



International Journal of Social Sciences

ISSN:2587-2591

DOI Number:<http://dx.doi.org/10.30830/tobider.sayi.20.16>

Volume 8/4

2024 p. 274-293

YENİ MEDYA TEKNOLOJİLERİ VE ARTAN ELEKTRONİK ATIK (E-ATIK) SORUNU ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK ANALİZ

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF NEW MEDIA TECHNOLOGIES AND THE GROWING PROBLEM OF ELECTRONIC WASTE (E-WASTE)

Sevda ÜNAL*

ÖZ

Teknolojinin hızla gelişmesi ve ürünlerin planlı olarak eskitilmesi, e-atık sorununu daha da derinleştirmiş, özellikle toplumsal yaşam ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri konuyla ilgili tartışmaların odak noktası haline gelmiştir. Bu çalışma, e-atık konusunda giderek artan araştırmaları, araştırmalarda öne çıkan konu kategorilerini ve bu konudaki tartışmaların doğasını keşfetmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada ilk olarak literatür taramasıyla e-atıkların tanımı, sınıflandırılması, çevre ve sağlığa zararları ile yasal çerçeveleri kapsayacak şekilde e-atıkların anlaşılması için bir temel oluşturulmaktadır. Ardından Scopus veri tabanında “e-waste”(e-atık) anahtar kelimesi kullanılarak tespit edilen makaleler bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Analiz sonuçları Vosviewer programıyla görselleştirilmiştir. Analiz sonucu, e-atıkla ilgili yayınların artış eğiliminde olduğunu ancak çalışmaların güçlü bir ortak yazar ağına sahip olmadığını göstermektedir. Anahtar kelime ve özet analizinin e-atıkla ilgili konu kategorileri, e-atığın aktörleri ve e-atıkla ilgili eğilimler hakkında bilgi verdiği görülmektedir. Ayrıca anahtar kelime ve özet analizinde e-atık yönetimi, e-atıkların geri dönüşümü ve ekonomiye tekrar kazandırılması, sürdürülebilirlik ile e-atıkların çevresel etkileri ve sağlık üzerindeki etkileriyle ilgili kavramların sıklığı dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: *E-atık, Elektronik Atık, Bibliyometrik Analiz, Vosviewer, Scopus.*

ABSTRACT

The rapid development of technology and the planned obsolescence of products have deepened the problem of e-waste, and its negative impact on social life and the

* Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Gazetecilik Bölümü, E-mail: sevdaunal@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8484-4483, Adana, Türkiye.

environment has become the focus of discussions on the issue. This study aims to explore the growing body of research on e-waste, the categories of topics that feature prominently in the research, and the nature of the debate on the topic. The study first establishes a basis for understanding e-waste through a literature review, including the definition and classification of e-waste, environmental and health hazards and the legal framework. A bibliometric analysis was then carried out on the research articles identified using the keyword 'e-waste' in the Scopus database. Vosviewer software was used to visualise the results of the analysis. The results of the analysis show that the number of publications on e-waste is increasing. However, the studies do not have a strong network of co-authors. The keyword and summary analysis provides information on e-waste related topic categories, e-waste actors and e-waste related trends. In addition, in the keyword and summary analysis, the frequency of terms related to e-waste management, recycling and recovery of e-waste, sustainability, environmental and health impacts of e-waste are noteworthy.

Keywords: *E-waste, Electronic Waste, Bibliometric Analysis, Vosviewer, Scopus.*

Giriş

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler bir yandan zaman ve mekan algımızı dönüştürerek dünyayı küresel bir köy haline getirirken diğer yandan da elektrikli ve elektronik ekipmanlarda (EEE) hızlı “planlı eskime” ve ürünlere yönelik pazarlama faaliyetleriyle birlikte yeni model telefon, dizüstü bilgisayar, tablet vb. araçlar hızla eskinin yerini almakta, eski modeller de elektronik atıklar (e-atık) yığınının bir parçasını oluşturmaktadır. Gündelik hayatımızın bir parçası haline gelen EEE’lerin hızla artması, tüketicilerin her zaman en son model teknolojiyi kullanma güdüsü küresel çapta e-atık miktarının artmasını, e-atıkların bertaraf edilmesi sorununu aynı zamanda da e-atık ekonomisini getirmiştir. E-atıkların bertarafının doğru bir şekilde yönetilmemesi ekosistemimizi olumsuz yönde etkilemektedir. Hem ekosistemimize olumsuz etkisini azaltmak hem de koşullara uygun bir şekilde geri dönüştürülmesini sağlayarak atıklardaki değerli madenlerin tekrar ekonomiye kazandırılması e-atık yönetiminin siyasi öncelikli alan olarak değerlendirilmesini gerektirmektedir (Neves vd., 2024, s.193). Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki “planlı eskime” ya da ürünlerin kullanım ömrünün kısalması özellikle gelişmekte olan ülkelerde elektronik atıkların bertarafına yönelik tedbirlerin alınmasını zorlaştırmakta, bu ülkelerin atıkların yoğunlaştığı yerler haline gelmesine sebep olmaktadır.

