

Fen Eğitiminde Sosyobilimsel Konulara Yönelik Çalışmaların Bibliyometrik Analizi

Hacı Mehmet Yeşiltaş¹, Meral Çelikoğlu², Erol Taş³

¹ [Sorumlu yazar] Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye, mehmetyesiltas@odu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3359-3450

² Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye, meralcelikoglu@odu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7799-6000

³ Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye, eroltass@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4077-7351

ÖZET

Sosyo bilimsel konular (SBK), bilimsel bir temele sahip ve aynı zamanda toplum için önemli olan tartışmalı konular olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, fen eğitiminde sosyo bilimsel konuların yer aldığı çalışmaların genel yapısının ve alanda geçmişten günümüze kadar olan durumun ortaya konulması amacıyla bibliyometrik analiz gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda "Scopus" veri tabanında yer alan ilgili çalışmalar belirlenmiş ve veri analizi için R programı kütüphanesinde yer alan bibliometrix paket programı altında yer alan "biblioshiny" bibliyometrik analiz programı kullanılmıştır. Öncelikli olarak "Socio Scientific Issues" ve "Science Education" anahtar kelimeleri kullanılarak 720 çalışmaya ulaşılmış ancak dahil etme ve hariç tutma kriterleri ile bibliyometrik analize 400 çalışma dahil edilmiştir. Araştırma sonucunda SBK ile ilgili Türkiye merkezli yapılan çalışmaların sayısının fazla olmasına karşın, yapılan atıf sıralamasında ilk beş ülke arasında yer almamaktadır. SBK alanında en çok işlenen konuların sürdürülebilirlik, vatandaşlık konuları ile öğrenci ve e-öğrenme merkezli çalışmalardan oluştuğu tespit edilmiştir. En üretken yazarların Sadler, Zangori ve Ke oldukları görülmektedir. "International Journal of Science Education" dergisinin SBK ile ilgili en fazla çalışmanın yayınladığı dergi olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra gelecekteki çalışmalar için, SBK alanında yapay zekâ çalışmalarının gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER

Fen eğitimi, sosyobilimsel konular, bibliyometrik analiz

Giriş

Bilim ve teknolojideki gelişmeler beraberinde, toplum ve bilim arasında çeşitli karmaşık ve tartışmalı konunun ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Al-Ansi ve ark., 2023). Özellikle teknoloji, genetik, sağlık, eğitim ve öğretim gibi toplum ile ilişkilendiren konuların günümüzde yalnızca bilimsel olarak değil, etik olarak da tartışmalara konu olduğu görülmektedir (Tsai, 2017). Bu tür konuları merkezine alan sosyobilimsel konular (SBK), bilimsel anlamda toplumu ilgilendiren sorunlara yanıt ararken aynı zamanda bilimsel bilgi ve toplumsal bilgi arasında bağlantı kurmaya çalışmaktadır (Amos vd., 2017). Bilimsel gelişmelere dahil olabilme ve toplum üzerindeki etkilerine karar verme gibi becerileri içeren sosyobilimsel konuların öğretimi, tüm bireyler için oldukça önem taşımaktadır. Öğrencilerin fen eğitiminde yer alan gerçek dünya ile ilişkili, karmaşık ve tartışmalı sosyobilimsel konular ile ilgilenmeleri bilimsel okuryazarlıklarının artmasına olanak sağlamaktadır (Badeo ve Duque, 2022). Bilimsel okuryazarlık, bireylerin günlük yaşamını ilgilendiren bilimsel bilgi ve teknoloji ile ilişkili sorunların çözümünde bilgiyi bilme ve uygulama becerisi olarak nitelendirilmektedir (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2007). Fen eğitiminin temel amaçlarından bir tanesi ise bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmektedir (Lin vd., 2012). Modern bilgi ve teknoloji çağında, bilimsel okuryazar bireylerden, bağımsız muhakeme yeteneğinin yanı sıra eleştirel düşünme becerisine de sahip olmaları beklenmektedir (Hofstein vd., 2011). Özellikle bireylerin, fen bilimlerine aktif katılım sağlamalarında sosyobilimsel

konuların yer alması gerektiği vurgulanmaktadır (Sadler, 2009). Sosyo bilimsel konular, toplumsal açıdan tartışmalı konular üzerinde sorgulama yapmanın yanı sıra, aynı zamanda toplumsal sorunlara çözüm önerileri üretilmesini de kapsamaktadır (Lin ve Mintzes, 2010).

21. yüzyıl toplumlarında, bireylerin toplum ile ilişkilendirilen toplumsal ya da evrensel sosyo-bilimsel konular hakkında karar vermeleri beklenmektedir (Eastwood vd., 2012). Uluslararası alanlarda sıklıkla dile getirilen iklim değişikliği, sürdürülebilir çevre gibi birçok konu sosyo-bilimsel konular arasında ilk akla gelenlerdir (Sadler ve Zeidler, 2004). Sosyobilimsel konular, bilimsel düşünce ve ilkeler ile önemli derecede ilişkisi bulunan tartışmaya açık konulardan oluştuğu için (Zeidler, 2014), gelecek nesillerin yaşamlarını doğrudan etkileyeceği düşünülmektedir. Sosyobilimsel konulara yönelik, yapılan araştırmalarda, bilgi kirliliğinin olmaması ve doğru bilgiye ulaşılması oldukça önem taşımaktadır. Bu nedenle, erken dönemlerden başlanılarak okullarda sosyo-bilimsel konuların öğretilmesi oldukça önem taşımaktadır.

Sosyobilimsel konuların öğretimi, öğretim programlarında yer alan bilimsel okuryazarlığın gerçekleştirilmesinde önemli pedagojik yaklaşımlardan biri olarak nitelendirilmektedir (Faisal ve Martin, 2022). SBK öğretiminde birçok yöntem ve teknik kullanılmaktadır (Topçu, 2019). Proje tabanlı öğrenme, eylem araştırmaları ve bağlam temelli öğrenme gibi pedagojik yaklaşımlarla ortak özelliklere sahip olduğu belirtilebilir (Bennet ve Lubben, 2006; Krajcik vd., 2008; Yadav vd., 2007). Sosyobilimsel konuların öğretim programı ya da konuların içerisinde yer almasının, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin yanı sıra muhakeme ve üst düzey düşünme becerilerini geliştireceği düşünülmektedir (Dewi vd., 2022). Öğrencilerin SBK hakkında konuşmaları, bilimsel gelişim süreçlerini deneyimlemelerinin yanı sıra, tartışma ve argümantasyon yolu ile bilimsel akıl yürütme becerilerini geliştirmektedir (Zhang, 2023). Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının gelişmesine katkıda bulunmakla beraber kanıta dayalı bilimsel bilginin günlük yaşama yönelik entegrasyonunu sağlayarak, bağlam temelli öğrenmenin gerçekleşmesine de katkıda bulunmaktadır. Ancak bunun ile birlikte, sosyobilimsel konuların sınıf içerisinde kullanılabilmesi için öğretmenlerin gerekli pedagojik yaklaşımlara hâkim olması beklenmektedir (Ngwenya, 2020; Sadler ve Zeidler, 2004; Zeidler, 2014). Fakat öğretmenlerin çoğu, sosyobilimsel konuların seçilmesi, belirlenmesi ve öğretilmesi sürecinde rehberliğe ihtiyaç duymaktadırlar (Hancock vd., 2019).

Sosyo-Bilimsel Konular ve Fen Eğitimi

Sosyo-bilimsel konular, doğaları gereği bilimsel açıdan ilişkili oldukları toplumsal konuları merkeze almaktadır (Sadler, 2004). Bu nedenle, öğrencilerin bilime olan ilgisini ve katılımını teşvik ederek, fen eğitimi için uygun bir ortam hazırlamaktadır.

SBK konularının özellikle son yıllarda fen eğitiminde bilimsel okuryazarlığın teşvik edilmesinde oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır (Johnson vd., 2020; Zeidler vd., 2019). Bilimsel okuryazarlık hedefine ulaşmada en etkili öğrenme ortamlarından biri olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Yadav ve Lenka, 2023). SBK konuları, bilim ve teknoloji ile bir bütün halinde olan ve bunun yanı sıra toplumda genel anlamda tartışmalı olarak görülen konulardan oluştuğundan (Schenk vd., 2021), fen eğitiminde öğrencilerin yaşam ile ilgili konulara ilgilerinin artmalarına, bilimin doğasını anlamalarına, argüman oluşturmalarına, bilimsel bilgiyi değerlendirebilmelerine, geliştirebilmelerine ve bilimsel okuryazarlığın temel yönlerini bir araya getirebilmelerine yardımcı olmaktadır (Ismawati ve Pertiwi, 2019). Bu özellikleri itibarı ile fen eğitimindeki entegrasyonu her geçen gün artmaktadır (Zeidler, 2014). Sosyobilimsel konulara örnek olarak, genetiği değiştirilmiş gıdalar ve su kaynaklarına erişim gibi fen eğitimi bünyesinde yer alan birçok konu ve kavram verilebilir (Sadler vd., 2017).

Literatür incelendiğinde fen eğitimine sosyobilimsel konuların dahil edilmesi ile birlikte, öğrencilerin fen konularını daha iyi anlamalarının yanı sıra tartışma becerilerinin geliştiği ve bilimin doğasını daha iyi kavradıklarına yönelik sonuçlar yer almaktadır (Sadler ve Zeidler, 2004; Saka, 2023). SBK konularının fen eğitiminde daha fazla yer alması, öğrencilerin bilgilerinin artmasının yanı sıra fen okuryazarlığı seviyelerini geliştirerek toplumsal anlamda bilimsel okuryazarlığa katkıda bulunmaktadır (Zeidler vd., 2019).

Çalışmanın Amacı ve Önemi

Sosyo-bilimsel konuların son yirmi yıllık dönemi incelendiğinde, SBK konularının, bilimsel anlamayı geliştirdiği, bilimin doğasının anlaşılmasına yardımcı olduğu, argümantasyon ve karar verme becerilerini geliştirdiği, fen öğrenmeye yönelik ilgiyi, motivasyonu ve öz yeterliliği arttırmak için yardımcı olduğu ortaya konmuştur (Albe, 2008; Dawson ve Venville, 2009; Sadler ve Zeidler, 2004; Sadler ve Zeidler, 2005). Günümüzde sosyobilimsel konular ile ilgili olarak çeşitli araştırmalar ve projelerin devam ettiği bilinmektedir. Ancak özellikle teknoloji alanında yaşanan yeni gelişmeler toplumsal anlamda farklı konularda SBK araştırmalarının yapılmasını sağlamaktadır. Dünyanın hızlı bir değişimin içerisinde olduğu bu dönemde, sosyobilimsel konulardaki değişimler de oldukça merak konusu olmaktadır. Özellikle ülkemizde ve dünyamızda gerçekleştirilen sosyobilimsel çalışmaların geçmişten günümüze çeşitli açılardan değerlendirilmesi bu noktada oldukça önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, ilgili alanın temel eğilimlerini ve gelecekteki kapasitesini ortaya koymak amacıyla Scopus veri tabanını içerisindeki fen eğitimi alanında gerçekleştirilen sosyobilimsel çalışmaların bibliyometrik analizinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır.

1. Alanda en çok yayın yapan yazarlar kimlerdir?
2. Yayın üretiminde en güçlü ülkeler hangileridir?
3. İlgili yayınların yıllara göre dağılımı nasıldır?
4. Yayınların tek-çok yazarlı olma durumu nedir?
5. Yayınlarda en çok kullanılan anahtar kelimeler nelerdir?
6. SBK çalışma alanında en ilgili kurumlar ve ülkeler nelerdir?
7. Ülkelerin bilimsel üretim dağılımları nasıldır?
8. En çok atıf alan ülkeler hangileridir?
9. Anahtar kelimeler, yazarların ülkeleri ve yazarlar arasındaki ilişkinin üç alan grafiği nasıldır?
10. Çalışmalar için en ilgili kaynaklar nelerdir?
11. Kaynak kümelenmesi nasıldır?
12. Yazarların yıllar içerisindeki üretkenlik oranları nasıldır?
13. SBK ile ilgili trend konu yada temalar hangileridir?
14. SBK ile ilgili çalışmaların tematik haritası nasıldır?
15. SBK ile ilgili çalışmaların faktör analizi nasıldır?
16. Çalışmaların ortak atıf ağ analizi nasıldır?

