



Research Article

THE FLIP SIDE OF DIGITAL TECHNOLOGY: E-WASTE IN THE TRILOGY OF ATTITUDE, INTENTION AND BEHAVIOR

DİJİTAL TEKNOLOJİNİN DİĞER YÜZÜ: TUTUM, NİYET VE DAVRANIŞ ÜÇLEMESİNDE E-ATIK

Ece ÖZER ÇİZER¹ ve İbrahim KIRÇOVA²

¹ Arş. Gör. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul Türkiye, ece.ozar@icloud.com

ORCID: 0000-0002-8597-2073

² Prof. Dr. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul Türkiye, ibrahimkircova@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2381-5459

Article Info:

Received: February, 19, 2025

Revised: April, 22, 2025

Accepted: May, 08, 2025

Keywords:

e-waste

electronic waste

WEEE

sustainability

recycling

circular economy

Anahtar Kelimeler:

e-atık

elektronik atık

WEEE

sürdürülebilirlik

geri dönüşüm

döngüsel ekonomi

DOI:10.46238/jobda.1642774

ABSTRACT

Disposal of electronic devices and components, namely e-waste, is becoming a growing problem due to its negative effects on the environment and human health. This study conducted a systematic review of 350 articles in the Web of Science database, identifying key themes such as circular economy, sustainability, and urban mining. The study also identified new trends focusing on new topics that will guide future research, such as sustainable consumption. The study proposes a conceptual framework that will guide governments, consumers, and companies in addressing the e-waste problem. It emphasizes that policy makers should facilitate decision-making processes regarding e-waste, consumers should understand the consequences of how they dispose of their e-waste, and companies should view e-waste as a source of value rather than waste. This article presents a comprehensive theoretical research framework to increase awareness and knowledge about environmentally sound e-waste disposal behaviors and to guide future research in this area.

ÖZ

Elektronik cihaz ve bileşenlerin atılması, yani e-atık, çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle giderek büyüyen bir sorun haline gelmektedir. Bu çalışma, Web of Science veri tabanında yer alan 350 makale üzerinde sistematik bir inceleme yaparak döngüsel ekonomi, sürdürülebilirlik ve şehir madenciliği gibi temel temaların öne çıktığını belirlemiştir. Ayrıca çalışmada sürdürülebilir tüketim gibi gelecekteki araştırmalara yön verecek yeni konuların odaklandığı yeni eğilimler de tespit edilmiştir. Çalışmada, hükümetlerin, tüketicilerin ve şirketlerin e-atık sorununu ele almalarına rehberlik edecek kavramsal bir çerçeve önerilmektedir. Politika yapıcılarının e-atık ile ilgili karar alma süreçlerini kolaylaştırması, tüketicilerin e-atıklarını nasıl bertaraf ettiklerinin sonuçlarını anlaması ve şirketlerin e-atığı atık olarak değil, bir değer kaynağı olarak görmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu makale, çevreye duyarlı e-atık bertarafı davranışlarına ilişkin farkındalık ve bilgi düzeyini artırmak ve bu alandaki gelecek araştırmalara rehberlik etmek için kapsamlı bir teorik araştırma çerçevesi sunmaktadır. © 2024 JOBDA All rights reserved

1 | GİRİŞ

Elektronik atık, yani e-atık, dijital teknolojilerin hızla geliştiği ve dijital ekonominin şekillendiği bu çağda göz ardı edilen ancak hızla büyüyen küresel bir sorundur. E-atık, kullanım ömrünü tamamlamış akıllı telefonlar, dizüstü bilgisayarlar, bilgisayarlar ve diğer dijital cihazların doğrudan çöpe atılmasıyla oluşmaktadır (Kumar ve ark., 2017). Dijital ekonomi, yaşamımızı, çalışma biçimimizi ve iletişimimizi kökten değiştirmiş, hayatımızı daha kolay, verimli ve bağlantılı hale getirmiştir (Li ve ark., 2022). Ancak, teknolojik yeniliklerin hızlı ilerleyişi, e-atık miktarının da önemli ölçüde artmasına yol açmıştır (Tembhare ve ark., 2021).

Birleşmiş Milletler'in bir raporuna göre, dünya 2019 yılında 53,6 milyon metrik ton e-atık üretmiştir ve bu miktarın 2030 yılına kadar 74 milyon metrik tona ulaşması beklenmektedir. Raporda ayrıca, 2019'da üretilen e-atığın yalnızca %17,4'ünün toplanarak geri dönüştürüldüğü, geri kalan kısmının ise çöplüklere gönderildiği veya yakıldığı belirtilmektedir. Bu durum, çevresel ve sağlık açısından ciddi tehlikeler oluşturmaktadır (Forti ve ark., 2020). Dijital ekonomi de e-atık üretimindeki artışın en büyük nedenlerinden biridir. Sürekli olarak en yeni ve en iyi cihazlara sahip olma isteği, elektronik cihazların kısa ömürlü olmasıyla birleştiğinde, büyük miktarda e-atık oluşmasına neden olmaktadır (Saritha ve ark., 2015; Arya ve Kumar, 2020). Ayrıca, dijital ekonominin büyümesiyle birlikte elektronik cihazlar daha erişilebilir ve uygun fiyatlı hale gelmiş, özellikle gelişmekte olan ülkelerde e-atık yönetimi konusunda yetersiz kalınmasına yol açmıştır.

E-atık sadece çevresel bir sorun değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik bir meseledir. Yanlış yöntemlerle bertaraf edilen e-atıklar, toprak, su ve hava kirliliğine neden olan tehlikeli kimyasallar ve ağır metallerin çevreye salınmasına sebep olabilir. Bu durum, özellikle çöplüklerin ve geri dönüşüm tesislerinin yakınında yaşayan insanlar için ciddi sağlık riskleri oluşturmaktadır (Masud ve ark., 2019; Lebbie ve ark., 2021; Maes ve Preston-Whyte, 2022). Öte yandan, e-atıkların içerisinde geri dönüştürülebilecek değerli metaller ve malzemeler bulunmaktadır (Kumar ve Singh, 2019). Ancak, mevcut e-atık yönetimi uygulamaları genellikle e-atıkların gelişmekte olan ülkelere ihraç edilmesine dayalıdır. Bu ülkelerde genellikle sağlıksız ve tehlikeli koşullarda geri dönüşüm yapılmakta, bu da çalışanlar için ciddi sağlık ve güvenlik riskleri doğurmaktadır (Sengupta ve ark., 2022; Saphores ve ark., 2012).

E-atık sorununu ele almak için bütüncül bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Bu kapsamda, dayanıklı, tamir edilebilir ve geri dönüştürülebilir elektronik ürünler tasarlamak, sorumlu e-atık yönetimi uygulamalarını hayata geçirmek, elektronik cihazların yeniden kullanımını teşvik etmek ve tüketicileri bilinçlendirmek büyük önem taşımaktadır (Gunarathne ve ark., 2020; Islam ve ark., 2021; Yu ve ark., 2023). Hükümetler, sürdürülebilir üretim ve tüketimi teşvik eden politikalar ve düzenlemeler geliştirmek, toplama ve geri dönüşüm sistemleri kurmak, çevresel ve sağlık standartlarını uygulamak gibi konularda etkin bir rol üstlenmelidirler (Turaga ve ark., 2019; Sari ve ark., 2021; Juma ve ark., 2022). Sonuç olarak, e-atık, küresel bir sorun olup acil müdahale gerektirmektedir (Wang ve ark., 2011). Dijital ekonomi birçok avantaj sağlamış olsa da e-atık üretiminde artışa sebep olmuştur (Asibey ve ark., 2023). Sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için, sorumlu e-atık yönetimi uygulamalarının benimsenmesi, elektronik cihazların yeniden kullanımının teşvik edilmesi ve sürdürülebilir üretim ve tüketimi destekleyen politikaların geliştirilmesi gerekmektedir (Shao ve ark., 2021; Liu ve ark., 2022; Murthy ve Ramakrishna, 2022; Pajunen ve Holuszko, 2022; Ghosh ve ark., 2022).

