems to ensure equitable physics education for all students. International collaboration among researchers from diverse countries is recommended to enhance perspectives and stimulate innovative approaches in the field.

**Keywords:** Physics education, bibliometric analysis, VOSviewer.

## INTRODUCTION

Physics is the study of the universe's fundamental laws, including the behavior of matter and energy. It contributes to our understanding of the natural world, the development of new technologies, and the resolution of complex problems (Menter, 1971; Caldarelli, Wolf, and Moreno, 2018). Physics is a crucial subject for secondary school students' scientific literacy and future participation in STEM-related disciplines, according to Knauss (1958). Furthermore, this course is a prerequisite for postsecondary science studies and provides students with fundamental knowledge and skills. Cooperation between university physicists, secondary school teachers, and others is necessary for the design and implementation of effective physics courses for students (Broks, 2003). When teaching physics, it is essential to emphasize the relationship between theory and application in order to stimulate students' interest and improve instructional outcomes (Fraser et al., 2014; McDermott, 2004). Physics education research (PER) provides valuable insights into how students acquire physics, and the findings serve as a rich resource for teachers to improve their instruction.

The purpose of PER is to comprehend how students learn physics and to improve physics instruction (McDermott, 2004). Unlike traditional education research, PER focuses on student comprehension of physics rather than general educational theory or methodology (McDermott, 2004). PER provides valuable insights into how students learn physics, and when teachers implement this information and document the results, it results in cumulative instruction improvement. PER also contributes to establishing high standards, assisting students in meeting expectations, and evaluating the extent of actual learning in physics instruction (Aals, 2000). Through research and evidence-based practices, PER seeks to enhance physics teaching and learning (Wenning & Vieyra, 2020; Guisasola, 2014). Understanding how students learn physics and devising effective teaching strategies are the focal points of PER (Singh, 2014). PER is a subfield of physics concerned with the research and enhancement of physics education and learning (Barthelemy, Van Dusen, & Henderson, 2015). PER is a multidisciplinary field that integrates perspectives from physics, education, philosophy, history of science, and cognitive psychology in order to comprehend and improve the learning of physics (Caldarelli, Wolf, & Moreno, 2018; McDermott, 2004; Aalst, 2000).

After the launch of Sputnik in 1957, physics education research began in the United States (Donahue, 1993). This event prompted significant reforms to the high school physics curriculum. Since 1968, PER has focused on enhancing students' ability to apply concepts in introductory physics courses (Gurel & Korhasan, 2018). PER in Turkey concentrates on multiple facets of physics education (Uzunboylu & Asiksoy, 2014). There have been analyses of physics education's research trends, curriculum, learning approaches, and methods. Recent studies examine how students learn advanced physics concepts such as thermodynamics, optics, relativity, and quantum physics. There is a lack of interaction between the physics and physics education departments in physics education research in Turkey (Gurel & Korhasan, 2018).

Research on physics education is essential because it seeks to comprehend how students learn physics and improve physics instruction. By implementing the findings of PER, teachers are able to improve their instruction

and document the results for use by others, thereby contributing to the enhancement of teaching practices (McDermott, 2004). In addition, PER can improve the preparation of K-12 educators to teach physics and physical science. McDermott (2001) discovered that research-based instructional materials have a positive impact on K-12 student learning by improving teachers' understanding of fundamental physics. McDermott, Heron, Shaffer, and Stetzer (2006) state that conducting systematic research on the learning and teaching of physics is essential for establishing high standards, assisting students in meeting expectations, and measuring the extent of actual learning.

Bibliometric analysis is a research methodology that utilizes quantitative and mathematical data to scrutinize patterns within a specific scientific domain. Moreover, it can offer a comprehensive outline of the most influential authors and institutions within the field. Pertinent articles are recovered for analysis through the utilization of databases such as Web of Science (WoS) (Bitzenbauer, 2021; Dewi, Widodo, Rochintaniawati, and Prima, 2021). In the context of Web of Science (WoS), bibliometric analysis involves the accumulation of data from the WoS Core Collection database and the implementation of particular keywords for conducting a literature review. Using software like VosViewer, the analysis can be represented graphically. A common type of bibliometric analysis, co-authorship analysis concentrates on author productivity and collaboration. Authors or countries may serve as the unit of analysis (Dogan, 2023). WoS is a platform that provides access to a vast selection of scientific publications and enables researchers to analyze the bibliometric properties of various subject areas. It contains information on the number of publications, citation counts, and other bibliographic data (Merigó-Lindah, 2012; Arik, 2015; Mart-Vargas, Garca-Taengua, Hale, ElBatanouny, & Ziehl, 2015; Leyva Duarte, Chávez Martnez, Pinedo de Anda, & Niebla Zamora, 2019).

In the context of PER, bibliometric analysis has been utilized to analyze the publications in the field, identify research gaps, and emphasize areas for future research (Masitoh et al., 2021; Meltzer, 2004; Cepni, Ormanci, and Kacar, 2017). Bibliometric analysis has facilitated the comprehension of the primary areas of interest in physics education research. The aforementioned areas of study encompass the pedagogy and acquisition of quantum physics, the resolution of issues in physics education, and the shifts in research on physics education throughout history. Esteemed scholars, including Bitzenbauer (2021) and Jamali et al. (2017), have utilized this methodology to visually represent the scholarly literature on the resolution of issues in physics education, effectively pinpointing research themes and prospects for forthcoming exploration. Jho (2018) has reported that the analysis includes data on prolific authors, institutions, and nations, as well as the most researched keywords and topics. Through a thorough examination of the various content sections present in published works, including but not limited to objectives, research methods, variables, and results, bibliometric analysis can accurately identify the specific focus areas of said publications and then recommend future research directions (McDermott, 2004). It permits a systematic and quantitative analysis of research in physics education, facilitating the identification of trends and informing future studies in the field (Masitoh et al., 2012).

VOSviewer is one of the applications used to create and view bibliometric maps. It focuses on the graphical representation of bibliometric maps, which makes it useful for displaying large maps in an understandable manner. VOSviewer is capable of handling co-occurrence analyses based on keywords, co-authorship, publication density, and publication year. It can also generate co-citation maps to illustrate the connections between scientific journals. Researchers can analyze co-occurrence of keywords, author collaborations, publication density, and other bibliometric indicators utilizing VOSviewer. This enables a comprehensive comprehension of the research landscape in physics education and can direct future research (Van Eck & Waltman, 2010; Putri et al., 2020).

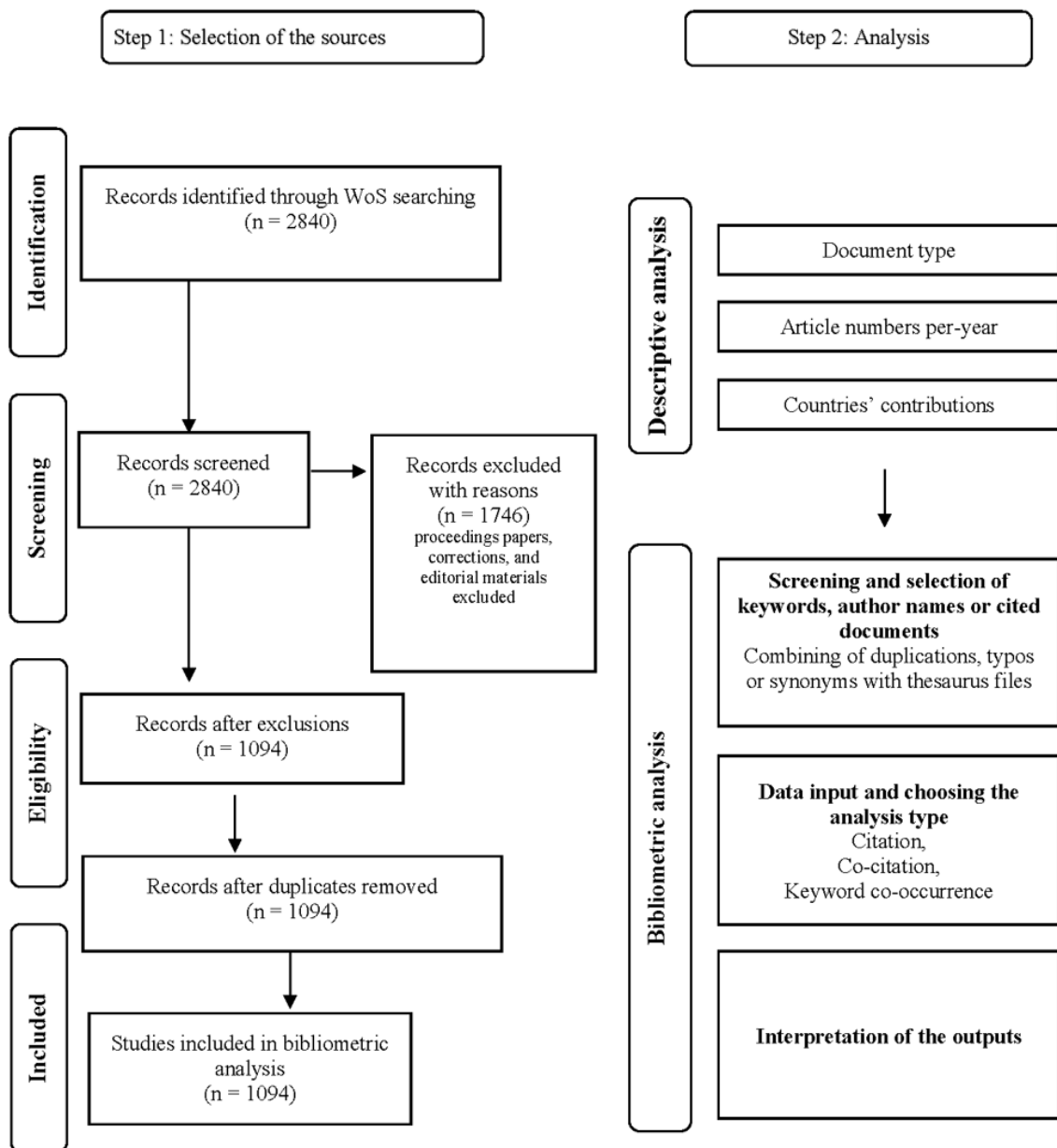
This study sought to comprehend the subjects of the articles published in the Web of Science database over the past two decades by analyzing bibliometric data. Thus, the following research questions will be answered:

1. What are the descriptive characteristics of the studies published in the journals indexed in the Web of Science database over the past 20 years, globally and in Turkey?
2. What does the research landscape in physics education over the past 20 years in WoS look like, globally and in Turkey?

## **METHOD**

### **Model of the Study**

In this study, the research on physics education both internationally and in Turkey was examined using bibliometric techniques. Although it has gained in popularity recently, bibliometric analysis is not a completely novel strategy. Despite references to this method go back to the 1920s, Pritchard (1969) is the first author to use the term "bibliometric" in literature. A systematic review of scientific advancement (by author, publication, or particular subject) was made possible as a result of the approach's use in a number of scientific fields (Merigo & Yang, 2017). The goal is to discover the keywords, citations received by these works, citations made by these works, or the study areas of the common authors in order to ascertain the intellectual structure of the chosen scientific works (articles, books, conference papers). The purpose of this is to determine the subject of these investigations, which is the intellectual structure (Dogan, 2023; Hallinger & Kovačević, 2019; Laengle et al., 2018; Zupic & Cater, 2015).



**Figure 1.** The Analysis Pathway Used in This Study

**Sample of the Study and Data Collection**

The analysis pathway depicted in Figure 1 was used in this study. The Moher et al. (2009) study process was used to analyze studies on physics education both internationally and in Turkey, and it was supplemented by Dogan's (2023) bibliometric analysis process. As shown, the initial stage of the research involved gathering relevant research in the area of physics education from the WoS database. The studies that included the topic "Physics education" and were conducted between 2003 and 2023 were found using the search criteria listed below.

"physics education" (Topic) AND 2003/2023 (Publication Date) and Proceeding Paper or Editorial Material or Meeting Abstract (Exclude – Document Types) and 6.11 Education & Educational Research or 5.318 Physics Education or 4.322 Remote Research & Education or 10.268 History & Philosophy Of Science (Citation Topics Meso) and Letter or Book Chapters (Exclude – Document Type)

A total of 2,840 studies were found in the preliminary phase. 1094 research articles appeared after proceeding papers, corrections, and editorial materials (1746) were excluded and a screening procedure was used to establish the relevance of the remaining studies to physics education.

### Data analysis

First, descriptive analyses were performed in the second stage. Then, using the VOSviewer program developed by Van Eck and Waltman (2010), the bibliometric mapping of these articles was carried out. These mappings used co-citation and co-occurrence analysis to compare the intellectual structures of studies carried out both internationally and in Turkey. We come across the terms Link Strength (LS) and Total Link Strength (TLS) while perusing these maps. If we give a keyword-specific example, LS indicates the number keywords a concept has connected, whereas TLS denotes the number of times it is used in conjunction with all other concepts.

By combining them into a single concept, the wrong spellings or variations in the representation of the keywords to be utilized in the analyses (for instance, "electro-magnetism" and "electromagnetism") have been fixed. Following these mergers and mappings, the visuals were analyzed by two different researchers with expertise in the subject and bibliometric analysis. They then compared all the perspectives they identified and discussed about their findings until they came to a complete agreement.

### FINDINGS

The distribution of document types in the field of physics education, globally and in Turkey, is shown in the Table 1. Journal articles with an emphasis on physics education made up the majority of the 1,076 records in the worldwide context, or almost 98%, of the total 1,094 records. With 18 entries, or roughly 2% of the total, review articles made up a smaller percentage of the total.

