

STEM Eğitim Çalışmalarına Farklı Bir Bakış: Bibliyometrik Haritalama

A Different Perspective on STEM Education Studies: Bibliometric Mapping

Muhammed Akif KURTULUŞ¹ ve Serkan YILMAZ²

¹ Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya, ORCID No: 0000-0001-5206-5787

² Hacettepe Üniversitesi, Ankara, ORCID No: 0000-0003-1800-0765

Kaynak Gösterimi İçin (For cited in):

Kurtuluş, M. A., & Yılmaz, S. (2022). STEM eğitim çalışmalarına farklı bir bakış: Bibliyometrik haritalama. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10 (2), 386-405. <https://doi.org/10.56423/fbod.1172514>

STEM Eğitim Çalışmalarına Farklı Bir Bakış: Bibliyometrik Haritalama

Muhammed Akif KURTULUŞ^{1,*} ve Serkan YILMAZ²

¹ Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya, ORCID No: 0000-0001-5206-5787

² Hacettepe Üniversitesi, Ankara, ORCID No: 0000-0003-1800-0765

Makale Bilgisi	Öz
Gönderilme Tarihi: 08, Eylül, 2022 Revizyon Tarihi: 08, Kasım, 2022 Kabul Tarihi: 16, Kasım, 2022	<i>Araştırma kapsamında STEM eğitime yönelik belirlenen kısıtlamalar sonucu ortaya çıkan makalelerin analizi yapılmıştır. Toplamda 3362 makaleye ulaşılmıştır. Araştırmacıların amacı bağlamında yapılan kısıtlamalar sonucunda 975 makale üzerinden analiz gerçekleştirilmiştir. Araştırmada R-Studio programı kullanılarak bibliyometrik analiz yapılmıştır. 2004-2021 yılları arasında Web of Science veri tabanında yayımlanmış STEM eğitimi makaleleri kullanılmıştır. Alana yönelik makalelere, dergilere, anahtar kelimelere, kelime yapılarına, yazarlara, atıf patlama değerlerine, tematik yapılara ve iş birliği ağlarına ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda konu alanının popülerliğinin devam ettiği, uluslararası alanda iş birliğine önem verildiği ve araştırılması gereken farklı konu başlıklarının olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ülkemiz araştırmacılarının konu alanın farklı noktalarına odaklanması ve iş birliğine açık çalışmalara yönelmesi önerilmiştir.</i>
Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, bibliyometrik analiz, R-Studio.	

A Different Perspective on STEM Education Studies: Bibliometric Mapping

Article Information	Abstract
Received: 08, September, 2022 Revised: 08, November, 2022 Accepted: 16, November, 2022	<i>Within the scope of the research, the articles that emerged as a result of the restrictions determined for STEM education were analyzed. A total of 3362 articles were reached. As a result of the restrictions made in the context of the researchers' purpose, analysis was carried out on 975 articles. In the research, a bibliometric analysis was made using the R-Studio program. STEM education articles published in the Web of Science database between 2004-2021 were used. Articles, journals, keywords, word structures, authors, citation burst values, thematic structures, and collaboration networks were reached. As a result of the research, it has been determined that the popularity of the subject area continues, international cooperation is given importance, and there are different topics that need to be researched. In particular, it is recommended that researchers in our country focus on different points of the subject area and turn to collaborative studies.</i>
Keywords: STEM education, bibliometric analysis, R-Studio	

*Sorumlu Yazar: E-mail: muhammed.kurtulus@alanya.edu.tr

** Sorumlu yazarın doktora tez çalışmasının bir bölümünü kapsamaktadır.

ISSN: 2148-2160 ©2022

Giriş

Günümüzde eğitim ve bilgi; kalkınmanın, gelişmenin ve nitelikli birey yetiştirmenin etkili bir aracı olarak görülmektedir. Eğitim, bireyin yaşamının her döneminde belli şart ve durumlara göre uygun bir şekilde kullanabildiği bilgi ve becerilere sahip olabilme ve belli yeterliliklere ulaşabilme yolu olarak görülmektedir (Kaya ve Karakaya, 2012). Eğitim ve öğretim, toplumların sahip olduğu koşullara göre değişmekte olup bu durum eğitimde farklı yaklaşımların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu yaklaşımlar, okullarda fen bilimleri eğitimindeki bazı değişiklikler ve yenilikler sonucunda ortaya çıkmaktadır (İşman vd., 2002). Günümüzde yenilik, büyük ölçüde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerindeki ilerlemelerden elde edildiği için, bu bilim alanlarına yönelik artan meslek sayısı da bu disiplinlerin bilgisini gerektirmektedir. 21. yüzyılda ülkelerin birbirleriyle rekabet edebilir durumda olmaları için; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik iş gücüne ihtiyaç duymaktadırlar (Çorlu, 2014).

21. yüzyıl ülkelerin bilim ve teknoloji yardımıyla robotik sistemlere daha fazla önem verdiği bir dönem olarak görülmektedir. Bu durumun temelinde de ekonomik nedenler yatmaktadır. Bu ekonomik kalkınmanın temelini oluşturan da 21. yüzyıla uygun bir eğitim sisteminin oluşturulmasıdır. Bu bağlamda 21. yüzyıl eğitim sisteminde; problem çözebilen, yaratıcı fikirler ortaya koyabilen, iş birlikli çalışabilen, iletişim becerilerini kullanabilen, eleştirel ve analitik düşünebilen bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Günümüzde bu becerilerin öğretilmesi ve kullanılmasındaki en önemli yaklaşımlardan birisi de STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) eğitimidir (Li vd., 2020; Stohlmann vd., 2012).

STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını entegre eden disiplinler arası bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Xie vd., 2015). Ancak ülkemizde STEM; bazı çalışmalarda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik açılımının kısaltması olan FeTeMM (Fen, Teknoloji, Matematik, Mühendislik) şeklinde kullanılmıştır (Corlu, 2014). Fakat gerek uluslararası çalışmalarda kullanım sıklığı bakımından gerekse de kavramın alanda kabul görmesi bağlamında STEM kısaltması sıklıkla karşımıza çıkmaktadır.

STEM eğitiminde bireylerin üst düzey düşünme becerileri olarak adlandırılan problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve iş birlikli öğrenme becerilerine önem verilmektedir. Bu becerilerin gelişimini sağlayan STEM eğitimi, öğrencilerin gerçek yaşamla daha iyi bağlantı kurmasına olanak sağlamaktadır (Brophy vd., 2008; Morrison, 2006). Bu sebepten günümüzde STEM eğitimi çalışmalarında daha çok mühendislik uygulamaları, problem çözme ve yenilik üretme temalarına odaklanılmaktadır (Bybee, 2010). Üst düzey beceriler olarak adlandırılan problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve iş birlikli öğrenme becerilerine de STEM eğitiminde önem verildiği görülmektedir. Bireylerin bu üst düzey becerileri kullanmalarına olanak sağlayan STEM eğitiminde başarılı olmaları için düşük düzeyli bilişsel aktivitelerin ötesine geçebilmeleri ve yüksek seviyede düşünme becerilerine sahip olmaları gerekmektedir (Basham ve Marino, 2013). Bu bağlamda STEM eğitiminde farklı meta-bilişsel aktiviteler ve içeriğe yönelik olarak uygulanan özel öğretim yöntemlerinin kullanılması ya da matematik ve fen bilimlerinin bütünleştirilerek öğrencilere verilmesi gerekmektedir (Samsonov vd., 2006). Bu durumda öğrencilerin fen bilimlerine yönelik ilgi ve motivasyonları ile bu alana yönelik akademik başarılarında bir artış görüleceği düşünülmektedir (Furner ve Kumar, 2007). STEM

eğitimine yönelik ilginin ve çalışmaların zamanla artması, araştırmacıların farklı konu alanlarıyla STEM eğitimi bağdaştırması ve çalışılacak yeni konu alanlarının bulunması gibi sebeplerden dolayı STEM eğitimi çalışmalarına yönelik bilgilerin genel hatlarıyla alanyazına kazandırılmasının hem araştırmacılar için hem de alana ilgi duyan kişiler için önemli bir yol gösterici olduğu düşünülmektedir. Bu bilgiler de alanyazına bibliyometrik yöntemlerle kazandırılmaktadır.