Küresel E-atık İzleme Merkezinin 2024 yılında yayımlanan raporuna göre 2022 yılında dünya genelindeki e-atık miktarı 62 milyar kg olup kişi başına düşen atık miktarı ortalama 7,8 kilogramdır. 62 milyar kg atığın sadece yüzde 22,3’ü kayıtlara girecek şekilde toplanmış ve protokole uygun bir şekilde geri dönüştürülmüştür (Balde vd, 2024, s.10). 2022 yılındaki verilere göre bu yıl üretilen e-atıktaki metal miktarı 31 milyar kg, plastik miktarı 17 milyar kg iken mineral, cam, kompozit malzemeler gibi diğer malzemelerden üretilen e-atık miktarı ise 14 milyar kg.dır (Balde vd, 2024, s.11).

E-atıkların uygun olmayan bir şekilde bertaraf edilmesi hem çevresel hasarı hem de sağlık sorunlarını beraberinde getirmektedir (Heeks vd, 2015, s.654; Nagar ve Lali 2024, s.501). E-atıkların içerdikleri kimyasal maddeler çevresel yükleri beraberinde getirmekte, e-atıkları geri dönüştürme yöntemleri de geri dönüşüm sırasında atıklardan atmosfere salınan zararlı gazlar nedeniyle sadece havanın değil toprak ve suyun da kirlenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle e-atık tesislerinin maliyet açısından erişilebilir ve çevreye zarar vermeyecek özellikte olması gerekmektedir (Kwon vd, 2024, s.1).

Teknolojideki gelişmeler, ürünlerin hızlı ve planlı eskimesi sonucu hızla artan e-atıklar ve bu atıkların neden olduğu olumsuz çevresel etkilerle ilgili alınacak önlemlere ilişkin çalışmalar artmaya başlamıştır. Bu çalışma da e-atık sorunuyla ilgili alanyazındaki eğilimi ve e-atıklar üzerine nasıl bir tartışma yürütüldüğünü ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda öncelikle e-atık tanımı, e-atık çeşitleri, e-atığın çevre ve toplum sağlığı açısından riskleri, e-atıklarla ilgili yasal düzenlemeler hakkında bilgi verilerek e-atık konusuyla ilgili bir çerçeve çizilmiştir. İkinci bölümde ise Scopus veri tabanı üzerinden 20 Kasım 2024 tarihinde “e-waste” (e-atık) anahtar kelimesiyle yapılan arama sonucunda listelenen çalışmalar bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiştir.

Elektronik Atık: Tanımı ve Çeşitleri

Dijital devrim bir yandan yaşamlarımızı iyileştirirken diğer yandan da büyüyen çevresel sorunlar arasında yer alan e-atık sorununu beraberinde getirmiştir. E-atıklarla ilgili yasal düzenlemedeki eksikler, e-atıkların imhası için yeterli altyapının olmaması ve kullanıcıların ürünlerin kullanım süresi konusundaki bilinçli olmaması atıkların yönetiminde zorluklara neden olmaktadır (Nagar ve Lal, 2024, s.501). Uygun şekilde depolanmayan ve dönüştürülmeyen e-atıklar civa, kurşun, kadmiyum gibi toksik madde salınımıyla çevre ve halk sağlığını tehdit etmektedir (Heeks vd, 2015, s.654)