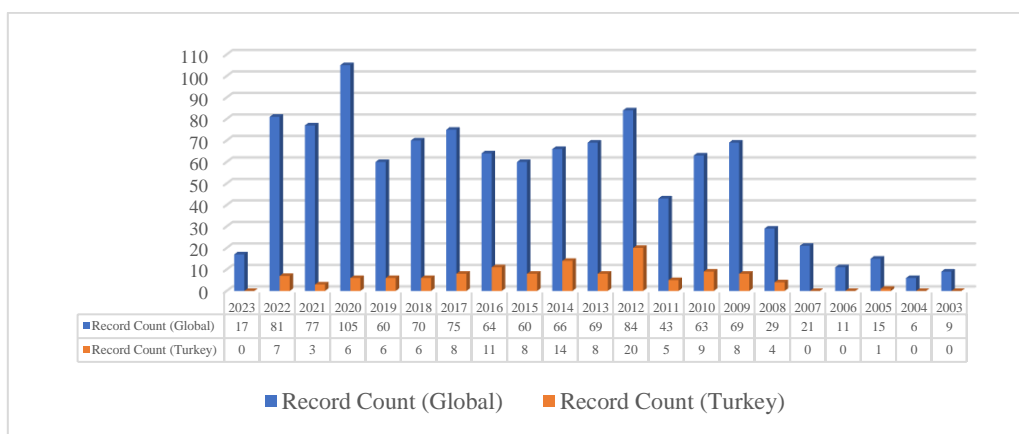
Journal articles likewise dominated in Turkey's physics education field, accounting for 123 records out of a total of 124, or almost 99.194% of the total. Review articles, which were less common than the overall trend and accounted for only 1 record, or roughly 0.806% of the total, were less common.

**Table 1.** The Distribution of Document Types in the Field of Physics Education

Document Types	Global		Turkey	
	Record Count	% of 1.094	Record Count	% of 124
Article	1076	98	123	99.194
Review Article	18	2	1	0.806

The distribution of publishing years for records in the field of physics education, including both global and Turkish studies, is shown in the Graph 1. The globally dataset contains a number of notable findings. With 105 research about physics education published, the year 2020 stands out as having the most records. This suggests that the subject was given a lot of attention during that specific year. With 84 articles, 2012 also stands out as a noteworthy year, making it one of the most productive in terms of research in the area.

With regard to Turkey's contributions, 2012 saw the maximum number of studies from Turkey in the global dataset (20 out of 84 records), highlighting Turkey's significant involvement in physics education research at the time. Similarly, Turkey provided 14 out of 66 records in 2014, demonstrating a significant involvement in this field. On the other side, there were several years where the number of records from Turkey in the overall dataset was relatively low or even absent. In 2023, 2007, 2006, 2004, and 2003, there were no studies from Turkey listed. These results demonstrate the uneven levels of physics education research activity around the world, with noticeable peaks in years like 2020 and 2012. Additionally, they show Turkey's involvement and the impact it has had on the body of knowledge in physics education research.



**Graph 1.** The Distribution of Publishing Years for Records in the Field of Physics Education

The distribution of record counts for various countries and regions in the field of physics education is shown in Table 2, with a focus on Turkey's place among the contributors. The United States (USA) is clearly the most prolific of the listed nations/regions, accounting for 409 publications, or roughly 37.4% of the total. Turkey follows closely, displaying a considerable presence with 124 records, or roughly 11.3% of the total. As a result, Turkey has emerged as one of the leading researchers in the area of physics education.

Italy and Germany also make significant contributions, accounting for 5.9% and 4.4% of the total records with 65 and 48 recordings, respectively. Australia, Canada, Sweden, and Spain each contribute significantly, accounting for about 3% of the total number of records. Other countries with record counts ranging from 22 to 26 each contribute about 2%, including South Africa, Indonesia, Mexico, Israel, and the People's Republic of China. Furthermore, countries like England, Romania, Norway, Brazil, Finland, Netherlands, France, South Korea, Greece, Switzerland, Colombia, and India contribute significantly as well, each accounting for between 1% and 1.9% of the total number of records.

**Table 2.** The Distribution of Record Counts for Various Countries and Regions in the Field of Physics Education

Countries/Regions	Record Count	% of 1.094
Usa	409	37,4
<b>Turkey</b>	<b>124</b>	<b>11,3</b>
Germany	65	5,9
Italy	48	4,4
Australia	34	3,1
Canada	33	3,0
Sweden	33	3,0
Spain	30	2,7
South Africa	26	2,4
Indonesia	24	2,2
Mexico	23	2,1
Israel	22	2,0
Peoples R China	22	2,0
England	21	1,9
Romania	20	1,8
Norway	19	1,7
Brazil	18	1,6
Finland	17	1,6
Netherlands	16	1,5
France	15	1,4
South Korea	15	1,4
Greece	14	1,3
Switzerland	14	1,3
Colombia	13	1,2
India	13	1,2

**Intellectual Structure of the Studies**

**Influential Documents**

Table 3 lists the top 20 documents based on the average number of citations they receive each year. The study "Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class" by Deslauriers, Schelew, and Wieman (2011) is a noteworthy example. Since its publication, it has received 602 citations in total, averaging 46.31 citations year. An article with 447 citations and an average of 31.93 citations per year is "Connecting High School Physics Experiences, Outcome Expectations, Physics Identity, and Physics Career Choice: A Gender Study" by Hazari et al. (2010).

**Table 3.** The Top 20 Documents Based on the Average Number of Citations They Receive Each Year

Label	Publication Year	Total Citations	Average per Year
<b>Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class</b> Deslauriers, Louis; Schelew, Ellen; Wieman, Carl <i>SCIENCE</i> 2011	2011	602	46,31
<b>Connecting High School Physics Experiences, Outcome Expectations, Physics Identity, and Physics Career Choice: A Gender Study</b> Hazari, Zahra; Sonnert, Gerhard; Sadler, Philip M.; Shanahan, Marie-Claire <i>JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING</i> 2010	2010	447	31,93
<b>Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework</b> Sengupta, Pratim; Kinnebrew, John S.; Basu, Satabdi; Biswas, Gautam; Clark, Douglas <i>EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES</i> 2013	2013	224	20,36
<b>Synthesis of discipline-based education research in physics</b> Doktor, Jennifer L.; Mestre, Jose P. <i>PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2014	2014	160	16



<b>Demographics of physics education research</b> Kanim, Stephen; Cid, Ximena C. <i>PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2020	2020	63	15,75
<b>When are tutorial dialogues more effective than reading?</b> VanLehn, Kurt; Graesser, Arthur C.; Jackson, G. Tanner; Jordan, Pamela; Olney, Andrew; Rose, Carolyn P. <i>COGNITIVE SCIENCE</i> 2007	2007	214	12,59
<b>Gender discrimination in physics and astronomy: Graduate student experiences of sexism and gender microaggressions</b> Barthelemy, Ramon S.; McCormick, Melinda; Henderson, Charles <i>PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2016	2016	86	10,75
<b>A longitudinal analysis of students' motivational characteristics in introductory physics courses: Gender differences</b> Marshman, Emily; Kalender, Zeynep Y.; Schunn, Christian; Nokes-Malach, Timothy; Singh, Chandralekha <i>CANADIAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2018	2018	64	10,67
<b>Pedagogical practices and instructional change of physics faculty</b> Dancy, Melissa; Henderson, Charles <i>AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2010	2010	148	10,57
<b>Enriching gender in physics education research: A binary past and a complex future</b> Traxler, Adrienne L.; Cid, Ximena C.; Blue, Jennifer; Barthelemy, Ramon <i>PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2016	2016	84	10,5
<b>Resource Letter ALIP-1: Active-Learning Instruction in Physics</b> Meltzer, David E.; Thornton, Ronald K. <i>AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2012	2012	123	10,25
<b>Language of Physics, Language of Math: Disciplinary Culture and Dynamic Epistemology</b> Redish, Edward F.; Kuo, Eric <i>SCIENCE &amp; EDUCATION</i> 2015	2015	88	9,78
<b>Approaches to data analysis of multiple-choice questions</b> Ding, Lin; Beichner, Robert <i>PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2009	2009	144	9,6
<b>Flipped Classroom adapted to the ARCS Model of Motivation and applied to a Physics Course</b> Asiksoy, Gulsum; Ozdamli, Fezile <i>EURASIA JOURNAL OF MATHEMATICS SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION</i> 2016	2016	74	9,25
<b>Hermione and the Secretary: how gendered task division in introductory physics labs can disrupt equitable learning</b> Doucette, Danny; Clark, Russell; Singh, Chandralekha <i>EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2020	2020	37	9,25
<b>Impact of physics education research on the teaching of introductory quantitative physics in the United States</b> Henderson, Charles; Dancy, Melissa H. <i>PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2009	2009	132	8,8
<b>Cylindrical magnets and ideal solenoids</b> Derby, Norman; Olbert, Stanislaw <i>AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2010	2010	119	8,5
<b>Using Smartphones as Experimental Tools-Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education</b> Hochberg, Katrin; Kuhn, Jochen; Mueller, Andreas <i>JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY</i> 2018	2018	49	8,17
<b>Inventing a solution and studying a worked solution prepare differently for learning from direct instruction</b> Glogger-Frey, Inga; Fleischer, Corinna; Grueny, Lisa; Kappich, Julian; Renkl, Alexander <i>LEARNING AND INSTRUCTION</i> 2015	2015	71	7,89
<b>Framework for understanding the patterns of student difficulties in quantum mechanics</b> Marshman, Emily; Singh, Chandralekha <i>PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2015	2015	69	7,67

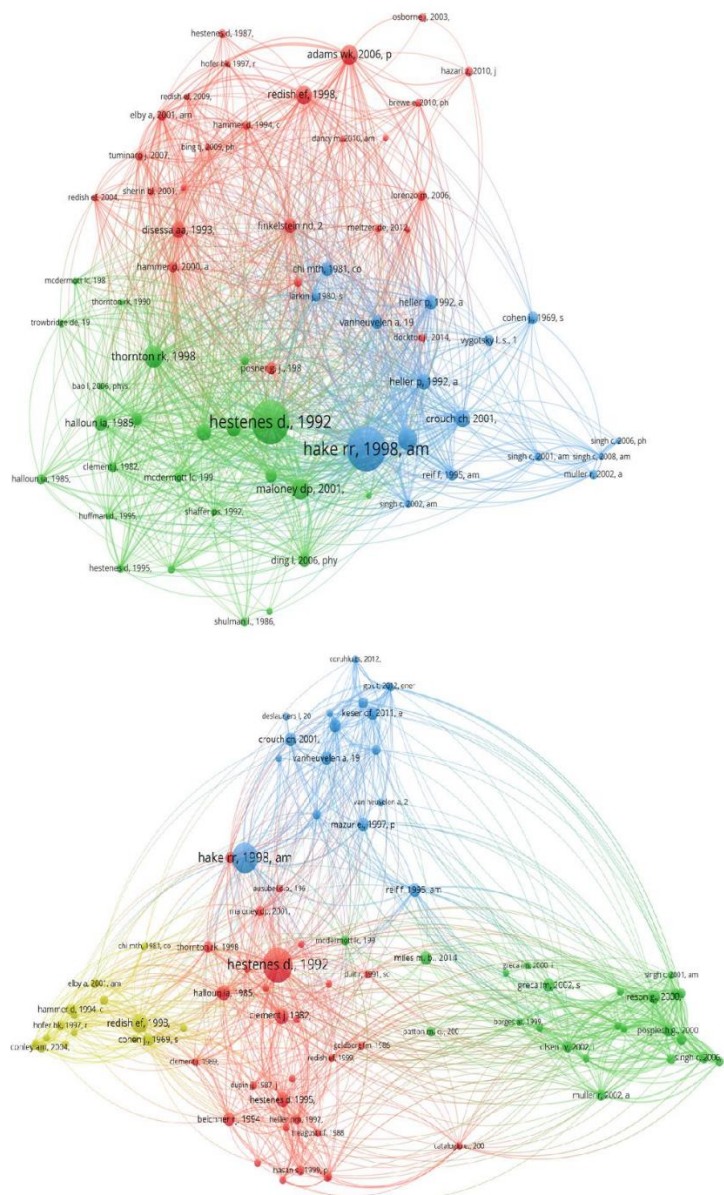
Notably, 5 of these 20 studies—underscoring the significance of this subject—concentrate on gender equality in physics education. As was already indicated, the second-most-cited study also provides additional proof of the significance placed on gender equality in the scientific community. Furthermore, with an average of 9.25 citations per year, the study by Asiksoy and Ozdamli (2016) titled "Flipped Classroom adapted to the ARCS Model of Motivation and applied to a Physics Course" stands out as the most significant work of Turkish origin.

### Co-citation

The references for the global and Turkish studies on physics education that were used in this work are shown in Figure 2. A total of 30,237 cited references were found in global studies (left side of the figure), and when a threshold of 15 citations was established for mapping, 129 references were found to meet it. Similar to this,

4,367 cited references from Turkey (right side of the figure) were found (minimum of 5 citations), and 46 of these meet the requirement.

When look at the maps, the most often cited works on both sides stand out as Hestenes, D. (1992) and Hake, R. R. (1998). The most often referenced study on both sides illustrating the advantages of interactive physics training above traditional approaches is Hake, R. R. (1998). The most widely used research in physics education is "Force Concept Inventory," by Hestenes (1992). When comparing the two maps, one interesting finding is that the studies carried out in Turkey did not include enough references for Vygotsky (Vygotskian perspective), Hazari (physics identity), and Osborne (NOS). Furthermore, it has been noted that important subjects like equity, disparities in gender, and identity (Hazari, Lorenzo, Brewe) have not received much attention in Turkish studies.



**Figure 2.** The References for the Global (top one) and Turkish (bottom one) Studies on Physics Education

Table 4 lists the papers that together offer the most references in worldwide studies. Adams WK (2006), which focuses mostly on attitudes toward science, is the main study in the red cluster and is mentioned 35 times most frequently in relation to research on students' expectations done by Redish EF (1998). As previously indicated, Hestenes D (1998) and Thornton (1999), who concentrate on students' understanding of Newton's Laws, are frequently discussed together in the blue group. Hake RR (1998), who was also mentioned above, is linked to Hestenes (80 times), and Thornton is significantly mentioned (56 times) alongside Hestenes.