Bu bağlamda bibliyometrik analiz; bilimsel çalışmaların yayım sıklığını, dergilerin ve araştırmacıların alana yönelik ilgisini, kavramsal yapılar gibi verileri ortaya koymaya yarayan önemli bir yöntemdir. Bibliyometri; bilimsel çalışmaların istatistiksel ve matematiksel yöntemlerle analiz edilip ortaya konulmasını sağlayan bir teknik olarak tanımlanabilir (Lawani, 1981; Pritchard, 1969; Sengupta, 1992). Bibliyometri tanımının ilk olarak bilimsel bir çalışmada yer almasının 1896 yılında Campbell tarafından yapılan çalışma ile olduğu görülmektedir (Sengupta, 1992). Bibliyometrik çalışmalar, betimleyici ve değerlendirici nitelikte olmak üzere iki kategoride sınıflandırılabilir. Betimleyici nitelikteki çalışmalar daha çok konuya ilgi duyan araştırmacıların ortaya konulması, çalışmaların sayısı ve yayım yıllarının tespit edilmesi, alana katkıda bulunan ülkelerin ve dergilerin belirlenmesi gibi özellikleri ortaya koymaktadır. Değerlendirici nitelikteki çalışmalar ise bir yayına gelen atıfların belli modeller çerçevesinde analizlerinin yapılarak diğer yayınlar üzerindeki etkisini belirlenmesine fırsat sunmaktadır (McBurney ve Novak, 2002). Kısacası bibliyometrik analizler; ülkelerin, kurumların ya da araştırmacıların konu alanına yönelik ilgilerini tespit etmede, özel araştırma konularını belirlemede ve değerlendirmede, konu alanlarına yönelik araştırmacılara yol göstermede oldukça etkili bir yöntem olarak görülmektedir (Huang vd., 2006). Alanyazında özellikle son zamanlarda fen bilimleri alanına yönelik bibliyometrik çalışmalarda (Demir ve Çelik, 2020; Doğru vd., 2019; Effendi vd., 2021; Syahmani vd., 2021, Kurtuluş ve Tatar, 2021b; Yurdakul ve Bozdoğan, 2022) bir artış olduğu gözlemlenmektedir. Fen bilimlerine yönelik birçok çalışma yer almasına karşın, Web of Science veri tabanında STEM eğitime yönelik yayınlanan ve çalışmanın kriterlerine uygun bir araştırmanın olmadığı tespit edilmiştir. STEM eğitime yönelik çalışmaların popülerliğinin zamanla artıyor olması konu alanının objektif olarak değerlendirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bu çalışmayla birlikte konu alanının bilimsel gelişiminin takip edilerek araştırmacılara bir yol haritası çizilmesinin, STEM eğitimi araştırmalarının odak noktalarının değişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın amacı STEM eğitime yönelik yapılan çalışmaların bibliyometrik özelliklerini belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak aşağıdaki araştırma soruları belirlenmiştir:

- 1- STEM eğitime yönelik yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı ne durumdadır?
- 2- STEM eğitimi çalışmalarına ilgi duyan yazar ve dergilerin yayın dağılımı nasıldır?
- 3- Konu alanına yön veren ve öne çıkan araştırmacıların yayın durumları nasıldır?
- 4- Konu alanına ilgi duyan araştırmacıların ülkeleri bağlamında iş birlikli çalışma yapmaları ne durumdadır?
- 5- Ülkemizin STEM eğitimi çalışmalarına yönelik ilgisi ne durumdadır?

- 6- STEM eğitimi çalışmalarında en fazla atıf alan yayınlar nelerdir?
- 7- STEM eğitimi çalışmalarına yönelik kavramsal yapı, tematik haritalandırma ve iş birliği ağları ne durumdadır?

Yöntem

Betimsel araştırma modelinin benimsendiği bu çalışmada STEM eğitime yönelik çalışmaların bibliyometrik özellikleri belirlenmiştir. Bibliyometrik araştırmalar araştırmacılara, konu alanına yön veren çalışmalar ile alana ilgi duyan dergileri görmeyi ve konu alanının popülerliğini ortaya çıkarma imkânı sunmaktadır. Bibliyometrik analiz konu alanına yönelik alanyazının bibliyografik özelliklerini sayısal veriler şeklinde sunması sebebiyle nicel analiz olarak görülmektedir (Hawkins, 2001).

Araştırmanın Örnekleme

Araştırmada Web of Science (WoS) Core Collection veri tabanı referans olarak kullanılmıştır. Bibliyometrik araştırmalarda en önemli veri kaynakları olan Science Citation Index (SCI), Social Science Citation Index (SSCI) ve Art ve Humanities Citation Index (A&HCI) olmak üzere uluslararası atıf indekslerine erişim sağlayan veri tabanlarından birisi olması sebebiyle (Güzeller ve Çeliker, 2017) ve R-Studio programıyla da uyumlu olması sebebiyle (Kurtuluş ve Tatar, 2021a, 2021b) WoS veri tabanı üzerinden araştırma gerçekleştirilmiştir. Ayrıca WoS veri tabanında eğitim ve eğitim araştırmalarına yönelik çalışmaların diğer veri tabanlarına kıyasla daha fazla yer alması ve her üniversite tarafından erişimin sağlanabilir olması (Karasözen vd., 2011) sebepleriyle tercih edilmiştir.

WoS veri tabanında STEM education (FeTeMM eğitimi) anahtar kavramı kullanılarak başlık (topic) bölümünde araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında STEM ile ilişkili olan “STEM teaching” ya da “STEM learning” gibi anahtar kelimeler üzerinden araştırma kapsamı daraltacak olması sebebiyle kullanılmamıştır. Araştırmanın amacı bağlamında eğitim çalışmalarına odaklanılacak olması ve kapsamın genişletilmesi sebepleriyle “STEM education” anahtar kelimesi kullanılmıştır. Araştırma verileri, 2004-2021 yılları arasında farklı kaynaklarda yayımlanan “STEM education” anahtar kavramıyla ilişkili makale çalışmalarından oluşmaktadır. Araştırma kapsamında belirlenen STEM eğitime yönelik ilk çalışmanın 2004 yılında gerçekleşmiş olması sebebiyle başlangıç tarihi olarak bu tarih belirlenmiştir. Fakat bu durum STEM eğitime yönelik yapılan ilk çalışmanın 2004 yılında olduğu anlamına gelmemektedir. Araştırmanın amacı bağlamında; anahtar kelime (STEM education), yıl (2022 hariç), doküman tipi (makale) ve WoS kategori (Eğitim ve Eğitim araştırmaları) kısıtlamaları sonucunda veri tabanında ortaya çıkan ilk çalışmanın bu tarihte olduğunu göstermektedir. Ayrıca içinde bulunduğumuz mevcut yılın henüz tamamlanmamış olması sebebiyle 2022 yılı analize dâhil edilmemiştir.