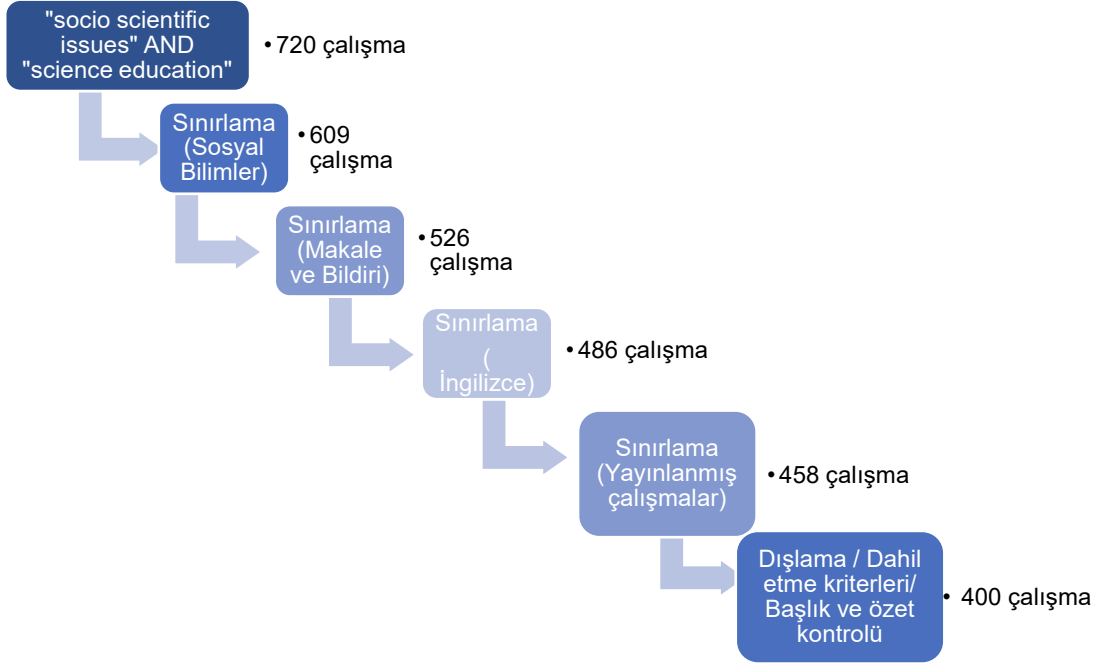
Yöntem

Bibliyometrik analiz, bilimin, bilim insanlarının veya bilimsel faaliyetlerin istatistiksel ölçümüne dayanan sistematik, şeffaf ve tekrarlanabilir bir inceleme süreci sunma potansiyeline sahiptir (Diodato, 1994; Lazarides vd., 2023). Belirli bir alanın evrimsel nüanslarını ortaya çıkarmak ve o alanda ortaya çıkan alanlara ışık tutmak için büyük hacimli bilimsel verileri keşfetmek ve analiz etmek için kullanılır (Donthu vd., 2021; Ng vd., 2023). Diğer tekniklerden farkı ise daha objektif ve güvenilir analizler sağlaması, zaman içindeki eğilimleri, araştırılan temaları, disiplinlerin sınırlarındaki değişimleri belirlemesi, en üretken akademisyenleri ve kurumları tespit etme ve mevcut araştırmaların "büyük resmini" sunmak için yapılandırılmış bir analiz sağlaması olarak sıralanabilir (Crane, 1972). Bu çalışmada, fen eğitiminde sosyobilimsel konular ile ilgili çalışmaların entelektüel yapısının durumunu ve ortaya çıkan eğilimleri sunmak için bibliyometrik analiz kullanılmıştır.

Verilerin Toplanması

Araştırmanın öneminde belirtildiği üzere daha önce Web of Science veri tabanı üzerinde yapılmış olan 1994- 2019 yılları arasında yayınlanmış 372 adet çalışmaların incelendiği (Evren Yapıcıoğlu, 2021) bir çalışma tespit edilmiştir. Genellikle WosWiever gibi programların yalnızca Web of Science veri tabanını incelemesi konuyla ilgili yapılan araştırmaların sonuçlarını

sınırlandırmaktadır. Bu konuda bütünsel bir sonuç sunabilmek adına bu çalışmada son yıllarda yükselişe geçen ve bilim insanları için önem kazanan Scopus veri tabanında yer alan çalışmaların bibliyometrik analizi gerçekleştirilmiştir. İlgili yayınlara ulaşmak için "socio scientific issues" AND "science education" anahtar kelimeleri kullanılarak 1997-2024 yılları arasında yayınlanmış toplam 720 çalışmaya ulaşılmış, dahil etme ve hariç tutma kriterleri sonucunda 400 çalışma bibliyometrik analize dahil edilmiştir (Şekil 1). Literatür taramasında ise [(TITLE-ABS-KEY ("socio scientific issues") AND ALL ("science education")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOC")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final"))] arama terimleri/ dizeleri kullanılmıştır.



Şekil 1. Scopus veri tabanı için veri toplama süreci

Verilerin Analizi

Veri analizi için, R programı kütüphanesinde yer alan bibliometrix paket programı altında bulunan "biblioshiny" analiz programı kullanılmıştır. Massimo Aria tarafından geliştirilen "biblioshiny for bibliometrix" bir java yazılımı olup bibliometrix paketinin işlevselliğini, Shiny paket ortamını kullanan web uygulamalarının kullanım kolaylığı ile birleştiren bir bibliyometrik analiz uygulamasıdır (Aria ve Cuccurullo, 2017). Veri analizi için, Scopus aracılığıyla elde edilen veri seti bibtext formatına dönüştürülerek R Studio (4.4.0) sürümünde çalışan bir R program aracı olan "biblioshiny for bibliometrix" uygulamasına aktarılmıştır. Biblioshiny programı aracılığıyla elde edilen veriler araştırma soruları kapsamında, SBK konu özelinde yıllık bilimsel üretim oranı, yazarlar, kullandıkları anahtar kelimeler ve yazarların ülkeleri arasındaki ilişki, en ilgili kaynaklar, kaynak kümelenmesi analizi, dergilerin etki değerleri, en ilgili yazarlar, yazarların üretkenlik oranları, en ilgili kurumlar, yayınların yazar ülkelerine göre dağılımları, ülkelerin bilimsel üretim dağılımları, en çok atıf alan ülkelerin dağılımı, en çok atıf alan çalışmaların analizi, çalışmalarda en çok kullanılan anahtar kelimelerin analizi, SBK özelinde trend olan konular/ temalar, çalışmaların birlikte oluşum ağı analizi, çalışmaların tematik haritası, faktör analizi ve ortak atıf ağı analizi sonuçları şekiller ve tablolar halinde sunulmuştur.

Bulgular

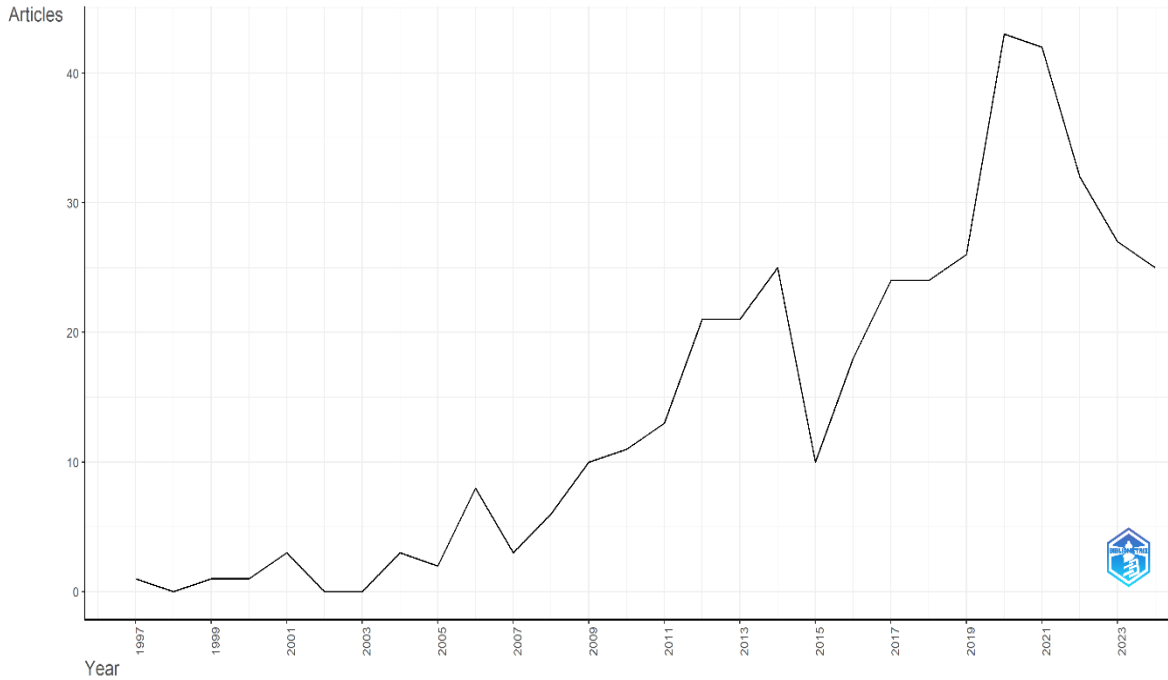
Bu bölümde bibliyometrik analizde elde edilen bulgular sunulmaktadır. İlk olarak SBK ile ilgili çalışmaların yıllara göre dağılımlarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Şekil 2'ye göre 1997-

2024 yılları arasında toplam 400 çalışma gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bu yayınların 370'inin makale, 30'unun ise konferans bildirisi olduğu tespit edilmiştir.



