



Kimya Eğitiminde Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Kimya Üzerine Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi

Merve DOĞAN ^{1*}, Zafer KARAGÖLGE ²

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, Erzurum, Türkiye, ORCID: 0000-0001-9730-1042

² Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, ORCID: 0000-0002-6060-192X

Özet

Bu araştırmanın amacı Web of Science veri tabanında 1990 ve 27.01.2022 yılları arasında yayınlanan “Kimya Eğitiminde Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Kimya” üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik özelliklerinin incelenmesidir. Web of Science veri tabanında belirlenen 716 makalenin araştırmanın 10 alt problemine cevap aramak için bibliyometrik analizi yapılmış ve analiz sonuçları VOSviewer programına aktararak şekil ve tablolara dönüştürülmüştür. Elde edilen bulgulardan; çalışmaların en çok yoğunlaştığı yılın 2021 yılı, en çok kullanılan anahtar kelimenin “yeşil kimya”, Amerika Birleşik Devletleri'nin bu alanda en çok çalışma yaptığı Journal of Chemical Education'ın en verimli dergi olduğu ve bu alanda en etkili yazarın Ingo Eilks olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmanın bu alanda çalışan araştırmacılara ve kimya eğitimi alanyazınına katkı sağlaması beklenmektedir.

Makale

Geçmişi:

Alındı:
04/04/2024

Revize Edildi:
28/05/2024

Kabul Edildi:
28/05/2024

Anahtar

Kelimeler:

Bibliyometrik
analiz; Kimya
eğitimi;
Sürdürülebilir
kalkınma; Yeşil
kimya

Atıf için:

Doğan, M. ve Karagölge, Z. (2024). Kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 17-40.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd>



Sustainable Development in Chemistry Education and Bibliometric Analysis of Studies on Green Chemistry

Merve DOĞAN ^{1*}, Zafer KARAGÖLGE ²

¹ Ministry of Education, Erzurum, Turkey, ORCID: 0000-0001-9730-1042

² Kazım Karabekir Faculty of Education, Atatürk University, Erzurum, Turkey, ORCID: 0000-0002-6060-192X

Abstract

The aim of this study is to examine the bibliometric characteristics of the studies on “Sustainable Development and Green Chemistry in Chemistry Education” published in the Web of Science database between 1990 and 27.01.2022. Bibliometric analysis of 716 articles identified in the Web of Science database was conducted to find answers to the 10 sub-problems of the research, and the analysis results were transferred to the VOSviewer program and converted into figures and tables. From the findings obtained; It has been determined that 2021 is the year in which the studies are most concentrated, the most used keyword is green chemistry, the most studies were done in the United States in this field, the Journal of Chemical Education is the most productive journal and the most influential author in this field is Ingo Eilks. It is expected that the research will contribute to researchers working in this field and to the chemistry education literature.

Article History:

Received:
04/04/2024

Revised:
28/05/2024

Accepted:
28/05/2024

Keywords:

Bibliometric analysis;
chemistry education;
green chemistry;
Sustainable development

To cite this article:

Doğan, M. ve Karagölge, Z. (2024). Sustainable development in chemistry education and bibliometric analysis of studies on green chemistry. *Amasya Education Journal*, 13(1), 17-40. <https://dergipark.org.tr/en/pub/amauefd>

*Corresponding Author Merve Doğan mervedogannn97@gmail.com

ISSN: 2146-7811, ©2024 Amasya University

Giriş

Antroposen başka bir ifade ile “İnsan Çağı”, insanoğlunun çevreye olan etkisinin en üst düzeylere çıktığı Sanayi Devrimi’nden günümüze kadar yaşanan ve gelecekte de devam etmesi öngörülen döneme verilen isimdir (Blatti, 2019). Bu dönemle birlikte dünyamız artık geri döndürülmesi çok zor bir sürece girmiş ve önceleri insanoğlu yaşadığı çevreden etkilenirken günümüzde çevre üzerinde baskı kurmaya başlamıştır. Yaşadığımız dünyanın var oluş süreci milyon yıllarla ifade edilirken Antroposen son üç yüz yıllık süreyi kapsamaktadır. Bu süre ile bilim insanları dünyamızın geri döndürülemez bir sürece girdiği Antroposen’i yeni bir çağ olarak nitelendirmekte ve bu yeni çağa geçişte kimya endüstrisinin ve ürünlerinin önemli bir rolü olduğunu vurgulamaktadırlar. Kimya endüstrisinin hayatımızı birçok yönden etkilediği ve bazı sorunları da beraberinde getirdiği aşıkardır. Toplum olarak eylemlerimizin uzun vadeli sonuçlarını çok fazla dikkate almadan anlık faydalarına daha fazla yoğunlaşmaktayız ve bu durum da çevreye daha fazla zarar vermemize yol açmaktadır. Hayatımızı kolaylaştıran ve her geçen gün hayatımıza dahil ettiğimiz kimyasalların üretimi ve kullanımı için "daha çevreci" bir yaklaşım sergilememiz gerektiği açıkça görülmektedir (Karagölge ve Gür, 2016; Kandir, 2018).

Antropojenik çevresel değişikliklerin hızlı olduğu bir dünyada yaşıyoruz ve bu da çeşitli disiplinleri bir araya getirmeyi zorunlu kılıyor. Disiplinlerin iç içe geçmesiyle birlikte birçok farklı kavram birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan en yaygın ikisi “sürdürülebilir kalkınma” ve “yeşil kimya”dır (Sauvé ve ark., 2016). İnsanlık Çağı ile birlikte geçtiğimiz yüzyılın son çeyreğinde gündeme gelen bu iki kavram her geçen gün önemini daha da fazla hissettirmekte ve zikredilmektedir. Meydana gelecek olan ekolojik problemleri doğaya zarar vermeden tamamen ortadan kaldırmayı ya da minimuma indirmeyi amaçlayan sürdürülebilirlik kavramı, “Sürdürülebilir Kalkınma” olarak 1987 yılındaki Brundtland Raporu’nda yerini almıştır (Şen, Kaya ve Alparslan, 2018).

Birleşmiş Milletlerin Genel Kurulu’nda 25 Eylül 2015 tarihinde 193 ülke tarafından imzalanan “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri” 17 temel amaç ve bunlarla ilişkili 169 tane hedeften oluşmaktadır (UNDP, 2020). Bu hedefler 2030 yılına kadar 17 temel amacı hayata geçirerek gelecek nesillere daha yaşanılır bir dünya kurmayı amaçlamaktadır (Diesendorf, 2000; Sachs, 2019).

Günümüzde ve gelecekte yaşayacak olan toplumların bolluk ve rahatlık içinde hayatlarını devam ettirmeleri, mevcut kaynakları adil ve gereksinimleri kadar kullanmaları sürdürülebilir kalkınma fikrinin amaçlarındandır (Gedik, 2020). 2002 yılında Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nde tabiatı korumak, çevre kirliliğini minimum düzeye indirmek, toplumun yaşam standartlarını yükseltmek ve bireylere eşit fırsatlar sunmak amacı ile sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevre olmak üzere birbirleri ile tümleşik olan 3 temel boyutunun temelleri atılmış ve bu üç boyut aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmanın da temelini oluşturmuştur (Türer, 2010; Kaya ve ark., 2011). Hardi ve Zdan (1997), bu üç temel boyutun birbirleri ile doğrudan ilişkili olduğunu bu nedenle boyutların sosyal bileşenlerle bir bütün olarak ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma sosyal gelişim alanında etkin çözüm yolları bularak bireylere yaşanabilir bir dünya bırakmayı amaçlamaktadır (Özmehmet, 2010).

1970 yılından başlayarak 1980'li yılların sonuna kadar bireylerin daha yaşanılabilir bir dünyada hayatlarını devam ettirebilmeleri için sürdürülebilir kalkınma kavramına eğitimde de yer verilmeye başlanmış, duyarlı ve bilinçli nesillerin yetiştirilmesinin ancak okullarda verilecek olan eğitim programları ile mümkün olabileceği vurgulanmıştır (Bulut ve Çakmak, 2018). Sürdürülebilir kalkınma fikrini kavramış ve içselleştirmiş bireyler yetiştirilmesinde ailelere ve öğretmenlere daha fazla görev düşmekte ve bireylerin de sürdürülebilir kalkınma kavramını içselleştirmelerinin en önemli yolu ise eğitimden geçmektedir (Aydoğan, 2010). Bireylerin sürdürülebilir kalkınmanın hedeflerini benimseyerek kendi yaşamlarına adapte etmeleri ve yaşadıkları dünyaya zarar vermeden gelecek kuşaklara daha yaşanılabilir bir dünya bırakmaları oldukça büyük bir öneme sahiptir (Bell, 2016).

2030 yılına kadar belirlenen sürdürülebilir kalkınmanın amaçlarına ulaşılması için bireylerin sürdürülebilir kalkınma kavramı hakkında bilgilendirilmeleri ve duyarlılık kazanmalarının bu konuda verilecek olan eğitimlerin önemini vurgulamaktadır. Bu çerçevede verilen eğitim, insanların sürdürülebilir kalkınmaya yönelik fikirlerini pozitif yönde değiştirebilmelerinde, özgün çözüm yolları üretebilmelerinde ve kişisel yeterliliklerinin desteklenmesinde oldukça önemli bir etmendir. Bu anlayışla sürdürülebilir kalkınmanın eğitimde önemli bir hale gelmesi ile her bir ferdin daha yeşil ve daha temiz bir dünyada yaşama arzularının önüne geçilemez bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır (Karagölge ve Gür, 2016).

20. yüzyılın sonlarına doğru nüfusun giderek artması ile birlikte, sanayileşme, kırsal kesimlerden şehirlere göçlerin artması, büyüyen enerji ihtiyacı, maddelerin şursuz bir şekilde sarf edilmesi, çok fazla kimyasal kullanımı ve ormanların mahvedilmesi sonucunda çevresel kirlilikler hat safhaya ulaşmıştır (Yılmaz ve Gültekin, 2012). 21. yüzyılla birlikte devam eden nüfus artışı ve sınırlı kaynakları olan dünyamızda atık oluşumunu minimuma indirgeyerek hem çevre hem de insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeyecek olan yeni fikirler, yeni tasarımlar ve yeni yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu noktada yeni ve önemli fikirlerden "Yeşil Kimya" diğer adıyla "Sürdürülebilir Kimya" kavramından daha çok sözü edilir olmuştur (Karagölge ve Gür, 2016; Kandır, 2018).