**Table 4.** Most Cited Documents by All Authors and Their Co-Citations

Source 1			Source 2			S1&2	LS	
Author Name	C	L	Author Name	C	L			
Adams, WK., 2006	65	63	376	Redish, E.F., 1998	62	64	429	35
Hake, R.R., 1998	162	65	881	Hestenes, D., 1992	157	65	906	80
Hestenes, D., 1998	157	65	906	Thornton, R. K., 1999	74	64	551	56

C: Citations L: Links TLS: Total Link Strength LS: Link Strength

In contrast to global studies, Turkish studies are notable in that Redish EF (1998) and Hammer D (1994) are cited together more often (5 times) as can be seen at Table 5.

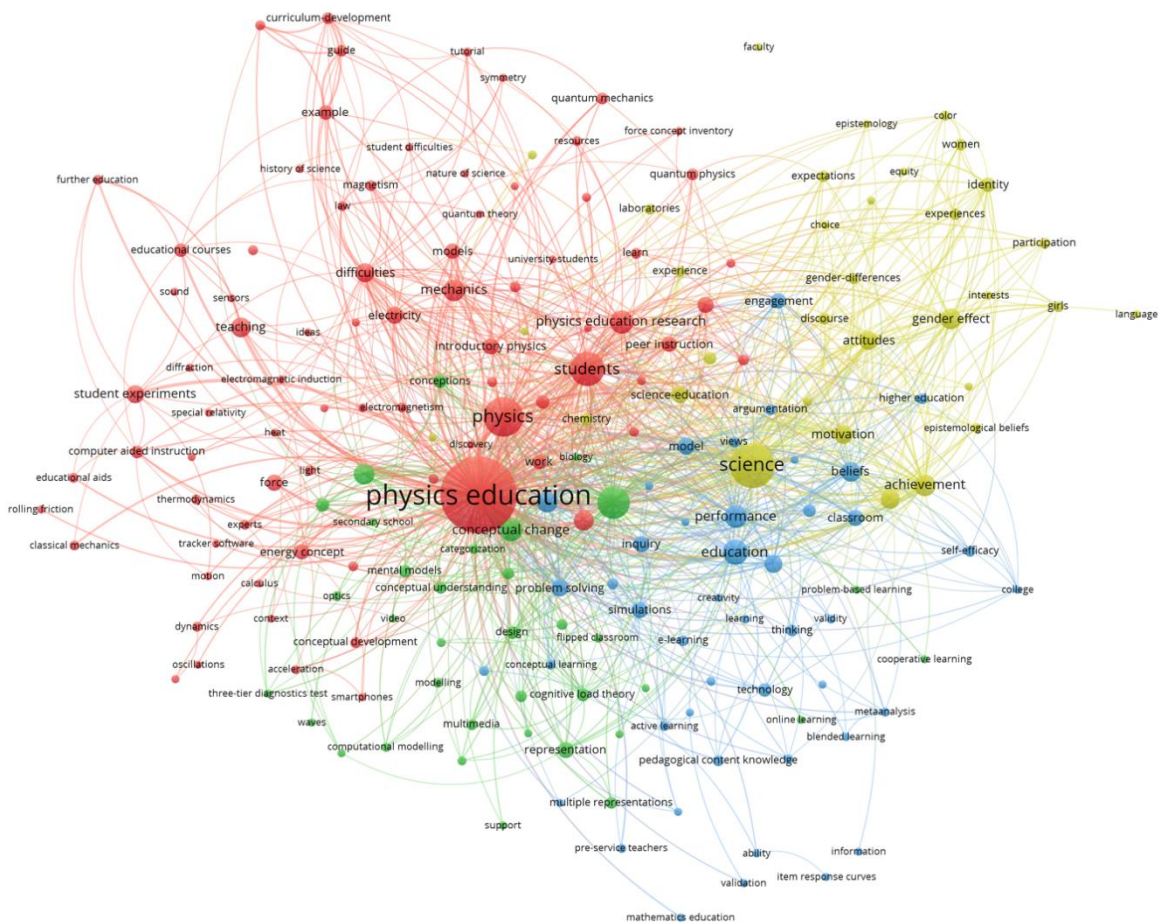
**Table 5.** Most Cited Documents by Turkish Authors and Their Co-Citations

Source 1			Source 2			S1&2	LS	
Author Name	C	L	Author Name	C	L			
Hestenes, D., 1992	20	74	143	Hake, R.R., 1998	17	41	78	7
Hake, R.R., 1998	17	41	78	Mazur, E., 1997	7	35	49	5
Redish, E.F., 1998	10	41	65	Hammer, D. 1994	6	23	38	5

C: Citations L: Links TLS: Total Link Strength LS: Link Strength

**Co-occurrence Author Keywords**

2,545 different keywords connected to physics education have been found in 1076 global studies over the last 20 years. 154 keywords meet the criteria of appearing at least 7 times to guarantee the readability of the map. There have emerged 4 clusters, as shown in Figure 3. One can see that the red cluster sticks out relative to the rest as being larger. "Physics education" (535) is the keyword that appears the most often in this cluster and is located in the middle of the entire map. This occurrence is seen as natural because it is a keyword that is used in article searches for this study. It is clear that the majority of the important keywords in this category have to do with teaching physics. Looking at the map, "physics" is the second most frequent keyword in this cluster with 142 occurrences. The words "teaching" (38), "students" (108), and "mechanics" (44) are also noteworthy when it comes to the topic of teaching physics. Additionally, this group has a large number of keywords relating to pure physics concepts, such as "quantum theory," "electricity," "energy concept," "thermodynamics," "classical mechanics," "sound," and "rolling frictions."



**Figure 3.** All Keywords Connected to Physics Education

The yellow cluster is yet another noticeable group on this map. This group clearly includes terms connected to "equity" in physics education. This group includes terms like "identity" (21), "color" (10), and "equity" in addition to terms like "women" (13), "gender effect" (39), "girls" (12), and "gender difference" (12) that are connected to gender equity.

The green cluster is another striking group. With 95 occurrences in this cluster, "knowledge" is the term that is used the most frequently. Additionally, there are terms like "misconceptions" (41), "conceptual change" (47), "cognitive load theory" (15), and "mental models" (15) that are associated with constructivist learning studies.

Last but not least, the blue cluster mainly depicts ideas from general science education. The keywords "education" (59), "performance" (48), "inquiry" (26), and "problem solving" (29) are most common. Along with this, terms like "simulations" (26), "e-learning" (11), and "technology" (17) relating to instructional approaches including the integration of technology are also prevalent in this cluster.



**Table 6.** Most Seen Keywords and Descriptives

<b>Global Studies</b>	<b>Oc.</b>	<b>TLC</b>	<b>Turkish Studies</b>	<b>Oc.</b>	<b>TLC</b>
physics education	535	1721	physics education	100	376
science	184	876	science	29	151
physics	142	543	misconceptions	17	90
students	109	506	knowledge	16	92
knowledge	95	459	physics	16	91
education	59	254	performance	10	69
physics education research	51	234	achievement	9	70
performance	48	271	attitudes	8	46
conceptual change	47	211	science education	8	37
achievement	45	294	conceptual change	7	40
mechanics	44	199	mental models	7	24
instruction	41	223	problem solving	7	38
misconceptions	41	181	beliefs	6	42
gender effect	39	203	difficulties	6	44
science education	38	159	gender effect	6	40
teaching	38	110	mechanics	6	21
beliefs	37	185	peer instruction	6	34
attitudes	34	183	students	6	40
difficulties	34	198	three-tier diagnostics test	6	33
mathematics/symbolic mathematics	33	164	alternative conceptions	5	26

The comparison of the most frequently used keywords in global and Turkish research is shown in Table 6 (Ek-11). The fact that the research carried out in Turkey are in line with the international literature is the most important finding made by these data. The two keywords that appear most frequently in both groups are "physics education" and "science." In Turkey, 100 times (TLC=376) and internationally 535 times (TLC=1721), the keyword "physics education" has been used. Similar to this, researchers have chosen the keyword "science" 184 times worldwide (TLC=867) and 29 times in Turkey (TLC=151).

### CONCLUSION and DISCUSSION

This study explores various aspects of physics education research both globally and in Turkey and provides a comprehensive analysis of the field. It demonstrates that journal articles focusing on physics education are the most prevalent type of document worldwide and in Turkey. Comparatively, review articles represent a lesser proportion of total research records.

The study identifies trends in publishing years and identifies 2020 as the year with the maximum number of physics education publications worldwide. Similarly, 2012 is notable for its substantial research output, indicating a period of substantial field growth. In 2012 and 2014, Turkey also made significant contributions to physics education research, demonstrating the country's commitment to the field. The United States contributes the most internationally, followed by Turkey, Italy, and Germany among others. It is clear that Turkey is one of the leading researchers in the discipline based on its substantial contribution.

The analysis of citations reveals differences between global and Turkish studies. There are fewer references to topics such as Vygotskian perspective, physics identity, and NOS (Nature of Science) in Turkish research. Important topics such as equity, gender disparities, and identity have not received sufficient attention in Turkish studies, according to the results of the study.

The investigation of frequently used keywords reveals distinct concentrations of attention. Global studies emphasize the teaching of physics, terms related to equity, constructivist learning perspectives, and instructional methods that integrate technology. Turkish research conforms to international literature by emphasizing common terms such as "physics education" and "science."

The results of this analysis show that Turkish scholars are second only to American researchers in terms of productivity when taking into account the studies carried out in Turkey and around the world over the previous 20 years. In this sense, one could argue that Turkey has an effective community of physics education researchers. It is clear that this research group of Turkey, which has significantly influenced international literature, will significantly promote science education and, ultimately, contribute to the growth of a society that values scientific literacy. The study by Ozdem and Sarigul (2019) also produced some similar results. In conclusion, the researchers' targeted focus of study offers critical perceptions on Turkey's position in the international arena of physics education. The results demonstrate that Turkish researchers have mostly concentrated on misconceptions, efficient physics instruction, and students' attitudes toward physics. In contrast to this, the literature from all around the world has also placed an emphasis on equity, gender, and identity. Similar findings from Idin and Donmez (2009) and Akkaya and Ozdem (2017) illustrate this shortcoming in Turkey and stress that only gender equality is addressed in terms of equity issues.

Equitable science education is not discussed as extensively in Turkish studies regarding physics education as it is in international research. For instance, equity is a significant problem in science education, and "all students should have the opportunity to learn science and be successful in science," according to a 2018 report by the National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. However, Ozdem and Sarigul's (2019) research of the Turkish literature revealed that very few researches have concentrated on equity issues in physics education.

The absence of equity focus in Turkish physics education studies could be due to a variety of factors. Structural problems like inadequate laboratory facilities, crowded classrooms, curriculum that does not focus on equity might make it difficult to provide equitable physics education in Turkey. Therefore, researchers in Turkey firstly focus on these problems. Turkey may advance toward ensuring that all students receive an equitable physics education by addressing these systemic problems.

Despite having a strong physics education, Turkey is currently going through a paradigm shift in science education (Dogan, 2023). Researchers that concentrate on creating a learning environment for effective physics education by referencing international literature will inevitably think about how to make this effective physics education available to all underrepresented minority groups in this process of transformation. This study has brought attention to the significant gap in Turkish physics education caused by equity issues. Researchers should talk about new understanding as well as particular actions that will follow the growth and transformation in global literature and successfully include all underrepresented minority groups in instruction in this setting.

## SUGGESTIONS

It is highly recommended that international collaboration be promoted among researchers from diverse countries to enhance perspectives and stimulate innovative approaches in the field of physics education. The development of research networks, the organization of joint conferences, and the provision of help for collaborations will improve knowledge sharing and the promotion of key research achievements. Special focus should be placed on issues like equality, gender disparities, and identity in physics education, as well as longitudinal studies to thoroughly evaluate the long-term consequences of educational initiatives, in order to fill research gaps. By implementing these recommendations, physics education can significantly advance, fostering quality in both teaching and learning methods, as well as inclusiveness, diversity, and both.

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Assoc. Prof. Dr. Özgür Kivilcan Doğan for his valuable contributions during the analysis of the research data.

## ETHICAL TEXT

In this article, journal writing rules, publication principles, research and publication ethics rules, and journal ethics rules have been followed. The responsibility for any violations that may arise regarding the article belongs to the author. Since this research is a study conducted with secondary data obtained from WoS, it does not require "Ethics Committee" permission.

**Author Contribution Rate:** The author's contribution rate is 100%.

## REFERENCES

- Aalst, J. V. (2000). An introduction to physics education research. *Canadian Journal of Physics*, 78(1), 57–71.  
<https://doi.org/10.1139/p00-005>
- Akkaya, O., & Ozdem, Y. (2017). The effects of gender on physics achievement and attitudes towards physics in Turkey. *Research in Science Education*, 47(1), 1-20.
- Arik, E. (2015). A bibliometric analysis of linguistics in web of science. *Journal of Scientometric Research*, 4(1), 20-28. <https://doi.org/10.4103/2320-0057.156018>
- Barthelemy, R. S., Van Dusen, B., & Henderson, C. (2015). Physics education research: A research subfield of physics with gender parity. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11(2), 020107.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020107>
- Bitzenbauer, P. (2021). Quantum physics education research over the last two decades: A bibliometric analysis. *Education Sciences*, 11(11), 699. <https://doi.org/10.3390/educsci11110699>
- Broks, A. (2003). General physics at the upper secondary education level. *Journal of Baltic Science Education*, 2(4), 28-37.