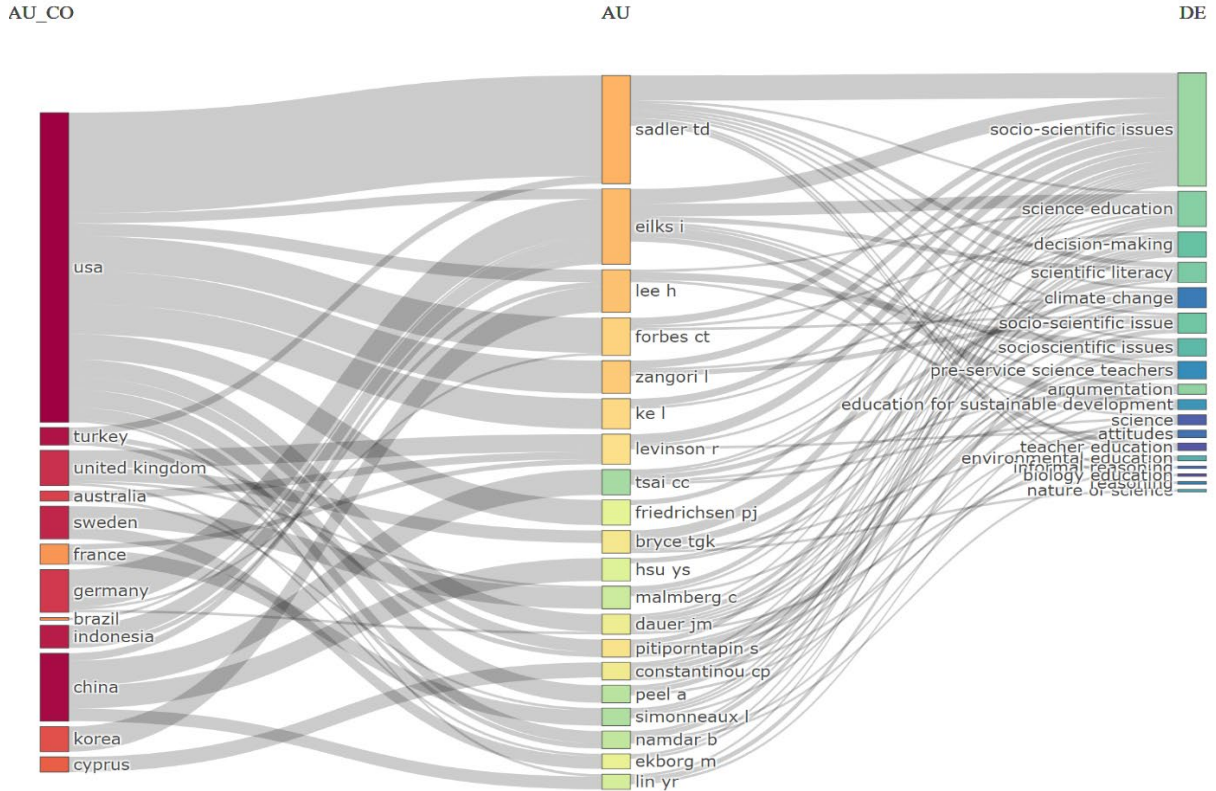
Şekil 2. Yayınlarla ilişkin temel bilgiler

Yayınlarla ilişkin temel parametreler incelendiğinde; yıllık ortalama yayın sayısının 7,01, yayın başına düşen ortalama atıf sayısının ise 20,77 olduğu söylenebilir. Ayrıca söz konusu bilimsel yayınların toplam 887 araştırmacı tarafından gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bu yazarlardan 58'si çalışmalarını tek yazarlı olarak yayınlarken, 829'u çalışmalarını çok yazarlı olarak yayınlamıştır. Yıllık ortalama büyüme oranının %12,66 iken, uluslararası yazar iş birliği oranının ise %23,5 olduğu görülmektedir.



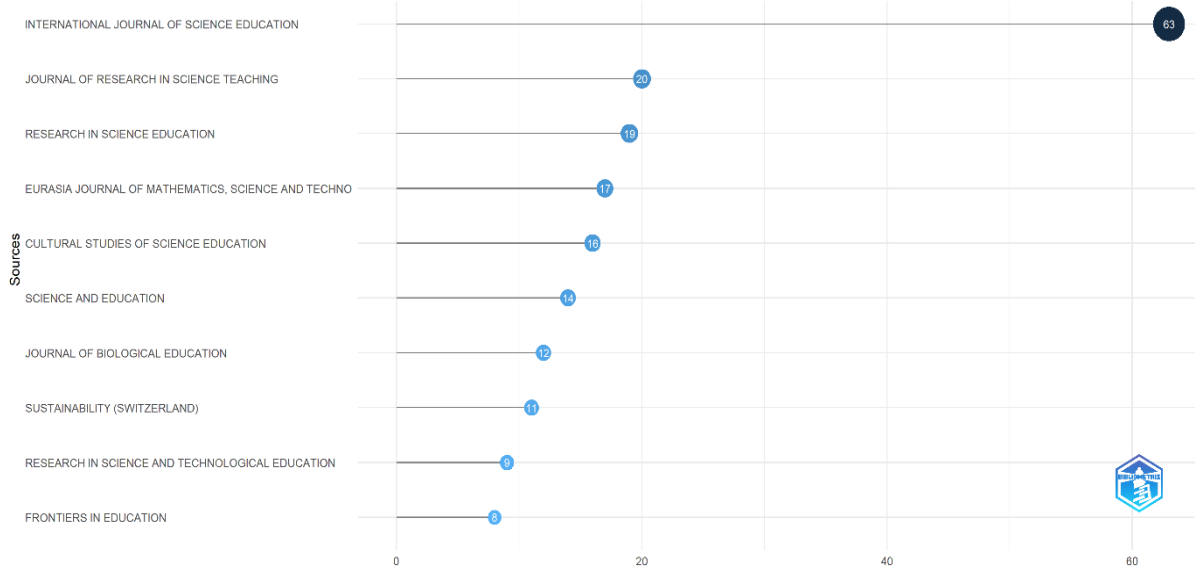
Şekil 3. Yıllık bilimsel üretim oranı

Bibliyometrik analize dahil edilen çalışmaların yıllık bilimsel üretim oranına bakıldığında her ne kadar 2014 yılında oranlarda bir düşüş olduğu gözlemlense de 2005 yılından itibaren konuyla ilgili artan bir talebin olduğu görülmektedir.



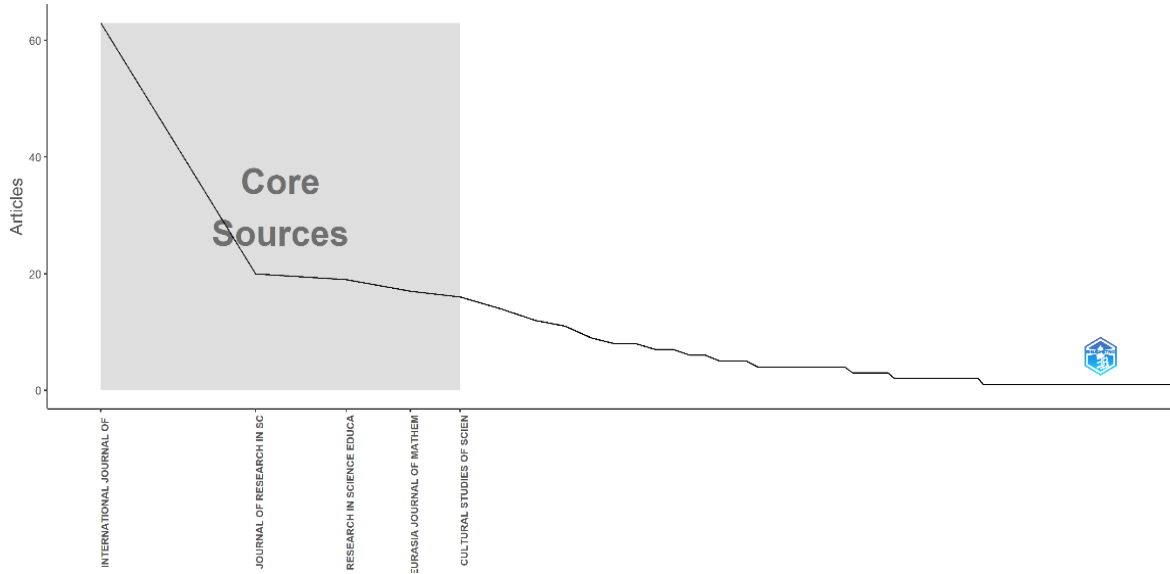
Şekil 4. Anahtar kelimeler, yazarların ülkeleri ve yazarlar arasındaki ilişkinin üç alan grafiği ile gösterimi (sankey diyagramı)

Anahtar kelimeler, yazarların ülkeleri ve yazarlar arasındaki ilişki Şekil 4'te üç alan grafiği üzerinde gösterilmiştir. Sankey diyagramında en çok atıf alan yazarlar, bu yazarların en çok atıf aldığı ülkeler ve bu yazarların kullandığı anahtar kelimeler/temalar gösterilmekte ve değişkenler arasındaki ilişki gri bağlantı çizgileri ile görselleştirilmektedir. Grafikteki dikdörtgenlerin büyüklüğü; bu öğelerin her biriyle ilişkili çok sayıda yayın olduğunu göstermektedir. Üç alan grafiğinin solunda yazarların en çok atıf aldığı ülkeleri gösteren ilk değişken yer almakta ve bu alanda 12 farklı ülke ismi listelenmektedir. Çalışmaların yer aldığı ülkeler ve grafiğin ortasında yer alan yazar isimleri ile de ilişkilendirilmiştir. Buna göre en çok yayın yapan araştırmacıların Thomas J. Sadler, Ingo Eilks, Hyunju Lee olduğu görülmektedir. Söz konusu yazarların fen eğitiminde sosyo bilimsel konular ile ilgili çalışma konularının/temalarının "sosyo bilimsel konular", "fen okuryazarlığı" ve "sürdürülebilirlik", "öğretmen eğitimi" ve "argümantasyon" olması dikkat çekicidir. Buna ek olarak, en yaygın anahtar kelimeler "fen eğitimi", "sosyo bilimsel konular", "karar verme", "iklim değişikliği", "fen okuryazarlığı" ve "öğretmen adayları"dır. Son olarak, üç alan grafiğinin sağ kısmında, sosyo bilimsel konuların en çok çalışıldığı ülkeler listelenmiştir. Buna göre, konuyla ilgili en çok yayın yapan ülke "Amerika" olurken, onu "Çin", "Almanya" ve "İngiltere" takip etmektedir. En çok yayın yapan ülkeler ile anahtar kelimeler/temalar arasındaki ilişki değerlendirildiğinde ise en çok yayın yapan Amerika'da sıklıkla kullanılan temaların; "öğrenci", "öğretme-eğitim", "sosyo bilimsel konular", "öğretim programı", "sürdürülebilirlik" ve "çevre eğitimi" olduğu görülmektedir.



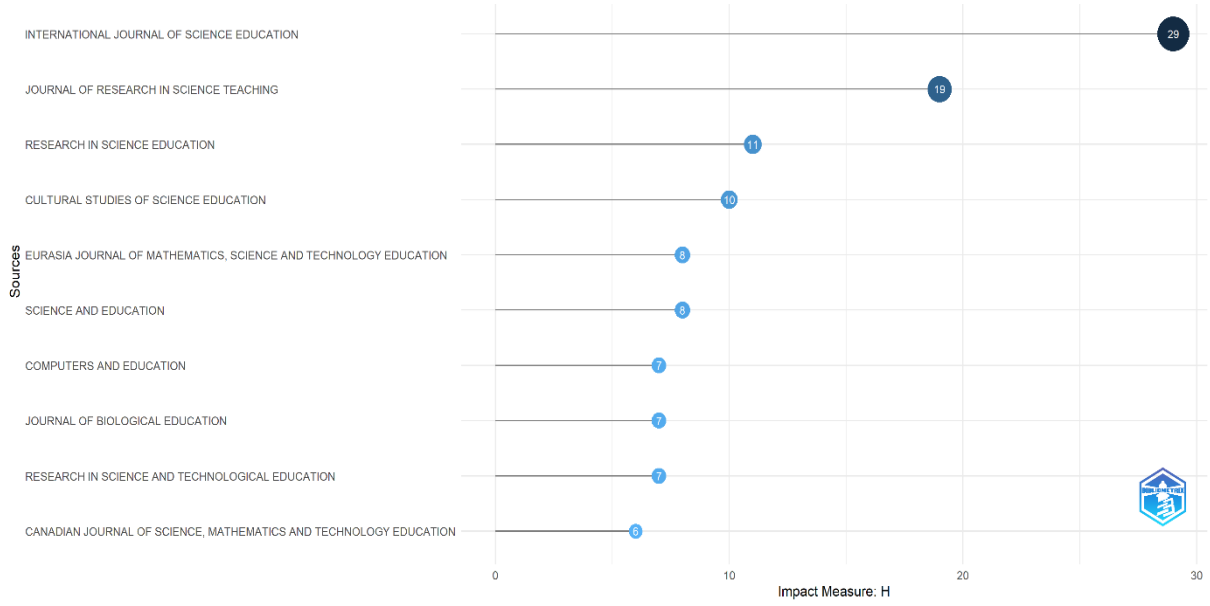
Şekil 5. Çalışmalar için en ilgili kaynaklar

Şekil 5, veri setindeki her bir dergi tarafından yayınlanan çalışma sayısını göstermektedir. Konuyla ilgili en fazla yayına sahip dergilerin isimlerinin yer aldığı liste ve yanlarında farklı renklerde gösterilen daireler ile yayın sayıları gösterilmektedir. Buna göre yayın aralığının 0 ile 63 arasında olduğunu ve alanla ilgili en fazla yayına sahip derginin 63 yayın sayısı ile "International Journal of Science Education" ve "20" yayın sayısı ile "Journal Of Research in Science Teaching" olduğu görülmektedir.