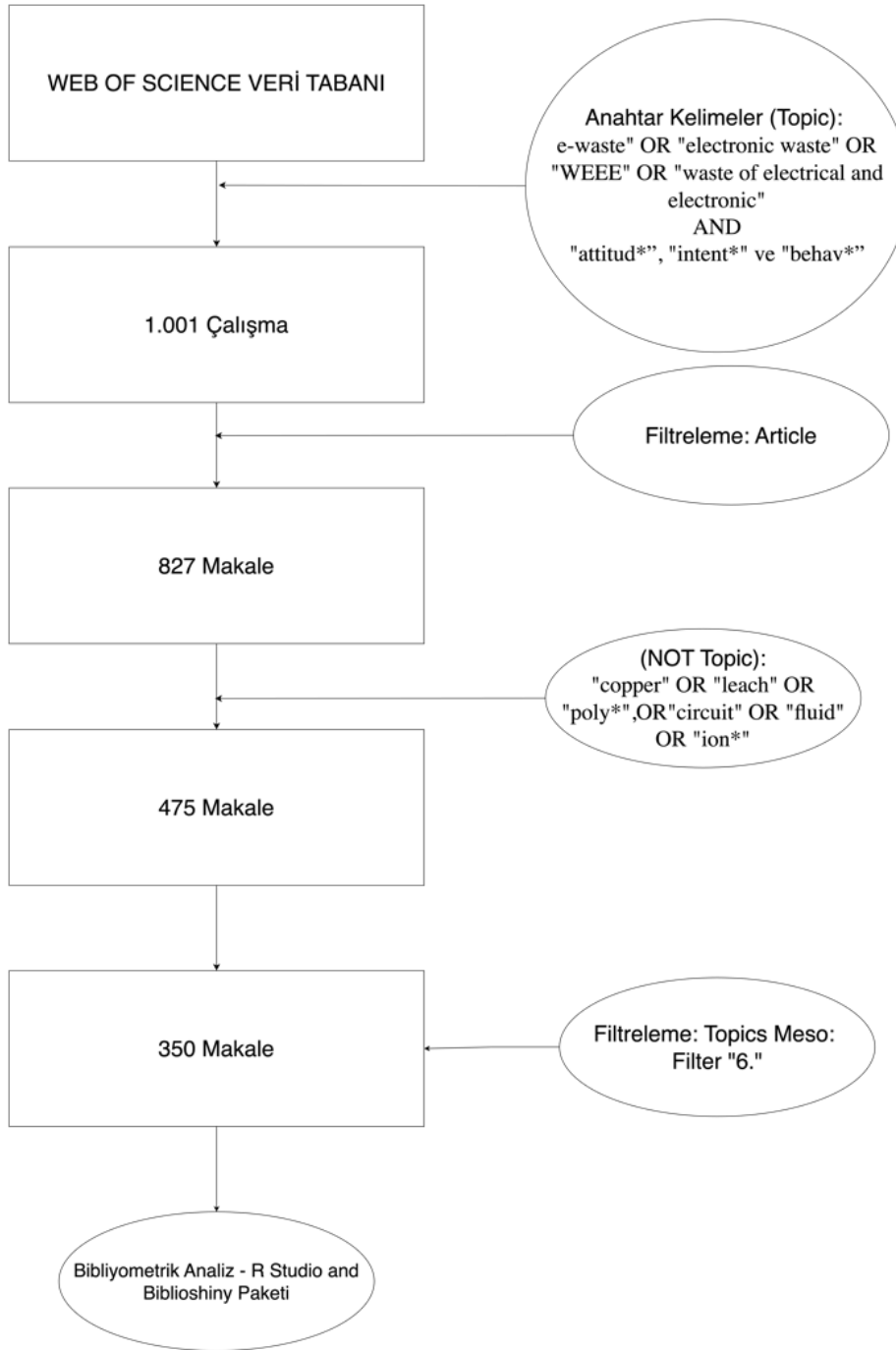
Bu çalışma, dijital ekonominin şekillendirdiği teknolojilerin gölgede kalan yönlerinden biri olan e-atık sorununa odaklanmaktadır. Mevcut literatürde e-atık ile ilgili tutum, niyet ve davranış çerçevesinde yapılan çalışmalara bibliyometrik analiz uygulanarak bilgi haritası çıkarılmış ardından son iki yıla yönelik derinlemesine makale incelemesi yapılmıştır. Araştırmanın bulguları, konuyla ilgili geçmiş ve mevcut durumları ortaya koymakta ve gelecekte büyümesi beklenen temaları vurgulamaktadır.

2 | VERİ TOPLAMA VE BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Bibliyometrik analiz için veriler "Web of Science" veri tabanından toplanmıştır. Sosyal bilimler alanında ilgili makaleleri belirlemek amacıyla geliştirilmiş bir arama yapılmış ve "e-waste", "electronic waste", "WEEE" ve "waste of electrical and electronic" (sırasıyla: e-atık, elektronik atık, WEEE, elektrikli ve elektronik atık) gibi anahtar kelimeler; "attitud*", "intent*" ve "behav*" (sırasıyla: tutum, niyet, davranış) kelimeleriyle birlikte kullanılmıştır. Bu arama sonucunda elde edilen 827 makalelik veri kümesi, kimya ve mühendislik alanlarıyla ilgili "copper", "leach", "poly*", "circuit", "fluid" veya "ion*" (sırasıyla: bakır, sızıntı, polimer, devre, akışkan, iyon) gibi anahtar kelimeleri içeren makaleleri hariç tutmak için filtrelenmiştir. Ayrıca, sosyal bilimler ile daha yakından ilişkili olmasını sağlamak amacıyla yalnızca meso konusuna ait ve atıf numarası "6." ile başlayan

makaleler dahil edilmiştir. Arama, 2004-2023 yıllarını kapsayacak şekilde belirlenmiş ve yalnızca İngilizce yazılmış makaleler dahil edilmiştir. Yalnızca "articles" (makaleler) türündeki çalışmalar değerlendirilmiş ve arama kapsamı sosyal bilimlerle sınırlandırılmıştır. Bu dahil etme kriterlerinin uygulanmasının ardından, analiz için 350 makaleye indirgenmiş veri kümesi oluşturulmuştur. Elde edilen veriler, bibliyometrik analiz için güçlü bir araç olan "R Studio" programına aktarılarak makaleler arasındaki eğilimleri, desenleri ve ilişkileri belirlemek amacıyla analiz edilmiştir. Sistematik bir veri toplama ve seçim süreci izlenerek, analizde kullanılan verilerin alana uygunluğu ve kalitesi sağlanmıştır. Sonuç olarak, 350 makaleden oluşan bu veri kümesi, detaylı analizler için yönetilebilir bir büyüklüğe sahiptir ve "R Studio"nın kullanımı sayesinde verilerin kapsamlı bir şekilde incelenmesi mümkün olmuştur. Ardından son iki yılda (2023-2024) yayınlanan makalelerin derinlemesine incelemesi yapılmıştır. Şekil 1, bibliyometrik çalışmanın aşamalarını özetlemektedir.

Şekil 1: Araştırma Tasarımı



3 | ANALİZ BULGULARI

"R Studio" ve "Biblioshiny" (Biblioshiny paketi), veri kümesini analiz etmek ve bu alandaki belge dağılımı, önemli yazarlar, etkili makaleler, önde gelen dergiler, lider ülkeler ve dikkat çeken kurumlar hakkında derinlemesine içgörüler elde etmek için kullanılmıştır.

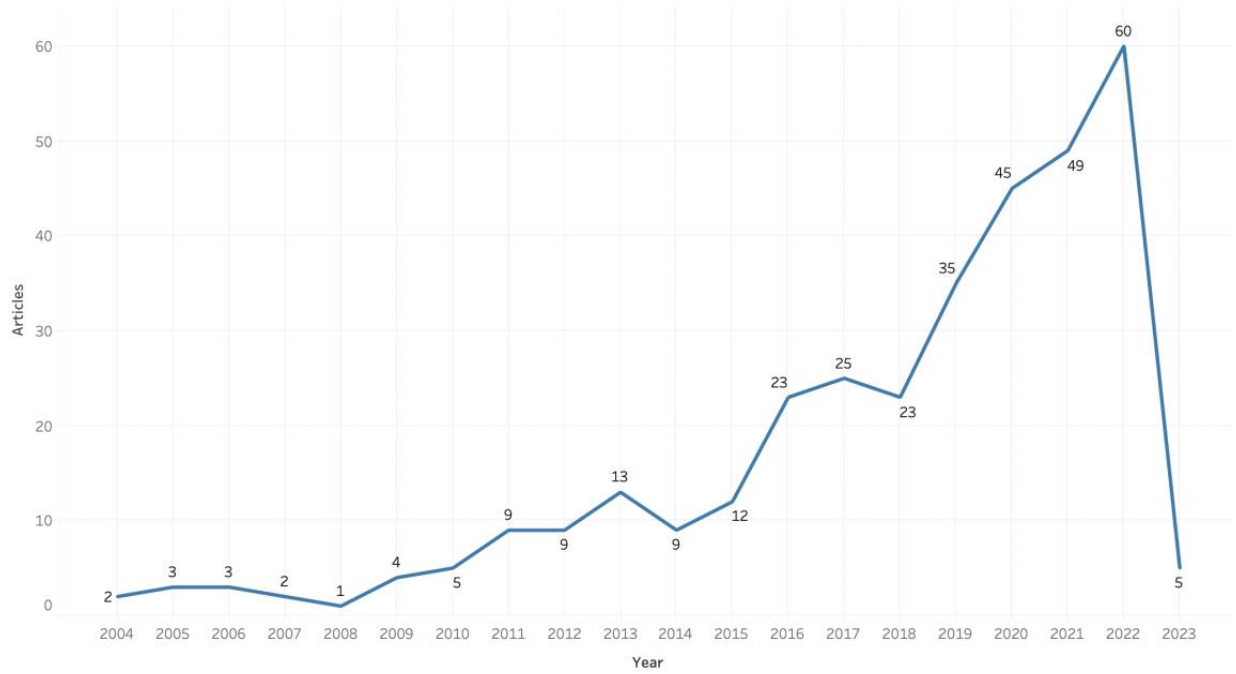
3.1 Ana Bilgiler

Çalışma veri kümesi, 2004 ile 2023 yılları arasında yayımlanmış toplam 350 makale içermektedir ve bu makalelerde 981 anahtar kelime kullanılmıştır. Bu makalelerden 21'i tek yazarlı, 1016'sı ise çok yazarlı olarak yayımlanmıştır. Ortalama olarak, her yazar veri kümesinde 2.96 çalışmaya katkıda bulunmuştur.

