

# **Bibliometric Analysis of Educational Research on System Thinking**

**Prof. Dr. Adnan Küçüköğlü**

Atatürk University - Türkiye  
ORCID: 0000-0002-8522-258X  
adnank@atauni.edu.tr

**Prof. Dr. Hasret Nuhoğlu**

Maltepe University - Türkiye  
ORCID: 0000-0002-9985-4203  
hasretnuhoglu@maltepe.edu.tr

**Arzu Derya Taşçı (Lect.)**

Kafkas University - Türkiye  
ORCID: 0000-0003-3667-2020  
arzderya28@gmail.com.tr

## **Abstract**

The purpose of this study is to conduct a bibliometric analysis of educational research conducted on system thinking and examine the distribution of research by year, citation count, influential authors, journals, countries, institutions, collaborative authorship, co-citation authors, journal citation networks, and keywords used in the articles. This study was designed in the a descriptive review. The data obtained by scanning articles published in the field of educational research on system thinking in the Web of Science (WoS) database was analyzed using bibliometric analysis methods. The bibliometric analysis results show that the highest number of articles related to system thinking were published in 2022, and the most cited study was the article titled "Defining computational thinking for mathematics and science classrooms" published by Weintrop et al. in the "Journal of Science Education and Technology." It was found that the highest number of articles were published in the "International Journal of Science Education." In the WoS database, there were 717 authors who published educational research in the category of system thinking, and the most contributing authors were Assaraf, OBZ, Schechter, C., and Shaked, H. It is noteworthy that the Ben Gurion University contributed the most to the research, and the majority of research was conducted in the United States. When the VOSviewer data was analyzed within the context of collaborative authorship, the program found connections among 29 out of the 49 countries identified. The data for the co-occurring keywords analysis of articles in the category of educational research on system thinking were analyzed using the VOSviewer program, and a total of 858 different keywords were identified. When filtered for those that were used at least three times, 54 common keywords were identified.

**Keywords:** Education, Educational research System thinking, Bibliometric analysis



**E-International Journal  
of Educational  
Research**

Vol: 14, No: 4, pp. 126-145

Research Article

Received: 2023-04-12  
Accepted: 2023-08-22

## **Suggested Citation**

Küçüköğlü, A., Nuhoğlu, H. & Derya Taşçı, A. (2023). Bibliometric analysis of educational research on system thinking, *E-International Journal of Educational Research*, 14 (4), 126-145. DOI: <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1281742>

## Extended Abstract

**Problem:** The world we live in is struggling with complex, dynamic environmental, social, and economic problems such as climate change, environmental pollution, and poverty. Systems thinking emerges as a new way of thinking that both scientists and society need to understand the components of complex systems and their relationships to cope with these complex problems (Capra & Luisi, 2014; Lyneis & Fox-Melanson, 2001; Maani & Maharaj, 2004; Meadows, 2008; Ormanci et al., 2018; Plate, 2010; Senge, 2002; Schoen & Fusarelli, 2008). One of the pioneers in this field, Barry Richmond (1994), defined systems thinking as the art and science of obtaining reliable inferences about behaviors that cause and deepen the understanding of the underlying structure of a system. Another pioneer, Peter Senge (2002), expressed systems thinking as a discipline that enables us to see the whole, relationships rather than objects, and the structure of change rather than static snapshots. Systems thinking has become a rapidly growing and appealing subject for practitioners, governments, militaries, and researchers in various fields such as system engineering, management, education, and health (Hossain et al., 2020). Moreover, the number of studies conducted to develop students' systems thinking skills in education has increased significantly in the last decade (Mambrey et al., 2020). Researchers also point out that systems thinking is an important tool in terms of critical thinking, decision-making, and problem-solving skills (Chang, 2001; Costello, 2001; Grant, 1998; Lannon-Kim, 1991; Lyneis and Fox-Melanson, 2001; Stuntz et al., 2001; Waters Foundation, 2006). However, although the value of systems thinking for education researchers and policymakers is increasing day by day, there is a clear lack of connection between scientific studies conducted in this field (Jacobson & Wilensky, 2006; National Research Council, 2012; Next Generation Science Standards, 2013; Verhoeff et al., 2018). Additionally, it is emphasized in the literature that there is a lack of conceptualization of systems thinking (Mambrey et al., 2020). In this sense, bibliometric analysis will contribute to determining the tendencies of existing publications related to systems thinking, revealing the connection between studies, and advancing this concept in the literature. Bibliometric analysis is an analysis method that enables ranking, evaluation, and monitoring of publications in terms of various bibliometric indicators such as research areas, journals, countries, institutions, types of methods used, number of authors, citations received, inter-author connections, and keywords (Köseoglu et al., 2016). When literature is examined, it is observed that there is no study focusing on the bibliometric analysis of education research conducted on system thinking. Therefore, it is thought that the findings obtained from this study will guide researchers who intend to conduct research on system thinking regarding the publication year of the studies, the most active authors, the countries where they were published, institutions, journals, citation network analysis, and keywords in the publications. The aim of this study is to evaluate the trends of published education research on system thinking using the bibliometric analysis method. In this direction, the question "What are the bibliometric properties of education research related to system thinking?" has been determined as the problem sentence, and the following sub-questions have been sought to be answered in education research related to system thinking.

- What is the distribution of articles by year?
- Which are the most cited articles?
- What are the numbers of publications for the authors who contribute the most to the field?
- Which are the most influential journals?
- Which are the most influential countries?
- Which are the most influential institutions?
- What is the level of collaboration among countries?
- What is the analysis of the co-cited authors of the articles?
- What are the citation networks of the most influential journals?
- What are the keywords of the articles?

**Method:** This study was designed in the a descriptive review. Descriptive scanning studies aim to collect data to determine the situation of the characteristics determined by the researcher on a sample. Descriptive scanning studies are conducted to reveal the existing situation regarding the subject under study (Büyükoztürk et al., 2018). In this study, articles related to the field of education on systems thinking were scanned from the Web of Science (WoS) database and made suitable for bibliometric analysis. The WoS database was preferred because it includes various data from different citation databases (SCI, SSCI,

SCI-Expanded, AHCI, ESCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH), including journals, conferences, reports, books, and book series, and currently has over 37,000 journals and more than 171 million records (Yeşiltaş & Şeker, 2021). The data in this study was obtained using the WoS scientific database on January 3, 2023. To access studies related to systems thinking in the database, studies published with the keywords "systems thinking", "system thinking", "systems dynamics", "system dynamics", and "systemic thinking" were determined. The "topic" option of the WoS database program was selected. With the "topic" option, the titles, abstracts, and keywords of the studies were scanned. As a result of the scan, 16,848 studies identified in the WoS database were limited to 10,515 articles, which is the most common record type. In addition, all articles between 1992 and 2023 were included, starting from the earliest available date in the database. Finally, 287 articles scanned in the SCI-Expanded, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, and ESCI indexes in the "Education/Educational Research" category in the WoS database and written in English were determined as the bibliometric data set. The findings obtained were presented and interpreted in tables and figures within the scope of the sub-questions.

**Findings:** When the distribution of educational research on systems thinking was examined by year, it was found that the number of articles had been increasing steadily since the first article in 1992, with the highest number of articles being published in 2022 (n=33). This result supports the finding of Hossain et al. (2020) study in the Scopus database that articles related to systems thinking have been increasing significantly in recent years. Moreover, Mambrey et al. (2020) emphasized that the number of educational research studies on systems thinking has significantly increased in the last decade. When the top three most cited articles were examined, it was observed that the top-ranked article was "Defining computational thinking for mathematics and science classrooms" by Weintrop et al. (2016), published in the "Journal of Science Education and Technology." The article has a total of 457 citations, with an average annual citation rate of 57.13. It was revealed that the top three authors who contributed the most to the field of educational research on systems thinking were Assaraf, OBZ., Schechter, C., and Shaked, H., respectively. Regarding the journals that published the most articles on systems thinking in educational research, it was found that the top three were the "International Journal of Science Education," "Journal of Biological Education," and "Journal of Research in Science Teaching." When the articles were examined according to the countries they were published in, it was determined that the most publications came from the United States, followed by Israel, Australia, and Germany. Furthermore, the analysis showed that the institution with the most articles on systems thinking was Ben Gurion University. When the data from the research were analyzed using the VOSviewer program, it was revealed that there was collaboration in authorship among the United States, Peru, Israel, Mexico, Canada, Taiwan, Australia, the United Kingdom, Finland, Germany, Sweden, Greece, Scotland, Colombia, and Italy. Additionally, when the co-citation network was examined, Hmelo-Silver, Forrester, Richmond, Senge, Zoller, and Grotzer were prominent authors. According to the analysis, the keywords with the most intense network strength among the articles are primarily "systems thinking," followed by "curriculum development," "education," "system approach," "earth sciences," "environmental education," "sustainability," "problem solving," "science education," "teacher education," "secondary education," "STEM," "computational thinking," "geography education," "ecology," "biology," "leadership," and "higher education." These keywords can be interpreted as having suitable content for applications of systems thinking. Additionally, in recent years, systems thinking has been associated with fields such as STEM and computational thinking. This result can be interpreted as indicating an effort in the literature to integrate systems thinking with technology.

**Suggestion:** This study is limited to articles related to systems thinking that were scanned in the education research category in the WoS database. Researchers can perform similar studies using different databases related to systems thinking. In addition, this research covers educational studies related to systems thinking between 1992 and 2022. Similar studies on the topic can be conducted in the future to follow the academic trend in this field. The results of this study demonstrate that studies on systems thinking in the field of education have gained momentum over time and offer an interdisciplinary perspective, providing a way of thinking that is open to collaboration in different fields. It is anticipated that collaboration between different disciplines will shed light on future studies on systems thinking.

## Sistem Düşüncesi ile İlgili Yapılan Eğitim Araştırmalarının Bibliyometrik Analizi

**Prof. Dr. Adnan Küçüköğlü**

Atatürk Üniversitesi - Türkiye  
ORCID: 0000-0002-8522-258X  
adnank@atauni.edu.tr

**Prof. Dr. Hasret Nuhoglu**

Maltepe Üniversitesi - Türkiye  
ORCID: 0000-0002-9985-4203  
hasretnuhoglu@maltepe.edu.tr

**Arzu Derya Taşçı (Öğr. Gör.)**

Kafkas Üniversitesi - Türkiye  
ORCID: 0000-0003-3667-2020  
arzuderya28@gmail.com.tr

### Özet

Bu çalışma, sistem düşüncesi ile ilgili yapılan eğitim araştırmalarının bibliyometrik analizini yaparak, bu alandaki araştırmaların yıllara göre dağılımını, atıf sayısını, alana katkı sağlayan yazarlarını, etkili dergileri, etkili ülkeleri, etkili kurumları, ortak yazarlık işbirliklerini, ortak atıf yazarlarını, dergilerin atıf ağlarını ve makalelerde kullanılan anahtar kelimeleri incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma betimsel tarama modelinde tasarlanmıştır. Web of Science (WoS) veri tabanında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kapsamında yayınlanan makalelerin taranması sonucu elde edilen veriler bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmiştir. Bibliyometrik analiz sonuçları sistem düşüncesi ile ilgili en fazla makalenin 2022 yılında yayınlandığını, en çok atıf alan çalışmanın "Journal Of Science Education And Technology" dergisinde Weintrop vd., tarafından yayınlanan "Defining computational thinking for mathematics and science classrooms" başlıklı makale olduğu, en fazla makalenin "International Journal of Science Education" dergisinde yayımlandığını ortaya koymaktadır. WoS veri tabanında sistem düşüncesi alanında eğitim araştırmaları kategorisinde yayın yapan 717 yazar bulunduğu ve en fazla katkı sağlayan yazarların sırasıyla Assaraf, OBZ, Schechter, C. ve Shaked, H. olduğu tespit edilmiştir. En fazla çalışmanın yayınlandığı kurumun Ben Gurion Üniversitesi olduğu ve en çok yayının Amerika Birleşik Devletleri'nde yapıldığı dikkat çekmektedir. VOSviewer verileri ülkelerin ortak yazarlık iş birliği çerçevesinde incelendiğinde program 49 ülke tespit etmiş ve bu ülkelerden 29' u arasında bağlantı gücü saptamıştır. Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makalelerin ortak anahtar kelime analizi için veriler VOSviewer programı aracılığıyla analiz edilmiş ve toplam 858 tane farklı anahtar kelime saptanmıştır. En az 3 kez kullanılmış olma şeklinde filtreleme yapıldığında 54 ortak kelimenin ortaya çıktığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Eğitim, Eğitim araştırmaları, Sistem düşüncesi, Bibliyometrik analiz