- Caldarelli, G., Wolf, S., & Moreno, Y. (2018). Physics of humans, physics for society. *Nature Physics*, 14(9), 870-870. <https://doi.org/10.1038/s41567-018-0266-x>
- Cepni, S., Ormanci, U., & Kacar, S. (2017). National and international advances in Physics education in the last three years: a thematic review. *Journal of Turkish Science Education*, 14(3), 87-108.
- Dewi, P. S., Widodo, A., Rochintaniawati, D., & Prima, E. C. (2021). Web-Based Inquiry in Science Learning: Bibliometric Analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 191-203. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v4i2.9576>
- Dogan, O. K. (2023). Trends and Issues in Science Education in the New Millennium: A Bibliometric Analysis of the JRST. *Science Insights Education Frontiers*, 16(1), 2375-2407. <https://doi.org/10.15354/sief.23.or249>
- Donahue, D. M. (1993). Serving students, science, or society? The secondary school physics curriculum in the United States, 1930-65. *History of Education Quarterly*, 33(3), 321-352. <https://doi.org/10.2307/368196>
- Fraser, J. M., Timan, A. L., Miller, K., Dowd, J. E., Tucker, L., & Mazur, E. (2014). Teaching and physics education research: bridging the gap. *Reports on Progress in Physics*, 77(3), 032401. <https://doi.org/10.1088/0034-4885/77/3/032401>
- Guisasola, J. (2014). How physics education research contributes to designing teaching sequences. In *Frontiers of fundamental physics and physics education research* (pp. 397-406). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-00297-2\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-319-00297-2_39)
- Gurel, D. K., & Korhasan, N. D. (2018). A critical look at the physics education research in Turkey and in the world. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 7(3), 935-957. <https://doi.org/10.14686/buefad.403625>
- Hallinger, P., & Kovačević, J. (2019). A bibliometric review of research on educational administration: Science mapping the literature, 1960 to 2018. *Review of Educational Research*, 89(3), 335-369. <https://doi.org/10.3102/0034654319830380>
- Idin, S., & Donmez, I. (2009). The views of Turkish science teachers about gender equity in science education. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 73-84.
- Jamali, S. M., Zain, A. N., Samsudin, M. A., & Ebrahim, N. A. (2015). Publication trends in physics education: A bibliometric study. *Journal of Educational Research*, 35, 19-36. <https://doi.org/10.5281/zenodo.801889>
- Jho, H. (2018). The past and the present of physics education at a glance: A review of international studies on physics education by using science mapping tool. *New Physics: Sae Mulli*, 68(10), 1096-1106. <https://doi.org/10.3938/NPSM.68.1096>
- Knauss, H. P. (1958). Physics for secondary schools. *American Journal of Physics*, 26(6), 378-380. <https://doi.org/10.1119/1.1996164>
- Laengle, S., Modak, N. M., Merigó, J. M., & De La Sotta, C. (2018). Thirty years of the International Journal of Computer Integrated Manufacturing: a bibliometric analysis. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 31(12):1247-1268. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2018.1529434>

- Leyva Duarte, J. E., Chávez Martínez, J. D. J., Pinedo de Anda, F. J., & Niebla Zatarain, J. C. (2019). Bibliometric analysis of Organizational culture in Business economics of Web of Science, 1980-2018. *Nova Scientia*, 11(22), 478-500. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1810>
- Masitoh, P. N. A., Latifah, S., Saregar, A., Aziz, A., Suharto, & Jamaluddin, W. (2021). Bibliometric analysis of physics problem solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012009>
- McDermott, L. C. (2004). Physics education research: the key to student learning. *Physics World*, 17(1), 40-41. <https://doi.org/10.1088/2058-7058/17/1/37>
- McDermott, L. C., Heron, P. R., Shaffer, P. S., & Stetzer, M. R. (2006). Improving the preparation of K-12 teachers through physics education research. *American Journal of Physics*, 74(9), 763-767. <https://doi.org/10.1119/1.2209244>
- Meltzer, D. E. (2004). The Questions We Ask and Why: Methodological Orientation in Physics Education Research. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.1807242>
- Menter, J. W. (1971). Physics Bulletin 21. *Physics Bulletin*, 22(1), 11-11. <https://doi.org/10.1088/0031-9112/22/1/002>
- Merigó-Lindahl, J. M. (2012). Bibliometric Analysis of Business and Economics in the Web of Science. *Soft Computing in Management and Business Economics*, 3-17. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-30451-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-30451-4_1)
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., & Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement (Chinese edition). *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 7(9), 889-896. <https://doi.org/10.3736/jcim20090918>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *Science education for all children: Taking action to improve the opportunities and outcomes of learners from diverse backgrounds*. The National Academies Press.
- Ozdem, Y., & Sarigul, S. (2019). Equity in science education: A review of the literature in Turkey. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1867-1895.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349. <https://doi.org/10.1108/eb026482>
- Putri, C. R., Soleh, S. M., Saregar, A., Anugrah, A., & Susilowati, N. E. (2021). Bibliometric analysis: Augmented reality-based physics laboratory with VOSviewer software. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012056. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012056>
- Singh, C. (2014). What can we learn from PER: Physics Education Research?. *The Physics Teacher*, 52(9), 568-569. <https://doi.org/10.1119/1.4902211>
- Uzunboylu, H., & Asiksoy, G. (2014). Research in physics education: A study of content analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 136, 425-437. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.353>
- Van Eck, N. J., & 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>

Wenning, C. J., & Vieyra, R. E. (2020). *Teaching high school physics: The nature of physics teaching*. AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/9780735421967>

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-447. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

## SON 20 YILIN FİZİK EĞİTİMİ ARAŞTIRMALARI ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

### Öz

Fizik, ortaöğretim öğrencilerinin bilimsel okuryazarlığı ve STEM ile ilgili disiplinlere gelecekteki katılımları için çok önemli bir konudur. Fizik öğretmek ve öğrencilere temel bilgi ve becerileri kazandırmak için gereklidir. Fizik eğitimi araştırması (PER), öğrencilerin fiziği nasıl öğrendiklerini anlamayı ve fizik öğretimini geliştirmeyi amaçlamaktadır. PER, fizik, eğitim, felsefe, bilim tarihi ve bilişsel psikolojiden bakış açılarını birleştiren çok disiplinli bir alandır. Türkiye'de PER, öğrencilerin ileri düzey fizik kavramlarını nasıl öğrendiklerini inceleyen son araştırmalarla fizik eğitiminin birçok yönüne odaklanmaktadır. Bibliyometrik analiz, belirli bir bilimsel alandaki kalıpları incelemek için nicel ve matematiksel verileri kullanan bir araştırma metodolojisidir. Araştırma boşluklarını belirlemeye ve gelecekteki araştırmalar için açık alanları vurgulamaya yardımcı olur. Bibliyometrik analiz, alandaki yayınları analiz etmek, araştırma boşluklarını belirlemek ve gelecekteki araştırma alanlarını vurgulamak için kullanılmıştır. Bu çalışma, son yirmi yılda Web of Science veritabanında yayınlanan makalelerin konularını bibliyometrik verileri analiz ederek incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2020'yi son 20 yıl içerisinde küresel çapta en fazla fizik eğitimi yayınının yapıldığı yıl olarak ortaya çıkarmıştır. Türkiye'deki araştırmacılar ise en çok 2012 ve 2014'te önemli katkılar sağlamıştır. Ancak, Vygotskici bakış açısı, fizik kimliği ve bilimin doğası (NOS) konuları açısından Türkiye kaynaklı çalışmalar Küresel çalışmalara göre daha azdır. Ayrıca eşitlik, cinsiyet eşitsizliği ve kimlik gibi önemli konuların Türkiye araştırmalarında fazla ilgi görmediği tespit edilmiştir. Ancak Türkiye'nin araştırma topluluğu verimlilik açısından Amerikalı araştırmacılardan sonra ikinci sıradadır ve bu da Türkiye'de etkili bir fizik eğitimi araştırmacıları topluluğuna işaret etmektedir. Türkiye'deki fizik eğitimi çalışmalarında özellikle eşitlik odağının olmaması, yetersiz laboratuvar olanakları ve kalabalık sınıflar gibi yapısal sorunlardan kaynaklanıyor olabilir. Araştırmacılar, tüm öğrenciler için eşitlikçi fizik eğitimi sağlamak için eşitlik konularına odaklanmalı ve sistemik sorunları ele almalıdır. Farklı ülkelerden araştırmacılar arasındaki uluslararası işbirliği, alandaki bakış açılarını geliştirmek ve yenilikçi yaklaşımları teşvik etmek için tavsiye edilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Fizik eğitimi, bibliyometrik analiz, VOSviewer.

## GİRİŞ

Fizik, madde ve enerjinin davranışı da dahil olmak üzere evrenin temel yasalarının incelenmesidir. Doğal dünyayı anlamamıza, yeni teknolojilerin geliştirilmesine ve karmaşık problemlerin çözümüne katkıda bulunur (Menter, 1971; Caldarelli, Wolf ve Moreno, 2018). Knauss'a (1958) göre fizik, ortaöğretim öğrencilerinin bilimsel okuryazarlığı ve gelecekte STEM ile ilgili disiplinlere katılımı için çok önemli bir konudur. Ayrıca, bu ders lise sonrası bilim çalışmaları için bir ön koşuldur ve öğrencilere temel bilgi ve becerileri sağlar. Öğrenciler için etkili fizik derslerinin tasarlanması ve uygulanması için üniversite fizikçileri, ortaöğretim öğretmenleri ve diğerleri arasındaki işbirliği gereklidir (Boks , 2003). Fizik öğretirken, öğrencilerin ilgisini çekmek ve öğretim çıktılarını iyileştirmek için teori ve uygulama arasındaki ilişkiyi vurgulamak önemlidir (Fraser ve diğerleri, 2014; McDermott, 2004). Fizik eğitimi araştırması (PER), öğrencilerin fiziği nasıl edindiklerine dair değerli bilgiler sağlar ve elde edilen bulgular, öğretmenlerin öğretimlerini geliştirmeleri için zengin bir kaynak görevi görür.

PER'in amacı, öğrencilerin fiziği nasıl öğrendiğini anlamak ve fizik öğretimini geliştirmektir (McDermott, 2004). Geleneksel eğitim araştırmasının aksine PER, genel eğitim teorisi veya metodolojisinden ziyade öğrencilerin fiziği anlamalarına odaklanır (McDermott, 2004). PER, öğrencilerin fiziği nasıl öğrendiklerine dair değerli içgörüler sağlar ve öğretmenler bu bilgiyi uyguladığında ve sonuçları belgelediğinde, kümülatif öğretim gelişimiyle sonuçlanır. PER ayrıca yüksek standartların oluşturulmasına, öğrencilerin beklentileri karşılamalarına yardımcı olmaya ve fizik öğretiminde gerçek öğrenmenin kapsamını değerlendirmeye de katkıda bulunur (Aals , 2000). Araştırma ve kanıta dayalı uygulamalar aracılığıyla PER, fizik öğretimi ve öğrenimini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Wenning ve Vieyra, 2020; Guisasola, 2014). Öğrencilerin fiziği nasıl öğrendiklerini anlamak ve etkili öğretim stratejileri geliştirmek PER'in odak noktalarıdır (Singh, 2014). PER, fizik eğitimi ve öğreniminin araştırılması ve geliştirilmesi ile ilgili bir fizik alt alanıdır (Barthelemy, Van Dusen , & Henderson, 2015). PER, fizik öğrenimini anlamak ve geliştirmek için fizik, eğitim, felsefe, bilim tarihi ve bilişsel psikolojiden bakış açılarını bütünleştiren çok disiplinli bir alandır (Caldarelli , Wolf ve Moreno, 2018; McDermott, 2004; Aalst, 2000 ) .

1957'de Sputnik'in piyasaya sürülmesinden sonra Amerika Birleşik Devletleri'nde fizik eğitimi araştırmaları başlamıştır (Donahue, 1993). Bu olay, lise fizik müfredatında önemli reformlara yol açmıştır. 1968'den beri PER, öğrencilerin temel fizik derslerinde kavramları uygulama becerilerini geliştirmeye odaklanmıştır (Gürel ve Korhasan, 2018). Türkiye'de PER, fizik eğitiminin birçok yönüne odaklanmaktadır (Uzunboylu & Aşıksoy, 2014). Fizik eğitiminin araştırma eğilimleri, müfredatı, öğrenme yaklaşımları ve yöntemlerinin analizleri yapılmıştır. Son araştırmalar, öğrencilerin termodinamik, optik, görelilik ve kuantum fiziği gibi ileri düzey fizik kavramlarını nasıl öğrendiklerini incelemektedir. Ancak Türkiye'de fizik eğitimi araştırmalarında fizik ve fizik eğitimi bölümleri arasında etkileşim eksikliği vardır (Gürel ve Korhasan, 2018).

Fizik eğitimi üzerine araştırma önemlidir çünkü öğrencilerin fiziği nasıl öğrendiğini anlamaya ve fizik öğretimini geliştirmeye çalışır. PER bulgularını uygulayarak, öğretmenler öğretimlerini geliştirebilir ve sonuçları başkaları tarafından kullanılmak üzere belgeleyebilir, böylece öğretim uygulamalarının geliştirilmesine katkıda bulunabilirler (McDermott, 2004). Ayrıca PER, K-12 eğitimcilerinin fizik ve fizik bilimi öğretmek için hazırlıklarını

geliştirebilir. McDermott (2001), araştırmaya dayalı öğretim materyallerinin, öğretmenlerin temel fizik anlayışını geliştirerek K-12 öğrencilerinin öğrenmesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. McDermott, Heron, Shaffer ve Stetzer (2006), fizik öğrenimi ve öğretimi üzerine sistematik araştırma yapmanın, yüksek standartlar oluşturmak, öğrencilerin beklentileri karşılamalarına yardımcı olmak ve gerçek öğrenmenin kapsamını ölçmek için gerekli olduğunu bildirmektedir.