3.2 Yıllık Bilimsel Yayın Dağılımı

Şekil 2, 2004'ten 2023'e kadar seçilen makalelerin yıllık yayın dağılımını göstermektedir. Veriler, 2018 itibarıyla bu konuda yayımlanan makale sayısında önemli bir artış olduğunu ortaya koymaktadır. 2011 öncesinde yalnızca birkaç düzensiz makale yayımlanmış olup, bu durum konunun görece yeni bir araştırma alanı olduğunu ve akademik çevrelerde giderek daha fazla ilgi gördüğünü göstermektedir.

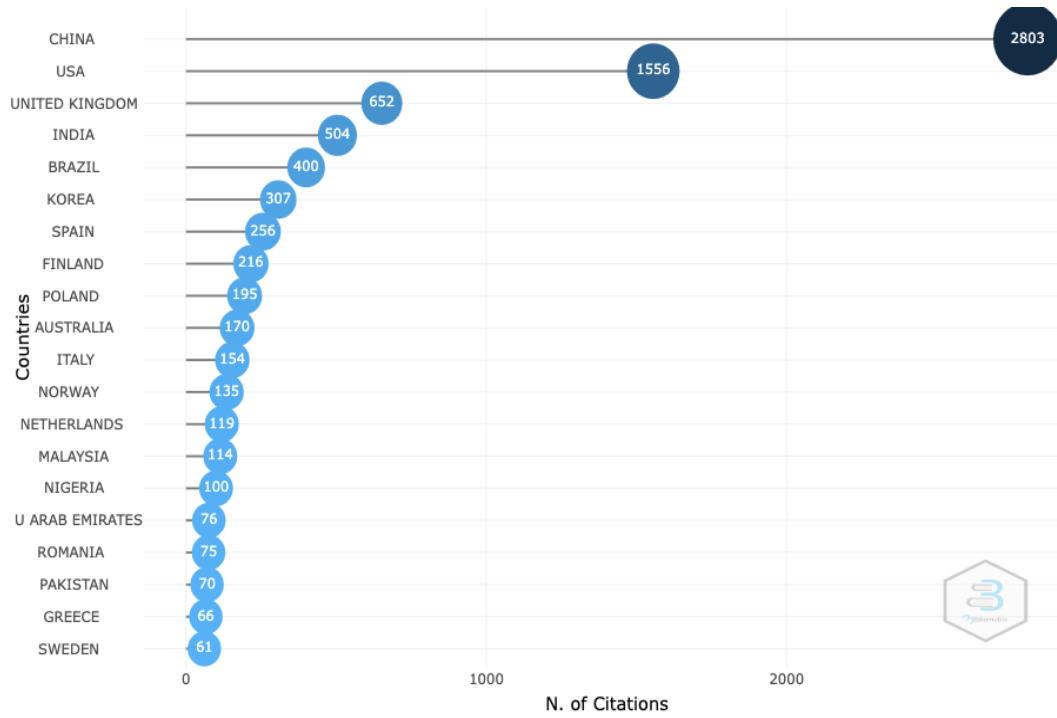
Şekil 2. Yıllara Göre Dağılım



3.3 En Etkili Ülkeler

Veri seti, incelenen çalışmalar arasında Çin'in en etkili ülke olduğunu ortaya koymuştur. Çin'i sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık ve Hindistan takip etmektedir.

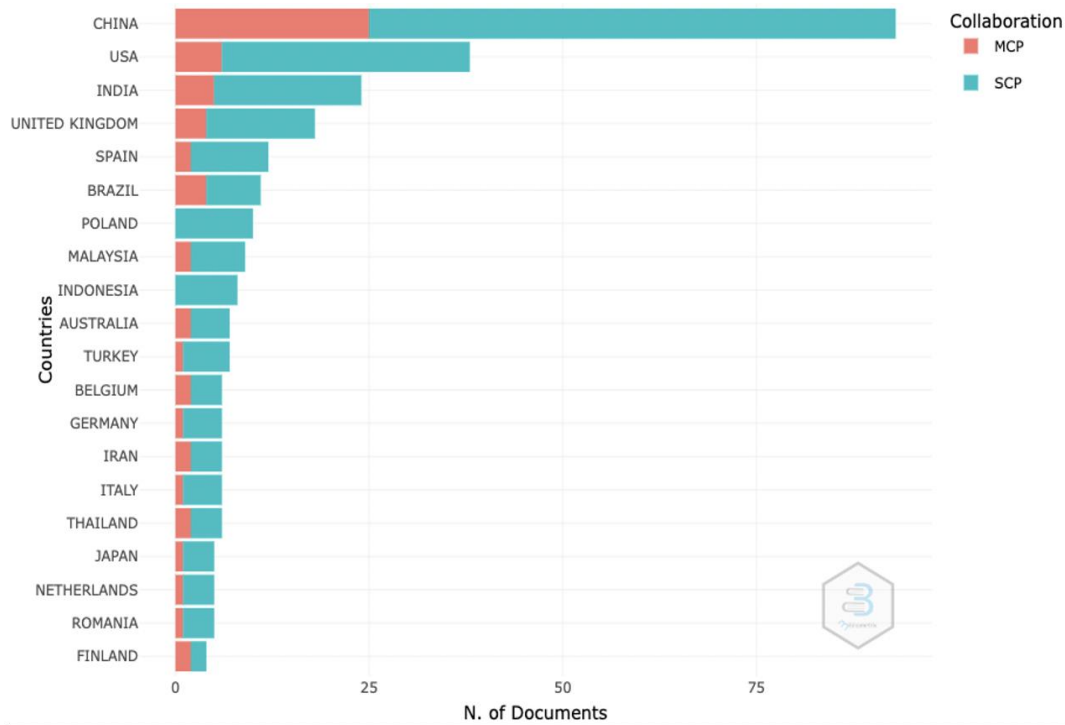
Şekil 3. En Etkili Ülkeler



3.4 Sorumlu Yazarın Ülkesi

Yayınların sorumlu yazarlarının ülkeleri analiz edilmiş ve Şekil 4'te sunulmuştur. Şekil 4'te gösterilen verilere göre, en fazla yayına sahip ülke Çin olup, onu sırasıyla ABD, Hindistan ve Birleşik Krallık takip etmektedir. Grafikteki yeşil bölümler tek bir ülkeye ait yayınları, turuncu bölümler ise birden fazla ülkenin ortak yayınladığı çalışmaları temsil etmektedir.

Şekil 4. Sorumlu Yazarın Ülkesi

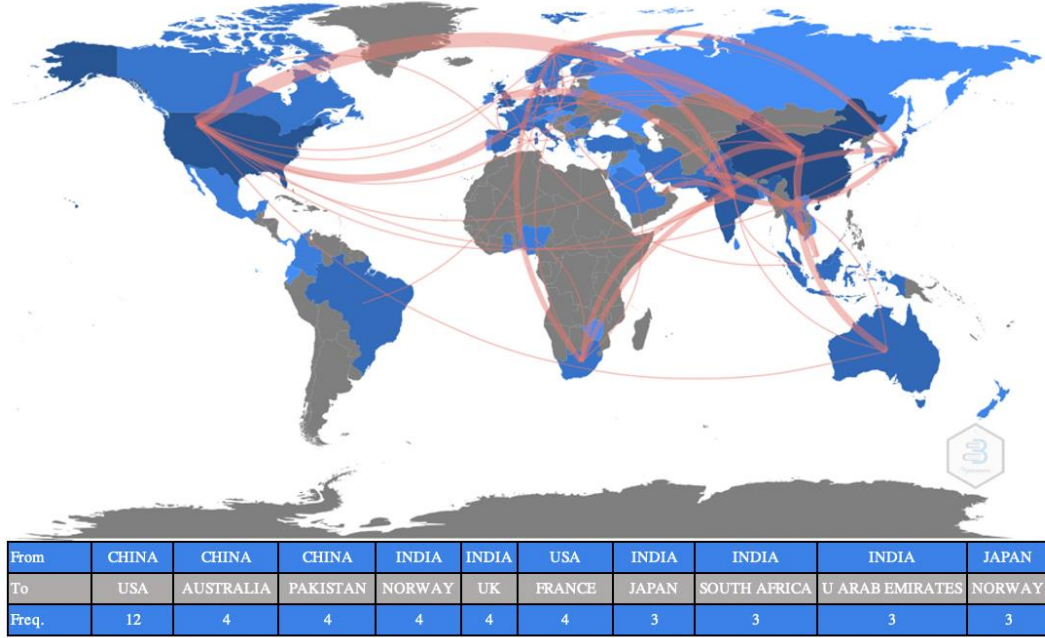


Country	China	Usa	India	UK	Spain	Brazil	Poland	Malaysia	Indonesia	Australia	Turkey	Belgium	Germany	Iran	Italy	Thailand	Japan	Netherlands	Romania	Finland
SCP	68	32	19	14	10	7	10	7	8	5	6	4	5	4	5	4	4	4	4	2
MCP	25	6	5	4	2	4	0	2	0	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2

3.5 Ülke İş Birliği Haritası

Ülkeler arasındaki iş birliği sıklığı Şekil 5'te sunulmuştur. Şekil 5'e göre, en yüksek iş birliği sıklığına sahip ülke Çin'dir. En sık gerçekleşen iş birlikleri ise sırasıyla Çin-ABD (12), Çin-Avustralya (4) ve Çin-Pakistan (4) olarak belirlenmiştir.