Anastas ve Williamson (1996) yeşil kimyayı "çeşitli tepkimelerle meydana getirilen kimyasalların hem toplum hem de çevre için tehlike oluşturabilecek kimyasalları ortadan kaldırmak ve oluşumunu engelleyici yöntemlerin anlaşılabilmesi" olarak tanımlamaktadır. Anastas ve Warner (2000) ise yeşil kimyayı "kimyasal ürünlerin tasarımı, üretimi ve uygulamasında tehlikeli maddelerin kullanımını, oluşumunu azaltan veya ortadan kaldıran bir dizi prensibin kullanılması" şeklinde betimlemektedir. Ölmez ve Mamiç (2012) de yeşil kimyayı canlı ve cansız varlıkların ortak yaşam alanlarının bozulmasını önlemek için çevreye zararsız ürünlerin tasarlanmasını hedefleyen bir kimya dalı olarak betimlemektedirler. Bu üç tanımında ortak noktası daha temiz çevre ve daha yaşanılabilir bir dünyadır.

Çevre dostu kimya, yeşil kimya veya sürdürülebilir kimya tehdit oluşturabilecek maddelerin kullanılmasını veya üretilmesini minimum seviyeye düşüren ya da bertaraf eden kimyasal ürünlerin ve yöntemlerin bir tasarımıdır. İlk etapta; kirliliğin meydana gelmesini önleyerek ortadan kaldırılmasını amaçladığı için, iyileştirmeden farklıdır. Çevre dostu kimya ilkeleri, tehlikesiz başlangıç maddeleriyle daha verimli tepkimelerin kullanılmasına, yenilenebilir kaynakların kullanılmasına, enerjinin korunmasına ve yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir veya biyolojik olarak parçalanabilir atıkların

üretilmesine odaklanmaktadır. Çevre dostu kimya teknolojilerinin benimsenmesi, ekonomik yararlar, üstün güvenlik ve sürdürülebilir bir gelecek sağlar (McMurry ve ark., 2017).

Yeşil kimyanın önemli isimlerinden Anastas ve Warner, yeşil kimya alanına yoğunlaşacak olan araştırmacılara yol gösteren yeşil kimyanın 12 ilkesini 1988 yılında yayınlamışlardır (Gerçek, 2012). Bu 12 ilkeyle, atıklar oluştuktan sonra değil, atıkların kimyasalların tasarımı ve üretim safhasında engellenmesi ya da minimum seviyeye indirilmesi hedeflenmektedir (Yücel, 2008).

Araştırmada bibliyometrik analiz kullanılmıştır. Bibliyometri, antik Yunancada kitap manasında “biblio” ile ölçme manasında kullanılan “metric” sözcüklerinin birleşmesinden türeyen bir kavramdır. “Bibliyometri, dergi, kitap ve makale gibi bilimsel yayınların konu, yıl, katkı sağlayan kurum, anahtar kelimeler, yazar sayısı, atıflar, ortak atıflar gibi özelliklerinin incelenerek ilgili disipline, alana, konuya, kurumlara, ülkelere, yazarlara ve yazarlar arası iş birliğine ilişkin ipuçları veren yöntemler bütünü” olarak tanımlanmaktadır (Al ve Tonta, 2004; Uğşul, 2016; Zan, 2012; Kurt, 2019). Bibliyometrik analiz ile elde edilen bilgilerle, araştırılan konu ve diğer konuların bağlantılı olup olmadığını, bağlantılı ise bu bağlantının ne kadar kuvvetli olduğunu ortaya çıkarmaktadır (Al ve Tonta, 2004).

1980’lerin sonlarına doğru hızlı bir şekilde yayılan bibliyometrik analiz araştırmaları bilişim teknolojileriyle verilere kolaylıkla ve daha kısa sürede ulaşım sağladığı fark edilince kütüphanecilerin dikkatini çekmiştir (Karasözen ve ark., 2009). Bibliyometrik analiz, herhangi bir yılda yayınlanan makalelerin kaç tane olduğunu belirlemek ve yapılan araştırmaların daha sonraki yıllarda yapılması olası araştırmalara yol gösterici nitelikte olması gibi özelliklere sahiptir (McBurney ve Novak, 2002). Web of Science alanyazına dayalı bibliyometrik analiz, bilim alanlarının çerçevesini görselleştirmenin giderek daha popüler bir yolu haline gelmiştir (Zhang ve ark., 2016). Son yıllarda bibliyometrik göstergelerin kullanımında artış görülmüştür (Confraria ve Godinho, 2015). Bir alanın veya disiplinin gelişim modellerinin güçlü bir öngörücüsü, yayınlardaki ve alıntılardaki eğilimlerdir (Hernández-Torrano ve Ibrayeva, 2020).

Gün geçtikçe bilimsel çalışmaların sayısında büyük bir artış gözlemlenmekte, buna bağlı olarak alanyazında yapılan araştırmalar önem kazanmakta ve araştırmacılar için yayınlanan çalışmaların takip edilmesi zor bir süreç haline gelmektedir (Şimşir, 2021). Bibliyometrik analizler yapılan araştırmaları kolaylaştırdığından belirlenen alanlarda ki çeşitli çalışmalarla bağlantı kurulup faktör analizlerinin oluşturulmasında önemlidir. Brown (2009) faktör analizini, “değişkenler arasında birbiri ile ilişkili olanları bir grup içerisinde toplayarak analizin görselleştirilmesinde ve yorumlanmasında avantaj sağlamaktadır” şeklinde tanımlamaktadır. Bu avantaj araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda bibliyometrik analizi tercih etmelerinin sebebini oluşturmaktadır (Subramanyam, 1982).

Akademik alandaki yayınların çeşitli bibliyometrik özellikleri incelenerek elde edilen sonuçlar farklı konularda kıyaslamalar yapılmasında, bilimsel iletişim araçlarının kullanım oranlarının belirlenmesinde, alandaki etkili yazarların tespit edilmesinde ve bilimsel dergilerin değerlendirilmesinde kullanılabilir (Yalçın, 2010).

Bibliyometrik analizler ve ağ analizleri, dizgesel alanyazın araştırmaları, meta-analiz gibi haritalama çalışmaları, herhangi bir konu ile alakalı bilginin iyi bir şekilde anlaşılmasını sağlayan araçlara denir

(Comarú ve ark., 2021). Bibliyometrik analiz, araştırmacıların alanyazındaki ve araştırma modellerindeki yenilikleri izlemesine yardımcı olur ve araştırmacılara bilimsel yayındaki eğilimleri, ölçüleri ve tercihleri sağlamaktadır (Lee ve ark., 2022). Bibliyometrik analiz kullanılarak belli bir alanda anahtar kelimeler, kaynaklar, dergiler, en aktif yazarlar, ülkeler ve kurumlar belirlenebilir (Van Nunen ve ark., 2018). Bu metod ile geniş kapsamlı bibliyografik verilerin ayrıntılı olarak analizini gerçekleştirmek mümkündür (Cobo ve ark., 2011; Zupic ve Čater, 2015).

Bibliyometrik analiz kapsamında farklı konu ve alanlarda çalışma yapan araştırmacılar bazı sorulara cevap aramışlardır. Bu sorular; bilimsel çalışmalar da yazım dillerinin dağılımı nasıldır?, en üretken dergilerin ve yazarların dağılımı nasıldır?, en aktif ülkelerin dağılımı nasıldır?, en fazla atıf alan dergilerin dağılımı nasıldır?, yazarların yayınlara katkı oranları ne kadardır? şeklindedir (Zan, 2012).

Son yıllarda kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili bilimsel yayın sayısının giderek artması konuya olan yoğun eğilimi göstermektedir. Bu eğilimi daha iyi anlamak ve karakterize etmek için bu çalışmada konuyla ilgili uluslararası makalelerin bibliyometrik analizi yapılmıştır. Araştırmada 1990-2022 yılları arasındaki Web of Science (WoS) veri tabanında yer alan kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili çalışmaların bibliyometrik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmanın alanyazında kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yapılmış bir bibliyometrik çalışmanın olmaması sebebi ile kimya alanında önemli bir eksiklik giderileceği beklenilmektedir. Çalışmanın bulgularının alanyazına, araştırmacılara katkı sağlaması, yol göstermesi düşünülmekte ve çalışmanın bu alanda çalışacak araştırmacılar için de faydalı bir kaynak olacağı beklenmektedir.

Bibliyometrik analiz ile ilgili bilimsel çalışmalar incelendiğinde farklı disiplinlerde yapılmış birçok çalışma olduğu görülmekle birlikte kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya kavramlarını birlikte içeren yayınların analizine rastlanmamıştır.

Araştırma problemi

Araştırma problemi, “kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya üzerine çalışmaların Web of Science veri tabanına göre bibliyometrik analiz sonuçları nasıldır?” şeklinde oluşturulmuştur. Çalışmanın gelecekte yapılacak araştırmalara ve araştırmacılara yol göstermesi açısından önemli olduğu düşünüldüğünden kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya üzerine akademik yayınlarla ilgili aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Akademik yayınların yıllara göre sayısal dağılımı nasıldır?
2. Akademik yayınların yayın dillerinin dağılımı nasıldır?
3. Akademik yayınların yayın türleri nedir?
4. Akademik yayınlarda öne çıkan anahtar kelimelerin dağılımı ve yıllara göre analizi nasıldır?
5. Akademik araştırmalarda en çok yayın yapan ülkeler hangileridir ve bu ülkelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?
6. Akademik araştırmalarda en üretken dergilerin dağılımı nasıldır?
7. Akademik araştırmalarda en üretken dergilerin ortak atıf analizinin dağılımı nasıldır?
8. Akademik araştırmalarda en üretken kurumların yıllara göre dağılımı nasıldır?

9. Akademik yayınların özet bölümlerinde en çok kullanılan kelimeler ve bu kelimelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?
10. Akademik yayınlarda en aktif yazarların dağılımı ve bu yazarların ortak atıf analizinin ağ yapısı nasıldır?

Yöntem

Araştırma modeli

Araştırmamızda, WoS veri tabanında anahtar kelime olarak kimya eğitimi, sürdürülebilir kalkınma, yeşil kimya ifadeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Çalışma; yeşil sürdürülebilir bilim teknolojisi, çevre bilimi, bilimsel eğitim disiplinleri, ekoloji ve disiplinler arası sosyal bilimler kavramları dahil edilerek sınırlandırılmıştır ve çalışmanın verisi oluşturulmuştur. Sınırlama sonrasında toplam 716 adet veriye ulaşılmıştır. Ulaşılan 716 veri 10 adet değişken ile VOSviewer programına aktarılıp şekiller ve tablolar halinde sunulmuştur.