Veri Toplama Araçları ve Süreci

Araştırma kapsamında veriler 22.07.2022 tarihinde toplanmıştır. WoS veri tabanının başlık sekmesindeki STEM eğitimi anahtar kelimesiyle yapılan ilk aramada toplamda 3632 çalışmaya ulaşılmıştır. Yayın yılları (publication years) sekmesinde mevcut yılın henüz tamamlanmamış olması sebebiyle 2022 yılındaki yayınlar araştırmadan çıkarılmıştır. Belge türleri (document types) sekmesinde araştırmanın amacı bağlamında sadece makale

çalışmalarının incelenecek olması sebebiyle makale (article) dışındaki seçenekler araştırmadan çıkarılarak 1815 makaleye ulaşılmıştır. WoS kategorileri (categories) sekmesinde de sadece eğitimle ilgili araştırmalarının incelenecek olması sebebiyle eğitim ve eğitim araştırması (education & educational research) sekmesi dâhil edilerek toplamda 975 makale çalışmasıyla araştırma gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmaya yönelik yapılan kısıtlamalar sonucunda elde edilen verilerin analizinde R programından faydalanılmıştır. Bibliyometrik analiz için kullanılan birçok kod dosyası R ortamının deposu olarak görülen <https://cran.r-project.org/> adresi üzerinden sağlanmaktadır. Bibliyometrik analizler için de kullanılan R-Studio programı nicel araştırmalar için oldukça önemlidir (Aria ve Cuccurullo, 2017). Citespace, Wosviewer gibi farklı programlardan da bibliyometrik analizler yapılabilmektedir. Bu çalışmada R programı diğer programlara kıyasla daha fazla bulgu ve görsellik sağlaması sebebiyle tercih edilmiştir.

WoS veri tabanı kullanılarak araştırmannın ölçütlerine göre hazırlanan çalışmanın veri dosyasını elde etmek için ilk olarak dışa aktar (export) seçeneği tıklanmıştır. Sonra tam kayıt ve atıf yapılan kaynakça (full record and cited references) seçeneği seçilerek bibtex dosyası hazırlanmıştır. Bu aşamada veri tabanı tek seferde toplamda 500'e kadar olan çalışmaları indirmesi sebebiyle, 500-975 arasındaki veri dosyası ayrıca hazırlanarak birleştirilmiştir. Bibtex dosyası olarak hazırlanan son dosya veri kısmına yüklenerek analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ilişkin bu süreç, Şekil 1'de sırası ile ifade edilmektedir.



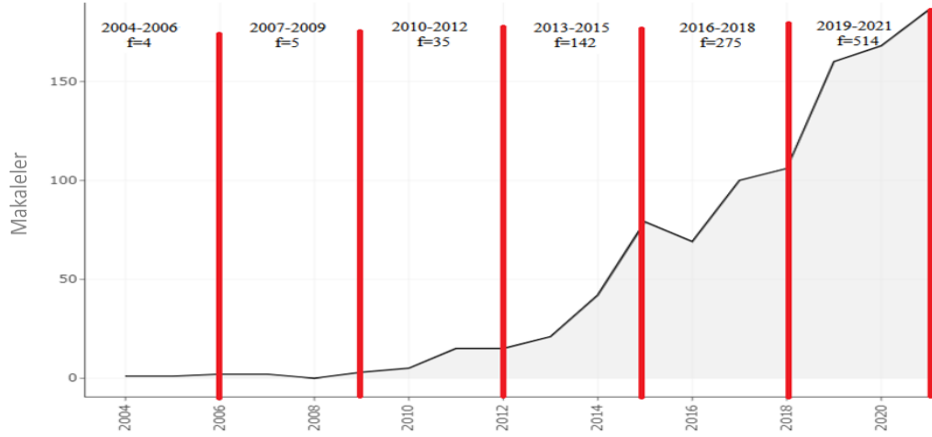
Şekil 1. Çalışma süreci

Bulgular

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulgular, araştırma sorularına göre alt başlıklar halinde sunulmuştur.

STEM Eğitime Yönelik Yapılan Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımına İlişkin Bulgular

STEM eğitimi ile ilgili toplam 975 çalışmaya ait bilgiler yıllara göre Şekil 2’de sunulmaktadır.

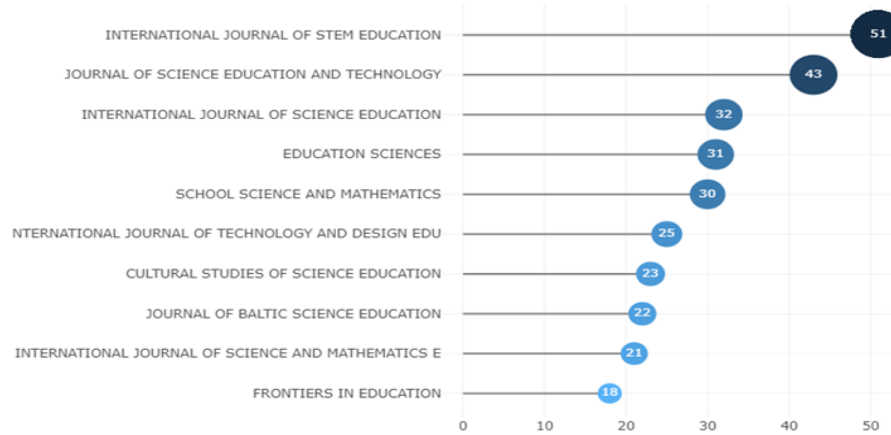


Şekil 2. Yıllara göre çalışma sayısı

Şekil 2 incelendiğinde; STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların tarama kısıtlamalarına göre 2004 yılında yayımlanmaya başladığı ve ilgili alanda en fazla yayının 2019-2021 yılları arasında (f = 514) yapıldığı görülmektedir. 2015 yılından sonra yayımlanan çalışmaların toplamın %80,93’ünü oluşturduğu görülmektedir.

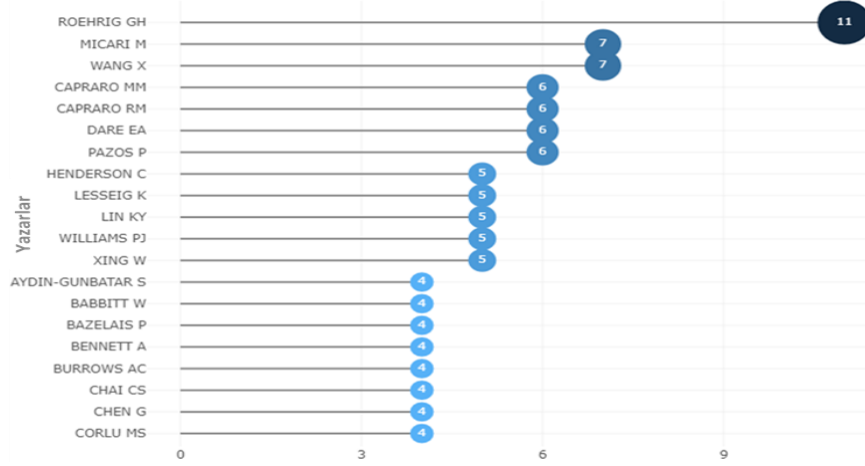
STEM Eğitimi Çalışmalarına İlgili Duyan Dergi ve Yazarların Yayın Dağılımına İlişkin Bulgular

Şekil 3’te en fazla yayının yapıldığı ilk 10 dergi gösterilmektedir.



Şekil 3. Konu alanına yönelik en çok yayın basan dergiler

“STEM eğitimi” anahtar kavramı taratılarak bulunan yayınların 290 farklı kaynaktan yayımlandığı belirlenmiştir. İlgili çalışmaların en fazla yayımlandığı dergilerin ise Şekil 3’te de görüldüğü üzere International Journal of STEM Education (f = 51), Journal of Science Education and Technology (f = 43) ve International Journal of Science Education (f = 32) olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 4’te ise konu alanıyla ilgili olarak en fazla çalışma yapan yazarlar yer almaktadır.