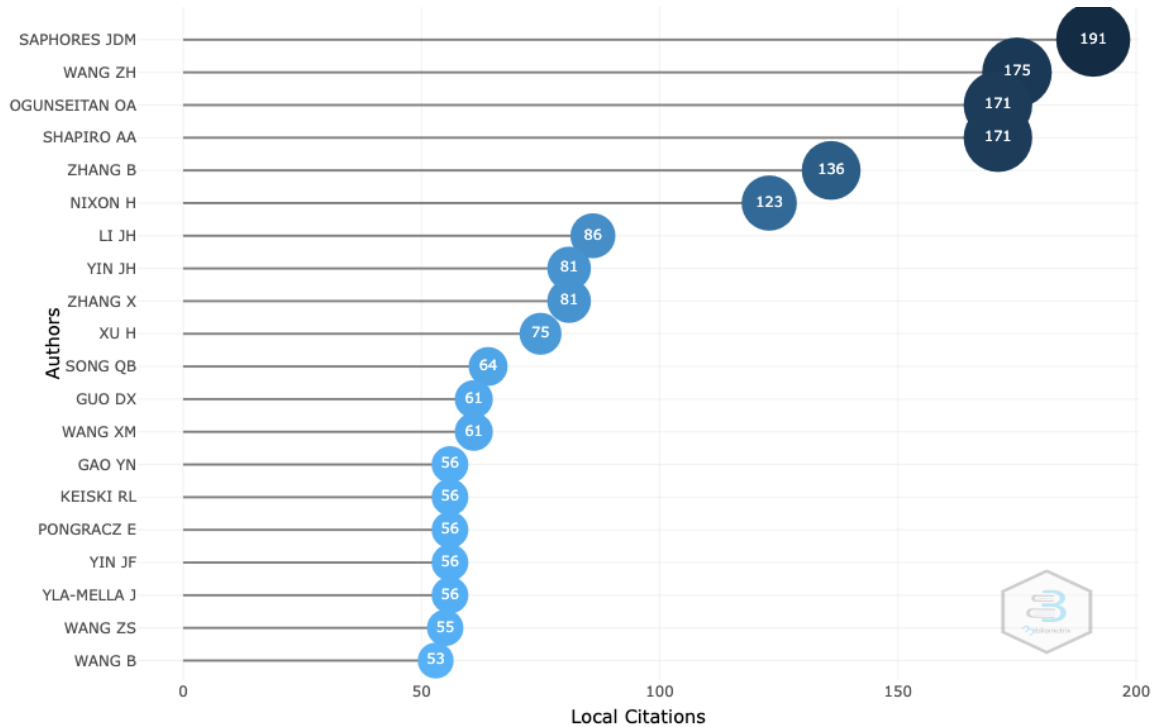
Şekil 5. Ülke İş Birliği Haritası



3.6 En Etkili Yazarlar

Şekil 6'ya göre, veri setinde en fazla çalışmaya sahip yazar 191 makale ile Saphores JDM olup, en etkili yazar konumundadır. Saphores'i sırasıyla Wang ZH, Ogunseitán OA ve Shapiro AA takip etmektedir.

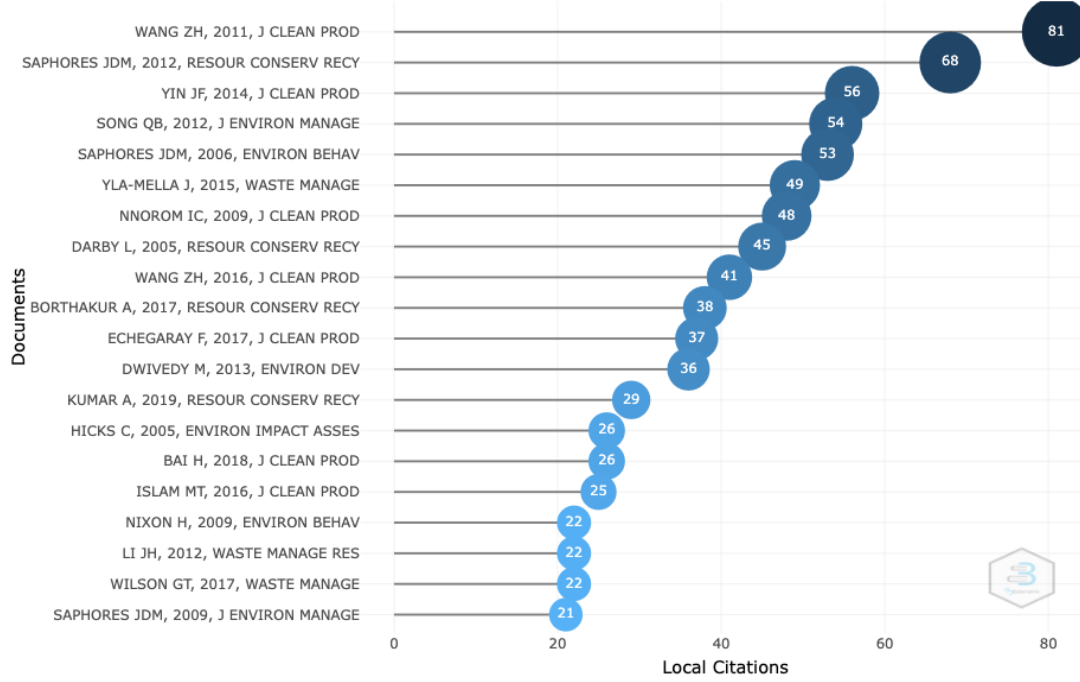
Şekil 6. En Etkili Yazarlar



3.7 En Etkili Makaleler

En etkili makaleler ve yerel-küresel atıfları hakkında bilgi sağlayan Şekil 7'ye göre, Wang ve ark. tarafından 2011 yılında yürütülen "Willingness and Behavior towards E-Waste Recycling for Residents in Beijing City, China" başlıklı çalışma, 81'lik yerel atıf puanı ile en etkili makale olarak belirlenmiştir. Tablo, e-atık geri dönüşümü için gönüllü olma isteği konusunun yaygın olarak araştırıldığını göstermektedir.

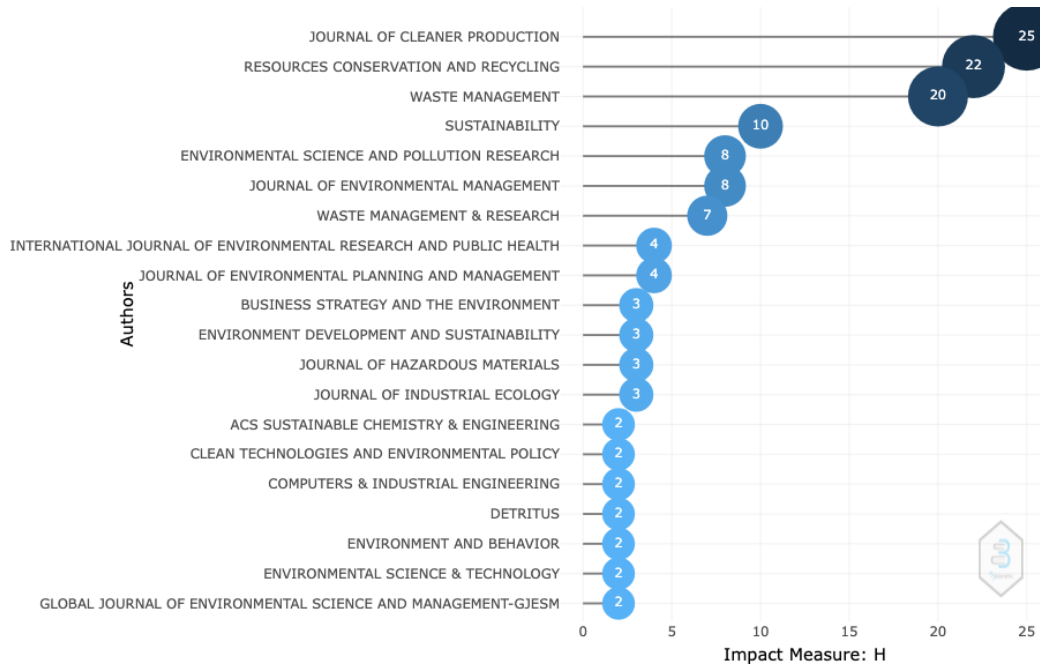
Figure 7. En etkili makaleler ve yerel-küresel atıflar