Veri toplama süreci

Gürler (2021) Akademik çalışmalarda Web of Science, Google Scholar, Scopus gibi veri tabanları sıkça kullanılmaktadır. Web of Science akademik alanın en eski ve en kapsamlı veri tabanı olduğu için bibliyometri ile güçlü bir bağlantıya sahip olup birçok bibliyometrik çalışma atıf verilerini elde etmek için Web of Science veri tabanı kullanmıştır (Bakri ve Willett, 2011; Karagöz ve Şerefva 2019; Aghaei Chadegani ve ark., 2013). Gürler (2021), bibliyometrik çalışmalarda takip edilecek basamakların sırasıyla; veri tabanının belirlenmesi, taramada kullanılacak olan kavramların seçilmesi, filtreleme ve veri setinin indirilmesi şeklinde belirtmiştir.

Bu çalışmada, 2022'de Web of Science'da çevrim içi bir tarama yapılmış ve yayın bilgileri elde edilmiştir. İlk olarak, Web of Science arama sayfasında "ara" seçeneğine erişilmiştir. Arama için "kimya eğitimi, yeşil kimya, sürdürülebilir kalkınma" ifadesi gelişmiş arama motoruna yazılmıştır. Zaman dilimi 1990-2022 (2022 yılının yalnızca ocak ayı dahil edilmiştir.) yılları olarak seçilmiştir. Tüm yayın türlerinin olduğu butonlar işaretlenmiştir. Yayınlar erişim sürecinde totalde 1715 çalışma elde edilmiştir. Bu 1715 çalışmayı tek tek incelemek mümkün olmadığı için çalışma çevre bilimi, disiplinler arası sosyal bilimler, bilimsel eğitim disiplinleri ve yeşil sürdürülebilir bilim teknolojisi ile sınırlandırılmıştır. Sınırlandırılmalar sonucunda 716 veriye ulaşılmıştır. Ulaşılan 716 veri "akademik yayınların yıllara göre sayısal dağılımı", "akademik yayınların yayın dillerinin dağılımı", "akademik yayınların yayın türleri", "akademik yayınlarda öne çıkan anahtar kelimelerin dağılımı ve yıllara göre analizi", "akademik araştırmalarda en çok yayın yapan ülkeler ve bu ülkelerin yıllara göre dağılımı", "akademik araştırmalarda en üretken dergilerin dağılımı", "akademik araştırmalarda en üretken dergilerin ortak atıf analizinin dağılımı", "akademik araştırmalarda en üretken kurumların yıllara göre dağılımı", "akademik yayınların özet bölümlerinde en çok kullanılan kelimeler ve bu kelimelerin yıllara göre dağılımı", "akademik yayınlarda en aktif yazarların dağılımı ve bu yazarların ortak atıf analizinin ağ yapısı" olmak üzere on parametre başlığı Vosviewer paket programına yüklenmiş ve görsel ağ haritaları elde edilecek şekilde analiz edilmiştir. . Araştırmanın verilerine, WoS veri tabanı kullanılarak ulaşılmış ve araştırmada veri toplama süreci de Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Veri Toplama Süreci

Verilerin analizi

Araştırmada veri analizi tekniği olarak bibliyometri kullanımı tercih edilmiştir. Bibliyometri; yayınlarda ve belge türlerinde anlam olarak görünen modellerin matematiksel ve istatistiksel analizi anlamına gelmektedir (Diodato, 1994). Bibliyometride bilimsel bağlantı güçleri sayısal ve istatistiksel teknikler kullanılarak analiz edilmektedir. Elde edilen istatistiksel sonuçlar doğrultusunda araştırmaların yazarları, konuları, kaynakları, genel yapıları belirlenmektedir (Zan, 2012). Çalışmada veriler bibliyometrik haritalama yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve çalışma, alanyazın taraması, çalışma ile alakalı makalelerin belirlenmesi ve analiz edilmesi gibi basamaklardan oluşmaktadır. 1990 yılından 27.01.2022'ye kadar yayımlanmış 716 yayının WoS'da araştırma alt problemi olarak belirlenen 10 parametre göz önüne alınarak bibliyometrik analizi yapılmış ve VOSviewer (Sürüm 1.6.9) paket programı ile verilerin ağ yapıları incelenip görsel haritalama yöntemiyle şekiller ve tablolar haline getirilmiştir. Bibliyometrik ağ haritaları elde etmek ve görselleştirmek için yararlanılan VOSviewer programı herhangi bir ücret talep etmeden indirilebilen bir bilgisayar programı olmakla birlikte herkese açıktır (Van Eck ve Waltman, 2010).

Bulgular

Araştırmada Web of Science veri tabanında 1990-2022 (27.01.2022 tarihine kadar) tarama yapılmış ve elde edilen akademik yayınların bibliyometrik analizi farklı 10 parametreye göre VOSviewer programı ile haritalama teknikleriyle analiz edilmiş ve edilen veriler şekil ve tablo olarak sunulmuştur. Haritalar VOSviewer programındaki gibi orijinal halleri ile sunulurken tablolar Türkçeye çevrilmiştir.

Akademik yayınların yıllara göre sayısal dağılımı nasıldır?

Tablo 1 incelendiğinde kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yapılan ilk akademik çalışmanın 2004 yılında yayınlandığı ve 2011 yılına kadar küçük dalgalanmalarla yayınların sayısının artmaya başladığı görülmektedir. 2011 yılından sonra her yıl yayın sayısında dikkati çeken bir artış gözlemlendiği ve 2012-2021 yıllarında yayınlanan akademik yayınların sayısında büyük bir artış olduğu ve 2021 yılında ise 156 yayınlara bu araştırma için seçilen yıl aralığında (1990-2022) zirveye ulaştığı görülmektedir.

Tablo 1. Akademik Yayınların Yıllara Göre Dağılımı

Yayın Yılı	f	Yayın Yılı	f
2004	1	2014	22
2005	1	2015	25
2007	2	2016	41
2008	2	2017	54
2009	3	2018	92
2010	4	2019	141
2011	7	2020	129
2012	14	2021	156
2013	11	2022	11

Akademik yayınların yayın dillerinin dağılımı nasıldır?

Veriler Web of Science veri tabanında "analyze" bölümünden "languages" seçilerek elde edilmiştir. Tablo 2'de 716 akademik yayının 713'ü İngilizce, 2'si Almanca ve 1'de Portekizce yazım dilinde olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Akademik Yayınların Yazım Dillerine Göre Dağılımı

Dil	f
İngilizce	713
Almanca	2
Portekizce	1

Akademik yayınların yayın türleri nedir?

Web of Science veri tabanından elde edilen akademik yayınların yayın türlerinin dağılımı Tablo 3'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde çalışmaların %73.74'ü (f=528) araştırma makalesi, %14.80'i (f=106) derleme makalesi, %7.40'ı (f=53) bildiri belgesi, %1.82'si (f=13) kitap bölümü, %1.68'i (f=12) erken erişim, %0.42'si (f=3) editoryal materyal ve %0.14'ü (f=1) ise veri belgesidir.

Tablo 3. Akademik Yayınların Belge Türlerine Göre Dağılımı

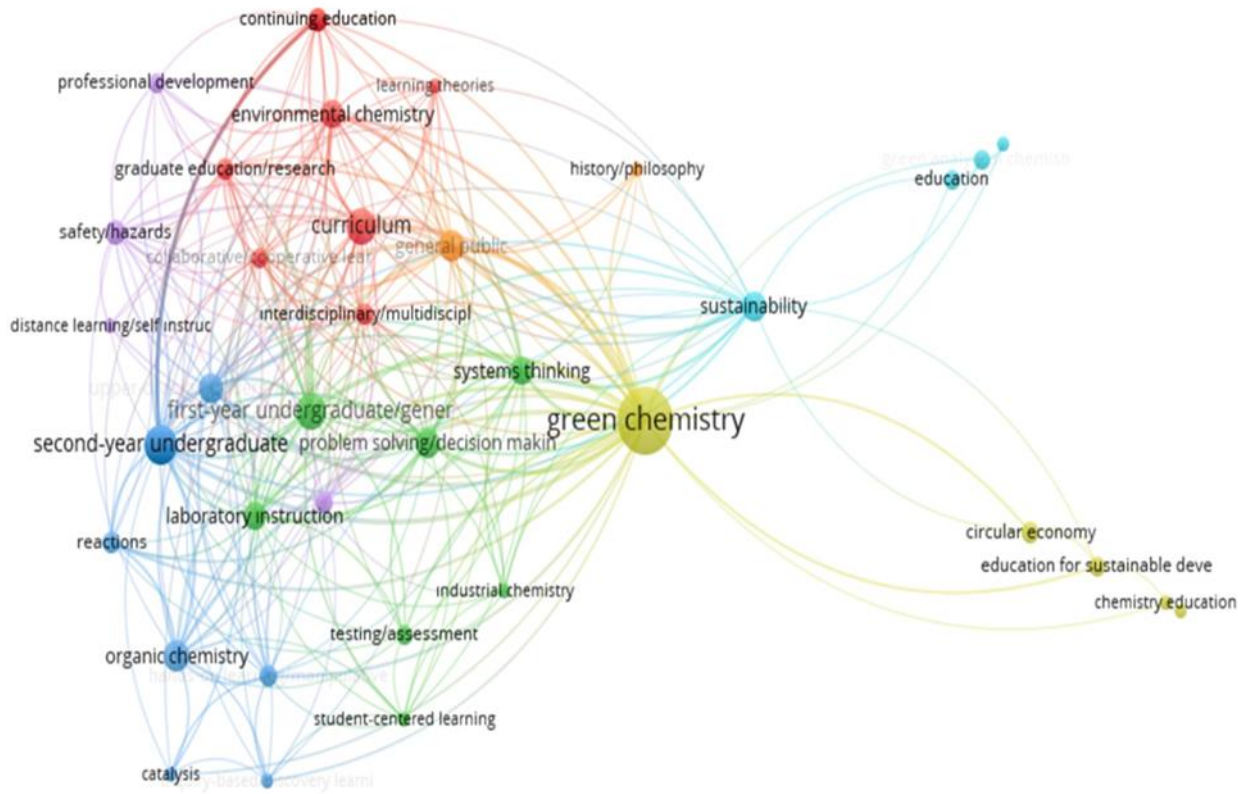
Belge Türü	f	%
Makale	528	73,54
Derleme Makaleleri	106	14,80
Bildiri Belgeleri	53	7,40
Kitap Bölümleri	13	1,82
Erken Erişimler	12	1,68
Editoryal Materyaller	3	0,42
Veri Belgeleri	1	0,14

Akademik yayınlarda öne çıkan anahtar kelimelerin dağılımı ve yıllara göre analizi nasıldır?