Bibliyometrik analiz, belirli bir bilimsel alandaki kalıpları incelemek için nicel ve matematiksel verileri kullanan bir araştırma metodolojisidir. Ayrıca, alandaki en etkili yazarların ve kurumların kapsamlı bir taslağını sunabilir. İlgili makaleler, Web of Science (WoS) ( Bitzenbauer, 2021; Dewi, Widodo, Rochintaniawati ve Prima, 2021) gibi veritabanları kullanılarak analiz edilmek üzere çekilir. WoS, çok çeşitli bilimsel yayınlara erişim sağlayan ve araştırmacıların çeşitli konu alanlarının bibliyometrik özelliklerini analiz etmelerini sağlayan bir platformdur. Yayın sayısı, alıntı sayıları ve diğer bibliyografik veriler hakkında bilgi içerir (Merigó -Lindahl, 2012; Arık, 2015; Mart-Vargas, Garca-Taengua , Hale, ElBatanouny , & Ziehl , 2015; Leyva Duarte, Chávez Martnez , Pinedo de Anda, & Niebla Zamora, 2019).WoS bağlamında, bibliyometrik analiz, WoS Core Collection veri tabanından veri toplanmasını ve bir literatür taraması yapmak için belirli anahtar kelimelerin uygulanmasını içerir. VosViewer gibi bir yazılım kullanılarak analiz grafiksel olarak gösterilebilir. Yaygın bir bibliyometrik analiz türü olan ortak yazarlık analizi, yazar üretkenliği ve işbirliğine odaklanır. Analiz birimi olarak yazarlar veya ülkeler kullanılabilir (Doğan, 2023).

PER bağlamında, alandaki yayınları analiz etmek, araştırma boşluklarını belirlemek ve gelecekteki araştırma alanlarını vurgulamak için bibliyometrik analiz kullanılmaktadır (Masitoh ve diğerleri, 2021; Meltzer, 2004; Çepni, Ormancı ve Kaçar, 2017). Bibliyometrik analiz, fizik eğitimi araştırmalarında birincil ilgi alanlarının anlaşılmasını kolaylaştırmıştır. Bahsedilen çalışma alanları, kuantum fiziğinin pedagojisini ve edinimini, fizik eğitimindeki sorunların çözümünü ve tarih boyunca fizik eğitimi araştırmalarındaki değişimleri kapsamaktadır. Bitzenbauer (2021) ve Jamali ve diğerleri (2017) dahil olmak üzere bir araştırmacı, fizik eğitimindeki sorunların çözümüne ilişkin akademik literatürü görsel olarak temsil etmek, araştırma temalarını ve gelecekteki keşifler için umutları etkili bir şekilde belirlemek için bu metodolojiyi kullanmışlardır. Jho (2018), analizin üretken yazarlar, kurumlar ve ülkeler ile en çok araştırılan anahtar kelimeler ve konular hakkında verileri içerdiğini bildirmiştir. Hedefler, araştırma yöntemleri, değişkenler ve sonuçlar dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere yayınlanmış çalışmalarda bulunan çeşitli içerik bölümlerinin kapsamlı bir şekilde incelenmesi yoluyla, bibliyometrik analiz söz konusu yayınların belirli odak alanlarını doğru bir şekilde belirleyebilir ve ardından gelecekteki araştırma konularını önerebilir (McDermott, 2004). Fizik eğitimindeki araştırmaların sistematik ve nicel bir analizine izin vererek eğilimlerin belirlenmesini kolaylaştırır ve bu alanda gelecekteki çalışmalara bilgi verir (Masitoh ve diğerleri, 2012).

VOSviewer, bibliyometrik haritalar oluşturmak ve görüntülemek için kullanılan uygulamalardan biridir. Bibliyometrik haritaların grafik gösterimine odaklanır, bu da büyük haritaların anlaşılır bir şekilde görüntülenmesini sağlar. VOSviewer, anahtar sözcüklere, ortak yazarlığa, yayın yoğunluğuna ve yayın yılına dayalı

olarak birlikte oluşum analizlerini gerçekleştirebilir. Bilimsel dergiler arasındaki bağlantıları göstermek için ortak alıntı haritaları da oluşturabilir. Araştırmacılar, VOSviewer'ı kullanarak anahtar kelimelerin, yazar işbirliklerinin, yayın yoğunluğunun ve diğer bibliyometrik göstergelerin birlikte oluşunu analiz edebilir. Bu, fizik eğitimindeki araştırma ortamının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlar ve gelecekteki araştırmaları yönlendirebilir (Van Eck & Waltman, 2010; Putri ve diğerleri, 2020).

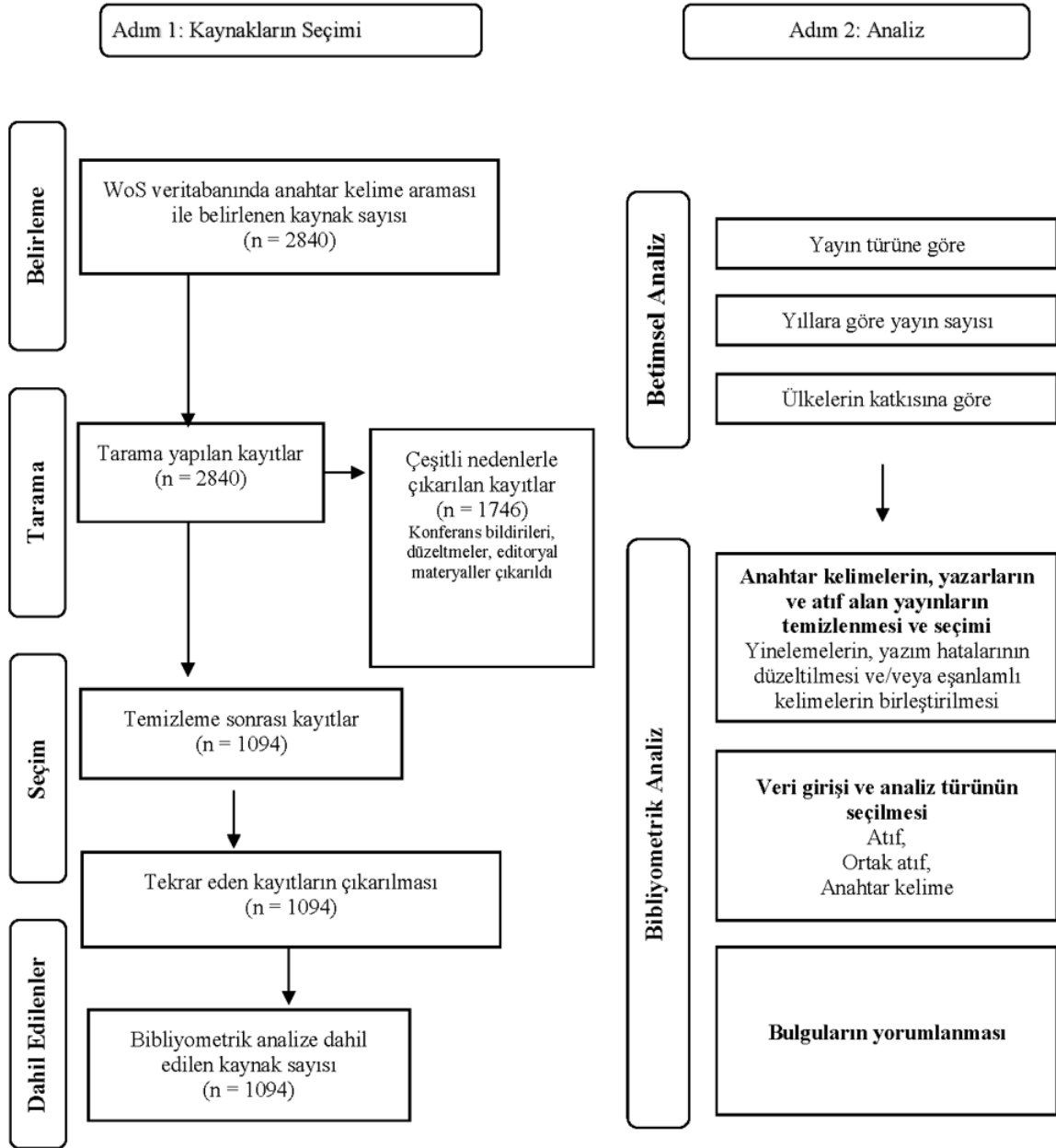
Bu çalışmada, son yirmi yılda Web of Science veritabanında Fizik Eğitimi zerine yayımlanan makalelerin bibliyometrik verileri analiz edilmiştir. Bu bağlamda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Web of Science veritabanında indekslenen dergilerde son 20 yılda yayımlanan küresel çapta ve Türkiye'deki çalışmaların tanımlayıcı özellikleri nelerdir?
2. WoS'ta son 20 yılda fizik eğitimindeki araştırma ortamı, küresel çapta ve Türkiye'de nasıl görünmektedir?

## **YÖNTEM**

### **Araştırmanın Modeli**

Bu çalışmada fizik eğitimi ile ilgili uluslararası alanda ve Türkiye'de yapılan araştırmalar bibliyometrik teknikler kullanılarak incelenmiştir. Son zamanlarda popülerlik kazanmasına rağmen, bibliyometrik analiz tamamen yeni bir strateji değildir. Bu yönteme yapılan atıflar 1920'lere kadar gitse de, literatürde "bibliyometrik" terimini kullanan ilk yazar Pritchard (1969)'dır. Yaklaşımın bir dizi bilimsel alanda kullanılmasının bir sonucu olarak, bilimsel ilerlemenin (yazar, yayın veya belirli bir konuya göre) sistematik bir incelemesi mümkün olmuştur (Merigo & Yang, 2017). Seçilen bilimsel çalışmaların (makale, kitap, konferans bildirimleri) entelektüel yapısını tespit etmek için anahtar kelimeleri, bu eserlere yapılan atıfları, bu eserlerin yaptığı atıfları veya ortak yazarların çalışma alanlarını keşfetmek amaçlarıdır. Buradaki temel amaç, bu araştırmaların konusu olan entelektüel yapıyı belirlemektir (Doğan, 2023; Hallinger ve Kovaevi, 2019; Laengle vd., 2018; Zupic ve Cater, 2015).



Şekil 1. Çalışmada Kullanılan Veri Analizi Şeması

### Örneklem ve Verilerin Toplanması

Şekil 1'de gösterilen analiz şekli bu çalışmada kullanılmıştır. Moher ve ark. (2009)'nın çalışma süreci, hem uluslararası hem de Türkiye'de fizik eğitimi ile ilgili çalışmaları analiz etmek için kullanılmış ve Doğan'ın (2023) bibliyometrik analiz süreci ile desteklenmiştir. Gösterildiği gibi, araştırmanın ilk aşaması fizik eğitimi alanındaki ilgili araştırmaların WoS veri tabanından toplanmasını içermektedir. 2003-2023 yılları arasında yapılan ve "Fizik eğitimi" konusunu içeren araştırmalar aşağıda sıralanan arama kriterleri kullanılarak bulunmuştur.



"physics education" (Topic) AND 2003/2023 (Publication Date) and Proceeding Paper or Editorial Material or Meeting Abstract (Exclude – Document Types) and 6.11 Education & Educational Research or 5.318 Physics Education or 4.322 Remote Research & Education or 10.268 History & Philosophy Of Science (Citation Topics Meso) and Letter or Book Chapters (Exclude – Document Type)

Ön hazırlık aşamasında toplam 2.840 çalışma bulunmuştur. Devam eden makaleler, düzeltmeler ve editoryal materyaller (1746) hariç tutulduktan sonra 1094 araştırma makalesi ortaya çıkmış ve kalan bu çalışmaların fizik eğitimiyle ilgisini belirlemek için bir tarama prosedürü kullanılmıştır.

### Verilerin Analizi

İkinci aşamada ilk olarak betimsel analizler yapılmıştır. Ardından Van Eck ve Waltman (2010) tarafından geliştirilen VOSviewer programı kullanılarak bu makalelerin bibliyometrik haritalaması yapılmıştır. Bu haritalamalarda, hem uluslararası hem de Türkiye'de yürütülen çalışmaların entelektüel yapılarını karşılaştırmak için ortak alıntı ve birlikte oluşum analizi kullanılmıştır. Bu haritaları incelerken Bağlantı Gücü (Link Strength (LS)) ve toplam Bağlantı (Total Link Strength (TLS)) terimleriyle karşılaşılmaktadır. Anahtar kelimeye özgü bir örnek verilecek olursa, LS bir kavramın bağladığı anahtar kelime sayısını, TLS ise diğer tüm kavramlarla birlikte kullanılma sayısını göstermektedir.

Analizlerde kullanılacak anahtar kelimelerin (örneğin "elektro-manyetizma" ve "elektromanyetizma") tek bir kavramda birleştirilerek yanlış yazımları veya temsillerindeki varyasyonlar düzeltilmiştir. Bu birleştirme ve eşleştirmelerin ardından görseller, konusunda uzman ve bibliyometrik analize hakim iki farklı araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Daha sonra belirlenen tüm bakış açıları karşılaştırılmış ve tam bir uyuma varana kadar bulgular hakkında tartışılmıştır.

### BULGULAR

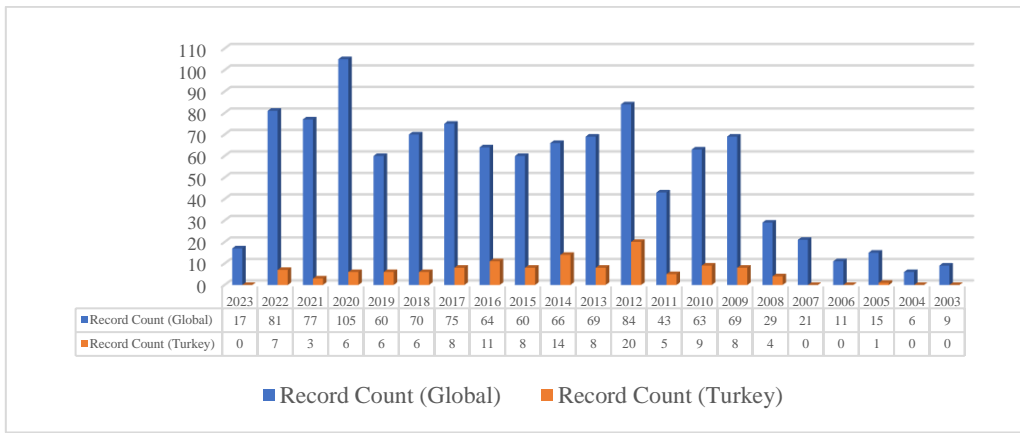
Fizik eğitimi alanındaki yayın türlerinin küresel çapta ve Türkiye'deki dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir. Fizik eğitime ilişkin araştırma makaleleri, küresel çaptaki 1.094 kaydın çoğunluğunu, yaklaşık %98'ini oluşturmaktadır. 18 tanesi yani yaklaşık %2'si ise inceleme makaleleridir. Aynı şekilde Türkiye'de fizik eğitimi alanındaki yayınların sayısı toplam 124 olup bunların 123'ünü yani yaklaşık %99.194'ünü araştırma makaleleri oluşturmaktadır. Sadece bir yayın inceleme türünde bir yayındır.