**E-Uluslararası  
Eğitim Araştırmaları  
Dergisi**

Cilt: 14, No: 4, ss. 126-145

Araştırma Makalesi

Gönderim: 2023-04-12  
Kabul: 2023-08-22

### Önerilen Atıf

Küçüköğlü, A., Nuhoglu, H. & Derya Taşçı, A. (2023). Sistem düşüncesi ile ilgili yapılan eğitim araştırmalarının bibliyometrik analizi, *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14 (4), 126-145. DOI: <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1281742>

## GİRİŞ

16. ve 17. yüzyıllarda bilim dünyasında evrenin mekanik yasalara göre bir makine gibi çalıştığını öne süren Newtoncu düşünme kabul görmüştür. Evrendeki düzeni mekanik kurallar ile yorumlayan Newton, tümevarım ve tümdengelim metodlarını birleştirerek pozitif-mekanik bilim yöntemini belirlemiştir. Ancak olguları onu oluşturan parçalara ayırarak sebep ve sonuç açısından incelemeye çalışan bu mekanik veya indirgemeci düşünme biçimi sanayi ve kentleşmenin yarattığı karmaşık toplumsal problemlere yanıt vermekte yetersiz kalmıştır (Capra ve Luisi, 2014; Elmas, Arslan, Pamuk, Pesman ve Sözbilir, 2021; Flood, 2010). Artık yaşadığımız dünya iklim değişikliği, çevre kirliliği, yoksulluk gibi karmaşık, dinamik çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlarla mücadele etmektedir.

19. ve 20. yüzyıllara gelindiğinde ise evrim teorisi, izafiyet, kuantum ve kaos kuramları gibi bilim dünyasındaki gelişmeler sosyal bilimlerde de paradigma değişikliğine sebep olmuştur. Bu gelişmelerin ardından hakim olan organizmik düşünce ve kaos teorisi makine çağının bitmesine, 1940 sonrası sistem çağı olarak adlandırılacak yeni dönemin başlamasına imkan sağlamıştır (Erkenekli, 2011; Tecim, 2004). Sistem birbirleriyle üst amaçsal ilişkileri olan, kendileri de birer alt sistem olabilen, parçalar bütünü olarak tanımlanabilir (Toprakçı, 2017). Sistem düşüncesi ise karmaşık sorunlarla baş edebilmek, karmaşık sistemlerin bileşenlerinin ve bunlar arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını sağlamak için hem bilim insanları hem de toplumun ihtiyaç duyduğu yeni bir düşünme biçimi olarak karşımıza çıkmıştır (Capra ve Luisi, 2014; Lyneis ve Fox-Melanson, 2001; Maani ve Maharaj, 2004; Meadows, 2008; Ormancı, Çepni ve Balım, 2018; Plate, 2010; Schoen ve Fusarelli, 2008; Senge, 2002). Avustralyalı biyolog Ludwig von Bertalanffy, biyoloji alanında yapılan çalışmalarda indirgemeci düşünme biçiminin canlı sistemlerini açıklamakta yeterli olmadığını savunmuştur. Bertalanffy, fikirlerini 1937 yılında Genel Sistem Teorisi ile açıklamıştır ve bu teori sistem düşüncesinin çıkış noktası olarak kabul edilmiştir (Elmas, vd., 2021). Ayrıca algılama, öğrenme ve düşünme faaliyetlerinin parçalara ayrılarak değil bir bütün olarak ele alınması gerektiği şeklindeki görüşleri Russell Ackoff ve Jay Forrester gibi birçok bilim insanının dikkatini çekmiştir. Üstelik sistem düşüncesinin çeşitli alanlarda yaygınlaşması ve geliştirilmesi için farklı disiplinlerdeki (iktisat, fizyoloji, fizik ve biyoloji) bilim insanları tarafından "Genel Sistem Teorisi Derneği" kurulmuştur. Bu süreçteki tüm gelişmeler sistem düşüncesinin sadece fizik ve doğa bilimleri değil, sosyal bilimler alanında da çeşitli disiplinlerin bir arada düşünülmesine ve yeni disiplinlerin ortaya çıkmasına yardımcı olmuştur (Tabak, Sığı, Polat, Şeşen ve Çelik, 2011).

130

Sistem düşüncesi zamanla sistem mühendisliği, yönetim, eğitim, sağlık gibi çeşitli alanlarda uygulayıcılar, hükümet, ordu ve araştırmacılar için hızla büyüyen ve ilgi çeken bir konu haline gelmiştir (Hossain, Dayarathna, Nagahi, ve Jaradat, 2020). Alanyazında sistem düşüncesi, farklı araştırmacılar tarafından "büyük resim düşüncesi", "bütünsel düşünme", "çok boyutlu düşünme", "sistemik düşünme" ve "sistem dinamikleri" gibi farklı terimlerle açıklanmıştır (Elmas vd., 2021; Hossain vd., 2020). Bu alanın öncülerinden biri olan Barry Richmond (1994) sistem düşüncesini bir yapının altında yatan ve giderek derinleşen anlayışın gelişmesine sebep olan davranışlarla ilgili güvenilir çıkarımlar elde etme sanatı ve bilimi olarak tanımlamıştır. Alanın bir diğer öncüsü Peter Senge (2002) ise sistem düşüncesini bütünü görmeye yarayan bir disiplin, nesnelerden ziyade ilişkileri; statik anlık görüntülerden ziyade değişimin yapısını görmek için bir çerçeve biçiminde ifade etmiştir.

Arnold ve Wade (2015) ise alanyazındaki pek çok tanımını inceledikten sonra sistem düşüncesini "sistemleri tanımlamayı, anlamayı, davranışlarını tahmin etmeyi ve istendik etkileri üretmek için sistemde değişiklikler yapma yeteneğini geliştirmeyi sağlayan analitik beceri" şeklinde tanımlamışlardır. Ben-Zvi Assaraf ve Orion (2005) ise sistem düşüncesinin sahip olduğu bazı karakteristik özelliklerin anlaşılması için "Hiyerarşik Sistem Düşüncesi Modeli" olarak tanımladıkları bir model geliştirmişlerdir. Araştırmacılar bu model içerisinde; sisteme ait bileşenleri ve sisteme dâhil olan süreçleri tanıma, sisteme ait bileşenler arasındaki bağlantıyı tanıma, bağlantının kapsamında süreci ve sisteme ait bileşenleri örgütleme, genelleme yapabilme, sistemin dinamik bağlantıları tanıma, sistemdeki saklı boyutları ve sistemin döngüsel doğasını kavrama, zamana ait düşünme, geçmişe bakarak tahminlerde bulunma becerileri şeklinde sekiz özellik ifade etmişlerdir. Bu karakteristik özelliklerin bilinmesi sistem düşüncesinin eğitim alanında uygulanması açısından çok önemlidir (Elmas vd., 2021). Özellikle son yıllarda sistem düşüncesinin eğitim alanında uygulanmasına yönelik yapılan çalışmaların sayısı dikkat çekici şekilde artmıştır (Ben-Zvi Assaraf ve Orion, 2005; Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010; Boyraz, 2022; Çelikten, 2022;

Evagorou, Korfiatis, Nicolaou ve Constantinou, 2009; Feriver, Olgan, Teksöz ve Barth, 2019; Gilissen, Knippels ve van Joolingen, 2020; Hmelo, Holton ve Kolodner, 2000; Kaya, Ellez ve Ellez, 2019; Keynan, Assaraf ve Goldman, 2014; Mambrey, Schreiber ve Schmiemann, 2020; Nguyen, Graham, Ross, Maani ve Bosch, 2012; Nuhoğlu, 2009; Nuhoğlu, 2014; Nuhoğlu, 2020; Ormanlı vd., 2018; Riess ve Mischo, 2010; Rosenkränzer, Hörsch, Schuler ve Riess, 2017; Sweeney ve Stermann, 2007; Şahin, 2021; Tripto, Assaraf ve Amit, 2013) yapıldığı görülmüştür. Üstelik bazı araştırmacılar okullarda sistem düşüncesi uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme, karar verme ve problem çözme becerilerine katkı sağlaması açısından önemli araçlara sahip olduğuna işaret etmektedir (Benson, 2007; Chang, 2001; Costello, 2001; Grant, 1998; Nuhoğlu, 2014; Lannon-Kim, 1991; Lyneis ve Fox-Melanson, 2001; Stuntz, Lyneis ve Richardson, 2001; Waters Foundation, 2006).

Alanyazında sistem düşüncesi ile ilgili çalışmaların artmasının sebebi sistem düşüncesinin fiziksel ve sosyal gerçekliğe eskisinden daha uygun olması ve gelecekteki olası sistem davranışlarını tahmin etmek için gereken analitik araçları içermesi şeklinde yorumlanmaktadır (Hogan, 2000). Ayrıca Forrester (1992) günümüzdeki eğitim anlayışının gerçek dünyanın anlık fotoğraflarını öğrettiğini, aslında dünyadaki sorunların dinamik olduğuna dikkat çekerek eğitimde sistem düşüncesinin ne denli gerekli olduğuna vurgu yapmıştır. Alanyazında öncü kabul edilen Jay Forrester, Peter Senge, Donella Meadows ve Diana Fisher gibi bilim insanları, başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olmak üzere dünya çapında eğitimde sistem düşüncesinin uygulanması adına pek çok girişimde bulunmuşlardır. Ancak, her ne kadar eğitim araştırmacıları ve politika yapıcılar için sistem düşüncesinin değeri gün geçtikçe artsa da bu alanla ilgili yapılan bilimsel çalışmalar arasında bağlantı eksikliği olduğu açıktır (Jacobson ve Wilensky, 2006; National Research Council, 2012; Next Generation Science Standards, 2013; Verhoeff, Knippels, Gilissen ve Boersma, 2018). Alanyazında belirtilen eksikliğin giderilmesine katkı sağlamak amacıyla bu çalışmadan elde edilen bulguların, bilimsel çalışmalar arasındaki bağlantıların ortaya çıkarılmasına ve eğilimlerinin belirlenmesine katkı sağlayacağı, sistem düşüncesi ile ilgili araştırma yapmayı düşünen araştırmacılara çalışmaların yayın yılı, en aktif yazarları, yayınlandıkları ülkeler, kurumlar, dergiler, atıf ağ analizi ve yayınlardaki anahtar kelimeleri konusunda yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, sistem düşüncesi ile ilgili yayımlanmış eğitim araştırmalarının eğilimlerini bibliyometrik analiz yöntemi ile değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda "sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarının bibliyometrik özellikleri nasıldır?" sorusu problem cümlesi olarak belirlenmiştir ve sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarında aşağıdaki alt sorulara cevap aranmıştır:

- Makalelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?
- En çok atıf yapılan makaleler hangileridir?
- Alana en fazla katkı sağlayan yazarlar ve yazarların yayın sayıları nedir?
- En etkili dergiler hangileridir?
- En etkili ülkeler hangileridir?
- En etkili kurumlar hangileridir?
- Ülkelerin ortak yazarlık iş birliği nasıldır?
- Makalelerin ortak atıf alan yazarlar analizi nasıldır?
- En etkili dergilerin atıf ağları nasıldır?
- Makalelerin anahtar kelimeleri nelerdir?