3.8 En Etkili Dergiler

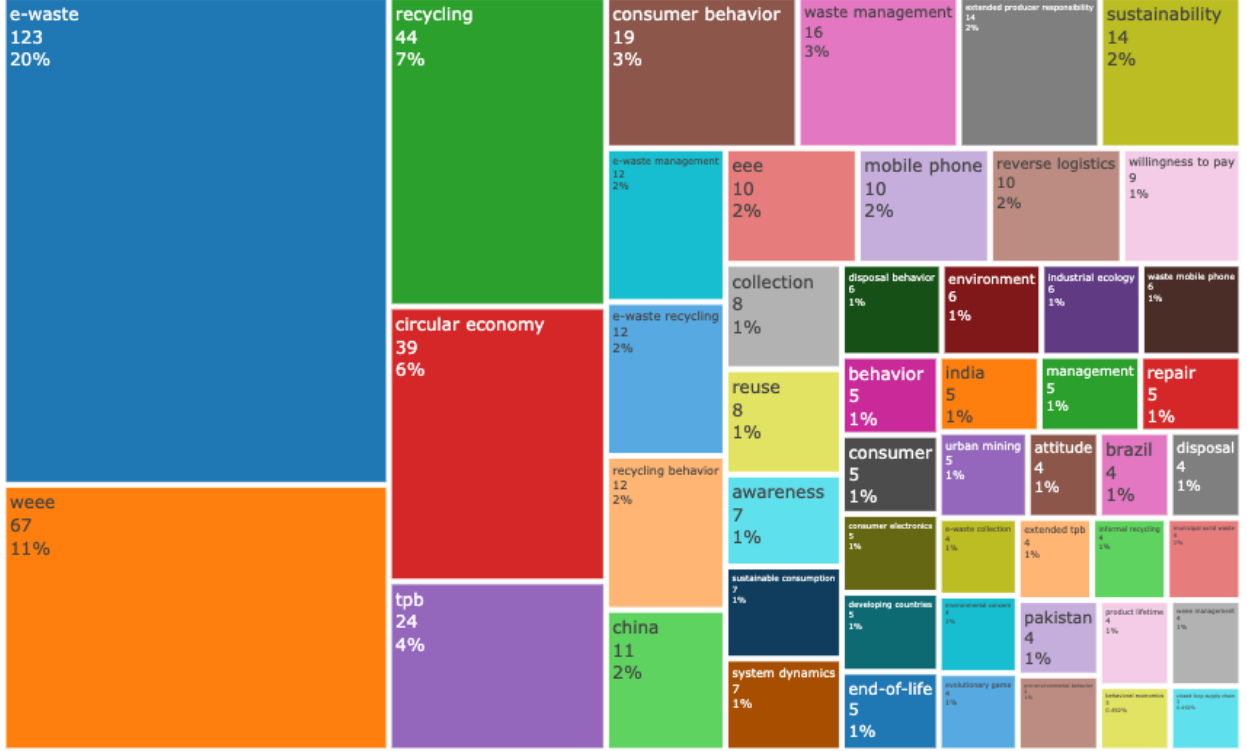
Şekil 8, H-Index'lerine göre sıralanan en etkili dergileri göstermektedir. Tabloya göre, "Journal of Cleaner Production" dergisi 25'lik en yüksek H-Index'e sahipken, onu 22'lik H-Index'e sahip "Resources Conservation and Recycling" ve 20'lik H-Index'e sahip "Waste Management" takip etmektedir.

Figure 8. H Endeksi'ne göre en etkili dergiler



Şekil 11, çalışmanın veri setine ilişkin kelime ağacını ve kelimelerin karşılık gelen frekans dağılımını göstermektedir. Kelime bulutunda yer alan belirgin kelimelerin yanı sıra, literatürde sıkça tartışılan bazı e-atıkla ilgili terimler de bulunmaktadır, bunlar arasında "waste management" (atık yönetimi), "extended producer responsibility" (genişletilmiş üretici sorumluluğu), "sustainability" (sürdürülebilirlik), "e-waste management" (e-atık yönetimi), "e-waste recycling" (e-atık geri dönüşümü) ve "recycling behavior" (geri dönüşüm davranışı) yer almaktadır.

Şekil 11. Kelime Ağacı



3.11 Ortak Görülme Ağı – Anahtar Kelimeler

Şekil 12, anahtar kelimelerin ortak görülme ağını göstermektedir ve dört ayrı kümenin oluşumunu ortaya koymaktadır. Bu kümeler, anahtar kelimelerin birlikte görülme sıklığına göre birbirine bağlanmıştır.

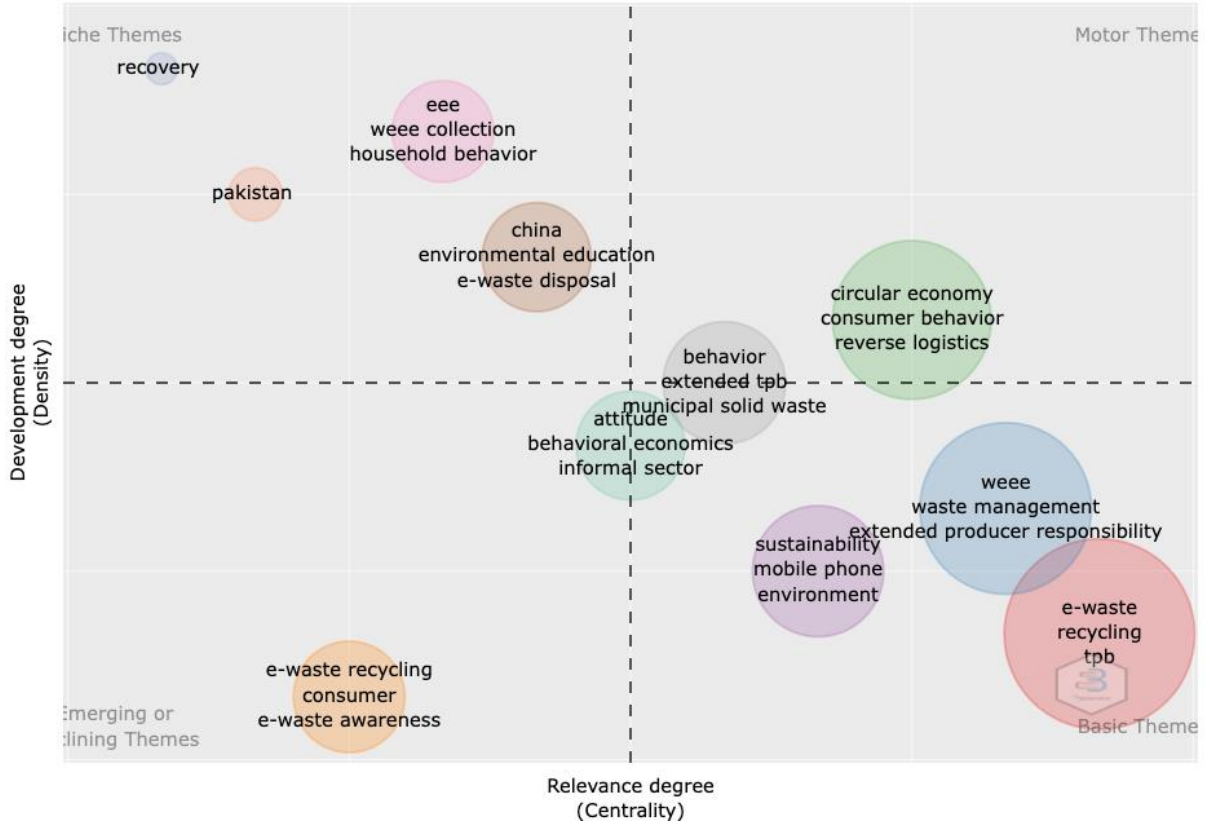
- İlk ve en büyük küme, kırmızı renkte temsil edilmiştir ve "e-waste" (e-atık) anahtar kelimesi etrafında şekillenmiştir. Bu kümedeki dikkat çekici ilişkili anahtar kelimeler arasında "recycling" (geri dönüşüm), "willingness to pay" (ödemeye istekli olma), "TPB" (planlı davranış teorisi) ve "awareness" (farkındalık) yer almaktadır.
- İkinci en büyük küme, mavi renkte gösterilmiştir ve "WEEE" (weee) anahtar kelimesi etrafında dönmektedir. Bu küme, "extended producer responsibility" (genişletilmiş üretici sorumluluğu), "system dynamics" (sistem dinamikleri) ve "urban mining" (şehir madenciliği) gibi anahtar kelimeleri, "WEEE" ile en yakın ilişkili olanlar olarak vurgulamaktadır.
- Üçüncü en büyük küme olan yeşil renkli küme, "circular economy" (dönüşüm ekonomisi) anahtar kelimesi etrafında yoğunlaşmaktadır. Bu kümeye "repair" (onarım), "reverse logistics" (ters lojistik), "sustainable consumption" (sürdürülebilir tüketim) ve "product lifetime" (ürün ömrü) gibi anahtar kelimeler dahil edilmiştir ve bu kümeyi diğerlerinden ayıran özellikleri oluşturur.
- Son olarak, en küçük küme olan mor renkli küme sadece "mobile phone" (cep telefonu) ve "sustainability" (sürdürülebilirlik) anahtar kelimelerini içermektedir.