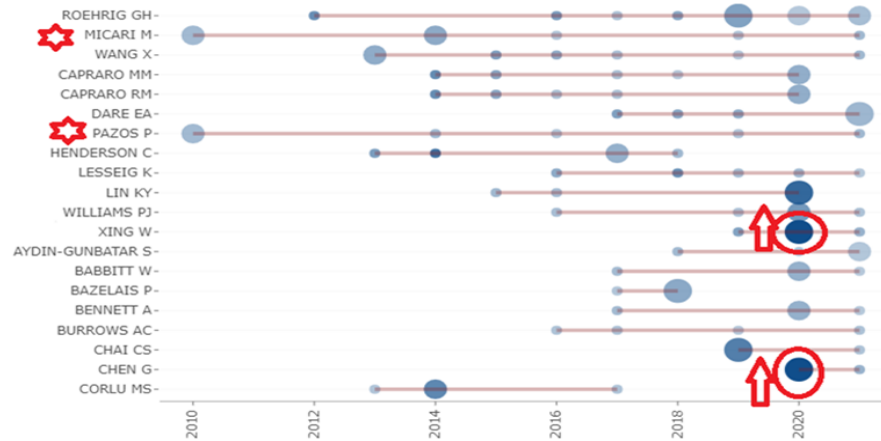


Şekil 4. Konu alanına yönelik en çok yayın yapan yazarlar

Şekil 4’ten STEM eğitimi konusunda en fazla çalışma yapan yazarların G. H. Roehrig (f = 11), M. Micari (f = 7) ve X. Wang (f = 7) olduğu görülmektedir.

STEM Eğitimi Çalışmalarında Öne Çıkan ve Alana Yön Veren Yazarların Yayın Durumlarına İlişkin Bulgular

Şekil 5’te yazarların atıf patlama (burst) değerlerine yer verilmektedir. Atıf patlama değeri yazarların belli bir dönem aralığında çalışmalarına yapılan atıf sayısı ile oluşmaktadır. Atıf patlama değerinin yüksek çıkması o yazarın yıl içerisindeki çalışmalarına gelen atıf sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Atıf patlama değerlerini oluşturan dairelerin büyüklüğü ve koyuluğu, ilgili atıf patlama değerinin de büyük olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 5. Atıf patlama değerleri

Şekil 5'te ifade edilen yazarların atıf patlama değerleri incelendiğinde, en yüksek atıf patlamasına sahip yazarların (ok işareti ile gösterilenler) G. Chen ve W. Xing olduğu görülmektedir. Yazarların 2020 yılı içerisinde yapmış oldukları üç farklı çalışmanın toplamda 58 atıf alması, atıf patlama değerlerini (bu değer = 19,33) oluşturmuştur. M. Micari (atıf patlama değeri = 2,50) ve P. Pazos (atıf patlama değeri = 2,50) isimli yazarlar (yıldız işareti ile gösterilen) da alana yön veren isimler konumundadır. Bu durum, yazarların 2010-2021 yılları arasında kesintisiz olarak atıf almasından anlaşılmaktadır. Alana yönelik çalışmaları olan M.S. Çorlu isimli Türk araştırmacının da atıf patlama değerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (bu değer = 10,44).

STEM Eğitime Yönelik Çalışmalar Kapsamında Ülkelerin İş Birliği Yapma Durumlarına İlişkin Bulgular

Tablo 1'de sorumlu yazarların ülkeleri yer almaktadır.

Tablo 1. Ülkelerin çalışma sayısı, TÜK ve BÜK değerleri

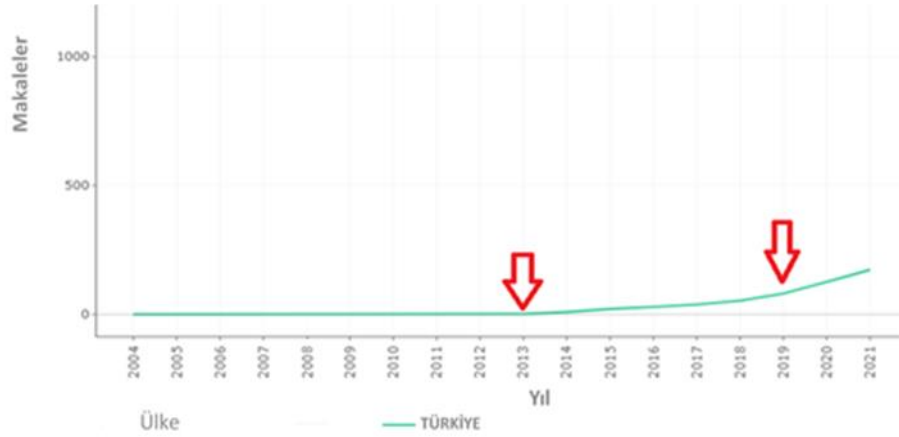
Ülke	Makale Sayısı	TÜK	BÜK	BÜK Oran
ABD	496	466	30	0,060
Çin	65	46	19	0,292
Türkiye	63	57	6	0,095
Avustralya	56	49	7	0,125
Birleşik Krallık	35	31	4	0,114
Kanada	25	24	1	0,040
İspanya	21	17	4	0,190
Malezya	15	12	3	0,200
İsrail	11	9	2	0,182
Hollanda	11	8	3	0,273
Almanya	10	7	3	0,300
Ukrayna	10	10	0	0,000
Yunanistan	9	6	3	0,333
İsveç	9	5	4	0,444
İtalya	8	7	1	0,125
Meksika	8	6	2	0,250
Singapur	8	7	1	0,125

Kıbrıs	7	3	4	0,571
Güney Afrika	7	7	0	0,000

Tablo 1 çalışmayı gerçekleştiren sorumlu yazarların ülkelerine ek olarak TÜK (Tek Ülke Yayını) olarak adlandırılan yani aynı ülkedeki araştırmacıların yaptıkları yayın sayısını, BÜK (Birkaç Ülke Yayını) olarak adlandırılan yani birden fazla ülkedeki araştırmacıların birlikte yaptıkları yayınları da göstermektedir. Sorumlu yazarların ülkelerine bakıldığında, toplamda 496 çalışmayla ABD (TÜK: 466, BÜK: 30), 65 çalışmayla Çin (TÜK: 46, BÜK: 19) ve 63 çalışmayla Türkiye (TÜK: 57, BÜK: 6) ilk üç sırada yer almaktadır. Çalışmanın amacı bağlamında yapılan kısıtlamalar sonucunda 975 yayını 57 farklı ülkeden araştırmacı çalışmıştır. Fakat sorumlu yazarın ülkelerini gösteren Tablo 1’de çalışma sayısına göre ilk 19 ülkeye yer verilmiştir. Bu bağlamda, Kıbrıs genel sıralamada 18. sırada yer almasına rağmen 0,571 olan BÜK oranı ile en yüksek ülke olarak dikkat çekmektedir. İsveç ve Yunanistan da BÜK oranı yüksek olan ülkelerdendir. BÜK oranının yüksek olması araştırmacıların bu konu alanıyla ilgili farklı ülkelerdeki araştırmacılarla daha fazla iş birliğine açık olduğunu göstermektedir. BÜK oranı en düşük ülkelerin ise Ukrayna ve Güney Afrika olduğu görülmektedir. Toplam makale sayısında ilk üç sırada yer alan ülkelere olan Çin, BÜK oranında da yüksek bir değere sahiptir.

Ülkemizin Konu Alanına Yönelik Gelişimine İlişkin Bulgular

Şekil 6’da sadece ülkemize ilişkin yapılan taramaya yönelik makale üretim büyüme grafiği yer almaktadır.