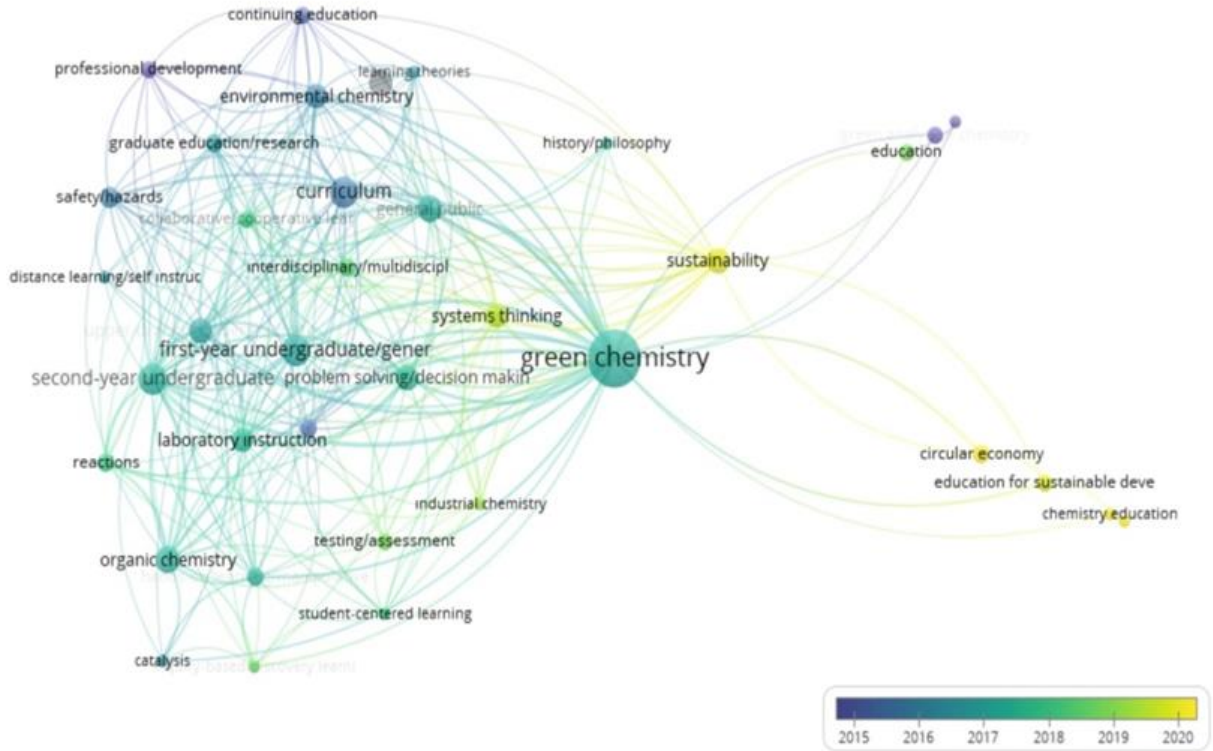
Bilimsel çalışmaların içeriğinin daha iyi anlaşılması ve çalışmalara kısa yoldan ulaşmayı sağlaması bakımından anahtar kelimeler önemlidir. Araştırmada VOSviewer programı ile akademik yayınlarda öne çıkan ve en çok kullanılan anahtar kelimeler analiz edilip ağ haritası çıkarılmış 37 kelime ile sınırlandırılarak farklı renklerle gösterilen 6 farklı tematik küme oluşturulmuş ve oluşturulan kümeler bağlantı çizgileriyle gösterilmektedir. VOSviewer programı ile oluşturulan ağ haritası Şekil 2'de, yapılan analiz sonucunda öne çıkan 20 anahtar kelime ise Tablo 4'te gösterilmiştir. Şekil 2 ve Tablo 4 incelendiğinde en çok kullanılan anahtar kelime yeşil kimya (f=35), bu kelimeyi kullanım sıklıklarına göre sırasıyla üniversite/genel (f=10), lise (f=10), öğretim programı (f=10) ve kamuoyu (f=8) kelimeleri takip etmektedir. Haritaya göre, anahtar kelimelerin kullanım sıklığı arttıkça küme büyümektedir. Bu bilgi doğrultusunda en büyük kümenin yani akademik yayınlarda en fazla kullanılan anahtar kelimenin yeşil kimya olduğu görülmektedir. Öne çıkan anahtar kelimelerin Şekil 3'te de akademik araştırmalarda kullanılan öne çıkan anahtar kelimelerin yıllara göre dağılımı haritalanmıştır. Renkler, konu ile ilgili yapılan yayınların yıllara göre dağılımını göstermektedir. Sarı renkteki kavramlar daha güncel yayınlarda görülmekte iken mor renkteki kavramların daha eski yıllarda kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu bilgiler ışığında son yıllarda sürdürülebilirlik (f=42), sürdürülebilir kalkınma için eğitim (f=6), döngüsel ekonomi (f=5) ve kimya eğitimi (f=3) gibi anahtar kelimelerinin öne çıktığı görülmektedir.

Tablo 4. Akademik Yayınlarda En Çok Kullanılan Anahtar Kelimelerin Dağılımı

Anahtar Kelimeler	f	Anahtar Kelimeler	f
Yeşil kimya	35	Sistem düşüncesi	6
Birinci yıl lisans öğrencisi	10	Laboratuvar eğitimi	6
İkinci yıl lisans öğrencisi	10	Güvenlik/Tehlike	6
Öğretim programı	10	Lisansüstü Eğitim/Araştırma	5
Kamuoyu	8	Öğrenme/Manipülatifler	4
Organik kimya	8	Lise başlangıç kimyası	4
Üst bölüm lisans	7	Disiplinlerarası/Multidisipliner	4
Problemçözme/kararverme	7	Reaksiyonlar	4
Sürdürülebilirlik	7	Döngüsel ekonomi	4
Çevre kimyası	6	İşbirlikçi öğrenme	3



Şekil 2. Akademik Yayınlarda En Çok Kullanılan Anahtar Kelimelerin Ağ Haritası



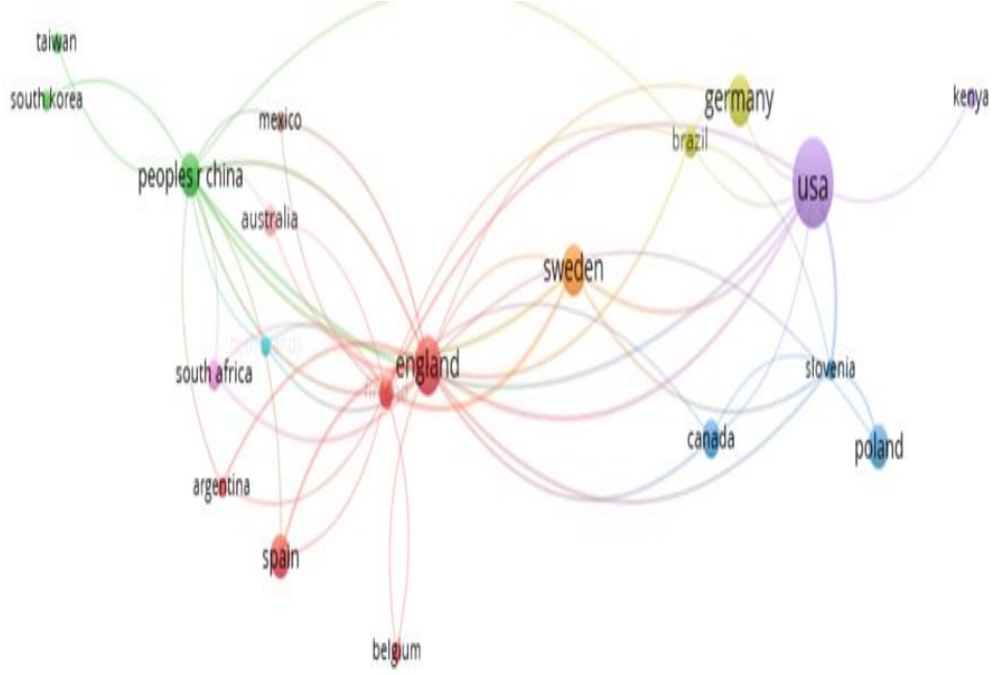
Şekil 3. Akademik Yayınlarda En Çok Kullanılan Anahtar Kelimelerin Yıllara Göre Dağılımının Ağ Haritası

Akademik araştırmalarda en çok yayın yapan ülkeler hangileridir ve bu ülkelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?

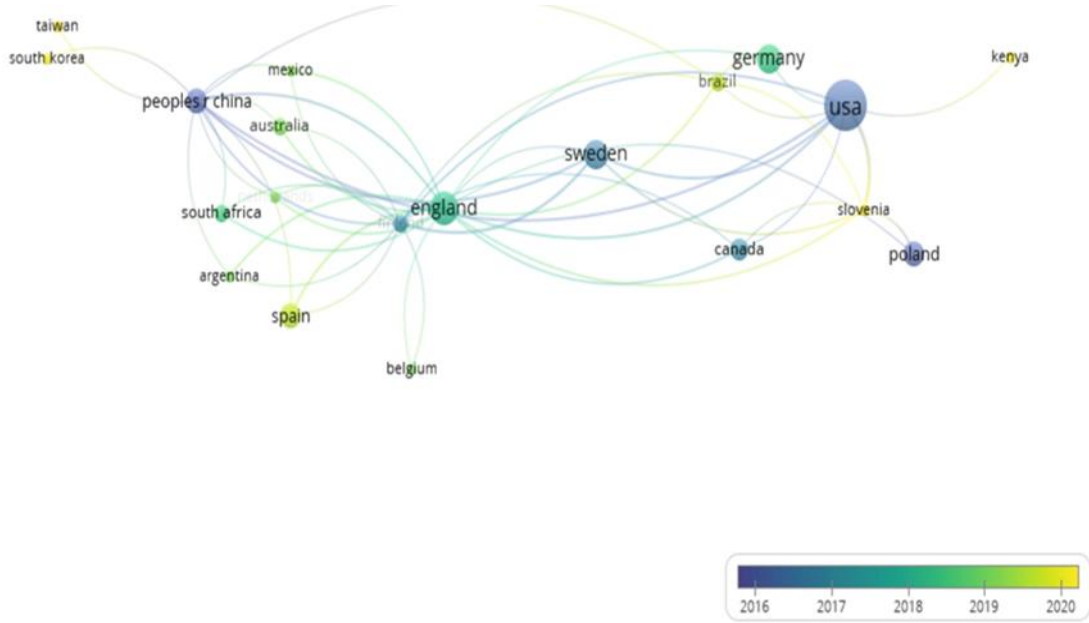
Veriler Web of Science veri tabanından "analyze" bölümünden "countries/regions" seçilerek elde edilmiştir. Tablo 5'te akademik yayınlarda en aktif 20 ülkenin dağılımı verilmiş olup, 188 yayınlı Amerika Birleşik Devletleri en aktif ülke konumundadır. Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra en fazla yayın yapan dört ülke sırasıyla İsveç (f=91), İngiltere (f=77), Polonya (f=62) ve Güney Kore'dir (f=55). Şekil 4'te çalışmalarda en aktif ülkelerin ağ haritası ve Şekil 5'te de çalışmalarda en aktif ülkelerin yıllara göre dağılımının ağ haritası gösterilmiştir. Şekil 4'teki bağlantı çizgileri toplam bağlantı gücünü temsil etmekte olup bağlantı gücü en fazla olan ülke İngiltere (tıs=33) iken, onu sırayla Amerika Birleşik Devletleri (tıs=22), Finlandiya (tıs=21), İsveç (tıs=13) ve Slovenya (tıs=12) takip etmektedir. Şekil 5e ise çalışmalarda en aktif ülkelerin yıllara göre dağılımında renklere bakılmakta, sarı renkte olan ülkeler Güney Kore (f=55), Tayvan (f=55) ve Kenya (f=4) son yıllarda sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya alanında diğer ülkelere göre daha fazla çalışma yayınlamıştır.