**Tablo 1.** Fizik Eğitimi Alanındaki Yayın Türlerinin Dağılımı

Yayın Türleri	Küresel Çapta		Türkiye	
	Sayı	1.094'ün %'si	Sayı	124'ün %'si
Araştırma Makalesi	1076	98	123	99,19
İnceleme Makalesi	18	2	1	0,81

Hem küresel çapta hem de Türkiye çalışmaları dahil olmak üzere fizik eğitimi alanındaki çalışmaların yayınlanma yıllarının dağılımı Grafik 1'de gösterilmektedir. Küresel veri seti, bir dizi dikkate değer bulgu içermektedir. 2020 yılı fizik eğitimi ile ilgili yayımlanan 105 araştırma ile en çok kayda sahip yıl olarak öne çıkmaktadır. Bu, konuya o yıl boyunca çok dikkat edildiğini, önem verildiğini göstermektedir. 2012 yılı 84 makale ile alanında araştırma açısından da en verimli yıllardan biri olarak dikkat çekmektedir.

Türkiye'nin katkılarıyla ilgili olarak, küresel veri setinde Türkiye'den en fazla sayıda çalışma 2012 yılında görülmektedir (84 kayıttan 20'si). Bu bulgu o yıl Türkiye'nin fizik eğitimi araştırmalarına önemli ölçüde dahil olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Türkiye 2014 yılında 66 kayıttan 14'ünü sunarak bu alanda önemli bir katılım göstermiştir. Öte yandan, genel veri setinde Türkiye'den kayıt sayısının nispeten düşük olduğu veya hatta bulunmadığı birkaç yıl vardır. 2023, 2007, 2006, 2004 ve 2003 yıllarında Türkiye'den herhangi bir çalışma listelenmemiştir. Bu sonuçlar, 2020 ve 2012 gibi yıllarda göze çarpan zirveler ile küresel çapta fizik eğitimi araştırma faaliyetinin düzensiz seviyelerini göstermektedir. Ek olarak, Türkiye'nin fizik eğitimi araştırmalarına katılımını ve bilgi birikimi üzerindeki etkisini göstermektedir.



**Grafik 1.** Fizik Eğitimi Alanındaki Makalelerin Yayımlanma Yıllarına Göre Dağılımı

Fizik eğitimi alanında çeşitli ülke ve bölgelere göre rekor sayılarının dağılımı, Türkiye'nin katkıda bulunanlar arasındaki yerine odaklanılarak Tablo 2'de gösterilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD), 409 yayın veya toplamın yaklaşık %37,4'ünü oluşturan listedeki ülkeler/bölgeler arasında açık bir şekilde en üretken olanıdır. Türkiye, 124 kayıttla veya toplamın yaklaşık %11,3'ü ile önemli bir varlık sergileyerek yakından takip etmektedir. Sonuç olarak, Türkiye fizik eğitimi alanında önde gelen araştırmacı ülkelerden birisi olarak ortaya çıkmıştır.

İtalya ve Almanya da sırasıyla 65 ve 48 kayıttla toplam kayıtların %5,9'unu ve %4,4'ünü oluşturan önemli katkılar sağlamaktadır. Avustralya, Kanada, İsveç ve İspanya'nın her biri önemli ölçüde katkıda bulunmakta ve toplam makale sayısının yaklaşık %3'ünü oluşturmaktadır. Güney Afrika, Endonezya, Meksika, İsrail ve Çin Halk

Cumhuriyeti dahil olmak üzere 22 ila 26 arasında değişen makale sayıları olan diğer ülkelerin her biri yaklaşık %2'lik katkıda bulunmaktadır.

Ayrıca İngiltere, Romanya, Norveç, Brezilya, Finlandiya, Hollanda, Fransa, Güney Kore, Yunanistan, İsviçre, Kolombiya ve Hindistan gibi ülkeler de önemli ölçüde katkıda bulunmakta ve her biri toplam kayıt sayısının %1 ila %1,9'unu oluşturmaktadır.

**Tablo 2.** Fizik Eğitimi Alanında Çeşitli Ülke ve Bölgelere Göre Makale Sayılarının Dağılımı

Ülkeler/Bölgeler	Kayıt sayısı	1.094'ün %'si
Amerika Birleşik Devletleri	409	37,4
<b>Türkiye</b>	<b>124</b>	<b>11,3</b>
Almanya	65	5,9
İtalya	48	4,4
Avustralya	34	3,1
Kanada	33	3,0
İsveç	33	3,0
İspanya	30	2,7
Güney Afrika	26	2,4
Endonezya	24	2,2
Meksika	23	2,1
İsrail	22	2,0
Çin	22	2,0
İngiltere	21	1,9
Romanya	20	1,8
Norveç	19	1,7
Brezilya	18	1,6
Finlandiya	17	1,6
Hollanda	16	1,5
Fransa	15	1,4
Güney Kore	15	1,4
Yunanistan	14	1,3
İsviçre	14	1,3
Kolombiya	13	1,2
Hindistan	13	1,2

### Çalışmaların Entelektüel Yapısı

#### Etkili Çalışmalar

Tablo 3, her yıl aldıkları ortalama atıf sayısına göre en iyi 20 çalışmayı listelemektedir. Deslauriers, Schelew ve Wieman'ın (2011) "Geniş Kayıtlı Fizik Sınıfında Geliştirilmiş Öğrenme" çalışması dikkate değer bir örnektir. Yayımlandığı günden itibaren yılda ortalama 46,31 atıf olmak üzere toplam 602 atıf almıştır. 447 atıf alan ve yılda ortalama 31,93 atıf alan diğer bir makale, Hazari ve diğerleri tarafından hazırlanan "Lise Fizik Deneyimlerini, Sonuç Beklentilerini, Fizik Kimliğini ve Fizik Kariyer Seçimini Bağlamak: Bir Cinsiyet Araştırması" dır (2010).

**Tablo 3.** Her Yıl Aldıkları Ortalama Atıf Sayısına Göre İlk 20 Makale

Başlık	Yayın Yılı	Toplam Atıf	Yıllık Ort.
<b>Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class</b>			46,3
Deslauriers, Louis; Schelew, Ellen; Wieman, Carl <i>SCIENCE</i> 2011	2011	602	1
<b>Connecting High School Physics Experiences, Outcome Expectations, Physics Identity, and Physics Career Choice: A Gender Study</b>			31,9
	2010	447	3

Hazari, Zahra; Sonnert, Gerhard; Sadler, Philip M.; Shanahan, Marie-Claire <i>JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING</i> 2010			
<b>Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework</b>			
Sengupta, Pratim; Kinnebrew, John S.; Basu, Satabdi; Biswas, Gautam; Clark, Douglas <i>EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES</i> 2013	2013	224	20,3 6
<b>Synthesis of discipline-based education research in physics</b>			
Docktor, Jennifer L.; Mestre, Jose P. <i>PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2014	2014	160	16 15,7
<b>Demographics of physics education research</b>			
Kanim, Stephen; Cid, Ximena C. <i>PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2020	2020	63	5
<b>When are tutorial dialogues more effective than reading?</b>			
VanLehn, Kurt; Graesser, Arthur C.; Jackson, G. Tanner; Jordan, Pamela; Olney, Andrew; Rose, Carolyn P. <i>COGNITIVE SCIENCE</i> 2007	2007	214	12,5 9
<b>Gender discrimination in physics and astronomy: Graduate student experiences of sexism and gender microaggressions</b>			
Barthelemy, Ramon S.; McCormick, Melinda; Henderson, Charles <i>PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2016	2016	86	10,7 5
<b>A longitudinal analysis of students' motivational characteristics in introductory physics courses: Gender differences</b>			
Marshman, Emily; Kalender, Zeynep Y.; Schunn, Christian; Nokes-Malach, Timothy; Singh, Chandralekha <i>CANADIAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2018	2018	64	10,6 7
<b>Pedagogical practices and instructional change of physics faculty</b>			
Dancy, Melissa; Henderson, Charles <i>AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2010	2010	148	10,5 7
<b>Enriching gender in physics education research: A binary past and a complex future</b>			
Traxler, Adrienne L.; Cid, Ximena C.; Blue, Jennifer; Barthelemy, Ramon <i>PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2016	2016	84	10,5 10,2
<b>Resource Letter ALIP-1: Active-Learning Instruction in Physics</b>			
Meltzer, David E.; Thornton, Ronald K. <i>AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2012	2012	123	5
<b>Language of Physics, Language of Math: Disciplinary Culture and Dynamic Epistemology</b>			
Redish, Edward F.; Kuo, Eric <i>SCIENCE &amp; EDUCATION</i> 2015	2015	88	9,78
<b>Approaches to data analysis of multiple-choice questions</b>			
Ding, Lin; Beichner, Robert <i>PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2009	2009	144	9,6
<b>Flipped Classroom adapted to the ARCS Model of Motivation and applied to a Physics Course</b>			
Aşıksoy, Gulsum; Ozdamli, Fezile <i>EURASIA JOURNAL OF MATHEMATICS SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION</i> 2016	2016	74	9,25
<b>Hermione and the Secretary: how gendered task division in introductory physics labs can disrupt equitable learning</b>			
Doucette, Danny; Clark, Russell; Singh, Chandralekha <i>EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2020	2020	37	9,25
<b>Impact of physics education research on the teaching of introductory quantitative physics in the United States</b>			
Henderson, Charles; Dancy, Melissa H. <i>PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2009	2009	132	8,8
<b>Cylindrical magnets and ideal solenoids</b>			
Derby, Norman; Olbert, Stanislaw <i>AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS</i> 2010	2010	119	8,5
<b>Using Smartphones as Experimental Tools-Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education</b>			
Hochberg, Katrin; Kuhn, Jochen; Mueller, Andreas <i>JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY</i> 2018	2018	49	8,17
<b>Inventing a solution and studying a worked solution prepare differently for learning from direct instruction</b>			
Glogger-Frey, Inga; Fleischer, Corinna; Grueny, Lisa; Kappich, Julian; Renkl, Alexander <i>LEARNING AND INSTRUCTION</i> 2015	2015	71	7,89
<b>Framework for understanding the patterns of student difficulties in quantum mechanics</b>			
Marshman, Emily; Singh, Chandralekha <i>PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS-PHYSICS EDUCATION RESEARCH</i> 2015	2015	69	7,67

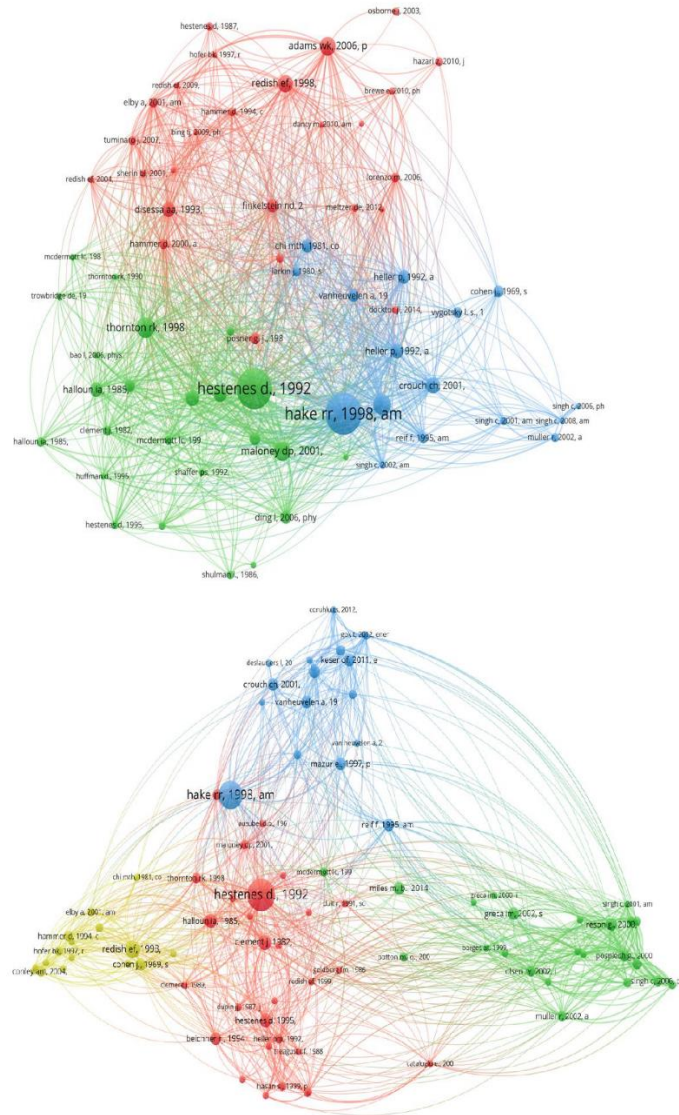
Öncelikle, 20 çalışmadan 5'i fizik eğitiminde toplumsal cinsiyet eşitliğine odaklanmakta ve bu konunun ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi, en çok alıntı yapılan ikinci çalışma, bilim camiasında toplumsal cinsiyet eşitliğine verilen önemin diğer bir kanıtını da sağlamaktadır. Ayrıca Aşıksoy ve Özdamlı'nın (2016) "Flipped Classroom adapted to the ARCS Model of Motivation and applied to a Physics

Course" (ARCS Motivasyon Modeline Uyarlanmış ve Bir Fizik Dersine Uygulanmış Ters-Yüz Sınıf") adlı çalışması yılda ortalama 9,25 atıf ile Türkiye kaynaklı en önemli eser olarak öne çıkmaktadır.

