

E-Atık Geri Dönüşümü: Bibliyometrik Analiz ve VOSviewer ile Haritalama

Hediye KIRLI AKIN^{1*}

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Bölümü, 80000, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0003-4862-9054>

*Sorumlu yazar: hediyeakin@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 23.01.2024

Kabul tarihi: 28.05.2024

Online Yayınlanma: 10.12.2024

Anahtar Kelimeler:

E-atık

Bibliyometrik analiz

VOSviewer

Geri dönüşüm

ÖZ

Kullanım ömrünü tamamlayan elektrikli ve elektronik eşyalar, teknolojinin de gelişimine bağlı olarak hızla artmakta ve çözülmesi oldukça zor bir e-atık problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Her geçen gün birikmeye devam ederek küresel bir kriz haline gelen e-atıkların geri kazanımları da diğer atıklardan oldukça farklıdır. Gerek bertaraf yöntemleri açısından gerekse içerisinde hem tehlikeli maddeleri hem de kıymetli metalleri barındırıyor olması açısından bir süredir araştırmacıların da dikkatini çekmiş ve konuya ilişkin pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışma ise e-atıkların geri dönüşümü ile ilgili yapılan çalışmaların bibliyometrik bir analizi üzerinedir. Çalışmada öncelikle Web of Science veri tabanından 20 yıllık süreci kapsayacak şekilde e-atıkların geri dönüşümü üzerine 2003-2022 yılları arasında yapılan çalışmalar belirlenmiştir. Sonrasında bu çalışmalar filtrelenerek ve detaylı incelemeye tabii tutularak ilgisiz olanlar elenmiştir. Kalan 3182 çalışma kaydedilerek, VOSviewer programı kullanılarak ortak yazar, atıf-kaynak, yazar-atıf, anahtar sözcük, kurum ve ülkeler açısından detaylı analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonraki çalışmalara yön verecek şekilde sınıflandırılmış ve haritaları çıkarılmıştır. Analiz çalışmalarında sonuç olarak bu konuya ilişkin en çok çalışmanın Çin'de yapıldığı, en verimli araştırmacının aynı zamanda en çok atıfı da alan Mai Bi-Xian olduğu belirlenmiştir. En sık kullanılan anahtar kelimeler recycling ve e-waste olup en çok atıf alan dergi ise Environmental Science & Technology dergisidir.

E-Waste Recycling: Bibliometric Analysis and Mapping with VOSviewer

Research Article

Article History:

Received: 23.01.2024

Accepted: 28.05.2024

Published online: 10.12.2024

Keywords:

E-waste

Bibliometric analysis

VOSviewer

Recycling

ABSTRACT

Electrical and electronic goods that have completed their useful life are rapidly increasing due to the development of technology and are emerging as a very difficult e-waste problem to solve. The recovery of e-waste, which continues to accumulate day by day and becomes a global crisis, is quite different from other wastes. Both in terms of disposal methods and the fact that it contains both hazardous substances and precious metals, it has attracted the attention of researchers for a while and many studies have been conducted on the subject. This study is a bibliometric analysis of studies on e-waste recycling. In the study, firstly, studies on e-waste recycling between 2003-2022 were identified from the Web of Science database covering a 20-year period. Afterwards, these studies were filtered and subjected to detailed analysis and the irrelevant ones were eliminated. The remaining 3182 studies were saved and analyzed in detail in terms of co-author, citation-source, author-citation, keyword, institution and countries using the VOSviewer program. The studies were classified and mapped in a way to guide future studies. As a result of the analysis, it was determined that the most studies on this topic were conducted in China and the most productive researcher was Mai Bi-Xian, who also

received the most citations. The most frequently used keywords are recycling and e-waste and the most cited journal is Environmental Science & Technology.

To Cite: Kirli Akın H. E-Atık Geri Dönüşümü: Bibliyometrik Analiz ve VOSviewer ile Haritalama. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2024; 7(5): 2114-2125.

1. Giriş

Elektronik atık (e-atık), kullanım ömrünü tamamlayarak atılan, kullanılmayan, kullanılmış ve başka herhangi bir şekilde istenmeyen her türlü elektrikli ve elektronik cihazlardan kaynaklanmaktadır. Bu kategoriye uygun birçok ürün bulunmaktadır (Hsu ve ark., 2024). İnsanların yaşam standartlarının ve bilgi teknolojilerinin hızla gelişiyor olması, elektronik eşyaların kullanım ömürlerinin sınırlı olması, çevre üzerinde çok fazla olumsuz etkiye sahip olan e-atık sorununu giderek daha ciddi boyutlara ulaştırmaktadır. Küresel olarak, e-atık üretimindeki artış hemen hemen yılda 2 metrik ton (Mt) civarındadır. 2030 yılında yaklaşık 74 Mt e-atık üretileceği tahmin edilmektedir. Günümüzde Dünya'da 62,5 milyar dolar değerinde 53,6 milyon ton e-atık üretilmekte ve bunun yalnızca %17'si uygun şekilde geri dönüştürülebilmektedir. Geri kalanı çöplüklere atılmakta veya uygunsuz yöntemlerle işlenmektedir (Xia ve Ghahreman, 2024). Bu nedenlerle, e-atık çevre için önemli bir tehdit olarak görülmektedir (Chakraborty ve ark., 2022). E-atık çöplüklerinin küresel bir problem haline gelmesi ile bertaraf edilme çalışmaları da hız kazanmıştır. Ancak e-atıkların çevre ve insan sağlığı açısından son derece zararlı yöntemler kullanılarak bertaraf edilmeye çalışılması, çok ciddi çevre kirliliği ve sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Örneğin, e-atığın yakılması havaya, toprağa ve suya büyük miktarda tehlikeli madde (yani ağır metaller, organik çözücüler ve sızıntı suyu vb.) salmakta iken içerisinde bulunan değerli metallerin kazanılmasını da mümkün kılmamaktadır. (Herat ve Agamuthu, 2012; Gao ve Chen, 2024). E-atıklar içeriğinde kurşun, kadmiyum, nikel, cıva, berilyum ve çinko gibi çevreye ve canlılara zarar verebilecek tehlikeli maddeler barındırırken aynı zamanda bakır, gümüş, altın gibi kıymetli metalleri de barındırmaktadır. Bu nedenle elektronik atıkların tanımlanması, kurtarılması ve doğru bir şekilde geri dönüştürülmesi, sürdürülebilir bir geleceğe ulaşma açısından önemli bir adımdır (Shreyas Madhav ve ark., 2022). E-atıkların uygun bir yönetimle geri dönüşümünün sağlanması hem çevre ve sağlık açısından hem de ekonomik açıdan kritik bir öneme sahiptir. E-atık geri dönüşümünün çevresel faydalarının yanı sıra, e-atığın kendisi de önemli bir pazar değerine sahiptir ve geri dönüştürülmesinin birincil hammadde ihtiyacını azaltacağı düşünülmektedir (Neves ve ark., 2024).