Tablo 5. Akademik Yayınlarda En Aktif Ülkelerin Dağılımı

Ülke	f	Ülke	f
Amerika	188	Almanya	18
İsveç	91	Brezilya	14
İngiltere	77	Arjantin	14
Polonya	62	Meksika	14
Güney Kore	55	Hollanda	14
Tayvan	55	Güney Afrika	14
Kanada	44	Çin	12
İspanya	28	Belçika	12
Avustralya	23	Sırbistan	9
Finlandiya	22	Rusya	7



Şekil 4. Akademik Yayınlarda En Aktif Ülkelerin Ağ Haritası



Şekil 5. Akademik Yayınlarda En Aktif Ülkelerin Yıllara Göre Dağılımının Ağ Haritası

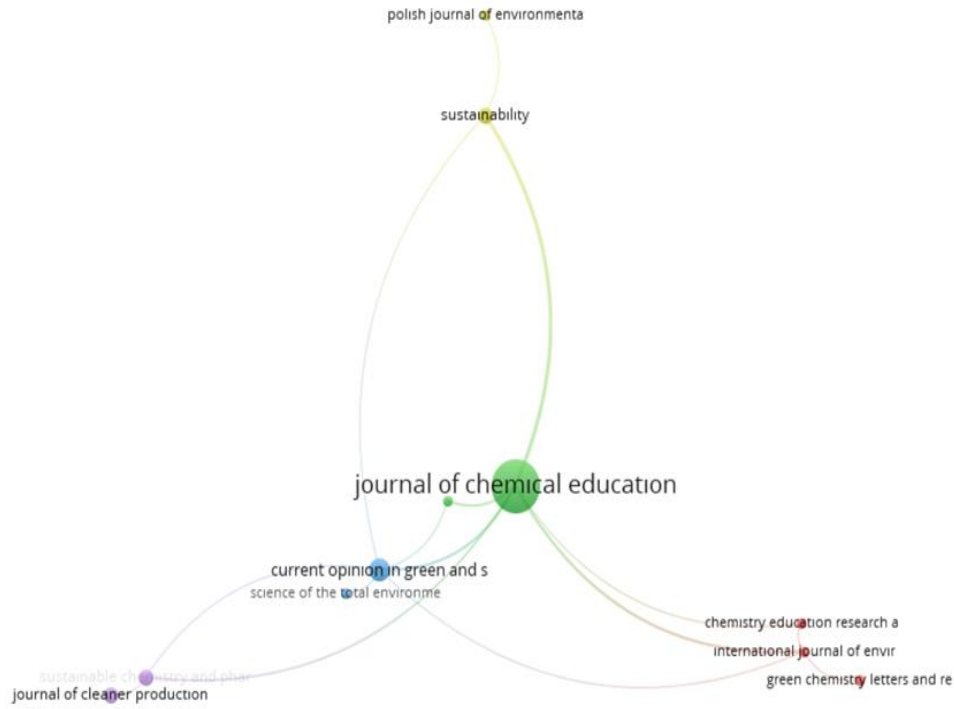
Akademik araştırmalarda en üretken dergilerin dağılımı nasıldır?

Bibliyometrik analiznin altıncı araştırma sorusu, en üretken dergilerin belirlenmesiyle ilgilidir. En üretken dergilerin analizinde Web of Science veri tabanından önce "citation" ve ardından "sources" seçilerek elde edilmiştir. Tablo 6'da akademik araştırmalarda en üretken dergilerin dağılımı Şekil 6'da da çalışmalardaki en üretken dergilerin ağ haritası gösterilmiştir. Tablo ve şekil incelendiğinde Journal of Chemical Education dergisinin 253 alıntı ile dergisinin bu alanda en üretken dergi olduğu görülmekte

ve bu dergiyi sırasıyla 55 alıntıyla Science of the Total Environment, 49 alıntıyla Polish Journal of Environmental Studies, 31 alıntıyla ACS Sustainable Chemistry & Engineering ve 30 alıntıyla Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry dergileri takip etmektedir.

Tablo 6. Akademik Yayınlarda En Üretken Dergilerin Dağılımı

Dergi	f	Dergi	f
Journal of Chemical Education	253	Chemistry Education Research and Practice	21
Science of the Total Environment	55	Sustainable Chemistry and Pharmacy	15
Polish Journal of Environmental Studies	49	Journal of Cleaner Production	14
ACS Sustainable Chemistry & Engineering	31	Chemkon	9
Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry	30	Environmental Chemistry Letters	9



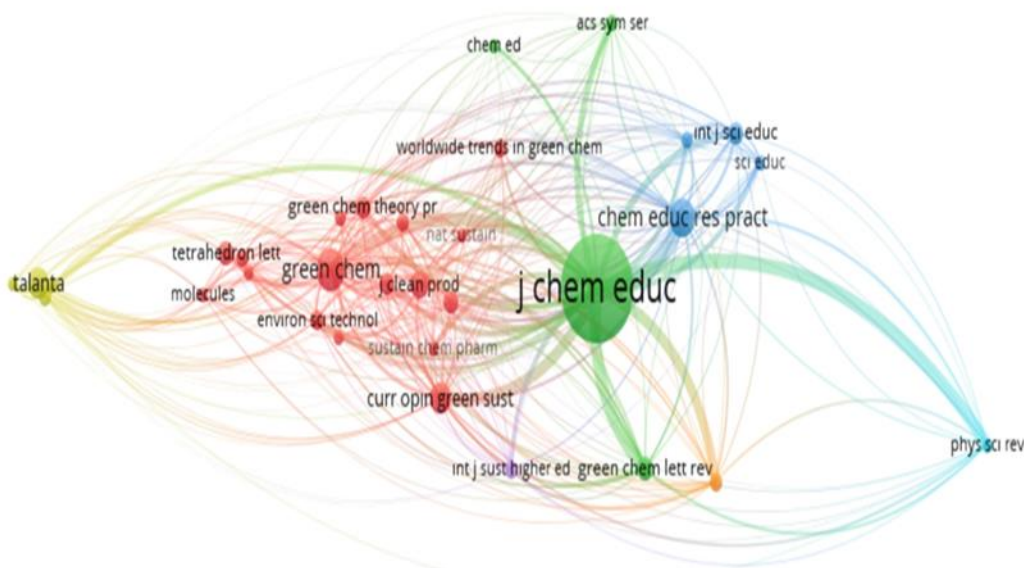
Şekil 6. Akademik Yayınlarda En Üretken Dergilerin Ağ Haritası

Akademik araştırmalarda en üretken dergilerin ortak atıf analizinin dağılımı nasıldır?

Araştırmada VOSviewer programı ile kaynakların ortak atıf ağı oluşturulurken "co-citation analysis" ve "sources cited" seçilerek analiz edilmiştir. Oluşturulan harita Şekil 7'de, en çok ortak atıf alan dergilerin dağılımı da Tablo 7'de sunulmuştur. Journal of Chemical Education (481 ortak alıntı), Green Chemistry (77 ortak alıntı), Chemistry Education Research and Practice (66 ortak alıntı), Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry (42 ortak alıntı) ve Talanta (41 ortak alıntı) en çok ortak atıf alan dergilerdir.

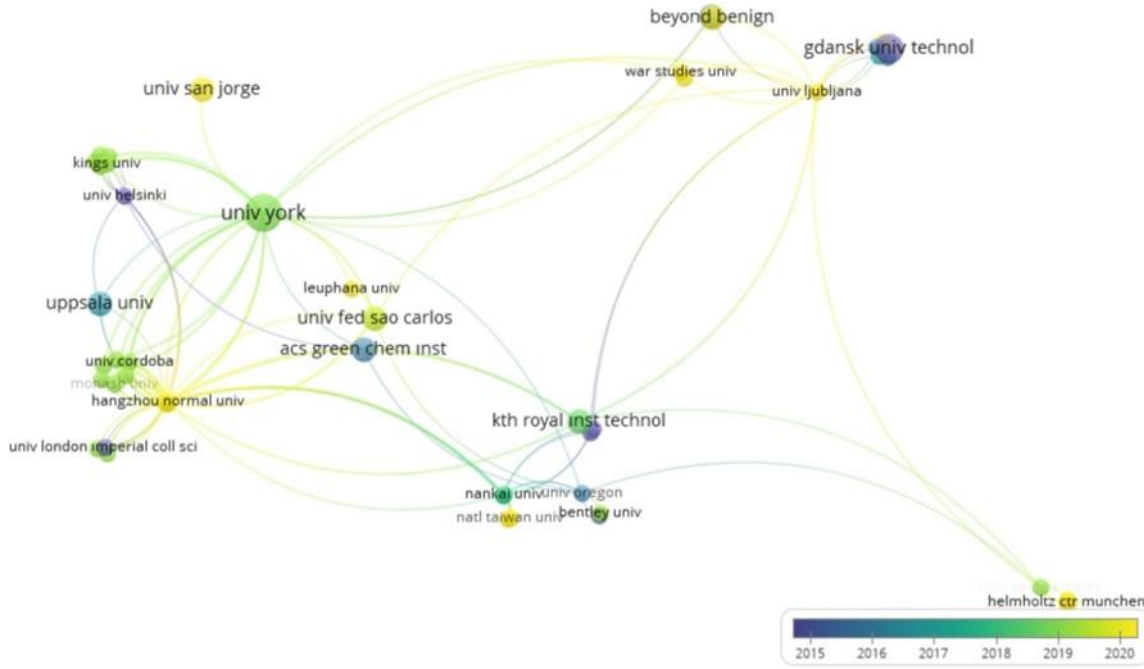
Tablo 7. Akademik Yayınlarda En Çok Ortak Atıf Alan Dergilerin Dağılımı

Dergiler	f	Dergiler	f
Journal of Chemical Education	481	ACS Sustainable Chemistry & Engineering	20
Green Chemistry	77	Green Chemistry Theory and Practice	20
Chemistry Education Research and Practice	66	Environmental Science & Technology	18
Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry	42	Nature Chemistry	16
Talanta	41	Sustainability Basel Journal	15
Journal of Cleaner Production	35	International Journal of Sustainability in Higher Education	15
Green Chemistry Letters and Reviews	26	Worldwide Trends in Green Chemistry Education	15
Tetrahedron Letters	24	Trac Trends in Analytical Chemistry	14
International Journal of Science Education	23	Chemical Reviews	14
Science	22	Environmental Education Research	13

**Şekil 7.** Akademik Yayınlarda En Çok Ortak Atıf Alan Dergilerin Ağ Haritası

Akademik araştırmalarda en üretken kurumların yıllara göre dağılımı nasıldır?