## YÖNTEM

### Araştırmanın Modeli

Çalışma betimsel tarama modelinde tasarlanmıştır. Betimsel tarama, araştırmacı tarafından belirlenen özelliklerin bir örneklem üzerindeki durumunu tespit etmek için verileri toplamayı amaçlayan tarama çalışmalarıdır. Betimsel tarama araştırmaları çalışılan konu ile ilgili var olan durumu ortaya çıkarmak için yapılmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018). Çalışma, sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları bibliyometrik göstergeler bakımından incelemeyi amaçladığı için bibliyometrik analiz tekniği kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz yayınları, çalışma alanları, yayımlandıkları

dergiler, ülkeler, kurumlar, yararlanılan yöntem türleri, yazar sayısı, aldıkları atıflar, yazarlar arası bağlantılar ve anahtar kelimeler gibi çeşitli bibliyometrik göstergeler açısından sıralamayı, değerlendirmeyi ve izlemeyi sağlayan bir analiz yöntemidir (Köseoğlu, Rahimi, Okumus ve Liu, 2016; Gülüm, 2023). Bibliyometrik analiz çalışmaları bir konu alanı ile ilgili alan yazındaki eksikliğin ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır (Çelik, Kaymakçı ve Can, 2023).

Bibliyometrik analiz, performans analizi ve bilim haritalama şeklinde iki kategoride kendini göstermektedir (Cobo, López-Herrera, Herrera-Viedma ve Herrera, 2011; Donthu, Kumar, Mukherjee, Pandey ve Lim, 2021; Ramos-Rodríguez ve Ruiz-Navarro, 2004; Zupic ve Cater, 2015). Performans analizi, farklı araştırma bileşenlerinin (örneğin, yazarlar, kurumlar, ülkeler ve dergiler) performansını ortaya çıkarmak için kullanılan standart bir uygulamadır. Performans analizi için sayısız ölçüt mevcuttur. En belirgin ölçütler, yıllık veya araştırma bileşeni başına yayın ve alıntı sayısı ile yayın başına atıf ve h-endeksi gibi diğer ölçütlerdir. Araştırma bileşenlerinin performansını ölçmek için hem alıntıları hem de yayınları birleştirmektedir (Donthu, Kumar, Pattnaik ve Lim, 2021). Bilimsel haritalama, araştırma bileşenleri arasındaki ilişkileri incelemektedir. Bilimsel haritalama, araştırma bileşenleri arasındaki ilişkileri incelemektedir. Bilim haritalama teknikleri çalışmaların ortak alıntı, kelime, dergi, ülke kurum ve yazarlık analizlerini içermektedir. Bu tür teknikler, ağ analizi ile birleştirildiğinde, araştırma alanının bibliyometrik yapısını ve entelektüel yapısını sunmada etkilidir (Cobo vd., 2011; Baker, Kumar ve Pandey, 2021; Ramos-Rodríguez ve Ruiz-Navarro, 2004).

Atıf analizi (Citation analysis): Atıf analizi, araştırma alanındaki en etkili yayınların tespit edilmesini sağlamaktadır. Bir araştırma alanındaki yayınların önemini belirlemek için çeşitli yöntemler (örneğin ağ ölçümleri) olmasına rağmen etkisinin en objektif ve doğrudan ölçüsü yayının alıntılanmasıdır (Pieters ve Baumgartner, 2002; Stremersch, Verniers ve Verhoef, 2007). Bir makale ne kadar fazla atıf alırsa onu yazan araştırmacı ve bağlı olduğu kurumda o kadar etki gücüne sahiptir ve önemlidir şeklinde kabul edilmektedir (Kılınç, 2022; Zupic ve Cater, 2015). Ortak atıf analizi, bilimsel çalışmalardan hangilerinin birlikte ve yüksek sayıda atıf aldıklarını ortaya çıkarmaktadır. Böylelikle birlikte atıf alan yayınlar arasındaki güçlü ilişki ortaya çıkacak ve araştırmacı için atıf ağını yorumlamak daha kolay olacaktır. Ortak atıf analizi araştırmacıların alandaki en etkili yayınları bulmasını sağlarken ayrıca onların tematik kümelerini de keşfetmelerine olanak sağlamaktadır (Donthu, Kumar, Mukherjee vd., 2021; Kılınç, 2022). Ortak kelime analizi, diğer bibliyografik eşleştirmeden farklı olarak, yayının kendisinin içeriğini inceleyen bir tekniktir. Ortak kelime analizi, belge başlıkları, anahtar kelimeler veya özetler içinde birlikte ortaya çıkan kavramlar arasındaki bağlantıları bulmaktadır (Zupic ve Cater, 2015). Bir araştırma alanında yer alan yazarlar arasında etkileşimleri ve işbirliğini incelemek amacı ile ortak yazar analizi gerçekleştirilmektedir. Ortak yazarlık, akademisyenler arasında entelektüel işbirliğinin resmi bir yolu olduğundan akademisyenlerin kendi aralarında (bağlı kurumlar ve ülkeler gibi ilişkili yazar öznitelikleri dâhil) nasıl etkileşimde bulunduklarını anlamak açısından önemlidir (Acedo, Barroso, Casanueva ve Galan, 2006; Cisneros, Ibanescu, Keen, Lobato-Calleros ve Niebla-Zatarain, 2012; Zupic ve Cater, 2015).

Çalışmada Web of Science (WoS) veri tabanı kapsamında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim alanında yapılan makaleler taranarak bibliyometrik analize uygun hale getirilmiştir. Bilimsel araştırmalar ve araştırmacılar için uluslararası atıf dizinleri kalite belgesi olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle WoS veri tabanı üzerinden akademik alanların durumunun incelenmesi değerli görülmektedir (Şeref ve Karagöz, 2019). WoS veri tabanı dergi, konferans, rapor, kitap ve kitap serilerini de kapsayan farklı atıf veri tabanlarından (SCI, SSCI, SCI-Expanded, AHCI, ESCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI, BKCI-SSH) çeşitli verileri içermesi, mevcut haliyle 37.000'in üzerinde dergi ve 171 milyondan fazla kayda sahip olmasından (Yeşiltaş ve Şeker, 2021) dolayı tercih edilmiştir.

### Verilerin Toplanması

Bu çalışmadaki veriler 3 Ocak 2023 tarihinde WoS bilimsel veri tabanı kullanılarak elde edilmiştir. Veri tabanında sistem düşüncesi ile ilgili yapılan çalışmalara ulaşmak amacı ile öncelikle "systems thinking", "system thinking", "systems dynamics", "system dynamics", "systemic thinking" anahtar kelimeleri ile yayınlanan çalışmalar belirlenmiştir. WoS veri tabanı programı özelliklerinden "topic" (konu) seçeneği işaretlenmiştir. "Topic" seçeneği ile çalışmaların başlık, özet, anahtar kelimeleri taranmıştır. Yapılan tarama sonucunda sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisinde toplam 287

makale olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen yayınlara yönelik dâhil etme-hariç tutma kriterleri Tablo 1’de sunulmaktadır.

**Tablo 1. Dâhil Etme-Hariç Tutma Kriterleri**

| Dâhil Etme Kriterleri  |                   |                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Birinci Aşama          | Veri Tabanı       | WoS (Web of Science Core Collection)                                                                                                                                                                             |
|                        | İndeks            | Sınırlandırma yapılmamıştır                                                                                                                                                                                      |
|                        | Tarih             | 3 Ocak 2023                                                                                                                                                                                                      |
|                        | Yıl               | Ulaşılabilen en eski tarihten başlayarak günümüze kadar (1992-2022)                                                                                                                                              |
|                        | Yayın dili        | Sınırlandırma yapılmamıştır                                                                                                                                                                                      |
|                        | Anahtar kelimeler | “systems thinking” or “system thinking” or “systems dynamics” or “system dynamics” or “systemic thinking” kelimeleri WoS veri tabanı programı özelliklerinden “topic” (konu) seçeneği işaretlenerek taranmıştır. |
|                        | Sonuç             | 16,848 Yayın                                                                                                                                                                                                     |
| Hariç Tutma Kriterleri |                   |                                                                                                                                                                                                                  |
| İkinci Aşama           | Yayın türü        | 10,515 Makale                                                                                                                                                                                                    |
| Üçüncü Aşama           | Kategori          | Eğitim/Eğitim Araştırmaları                                                                                                                                                                                      |
|                        | Sonuç             | 287 Makale                                                                                                                                                                                                       |

Tablo 1, dâhil etme kriterleri kapsamında WoS veri tabanında ilgili anahtar kelimeler ile yapılan tarama sonucunda ulaşılabilen en eski tarihten başlatılarak 1992-2022 tarihleri arasındaki tüm indeks ve yazım dillerini içeren 16,848 yayına ulaşıldığı göstermektedir. İlgili yayınlar hariç tutma kriterleri açısından öncelikle en fazla kayıt türü olan 10,515 makale ile sınırlandırılmıştır. Sonraki aşamada “Eğitim/Eğitim Araştırmaları” kategorisindeki açısından da sınırlandırıldıktan sonra 287 makale bibliyometrik veri seti olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ise alt sorular kapsamında tablo ve şekil halinde sunularak yorumlanmıştır.

### Verilerin Analizi

Bu çalışmanın amacı doğrultusunda WoS veri tabanından elde edilen veriler bibliyometrik analize tabi tutulmuştur. Sistem düşüncesi ile ilgili 1992-2022 yılları arasında yapılmış ve eğitim araştırmaları kategorisinde yer alan 287 makale bibliyometrik değişkenler (yayın yıllarına göre dağılımı, en çok atıf alan makaleler, alana en fazla katkı sağlayan yazar ve yayın sayıları, yayınlanan en etkili dergiler, makalelerin ülkelere göre dağılımı, yazarların kurumları, yayınların anahtar kelime ağı gibi) açısından incelenerek kategorize edilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler WoS veri tabanında tarama yapılarak iki aşama şeklinde analize uygun hale getirilmiştir. İlk aşamada; elde edilen veriler; makalelerin yıllara göre dağılımı, en çok atıf yapılan makaleler, alana en fazla katkı sağlayan yazarlar, kurumlar, dergiler ve ülkeler şeklinde betimlenerek analiz edilmiştir. Ayrıca verilere ilişkin yüzde ve frekans değerleri Microsoft Excel uygulaması kullanılarak hesaplanmış ve tablolar halinde yorumlanmıştır. Sonraki aşamada ise VoSviewer (Version 1.6.16) paket programından yararlanılarak verilerin ağ analizleri ortaya çıkarılmıştır.

VoSviewer, çıktı sonuçlarının sınıflandırılmasını destekleyen kümeleri görüntüleyen, bibliyometrik ağ verilerine dayalı haritaların oluşturulmasına, görselleştirilmesine ve keşfedilmesine olanak tanıyan, sosyal ağ analizine dayalı bir yazılım aracıdır (Pauna, Picone, Le Guyader, Buonocore ve Franzese, 2018). VoSviewer programında yer alan ortak analiz modülü yardımıyla atıf, ortak yazar, ortak atıf, ortak kelime ve yazarların kurumlar, ülkeler ve dergiler arasındaki ilişki ağının ortaya çıkarılması ve yorumlanması sağlanmıştır. Ayrıca VoSviewer aracılığıyla sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarında ülkelerin ortak yazarlık iş birliği, en etkili dergilerin atıf ağları, ortak atıf alan yazarlar analizi ve makalelerin ortak anahtar kelime ağları görselleştirilmiştir. Elde edilen veriler bulgular kısmında tablolar ve şekiller halinde detaylı olarak sunulmuştur.