E-atıkları diğer atıklar içerisinden ayırmak ve değerli malzemeleri minimum insan ve çevresel zararlarla geri kazanmak oldukça zaman alıcı bir işlemdir. Bu nedenle e-atıkların çoğu düzenli depolama alanlarında bertaraf edilmekte ve Basel Sözleşmesi kapsamında yasa dışı olmasına rağmen bazı ülkeler tarafından bilinmeyen miktarda E-atık fakir ülkelere ihraç edilmektedir. Bu ülkelerde de maalesef bu atıklar insan sağlığı ve çevre dikkate alınmaksızın çok az önlemlerle yakma ve güçlü asitlerde çözme işlemleri uygulanarak bertaraf edilmektedir (Robinson Brett, 2009).

E-atık yıllık %3-%5 büyüme oranıyla nispeten hızlı büyüyen katı atık kollarından biridir (Liu ve ark., 2023). E-atık geri dönüşümü, elektronik cihazların çevresel etkilerini en aza indirmeyi ve kaynakların verimli kullanımını teşvik etmeyi amaçlayan sürdürülebilir atık yönetiminin kritik bir yönüdür. Bu sebeplerle e-atıkların geri kazanımı önemli bir konu olarak son yıllarda araştırmacıların da oldukça dikkatini çekmektedir.

E-atıkların geri dönüşümü konusunda yapılan çalışmalar genellikle çevreye ve canlılara olan zararları, nasıl yönetilmesi gerektiği, sınıflandırması, tahminlemesi, bertaraf yöntemleri ile kaynak geri kazanımı gibi konular üzerine yoğunlaşmaktadır.

E-atık geri dönüşümü, gerek değerli metallerin ve kullanılabilir durumda olan sağlam parçaların gerekse tehlikeli maddelerin elektronik atıklardan ayrıştırılması ve böylece çevresel zararların azaltılarak kaynakların korunması sürecidir. Bu çalışmada da e-atıkların geri dönüşümü ile ilgili olarak 2003-2022 yılları arasında yapılmış olan çalışmalar Web of Science veri tabanında taranmış, ilgisiz olanlar elenerek kalan çalışmalar incelenmiş ve detaylı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde, Web of Science veri tabanından verilerin nasıl elde edildiğinin ve kullanılan program ile analiz yönteminin detaylı olarak anlatıldığı Materyal ve Metot bölümü, konu ile ilgili olarak yapılan analizlerin sonuçlarının yer aldığı, en önemli yazarların kimler olduğu, yazarlar arasında ortak çalışma bağlarının gösterildiği, en sık kullanılan anahtar kelimeler, yapılan yayınlar ve tematik yapı çıktılarının belirlendiği e-atık geri dönüşümünün çağdaş bir incelemesinin sunulduğu Bulgular ve Tartışma bölümü ile sonuçların ve daha sonra yapılacak çalışmalara yönelik önerilerin yer aldığı Sonuç bölümü sunulmuştur.

2. Materyal ve Metot

2.1. Veri Kaynağı

Çalışmada incelenecek makaleleri belirlemek için kullanılabilir ortak kaynaklar arasında PubMed, Scopus veya Web of Science gibi akademik veri tabanları bulunmaktadır. Bu çalışmada akademik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan, fen bilimleri, sosyal bilimler, sanat ve beşerî bilimler gibi pek çok disiplini kapsayan ve güncel veriler sunan Web of Science veri tabanı kullanılmıştır. Web of Science, araştırma analizi yapmak ve bu analizi görselleştirmek için en şeffaf ve en güvenilir bibliyometrik araçlardan birisidir. Ayrıca bilim dünyasında en kapsamlı bilimsel veri tabanlarından birisi olarak kabul edilmektedir (Rinanda ve ark., 2023). Web of Science veri tabanında “e waste” “e-waste”, “electronic waste” ve “WEEE” olarak tarama yapılmıştır. Bu tarama neticesinde toplam 9.456 çalışma elde edilmiştir. Sonrasında bu taramadan elde edilen sonuçlar içerisinde “recycling” ile ilgili olan çalışmalar taranmıştır. İnceleme ile ilgili diğer filtreler uygulanırken 2023 yılı henüz tamamlanmadığı için 2003 ve 2022 yılları arasını kapsayacak şekilde 20 yıl ile kısıtlandırma yapılmıştır. Ayrıca İngilizce dilinde hazırlanmış makaleler filtrelenerek 3.332 çalışma incelemeye alınmıştır. Sonrasında bu makaleler tek tek manuel olarak değerlendirilmeye alınarak konu ilgili olmayan 150 makale elenmiş ve 3182 adet makale üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2. Metot: Bibliyometrik Analiz