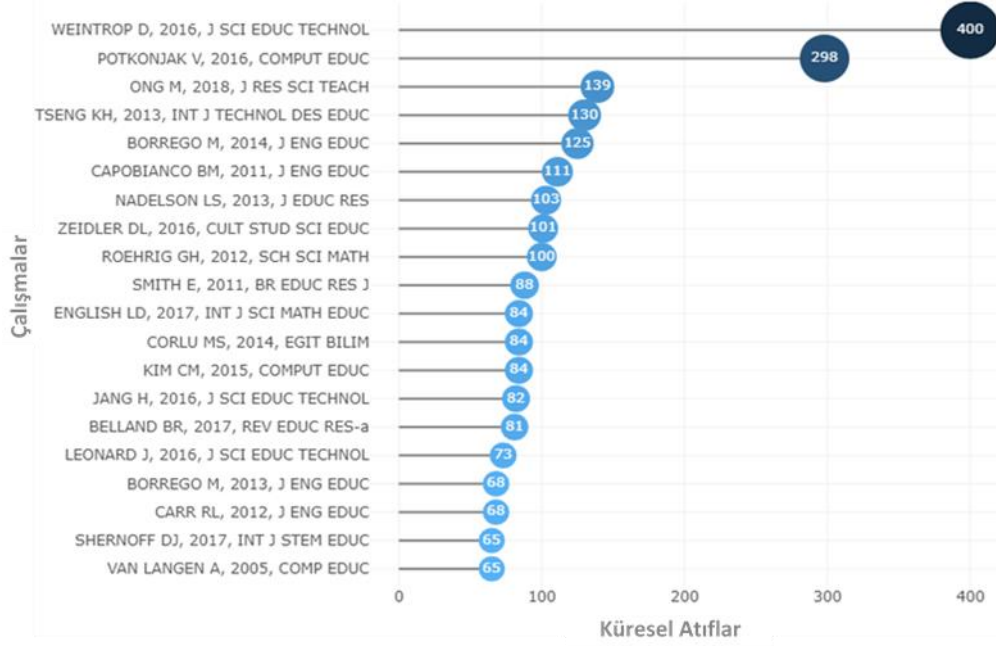


Şekil 6. Türkiye makale üretim büyümesi

Şekil 6 incelendiğinde; konu alanına yönelik olarak ilk makale çalışmasının 2013 yılında başladığı görülmektedir. Bu yıldan itibaren makale sayısında her geçen yıl bir artış yaşanmış olsa da 2019 yılından sonra makale sayısındaki artışın hızlandığı görülmektedir. Bu durum da ülkemizin konu alanına yönelik ilgisinin artarak devam ettiğini ve konu alanının popülerliğini koruduğunu işaret etmektedir.

STEM Eğitime Yönelik Çalışmalara Yapılan Atıfların Durumuna İlişkin Bulgular

Şekil 7’de en fazla atıf alan çalışmalar yer almaktadır.

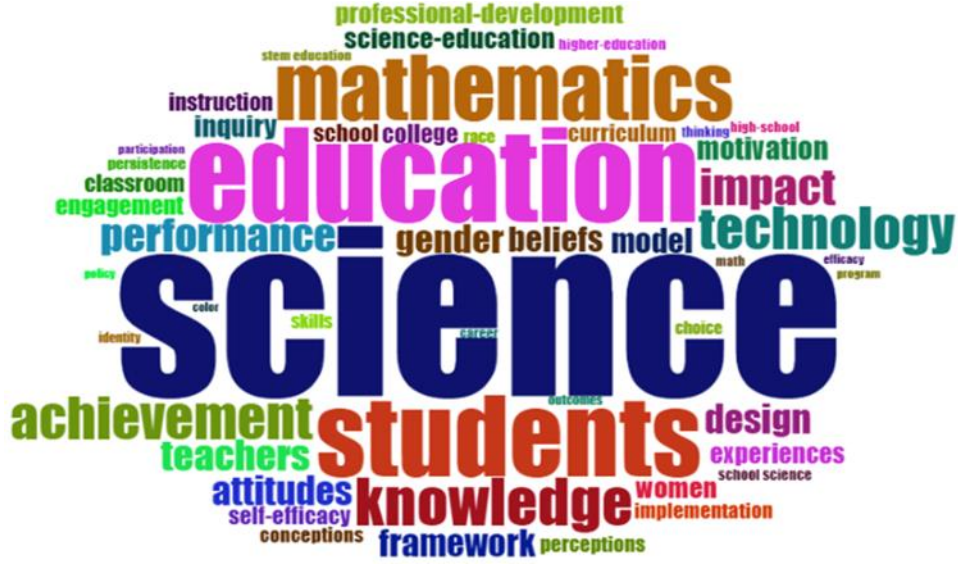


Şekil 7. En fazla atıf alan çalışmalar

Şekil 7 incelendiğinde; “STEM eğitimi” anahtar kavramlarıyla ilgili küresel bazda en fazla atıf alan çalışmaların toplam 400 atıfla Weintrop vd. (2016), 298 atıfla Potkonjak vd. (2016) ve 139 atıfla Ong vd.’nin (2018) çalışmaları olduğu görülmektedir. Ülkemizden ise “Eğitim ve Bilim” dergisinde yayımlanan Corlu ve diğerleri (2014) tarafından yazılan çalışma 84 atıfla bu listede yer almaktadır. Şekil 8’de STEM education anahtar kelimesi kullanılarak yapılan kısıtlamalar sonucunda elde edilen 975 yayına ilişkin en fazla kullanılan anahtar kelimelere yönelik bulgular yer almaktadır.

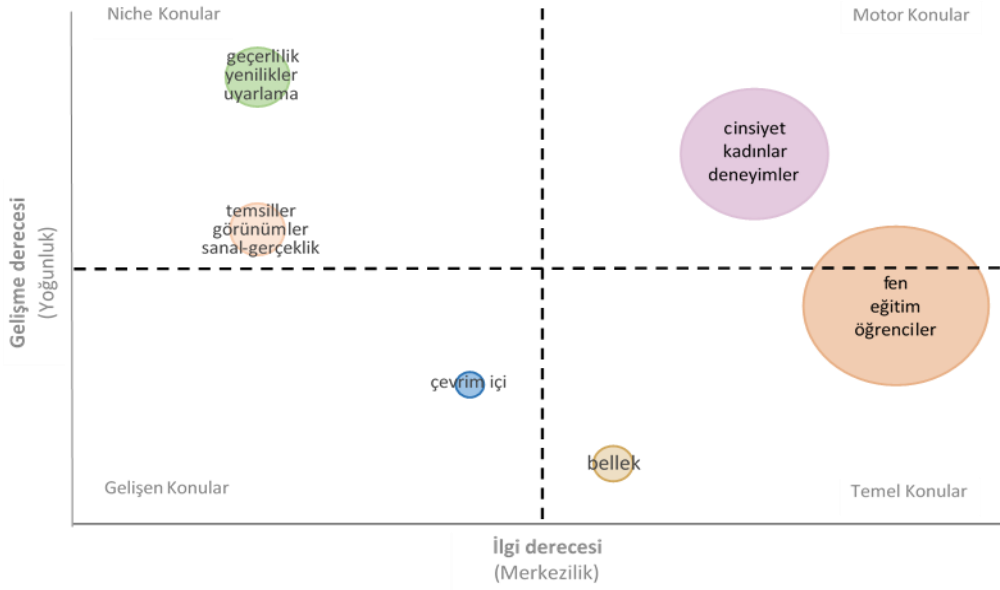
Konu Alanına Yönelik Kavramsal Yapı, Tematik Haritalandırma ve İş Birliği Ağlarına İlişkin Bulgular

Şekil 8’deki kelime bulutu (word clouds) yöntemi, bir metinde sıklıkla kullanılan kelimeleri göstermektedir. Görselin merkezindeki kelime, o konu alanına özgü olarak en çok kullanılan kelimeyi ifade etmektedir. Ayrıca kelimeyi oluşturan harflerin boyutu ve kelimenin merkeze yakınlığı, o konu alanına özgü kullanılan kelimelerin sıklığını ifade etmektedir. Kelimeyi oluşturan harflerin boyutu küçüldükçe ve görseldeki yeri merkezden uzaklaştıkça o kelimenin daha az kullanıldığı anlamına gelmektedir.