E-atıklara ilişkin farklı tanım ve e-atık çeşitlerine ilişkin farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. Bu tanımların ortak vurgusu elektronik olarak sınıflandırılan araçların kullanım ömrünün sona ermesi ya da sürekli daha ileri modellerin çıkmasıyla eski modellerin gözden düşmesi şeklindedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından e-atık “*kullanım ömrünü tamamlamış ve artık orijinal amacı için kullanılmayan herhangi bir elektronik cihaz*” şeklinde tanımlanmaktadır (Kwon vd, 2024, s.2). Fawole ve ark. (2023, s.2) e-atıkları sadece bilgi iletişim teknolojileri olarak tanımlamaz evdeki elektronik eşyaları da e-atık olarak sınıflandırır. Onlara göre e-atıklar küçük ve büyük ev aletlerini, bilgisayar donanımını, telefon, kulaklık vb. cihazları da içermektedir (Fawole vd., 2023, s.2). Küresel E-Atık İzleme Merkezinin 2024 yılı yayımlanan raporunda ise yapılan e-atık tanımı e-atık çeşidi ve etkisine dair bilgi vermekte olup kapsayıcı bir niteliktedir:

E-atık, karmaşık bir malzeme ve bileşen kompozisyonu, çok çeşitli ürün türleri ve giderek daha fazla minyatürleştirilmiş parçalar, geleneksel ekipman, giysi ve oyuncaklarda gömülü elektronikler ve internete bağlanma yeteneğine sahip giderek

daha fazla birlikte çalışabilir ürün barındıran hızla gelişen bir ürün akışı içeren çeşitli doğası nedeniyle özel bir atık akışıdır. Aynı zamanda, elektrikli ve elektronik ekipmanlar - fişi veya pili olan her şey - fotovoltaikler, güneş enerjisi ve ısı pompaları, elektrikli araçlar, akıllı evler, akıllı kıyafetler ve akıllı şehirler, akıllı lojistik, akıllı tarım, yapay zeka ve nesnelerin interneti yoluyla toplumların dönüşümü için muazzam bir potansiyele sahiptir. (Balde vd., 2024, s.8).

Atıkların tanımlarına ilişkin farklılıklar atıkların sınıflandırılmasında da karşımıza çıkmaktadır. E-atıkların sınıflandırılmasına ilişkin ülkeler ve bölgelere göre farklılıklar bulunmaktadır. Avrupa Birliği tarafından kabul edilen sınıflandırmada e-atıklar altı kategoriye ayrılırken Çin’de e-atıklar on kategoriye, Hindistan ve Japonya’da iki kategoriye ayrılmaktadır (Kwon vd, 2024, s.2). Küresel E-atık İzleme Merkezinin 2024 yılında yayımlanan raporunda e-atıklar altı ana kategori ve elli dört alt kategoride sınıflandırılmaktadır. Bu ana kategoriler şöyledir:

- (1) Sıcaklık değişim ekipmanı: Daha yaygın olarak soğutma ve dondurma ekipmanı olarak adlandırılan bu kategori, buzdolapları, dondurucular, klimalar ve ısı pompaları gibi öğeleri içerir.
- (2) Ekranlar, monitörler: Bu kategori genellikle televizyonları, monitörleri, dizüstü bilgisayarları ve tabletleri içerir.
- (3) Lambalar: Bu kategori tipik olarak floresan, yüksek yoğunluklu deşarj ve LED lambaları içerir.
- (4) Büyük ekipman: Bu kategori tipik olarak çamaşır makineleri, çamaşır kurutucular, bulaşık makineleri, elektrikli sobalar, büyük yazıcılar, kopyalama ekipmanları ve fotovoltaik panelleri içerir.
- (5) Küçük ekipman: Bu kategori tipik olarak elektrikli süpürgeleri, mikrodalga fırınları, tost makinelerini, elektrikli su ısıtıcılarını, elektrikli tıraş makinelerini, elektronik tartıları, hesap makinelerini, radyoları, video kameraları, elektrikli ve elektronik oyuncakları, küçük elektrikli ve elektronik aletleri, küçük tıbbi cihazları, küçük izleme ve kontrol cihazlarını ve e-sigara içerir.
- (6) Küçük BT ve telekomünikasyon ekipmanı: Bu kategori tipik olarak cep telefonlarını ve diğer telefonları, kişisel bilgisayarları, GPS cihazlarını, yönlendiricileri ve yazıcıları içerir (Balde vd., 2024, s.19)