Bibliyometrik analiz herhangi bir konu ile ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmalar üzerine, bireysel araştırmacıları, araştırma gruplarını, ülkeleri, kurumları veya dergileri ve bunların etkilerini değerlendirmek için kullanılan analiz yöntemlerinden biridir (Öztürk ve Kurutkan, 2020). Bibliyometrik analiz, en kısa yoldan en çok atıf alan çalışma ve konu ile en verimli olan yazarı veya yazarları, en çok hangi dergileri takip etmesi gerektiği veya çalıştığı konuda bariz olarak takip etmesi gereken dergileri, en çok hangi kurum veya ülke ile iş birliği yapması gerektiği konusunda görsel bir harita sunan analiz yöntemidir (Kurutkan ve Orhan, 2018). Bibliyometrik analiz çalışmaları makaleler, kitaplar, bildiriler gibi yayınlar hakkındaki bilgileri içeren bibliyografik verilerin istatistiksel ve matematiksel olarak incelenmesini gerçekleştirmektedir. Araştırmacılar bibliyometrik analizi bilimsel, akademik veya teknolojik literatürün yapısı ve etkisi hakkında fikir edinmek için kullanmaktadır (Aker ve ark., 2023) Bibliyometrik analiz bilim, teknoloji, tıp ve sosyal bilimler de dahil olmak üzere çeşitli alanlarda araştırmacıları, politika yapıcılarını ve kurumları belirli bir alandaki bilgi durumu ve araştırma eğilimleri hakkında bilgilendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Araştırmanın etkisini değerlendirmek, araştırma boşluklarını belirlemek ve gelecekteki araştırma yönlerine rehberlik etmek için değerli bir araçtır.

Bibliyometrik Analiz yapmak için bazı teknikler geliştirilmiştir. Bu çalışmada VOSviewer programı yardımı ile analiz çalışmasına yer verilmiştir.

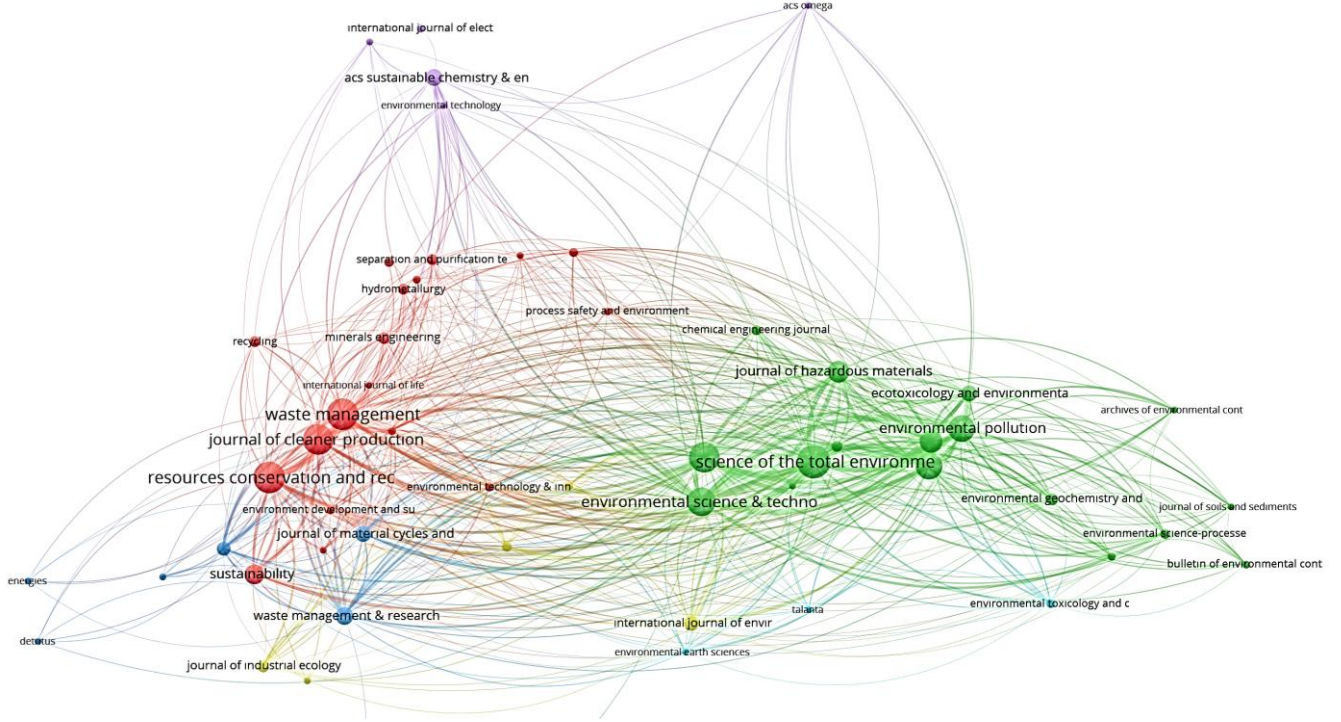
VOSviewer programı kümeleme yöntemi ile her bir kümenin farklı bir renkle işaretlenmesi ve sınıflandırılması ile oluşturulan haritalama yöntemine dayalı olarak çalışmaktadır (Van Eck ve ark., 2010; Kurutkan ve Orhan, 2018). VOSviewer programı bilimsel yayınlar, dergiler, araştırmacılar, araştırma kuruluşları, ülkeler, anahtar kelimeler ve terimlerden meydana gelen ağlardaki öğelerden yararlanarak; ortak yazar (co-authorship), birlikte bulunma (co-occurrence), atıf (citation), bibliyografik eşleşme (bibliographic coupling) ve ortak atıf (cocitation) analizlerini gerçekleştirmektedir (Arslan, 2022).