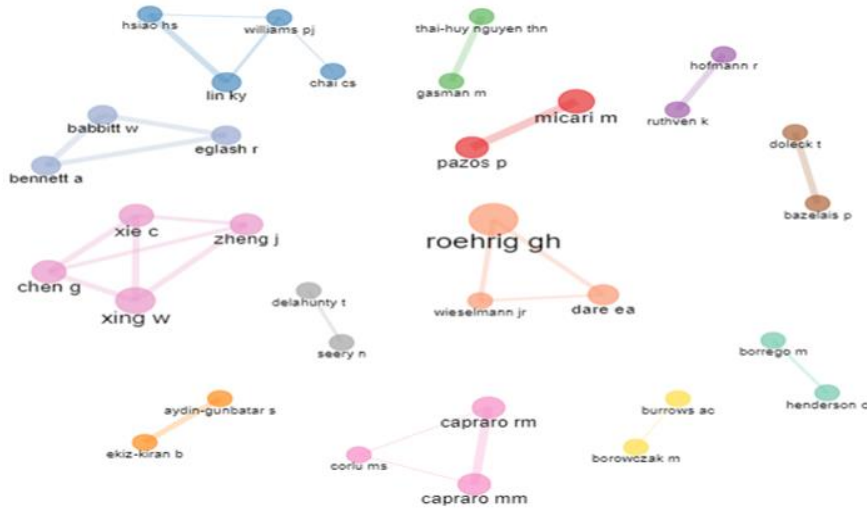
Şekil 8. Kelime bulutu

Şekil 8’den en çok kullanılan anahtar kelimelerin 252 kez ile fen (science), eğitim (education) (f = 140), öğrenciler (students) (f = 121), matematik (mathematics) (f = 96) ve bilgi (knowledge) (f = 70) olduğu görülmektedir. Şekil 9’da konu alanına yönelik temalar yer almaktadır. Şekil 9’daki tematik haritalandırma, konu alanına yönelik araştırma konularının nasıl gruplandığını göstermektedir. Dairelerin boyutunu dairelerin içindeki kelimelerin kullanım sıklığı belirlemektedir. Bu dairelerin sahip oldukları renkler görselliğin sağlanması adına belirlenmiştir. Analiz kapsamında dairelerin içindeki maksimum anahtar kelime sayısı (n=3) ise araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. 975 yayın incelendiğinde yazarların kullandığı anahtar kelime sayısının minimum 3 olması sebebiyle bu sayı seçilmiştir. Bazı çalışmalarda yazarlar 5 anahtar kelime kullanılmış olsa da çoğu makalede 3 anahtar kelime kullanmıştır. Bu sebeple analizi etkilememesi adına en düşük sayıdaki anahtar kelime tercih edilmiştir. Dairelerin farklı bölgelerde yer alması ve bu bölgelerdeki konularını; yoğunluk ve merkezilik dereceleri belirlemiştir. Sağ üst bölümde motor konular (motor topics) olarak yer alan bölge, konu alanına yönelik ana akım araştırma konularını göstermektedir. Bu alan STEM eğitimi üzerinde daha kapsamlı çalışılmış ve araştırma alanını etkileyecek bölge olarak görülmektedir. Sağ alt bölümde temel konular (basic topics) olarak yer alan bölge, diğer konuları etkileyebilen ancak görece daha zayıf bir şekilde oluşturulmuş konuları göstermektedir. Sol alt bölümde gelişen konular (emerging topics) olarak yer alan bölge, gelişmekte olan konu alanlarını göstermektedir. Son olarak sol üst bölümde niş konular (niche topics) olarak yer alan bölge, bilim insanları arasında çalışılan özel konuları içermektedir (Bretas ve Alon, 2021; Forliano vd., 2021).



Şekil 9. Tematik haritalandırma

Şekil 9 incelendiğinde STEM eğitime yönelik araştırma kapsamında incelenen yayınlarda araştırmacıların daha çok cinsiyet farklılıkları, kadınların STEM disiplinine yönelik ilgileri ve STEM deneyimlerine yönelik çalışmalar gerçekleştirdiklerini göstermektedir. Ayrıca araştırmacıların STEM eğitimi ile çevrim içi çalışmaları bağdaştıracak araştırmalar yapmaya başladıkları tespit edilmiştir. Şekil 10 bu konuda çalışma yapan araştırmacıların iş birliğini göstermektedir.



Şekil 10. Ortak iş birliği ağı

Şekil 10'dan iş birliği yapan yazarların aynı renkteki küme ağlarında sınıflandığı görülmektedir. Kümeler ve kümelerdeki yazarlar incelendiğinde, araştırmacıların ortak çalışmalar yaptıkları görülmektedir. G. H. Roehrig isimli yazarın alana yönelik önemli çalışmaları olması ve fazla sayıda çalışma yapmış olması sebebiyle iş birliği grafiğinde ismi ve küme boyutu diğer yazarlara göre daha büyüktür. Roehrig isimli araştırmacı iş birlikli çalışmalarda alanın önemli bir ismi konumunda yer almaktadır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, belirlenen makalelerin yıllara göre dağılımına, STEM konusunda en fazla yayın yapan dergilere, en çok yayın yapan araştırmacılara, yazarların atıf patlama değerlerine, ülkelerin bilimsel üretkenliğine, ülkemizin konu alanına yönelik akademik etkisine, en fazla atıf alan çalışmalara, iş birliği ağlarına, metin madenciliği yöntemlerinden olan kelime bulutu yapısına ve tematik haritalandırma yapılarına ulaşılmıştır. Bu araştırmaya göre veri tabanında yer alan en eski makalenin “Science Education” dergisinde yayımlanan Martin (2004) tarafından yazılmış çalışma olduğu anlaşılmıştır. Sayısı 2015 yılından itibaren artmaya başlayan çalışmaların, 2019-2021 yılları arasında en fazla oranda (%80,93) yayımlandığı belirlenmiştir. Bu konuda en fazla çalışma 2021 yılında (f= 186) yayımlanmıştır. Konu alanına yönelik yıllık makale üretim oranının %35,99 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran incelendiğinde içinde bulunduğumuz 2022 yılının STEM eğitimi çalışmalarında en fazla yayın sayısına ulaşacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda STEM eğitimi konusu hem ulusal hem de uluslararası araştırmacıların önem verdiği bir konu olduğu görülmektedir. Çalışma sayısındaki artış hızı da göz önüne alındığında bu konuda ülkemizdeki araştırmacıların araştırmalarını sürdürmesi önerilmektedir.

Bu konuda yayımlanan çalışmaların 290 farklı kaynaktan yayımlandığı bulunmuştur. Bu, çok fazla sayıda yayın kaynağının konu alanını önemseyişinin göstergesidir. STEM konusunda en çok çalışma (f = 51) basan derginin “*International Journal of STEM Education*” olduğu anlaşılmıştır. Listedeki diğer kaynakların da konu alanına yönelik makalelere yer verdiği ve alandaki saygın dergiler olduğu görülmektedir. STEM konusunda bireysel ya da iş birliği içinde toplam 2442 yazarın çalışma yaptığı bulunmuştur. Bu konularda en fazla yayın yapan araştırmacı olan Roehrig, h-indeksinde de ilk sırada yer almaktadır (h = 6). H-indeks sıralamasında R. M. Capraro (h = 5) ve C. Henderson (h = 5) da Roehrig’den sonra yer almaktadır. Bu araştırmacılar da alanın önemli isimleri konumunda yer almaktadır. Konuyla ilgili çalışacak olan araştırmacıların bu yazarların çalışmalarını incelemesinin önemli olacağı düşünülmektedir. Araştırmanın popülerliğinin devam etmesi sebebiyle de araştırmacıların gerek yayın sayılarında gerekse de h indekslerinde artış beklenmektedir.

Yıllık ortalama alıntı sayısı en fazla olan yıl 2016’dır. Bu yıl içerisinde yayımlanan toplamda 69 makaleye, makale başına 25,81 atıf yapılmıştır. Küresel bazda en çok atıf alan Weintrop ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmanın alan için oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. STEM eğitimi konu alanına yönelik araştırma yapacak olan kişilerin bu çalışmayı detaylı olarak incelenmesinin önem arz edeceği düşünülmektedir. Atıf patlama değerine göre, en yüksek atıf patlama değerine sahip araştırmacılar ise 2020 yılında yayımlanan üç çalışmasıyla Chen ve Xing olmuştur (Li ve diğerleri, 2020a, 2020b; Zheng ve diğerleri, 2020). Atıf patlama değerinde üst sırada yer alan çalışma ya da yazarlar; o konu alanıyla ilgili olarak en fazla atıf alan çalışma ya da yazar olduğunu göstermemektedir. Atıf patlama değeri belirlenirken çalışmayla ilgili dönemsel atıf yoğunluğuna bakılmaktadır. Bir eserin atıf patlamasına sahip olması en çok atıf almasını gerektirmemektedir. Atıf patlaması için dönemsel atıf yoğunluğuna odaklanılmaktadır.