İkinci bölge yer alan “Niş Temalar”, alana daha uzakta olan ve yüksek derecede uzmanlaşmış temaları içermektedir. Bu temalar alana bağlı olsa da, Motor Temalar kadar önemli veya köklü değildirler. Araştırmacılar, bu temaları, alan içindeki belirli bir bölgeyi daha derinlemesine anlamak veya yenilikçi ve farklı yaklaşımları keşfetmek amacıyla incelemektedirler. Çalışmanın bu çeyreğinde dört küme bulunmaktadır. İlk küme, “China” (Çin), “environmental education” (çevre eğitimi) ve “e-waste disposal” (e-atık elden çıkarma) anahtar kelimelerini içermektedir. İkinci küme, “EEE” (elektrikli ve elektronik ekipman), “WEEE collection” (weee toplama) ve “household behavior” (evsel davranış) kelimelerini bir araya getirmektedir. Üçüncü ve dördüncü kümeler sırasıyla “Pakistan” ve “recovery” (geri kazanım) anahtar kelimelerini içermektedir.

Üçüncü bölgede yer alan “Ortaya Çıkan veya Azalan Temalar”, nispeten zayıf olan ve düşük yoğunluk ve merkezilik gösteren temaları temsil etmektedir. Bu temalar, alandaki yeni ilgi alanlarını ve ortaya çıkan eğilimleri gösterebilir. Alternatif olarak, bu temalar, önem kaybeden araştırma alanları da olabilir ve araştırmacıların dikkatlerini başka alanlara kaydırmaları gerektiğini göstermektedir. Bu alanda yer alan temalar daha fazla araştırmaya ihtiyaç duymaktadır. Çalışmanın bu çeyreğinde ayrıca “e-waste recycling” (e-atık geri dönüşümü), “consumer” (tüketici) ve “e-waste awareness” (e-atık farkındalığı) anahtar kelimelerini içeren bir küme bulunmaktadır.

Dördüncü bölgede bulunan “Temel Temalar”, alan ile ilgili ancak henüz iyi geliştirilmemiş temaları içermektedir. Bu temalar, alanın çeşitli bölümleri arasında uygulama alanı bulan genel temalardır. Araştırmacılar, bu temaları yeni teoriler ve yaklaşımlar geliştirmek veya alandaki farklı alanlar arasında köprüler kurmak amacıyla inceleyebilmektedirler. Çalışmanın bu çeyreğinde toplamda üç küme bulunmaktadır. En büyük küme, “e-waste” (e-atık), “recycling” (geri dönüşüm) ve “TPB” (planlı davranış teorisi) anahtar kelimelerini içermektedir. İkinci küme, “WEEE” (weee), “waste management” (atık yönetimi) ve “extended producer responsibility” (genişletilmiş üretici sorumluluğu) anahtar kelimelerini içermektedir. Üçüncü küme ise “sustainability” (sürdürülebilirlik), “mobile phone” (cep telefonu) ve “environment” (çevre) anahtar kelimelerini içermektedir. Ayrıca, bölümler arasında yer alan iki geçiş kümesi bulunmaktadır. İlk geçiş kümesi, motor temalar ve temel temalar arasında yer almakta ve “behavior” (davranış), “extended TPB” (genişletilmiş TPB) ve “municipal solid waste” (belediye katı atıkları) anahtar kelimelerini içermektedir. Bu kümedeki konular teorik olarak daha fazla geliştirilirse, motor temalara geçiş göstereceklerdir. İkinci geçiş kümesi ise “attitude” (tutum), “behavioral economics” (davranışsal ekonomi) ve “informal sector” (gayri resmi sektör) anahtar kelimelerini içermektedir ve “Ortaya Çıkan veya Azalan Temalar” ile “Temel Temalar” arasında yer almaktadır. Bu kümedeki konular daha sık çalışıldıkça temel temalara geçiş sağlanacaktır.

Şekil 14. Tematik Harita



3.13 Trend Konular

Şekil 15'teki Trend Konular grafiği, son on yıl boyunca araştırma ilgi alanlarının evrimini anlamak için değerli bilgiler sunmaktadır. Grafikteki uzun çizgiler, konuların aktif olarak incelendiği yılları temsil etmekte ve bu konulara olan sürekli ilgiyi göstermektedir. Çizgilerin ortasında yer alan farklı yoğunluklardaki noktalar, konuların en sık çalışıldığı yılları vurgulamakta ve araştırma faaliyetlerinin zirveye ulaştığı dönemleri işaret etmektedir. Grafiği incelediğimizde, araştırma odaklarının zamanla değiştiği, toplumsal ve çevresel endişelerdeki değişimleri yansıttığı görülmektedir.

- 2012-2016 yılları arasında, "environment" (çevre) ve "developing countries" (gelişmekte olan ülkeler) temel ilgi alanlarıyken, 2017'de araştırma odakları "recycling" (geri dönüşüm) ve "mobile phones" (cep telefonları) yönünde kaymıştır. Bu durum e-atık konusuna duyulan artan ilgiyi ve mobil teknolojinin artan kullanımını yansıtmaktadır.

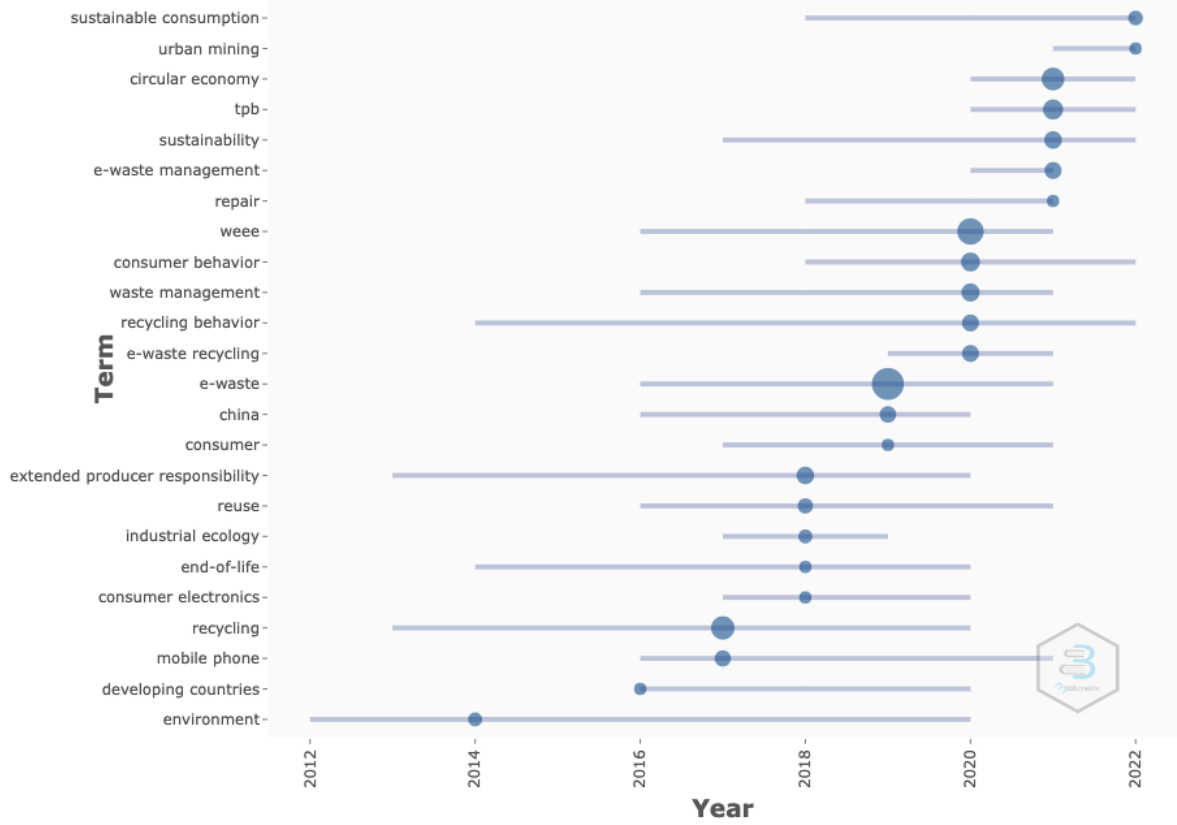
- 2018'de araştırma ilgisi, "extended producer responsibility" (genişletilmiş üretici sorumluluğu), "reuse" (yeniden kullanım), "industrial ecology" (endüstriyel ekoloji), "end-of-life" (son kullanım ömrü) ve "consumer electronics" (tüketici elektroniği) gibi konuları içerecek şekilde genişlemiştir. Bu, ürün yaşam döngüsü yönetimi ve sürdürülebilir tasarıma artan bir odaklanmayı, atıkları azaltma ve dönüşüm ekonomisi ilkelerini teşvik etme çabalarını göstermektedir.

- 2019'da "e-waste" (e-atık), "China" (Çin) ve "consumer behavior" (tüketici davranışı) konuları öne çıkmıştır. Bu, e-atıkların çevresel ve sosyal etkilerine artan farkındalık ile küresel ölçekte elektronik tüketiminin arttığını yansıtmaktadır.

- 2020'de, "recycling" (geri dönüşüm), "waste management" (atık yönetimi) ve "consumer behavior" (tüketici davranışı) ile ilgili araştırmaların sıklığı artmıştır. "WEEE" (Waste Electrical and Electronic Equipment) geri dönüşümü ve geri dönüşüm davranışı gibi konuların ortaya çıkması, dönüşüm ekonomisi ve sürdürülebilir tüketim üzerine artan bir odaklanmayı göstermektedir.