3. Bulgular ve Tartışma

Elde edilen verilerin VOSviewer programı yardımı ile bibliyometrik haritalaması yapılmıştır. Bu bağlamda çalışmalar, atıf-kaynak analizi, yazar-atıf analizi, yazarların ortak atıf analizi, anahtar sözcük analizi, ortak yazar analizi, yazar-ülke analizi açısından detaylı olarak ele alınmıştır. Elde edilen haritalarda yer alan düğümlerin boyutu e-atıkların geri kazanımı konusu ile ilgili yapılan makale sayısını göstermektedir. En büyük düğüm en çok çalışmayı temsil etmektedir. Düğümler arasındaki bağlantı çizgilerinin kalınlığı düğümlerin bağlantılarının yakınlığını, düğümlerin ve çizgilerin rengi ise konularının benzerliğini temsil etmektedir (Cao ve ark., 2023).

3.1. Atıf-Kaynak Analizi

VOSviewer programına gerekli veriler aktarıldıktan sonra atıf sayısı minimum 5 olacak şekilde çalışmalar sınırlandırılarak haritalama yapılmıştır. Buna göre toplam 497 kaynağın 55 tanesi haritada yer almaktadır. E-atıkların geri dönüşümü konusunda dergilerin atıf analizinin yer aldığı bu harita Şekil 1’de verilmektedir.



Şekil 1. VOSviewer programından elde edilen Atıf-Kaynak Analizi bilimsel haritası

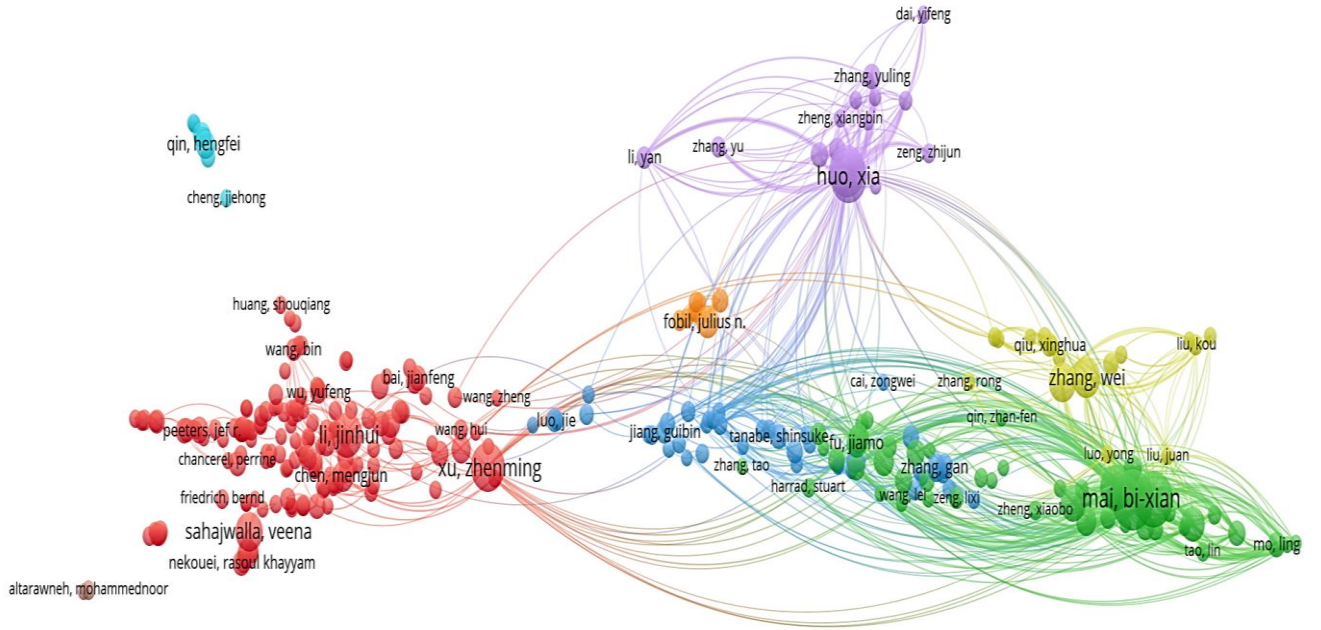
Konu ile ilgili olarak en çok atıf alan kaynak Şekil 1’de düğüm boyutundan da anlaşılacağı üzere “Environmental Science & Technology” dergisidir. Devamında ise sırasıyla “Science of the Total Environment”, “Resource Conservation and Recycling”, “Waste Management” ve “Journal of Cleaner Production” dergileri yer almaktadır. Konu benzerlikleri olan dergilerin aynı renk ile gösterildiği ve konum olarak da birbirlerine yakın oldukları görülmektedir.