### **Ortak Alıntı Analizi**

Bu çalışmada kullanılan fizik eğitimi ile ilgili küresel ve Türkiye araştırmalarının atıfları Şekil 2'de gösterilmektedir. Küresel çalışmalarda toplam 30.237 atıf bulundu (şeklin sol tarafı) ve haritalama için 15 atıf eşliği oluşturulduğunda, bunu karşılayan 129 atıf bulunmuştur. Buna benzer olarak, Türkiye'den (şeklin sağ tarafı) 4.367 atıf bulunmuş (minimum 5 atıf) ve bunların 46'sı ilgili şartı sağlamaktadır.

Haritalara bakıldığında her iki tarafta da en çok atıf yapılan eserler Hestenes, D. (1992) ve Hake, RR (1998) olarak göze çarpmaktadır. Her iki tarafta da en sık başvurulan çalışma etkileşimli fizik eğitiminin geleneksel yaklaşımlara göre avantajlarını gösteren Hake (1998)'in çalışmasıdır. Fizik eğitiminde en çok kullanılan araştırma Hestenes (1992) tarafından hazırlanan "Kuvvet Konuları Kavram Testi (Force Motion Concept Test)"dir. İki harita karşılaştırıldığında ilginç bir bulgu, Türkiye'de yapılan çalışmalarda Vygotsky (Vygotskici bakış açısı), Hazari (fiziksel kimlik) ve Osborne (NOS) için yeterli referansa yer verilmemesidir. Ayrıca eşitlik, cinsiyet eşitsizliği ve kimlik gibi önemli konuların (Hazari , Lorenzo, Brewes ) Türkiye araştırmalarında fazla ilgi görmediği tespit edilmiştir.



**Şekil 2.** Fizik Eğitime Yönelik Küresel (üstteki) ve Türkiye (alttaki) Araştırmalarına İlişkin Atıflar

Tablo 4, küresel çapdaki çalışmalarda birlikte en çok referans sunan makaleleri listelemektedir. Daha çok Fen'e yönelik tutumlara odaklanan Adams WK (2006), kırmızı kümedeki ana çalışmadır ve Redish EF (1998) tarafından yapılan öğrenci beklentileri araştırmasında 35 kez en sık bahsedilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi, öğrencilerin Newton Kanunlarını anlamalarına odaklanan Hestenes D. (1998) ve Thornton (1999), mavi grupta sıklıkla birlikte tartışılmaktadır. Yukarıda adı geçen Hake RR (1998), Hestenes ile bağlantılıdır (80 kez) ve Thornton, Hestenes ile birlikte önemli ölçüde (56 kez) atıf almıştır.

**Tablo 4.** Tüm Yazarların En Çok Alıntı Yaptığı Çalışmalar ve Ortak Atıfları

Yazar	Kaynak 1			Yazar	Kaynak 2			K1&2 LS
	C	L	TLS		C	L	TLS	
Adams, WK., 2006	65	63	376	Redish, E.F., 1998	62	64	429	35
Hake, R.R., 1998	162	65	881	Hestenes, D., 1992	157	65	906	80

Hestenes, D., 1998 157 65 906 Thornton, R. K., 1999 74 64 551 56

C: Citations (Atıflar) L: Links (Bağlantılar) TLS: Total Link Strength (Toplam Bağlantı Gücü) LS: Link Strength (Bağlantı Gücü)

Küresel araştırmaların aksine, Türkiye çalışmaları Redish EF (1998) ve Hammer D'nin (1994) birlikte daha sık (5 kez) alıntılanmasıyla dikkat çekmektedir.

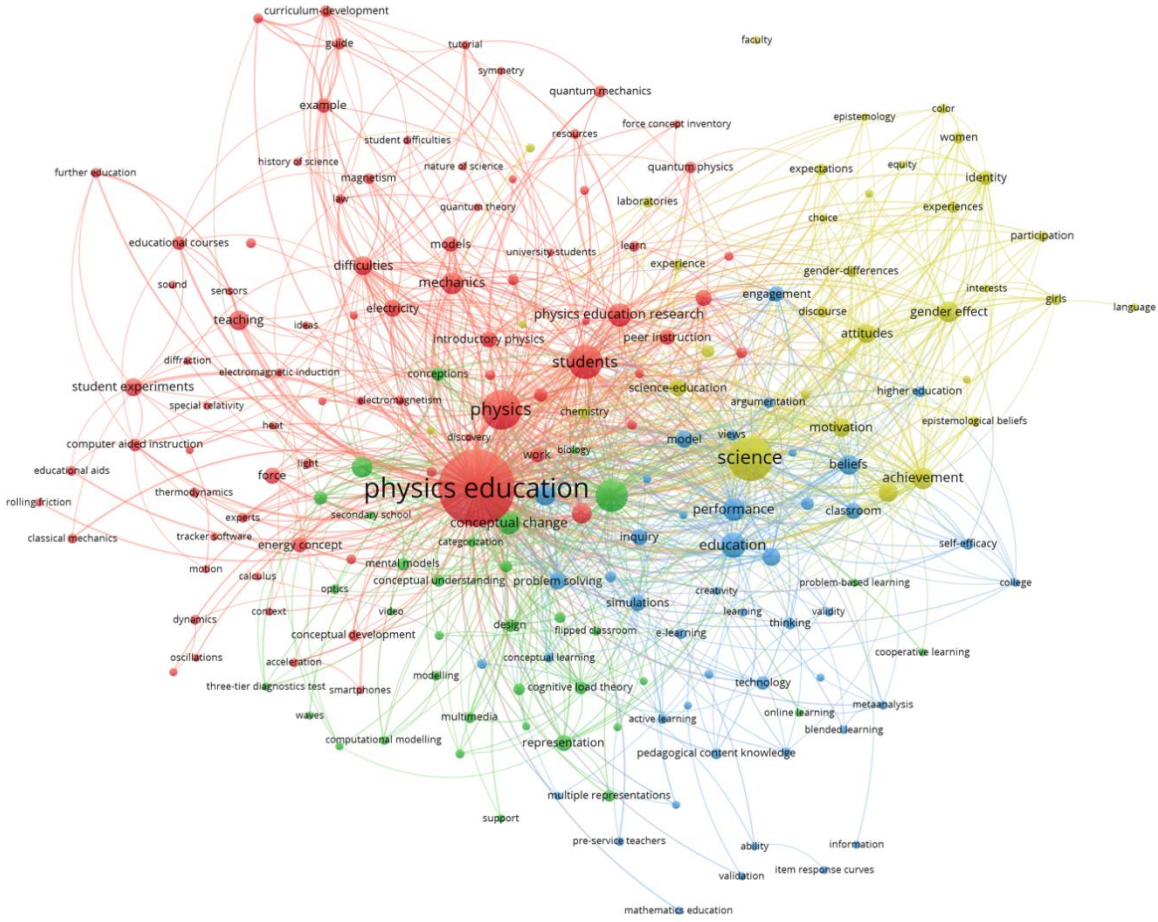
**Tablo 5.** Türk Yazarların En Çok Alıntı Yaptığı Çalışmalar ve Ortak Atıfları

Yazar	Kaynak 1			Yazar	Kaynak 2			K1&2 LS
	C	L	TLS		C	L	TLS	
Hestenes, D., 1992	20	74	143	Hake, R.R., 1998	17	41	78	7
Hake, R.R., 1998	17	41	78	Mazur, E., 1997	7	35	49	5
Redish, E.F., 1998	10	41	65	Hammer, D. 1994	6	23	38	5

C: Citations (Atıflar) L: Links (Bağlantılar) TLS: Total Link Strength (Toplam Bağlantı Gücü) LS: Link Strength (Bağlantı Gücü)

#### **Anahtar Sözcük Analizi**

Son 20 yılda 1076 küresel çalışmada fizik eğitimiyle bağlantılı 2.545 farklı anahtar kelime bulunmuştur. 154 anahtar kelime, haritanın okunabilirliğini garanti etmek için en az 7 kez görünme kriterini karşılamaktadır. Şekil 3'te gösterildiği gibi 4 küme ortaya çıkmıştır. Kırmızı küme diğerlerine göre daha büyük olarak gözükmektedir. "Fizik eğitimi" (535) bu kümede en sık görünen ve tüm haritanın ortasında yer alan anahtar kelimedir. "Fizik eğitimi" , bu çalışma için yapılan makale aramalarında kullanılan bir anahtar kelime olduğu için bu durum doğaldır. Bu kategorideki önemli anahtar kelimelerin çoğunun fizik öğretimi ile ilgili olduğu açıktır. Haritaya bakıldığında, "fizik" 142 kez geçtiği bu kümede en sık kullanılan ikinci anahtar kelimedir. Fizik öğretimi söz konusu olduğunda "öğretmek" (38), "öğrenciler" (108) ve "mekanik" (44) kelimeleri de dikkat çekicidir. Ek olarak, bu grupta "kuantum teorisi", "elektrik", "enerji kavramı", "termodinamik", "klasik mekanik", "ses" ve "yuvarlanma sürtünmeleri" gibi saf fizik kavramlarıyla ilgili çok sayıda anahtar kelime bulunmaktadır.



Şekil 3. Fizik Eğitimi ile Bağlantılı Tüm Anahtar Kelimeler

Sarı küme, bu haritada göze çarpan başka bir gruptur. Bu grup açıkça fizik eğitiminde "eşitlik" ile bağlantılı terimleri içermektedir. Bu grup, cinsiyet eşitliği ile bağlantılı "kadın" (13), "cinsiyet etkisi" (39), "kızlar" (12) ve "cinsiyet farkı" (12) gibi terimlerin yanı sıra "kimlik" (21), "renk" (10) ve "eşitlik" gibi terimleri içerir.

Yeşil küme, bir başka çarpıcı gruptur. Bu kümede en sık kullanılan terim 95 kez geçen "bilgi"dir. Ayrıca yapılandırmacı öğrenme çalışmaları ile ilişkilendirilen "kavram yanılgıları" (41), "kavramsal değişim" (47), "bilişsel yük teorisi" (15) ve "zihinsel modeller" (15) gibi terimler de bulunmaktadır.

Son olarak, mavi küme genel olarak bilim eğitiminden fikirleri tasvir etmektedir. "Eğitim" (59), "performans" (48), "sorgulama" (26) ve "problem çözme" (29) anahtar sözcükleri en yaygın olanlarıdır. Bununla birlikte, teknoloji entegrasyonunu içeren öğretim yaklaşımlarına ilişkin "simülasyonlar" (26), "e-öğrenme" (11) ve "teknoloji" (17) gibi terimler de bu kümede yaygındır.





**Tablo 6.** En Çok Görülen Anahtar Kelimeler ve Tanımlayıcılar

Küresel Çalışmalar	Sıklık	TLC	Türkiye Çalışmaları	Sıklık	TLC
fizik eğitimi/physics education	535	1721	fizik eğitimi/physics education	100	376
bilim/science	184	876	bilim/science	29	151
fizik/physics	142	543	kavram yanlışları/misconceptions	17	90
öğrenciler/students	109	506	bilgi/knowledge	16	92
bilgi/knowledge	95	459	fizik/physics	16	91
eğitim/education	59	254	performans/performance	10	69
fizik eğitimi araştırması/physics education research	51	234	başarı/achievement	9	70
performans/performance	48	271	tutumlar/attitudes	8	46
kavramsal değişim/conceptual change	47	211	fen eğitimi/science education	8	37
başarı/achievement	45	294	kavramsal değişim/conceptual change	7	40
mekanik/mechanics	44	199	zihinsel modeller/mental models	7	24
öğretim/instruction	41	223	problem çözme/problem solving	7	38
kavram yanlışları/misconceptions	41	181	inançlar/beliefs	6	42
cinsiyetin etkisi/ gender effect	39	203	güçlükler/difficulties	6	44
fen eğitimi/science education	38	159	cinsiyetin etkisi/ gender effect	6	40
öğretme/teaching	38	110	mekanik/mechanics	6	21
inançlar/beliefs	37	185	akran öğretimi/peer instruction	6	34
tutumlar/attitudes	34	183	öğrenciler/students	6	40
güçlükler/difficulties	34	198	üç aşamalı test/three-tier diagnostics test	6	33
matematik/mathematics-symbolic mathematics	33	164	kavram yanlışlığı/misconceptions	5	26

TLC: Tanımlayıcılar

Küresel ve Türkiye araştırmalarında en sık kullanılan anahtar kelimelerin karşılaştırılması Tablo 6'da gösterilmiştir. Türkiye'de yapılan araştırmaların uluslararası literatür ile uyumlu olması bu verilerden elde edilen en önemli bulgudur. Her iki grupta da en sık görünen iki anahtar kelime "physics education/fizik eğitimi" ve "science/bilim"dir. Türkiye'de 100 kez (TLC=376) ve yurt dışında 535 kez (TLC=1721) " physics education/fizik eğitimi" anahtar kelimesi kullanılmıştır. Buna benzer olarak araştırmacılar küresel çapta 184 kez (TLC=867), Türkiye'de 29 kez (TLC=151) "science/bilim" anahtar kelimesini seçmişlerdir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, hem Dünya'daki hem de Türkiye'deki fizik eğitimi araştırmalarının çeşitli yönleri incelenmiş ve alanın kapsamlı bir analizi sunulmuştur. WoS veritabanında yer alan dergilerde Fizik eğitimine odaklanan araştırma makalelerinin küresel çapta ve Türkiye'de en yaygın yayın türü olarak gözükmektedir. Buna karşın, inceleme makaleleri toplamda çok az bir oranı temsil etmektedir.