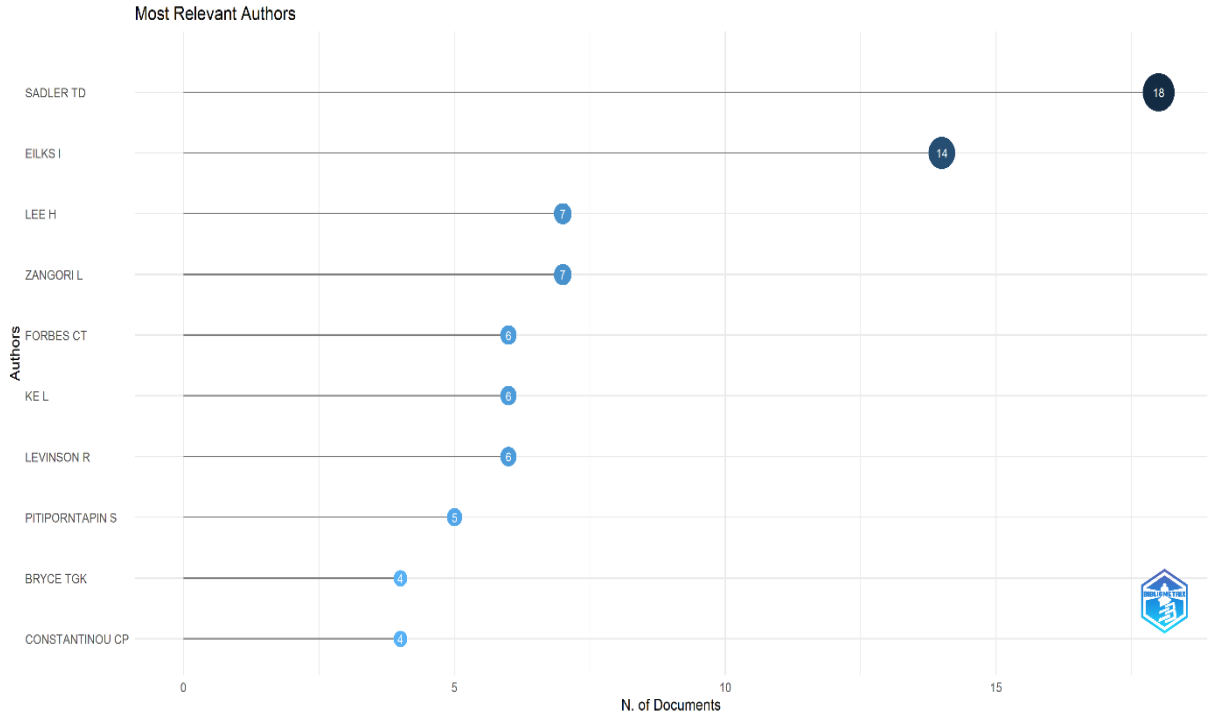
Şekil 6. Bradford Yasası Aracılığıyla Kaynak Kümelenmesi

Bradford yasası aracılığıyla ilgili literatüre katkı sağlayan tüm yayınların dergiler tarafından ne şekilde dağıldığı gösterilmektedir. Buna göre Şekil 6'da koyu ile gösterilen bölgede, ilgili alandaki toplam 121 dergi içerisinde yer alan çekirdek dergiler görülmektedir. Buna göre, "International Journal Of Science Education", "Journal Of Research In Science Teaching", "Research In Science Education", "Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education", "Cultural Studies of Science Education"nın çekirdeği oluşturan dergiler olduğu tespit edilmiştir. Bu 5 çekirdek derginin 135 makalelik katkı ile koleksiyonda yer alan tüm makalelerin yaklaşık 1/3'ünü yayınladığı görülmektedir.



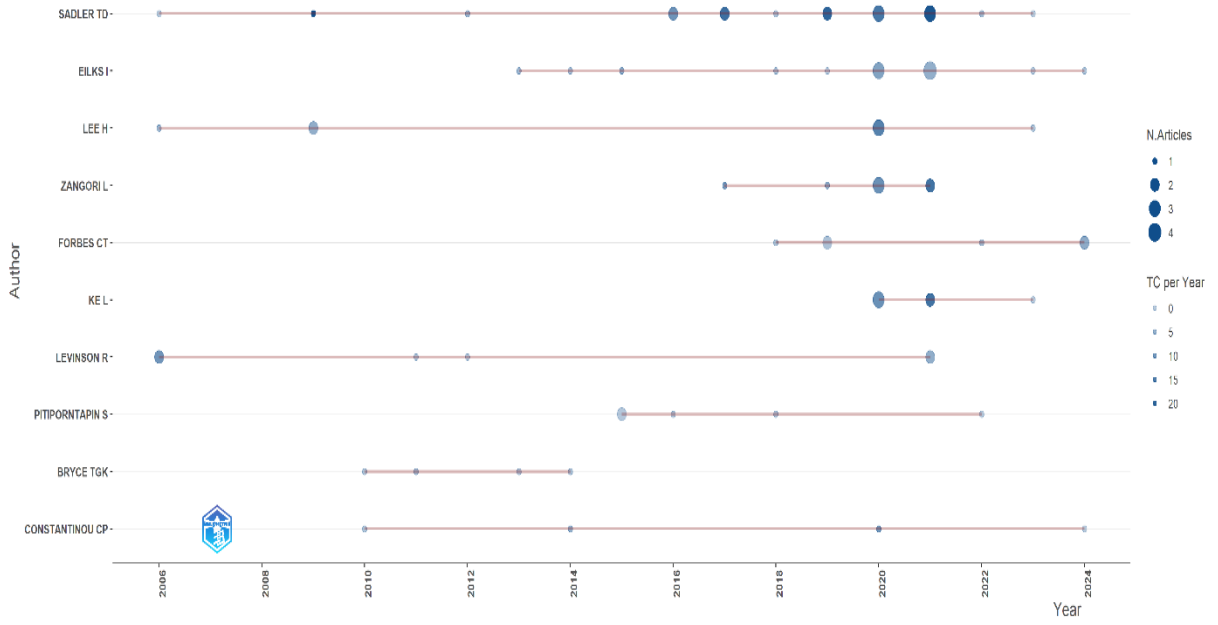
Şekil 7. Dergilerin etki değeri

SBK araştırma alanında makale yayınlayan her bir derginin h indeksi, g indeksi, m indeksi ve toplam alıntı sayısı “Local Source Impact” değeri ile elde edilebilmektedir. Bu değerlerden h indeksi değeri hesaplanarak mavi çubuk grafiği ile gösterilmekte ve ilgili dergilerin etki değerleri görülebilmektedir. Buna göre etki değeri en yüksek derginin “29” h indeksi değeri ile “International Journal of Science Education” olduğu söylenebilir.



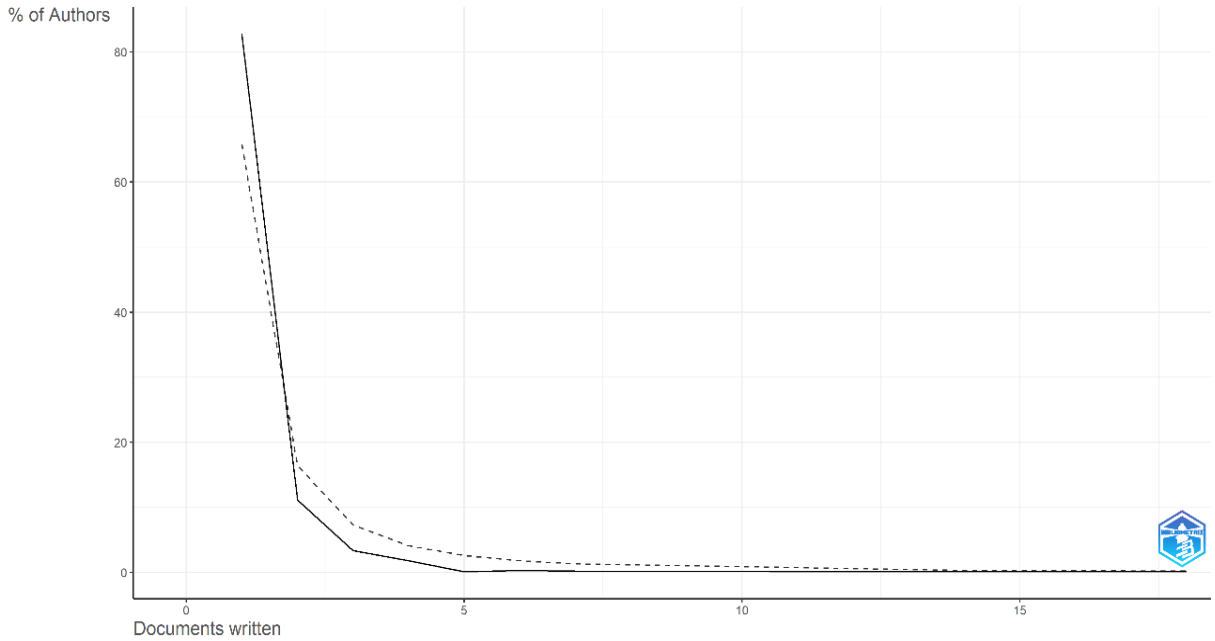
Şekil 8. SBK konusu/ teması için en ilgili yazarlar

Şekil 8, analiz edilen çalışmalar için en ilgili 10 yazarı listelemektedir. Buna göre, Sadler TD., 18 yayınlı konuyla ilgili en çok yayın yapan araştırmacıdır. Ardından 14 yayınlı Eilks İ., gelmektedir. Lee H., ve Zangori L.’nin, ise 7’şer çalışmayla üçüncü sırada yer aldıkları görülmektedir.



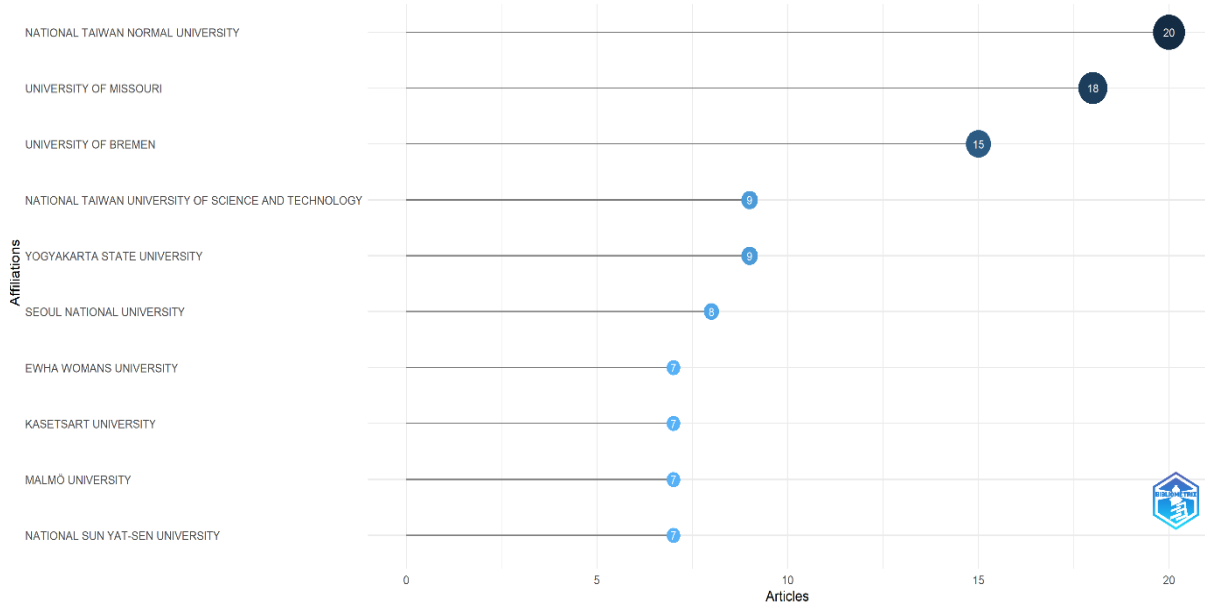
Şekil 9. Yazarların yıllar içerisindeki üretkenlik oranları

Şekil 9'da SBK temaları için yazarların yıllar içerisindeki üretkenlik oranları görülmektedir. Buna göre, 2021 yılından itibaren en üretken yazarların Sadler, Zangori ve Ke oldukları görülmektedir.