3.2. Yazar-Atıf Analizi

VOSviewer programı bibliyometrik analiz yapmak için gerekli olan yazar-atıf ilişkisi için çalıştırılmıştır. Analiz esnasında toplam 8029 olan yazar sayısı, en az 5 çalışma yapmak koşulu getirilerek 298’e düşürülerek haritalama yapılmıştır. Tablo 1’de konuya ilişkin yapmış oldukları çalışmada en çok atıf alan ilk 10 yazarın çalışma sayıları, almış oldukları atıflar ve diğer yazarlar ile bağlantı güçleri verilmiştir.

Tablo 1. E-Atıkların geri dönüşümü konusunda en çok atıf alan yazarlar

Sıra	Yazar	Atıf sayısı	Makale Sayısı	Diğer yazarlar ile bağlantı gücü
1	Mai, Bi-Xian	3436	64	2789
2	Luo, Xiao-Jun	3249	56	2603
3	Huo, Xia	2680	51	2131
4	Xu, Xijin	2637	48	2094
5	Chen, She-Jun	2582	35	1852
6	Wong, Ming	1465	8	660
7	Wu, Jiang-Ping	1359	22	1284
8	Yang, Zhong-Yi	1258	13	1078
9	Li, Jinhui	1220	36	597
10	Fu, Jiamo	1142	16	716



Şekil 2. VOSviewer programı ile yapılan yazar-atıf ilişkisi bilimsel haritası

Tablo1’de ve Şekil 2’de görüldüğü üzere e-atık geri dönüşümü konusunda yapmış olduğu çalışmalara en çok atıf alan araştırmacı en büyük düğüme sahip olan Mai Bi-Xian’dır. Yazar yapmış olduğu 64 çalışmaya 3436 atıf almıştır. 2. Sırada 56 makale, 3249 atıf ile Luo Xiao-Jun, 3. Sırada 51 çalışma, 2680 atıf ile Huo Xia yer almaktadır. Atıf sıralamasında en çok dikkati çeken yazar 6. sırada yer alan Wong, Ming olup yazarın yapmış olduğu çalışma sayısı sadece 8’dir. Yazarın az sayıdaki makalesi olmasına rağmen yüksek oranda atıf alarak 298 yazar arasında üst sıralarda yer aldığı görülmektedir. Birbirine yakın konumlanan, aynı düğüm ve çizgi rengine sahip yazarlar benzer konularda çalışma yapmaktadır.