Akademik araştırmalarda en üretken kurumların yıllara göre dağılımını veren ağ haritasında (Şekil 8) en fazla çalışma yapan kurumların yıllara göre dağılımında renklere bakıldığında sarı renkte olan kurumlar son yıllarda çalışmalarına en fazla atıf yapılan üniversitelerdir. Sırasıyla National Taiwan University (55 alıntı), Universidad San Jorge (14 alıntı), War Studies University 87 alıntı), Leuphana University (5 alıntı) ve Hangzhou Normal University (1 alıntı) olduğu görülmektedir.



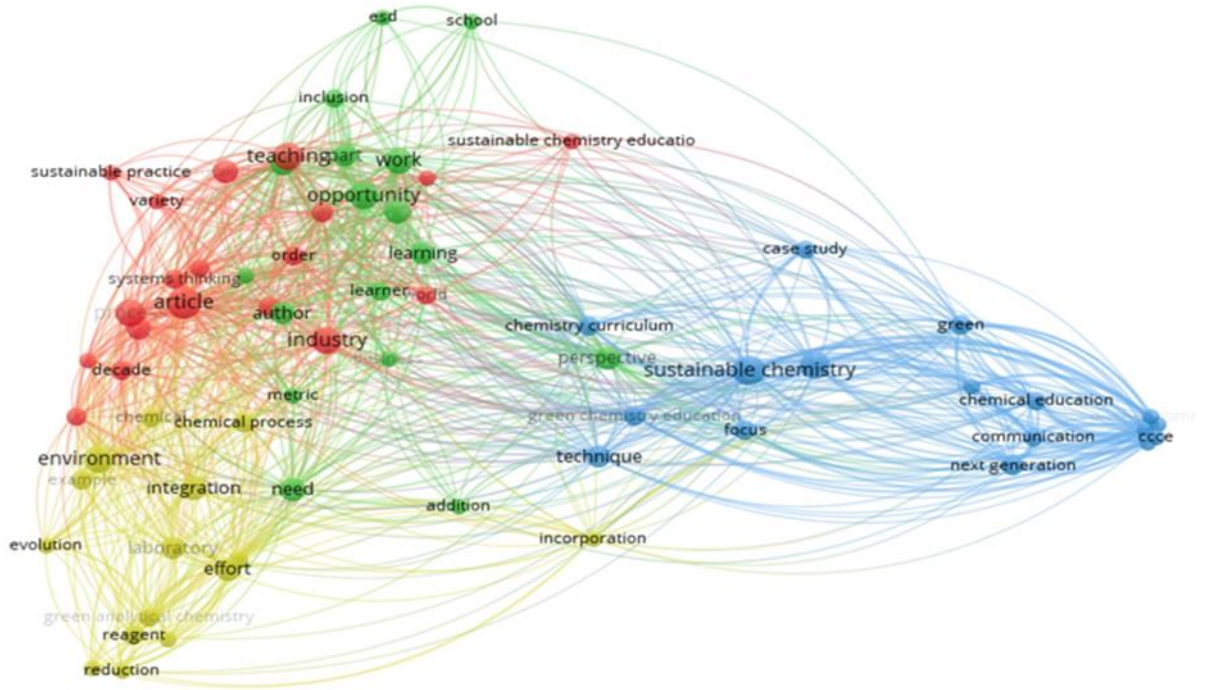
Şekil 8. Akademik Yayınlar En Üretken Kurumların Yıllara Göre Dağılımının Ağ Haritası

Akademik yayınların özet bölümlerinde en çok kullanılan kelimeler ve bu kelimelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?

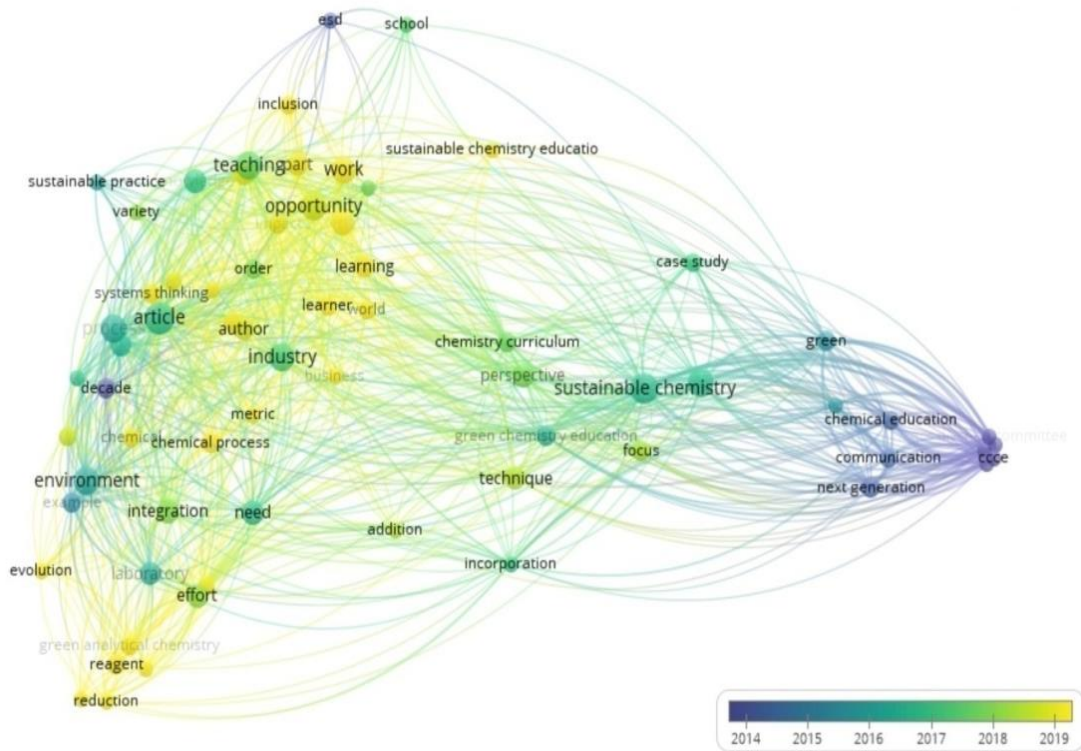
Veriler WoS veri tabanında “abstract field” ve “binary counting” seçilerek yayınların özetlerindeki toplam kelime sayısı belirlenmiştir. Tablo 8’de akademik yayınların özet bölümlerinde en çok kullanılan kelimelerin frekansları sırasıyla, makale (f=12), sürdürülebilir kimya (f=11), belge (f=9), çevre (f=9), süreç (f=9), öğretim (f=9), fırsat (f=9), endüstri (f=9), iş (f=8), efor (f=7) olduğu görülmektedir. Şekil 9 ve Şekil 10’da da en çok kullanılan kelimeler ve bu kelimelerin yıllara göre dağılımı gösterilmektedir. Şekil 10’a bakıldığında sarı renkli olan kelimelerin (fırsat, iş, öğrenci, öğrenmek vb.) daha popüler olduğu görülmektedir.

Tablo 8. Akademik Yayınların Özet Bölümlerinde En Çok Kullanılan Kelimelerin Dağılımı

Kelimeler	f	Kelimeler	f
Makale	12	Efor	7
Sürdürülebilir Kimya	11	Ders	7
Belge	9	Bilgi	7
Çevre	9	Tecrübe Etmek	7
Süreç	9	Entegrasyon	7
Öğretim	9	İhtiyaç	7
Fırsat	9	Perspektif	7
Endüstri	9	Laboratuvar	6
İş	8	Uygulama	6



Şekil 9. Akademik Yayınların Özet Bölümlerinde En Çok Kullanılan Kelimelerin Ağ Yapısı



Şekil 10. Akademik Yayınların Özet Bölümlerinde En Çok Kullanılan Kelimelerin Yıllara Göre Dağılımının Ağ Yapısı

Akademik yayınlarda en aktif yazarların dağılımı ve bu yazarların ortak atıf analizinin ağ yapısı nasıldır?

Akademik yayınlarda en aktif yazarların belirlenmesi, araştırmanın onuncu ve son sorusuydu. En aktif yazarlar analizi için Web of Science veri tabanında "citation analysis" ve "author" seçilmiştir. WoS veri tabanında akademik yayınların yazarlarına göre analizinde bu alanda en üretken yazarın Ingo Eilks (f=7) olduğu belirlenmiş, Eilks'ten sonra bu alanın en üretken yazarları 4 makale ile Suganty Kanapathy, Khai Ern Lee, Mazlin Mokhtar Subarna Sivapalan ve Sharifah Zarina Syed Zakaria'dır. Tablo 9'da bu alandaki en üretken 10 yazar ve Şekil 11'de de en üretken yazarların ağ haritası görülmektedir. Yine VOSviewer programı ile Mareike Burmeister (36 ortak atıf), Paul Anastas (23 ortak atıf), Jesper Sjöström (17 ortak atıf), Ingo Eilks (13 ortak atıf) ve Avi Hofstein (13 ortak atıf) en çok ortak atıf alan yazarlardır. Çalışmalarda en çok ortak atıf alan yazarların dağılımları Tablo 10'da, ağ haritası Şekil 12'de sunulmuştur.