Bu araştırma, 2003 ile 2023 yılları arasındaki fizik eğitimi alanındaki eğilimleri belirlemekte iken en dikkat çeken yıl küresel çapta fizik eğitimi yayınlarının en fazla olduğu yıl olarak 2020 olmuştur. Benzer şekilde, 2012, önemli bir alan büyümesi dönemine işaret eden, önemli araştırma çıktıları gösteren önemli ve dikkat çekici bir yıldır. 2012 ve 2014 yıllarında Türkiye, fizik eğitimi araştırmalarına önemli katkılarda bulunarak, ülkenin bu alana olan katkısını ortaya koymaktadır. Amerika Birleşik Devletleri uluslararası alanda en fazla katkıyı sağlarken, onu

sırasıyla Türkiye, İtalya ve Almanya izlemektedir. Bu durum Türkiye'nin önemli katkılarından dolayı disiplinde önde gelen araştırmacılardan biri olduğunun açık bir göstergesidir.

Atıfların analizi, küresel ve Türkiye çalışmaları arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır. Türkiye kaynaklı araştırmalarda Vygotsky'nin bakış açısı, fizik kimliği ve NOS (Bilimin Doğası) gibi konulara daha az atıfta bulunmaktadır. Araştırmanın sonuçlarına göre eşitlik, cinsiyet eşitsizliği ve kimlik gibi önemli konular halen Türkiye araştırmalarında yeterince ilgi görmemektedir.

Sık kullanılan anahtar kelimelerin analiz sonuçları, farklı sonuçları ortaya koymaktadır. Küresel çalışmalar, fizik öğretimini, eşitlikle ilgili terimleri, yapılandırmacı öğrenme bakış açılarını ve teknolojiyi bütünleştiren öğretim yöntemlerini vurgulamaktadır. Türkiye kaynaklı araştırmalar ise "fizik eğitimi" ve "bilim" gibi ortak terimlere vurgu yaparak uluslararası literatüre uygun bir süreç göstermektedir.

Bu çalışmanın en önemli sonuçlarından birisi son 20 yılda Türkiye'de ve Dünya'da yapılan çalışmalar dikkate alındığında, Türk akademisyenlerin verimlilik açısından Amerikalı araştırmacılardan sonra ikinci sırada olduğunu göstermektedir. Bu anlamda, Türkiye'nin etkili bir fizik eğitimi araştırmacıları topluluğuna sahip olduğu söylenebilir. Uluslararası literatürü önemli ölçüde etkilemiş olan Türkiye'deki bu araştırma grubunun fen eğitimini önemli ölçüde destekleyeceği ve nihayetinde bilim okuryazarlığına değer veren bir toplumun büyümesine katkıda bulunacağı açıktır. Özdem ve Sarıgül'ün (2019) çalışması da benzer bazı sonuçlar vermiştir.

Bunun yanında, araştırmacıların hedeflenen çalışma odağı, Türkiye'nin uluslararası fizik eğitimi alanındaki konumuna ilişkin eleştirel sonuçlar da sunmaktadır. Türk araştırmacıların çoğunlukla kavram yanlışlarına, etkili fizik öğretime ve öğrencilerin fiziğe yönelik tutumlarına odaklandığını göstermektedir. Bunun aksine, uluslararası literatür de eşitlik, cinsiyet ve kimliğe vurgu yapılmaktadır. İdin ve Dönmez (2009) ile Akkaya ve Özdem'den (2017) elde edilen benzer bulgular, Türkiye'deki bu eksikliği göstermekte ve eşitlik konuları açısından yalnızca toplumsal cinsiyet eşitliğinin kısmen ele alındığını vurgulamaktadır.

Eşitlikçi bilim eğitimi, uluslararası araştırmalarda olduğu gibi fizik eğitimi ile ilgili Türkiye araştırmalarında yeterince tartışılmamaktadır. Örneğin, Ulusal Bilimler, Mühendislik ve Tıp Akademileri'nin (the National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) 2018 raporuna göre eşitlik, fen eğitiminde önemli bir sorundur ve "tüm öğrencilerin bilimi öğrenme ve bilimde başarılı olma fırsatına sahip olması gerekir". Ancak Özdem ve Sarıgül'ün (2019) Türkçe literatür araştırması, çok az araştırmacının fizik eğitiminde eşitlik konularına odaklandığını ortaya koymaktadır.

Türkiye'deki fizik eğitimi çalışmalarında eşitlik odağının olmaması, çeşitli faktörlerden kaynaklanıyor olabilir. Örneğin, yetersiz laboratuvar olanakları, kalabalık sınıflar, eşitlikçi olmayan müfredat gibi yapısal sorunlar Türkiye'de eşitlikçi fizik eğitimi vermeyi zorlaştırabilir. Bu nedenle Türkiye'deki araştırmacılar eşitlikten önce bahsedilen sorunlara odaklanmakta olabilir. Türkiye, bu sistemik sorunları çözerek tüm öğrencilerin eşit fizik eğitimi almasını sağlama yolunda ilerleyebilir.

Güçlü bir fizik eğitime sahip olmasına rağmen, Türkiye şu anda genel olarak fen eğitiminde bir paradigma değişiminden geçmektedir (Doğan, 2023). Uluslararası literatüre başvurarak etkili fizik eğitimi için bir öğrenme ortamı yaratmaya odaklanan araştırmacılar, bu dönüşüm sürecinde yetersiz temsil edilen tüm gruplara bu etkili fizik eğitimini nasıl sunabileceklerini ister istemez düşüneceklerdir. Bu çalışma, Türkiye’deki fizik eğitiminde eşitlik sorunlarının neden olduğu önemli boşluğa dikkat çekmiştir. Araştırmacılar, küresel literatürdeki büyüme ve dönüşümü takip edecek ve yeterince temsil edilmeyen tüm grupları bu ortamda öğretime başarılı bir şekilde dahil edecek yeni anlayışların yanı sıra belirli eylemler hakkında konuşmalıdır.

## ÖNERİLER

Fizik eğitimi alanında bakış açılarını geliştirmek ve yenilikçi yaklaşımları teşvik etmek için farklı ülkelerden araştırmacılar arasında uluslararası işbirliğinin teşvik edilmesi önemli görülmektedir. Araştırma ağlarının geliştirilmesi, ortak konferansların düzenlenmesi ve işbirlikleri için yardım sağlanması, bilgi paylaşımını ve önemli araştırma başarılarının teşvik edilmesini geliştirecektir. Fizik eğitiminde eşitlik, cinsiyet eşitsizlikleri ve kimlik gibi konuların yanı sıra araştırma boşluklarını doldurmak amacıyla eğitim girişimlerinin uzun vadeli sonuçlarını etraflıca değerlendirmek için boylamsal araştırmalara özel olarak odaklanılmalıdır. Bu önerilerin uygulanmasıyla, fizik eğitimi alanı önemli ölçüde gelişebilir, hem öğretme hem de öğrenme yöntemlerinin yanı sıra kapsayıcılık, çeşitlilik ve tüm alanlarda kalitenin sağlanması yolunda ilerlemeler kaydedilebilir.

## Etik Metni

Bu makalede dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazara aittir. Bu araştırma WoS’tan elde edilen ikincil veriler ile yapılan bir çalışma olduğu için “Etik Kurul” izni gerektirmemektedir.

**Yazarın Katkı Oranı Beyanı:** Yazarın katkı oranı %100’dür.

## KAYNAKÇA

- Aalst, J. V. (2000). An introduction to physics education research. *Canadian Journal of Physics*, 78(1), 57–71. <https://doi.org/10.1139/p00-005>
- Akkaya, O., & Özdem, Y. (2017). The effects of gender on physics achievement and attitudes towards physics in Turkey. *Research in Science Education*, 47(1), 1-20.
- Arık, E. (2015). A bibliometric analysis of linguistics in web of science. *Journal of Scientometric Research*, 4(1), 20-28. <https://doi.org/10.4103/2320-0057.156018>
- Barthelemy, R. S., Van Dusen, B., & Henderson, C. (2015). Physics education research: A research subfield of physics with gender parity. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11(2), 020107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020107>
- Bitzenbauer, P. (2021). Quantum physics education research over the last two decades: A bibliometric analysis. *Education Sciences*, 11(11), 699. <https://doi.org/10.3390/educsci11110699>

- Broks, A. (2003). General physics at the upper secondary education level. *Journal of Baltic Science Education*, 2(4), 28-37.
- Caldarelli, G., Wolf, S., & Moreno, Y. (2018). Physics of humans, physics for society. *Nature Physics*, 14(9), 870-870. <https://doi.org/10.1038/s41567-018-0266-x>
- Çepni, S., Ormanci, Ü., & Kaçar, S. (2017). National and international advances in Physics education in the last three years: a thematic review. *Journal of Turkish Science Education*, 14(3), 87-108.
- Dewi, P. S., Widodo, A., Rochintaniawati, D., & Prima, E. C. (2021). Web-Based Inquiry in Science Learning: Bibliometric Analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 191-203. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v4i2.9576>
- Doğan, Ö. K. (2023). Trends and Issues in Science Education in the New Millennium: A Bibliometric Analysis of the JRST. *Science Insights Education Frontiers*, 16(1), 2375-2407. <https://doi.org/10.15354/sief.23.or249>
- Donahue, D. M. (1993). Serving students, science, or society? The secondary school physics curriculum in the United States, 1930-65. *History of Education Quarterly*, 33(3), 321-352. <https://doi.org/10.2307/368196>
- Fraser, J. M., Timan, A. L., Miller, K., Dowd, J. E., Tucker, L., & Mazur, E. (2014). Teaching and physics education research: bridging the gap. *Reports on Progress in Physics*, 77(3), 032401. <https://doi.org/10.1088/0034-4885/77/3/032401>
- Guisasola, J. (2014). How physics education research contributes to designing teaching sequences. In *Frontiers of fundamental physics and physics education research* (pp. 397-406). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-00297-2\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-319-00297-2_39)
- Gürel, D. K., & Korhasan, N. D. (2018). A critical look at the physics education research in Turkey and in the world. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 7(3), 935-957. <https://doi.org/10.14686/buefad.403625>
- Hallinger, P., & Kovačević, J. (2019). A bibliometric review of research on educational administration: Science mapping the literature, 1960 to 2018. *Review of Educational Research*, 89(3), 335-369. <https://doi.org/10.3102/0034654319830380>
- İdin, S., & Dönmez, I. (2009). The views of Turkish science teachers about gender equity in science education. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 73-84.
- Jamali, S. M., Zain, A. N., Samsudin, M. A., & Ebrahim, N. A. (2015). Publication trends in physics education: A bibliometric study. *Journal of Educational Research*, 35, 19-36. <https://doi.org/10.5281/zenodo.801889>
- Jho, H. (2018). The past and the present of physics education at a glance: A review of international studies on physics education by using science mapping tool. *New Physics: Sae Mulli*, 68(10), 1096-1106. <https://doi.org/10.3938/NPSM.68.1096>
- Knauss, H. P. (1958). Physics for secondary schools. *American Journal of Physics*, 26(6), 378-380. <https://doi.org/10.1119/1.1996164>
- Laengle, S., Modak, N. M., Merigó, J. M., & De La Sotta, C. (2018). Thirty years of the International Journal of Computer Integrated Manufacturing: a bibliometric analysis. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 31(12):1247-1268. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2018.1529434>

- Leyva Duarte, J. E., Chávez Martínez, J. D. J., Pinedo de Anda, F. J., & Niebla Zatarain, J. C. (2019). Bibliometric analysis of Organizational culture in Business economics of Web of Science, 1980-2018. *Nova Scientia*, 11(22), 478-500. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1810>
- Masitoh, P. N. A., Latifah, S., Saregar, A., Aziz, A., Suharto, & Jamaluddin, W. (2021). Bibliometric analysis of physics problem solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012009>
- McDermott, L. C. (2004). Physics education research: the key to student learning. *Physics World*, 17(1), 40–41. <https://doi.org/10.1088/2058-7058/17/1/37>
- McDermott, L. C., Heron, P. R., Shaffer, P. S., & Stetzer, M. R. (2006). Improving the preparation of K-12 teachers through physics education research. *American Journal of Physics*, 74(9), 763-767. <https://doi.org/10.1119/1.2209244>
- Meltzer, D. E. (2004). The Questions We Ask and Why: Methodological Orientation in Physics Education Research. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.1807242>
- Menter, J. W. (1971). Physics Bulletin 21. *Physics Bulletin*, 22(1), 11–11. <https://doi.org/10.1088/0031-9112/22/1/002>
- Merigó-Lindahl, J. M. (2012). Bibliometric Analysis of Business and Economics in the Web of Science. *Soft Computing in Management and Business Economics*, 3–17. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-30451-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-30451-4_1)
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., & Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement (Chinese edition). *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 7(9), 889-896. <https://doi.org/10.3736/jcim20090918>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *Science education for all children: Taking action to improve the opportunities and outcomes of learners from diverse backgrounds*. The National Academies Press.
- Özdem, Y., & Sarigül, S. (2019). Equity in science education: A review of the literature in Turkey. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1867-1895.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349. <https://doi.org/10.1108/eb026482>
- Putri, C. R., Soleh, S. M., Saregar, A., Anugrah, A., & Susilowati, N. E. (2021). Bibliometric analysis: Augmented reality-based physics laboratory with VOSviewer software. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012056. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012056>
- Singh, C. (2014). What can we learn from PER: Physics Education Research?. *The Physics Teacher*, 52(9), 568-569. <https://doi.org/10.1119/1.4902211>
- Uzunboylu, H., & Aşıksoy, G. (2014). Research in physics education: A study of content analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 136, 425-437. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.353>
- Van Eck, N. J., & 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>

Wenning, C. J., & Vieyra, R. E. (2020). *Teaching high school physics: The nature of physics teaching*. AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/9780735421967>

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-447. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>