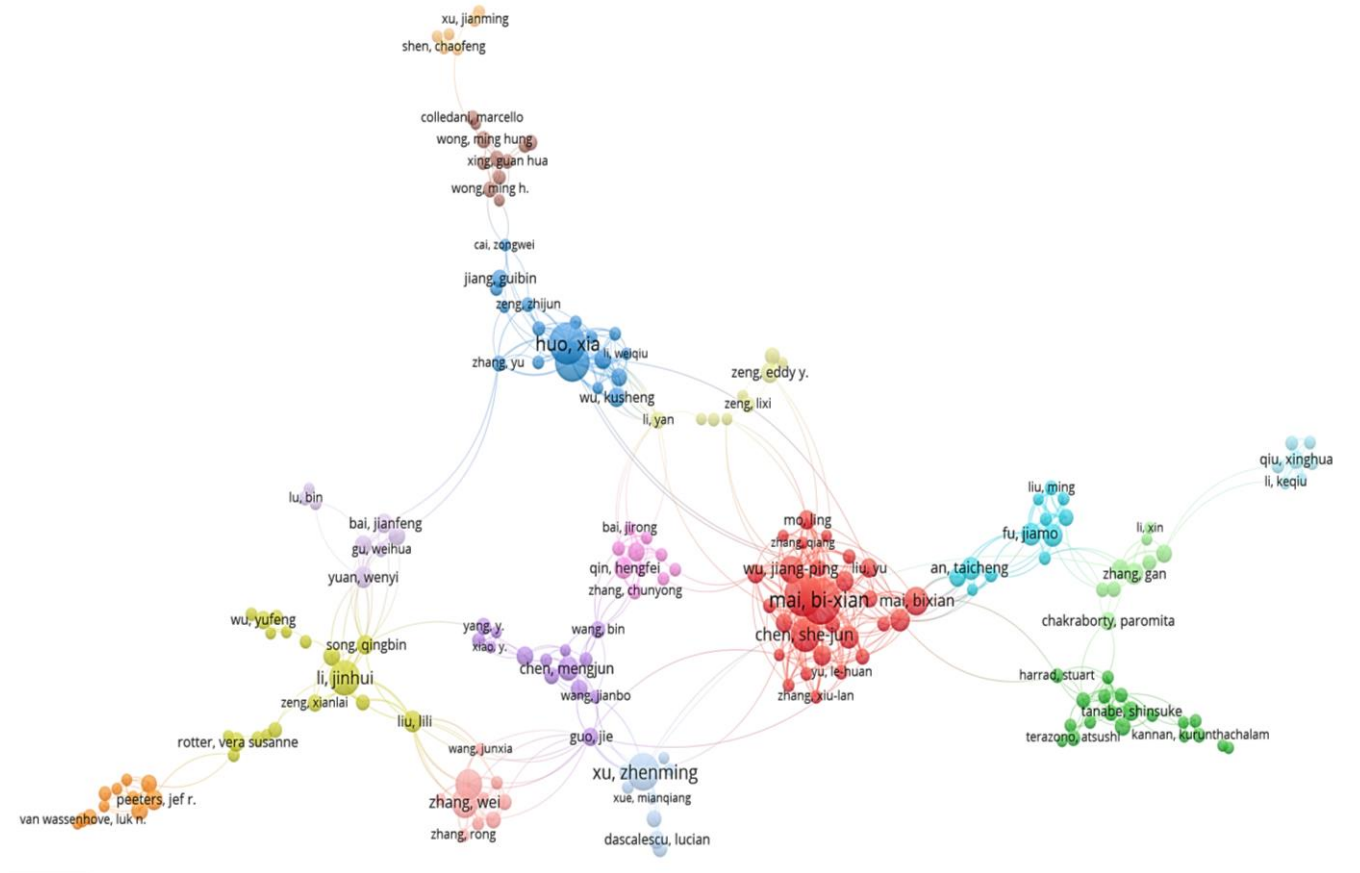
3.3. Anahtar Sözcük Analizi

VOSviewer programı aracılığı ile anahtar kelime analizi yapmak için 3182 makale için program çalıştırılmıştır. Sonuç olarak toplamda 5962 anahtar kelime kullanıldığı belirlenmiş ve en az 5 çalışmada geçmesi koşulu ile bu kelimeler sınırlandırılmıştır. Sınırlandırma neticesinde 305 adet anahtar kelime

En az 5 çalışmada geçen 305 anahtar kelimenin kullanım sıklıklarının ve bağlantı güçlerinin yer aldığı haritalama ise Şekil 3'te görülmektedir.

3.4. Ortak Yazar Analizi

E-atıkların geri kazanımı konusunu araştıran araştırmacıların bilimsel iş birliği yapısını belirlemek üzere VOSviewer programında ortak yazar analizi yapılmıştır. Çalışmaların tamamında toplam 8029 yazar yer almaktadır. Analizi gerçekleştirirken haritanın daha anlaşılır olması için bu alanda en az 5 makalesi olan araştırmacılar filtelenmiştir. Kalan 298 yazar üzerinden haritalama yapılarak Şekil 4 elde edilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere bu konunun öncüleri olan Mai, Bi-Xian ve iş birliği içerisinde olduğu yazarlar aynı renkte ve birbirine yakın olarak kümelenmiştir. Huo, Xia ve ortak çalışmalar yaptığı araştırmacılar aynı renk ve yakın konumda bulunmaktadır. Ayrıca ayrı ayrı kümelenen yazarların birbirleri ile de bağlantıları haritada görülmektedir.