### Geçerlik ve Güvenirlilik

Araştırmanın geçerliğini ve güvenirliliğini sağlamaya yönelik bazı önlemlere başvurulmuştur. İç geçerliğinin sağlanabilmesi için WoS veri tabanında tarama yapmadan önce dâhil etme, hariç tutma kriterleri ile ilgili bir sistem düşüncesi alan uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Alınan dönütler doğrultusunda yapılan tarama ile veri seti elde oluşturulmuştur. Dış geçerliğine yönelik olarak ise veri toplama sürecinde hangi sınırlandırmaların kullanıldığı açıkça belirtilmiş ve çalışmada “dâhil etme” ve

“hariç tutma” kriterleri ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca veri toplama ve analizi süreci ayrıntılı şekilde betimlenmiştir.

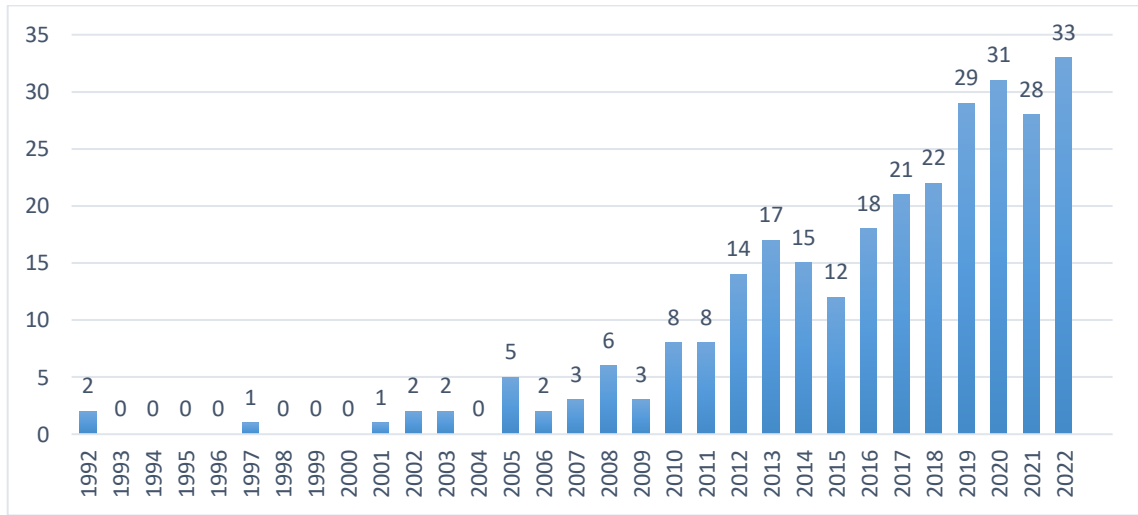
Araştırmanın iç geçerliliğin sağlanması için raporlama sürecinde metin ile tablolar ve şekiller sürekli karşılaştırmıştır. Bu sayede veri analizi sürecinin nesnel bir değerlendirmesi de sağlanmaya çalışılmıştır. Dış geçerliliği sağlamak adına ise çalışmada elde edilen bulgular biri sistem düşüncesi diğeri eğitim bilimleri olmak üzere iki alan uzmanına sunulmuş, verilen dönütler doğrultusunda araştırma raporu üzerinde düzeltmeler yapılmıştır.

## BULGULAR

Bu kısımda WoS veri tabanında yer alan sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki toplam 287 makalenin bibliyometrik analizinden ortaya çıkan bulgular tablo ve şekiller halinde yorumlanmıştır.

### 1. Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

WoS veri tabanında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makalelerin 1992 ile 2022 yılları arasındaki dağılımı Grafik 1’de gösterilmiştir.



**Grafik 1.** Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki çalışmaların yıllara göre dağılımı (N=287)

Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makaleler incelendiğinde ilk makalenin 1992 yılında yapıldığı görülmektedir. Ayrıca sistem düşüncesi ile ilgili en fazla makalenin 2022 yılında (n=33) yayımlandığı anlaşılmaktadır. Bu yılı sırasıyla 2020 (n=31), 2019 (n=29) ve 2021 (n=28) takip etmektedir.

### 2. Sistem Düşüncesi İle İlgili En Çok Atıf Alan Makaleler

Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisinde en çok atıf alan ilk 10 makale; yayın başlığı, yılı, yazarı/yazarları, yayımlandığı dergi, toplam atıf sayısı ve yıllık atıf ortalamasına göre Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2’ye göre, eğitim araştırmaları kategorisinde sistem düşüncesi ile ilgili en çok atıf alan ilk üç makale incelendiğinde, ilk sıradaki makalenin Weintrop ve arkadaşları (2016) tarafından “Journal Of Science Education And Technology” dergisinde yayımlanan “Defining computational thinking for mathematics and science classrooms” başlıklı makale olduğu dikkati çekmektedir. Makaleye toplam 457 atıf yapılmış ve yıllık atıf ortalaması 57,13’ tür. İkinci sırada ise, Assaraf, OBZ ve Orion, N. (2005) tarafından “Journal Of Research In Science Teaching Teaching and Teacher Education” dergisinde “Development of system thinking skills in the context of earth system education” başlıklı ile yayımlanan makalenin olduğu görülmektedir. Bu makale toplam 271 atıf almış, yıllık atıf ortalaması 14,26’ dir. Üçüncü sırada en çok atıf alan makalenin ise Fullan M. (2006) tarafından “Journal Of Educational Change” dergisinde yayımlanan

"The future of Educational change: system thinkers in action" başlıklı toplam 108 atıf ve 6 atıf ortalamasına sahip makale olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisinde en çok atıf alan makaleler (Toplam atıf = 4068, Toplam Atıf Ortalaması = 14,17)

| Yayın başlığı                                                                                                                                                                 | Yıl  | Yazar/Yazarlar                                                                 | Dergi Adı                                   | Toplam Atıf Sayısı | Yıllık Atıf Ort. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|------------------|
| 1. Defining computational thinking for mathematics and Science classrooms                                                                                                     | 2016 | Weintrop, D; Beheshti, E; Horn, M; Orton, K; Jona, K; Trouille, L; Wilensky, U | Journal Of Science Education And Technology | 457                | 57.13            |
| 2. Development of system thinking skills in the context of earth system Education                                                                                             | 2005 | Assaraf, OBZ ; Orion, N.                                                       | Journal Of Research In Science Teaching     | 271                | 14.26            |
| 3. The future of Educational change: system thinkers in action                                                                                                                | 2006 | Fullan, M.                                                                     | Journal Of Educational Change               | 108                | 6                |
| 4. Teaching biotechnology through case studies - Can we improve higher order thinking skills of nonScience majors?                                                            | 2003 | Dori, YJ ; Tal, RT ; Tsaushu, M                                                | Science Education                           | 99                 | 4.71             |
| 5. Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision                                                                                       | 2002 | Hogan, K                                                                       | Journal Of Research In Science Teaching     | 99                 | 4.5              |
| 6. System Thinking Skills at the Elementary School Level                                                                                                                      | 2010 | Assaraf, OBZ ; Orion, N.                                                       | Journal Of Research In Science Teaching     | 87                 | 6.21             |
| 7. Effect of knowledge integration activities on students' perception of the earth's crust as a cyclic system                                                                 | 2003 | Kali, Y ; Orion, N ; Eylon, BS                                                 | Journal Of Research In Science Teaching     | 76                 | 3.62             |
| 8. An Investigation of the Potential of Interactive Simulations for Developing System Thinking Skills in Elementary School: A case study with fifth-graders and sixth-graders | 2009 | Evagorou, M.; Korfiatis, K. ; Nicolaou, C. ; Constantinou, C.                  | International Journal Of Science Education  | 75                 | 5                |
| 9. Algorithmic, LOCS and HOCS (chemistry) exam questions: performance and attitudes of college students                                                                       | 2002 | Zoller, U.; Dori, Y.J.                                                         | International Journal Of Science Education  | 71                 | 3.23             |
| 10. Promoting Systems Thinking through Biology Lessons                                                                                                                        | 2010 | Riess, W. ; Mischo, C.                                                         | International Journal Of Science Education  | 66                 | 4.71             |

Kaynak: Web of Science veri tabanından 03.01.2023 tarihinde alınmıştır.

### 3. Alana En Fazla Katkı Sağlayan Yazarlar Ve Yazarların Yayın Sayıları

WoS veri tabanında sistem düşüncesi alanında eğitim araştırmaları kategorisinde yayın yapan 717 yazar bulunmaktadır. Bu yazarlar içinde alanyazında en fazla yayın yapan ilk 10 yazar Tablo 3' te sunulmuştur.

**Tablo 3.** Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisinde en fazla yayın ile katkı sağlayan yazarlar ve yazarların yayın sayısı

| Sıra | Yazar                 | Yayın sayısı |
|------|-----------------------|--------------|
| 1    | Assaraf, OBZ          | 11           |
| 2    | Schechter, C.         | 5            |
| 3    | Shaked, H.            | 5            |
| 4    | Dori, Y.J.            | 4            |
| 5    | Tripto, J.            | 4            |
| 6    | Zoller, U.            | 4            |
| 7    | Riess, W.             | 4            |
| 8    | Waarlo, A. J.         | 4            |
| 9    | Lee, Tammy D.         | 4            |
| 10   | Knippels, Marie P. J. | 3            |

Tablo 3' den yola çıkarak sistem düşüncesi ile ilgili yapılan eğitim araştırmalarında alana en fazla katkı sağlayan ilk üç yazarın sırasıyla Assaraf, OBZ. (11 makale), Schechter, C. (5 makale) ve Shaked, H. (5 makale) olduğu görülmektedir.

#### 4. Sistem Düşüncesi İle İlgili En Fazla Yayın Yapılan Dergiler

WoS veri tabanında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisinde 149 dergi içinden en fazla yayın yapan dergiler incelenmiştir. Bu dergilerden alanda etkili olan ilk 10 dergi Tablo 4' te sunulmuştur.

**Tablo 4.** Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisinde en fazla yayın yapılan dergiler

| Sıra | Makalelerin Yayınlandığı Dergiler                           | Yayın sayısı | Yüzde |
|------|-------------------------------------------------------------|--------------|-------|
| 1    | International Journal of Science Education                  | 21           | 7.31  |
| 2    | Journal of Biological Education                             | 15           | 5.22  |
| 3    | Journal of Research in Science Teaching                     | 12           | 4.18  |
| 4    | Education Sciences                                          | 9            | 3.13  |
| 5    | Instructional Science                                       | 9            | 3.13  |
| 6    | Research in Science Education                               | 9            | 3.13  |
| 7    | Journal of Science Education And Technology                 | 8            | 2.78  |
| 8    | Journal of Educational Administration                       | 7            | 2.43  |
| 9    | International Journal of Sustainability in Higher Education | 6            | 2.09  |
| 10   | International Journal of Technology and Design Education    | 6            | 2.09  |

Tablo 4' e göre sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kapsamında en fazla makalenin yayımlandığı ilk üç dergi incelendiğinde, ilk sırada 21 makale ile "International Journal of Science Education" dergisinin yer aldığı, ardından 15 makale ile "Journal of Biological Education" dergisinin geldiği, üçüncü sırada ise 12 makale ile "Journal of Research in Science Teaching" dergisi olduğu dikkati çekmiştir.