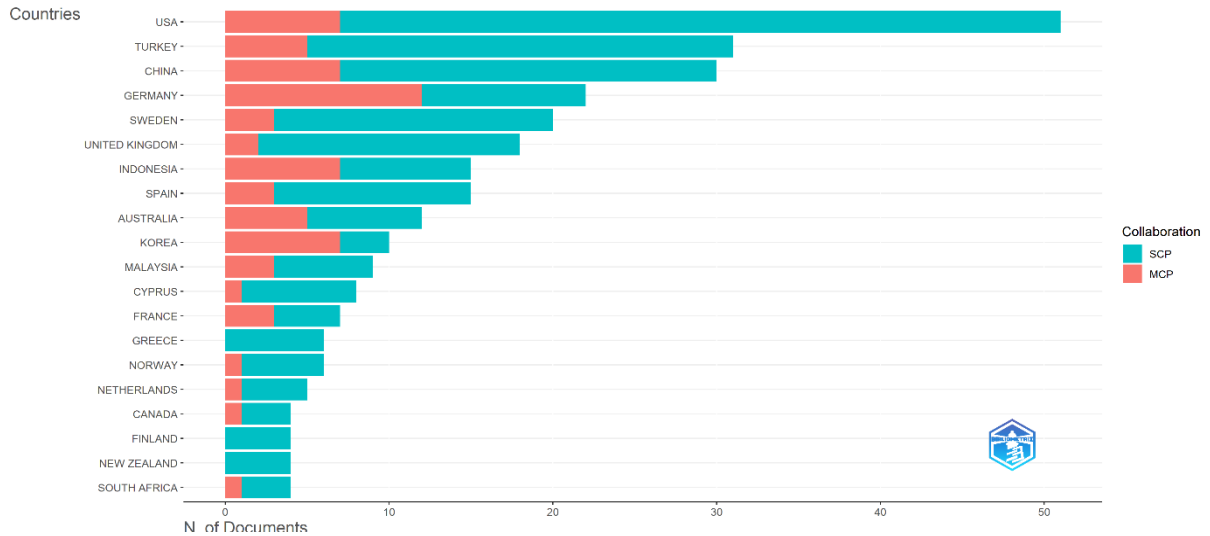
Şekil 10. Lotka Yasası Aracılığıyla Yazar Üretkenliği

Şekil 10'a göre araştırmacıların %82,8'inin sadece bir yayın yaptığı, iki yayın yapan yazarların oranının %11,2 olduğu, geriye kalan %6,0'lık kesimin ise alanla ilgili 3 veya daha fazla ç; alışma yayınladığı görülmektedir.



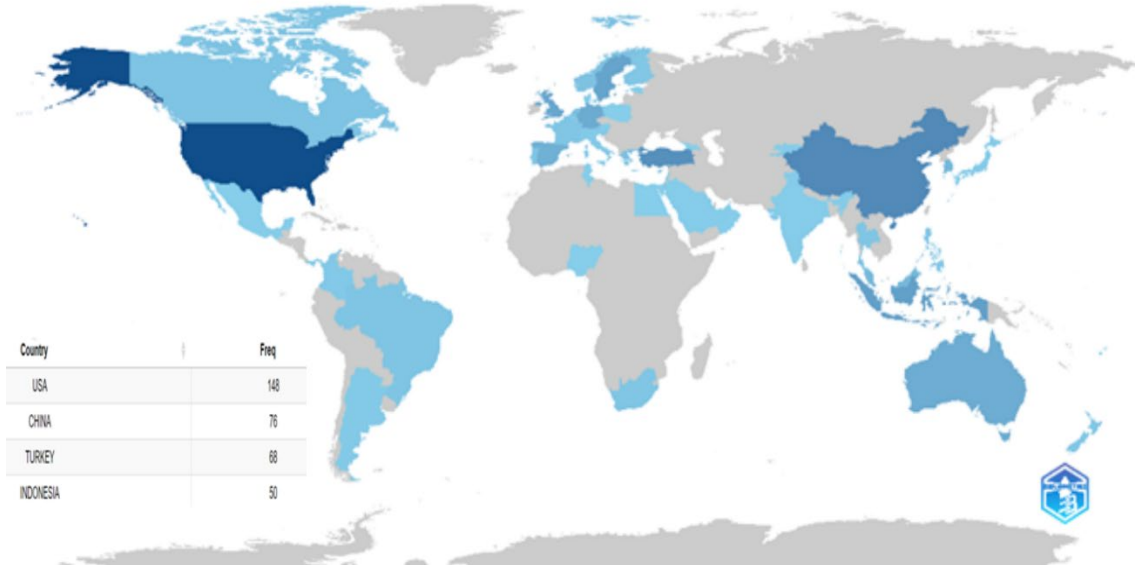
Şekil 11. SBK çalışma alanında en ilgili kurumlar

SBK çalışma alanı için önem teşkil eden 10 öğretim kurumu Şekil 11'de görülmektedir. Bu kurumların her birinden alana katkı sağlayan makale sayısı da şekilde yer almaktadır. Buna göre en çok makale yayınlayan ilk üç öğretim kurumu "National Taiwan Normal University", University of Missouri ve University of Bremen" olarak sıralanmaktadır. Verilere göre National Taiwan Normal Üniversitesi alana 20 çalışma ile, Missouri Üniversitesi 18 çalışma ile katkıda bulunurken Bremen Üniversitesi ise 15 çalışma ile katkıda bulunmuştur.



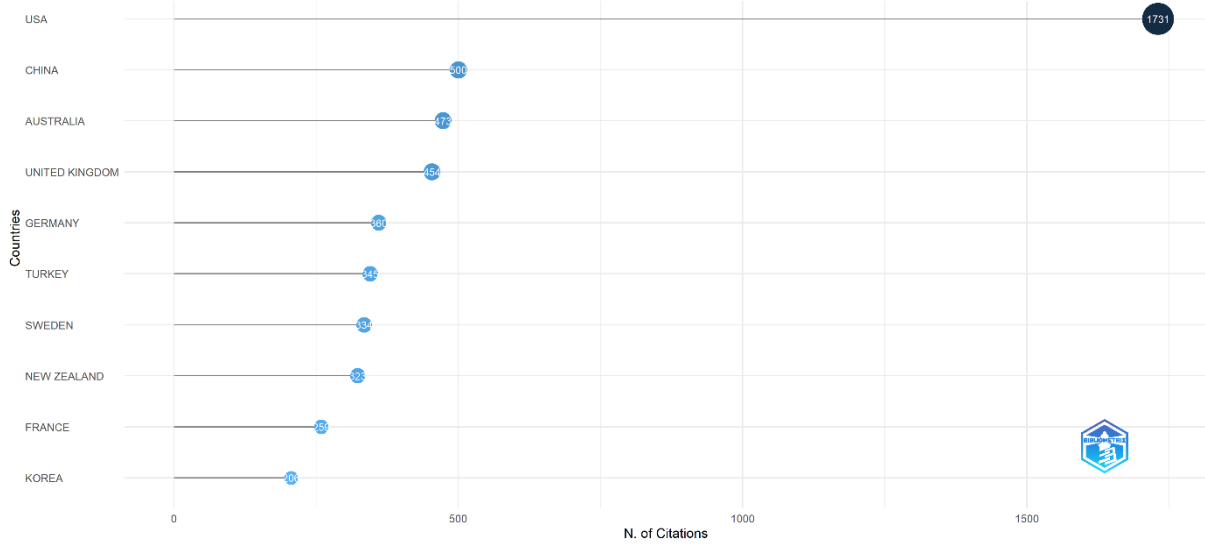
Şekil 12. Yayınların sorumlu yazar ülkelere göre dağılımı

Şekil 12, veri setinde yer alan sorumlu yazarların ülkelere göre yayın dağılımını göstermektedir. En çok yayın yapan 20 ülke sıralanmaktadır. Buna göre ülkelerin yayın sayılarının 0 ile 51 arasında olduğu görülmektedir. İlk sırada yer alan ABD'nin 51 çalışması bulunurken, onu takip eden Türkiye'nin 31, Çin'in ise 30 yayını olduğu görülmektedir. Ayrıca grafikte yayın sayısını ifade eden çubukların iki farklı renkte gösterildiği görülmektedir. Bu renklerden "kırmızı" birden fazla ülkeden yazarların yer aldığı yayınları, "turkuaz" renk ise tek bir ülkeden yazar(lar)ın yer aldığı yayınları ifade etmektedir. Buna göre, birden fazla ülke ile iş birliği içinde hazırlanan çalışmaların en fazla olduğu ülkelerin sırasıyla Almanya, Çin ve Amerika olduğu görülmektedir.



Şekil 13. Ülkelerin bilimsel üretim dağılımları

Şekil 13'e bakıldığında veri setinde yer alan ülkelerin SBK konusu özelinde bilimsel üretim dağılımları görülmektedir. Buna göre konu ile ilgili en çok bilimsel üretime sahip olan ülkelerin sırasıyla Amerika, Çin ve Türkiye olduğu görülmektedir.

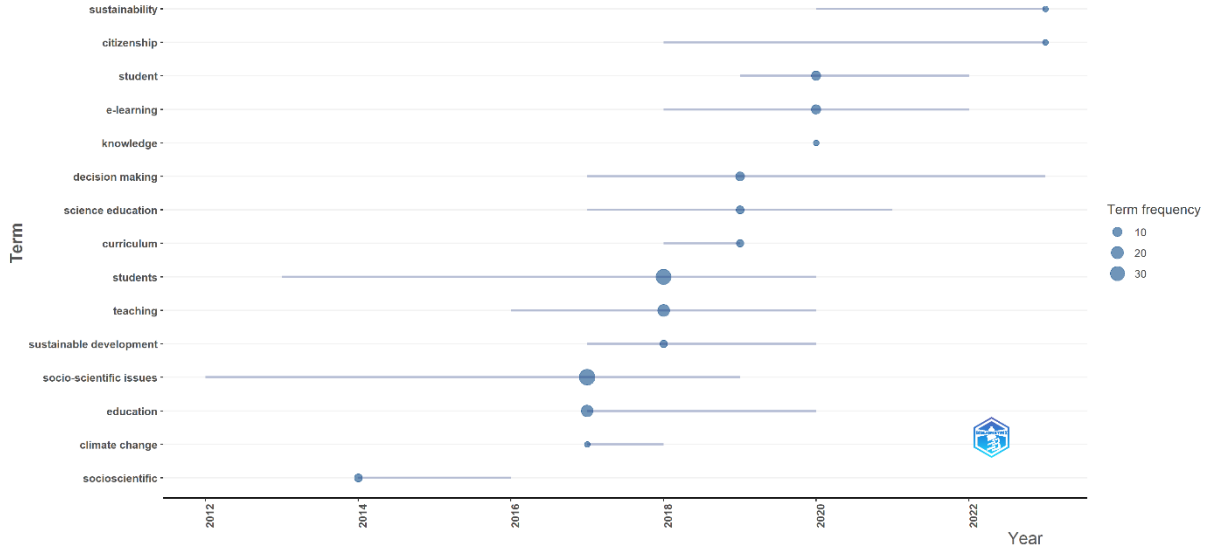


Şekil 14. En çok atıf alan ülkelerin dağılımı

Şekil 14'te veri setinde yer alan ülkelerin atıf durumlarına göre dağılımları görülmektedir. Buna göre 1731 atıf sayısı ile en çok atıf alan ülke Amerika, ikinci olarak 500 atıf sayısı ile Çin, üçüncü olarak ise 473 atıf sayısı ile Avustralya gelmektedir. Türkiye ise 345 atıf sayısı ile 6. sırada yer almaktadır.