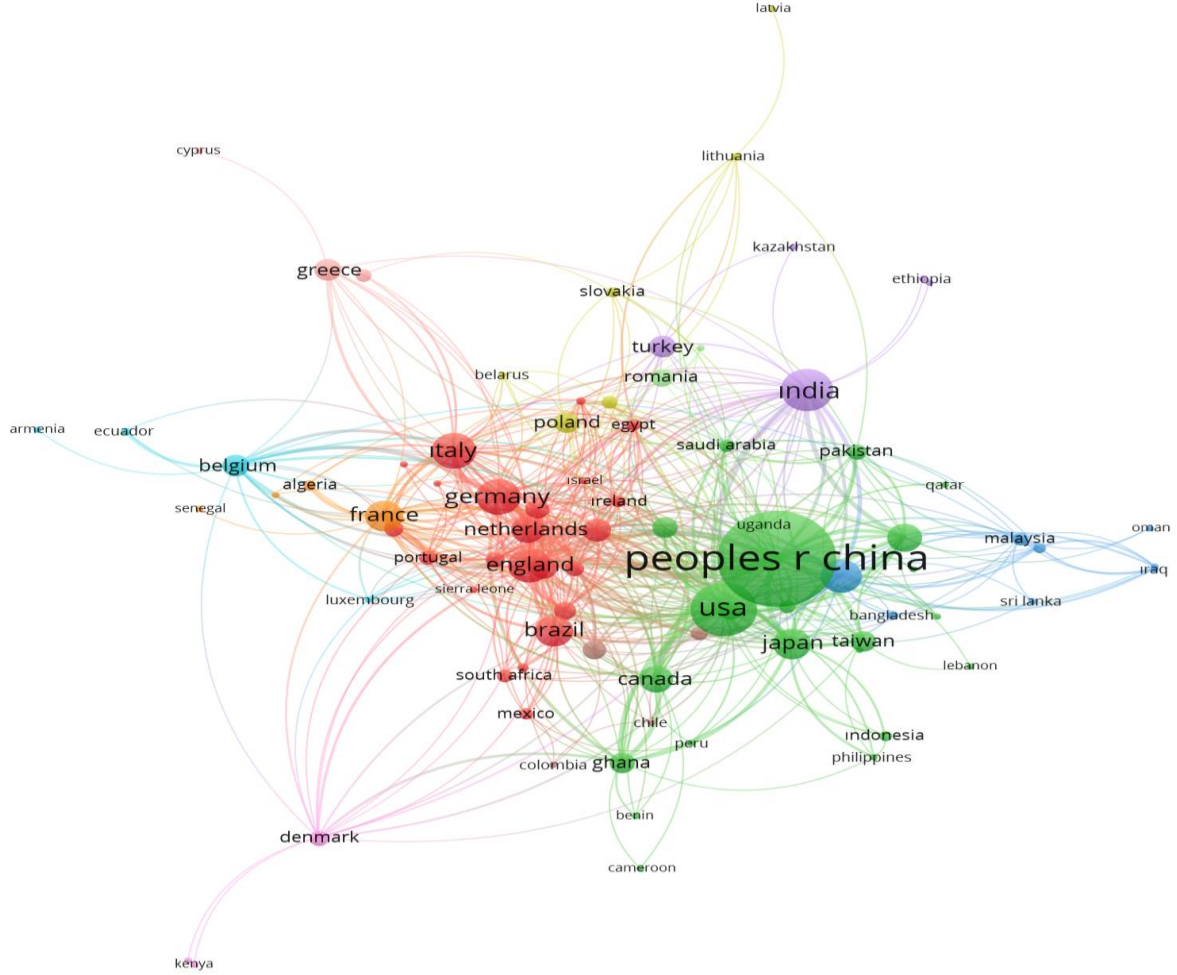


Şekil 4. VOSviewer programından elde edilen ortak yazar analizi bilimsel haritası

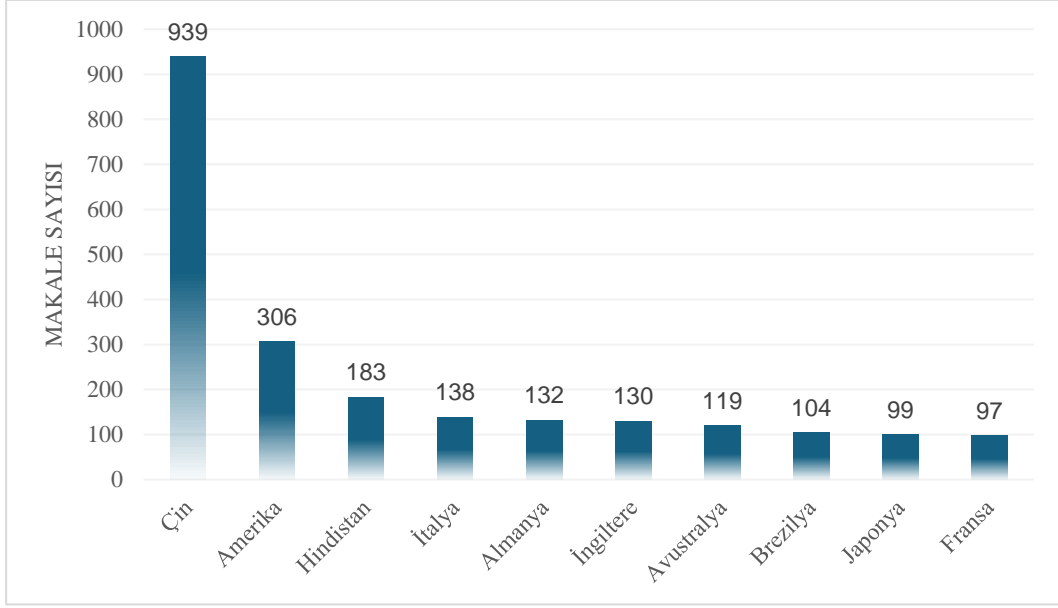
3.5. Yazar-Ülke Analizi

Çalışma sayısı 1, atıf sayısı 0 alınmıştır. 92 ülkenin her biri için, diğer ülkelerle olan bibliyografik eşleştirme bağlantılarının toplam gücü hesaplanmıştır. Daha sonra toplam bağlantı gücü en yüksek olan 92 ülke seçilerek harita oluşturulmuştur. Harita üzerindeki ülkeler arasındaki ilişki bağları oldukça

yoğun ve karmaşıktır (Kurutkan ve Orhan, 2018). Şekil5’ te görülen yazar-ülke analizine ilişkin haritada konu üzerinde en yoğun çalışan ülkeler birbirlerine yakın noktalarda kümelenmiştir. Harita bilimsel işbirliklerinde belirli ülkelerin merkezi rol oynadığını ve bu ülkeler arasında geniş çaplı bir işbirliği ağının bulunduğunu göstermektedir. Haritada Çin ve ABD en merkezi ve en fazla bağlantıya sahip ülkeler olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 5. VOSviewer programından elde edilen yazar-ülke ilişkisi bilimsel haritası



Şekil 6. 2003-2022 yılları arasında e-atık geri dönüşümü üzerine yapılan çalışmaların ülkelere dağılımı