#### 5. Makalelerin Yayımlandıkları Ülkeler

WoS veri tabanında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makaleler yayımlandıkları ülkelere göre incelenerek sonuçları Tablo 5' te sunulmuştur.

**Tablo 5.** Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makalelerin yayımlandıkları ülkeler

| Sıra | Ülkeler                     | Yayın Sayısı | Yüzde |
|------|-----------------------------|--------------|-------|
| 1    | Amerika Birleşik Devletleri | 98           | 34.14 |
| 2    | İsrail                      | 32           | 11.14 |
| 3    | Avustralya                  | 17           | 5.92  |
| 4    | Almanya                     | 17           | 5.92  |
| 5    | Kanada                      | 14           | 4.87  |
| 6    | İsveç                       | 13           | 4.52  |
| 7    | İngiltere                   | 12           | 4.18  |
| 8    | İspanya                     | 12           | 4.18  |
| 9    | Hollanda                    | 10           | 3.48  |
| 10   | Yunanistan                  | 7            | 2.43  |
| 11   | Türkiye                     | 7            | 2.43  |
| 12   | Finlandiya                  | 6            | 2.09  |
| 13   | Kolombiya                   | 5            | 1.74  |
| 14   | Kıbrıs                      | 5            | 1.74  |
| 15   | Tayvan                      | 5            | 1.74  |

Tablo 5 incelendiğinde 98 makale ile en çok yayının Amerika Birleşik Devletleri' nde yapıldığı görülmektedir. Bu ülkeyi 32 yayımla İsrail, 17 yayımla Avustralya ve Almanya takip etmektedir. Sonra sırasıyla Kanada (14), İsveç (13), İngiltere ve İspanya (12), Hollanda (10), Yunanistan ve Türkiye (7), Finlandiya (6), Kolombiya, Kıbrıs ve Tayvan (5) gelmektedir.

#### 6. Yazarların Çalıştıkları Kurumlar

WoS veri tabanında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makaleler araştırmacıların çalıştıkları kurumlar açısından da incelenmiştir. Yapılan incelemeye göre veri tabanında

385 kurumun kaydı bulunmaktadır. Bu kurumlar içinden alanda etkili olan ilk 10 kurum Tablo 5' te sunulmuştur.

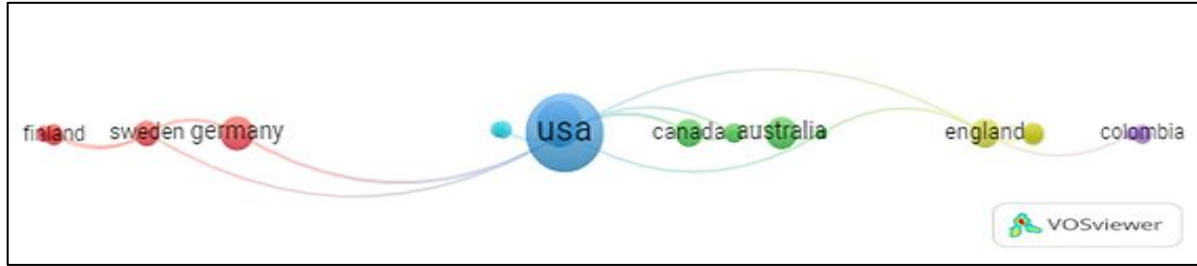
**Tablo 6.** Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makale yazarlarının çalıştıkları kurumlar

| Sıra | Kurumlar                           | Yayın sayısı | Yüzde |
|------|------------------------------------|--------------|-------|
| 1    | Ben Gurion Üniversitesi            | 13           | 4.52  |
| 2    | Kuzey Karolina Üniversitesi        | 10           | 3.48  |
| 3    | Hayfa Üniversitesi                 | 9            | 3.13  |
| 4    | Bar-İlan Üniversitesi              | 6            | 2.09  |
| 5    | Kuzey Karolina Eyalet Üniversitesi | 6            | 2.09  |
| 6    | İsrail Teknoloji Enstitüsü         | 6            | 2.09  |
| 7    | Utrecht Üniversitesi               | 6            | 2.09  |
| 8    | New York Eyalet Üniversitesi       | 5            | 1.74  |
| 9    | Missouri Üniversitesi              | 5            | 1.74  |
| 10   | Missouri Üniversitesi Sistemi      | 5            | 1.74  |

Tablo 6' ya göre sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarının sayısının en fazla olduğu ilk 10 kurumun sıralaması; Ben Gurion Üniversitesi (13), Kuzey Karolina Üniversitesi (10), Hayfa Üniversitesi (9), Bar-İlan Üniversitesi ve Kuzey Karolina Eyalet Üniversitesi, İsrail Teknoloji Enstitüsü, Utrecht Üniversitesi (6), New York Eyalet Üniversitesi, Missouri Üniversitesi ve Missouri Üniversitesi Sistemi (5) şeklindedir.

### 7. Ülkelerin Ortak Yazarlık İş Birliği

VOSviewer programı yardımı ile ülkelerin ortak yazarlık iş birliği analiz edilerek aşağıda yer alan Şekil 1 elde edilmiştir.



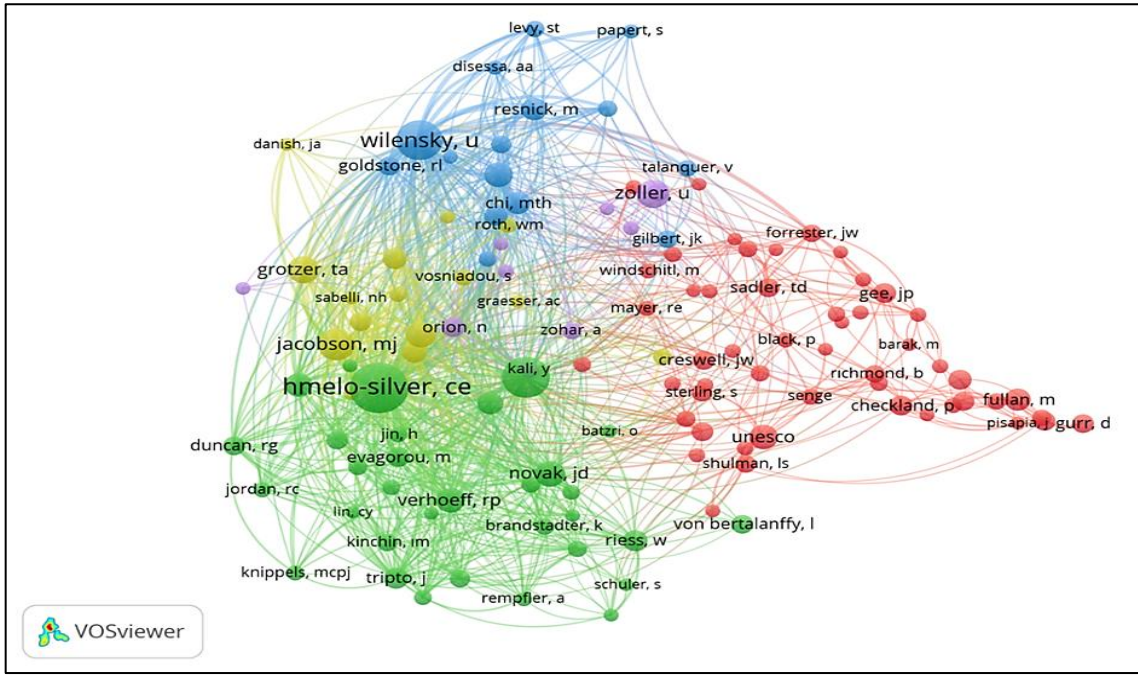
137

**Şekil 1.** Ülkelerin ortak yazarlık iş birliği (Daire büyüklüğü yayın sayısını, renkler kümelenmeleri, çizgiler ise birlikteliği göstermektedir.)

Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makalelerin VOSviewer verileri ülkelerin ortak yazarlık iş birliği çerçevesinde incelendiğinde programın 49 ülke tespit ettiği ve bu ülkelerin 29' unun arasında bağlantı gücü olduğu görülmüştür. VOSviewer programındaki veriler daha detaylı incelendiğinde mavi renkli kümelenme içerisinde ABD, Peru, İsrail ve Meksika' nın yer aldığı görülmüştür. Mavi dairenin büyüklüğü bu ülkeler arasında ortak yazarlık işbirliği ile daha fazla yayın sayısının olduğunu göstermektedir. Yeşil renkli kümelenmede ise Kanada, Tayvan, Avustralya ve Birleşik Krallık' ın yer aldığı görülmüştür. Kırmızı kümelenmeyi oluşturan ülkeler arasında Finlandiya, Almanya ve İsveç ortak yazarlık işbirliği olduğu ortaya çıkmıştır. Sarı kümelenmede ise İngiltere ve Yunanistan ortak yazarlık işbirliği bulunurken, mor renkli kümelenme İskoçya, Kolombiya ve İtalya arasında ortak yazarlık iş birliği açısından bir bağlantı olduğu görülmüştür. Ayrıca Şekil 1' in geneli değerlendirildiğinde tüm ortak yazarlık işbirliğinin ABD ile bağlantısının olduğu dikkati çekmiştir.

### 8. Ortak Atıf Alan Yazarlar

Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makalelerin verileri VOSviewer programı aracılığıyla incelendiğinde ortak atıf alan yazar analizi için 287 makaleden toplamda 717 yazar tespit edilmiştir. Bu yazarlar da birlikte en az 10 atıf alma şeklinde gruplandırıldığında, veri seti 124 yazar olarak belirlenmiştir. VOSviewer programı ortaya çıkan bağlantıyı Şekil 2' deki gibi sunmuştur.

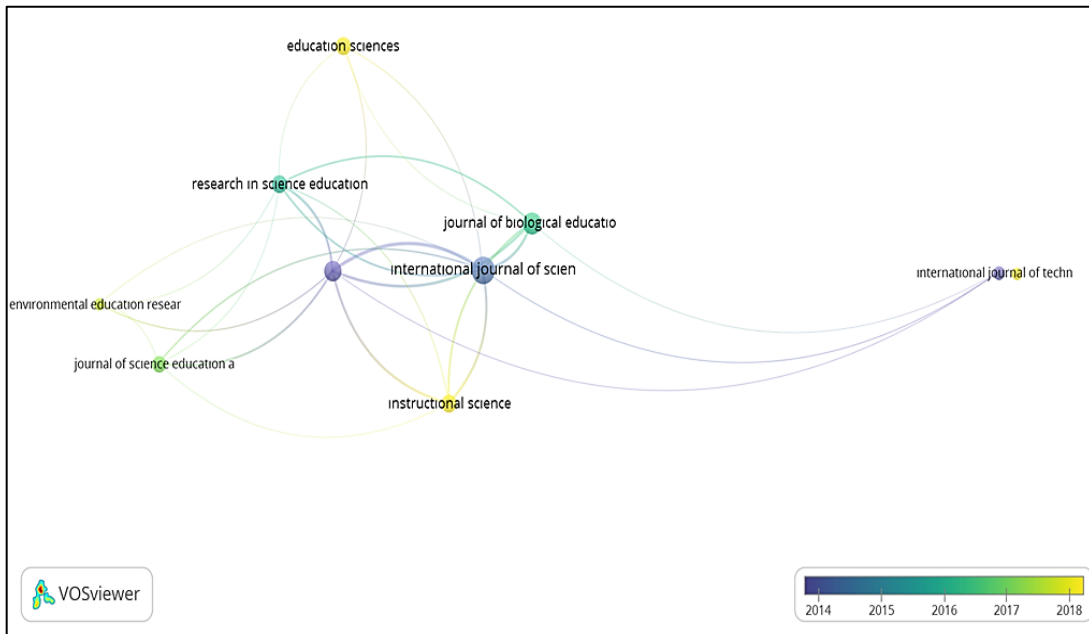


**Şekil 2.** Ortak atıf alan yazarlar analizi (Dairelerin büyüklüğü en çok atıf alan yazarı, renkleri kümelenmeleri, çizgileri ise birlikteliği göstermektedir.)