Tablo 1. Küresel olarak en çok atıf yapılan çalışmalar

Makale	DOI	TAS	YTAS	NTAD
Sadler, 2009	10.1080/03057260802681839	387	24,19	4,48
Venville, 2010	10.1002/tea.20358	229	15,27	5,43
Hodson, 2014	10.1080/09500693.2014.899722	208	18,91	7,07
KolstØ, 2006	10.1080/09500690600560878	188	9,89	2,29
Levinson,2006	10.1080/09500690600560753	177	9,32	2,16



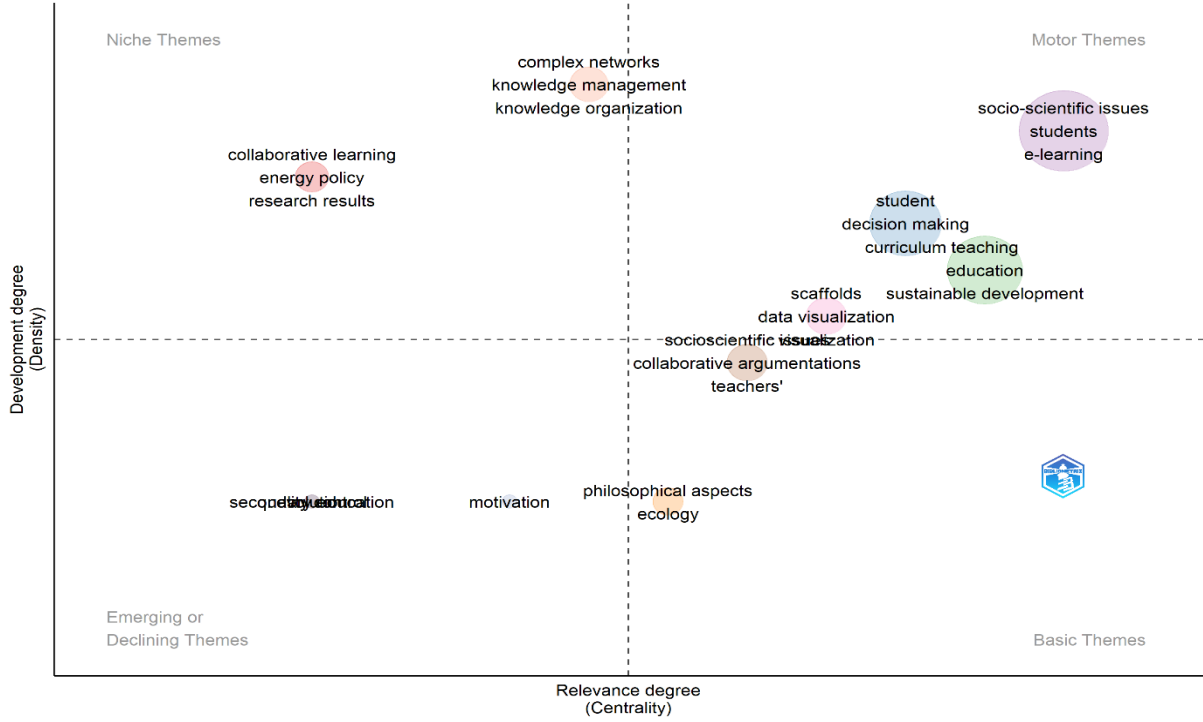
Şekil 16. Trend konular/ temalar (keyword plus)

Veri setinde yer alan trend konu/ temaların yıllara göre dağılımı Şekil 16'da yer almaktadır. Trend konu başlıklarının belirlenmesinde 2012-2022 yılları arasında yayınlanan çalışmalar için toplam 15 trend konu araştırma başlığının ortaya çıktığı görülmektedir. Ayrıca, grafik üzerinde gösterilen daireler ilgili konuya ilişkin yayın sayısını temsil etmekte olup, daha fazla yayına sahip konular daha büyük bir daire ile görselleştirilmiştir. Buna göre 2022 yıllarından itibaren SBK konularında en çok işlenen konunun sürdürülebilirlik ve vatandaşlık konuları olduğu görülmektedir. 2020'li yıllarda ise öğrenci ve e-öğrenme merkezli konuların işlendiği söylenebilir. Pandeminin başladığı 2019 yılında ise karar verme ve öğretim programı çalışmalarının yer aldığı görülmektedir.



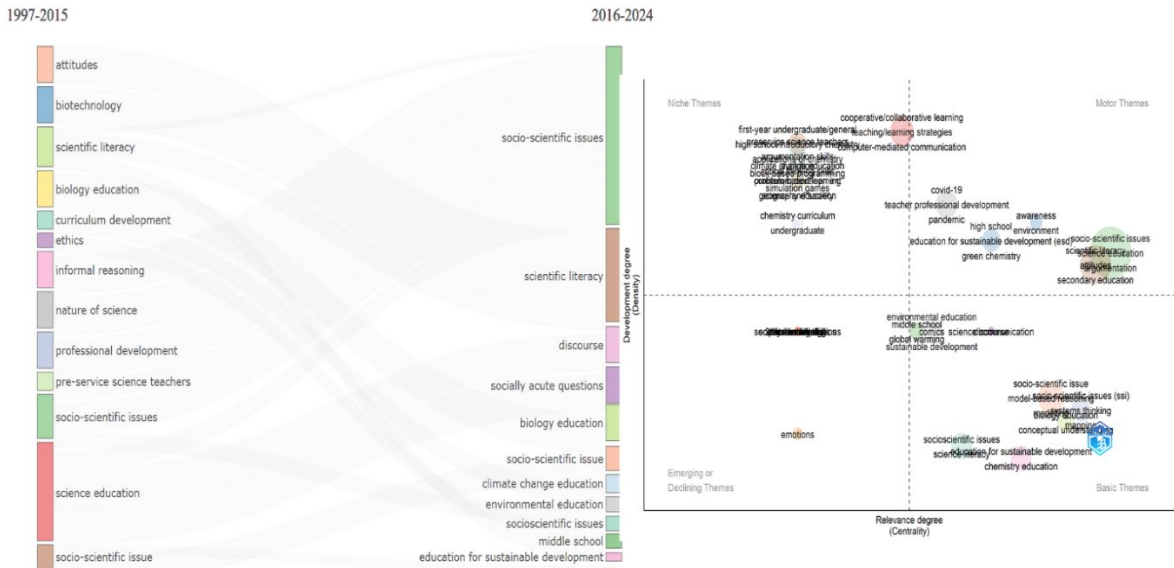
Şekil 17. Çalışmaların birlikte oluşum ağı analizi

Birlikte oluşum ağı analizine göre anahtar kelimelerin birbirlerine yakınlıklarına göre tek küme oluştuğu görülmektedir. Bu kümelerden en büyüğünün sosyo bilimsel konular olduğu, etrafında ilişkilendirilen diğer anahtar kelimelerin ise biyoteknoloji, kimya eğitimi, fen eğitimi, fen okuryazarlığı, eleştirel düşünme, etik, değerler, küresel ısınma, çevre eğitimi vb. olduğu görülmektedir.



Şekil 18. Çalışmaların tematik haritası

Şekil 18, analize dahil edilen çalışmaların tematik haritasını göstermektedir. Bu harita, temaların çalışmalardaki yaygınlığını ve merkeziliğini ortaya koymaktadır. Buna göre, incelenen çalışmaların motor temalarının (hem yüksek yoğunluk hem de yüksek merkezlik içeren temalar) sosyo bilimsel konular, öğrenci, e-öğrenme, öğretim programı, karar verme, sürdürülebilirlik, öğretim tasarımı ve veri görselleştirme olduğu görülmektedir. Bu temalar literatürde en yaygın ve merkezi temalar olarak ortaya çıkmaktadır. Niş temaların ise karmaşık ağlar, bilgi organizasyonu ve yönetimi, iş birlikli öğrenme ve enerji politikaları olduğu görülmektedir. Niş temalar yaygın olarak çalışılmalarına rağmen merkezden uzak temalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kaybolan veya ortaya çıkan temalar kategorisinde kalite kontrol ve motivasyon olduğu görülmektedir. Basit (temel) temalar kategorisinde ise "iş birlikli argümantasyon, öğretmenler, felsefik yönler ve ekolojinin yer aldığı görülmektedir. Bu konuların merkeziliklerinin yüksek ancak yoğunluklarının düşük olduğu söylenebilir.