Tablo 9. Akademik Yayınlarında En Üretken Yazarların Dağılımı

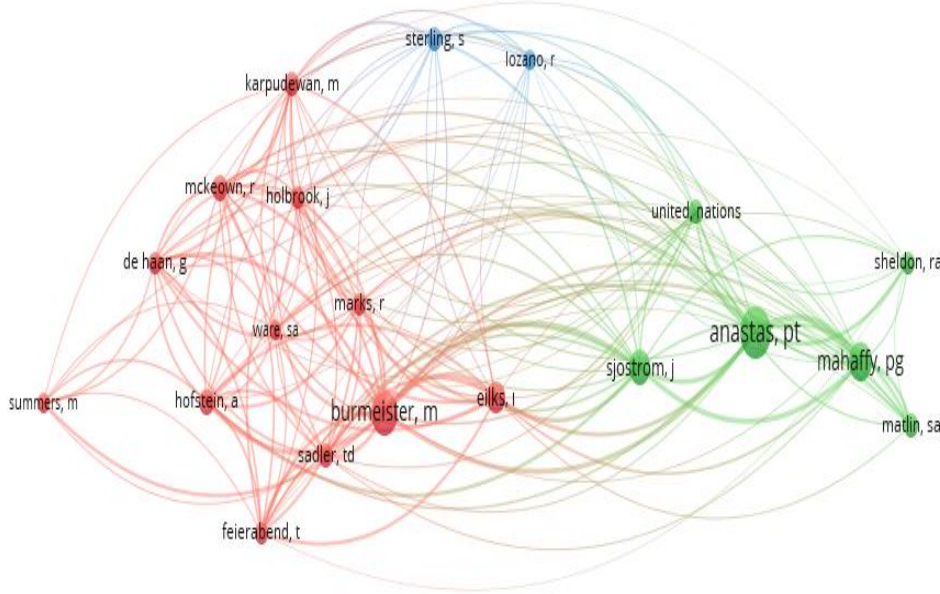
Yazar	f	Yazar	f
Ingo Eilks	7	Sharifah Zarina Syed Zakaria	4
Suganty Kanapathy	4	Mareike Burmeister	2
Khai Ern Lee	4	Peter Mahaffy	2
Mazlin Mokhtar	4	Stephen Matlin	2
Subarna Sivapalan	4	Carlos Alberto Marques	2



Şekil 11. Akademik Yayınlarında En Üretken Yazarların Ağ Haritası

Tablo 10. Akademik Yayınlarda En Çok Ortak Atıf Alan Yazarların Dağılımı

Yazar	f	Yazar	f
Mareike Burmeister	36	Rosalyn McKeown	13
Paul Anastas	23	Gerhard de Haan	9
Jesper Sjöström	17	Peter Mahaffy	9
Ingo Eilks	13	Timo Feierabend	9
Avi Hofstein	13	Ralf Marks	9

**Şekil 12.** Akademik Yayınlarda En Çok Ortak Atıf Alan Yazarların Ağ Haritası

Tartışma ve sonuç

Bu araştırmada, 1990 ile 2022 yılları arasında "Web of Science" veri tabanındaki toplam 1715 çalışma ele alınmıştır. Bibliyometrik analiz WoS veri tabanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler VOSviewer (Versiyon 1.6.9) paket programı kullanılarak tablolar ve şekiller halinde sunulmuştur. Çalışmalara ayrıntılı olarak bakacak olursak kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yapılan çalışmaların yayın yıllarına göre analizinde ilk çalışmanın 2004 yılında yayınlandığı, 2004-2011 yılları arasında çalışma sayısında çok az farklılık olduğu ve çalışmaların çoğunluğunun 2021 (yüz elli altı yayın) yılında yayınlandığı saptanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimyanın 2021 yılında dikkatleri üzerine çektiği gözlemlenmektedir. 2004 yılında bir yayınlı en az çalışmanın yapıldığı tespit edilmiştir. Yıllara göre yayınlarda artış sebebinin bilhassa 2002 yılında Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi ve 2015'te BM Genel Kurulu'nda yüz doksan üç ülkenin imzaladığı "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" gibi etkinliklerle bu alanlara dikkatin çekilmesi olabilir.

Konu ile ilgili akademik yayınlarda en çok kullanılan yazı dili 713 yayınlı İngilizce olduğu görülmektedir. İngilizceyi 2 yayınlı Almanca ve 1 yayınlı de Portekizce takip etmektedir. Bu durum güncel bilimsel yayınların birçoğunun yazı dilinin İngilizce olduğu olgusu ile uyuşmakta bununla birlikte çoğu ülke akademik yayınlı dilini İngilizce olarak kabul etmektedir.

Çalışmadaki başka bir parametre ise kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya üzerine yayınlanan akademik yayınların Web of Science veri tabanında yayın türlerine göre bibliyometrik analizidir. Analizde 528 makale, 106 derleme, 53 bildiri ve 13 kitap bölümünden oluştuğu görülmektedir. Alanyazında da belge türünün en fazla makaleler oluştuğu görülmektedir.

Araştırmada kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yayınlanan akademik yayınlarda en çok kullanılan anahtar kelimelere ait sonuçlara incelendiğinde otuz beş yayında yeşil kimya, on yayında birinci yıl lisans öğrencisi ve ikinci yıl lisans öğrencisi, 8 yayında ise öğretim programı ve kamuoyu olduğu tespit edilmiştir. En fazla kullanılan anahtar kelimeler incelendiğinde yeşil kimya ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının kimya eğitimine entegre edilmeye çalışıldığı sonucu çıkarılabilir. Kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya üzerine yapılan araştırmalarda en çok yeşil kimya anahtar kelimesi kullanılmıştır. Anahtar kelimelerden çıkarılan ağ haritası incelendiğinde son zamanlarda 6 farklı çalışmada sürdürülebilir kalkınma için eğitim, 5 farklı çalışmada döngüsel ekonomi ve 3 farklı çalışmada kimya eğitimi gibi anahtar kelimelerin henüz yeni kullanılmaya başlandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, son yıllardaki çalışmalarda kimya eğitimin sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya kavramları üzerinde yoğunlaştığını göstermiştir. Aynı zamanda analiz sonucunda bulunan anahtar kelimeler, halihazırdaki araştırma konularını belirlemede bu alanda çalışan araştırmacılara katkı sağlanması beklenmektedir.

Çalışmada en çok yayın yapan ülkelerin bibliyometrik analizinde, yüz seksen sekiz yayın ile ABD'nin bir numarada olduğu ve ABD'yi 91 ve 77 yayın sayısı ile sırasıyla İsveç ve İngiltere takip ettiği gözlemlenmektedir. Slovakya ve Pakistan iki yayın, Bosna Hersek ise bir yayın ile en az yayın yapan ülke olmuştur. ABD'de 1991 yılında Çevre Koruma Dairesi'nde (EPA) çalışan ve Yeşil kimyanın duayeni olarak ön görülen Paul T. Anastas ile başlayan yeşil kimya ile ilgili yapılan çalışmalar sonrasında kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yayınlara evrilmiş ve giderek de yayın sayıları artış göstermektedir.

WoS veri tabanında kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yayınların özet kısımlarında en çok geçen sözcüklerin bibliyometrik analizde, 12 yayında makale kavramı kullanıldığı görülmektedir. Makale kelimesini 11 yayın ile sürdürülebilir kimya, 9 yayın ile de belge, çevre, süreç, öğretim, fırsat ve endüstri kelimeleri takip etmektedir. Araştırmaların özet kısmında kullanılan sürdürülebilir kimya, çevre, endüstri ve fırsat kelimeleri bu konularda yazılan makalelerin fazla olduğunu ve bununla beraber eğitim ve öğretim sürecinde her bireye eşit davranılması gerektiğine dikkat çekmektedir. Özet bölümünde en fazla kullanılan kelimelerin yıllara göre VOSviewer yazılımıyla oluşturulan ağ haritasında 9 farklı yayında fırsat, 6 farklı yayında öğrenme ve yazar, 5 farklı yayında reaktif, 3 farklı yayında ise işletme kelimelerine rastlanmıştır. Son yıllarda 9 farklı çalışmada fırsat kelimesinin kullanılması sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden biri olan eğitimde fırsat eşitliğinin üzerinde durulduğunu göstermektedir.

Kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili çalışmaların en aktif dergilere göre bibliyometrik analizinde 253 atıf sayısı ile Journal of Chemical Education olduğu görülmektedir. Journal of Chemical Education dergisini sırası ile 55 atıfla Science of the Total Environment, 49 atıfla Polish Journal of Environmental Studies ve 31 atıfla ACS Sustainable Chemistry & Engineering

dergileri takip etmektedir. Alanyazına en çok katkı sağlayan derginin Journal of Chemical Education olduğu, Green Chemistry Letters and Reviews, International Journal of Environmental Science and Technology ve Environmental Science and Pollution Research dergilerinin ise alanyazına en az katkı yapan dergiler olarak belirlenmiştir. Journal of Chemical Education dergisi kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yapılan çalışmalarda en çok yayın yapan, etki değeri en yüksek ve bir çok çalışmaya yön veren dergidir.

Kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yapılan çalışmaların en çok ortak atıf alan dergilere göre bibliyometrik analizine bakılacak olursa 481 ortak atıf alma sayısı ile Journal of Chemical Education dergisinin ilk sırada olduğu görülmektedir. Journal of Chemical Education dergisini sırasıyla 77 ortak atıf ile Green Chemistry, 66 ortak atıf ile Chemistry Education Research and Practice, 42 ortak atıf ile Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry ve 41 ortak atıf ile Talanta dergisi takip etmektedir. Journal of Chemical Education dergisi kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili en fazla yayın yapan ve en etkin dergi olduğu tespit edilmektedir.

WoS veri tabanında kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili çalışmaların yazarlarına göre analizinde bu alanda en fazla çalışan yazarın Almanya Bremen Üniversitesi'nde profesör olan Ingo Eilks olduğu tespit edilmiştir. Bu alanda yayın sayısı ile vurgu yapılan diğer iki yazar ise Mareike Burmeister ve Paul Anastas'tır. Aynı zamanda VOSviewer programı ile Mareike Burmeister 36 ortak atıf, Paul Anastas 23 ortak atıf, Jesper Sjöström 17 ortak atıf, Ingo Eilks ve Avi Hofstein 13 ortak atıf, Gerhard de Haan, Peter Mahaffy, Timo Feierabend ve Ralf Marks 9 ortak atıf ile en fazla ortak atıf alan yazarlardır. Kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya alanında çalışan en üretken araştırmacıların tanınması, genç araştırmacılara güvenilir ve sağlıklı bilgiye ulaşmalarının yanı sıra çalışmalarına doğru bir şekilde yön vermesi açısından da destek sağlayabilir.