Şekil 2' ye göre, ortak atıf alan yazar ağına yeşil, sarı, mavi, kırmızı ve eflatun şeklinde beş ayrı renk içeren kümelerden oluştuğu görülmektedir. Bu renk kümelerinin kendi içindeki yoğunlukları ortak yazarların birbirleri arasındaki atıf alma ağını temsil etmektedir. Renk kümeleri içindeki büyük daireler ise en çok atıf alan yazarları göstermektedir. Şekil 2 dikkatli incelendiğinde en yoğun kümelerin yeşil, mavi ve kırmızı renkte olduğu görülmektedir. Yeşil renkli kümede en yoğun iletişim ağına sahip yazarın Hmelo-Silver; mavi renkli kümede Wilensky; kırmızı renkli kümede Forrester, Richmond ve Senge; eflatun renkli kümede Zoller ve sarı kümede ise Grotzer' in en çok atıf alan yazarlar olduğu dikkati çekmektedir.

### 9. En Çok Atıf Alan Dergiler ve Atıf Ağları

Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisinde en çok atıf alan dergiler ve atıf ağına belirlenebilmesi için VOSviewer programı aracılığı ile yapılan analiz sonucunda aşağıdaki Şekil 3 elde edilmiştir.

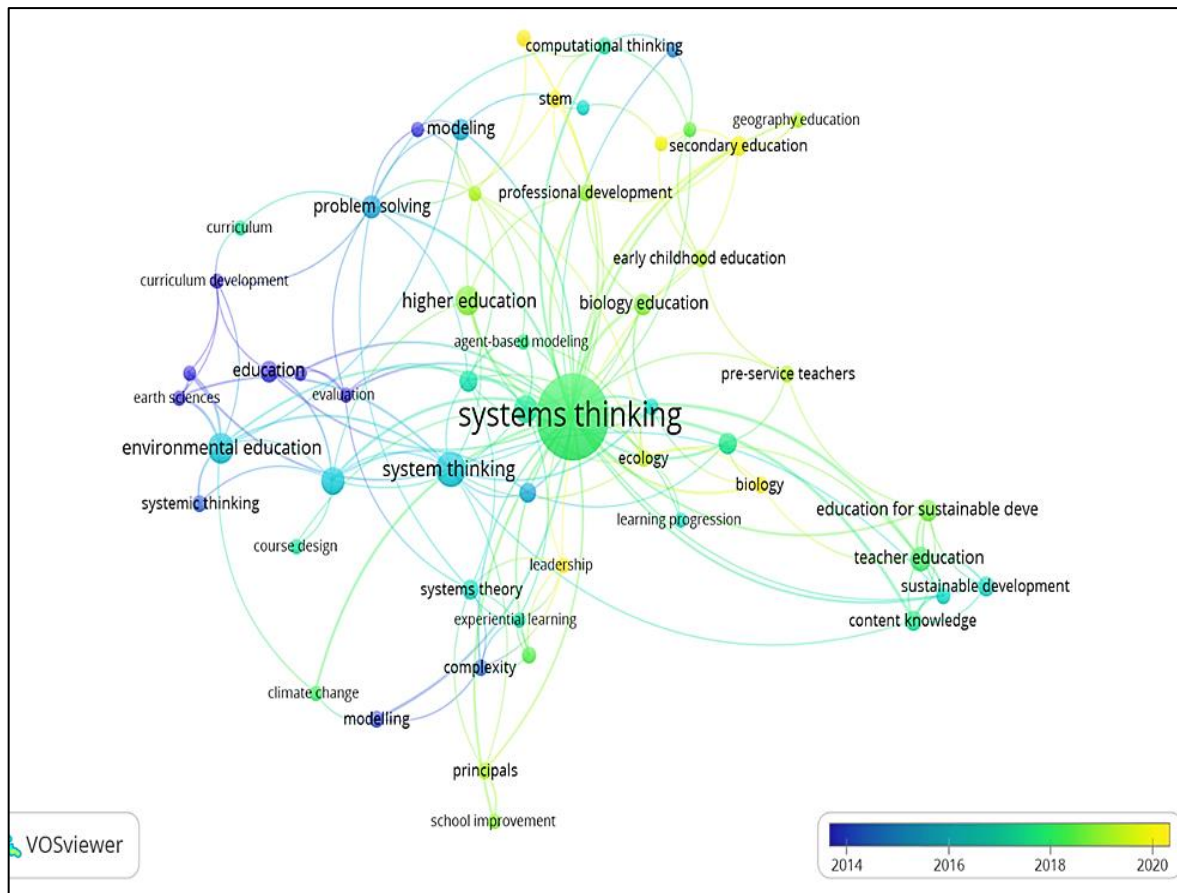


**Şekil 3.** En çok atıf alan dergiler ve atıf alan ağlar (Dairenin büyüklüğü en çok atıf alan dergiyi, sarı renk güncel tarihleri göstermektedir.)

Şekil 3 incelendiğinde, en çok atıf alan dergilerin yayın sayısı bakımından da ilk beşte yer alan dergiler olduğu dikkati çekmektedir. 2014 yılından günümüze doğru en çok atıf alan dergiler sırasıyla "International Journal of Science Education", "Journal of Biological Education", "Journal of Research in Science Teaching", "Research in Science Education", "Education Sciences", "Instructional Science" şeklindedir.

## 10. Ortak Anahtar Kelime Analizi

Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makalelerin ortak anahtar kelime analizi için veriler VOSviewer programı aracılığıyla analiz edilmiş ve toplam 858 tane farklı anahtar kelime saptanmıştır. En az 3 kez kullanılmış olma şeklinde filitreleme yapıldığında 54 ortak kelimenin ortaya çıktığı görülmüştür. Şekil 4 elde edilen ortak anahtar kelimeleri ve ağlarını göstermektedir.



**Şekil 4.** Ortak anahtar kelime analizi (Daire büyüklüğü en çok tekrarlanan anahtar kelimeleri, sarı alanlar ise güncel anahtar kelimeleri temsil etmektedir.)

Şekil 4'e göre en yoğun ağ gücüne sahip anahtar kelimenin "systems thinking" olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca şekildeki eflatundan sarıya doğru geçiş yani renk değişimleri geçmişten günümüze geçişi temsil etmektedir. 2014-2016 yılları arasında yayınlanmış makaleler incelendiğinde en çok tekrar eden anahtar kelimelerin "curriculum development", "education", "system approach" "earth sciences" olduğu görülmektedir. 2016-2018 yılları arasında yayınlanmış makaleler incelendiğinde ise "system thinking", "environmental education", "sustainability", "problem solving", "science education", "teacher education" kelimelerinin yoğunluğu dikkati çekmektedir. 2018-2020 tarihleri arasında ise "secondary education", "STEM", "computational thinking", "geography education", "ecology", "biology", "leadership", "higher education" kelimelerinin yoğun olduğu tespit edilmiştir.

## SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmada WoS veri tabanında sistem düşüncesi ile ilgili yapılmış eğitim araştırmalarının eğilimleri bibliyometrik analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu yönü ile ulusal alanyazında sistem

düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarının bibliyometrik göstergelerden yararlanılarak analiz edildiği ilk çalışmadır. Ayrıca bu çalışma, sistem düşüncesi alanındaki araştırmacıların daha fazla ilgilenmesi gereken mevcut literatürdeki boşlukları, dünya çapındaki araştırmacılar arasındaki farklı bakış açılarını ve araştırma eğilimlerini görme imkânı için de bir yol haritası sunmuştur.

WoS veri tabanında yapılan tarama sonucunda 287 makaleye ulaşılmış ve elde edilen bulgular betimlenmiştir. Ardından elde edilen bu veriler VOSviewer programı aracılığı ile araştırma sorularına uygun şekilde şematize edilmiştir.

Araştırma kapsamında WoS veri tabanında 1992-2004 yılları arasında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki yayın sayısının en az olduğu, 2010 yılından sonra ise yayın sayılarında gözle görülür bir artış gerçekleştiği, özellikle 2018 yılından günümüze doğru gelindiğinde ise yayın sayısı en yüksek noktaya ulaştığı sonucu elde edilmiştir. [Mambrey, Timm vd. \(2020\)](#) tarafından son on yılda sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarının sayısının önemli ölçüde arttığını vurgulaması da bu sonucu destekler niteliktedir. Ayrıca, [Hossain vd. \(2020\)](#) de yaptıkları çalışmalarında Scopus veri tabanındaki tüm alanlarda sistem düşüncesi ile ilgili bibliyometrik analiz gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar ilk 15 dergide yer alan makaleleri 1991–2018 dönemi için analiz etmiştir. Bu çalışmanın sonucunda da benzer şekilde sistem düşüncesi ile ilgili makalelerin 2013–2018 arasındaki toplam yayın sayısının 1991–2012 arasındaki toplam yayın sayısından biraz daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar bu önemli artışın sebebini, sistem düşüncesinin modern sistemlerle başa çıkmak için yeni bir düşünme yolu olarak kullanma gerekliliğine bağlamıştır. Yapılan diğer bir yorum ise, sistem düşüncesi araştırmalarının alanyazında henüz doyuma ulaşmadığı, pek çok ilerlemeye ve gelişmeye açık olduğu şeklindedir ([Hossain vd., 2020](#)).

Araştırma sürecinde yapılan bir diğer analizde ise sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisinde en çok atıf alan çalışmalar belirlenmiştir. En fazla atıf alan makalenin, 2016 yılında Weintrop ve arkadaşları tarafından "Journal Of Science Education And Technology" dergisinde yayınlanan "Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms" başlıklı makale olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Makalenin içeriği incelendiğinde, yazarlar tarafından bilgi işlemsel düşünmenin matematik ve fen bilimleri sınıflarında nasıl uygulanabileceği ile ilgili bir taksonomi önerisi sunulduğu görülmüştür. Bu taksonominin alt kategorilerinde ise; veri uygulamaları, modelleme, simülasyon uygulamaları, bilgi işlemsel problem çözme uygulamaları ve sistem düşüncesi uygulamalarına yer verilmiştir ([Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille ve Wilensky, 2016](#)). En çok atıf alan bir diğer çalışma ise 2005 yılında Assaraf, OBZ ve Orion, N. tarafından "Journal Of Research In Science Teaching Teaching and Teacher Education" dergisinde yayınlanan "Development of system thinking skills in the context of earth system Education" başlıklı makaledir. Yazarlar bu çalışma kapsamında, ortaokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini geliştirmeye yönelik hem sınıf içi hem de sınıf dışı "Hiyerarşik Sistem Düşüncesi Modeli" olarak tanımladıkları bir öğrenme ortamı geliştirmişlerdir. Araştırmacılar bu model içerisinde sistem düşüncesi ile ilgili; sisteme ait bileşenleri ve sisteme dâhil olan süreçleri tanıma becerisi, sisteme ait bileşenler arasındaki bağlantıyı tanıma becerisi, bağlantının kapsamında süreci ve sisteme ait bileşenleri örgütleme becerisi, genelleme yapabilme becerisi, sistemdeki dinamik bağlantıları tanıma becerisi, sistemin gizli boyutlarını kavrama, sistemin döngüsel doğasını kavrama becerisi, zamana ait düşünme, geçmişe bakarak tahminlerde bulunma becerisi şeklinde sekiz özellik ifade etmişlerdir ([Ben-Zvi Assaraf ve Orion, 2005](#)). Bu çalışmanın fazla sayıda atıf almasının nedenlerinden biri sistem düşüncesi ile ilgili uygulama örneği sunması, bir diğeri ise geliştiren hiyerarşik sistem düşüncesi modelinin alan yazındaki araştırmacılar tarafından kabul görmesi şeklinde yorumlanabilir. En çok atıf alan bir diğer çalışma ise 2006 yılında "Journal Of Educational Change" dergisinde Fullan M. tarafından yayınlanan "The future of Educational change: system thinkers in action" başlıklı makaledir. Bu makalede yazar, geleceğin gündeminin sürdürülebilir eğitimsel değişim olduğunu belirtmektedir. Bu değişim için ise büyük resmi göz önünde bulundurarak düşünebilen ve hareket edebilen böylece bağlamı değiştirebilen liderler yetiştirmek gerektiğini ifade etmektedir. Ayrıca, günümüzde eğitim liderlerinin sistem düşüncesine yönelik gelişmelerinin eksik olduğunu dile getirirken, sistemleri değiştirmenin yolunun liderleri "eylem halindeki sistem düşünürleri" haline getirmek olduğunu vurgulamaktadır ([Fullan, 2006](#)).