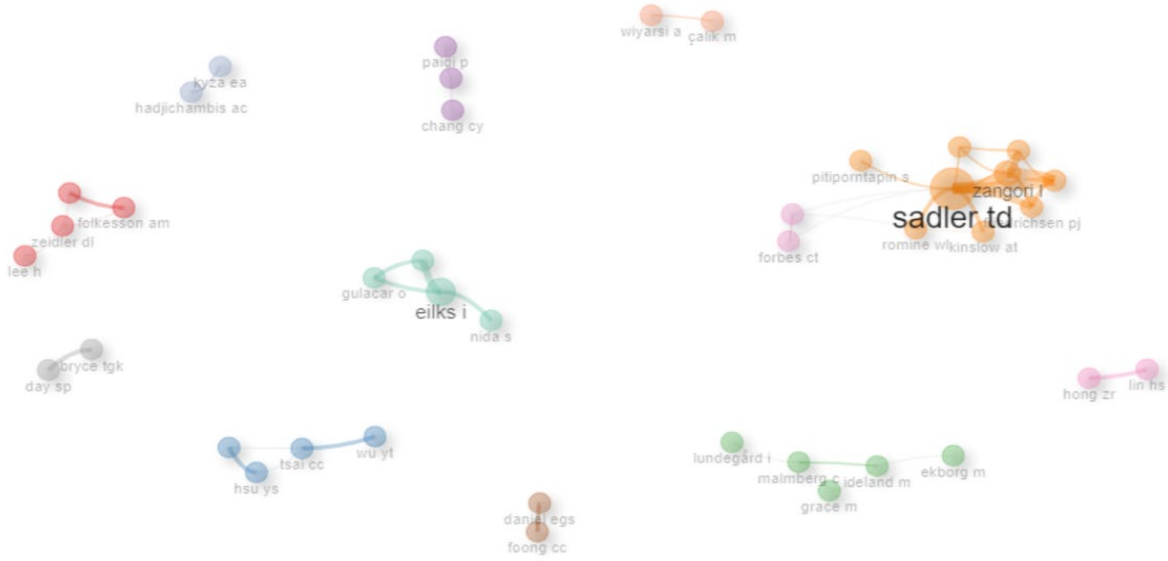
Şekil 19. Çalışmaların tematik analizi

Bu analizde SBK çalışmalarının kırılma noktası olarak 2015 yılı seçilmiştir. Bu seçimde yayınlanan çalışmaların yıllık bilimsel üretim verileri dikkate alınmıştır (Şekil 3). Buna göre iki farklı tematik zaman değerlendirmesi meydana gelmiştir. İlk grup 1997-2015 yıllarında arasında yer alırken, ikinci grup ise 2016-2024 yılları arasında oluşmuştur. İlk grupta yer alan yazar anahtar kelimelerine baktığımızda birçok araştırma alanının 2015 yılından itibaren farklı alanlara dönüştüğünü görmekteyiz. Buna göre informal muhakeme, bilimin doğası, öğretmen adayları, profesyonel gelişme gibi konuların 2016 yılından itibaren sosyo bilimsel konulara dönüştüğü, SBK alanında fen eğitimi çalışmalarının da söylem, sosyal akut sorular ve sürdürülebilirlik eğitimi çalışmalarına dönüştüğü görülmektedir. Ayrıca Şekil 20'de yer alan tematik haritadaki verilerde 2016-2024 yılları arasındaki çalışmaların yaygınlık ve merkeziliğini ortaya koymaktadır. Buna göre son yıllardaki motor temaların argümantasyon, eleştirel düşünme, karar verme, bilimin doğası, öğretmen adayları, iklim değişikliği, sorgulamaya dayalı öğrenme, fen okuryazarlığı, tutum, orta öğretim, sosyo bilimsel muhakeme, arttırılmış gerçeklik, öğretim programı, biyoteknoloji, lise, sürdürülebilir gelişme eğitimi, yeşil kimya, Covid-19, farkındalık, çevre olduğu görülmektedir. Niş temalara geldiğimizde öğrenci merkezli öğrenme, öğretmen adayları, argümantasyon becerileri, eleştirel düşünme becerileri, GDO, kimya öğretim programı, blok tabanlı programlama, simülasyon-oyunlar, küresel değişim eğitimi, öğretim programı geliştirme gibi temalar yer almaktadır. Kaybolan ya da önem kazanan temalarda ise ön bilgiler ve duygular temaları yer almaktadır. Basit (temel) temalarda ise küresel ısınma, ortaokul, çevre eğitimi, çizgi roman, sürdürülebilir gelişme, model tabanlı muhakeme, modelleme, antibiyotik direnci, kavramsal anlama, sistemsel düşünme gibi temaların olduğu görülmektedir.



Şekil 20. Çalışmaların faktör analizi

Faktör analizinin amacı gözlemlenebilir değişkenlerin/ temaların altında yatan ya da bu verilerin birleştirilebileceği faktörleri ortaya çıkarmaktır. Faktör analizi sonuçlarına baktığımızda ise tek bir faktör yapısının oluştuğu gözlemlenmektedir.



Şekil 21. Çalışmaların ortak atıf ağı analizi (Yazarlar)

Şekil 21'de görüldüğü üzere en çok esinlenen ve atıf yapılan yazarlar ve birbirleri üzerindeki etkileri görülebilmektedir. Tematik ve faktör analizlerinde ortaya konulan duruma benzer olarak yazarların birbirlerini etkileme/ esinlenme durumları bağımsız görünmektedir. Buna göre en çok esinlenen yazarın Sadler, ikinci en çok etkilenilen yazarın ise Eilks olduğu görülmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın bu bölümünde elde edilen bulgulara yönelik tartışma ve sonuçlar yer almaktadır. Öncelikli olarak SBK ile ilgili çalışmaların yıllar içerisindeki dağılımlarına bakılmış ve çok düzenli olmasa da sürekli bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Tang vd., (2024), eğitim alanındaki SBK konuları ile ilgili gerçekleştirdikleri betimsel analiz sonuçlarında, 2009 ve 2015 yıllarında çalışmaların sayısında bir artış meydana geldiğini belirtmektedirler. Bu çalışmada ise benzer sonuçlar ile karşılaşmaktadır. Bu durumun yanı sıra, 2024 yılında çalışmaların yayın sayısında azalma olmasının temel sebebi yayın sürecinde olan çalışmaların var olması ve sürecin devam etmesinden kaynaklı olarak çalışmaya dahil edilmemesidir. Amerika'da sıklıkla kullanılan temaların; "öğrenci", "öğretme-eğitim", "sosyo bilimsel konular", "öğretim programı", "sürdürülebilirlik" ve "çevre eğitimi" olduğu görülmektedir. Çin' de ise sıklıkla kullanılan temaların; "argümantasyon", "fen okuryazarlığı", "karar verme", "sürdürülebilir eğitimi", "muhakeme", "eleştirel düşünme", "öğretmen adayı" ve "öğretmen eğitimi" olduğu görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkışmasındaki temel sebeplerin arasında ülkelerin benimsedikleri güncel eğitim politikaları ve gelecek için belirlenen eğitim politikaları yer aldığı söylenebilir.

SBK ile ilgili en çok yayın yapan dergiler sırası ile "International Journal of Science Education", "Journal Of Research in Science Teaching", "Research in Science Education", "Eurasia Journal of Mathematics" ve "Science And Technology Education" olarak sıralanmaktadır. Bundan dolayı, bu çekirdek dergilerin, SBK konu alanında yüksek üretkenliğe sahip dergiler olduğu belirtilebilir. Gerçekleştirilen SBK ile ilgili çalışmalarda ise yer alan yazarlar arasında ise en üretken yazarların ise Sadler, Zangori ve Ke oldukları tespit edilmiştir. Yapılan analizlerden biri olan Lotka yasasına göre bir alana tek yayınlara katkıda bulunan araştırmacıların tüm yayınlara oranının %60, 2 yayınlara katkıda bulunan araştırmacıların tek yayınlara katkıda bulunanlara oranının $\frac{1}{4}$, 3 yayınlara katkıda bulunanların oranının ise $\frac{1}{9}$ olması gerektiğini öngörmektedir (Lotka, 1926). Çalışmada elde edilen verilere göre ise ilgili literatürün Lotka yasası ile uyumlu olmadığı, geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre SBK alanında en çok yayın yapan/ bilimsel üretimi yüksek olan ilk üç ülke sırasıyla Amerika, Çin ve Türkiye olmasına karşın, atıf sayılarına baktığımızda Amerika ve

Çin'in yerlerini korurken Türkiye'nin ise 6. sıraya gerilediği tespit edilmiştir. Buradan hareketle ülkemizdeki çalışmaların niteliği ve dünya literatüründeki görünürlüğü konusu tartışmalıdır.

Popüler SBK konuları incelendiğinde, argümantasyon ile ilişkili olduğu görülmektedir (Garrecht vd., 2021). Çalışma bulgularına göre ise, SBK'nın ağırlıklı olarak argümantasyon temelli öğrenme ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Falah ve ark., (2024), en yüksek etki değerine sahip beş fen eğitimi dergisinde yer alan SBK çalışmalarını incelediği çalışmalarında, araştırma alanı olarak en fazla argümantasyon çalışmalarının yer aldığını belirtmektedirler. Bunun yanı sıra SBK ile ilgili anahtar kelimeler incelendiğinde, bilimsel okuryazarlığı anahtar kelimesine yer verildiği görülmektedir. Bilimsel okuryazarlık, özellikle gelecek nesillerin hazırlanması noktasında en önemli becerilerden biri olarak gösterilmekle birlikte, bilimsel bilginin kullanılması ile karşılaşılan sorunların üstesinden gelinmesine katkı sağlamaktadır. Bundan dolayı SBK içerisinde, bilimsel okuryazarlık ile ilgili çalışmaların sayılarında artış olması beklenen bir durumdur (Murni vd., 2023). Bunun haricinde çalışmalarda yer alan konu başlıkları ve anahtar kelimeler incelendiğinde, fen eğitimi, fen okuryazarlığı, karar verme, çevre eğitimi, bilimin doğası ve eleştirel düşünme gibi anahtar kelimelerin ve konuların da sıklıkla kullanıldığı söylenebilir.

Trend topic analizi ile dikkat çekici sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre 2022 yıllarından itibaren SBK konularında en çok işlenen konunun sürdürülebilirlik ve vatandaşlık konuları olduğu görülmektedir. 2020'li yıllarda ise öğrenci ve e-öğrenme merkezli konuların işlendiği söylenebilir. Pandeminin başladığı 2019 yılında ise karar verme ve öğretim programı çalışmalarının yer aldığı görülmektedir. Genel olarak temaların yıllara göre dağılımından öğrenci merkezli çalışmalara yoğunlaşıldığı tespit edilmiştir. Çalışmaların birlikte oluşum ağı analizinde anahtar kelimelerin birbirlerine yakınlıklarına göre tek küme oluşturdukları ve tüm yazarların sosyo bilimsel konular etrafında farklı temaları işledikleri/ ilişkilendirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Bibliyometrik analiz kapsamında yapılan en önemli analizlerden biri tematik harita analizidir. Buna göre SBK ile ilgili çalışılabilecek/ alanda gelişmekte olan konularla ilgili önerilerde bulunmak bu sayede mümkün olmaktadır. Analiz sonucunda literatürdeki en yaygın ve merkezi konuların öğrenci, e-öğrenme, öğretim programı, karar verme, sürdürülebilirlik, öğretim tasarımı olduğu, karmaşık ağlar, bilgi organizasyonu ve yönetimi, iş birlikli öğrenme ve enerji politikalarının ise popülerlik kazanan konular olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra SBK çalışma alanında kalite kontrol ve motivasyon gibi konuların önemini kaybettiği belirtilebilir. Araştırmada elde edilen bir diğer sonuca göre SBK çalışmalarının çalışılan konu açısından 2015 yılından itibaren değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre informal muhakeme, bilimin doğası, öğretmen adayları, profesyonel gelişim gibi konuların 2016 yılından itibaren sosyo bilimsel konulara dönüştüğü, SBK alanında fen eğitimi çalışmalarının da söylem, sosyal akut sorular ve sürdürülebilirlik eğitimi çalışmalarına dönüştüğü tespit edilmiştir.

Son sekiz yıllık literatürün tematik haritasına baktığımızda ise son yıllarda argümantasyon, eleştirel düşünme, karar verme, bilimin doğası, öğretmen adayları, iklim değişikliği, sorgulamaya dayalı öğrenme, fen okuryazarlığı, tutum, orta öğretim, sosyo bilimsel muhakeme, arttırılmış gerçeklik, öğretim programı, biyoteknoloji, lise, sürdürülebilir gelişme eğitimi, yeşil kimya, Covid-19, farkındalık, çevre anahtar kelimelerinin yer aldığı çalışmaların yapıldığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra öğrenci merkezli öğrenme, öğretmen adayları, argümantasyon becerileri, eleştirel düşünme becerileri, GDO, kimya öğretim programı, blok tabanlı programlama, simülasyon-oyunlar, küresel değişim eğitimi, öğretim programı geliştirme gibi konuların ise popülerlik kazanmaya başladığı tespit edilmiştir. Kaybolan temalara bakıldığında ise ön bilgiler ve duygular konulu çalışmaların daha az öneme sahip olduğu belirtilebilir. Faktör analizi sonuçlarına göre tek bir faktör yapısı tespit edilmiştir. Buna göre verilerin belirli bir yapıyı veya örüntüyü yansıtmadığını söyleyebiliriz. Yani, SBK özelinde gerçekleştirilen çalışmaların arasında güçlü bir ilişki olmadığı ve bu çalışmaların altında yatan ortak bir faktör bulunmadığı belirtilebilir. Bu durum, SBK çalışmalarının çok çeşitli unsurlar tarafından etkilendiğini göstermektedir. Netice olarak, SBK yayınlarının çeşitli konuları kapsadığını ve bu konular arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmektedir. Ortak atıf ağı

analizi sonuçlarına baktığımızda birlikte oluşum ağı analizi ve faktör analizi sonuçlarına benzer olarak yazarların birbirlerini etkileme/ esinlenme durumlarının bağımsız olduğu tespit edilmiştir.

Öneriler

Araştırma sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, sonraki araştırmalar için aşağıda yer alan önerilerde bulunmaktadır.