Öneriler

1990-2022 yılları arasındaki Web of Science veri tabanında yayınlanan Kimya Eğitiminde Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Kimya üzerine yapılan yayınların bibliyometrik özelliklerinin incelenmesini hedefleyen çalışmanın bu konu üzerinde çalışma yapan araştırmacılara ve kimya eğitimi alanyazınına katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Araştırmacılar çalışmanın sonuçlarından faydalanarak bu alanla ilgili hangi dergi, hangi yazar, hangi belgelerden faydalanabileceklerini veya hangi yazarlar ile işbirliği içerisinde bulunabileceklerini belirleyebileceklerdir. Daha sonra bu alanda yapılacak çalışmaların WoS veri tabanı ile sınırlı kalmayıp Scopus veya ERIC gibi daha fazla veri tabanı ile araştırmanın sınırları genişletilebilir ve kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya çalışmalarıyla ilgili daha fazla bilimsel bilgiye de ulaşılabilir.

Ek Bilgi

Yazarlar, makaleye eşit oranda katkı sunmuş ve makalede raporlanan çalışmanın yapılması ve raporlanmasında herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

ORCID ve İletişim

Merve Doğan  <https://orcid.org/0000-0001-9730-1042>, E-posta: mervedogannn97@gmail.com

Zafer Karagölge  <https://orcid.org/0000-0002-6060-192X>, E-posta: zaferk@atauni.edu.tr

Kaynaklar

- Aghaei Chadegani, A., Salehi, H., Yunus, M. M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M. ve Ale Ebrahim, N. (2013). A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, 9(5), 18-26. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Al, U. ve Tonta, Y. (2004). Atıf Analizi: Hacettepe Üniversitesi kütüphanecilik bölümü tezlerinde atıf yapılan kaynaklar. *Bilgi Dünyası*, 5(1), 19-47. <https://doi.org/10.15612/BD.2004.497>
- Anastas, P. T. ve Warner, J. C. (2000). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford University Press.
- Anastas, P. T. ve Williamson, T. C. (1996). Green chemistry: Designing chemistry for the environment, *American Chemical Society*, 626, 1-17. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(97\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(97)00025-5)
- Aydoğan, A. (2010). *Sosyal bilgiler öğretmenlerinin sürdürülebilir kalkınma konusuyla ilgili kazanımların öğretimine ilişkin görüşleri* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Niğde Üniversitesi], Ulusal Tez Merkezi [Tez No: 249091]
- Bakri, A., ve Willett, P. (2011). Computer science research in Malaysia: a bibliometric analysis. *Aslib Proceedings* 63(2-3), 321-335. <https://doi.org/10.1108/00012531111135727>
- Bell, D. V. J. (2016). Twenty-first century education: transformative education for sustainability and responsible citizenship. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 18, 48-56. <https://doi.org/10.1515/jtes-2016-0004>
- Blatti, J. L., Garcia, J., Cave, D., Monge, F., Cuccinello, A., Portillo, J., Juarez, B., Chan, E. ve Frieda, S. (2019). Systems thinking in science education and outreach toward a sustainable future. *Journal of Chemical Education*. 96, 2852–2862. <http://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00318>
- Braun, T., Schubert, A. P. ve Kostoff, R. N. (2000). Growth and trends of fullerene research as reflected in its journal literature, *Chemical Reviews*, 100(1), 23-37. <https://doi.org/10.1021/cr990096j>
- Brown, J. D. (2009). Statistics corner. Questions and answers about language testing statistics: Principal components analysis and exploratory factor analysis-Definitions, differences, and choices. *Shiken: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter*, 13(1), 26-30. <http://doi.org/10.18823/asiatefl.2022.19.3.30.1138>
- Bulut, B., ve Çakmak, Z. (2018). Sürdürülebilir kalkınma eğitimi ve öğretim programlarına yansımaları. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 7(4), 2680-2697.
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., ve Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146–166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Comarú, M. W., Lopes, R. M., Braga, L. A. M., Batista Mota, F., ve Galvão, C. (2021). A bibliometric and descriptive analysis of inclusive education in science education. *Studies in Science Education*, 57(2), 241-263. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1897930>
- Confraria, H., ve Godinho, M. M. (2015). The impact of African science: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, 102, 1241–1268. <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1463-8>
- Diodato V. (1994). *Dictionary of Bibliometric*. Haworth Press.
- Diesendorf, M. (2000). Sustainability and sustainable development. *Sustainability: The Corporate Challenge of The 21st Century*, 2, 19-37. <https://doi.org/10.1504/IJARGE.2001.000007>
- Gedik, Y. (2020). Sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarla sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 3(3) 196-215. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijephss/issue/54205/722850>
- Gerçek, Z. (2012). Kimyanın yeni rengi: yeşil kimya. *Yüksek Öğretim ve Bilim Dergisi*, 2(1), 50-53. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/higheredusci/issue/61477/918013>

- Gürler, G. (2021). Bibliyometrik Araştırmalarda İlgili Literatüre İlişkin Veri Setinin Oluşturulma Süreci. O. Öztürk ve G. Gürler (Eds). *Bir Literatür İncelemesi Aracı Olarak Bibliyometrik Analiz*. (s. 53-66). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Hardi, P. ve Zdan, T. (1997) Assessing Sustainable Development. International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.
- Hernández-Torrano, D., ve Ibrayeva, L. (2020). Creativity and Education: A Bibliometric Mapping of the Research Literature (1975-2019). *Thinking Skills and Creativity*, 35, Article ID: 100625. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100625>.
- Kandır, E. H. (2018). Yeşil ve temiz bir dünya mümkün mü? *Ayrıntı Dergisi*, 5(60), 6-9. <https://www.semanticscholar.org/paper/YE%C5%9E%C4%B0L-VE-TEM%C4%B0Z-B%C4%B0R-D%C3%9CNYA-M%C3%9CMK%C3%9CN-M%C3%9C-Kandır/d761b4eab0187508169352220baf3e992edc8228>
- Karagölge, Z., ve Gür, B. (2016). Sustainable Chemistry: Green Chemistry. *Iğdır Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi / Iğdır University Journal of Institute Science and Technology*, 6(2), 89-96. Doi:10.21597/jist.2016218851
- Karagöz, B., ve Şeref, İ. (2019). Değerler Eğitimi Dergisi'nin bibliyometrik profili. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 17 (37), 219-246. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ded/issue/45022/507761>
- Karasözen, B. ve Bayram Ö. (2007). 1997-2006 Türkiye Bilim Göstergeleri Analizi. Ankara: Yüksek Öğretim Kurumu. www.yok.gov.tr/bilimselgostergeler/bilimselanaliz.pdf
- Kaya, M. F. ve Tomal, N. (2011). Sosyal bilgiler dersi öğretim programı'nın sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 49-65. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ebader/issue/44649/554597>
- Kurt, A. (2019). *Türkiye'de kentleşme ve çevre sorunları alanında hazırlanmış kayıtlı lisansüstü tezlerin bibliyometrik incelemesi* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi [Tez No: 568147].
- Lee, H. Y., Chung, C. Y. ve Wei, G. (2022). Research on technological pedagogical and Content Knowledge: A Bibliometric Analysis from 2011 to 2020. In *Frontiers in Education*, 7, 765233.
- McBurney, M. K., ve Novak, P. L. (2002). What is bibliometrics and why should you care? Professional Communication Conference, IPCC. Proceedings 108-114. Doi: 10.1109/IPCC.2002.1049094
- McMurry, J. E., Fay, R. C. ve Robinson, J. K. (2017). *Chemistry* (7. baskı). Pearson.
- Ölmez, Z., ve Mamiç, V. (2012). Yeşil kimya oluşumu küresel ısınmayı etkiler mi?, 21-24 https://www.kimyaegitimi.org/sites/default/files/kuresel_isinma_projeleri/probleme_dayali_ogrenme_modeli/yesil_kimya.pdf
- Özmehmet, E. (2010). Dünyada ve Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları, *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 3(12), 1853-1876. <https://doi.org/10.19168/jyu.48930>.
- Sachs, J. D. (2019). Sürdürülebilir kalkınma çağı. Yeditepe Üniversitesi Yayınevi.
- Sauvé, S., Bernard, S. ve Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research *Environmental Development*, 17, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>.
- Subramanyam, K. (1982). Bibliometric studies of research collaboration: A review. *Journal of Information Science*, 6(1), 33-38. <https://doi.org/10.1177/016555158300600105>.
- Şen, H., Kaya, A., ve Alparslan, B. (2015). "Education, Health and Economic Growth Nexus: A Bootstrap Panel Granger Causality Analysis for Developing Countries", *The University of Manchester, Discussion Paper Series EDP-1502*.
- Şimşir, İ. (2021). Bibliyometri ve Bibliyometrik Analize İlişkin Kavramsal Çerçeve. O. Öztürk ve G. Gürler (Ed.), *Bir literatür incelemesi aracı olarak bibliyometrik analiz*. (s. 7- 32) içinde. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Türer, B. (2010). *Fen bilgisi ve sosyal bilgiler öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma farkındalıklarının belirlenmesi* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi [Tez No: 300487].

- Ukşul, E. (2016). *Türkiye'de eğitimde ölçme ve değerlendirme alanında yapılmış bilimsel yayınların sosyal ağ analizi ile değerlendirilmesi: Bir bibliyometrik çalışma*. [Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi], Ulusal Tez Merkezi [Tez No: 436747].
- United Nations Development Programme (UNDP). (2020). Sustainable development goals. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- Van Eck, N. J., and Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/11197-009-0146-3>
- Van Nunen, K., Li, J., Reniers, G., ve Ponnet, K. (2018). Bibliometric analysis of safety culture research. *Safety Science*, 108, 248–258. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.08.011>
- Yalçın, A. Z. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Düşük Karbon Ekonomisinin Önemi ve Türkiye İçin Bir Değerlendirme. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(24), 186-203. <https://dergipark.org.tr/en/pub/baunsobed/issue/50235/647942>
- Yılmaz, F., ve Gültekin, M. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının çevre sorunları bağlamında öğrenim gördükleri programa ilişkin görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 120-132. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/zgefd/issue/47947/606632>
- Yücel, A. S. (2008). A new in environmental protection: Green Chemistry. *Eurasian Journal of Educational Research*, 32, 145-154. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/78546>
- Zan, B. U. (2012). *Türkiye'de bilim dallarında karşılaştırmalı bibliyometrik analiz çalışması* [Yayımlanmış doktora tezi, Ankara Üniversitesi], Ulusal Tez Merkezi [Tez No: 317244].
- Zhang, J., Yu, Q., Zheng, F., Chao Long, C., Zuxun Lu, Z. and Duan, Z. (2016). Comparing keywords plus of WOS and author keywords: A case study of patient adherence. *Journal of The Association for Information Science and Technology*, 67(4), 967–972. <https://doi.org/10.1002/asi.23437>.
- Zupic, I. ve Tomaz C., (2015), Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/109442811456262>