Araştırma soruları kapsamında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarında alana en fazla katkı sağlayan ilk üç yazarın sırasıyla Assaraf, OBZ., Schechter, C. ve Shaked, H. olduğu sonucuna

ulaşmıştır. Assaraf, OBZ., tarafından yapılan yayınlar incelendiğinde, fen eğitimi, çevre eğitimi, doğayı koruma, biyoloji, ekoloji ve yer bilimleri alanlarında sistem düşüncesine yönelik bilişsel temelli araştırmalar ile alan yazına katkı sağladığı tespit edilmiştir. Schechter, C. tarafından yapılan yayınların araştırma alanları incelendiğinde ise eğitimsel değişim, mesleki öğrenme toplulukları, örgütsel öğrenme, işbirlikçi öğrenme, eğitimsel liderlik, liderlik gelişimi ve okul liderleri için sistem düşüncesi olduğu görülmüştür. Shaked, H. ise okul liderliğinde sistem düşüncesi, öğretim liderliği ve eğitim reformu konuları ile alan yazına katkı sağlamıştır.

Araştırma kapsamında WoS'ta en sık yayın yapılan ilk üç derginin sırasıyla "International Journal of Science Education" , "Journal of Biological Education" , "Journal of Research in Science Teaching" olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu dergilerdeki yayın sayısının fazla olmasının nedenlerinden biri, fen bilimleri ve biyoloji alanının doğası gereği sistem düşüncesi ile yakından ilişkili olması (Elmas vd., 2021; Jacobson ve Wilensky, 2006; Riess ve Mischo, 2010), bir diğeri ise ekosistem, insan vücudu, hücre gibi konuların öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesi için uygun olması (Boersma, Waarlo ve Klaassen, 2011; Mambrey, Schreibe, vd., 2022; Mehren, Rempfler, Buchholz, Hartig ve Ulrich-Riedhammer, 2018; Verhoeff vd., 2018) şeklinde yorumlanabilir.

Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarının yayımlandığı ülkeler incelendiğinde ise en aktif 15 ülkenin başında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ardından sırayla İsrail, Avustralya, Almanya, Kanada, İsveç, İngiltere, İspanya, Hollanda, Yunanistan, Türkiye, Finlandiya, Kolombiya, Kıbrıs ve Tayvan gelmiştir. ABD' nin diğer ülkelere göre ilk sırada yer almasının nedeni sistem dinamiğinin öncüsü Forrester' ın çalışmalarından etkilenen Jim Waters' ın 1980' li yılların başında ABD' de Waters Fondation topluluğunun kurması ile bu konuda farkındalık yaratması şeklinde yorumlanabilir. Topluluğun o yıllardan itibaren başta ABD olmak üzere dünya genelinde sistem düşüncesi ile ilgili okul organizasyonunu ve kültürünü geliştirmek için faaliyetlerini sürdürmekte, öğrencilerin, öğretmenlerin ve yetişkinlerin sistem düşünmesi becerilerini geliştirmek ve bu konuda farkındalık oluşturmak için çalışmalar yürütmektedir. Ayrıca 10 yılı aşkın bir süredir ABD'deki ve dünyanın dört bir yanındaki K-12 eğitimcileri, sistem düşüncesini ve dinamik modellemeyi öğretim programlarına entegre etmekte ve sistem düşüncesi kavramlarını ve araçlarını öğretim hedefleri ile uyumlu hale getirmek için çaba sarfetmektedir (Benson, 2007; Sweeney ve Serman, 2007). Bu girişimler, küresel anlamda sistem düşüncesi ile ilgili eğitim çalışmalarına olan ilgiyi arttırmıştır şeklinde yorumlanabilir.

Araştırma kapsamında WoS'ta konu ile ilgili en fazla çalışmanın yapıldığı kurum Ben Gurion Üniversitesi' dir. Bunu sırayla Kuzey Karolina Üniversitesi, Hayfa Üniversitesi, Bar-İlan Üniversitesi, Kuzey Karolina Eyalet Üniversitesi, İsrail Teknoloji Enstitüsü, Utrecht Üniversitesi, New York Eyalet Üniversitesi, Missouri Üniversitesi, Missouri Üniversitesi Sistemi takip etmiştir. Bu kurumların bulunduğu ülkeler incelendiğinde ise çoğunun ABD' nde ve İsrail' de yer aldığı görülmüştür. Ulaşılan bu sonuç, en fazla yayın yapan ülke ve yazar sıralaması ile örtüşmektedir.

Araştırmanın ikinci aşamasında VOSviewer programı aracılığıyla sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları kategorisindeki makaleler ülkelere göre ortak yazarlık iş birliği çerçevesinde incelenmiştir. Analiz sonucuna göre ülkeler arasında en yoğun iş birliğine sahip grupta ABD, Peru, İsrail ve Meksika yer almaktadır. Ayrıca ortak yazarlık işbirliği olan ülkelerin çoğunun ABD ile de bağlantısı olduğu tespit edilmiştir. VOSviewer programı sayesinde ortak atıf alan yazarlar ağı incelendiğinde ise en yoğun iletişim ağına sahip olan yazarın Hmelo-Silver olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yazarın çalışma alanları incelendiğinde fen bilimleri, karmaşık sistemleri anlama, problem çözme, e-öğrenme, gibi konularda alanyazına katkıda bulunduğu görülmüştür. Ortak atıf ağındaki bir diğer yazar Wilensky ise bilgisayar bilimi, karmaşık sistem modellemeleri, bilgisayar temelli modelleme alanlarında çalışmaktadır. Ayrıca sistem dinamiğinin kurucusu kabul edilen Forrester, sistem bilimci ve sistem modellemeleri üzerine çalışan Richmond, bir diğer sistem bilimci ve öğrenen organizasyonlar alanında çalışmaları olan Senge de ortak atıf ağında yoğun iletişim ağına sahip yazarlardır. Ayrıca araştırma kapsamında yapılan analizler en çok atıf alan dergilerin "International Journal of Science Education", "Journal of Biological Education", "Journal of Research in Science Teaching", "Research in Science Education", "Education Sciences", "Instructional Science" olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Son olarak, anahtar kelime analizinin bilim alanına özgü olan terimleri ve kavramları tespit etmeye yardımcı olduğu (Şeref ve Karagöz, 2019) düşüncesinden yola çıkarak VOSviewer programında ortak kelime analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan

analiz sonucunda "systems thinking" anahtar kelimesinin en yoğun ağ gücüne sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca 2014-2016 yılları arasındaki makalelerde "curriculum development", "Education", "system approach" "earth sciences" kelimeleri; 2016-2018 yılları arasındaki makalelerde ise "system thinking", "environmental Education", "sustainability", "problem solving", "science Education", "teacher Education" kelimeleri; 2018-2020 tarihleri arasında ise "secondary Education", "STEM", "computational thinking", "geography education", "ecology", "biology", "leadership", "higher Education" kelimelerinin yoğun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, sistem düşüncesinin daha çok çevre eğitimi, sürdürülebilirlik, fen bilimleri, biyoloji ve coğrafya eğitimi alanlarına entegre edildiğini göstermektedir. Belirtilen çalışma alanları sistem düşüncesi uygulamaları için uygun içeriğe sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca son yıllarda sistem düşüncesinin STEM ve bilgi işlemsel düşünme gibi alanlar da ilişkilendirildiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucu sistem düşüncesinin özellikle teknoloji ile entegrasyonu adına alanyazında bir çaba olduğu şeklinde yorumlamak mümkündür. Üstelik bu sonuç, sistem düşüncesi ile ilgili en fazla atıf alan "Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms" başlıklı makale bulgusunu da destekler niteliktedir.

Yapılan bu çalışma, sadece WoS veri tabanındaki eğitim araştırmaları kategorisinde taranan sistem düşüncesi ile ilgili makaleler ile sınırlıdır. Araştırmacılar sistem düşüncesi ile ilgili farklı veri tabanlarından yararlanarak benzer çalışmalar gerçekleştirebilir. Ayrıca bu araştırma 1992-2022 yılları arasındaki sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarını kapsamaktadır. Bu alandaki akademik eğilimin takip edilebilmesi için ilerleyen zaman diliminde konu ile ilgili benzer çalışmalar gerçekleştirilebilir. Ayrıca bu çalışmanın sonuçları eğitim alanında sistem düşüncesi çalışmalarının zamanla hız kazandığı ve disiplinlerarası bir bakış açısı sunduğu, farklı alanlarda işbirliğine açık olan bir düşünme şekli olduğunu ortaya koymaktadır. Farklı disiplinlerin işbirliği ile sistem düşüncesinin ileriki çalışmalara ışık tutacağı öngörülmektedir.

## KAYNAKÇA/REFERENCES

- Acedo, F. J., Barroso, C., Casanueva, C., & Galan, J. L. (2006). Co-authorship in management and organizational studies: An empirical and network analysis. *Journal of Management Studies*, 43(5), 957-983.
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669-678. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.050>
- Baker, H. K., Kumar, S., & Pandey, N. (2021). Forty years of the journal of futures markets: a bibliometric overview. *Journal of Futures Markets*, 41(7), 1027-1054.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of systems thinking skills in the context of earth system Education. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Ben-Zvi-Assaraf, O., & Orion, N. (2010). Four case studies, six years later: Developing system thinking skills in junior high school and sustaining them over time. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1253-1280. <https://doi.org/10.1002/tea.20383>
- Benson, T. A. (2007). *Developing a systems thinking capacity in learners of all ages*. Systems Thinking in Schools Program. <https://www.alnap.org/system/files/content/resource/files/main/10.1.1.535.9175.pdf>
- Boersma, K., Waarlo, A. J., & Klaassen, K. (2011). The feasibility of systems thinking in biology Education. *Journal of Biological Education*, 45(4), 190-197.
- Boyras, D. (2022). *IB okullarında okutulan Türkçe öykü kitaplarının sistem düşüncesi yaklaşımı ile incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Büyükoztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (25. Baskı). Pegem A.
- Capra, F., & Luisi, P. L. (2014). *The systems view of life: A unifying vision*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511895555>
- Chang, C. Y. (2001). Comparing the impacts of a problem-based computer-assisted instruction and the direct-interactive teaching method on student science achievement. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 147-153.