- Bibliyometrik analiz sonuçları SBK alanında çalışmayı planlayan araştırmacılar için önemli sonuçlar sunmaktadır. Bu analiz sonuçlarına göre 2024 yılı çalışmaları henüz yayınlanmamış olsa da yapay zekâ temalı çalışmalara rastlanmamıştır. SBK içerisinde yer alması beklenen yapay zekâ ve bu teknolojiyi entegre eden diğer teknolojilerin çalışılabileceği önerilebilir.
- SBK alanında enerji konularının yeni yeni popülerlik kazandığı görülmektedir. Sürdürülebilirlik eğitimi ve enerji eğitimine yönelik olarak SBK'nın entegre edildiği içerik, öğretim programı hazırlanabilir. Bu alanda scaffolding çalışmalarına ihtiyaç olduğu görülmektedir.
- Bunun yanı sıra ülkeler arasında SBK ile ilgili olan çalışmalara yönelik uluslararası birlikteliğin yer aldığı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.
- SBK konularında bir diğer popülerlik kazanan konunun blok tabanlı programlama, simülasyon ve oyunlar olduğu görülmektedir. Bilim insanlarının tüm toplumu etkileyebilecek konularda karar alırken bu tür teknolojileri nasıl kullandıkları ve modellediklerine dair çalışmaların yapılmasının alana önemli katkıların olacağı ön görülmektedir.

Etik Kurul Onay Bilgileri (The Ethical Committee Approval)

Bu araştırma etik kurul izni gerektiren süreç ya da analizleri kapsamadığından etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

“Fen Eğitiminde Sosyobilimsel Konulara Yönelik Çalışmaların Bibliyometrik Analizi” başlıklı makalemizin herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur. Yazarlar arasında da herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Çıkar çatışması olması halinde bu alanda çıkar çatışmasının kapsamını açıklayınız.

Finansal Destek (Financial Support)

Çalışma kapsamında herhangi bir kişi ya da kurumdan finansal destek alınmamıştır.

Kaynaklar

Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>

Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38(1), 67-90. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9040-2>

Amos, R., Christodoulou, A., Grace, M. & Levinson, R. (2017). Teaching science using socio scientific inquiry-based learning: UK pre-service teachers' perspectives. Southampton, UK: University College London. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10057355/>

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Badeo, J. M., & Duque, D. A. (2022). The effect of socio-scientific issues (SSI) in teaching science: a meta-analysis study. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 291-302. <https://doi.org/10.3926/jotse.1340>
- Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: *The Salters approach*. *International Journal of Science Education*, 28, 999-1015. <https://doi.org/10.1080/09500690600702496>
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of research in Science Teaching*, 47(7), 883-908. <https://doi.org/10.1002/tea.20385>
- Crane, D. (1972). *Invisible colleges: Diffusion of knowledge in scientific communities*. University of Chicago Press.
- Dawson, V., & Venville, G. J. (2009). High-school students' informal reasoning and argumentation about biotechnology: An indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31(11), 1421-1445. <https://doi.org/10.1080/09500690801992870>
- Dewi, A. K., Maryuningsih, Y., & Ubaidillah, M. (2022). BioMagz with an approach to socio-scientific issues as a learning resource to learn environmental change materials to improve scientific literacy. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 11(2), 130-141. DOI: <http://dx.doi.org/10.24235/sc.educatia.v11i2.11891>
- Diodato, V. (1994). *Dictionary of bibliometrics*. Binghamton, NY: Haworth Press.
- 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>
- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., & Applebaum, S. (2012). Contextualizing nature of science instruction in socio scientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2289–2315. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667582>
- Evren-Yapıcıoğlu, A. (2021). Investigation of the Bibliometric Features of the Articles on Socioscientific Issues. *OPUS International Journal of Society Researches*, 17(36), 2402-2428. <https://doi.org/10.26466/opus.841772>
- Faisal, F. & Martin, S. N. (2022). Exploring Indonesian biology teachers' perceptions and attitudes towards socio-scientific issues-based instruction. *Asia-Pacific Science Education*, 8(1), 256-291.
- Falah, M. M., Nugroho, S. E., & Ridlo, S. (2024). Socio-Scientific Issues (SSI) research trends: a systematic literature review of publications 2011-2022. *Journal of Turkish Science Education*, 21(1), 61-81.
- Garrecht, C., Reiss, M. J., & Harms, U. (2021). 'I wouldn't want to be the animal in use nor the patient in need' – the role of issue familiarity in students' socio scientific argumentation. *International Journal of Science Education*, 43(12), 2065–2086. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1950944>
- Hancock, T. S., Friedrichsen, P. J., Kinslow, A. T., & Sadler, T. D. (2019). Selecting socio-scientific issues for teaching: A grounded theory study of how science teachers collaboratively design SSI-based curricula. *Science & Education*, 28, 639-667. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00065-x>
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1459-1483. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9>

- Ismawati, R., & Pertiwi, U. D. (2019). Socio scientific issues-based learning as an effort to train high order thinking skills in junior high school students. *Indonesian Journal of Biology Education*, 2(2), 21-25.
- Johnson, J., Macalalag, A. Z., & Dunphy, J. (2020). Incorporating Socioscientific Issues into a STEM Education Course: Exploring Teacher Use of Argumentation in SSI and Plans for Classroom Implementation. *In Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00026-3>
- Krajcik, J., McNeill, K. L., & Reiser, B. J. (2008). Learning-goals-driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy. *Science Education*, 92, 1-32. <https://doi.org/10.1002/sce.20240>
- Lazarides, M. K., Lazaridou, I. Z., & Papanas, N. (2023). Bibliometric analysis: Bridging informatics with science. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*. <https://doi.org/10.1177/15347346231153538>
- Lin, H. S., Hong, Z. R., & Huang, T. C. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *International Journal of Science Education*, 34(1), 25–42. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.551430>
- Lin, S., & Mintzes, J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socio-scientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9215-6>
- Lotka, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington academy of sciences*, 16(12), 317-323.
- Murni, A. W., Suryanti, S., & Suprpto, N. (2023). Use of bibliometric software to explore the relationship between scientific literacy and socio-scientific issues. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 450, p. 03009). EDP Sciences.
- Ng, J., Liu, H., Shah, A., Wieland, L., & Moher, D. (2023). Characteristics of bibliometric analyses of the complementary, alternative, and integrative medicine literature: A scoping review protocol. *F1000research*, 12, 164. doi:10.12688/f1000research.130326.1
- Ngwenya, P. (2020). *Life sciences teachers' views on teaching socio-scientific issues in genetics using an inquiry approach*. University of Johannesburg (South Africa).
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2007). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. <http://www.oecd.org/dataoecd/63/35/37464175.pdf>
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socio scientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science education*, 88(1), 4-27. <https://doi.org/10.1002/sce.10101>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Sadler, T.D., Foulk, J.A, & Friedrichsen, P.J. (2017). Evolution of a model for socioscientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87. <https://doi.org/10.18404/ijemst.55999>

- Saka, M. (2023). Pre-service primary school teachers' application of the features of the nature of science to socio scientific. *Science Insights Education Frontiers*, 14(2), 2059-2075. <https://doi.org/10.15354/sief.23.or092>
- Schenk, L., Hamza, K., Arvanitis, L., Lundegard, I., Wojcik, A., & Haglund, K. (2021). Socio scientific issues in science education: An opportunity to incorporate education about risk and risk analysis? *Risk Analysis*, 41(12), 2209-2219. <https://doi.org/10.1111/risa.13737>
- Tang, K. Y., Lin, T. C., & Hsu, Y. S. (2024). Status and trends of socioscientific issues in educational literature: insights and extensions from a co-word analysis. *International Journal of Science Education*, 46(11), 1073-1097.
- Tsai, C. (2017). The effect of online argumentation of socio-scientific issues on students' scientific competencies and sustainability attitudes. *Computers and Education*, 116, 14-27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.08.009>
- Topçu, M. S. (2015). *Sosyobilimsel konular ve öğretimi*. Pegem Akademi.
- Yadav, A., Lundeberg, M., DeSchryver, M., Kirkin, K., Schiller, N. A., Maier, K., & Herreid, C. F. (2007). Teaching science with case studies: A national survey of faculty perceptions of the benefits and challenges of using cases. *Journal of College Science Teaching*, 37, 34-38.
- Yadav, S., & Lenka, U. (2023). Uncovering the intellectual structure of diversity management research: A bibliometric analysis (1990–2019). *Personnel Review*, 52(3), 856-881.
- Zeidler, D. L. (2014). Socio scientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research, and practice. In *Handbook of research on science education, Volume II* (pp. 711-740). Routledge.
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1),1-9. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>
- Zhang, Q. (2023). The Education of Nature of Science in the Internet Era. *Science Insights Education Frontiers*,14(2), 2055-2057. <https://doi.org/10.15354/sief.23.co037>

EXTENDED ABSTRACT**Bibliometric Analysis of Studies on Socio Scientific Issues in Science Education****Introduction**

Climate change and the sustainable environment because of it, as well as environmental change and many other issues that are frequently mentioned in the international arena are the first ones that come to mind among socio-scientific issues (Sadler & Zeidler, 2004). Socio scientific issues consist of controversial topics that have a significant relationship with scientific ideas and principles (Zeidler, 2014). These issues are thought to directly affect the lives of today's societies as well as future generations. It is very important to prevent information pollution and to access accurate information in internet-based research on socio-scientific issues. For this reason, it is very important to teach socio-scientific issues in schools starting from early periods. The importance of socio scientific issues has been emphasized especially in recent years in promoting scientific knowledge literacy in science education (Johnson, Macalalag, & Dunphy, 2020; Zeidler, Herman, & Sadler, 2019). Socio scientific topics are widely recognized as one of the most effective learning environments in achieving the goal of scientific literacy (Yadav & Lenka, 2023). Socio scientific issues consist of topics that are integrated with science and technology, as well as topics that are generally seen as controversial in society (Schenk et al., 2021).

Method

Bibliometric analysis has the potential to offer a systematic, transparent and reproducible review process based on statistical measurement of science, scientists or scientific activities (Diodato, 1994). It is used to explore and analyze large volumes of scientific data to reveal the evolutionary nuances of a particular field and shed light on emerging areas in that field (Donthu, Kumar, Mukherjee, Pandey, & Lim, 2021). bibliometric analysis of the studies in the winning Scopus database was carried out. A total of 720 studies published between 1997 and 2024 were accessed by using the keywords "socio scientific issues" AND "science education" to reach the relevant publications, and 400 studies were included in the bibliometric analysis because of the inclusion and exclusion criteria.

Results and Discussion

In the results of the descriptive analysis of the studies on SSI in the field of education, it is seen that there has been an increase in the number of studies in 2009 and 2015. It is seen that "International Journal of Science Education" is the journal with the highest number of publications on SSI. In addition, according to the data obtained, it is concluded that the related literature is not compatible with Lotka's law and needs to be developed. According to the results of the study, although the top three countries with the highest number of publications / scientific production in the field of SSI are the USA, China and Turkey respectively, when we look at the number of citations, it is determined that the USA and China have maintained their positions while Turkey has fallen to the 6th place. When the findings of the study are analyzed, it is seen that SSI mainly consists of studies on argumentation-based topics. As of 2022, it is seen that the most common topics covered in SSI topics are sustainability and citizenship. In the 2020s, it can be said that student and e-learning-centered topics were covered. In 2019, when the pandemic started, it is seen that decision-making and curriculum studies took place. In general, it was determined from the distribution of themes according to years that student-centered studies were focused on. One of the most important analyzes within the scope of bibliometric analysis is thematic map analysis. Accordingly, it is possible to make suggestions to those who are going to work on SSI about the topics that can be studied / developing in the field.

According to the results of the analysis, it was determined that the most common and central topics in the literature are student, e-learning, curriculum, decision making, sustainability, instructional design, while complex networks, knowledge organization and management, collaborative learning and energy policies are gaining popularity. In addition, it can be stated that issues such as quality control and motivation have lost their importance in the field of SSI.