Sorumlu yazarların ülkelerine bakarak çalışmaların iş birliğini değerlendiren bulgularda Kıbrıs ilk sırada yer almaktadır. Aslında bu grafik; çalışmaları oransal olarak değerlendirdiği için makale sayısında yüksek olan ülkeler BÜK oranında daha düşük çıkabilmektedir. Makale

sayısına bakacak olursak ilk sırada yer alan ABD 30 çalışmayla bu alanda da ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizin ise iş birlikli çalışmaya çok fazla yer vermediği görülmektedir. Toplam makale sayısında Çin ile yakın sayıda makalesi olmasına rağmen, iş birlikli çalışmada Çin'e göre oldukça geride yer almaktadır. Bu bağlamda ülkemizin bu konu alanına yönelik uluslararası çalışmalara veya projelere yönelmesinin önemli olacağı düşünülmektedir.

Konu alanının popülerliğinin devam ettiği görülmektedir. Önümüzdeki yıllarda da hem ulusal hem de uluslararası çapta alana yönelik çalışmaların artışının devam edeceği düşünülmektedir. Yıl bazında %35,99'luk bir artış hızına sahip olan makale artışının ilginin artarak devam ettiğinin göstergesidir. Ülkemizde konu alanına yönelik ilginin ise 2019 yılından itibaren arttığı tespit edilmiştir. Bu durum Milli Eğitim Bakanlığı'nın müfredatlarda yapmış olduğu değişikliklerle paralellik göstermektedir. 2018 yılında Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yapılan değişikliklerle STEM yaklaşımı çerçevesinde mühendislik tasarım süreçlerinin kullanımı öğretim programına dâhil edilmiştir. Bu kapsamda ülkemiz adına artış hızının bu yıla denk gelmesinin bir nedeninin de bu durum olabileceği düşünülmektedir.

Kavramsal yapıların incelenmesinde kullanılan kelime bulutu yapısı, araştırmacıların çalışmalarının farklı bölümlerinde kullandıkları kelimeleri göstermektedir. Çalışma özelinde en çok kullanılan anahtar kelimeler incelendiğinde en fazla kullanılan kelimenin fen (science) olduğu görülmüştür. STEM disiplinlerinden mühendislik (engineering) anahtar kelimesinin hiç kullanılmamış olması dikkati çekmiştir. Yapılan tarama sonucunda oluşan bu bulguya bakıldığında araştırmacıların çalışmalarında mühendislik tasarımlarına yönelik bir araştırma yapmadığı ya da bu anahtar kelimenin yerine STEM genel terimini kullanmış olabileceği düşünülmektedir.

Tematik haritalandırma grafiği araştırmacılara büyük bir fırsat sunmaktadır. STEM araştırmalarında araştırmacıların çoğunlukla cinsiyet üzerindeki farklılıklar/benzerlikler üzerinde durduğu ve STEM deneyimlerine yönelik çalışmalara odaklandığı ortaya çıkmıştır (Chesky ve Goldstein, 2018; Hanson ve Krywult-Albanska, 2020; Ireland vd., 2018). Ana akım konulardan sonra gelen bilim, eğitim, öğrenciler ve bellek konularının ise popülerliğinin arttığı görülmüştür (Delahunty vd., 2020; He vd., 2021). Araştırmacıların yeni yeni odaklandığı çalışmalardan olan çevrimiçi konuları araştırma alanının geliştirilmesi planlanan yeni bölümü olarak görülebilir. Bu alana yönelik bazı çalışmaların incelenmesi araştırmacılara yol gösterecektir (Fang vd., 2021; Liu vd., 2020; Makamure ve Tsakeni, 2020). Araştırmacıların özellikle üzerinde çok fazla çalışma gerçekleştirilmiş olan cinsiyet farklılığından kaynaklı STEM deneyimleri çalışmalarından ziyade, STEM eğitimi-bellek, STEM eğitimi-çevrimiçi gibi konulara yönelmesinin önemli olacağı düşünülmektedir. Özellikle araştırma sonucunda STEM eğitimine yönelik bu konu alanlarında bir boşluk olduğu görülmektedir.

Çıkar Beyanı

Bu çalışmanın yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek Beyanı

Çalışma hiçbir kurum veya kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Etik ile İlgili Hususlar

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Çalışmanın verileri, üniversite aboneliği yoluyla erişilebilen açık erişim veri tabanlarından toplanmıştır. Bu verilere istek üzerine erişilebilir. Bu araştırma insan katılımcıları içermemektedir ve bu nedenle kurumsal etik kurul onayına gerek duyulmamıştır.

Kaynakça

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.

Basham, J. D., & Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 8-15.

Bretas, V. P., & Alon, I. (2021). Franchising research on emerging markets: Bibliometric and content analyses. *Journal of Business Research*, 133, 51-65.

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.

Chesky, N., & Goldstein, R. (2018). Packaging Girls for STEM or STEM for Girls? A critique on the perceived crisis of increasing female representation in STEM education. *Critical Education*, 9(16), 96-126.

Corlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.

Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.

Delahunty, T., Seery, N., & Lynch, R. (2020). Exploring problem conceptualization and performance in STEM problem solving contexts. *Instructional Science*, 48(4), 395-425.

Demir, E., & Çelik, M. (2020). Fen bilimleri öğretim programları alanındaki bilimsel çalışmaların bibliyometrik profili. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 5(2), 131-182.

Doğru, M., Güzeller, C. O., & Çelik, M. (2019). A bibliometric analysis in the field of sustainable development and education from past to present. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 9(1), 42-68.

Effendi, D. N., Anggraini, W., Jatmiko, A., Rahmayanti, H., Ichsan, I. Z., & Rahman, M. M. (2021). Bibliometric analysis of scientific literacy using VOS viewer: Analysis of science education. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), s. 012096, IOP Publishing.

Fang, M., Jandigulov, A., Snezhko, Z., Volkov, L., & Dudnik, O. (2021). New technologies in educational solutions in the field of STEM: The use of online communication services to manage teamwork in project-based learning activities. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(24), 4-22.

Forliano, C., De Bernardi, P., & Yahiaoui, D. (2021). Entrepreneurial universities: A bibliometric analysis within the business and management domains. *Technological Forecasting and Social Change*, 165, 120522.

Furner, J. M., & Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(3), 185-189.

Güzeller, C. O., & Çeliker, N. (2017). Gastronomy from past to today: A bibliometrical analysis. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(2), 88-102.

Hanson, S. L., & Krywult-Albańska, M. (2020). Gender and access to STEM education and occupations in a cross-national context with a focus on Poland. *International Journal of Science Education*, 42(6), 882-905.

Hawkins, D. T. (2001). Bibliometrics of electronic journals in information science. *Information Research*, 7(1), 7-1.

He, X., Li, T., Turel, O., Kuang, Y., Zhao, H., & He, Q. (2021). The impact of STEM education on mathematical development in children aged 5-6 years. *International Journal of Educational Research*, 109, 101795.

Huang, Y. L., Ho, Y. S., & Chuang, K. Y. (2006). Bibliometric analysis of nursing research in Taiwan 1991-2004. *Journal of Nursing Research*, 14(1), 75-81.

Ireland, D. T., Freeman, K. E., Winston-Proctor, C. E., DeLaine, K. D., McDonald Lowe, S., & Woodson, K. M. (2018). (Un) hidden figures: A synthesis of research examining the intersectional experiences of Black women and girls in STEM education. *Review of Research in Education*, 42(1), 226-254.

İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, M. B., & K1Y1C1, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1(1), 41-47.