- 2021'de araştırma ilgisi "circular economy" (dönüşüm ekonomisi), "TPB" (Theory of Planned Behavior - Planlı Davranış Teorisi), "sustainability" (sürdürülebilirlik), "e-waste management" (e-atık yönetimi) ve "repair" (onarım) gibi konuları içerecek şekilde genişlemiştir. Bu, sürdürülebilir üretim ve tüketim uygulamalarına vurgu yapmaktadır. Ayrıca, 2022'de "sustainable consumption" (sürdürülebilir tüketim) ve "urban mining" (kentsel madencilik) üzerine yapılan çalışmalar başlamıştır, bu da sürdürülebilir kaynak yönetimi ve dönüşüm ekonomisine olan ilginin devam ettiğini göstermektedir.

Şekil 15. Trend Konular



3.14 Güncel (2023-2024 Yıllarına Ait) Yayınların İncelenmesi

Çalışmanın bu bölümünde çalışmanın önceki analizlerine ek olarak son iki yılı derinlemesine incelemek amacıyla yeniden bir Web of Science veri tabanı taraması yapılmıştır. Bibliyometrik analize ilişkin veri seti hazırlanırken kullanılan anahtar kelime ve kısıtlar aynı bırakılmıştır. Sadece yıl olarak 2023-2024 sınırlaması eklenmiştir. Toplam 89 makaleye erişim sağlanmıştır. Makalelere ilişkin veriler excel formatında dışarı aktarılmıştır. Veri setindeki güncel tarihli makaleler incelendiğinde çalışmalarda genel eğilim ve temaların e-atık yönetimi, geri dönüşüm ve tüketici davranışları gibi bibliyometrik analiz bulgularında da yer alan temaların yanı sıra politika ve düzenlemeler (ERP: Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu) ile teknolojik çözümlerin (Nesnelerin interneti tabanlı geri dönüşüm sistemleri) de ön plana çıkmaya başladığı tespit edilmiştir. Yayıncı, dergi, atıf sayısı ve etki faktörleri incelendiğinde güncel yayınların da bibliyometrik analiz bulguları ile paralellik gösterdiği saptanmıştır. Sorumlu yazarları genellikle Çin, Hindistan, Tayvan, Avrupa ülkeleri ve ABD'den olduğu görülmektedir. Özellikle Çin ve Hindistan, güncel çalışmalarda e-atık yönetimi konusunda yoğun araştırmalar yapılan ülkeler olarak öne çıkmaktadır. Bazı makalelerde ise belirli bölgelerdeki e-atık yönetimi uygulamalarına odaklanıldığı görülmüştür. Örneğin, Tayvan, Hindistan ve Çin'deki e-atık geri dönüşüm sistemleri güncel çalışmalarda sıklıkla ele alınmıştır.

Güncel çalışmalarda kullanılan yöntemler incelendiğinde büyük çoğunluğunun nicel analiz yöntemleri kullandığı tespit edilmiştir. Anket tekniği, yapısal eşitlik modellemesi ve regresyon analizleri makalelerde en sık kullanılan yöntemlerdendir. Nicel yöntemlere ek olarak bazı makalelerin odak grup, derinlemesine mülakat gibi nitel araştırma yöntemlerini kullandıkları bazılarında ise hem nicel hem de nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma yöntemlerden faydalandığı görülmüştür.

Güncel makalelerden oluşan bu veri setinde etki oranı yüksek olan üç makale belirlenmiştir. Bu çalışmalardan ilki Wang vd. (2024)'nin "Exploring consumer's intention to recycle waste from household kitchen and bathroom appliances in a formal way: extending behavioral reasoning theory" isimli makalesinde tüketicilerin evdeki elektronik atıklarını geri dönüşüme yönlendirme niyetleri incelenmiştir. PLS-SEM yöntemi kullanılarak, tüketici değerleri ve tutumlarının geri dönüşüm niyetleri üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Yang vd. (2024) tarafından yazılan "Consumers' willingness to pay and importance-performance gaps for resilient e-waste management in Taiwan" isimli makalede Tayvan'daki tüketicilerin e-atık yönetimi konusundaki ödeme istekliliği ve performans-analiz boşlukları ele alınmıştır. Ayrıca bu çalışma, kentsel ve kırsal alanlardaki tutum farklılıklarını ortaya koymuştur. Son olarak Jayasiri vd. (2023)'nin yaptığı "Management of Small WEEE: Future Directions for Australia" isimli çalışmada Avustralya'da küçük e-atıkların yönetimi için gelecek yönelimler incelenmiştir. Makalede döngüsel ekonomi ilkelerine dayalı bir yönetim çerçevesi önerilmektedir.

4 | SONUÇ

4.1 Teorik Çıkarımlar

Bu çalışma, dijital teknolojilerin olumsuz yönlerinden biri olan "e-waste" ("e-atık") üzerine odaklanmıştır. Çalışmanın kapsamı, çevre dostu atık yönetimi davranışını anlamak amacıyla tutum, niyet ve davranış üçlüsü ile sınırlı tutulmuştur. E-atık, büyüyen ve incelenen bir konu olmasına rağmen, mevcut literatürde tutum-niyet-davranış üçlüsü ile e-atık arasındaki bağlantıyı araştıran bir bibliyometrik çalışmaya rastlanmamaktadır. Ayrıca, bu araştırma konusundaki mevcut literatürün durumu hakkında içgörü sağlayabilecek nicel bir görselleştirme eksiktir. Bu çalışma, okuyucuya literatürün mevcut durumunu gösteren bulgular sunarak tamamlayıcı bir bilişsel çerçeve sunmaktadır. Ayrıca, çalışma, e-atık üzerine yapılan araştırmaların "attitude-intention-behavior" ("tutum-niyet-davranış") üçlüsüne ne zaman dahil olduğunu, literatürde ne zaman dikkat çektiğini ve hangi akademisyenlerin bu araştırma konusuna katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır. Ortak görülen analiz, e-atık üzerine yapılan araştırmalarda tutum-niyet-davranış üçlüsünde dört ana araştırma temasını ortaya koymuştur: "e-waste" ("e-atık"), "WEEE" ("Atık Elektrik ve Elektronik Ekipman"), "circular economy" ("dönüşüm ekonomisi") ve "sustainability" ("sürdürülebilirlik"). Ancak, tematik harita, "e-waste" ("e-atık"), "WEEE" ("Atık Elektrik ve Elektronik Ekipman") ve "sustainability" ("sürdürülebilirlik") gibi temel temalar üzerinde çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, teorik eksikliklerin bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu konularda yeni çalışmaların, teori ile uygulama arasındaki boşluğu doldurması beklenmektedir. Bu çalışmanın kapsamı içinde, teori ve uygulama arasındaki eksiklikleri vurgulayarak, teorik katkılar yapılmış ve geliştirilmesi gereken konulara işaret edilmiştir.

4.2 Uygulayıcılar İçin Çıkarımlar

"Attitude-intention-behavior" ("tutum-niyet-davranış") üçlüsü, insanların nasıl kararlar aldığını ve eyleme geçtiğini anlamak için yaygın olarak kullanılan bir modeldir. Bu model, bir kişinin belirli bir davranışa yönelik tutumlarının, bu davranışı gerçekleştirme niyetini etkileyebileceğini ve bu niyetin, kişinin gerçekten o davranışı yapıp yapmamasını etkileyebileceğini öne sürmektedir.

- Tüketici düzeyinde pratik çıkarımlar, insanların e-atık yönetimiyle ilgili tutumlarının, elektronik cihazlarını doğru şekilde atma niyetlerini nasıl etkilediğini ve bu niyetin gerçekten gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini anlamayı içermektedir. Bu çıkarımlar kullanım kolaylığı, atık yönetimi seçeneklerine erişim, e-atığın çevresel etkileri konusunda farkındalık ve çevre eğitimi gibi faktörlerin doğru şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir.
- Hükümet düzeyinde pratik çıkarımlar, hükümet politikalarının ve düzenlemelerinin e-atık yönetimini nasıl etkileyebileceğini ve bunun hem tüketici hem de şirket davranışlarını nasıl şekillendirdiğini anlamayı içermektedir. Bu çıkarımlar e-atık geri dönüşüm programlarını zorunlu kılmak, uygunsuz atık yönetimi için cezalar uygulamak ve şirketlere daha sürdürülebilir uygulamalar benimsemeleri için teşvikler sağlamak gibi uygulamaların yapılması gerekliliğine vurgu yapmaktadır.
- Şirket düzeyinde pratik çıkarımlar, bir şirketin e-atık yönetimine yönelik tutum ve niyetlerinin, bireylerin bu konuda sergilediği gerçek davranışlar üzerindeki etkisini anlamaya yardımcı olmaktadır. Bu çıkarımlar, tedarik zincirinde sürdürülebilirliğe öncelik verme, tersine lojistik sistemlerini benimseme, kullanılmış elektronik cihazlar için geri alım programları uygulama ve daha çevre dostu teknolojiler geliştirmek amacıyla Ar-Ge yatırımları yapma gibi uygulamaları kapsamaktadır. Çalışmanın bulguları ayrıca, üreticinin atık yönetimi

konusunda daha fazla sorumluluk taşıması gerektiğini vurgulayan "extended producer responsibility" ("genişletilmiş üretici sorumluluğu") kavramına da dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak, tüketicilerin, hükümetlerin ve şirketlerin e-atıkla ilgili tutumlarını, niyetlerini ve davranışlarını anlamak, e-atığın çevresel etkilerini azaltmaya yönelik daha etkili politikalar ve stratejiler geliştirilmesi için pratik çıkarımlar yapılmasını sağlayacaktır. Ayrıca, son yıllarda ön plana çıkan ve kentsel alanlardaki atık akışlarından değerli materyalleri ve kaynakları geri kazanma süreci olarak tanımlanan "urban mining" ("şehir madenciliği") kavramına dair farkındalık oluşturulmalıdır. Elektronik cihazlar, araçlar ve diğer atık ürünlerden değerli metaller, mineraller ve diğer materyalleri çıkarma süreci, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik ve kalkınmanın önemli bir parçası olduğu unutulmamalı bu konu da kamuoyunda farkındalık yaratacak çalışmalar yapılmalıdır.