E-atık geri dönüşümü üzerine 2003-2022 yılları arasında yapılan 3182 çalışmanın 939'unun Çin'de olduğu ve bu alanın öncü ülkesinin Çin olduğu Şekil 6' da görülmektedir. 2. Sırada ise çok daha düşük sayıda çalışma ile 306 makalenin yapıldığı Amerika bulunmaktadır. Sonrasında sırasıyla, birbirine daha yakın sayıda makalenin yapıldığı Hindistan, İtalya, Almanya ve İngiltere gelmektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Web Of Science veri tabanı kullanılarak e-atıkların geri kazanımı konusunda yapılan makalelerin 20 yıllık bir süreci kapsayacak şekilde bibliyometrik haritalaması yapılmıştır. Analiz çalışması için tarama neticesinde elde edilen makaleler detaylı incelenerek alakasız olanları elenmiş ve sonuç olarak toplam 3182 çalışmaya ilişkin veriler VOSviewer programında incelenmiştir. Analizde dergiler, yazarlar, ülkeler, kurumlar ve aralarındaki ilişkiler ele alınmıştır. Aynı zamanda çalışmalar aldıkları atıflar açısından ve kullanılan anahtar kelimeler açısından da analiz edilmiştir. Sonuç olarak ilgili konuda en çok çalışma yapan ve diğer araştırmacılardan en çok atıf alan araştırmacının Mai, Bi-Xian olduğu, en çok çalışma yapılan ülkenin ise diğer ülkelere göre yüksek bir oranla Çin olduğu tespit edilmiştir. Çin'in hızlı gelişen teknolojisi, elektrikli ve elektronik eşyaların üretimindeki rolü ve yüksek nüfus potansiyeli dikkate alındığında e-atıklar ile ilgili en çok problem yaşayan ülke olduğu düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında diğer ülkelere göre daha fazla araştırmacının yapıyor olması ve böyle büyük bir problem karşısında kalıcı çözümler araması kaçınılmaz olmaktadır. Çalışmaların geneline bakıldığında en çok kullanılan anahtar sözcükler "recycling" ve "e-waste" olmuştur. Programdan elde edilen sonuçlarda "recycling" kelimesi en çok kullanılan kelime gibi görünse de gerçekte, "e-waste", "electronic waste" ve "WEEE" aynı anlamlara geldiği için e-atık kavramının en çok kullanılan anahtar sözcük olduğu söylenebilmektedir. Yapılan bu çalışmayla e-atıkların geri dönüşümü konusunda yapılan makaleler, bundan sonra yapılacak makalelere yön verecek şekilde

sınıflandırılmış ve görselleştirilmiştir. İlerleyen süreçte farklı veritabanlarından yapılan taramalardan elde edilen makaleler de eklenerek analiz kapsamının genişletilmesi, ayrıca VOSviewer programı yanında bibliyometrik haritalama yapılan “CiteSpace”, “Bibexcel”, “Scimat”, Vivo, Histcite, Ucinet, Pajek gibi programların da kullanılması düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar, makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Aker H., Ateş C., Gencer M. Radyo, televizyon ve sinema anabilim dalının göstergibilim ile imtihanı: Bibliyometrik bir analiz. *Medya ve Kültürel Çalışmalar Dergisi* 2023; 5(2): 23-43.
- Arslan E. Sosyal bilim araştırmalarında VOSviewer ile bibliyometrik haritalama ve örnek bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2022; 22(Özel Sayı 2): 33-56.
- Cao Y., Wang X., Yang Z., Wang J., Wang H., Liu Z. Research in marine accidents: A bibliometric analysis, systematic review and future directions, *Ocean Engineering*, 2023; 284: 115048.
- Chakraborty SC., Qamruzzaman M., Zaman MWU., Alam M, Hossain D., Pramanik BK., Nguyen LN., Nghiem LD., Ahmed MF., Zhou JL., Mondal IH, Hossain MA., Johir MAH., Ahmed MB., Sithi JA., Zargar M., Moni MA. Metals in e-waste: Occurrence, fate, impacts and remediation technologies, *Process Safety and Environmental Protection*, 2022; 162: 230-252.
- Gao M., Chen Y. Multi-agent collaborative model of e-waste recycling, *Journal of Environmental Management* 2024; 349, 119457.
- Herat S., Agamuthu P. E-Waste: A problem or an opportunity? Review of issues, challenges and solutions in Asian Countries, *Waste Management & Research*, 2012; 30: 1113-1129.
- Hsu J., Wang, J., Stern, M. E-Waste: A global problem, its impacts, and solutions. *Journal of Global Information Management* 2024; 32(1): 1-28.
- Kurutkan MN., Orhan F. Sağlık politikası konusunun bilim haritalama teknikleri ile analizi. *İksad Yayınevi*, 2018.
- Liu K., Tan Q., Yu J., Wang M. A global perspective on e-waste recycling. *Circular Economy* 2023; 2(1): 100028.
- Neves SA., Marques AC., Silva IP. Promoting the circular economy in the EU: How can the recycling of e-waste be increased?. *Structural Change and Economic Dynamics* 2024; 70: 192-201.
- Öztürk N., Kurutkan MN. Kalite yönetiminin bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmesi. *Journal of Innovative Healthcare Practices* 2020; 1(1): 1-13.

- Rinanda R., Sun Y., Chang K., Sulastri R., Cui X., Cheng Z., Yan B., Chen G. Plastic waste management: A bibliometric analysis (1992–2022). *Sustainability* 2023; 15: 16840.
- Robinson Brett H. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. *Science of the Total Environment* 2009; 408(2): 183-191.
- Shreyas Madhav AV., Rajaraman R, Harini S., Kiliroor CC. Application of artificial intelligence to enhance collection of E-waste: A potential solution for household WEEE collection and segregation in India. *Waste Manag Res.* 2022 Jul; 40(7): 1047-1053.
- Van Eck NJ., Waltman L., Noyons ECM., Buter RK. Automatic term identification for bibliometric mapping. *Scientometrics* 2010, 82, 581–596.
- Xia J., Ghahreman A. Sustainable technologies for the recycling and upcycling of precious metals from e-waste. *Science of The Total Environment* 2024; 916: 1-19.
- Yuhao Cao., Xinjian Wang., Zaili Yang., Jin Wang., Huanxin Wang., Zhengjiang Liu. Research in marine accidents: A bibliometric analysis, systematic review and future directions. *Ocean Engineering*, 284, 2023, 115048.