Karasözen, B., Bayram, Ö. G., & Zan, B. U. (2011). WoS ve Scopus veri tabanlarının karşılaştırması. *Türk Kütüphaneciliği*, 25(2), 238-260.

Kaya, H. İ., & Karakaya, Ş. (2012). Öğretmen eğitiminde yapılandırmacı öğrenmeye dayalı uygulamaların öğretmen adaylarının problem çözme eğilimlerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(9), 79-95.

Kurtuluş, M. A., & Tatar, N. (2021a). A bibliometrical analysis of the articles on environmental education published between 1973 and 2019. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 7(3), 243-258.

Kurtuluş, M. A., & Tatar, N. (2021b) An Analysis of Scientific Articles on Science Misconceptions: A Bibliometric Research. *Elementary Education Online*, 20(1), 192-207.

Lawani, S. M. (1981). Bibliometrics: Its theoretical foundations, methods and applications. *Libri*, 31(Jahresband), 294-315.

Li, S., Chen, G., Xing, W., Zheng, J., & Xie, C. (2020a). Longitudinal clustering of students' self-regulated learning behaviors in engineering design. *Computers & Education, 153*, 103899.

Li, S., Du, H., Xing, W., Zheng, J., Chen, G., & Xie, C. (2020b). Examining temporal dynamics of self-regulated learning behaviors in STEM learning: A network approach. *Computers & Education, 158*, 103987.

Liu, Z. Y., Chubarkova, E., & Kharakhordina, M. (2020). Online technologies in STEM education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15*(15), 20-32.

Makamure, C., & Tsakeni, M. (2020). COVID-19 as an agent of change in teaching and learning STEM subjects. *Journal of Baltic Science Education, 19*(6A), 1078-1091.

Martin, L. M. (2004). An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education, 88*(S1), S71-S82.

McBurney, M. K., & Novak, P. L. (2002). What is bibliometrics and why should you care? *IEEE international professional communication conference*, s. 108-114, IEEE.

Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM), 20*, 2-7.

Ong, M., Smith, J. M., & Ko, L. T. (2018). Counterspaces for women of color in STEM higher education: Marginal and central spaces for persistence and success. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(2), 206-245.

Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education, 95*, 309-327.

Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation, 25*(4), 348-349.

Samsonov, P., Pedersen, S., & Hill, C. L. (2006). Using problem-based learning software with at-risk students: A case study. *Computers in the Schools, 23*(1-2), 111-124.

Sengupta, I. N. (1992). Bibliometrics, informetrics, scientometrics and librametrics: An overview. *Libri, 42*(2), 75-98.

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2*(1), 4.

Syahmani, S., Hafizah, E., Sauqina, S., Adnan, M. B., & Ibrahim, M. H. (2021). STEAM approach to improve environmental education innovation and literacy in waste management: Bibliometric research. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education, 3*(2), 130-141.

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*(1), 127-147.

Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual review of sociology, 41*, 331.

Yurdakul, M., & Bozdoğan, A. E. (2022). Web of Science veri tabanına dayalı bibliyometrik değerlendirme: Fen eğitimi üzerine yapılan makaleler. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 72-92.

Zheng, J., Xing, W., Zhu, G., Chen, G., Zhao, H., & Xie, C. (2020). Profiling self-regulation behaviors in STEM learning of engineering design. *Computers & Education*, 143, 103669.

EXTENDED SUMMARY

Problem Statement

The 21st century is seen as a period in which countries attach more importance to robotic systems with the help of science and technology. Economic reasons lie at the root of this situation. The basis of this economic development is the creation of an education system suitable for the 21st century. In this context, in the 21st century education system; It is aimed to raise individuals who can solve problems, put forward creative ideas, work collaboratively, use communication skills, and think critically and analytically. Today, one of the most important approaches in teaching and using these skills is STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education (Li et al., 2020; Stohlmann et al., 2012). STEM; It is defined as an interdisciplinary approach that integrates the fields of science, technology, engineering and mathematics (Xie et al., 2015).

Bibliometric analysis; It is seen as a very effective method in determining the interests of countries, institutions or researchers in the subject area, in determining and evaluating special research topics, and in guiding researchers in their subject areas. Especially recently; It has been observed in the literature that there has been an increase in bibliometric studies in the field of science. Although there are many studies on science education, it has been determined that there is no research published on STEM education in the Web of Science database that meets the criteria of the study. The increasing popularity of STEM education studies over time necessitates an objective evaluation of the subject area. With this study, it is thought that following the scientific development of the subject area and drawing a roadmap for researchers will contribute to the change of the focal points of STEM education research.

Method

In this study, in which the descriptive research model was adopted, the bibliometric features of the studies on STEM education were determined. Bibliometric research offers researchers the opportunity to see the studies that direct the subject area and the journals that are interested in the field and to reveal the popularity of the subject area. Bibliometric analysis is seen as a quantitative analysis because it presents the bibliographic features of the literature on the subject area in the form of numerical data (Hawkins, 2001). In the WoS database, the research was carried out in the title section using the STEM education key concept. Within the scope of the research, it was not used because it would narrow the scope of the research through the keywords such as "STEM teaching" or "STEM learning" related to STEM. In the context of the purpose of the research, the keyword "STEM education" has been used because it will focus on educational studies and expand the scope. The research data consists of articles related to the key concept of "STEM education" published in different sources between 2004-2021. A total of 975 article studies were analyzed. R-Studio program was used for analysis. Bibliometric analyzes can also be made from different programs such as Citespace and Wosviewer. In this study, the R program was preferred because it provides more findings and visualization compared to other programs.

Findings

It is seen that the studies on STEM education started to be published in 2004 according to the screening restrictions and the most publications in the related field were made between 2019 and 2021 ($f = 514$). It is seen that the studies published after 2015 constitute 80.93% of the total. It was determined that the publications were published in 290 different sources. It has been determined that the journal in which the related studies are published the most is the International Journal of STEM Education ($f = 51$). G. H. Roehrig ($f = 11$) has been found to be the author who has done the most work on STEM education. When the citation burst values are analyzed, it is seen that the authors with the highest citation burst are G. Chen and W. Xing. Looking at the countries of the corresponding authors, the USA with 496 studies, China with 65 studies and Turkey with 63 studies are in the first three places. It has been determined that studies on the subject area in our country have increased since 2019. It has been determined that the most cited work on the global basis on the key concepts of "STEM education" is the article by Weintrop et al. (2016) with a total of 400 citations. The publications examined within the scope of research on STEM education show that researchers mostly conduct studies on gender differences, women's interests in STEM discipline, and STEM experiences. In addition, it has been determined that researchers have started to conduct research to reconcile STEM education with online studies.

Discussion, Conclusion and Recommendations

It has been determined that the annual article production rate for the subject area is 35.99%. When this rate is examined, it is predicted that 2022 will reach the highest number of publications in STEM education studies. In this context, it is seen that the subject of STEM education is an issue that both national and international researchers attach importance to. Considering the increase in the number of studies, it is recommended that researchers in our country continue their research on this subject. It is seen that our country does not give much space to collaborative work. Although it has a close number of articles with China in the total number of articles, it is far behind in collaborative studies compared to China. In this context, it is thought that it will be important for our country to turn to international studies or projects on this subject area. It has been determined that the interest in the subject area in our country has increased since 2019. This situation is in parallel with the changes made by the Ministry of National Education in the curricula. With the changes made in the Science Curriculum in 2018, the use of engineering design processes within the framework of the STEM approach was included in the curriculum. In this context, it is thought that this may be one of the reasons why the rate of increase on behalf of our country coincides with this year. It is significant that the keyword engineering, one of the STEM disciplines, has never been used. Considering this finding as a result of the scanning, it is thought that the researchers did not conduct a research on engineering designs in their studies or they may have used the general term STEM instead of this keyword. It is thought that it will be important for researchers to focus on topics such as STEM education-memory, STEM education-online, rather than STEM experiences based on gender differences, on which many studies have been carried out. Especially as a result of the research, it is seen that there is a gap in these subject areas for STEM education.