4.3 Sosyal Çıkarımlar

Bu araştırmanın sosyal etkileri geniş kapsamlıdır. Çalışmada çevre dostu e-atık yönetiminin önemi politika yapımcılar, şirketler ve tüketiciler açısından bütüncül olarak ele alınmaktadır. Bu bütüncül yaklaşımın e-atığın insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yardımcı olabileceği ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik edeceği ön görülmektedir.

4.4 Çalışmanın Kısıtları ve Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Çalışmanın sınırlılıklarını göz önünde bulundurarak, gelecekteki araştırmalar için bazı önerilerde bulunmak mümkündür. İlk olarak, yalnızca Web of Science veritabanının kullanılması literatür kapsamının daralmasına neden olabileceğinden, gelecekteki çalışmaların birden fazla akademik veritabanını (örneğin Scopus, Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect gibi) içerecek şekilde tasarlanması önem arz etmektedir. Bu tür çoklu veri kaynaklarının kullanımı, literatürde yer alan çalışmaların daha geniş bir yelpazede ele alınmasını sağlayarak, veri temelli önyargıların azaltılmasına ve literatürün daha temsil edici bir şekilde analiz edilmesine olanak tanıyacaktır (Chen et al., 2022).

İkinci olarak, çalışmada kullanılan bibliyometrik analiz yöntemi, yüksek atıf sayıları ve sık kullanılan terimlere odaklanması nedeniyle, daha az atıf alan ancak konuya teorik ya da metodolojik açıdan önemli katkılar sunan çalışmaların göz ardı edilmesine yol açabilmektedir. Bu kısıtı aşmak amacıyla, ileride yapılacak çalışmalarda bibliyometrik analizle birlikte içerik analizi, sistematik literatür taraması veya meta-sentez gibi nitel yöntemlerin de birlikte kullanması önerilmektedir. Bu tür karma yöntem yaklaşımları, literatürün yalnızca nicel göstergelere göre değil, içeriksel ve bağlamsal olarak da derinlemesine analiz edilmesini sağlayarak, daha dengeli ve kapsayıcı sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Üçüncü olarak, ilerideki çalışmalarda disiplinlerarası bir yaklaşımın benimsenmesi de önem arz etmektedir. E-atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik, tüketici davranışları ve döngüsel ekonomi gibi kavramlar, sadece çevre bilimleri değil, aynı zamanda işletme, sosyoloji, kamu yönetimi ve mühendislik gibi farklı disiplinlerle de kesişmektedir. Bu nedenle, farklı disiplinlerden gelen çalışmaların literatür analizine dahil edilmesi, konuya daha kapsamlı ve çok boyutlu bir bakış açısı kazandırabilir.

Sonuç olarak, metodolojik çeşitliliğin artırılması, farklı veri kaynaklarının birleştirilmesi, disiplinlerarası perspektifin benimsenmesi ve gelişmiş analiz tekniklerinin uygulanması, gelecekte yapılacak çalışmalarda literatürün daha kapsamlı, temsili ve derinlemesine bir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Arya, S., & Kumar, S. (2020). E-waste in India at a glance: Current trends, regulations, challenges and management strategies. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122707.
- Asibey, M. O., Abdulai, A. S. J., Jnr, B. D., & Tornyeviadzi, P. (2023). The future of e-waste in the circular economy of Ghana; implications for urban planning, environmental and human health risks. In *Waste Management and Resource Recycling in the Developing World* (pp. 309-325). Elsevier.
- Chen, Y., Shen, L., Zhang, X., & Chen, Y. (2022). Industry convergence and value innovation: a bibliometric analysis and systematic review. *Kybernetes*.
- Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *The global e-waste monitor 2020*. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam, 120.
- Ghosh, B. K., Mekhilef, S., Ahmad, S., & Ghosh, S. K. (2022). A Review on Global Emissions by E-Products Based Waste: Technical Management for Reduced Effects and Achieving Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 14(7), 4036.
- Gunarathne, N., de Alwis, A., & Alahakoon, Y. (2020). Challenges facing sustainable urban mining in the e-waste recycling industry in Sri Lanka. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119641.
- Islam, M. T., Huda, N., Baumber, A., Shumon, R., Zaman, A., Ali, F., ... & Sahajwalla, V. (2021). A global review of consumer behavior towards e-waste and implications for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 316, 128297.
- Juma, N. S., Samali, M., & Ibrahim, N. A. (2022). Towards a sustainable electronic waste management in Uganda: A stakeholder perspective. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 16(6), 238-251.
- Kumar, A., Holuszko, M., & Espinosa, D. C. R. (2017). E-waste: An overview on generation, collection, legislation and recycling practices. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 32-42.
- Kumar, S., & Singh, V. (2019). E-Waste: Generation, environmental and health impacts, recycling and status of e-waste legislation. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6(1), 592-600.
- Lebbie, T. S., Moyebi, O. D., Asante, K. A., Fobil, J., Brune-Drisse, M. N., Suk, W. A., ... & Carpenter, D. O. (2021). E-waste in Africa: a serious threat to the health of children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8488.
- Li, R., Rao, J., & Wan, L. (2022). The digital economy, enterprise digital transformation, and enterprise innovation. *Managerial and Decision Economics*, 43(7), 2875-2886.
- Liu, W., Tsai, S. B., Wu, C. H., Shao, X., & Wacławek, M. (2022). Corporate environmental management and sustainable operation: theory and application. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 29(3), 283-285.
- Maes, T., & Preston-Whyte, F. (2022). E-waste it wisely: Lessons from Africa. *SN Applied Sciences*, 4(3), 72.
- Masud, M. H., Akram, W., Ahmed, A., Ananno, A. A., Mourshed, M., Hasan, M., & Joardder, M. U. H. (2019). Towards the effective E-waste management in Bangladesh: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(2), 1250-1276.
- Murthy, V., & Ramakrishna, S. (2022). A review on global e-waste management: urban mining towards a sustainable future and circular economy. *Sustainability*, 14(2), 647.
- Pajunen, N., & Holuszko, M. E. (2022). Circular Economy in Electronics and the Future of e-Waste. *Electronic Waste: Recycling and Reprocessing for a Sustainable Future*, 299-314.
- Saphores, J. D. M., Ogunseitan, O. A., & Shapiro, A. A. (2012). Willingness to engage in a pro-environmental behavior: An analysis of e-waste recycling based on a national survey of US households. *Resources, conservation and recycling*, 60, 49-63.
- Sari, D. P., Masruroh, N. A., & Asih, A. M. S. (2021). Consumer intention to participate in e-waste collection programs: A study of smartphone waste in Indonesia. *Sustainability*, 13(5), 2759.

- Saritha, V., Sunil Kumar, K. A., & Srikanth Vuppala, N. V. (2015). Consumer attitudes and perceptions on electronic waste: An assessment. *Pollution*, 1(1), 31-43.
- Sengupta, D., Ilankoon, I. M. S. K., Kang, K. D., & Chong, M. N. (2022). Circular economy and household e-waste management in India: Integration of formal and informal sectors. *Minerals Engineering*, 184, 107661.
- Shao, X., Zhong, Y., Li, Y., & Altuntaş, M. (2021). Does environmental and renewable energy R&D help to achieve carbon neutrality target? A case of the US economy. *Journal of Environmental Management*, 296, 113229.
- Tembhare, S. P., Bhanvase, B. A., Barai, D. P., & Dhoble, S. J. (2021). E-waste recycling practices: a review on environmental concerns, remediation and technological developments with a focus on printed circuit boards. *Environment, Development and Sustainability*, 1-83.
- Turaga, R. M. R., Bhaskar, K., Sinha, S., Hinchliffe, D., Hemkhaus, M., Arora, R., ... & Sharma, H. (2019). E-waste management in India: issues and strategies. *Vikalpa*, 44(3), 127-162.
- Wang, Z., Zhang, B., Yin, J., & Zhang, X. (2011). Willingness and behavior towards e-waste recycling for residents in Beijing city, China. *Journal of Cleaner Production*, 19(9-10), 977-984.
- Yu, Z., Gao, C., Yang, C., & Zhang, L. (2023). Insight into quantities, flows, and recycling technology of E-waste in China for resource sustainable society. *Journal of Cleaner Production*, 393, 136222.