- Cisneros, L., Ibanescu, M., Keen, C., Lobato-Calleros, O., & Niebla-Zatarain, J. (2018). Bibliometric study of family business succession between 1939 and 2017: Mapping and analyzing authors' networks. *Scientometrics*, 117(2), 919–951. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2889-1>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146–166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Costello, W. (2001). *Computer-based simulations as learning tools: changing student mental models of real-world dynamical systems*. Creative Learning Exchange.
- Çelik, C., Kaymakçı, G., & Can, Ş. (2023). Bibliometric analysis of research on career development of gifted students. *E-International Journal of Educational Research*, 14(2), 68–82. <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1206389>
- Çelikten, A. (2022). *Türk Dili ve Edebiyatı dersinde eğitimde sistem düşüncesi araştırmalarının kullanılması eser analizinde derin okumaya etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Donthu, N., Kumar, S., Pattnaik, D., & Lim, W. M. (2021). A bibliometric retrospection of marketing from the lens of psychology: Insights from psychology & marketing. *Psychology & Marketing*, 38(5), 834–865. <https://doi.org/10.1002/mar.21472>
- Elmas, R., Arslan, H. Ö., Pamuk, S., Pesman, H. ve Sözbilir, M. (2021). Fen eğitiminde yeni bir yaklaşım olarak sistemsel düşünme. *Türkiye Kimya Dernegi Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 6(1), 107–132. <https://doi.org/10.37995/jotcsc.889340>
- Erkenekli, M. (2011). Bilimsel yöntemlerin tarihi ve sistem dinamiklerinin doğuşu. B. Çelik, M. Erkenekli, H. Şeşen ve M. Polat (Ed.), *Sistem dinamikleri içinde* (1. baskı, ss. 1–41). Detay Yayıncılık.
- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655–674.
- Feriver, Ş., Olgan, R., Teksöz, G., & Barth, M. (2019). Systems thinking skills of preschool children in early childhood education contexts from Turkey and Germany. *Sustainability*, 11(5), 1478.
- Flood, R. L. (2010). The relationship of 'systems thinking' to action research. *Systemic Practice and Action Research*, 23(4), 269–284. <https://doi.org/10.1007/s11213-010-9169-1>
- Forrester, J. W. (1992). Policies, decisions and information sources for modeling. *European Journal of Operational Research*, 59(1), 42–63.
- Fullan, M. (2006). The future of Educational change: System thinkers in action. *Journal of Educational change*, 7(3), 113–122. <https://doi.org/10.1007/s10833-006-9003-9>
- Gilissen, M. G., Knippels, M. C. P., & van Joolingen, W. R. (2020). Bringing systems thinking into the classroom. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1253–1280.
- Grant, W. E. (1998). Ecology and natural resource management: reflections from a systems perspective. *Ecological Modelling*, 108(1–3), 67–76.
- Gülüm, B. (2023). Bibliometric analysis of researches on values education in visual arts lesson. *E-International Journal of Educational Research*, 14(2), 350–365. <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1231517>
- Güzeller, C. O., & Çeliker, N. (2018). Bibliometric analysis of tourism research for the period 2007–2016. *Advances in Hospitality and Tourism Research*, 6(1), 1–22.
- Hogan, K. (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education*, 35(1), 22–28. <https://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655731>
- Hmelo, C., Holton, D., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *Journal of Learning Sciences*, 9, 247–298.
- Hossain, N. U. I., Dayarathna, V. L., Nagahi, M., & Jaradat, R. (2020). Systems thinking: A review and bibliometric analysis. *Systems*, 8(3), 23. <https://doi.org/10.3390/systems8030023>
- Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11–34. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501\\_4](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_4)
- Karagöz, B. ve Ardic, İ. K. (2019). Ana Dili Eğitimi Dergisinde yayımlanan makalelerin bibliyometrik analizi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 7(2), 419–435.
- Kaya, N., Ellez, A. M., & Ellez, N. (2019). The effect of system thinking approach on the environmental consciousness of pre-school children. *Route Educational and Social Science Journal*, 6(5), 36–50.

- Keynan, A., Assaraf, O. B. Z., & Goldman, D. (2014). The repertory grid as a tool for evaluating the development of students' ecological system thinking abilities. *Studies in Educational Evaluation*, 41, 90-105. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.09.012>
- Kılınç, B. (2022). Çevre sosyolojisi ile ilgili yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 205-227.
- Koseoglu, M. A., Rahimi, R., Okumus, F., & Liu, J. (2016). Bibliometric studies in tourism. *Annals of Tourism Research*, 67, 180-198. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2016.10.006>
- Lannon-Kim, C. (1991). Revitalizing the schools: a systems thinking approach. *The Systems Thinker*, 2(5), 1-4.
- Lu, K., & Wolfram, D. (2012). Measuring author research relatedness: A comparison of word-based, topic-based, and author cocitation approaches. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(10), 1973-1986. <https://doi.org/10.1002/asi.22628>
- Lyneis, D. A., & Fox-Melanson, D. (2001, July). *The challenge of infusing system dynamics into a K-8 curriculum* [Paper presentation]. 19th International System Dynamics Society Conference. Atlanta, Georgia.
- Maani K., & Maharraj V. (2004). Links between systems thinking and complex decision-making. *System Dynamics Review*, 20(1), 21-48. <https://doi.org/10.1002/sdr.281>
- Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J., & Schmiemann, P. (2020). The impact of system specifics on systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(10), 1632-1651. <https://doi.org/10.1002/tea.21649>
- Mambrey, S., Schreiber, N., & Schmiemann, P. (2022). Young students' reasoning about ecosystems: The role of systems thinking, knowledge, conceptions, and representation. *Research in Science Education*, 52(1), 79-98. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09917-x>
- Meadows, D. (2021). *Sistemlerle düşünmek*. (K. Bolay Özemre & E. Göktepe, Çev. Ed.). Pegem Akademi. (Çalışmanın orijinali 2013'te yayımlanmıştır)
- Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2018). System competence modelling: Theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social, and human-environment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 55, 685-711. <https://doi.org/10.1002/tea.21436>
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Next Generation Science Standards Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Nuhoğlu, H. (2009). Evaluation of the middle school students' understanding level of basic system concepts. *Elementary Education Online*, 8(3), 866-882.
- Nuhoğlu, H. (2014). Evaluation of student models of current socio-scientific topics based on systems dynamics. *Educational Sciences Theory Practice*, 14(5), 1957-1975. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.5.2091>
- Nuhoğlu, H. (2020). The effect of deduction and induction methods used in modelling current environmental issues with system dynamics approach in science education. *Participatory Educational Research*, 7(1), 111-126. <https://doi.org/10.17275/per.20.7.7.1>
- Nguyen, N. C., Graham, D., Ross, H., Maani, K., & Bosch, O. (2012). Educating systems thinking for sustainability: Experience with a developing country. *Systems Research and Behavioral Science*, 29(1), 14-29. <https://doi.org/10.1002/sres.1097>
- Ormanç, Ü., Çepni, S. ve Balım, A.G. (2018). Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin sistem düşünme becerilerine ilişkin durumlarının belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44, 15-27. <https://doi.org/10.9779/PUJE.2018.203>
- Pauna, V. H., Picone, F., Le Guyader, G., Buonocore, E., & Franzese, P. P. (2018). The scientific research on ecosystem services: A bibliometric analysis. *Ecological Questions*, 29(3), 53-62. <https://doi.org/10.12775/EQ.2018.022>
- Plate, R. (2010). Assessing individuals' understanding of nonlinear causal structures in complex systems. *System Dynamics Review*, 26(1), 19-33. <http://doi.org/10.1002/sdr.432>
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal Of Documentation*, 25(4), 348-349.
- Ramos-Rodríguez, A. R., & Ruíz-Navarro, J. (2004). Changes in the intellectual structure of strategic management research: A bibliometric study of the Strategic Management Journal, 1980-2000. *Strategic management journal*, 25(10), 981-1004. <https://doi.org/10.1002/smj.397>
- Richmond, B. (1994). System dynamics/systems thinking: Let's just get on with it. *System Dynamics Review*, 10(2-3), 135-157.

- Riess, W., & Mischo, C. (2010). Promoting systems thinking through biology lessons. *International Journal of Science Education*, 32, 705–725. <https://doi.org/10.1080/09500690902769946>
- Pieters, R., & Baumgartner, H. (2002). Who talks to whom? Intra-and interdisciplinary communication of economics journals. *Journal of Economic Literature*, 40(2), 483–509. <https://doi.org/10.1257/002205102320161348>
- Rosenkränzer, F., Hörsch, C., Schuler, S., & Riess, W. (2017). Student teachers' pedagogical content knowledge for teaching systems thinking: Effects of different interventions. *International Journal of Science Education*, 39(14), 1932–1951. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1362603>
- Schoen, L., & Fusarelli, L. D. (2008). Innovation, NCLB, and the fear factor: The challenge of leading 21st-century schools in an era of accountability. *Educational Policy*, 22(1), 181–203. <https://doi.org/10.1177/0895904807311291>
- Senge, P. M. (2002). *Beşinci Disiplin*. (A. İldeniz & A. Doğukan, Çev. Ed.). Yapı Kredi Yayınları. (Çalışmanın orijinali 1990' da yayımlanmıştır)
- Sönmez, Ö. F. (2020). Bibliometric analysis of Educational research articles published in the field of social study Education based on Web of Science database. *Participatory Educational Research*, 7(2), 216–229. <https://doi.org/10.17275/per.20.30.7.2>
- Stremersch, S., Verniers, I., & Verhoef, P. C. (2007). The quest for citations: Drivers of article impact. *Journal of Marketing*, 71(3), 171–193. <https://doi.org/10.1509/jmkg.71.3.171>
- Stuntz, L. N., Lyneis, D. A., & Richardson, G. P. (2001, July). *The future of system dynamics and learner-centered learning in K-12 Education* [Paper presentation]. 19th International System Dynamics Society Conference. Atlanta, Georgia.
- Sweeney, L. B., & Sterman, J. D. (2007). Thinking about systems: Student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 23(2-3), 285–311. <https://doi.org/10.1002/sdr.366>
- Şahin, F. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem düşünme düzeylerinin incelenmesi: Biyoçeşitlilik. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 176–200.
- Şeref, İ., & Karagöz, B. (2019). An evaluation of turkish education academic field: bibliometric analysis based on web of Science database. *Journal of Language Education and Research*, 5(2), 213–231. <https://doi.org/10.31464/jlere.578224>
- Tabak, A., Sığrı, Ü., Polat, M., Şeşen, H., & Çelik, B. (2011). Yönetim bilimi açısından sistem teorisi. B. Çelik, M. Erkenekli, H. Şeşen ve M. Polat (Ed.), *Sistem dinamikleri içinde* (1. baskı, ss. 71–141). Detay Yayıncılık.
- Tecim, V. (2004). Sistem yaklaşımı ve soft sistem düşüncesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 75–100.
- Toprakçı, E. (2017). *Sınıf yönetimi* (3. Baskı). Pegem Akademi.
- Tripto, J., Assaraf, O. B. Z., & Amit, M. (2013). Mapping what they know: Concept maps as an effective tool for assessing students' systems thinking. *American Journal of Operations Research*, 15(3), 245–258. <http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2013.31A022>
- Yeşiltaş, E., & Şeker, G. (2021). Sosyal medya ile ilgili yapılan eğitim araştırmalarının bibliyometrik analizi. *Journal of World Of Turks/Zeitschrift Für Die Welt Der Türken*, 13(2), 169–189. <https://doi.org/10.46291/ZfWT/130209>
- Verhoeff, R. P., Knippels, M.-C. P. J., Gilissen, M. G. R., & Boersma, K. T. (2018). The theoretical nature of systems thinking. Perspectives on systems thinking in biology Education. *Frontiers in Education*, 3, 518–560. <https://doi.org/10.3389/feduc.2018.00040>
- Waters Foundation, (2006). Systems thinking in schools: a Water Foundation Project. [www.watersfoundation.org](http://www.watersfoundation.org).
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and Science classrooms. *Journal of Science Education and technology*, 25, 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Zupic, I., & Cater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/109442811456262>