E-atıkların artışıdaki en önemli nedenlerden biri de teknolojik araçların ömrünü hızla tamamlamasıdır. Örneğin bilgisayarların ömrünü kısaltmak için üreticiler çeşitli yöntemlere başvurmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olanları bilgisayara entegre değiştirilemeyen piller kullanılması, değiştirilemeyen ya da hızı yükseltilemeyen kısa süreli hafıza sistemi kullanımıdır. Bilgi teknolojileri kaynaklı e-atıklar gerek içerdikleri toksik maddeler gerekse geri dönüşümlerinin zahmetli ve masraflı olması (Reyna vd., 2024, s.2) bu teknolojilerin geri dönüşüm sürecindeki temel engellerdendir. E-atıklardaki değerli maddelerin geri dönüşüm yoluyla kazanılma oranı halihazırda yüzde 17,4’tür. Bu durum beraberinde yaklaşık olarak 57 milyar dolarlık maddi zararı getirmektedir (Kwon vd, 2024, s.1-2). Kwon ve ark. (2024, s.2) geri dönüşüme kazandırılmayan kısmın

zararının giderilmesine çözüm olarak sürdürülebilirliği temel alan döngüsel ekonomiyi işaret ederler.

E-atıklarla İlgili Yasal Düzenlemeler

E-atıkların çevreye ve toplumsal sağlığa kısa, orta ve uzun vadede neden olduğu ve olacağı zararın medyada görünür olması e-atıklardan kaynaklı sorunların kamusalık kazanmasına olanak sağlamıştır. E-atık kaynaklı zararların önlenmesi amacıyla STK'lar ve üniversiteler çalışmalara başlamış, bu çalışmalara ulusal ve uluslararası düzenlemeler eşlik etmiştir (Pont vd., 2019, s.2).

E-atıklara ilişkin en önemli düzenlemelerin başında Türkiye'nin de 1989 yılında imzaladığı ve 1994 yılında taraf olduğu, Tehlikeli Atıkların Sınırlarötesi Taşınımının ve Bertarafının Kontrolüne İlişkin Basel Sözleşmesi gelmektedir. Sözleşmeyi imzalayan ülke sayısı 53 iken Sözleşmeye taraf olan ülke sayısı 183'tür. Basel Sözleşmesine göre e-atıklarda yer alan kurşun, civa, kadmiyum gibi zehirli maddeler tehlikeli atık kapsamındadır. Sözleşme ile tehlikeli atıkların sınır ötesine taşınması ve ihracatını kontrol etme ve bu tür atıklarla mücadelede yetersiz olan ülkelere ekonomik olarak katkı sağlama koşulları düzenlenmektedir (Palmer vd., 2018, s.4). Çevreyle ilgili sorunların artması sonucunda ülkeler de çevre sorunlarını önlemeye yönelik kendi düzenlemelerini yapmaya başlamıştır. Örneğin Avrupa Birliği (AB) üye ülkeler öncülüğünde Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (EPR) ve Atık Hiyerarşisi hazırlanmıştır (Neves vd., 2024, s.193). AB'nin 2008 yılında çıkarılan Atık Çerçeve Direktifine göre atıkların yönetilmesi ve önlenmesinde Atık Hiyerarşisi aracı öncelikli olarak tanımlanır. AB yasal düzenlemelerin yer aldığı internet sitesinde¹ "EUROPA EUR-Lex home Summaries of EU legislation Waste hierarchy" sekmesinde yer alan bilgiye göre atık hiyerarşisinde amaç "atık üretimi ve yönetiminin olumsuz etkilerini en aza indirmek ve kaynak verimliliğini artırmak"tır. Ters piramit örneğiyle tanımlanan atık hiyerarşisinde pramidin en üst katmanında en çok tercih edilen atık yönetimi yer alırken en alt katmanda ise en az tercih edilen atık yönetim türü yer alır. Piramide göre atık yönetimin en üst katmandan alt katmana doğru aşamaları sırasıyla "önleme, yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım, bertaraf" şeklindedir (EC Waste Hierarchy, t.y.).

- **Önleme:** Bir madde, malzeme veya ürün atık haline gelmeden önce alınan ve ürünlerin yeniden kullanımı veya ürünlerin ömrünün uzatılması da dahil olmak üzere atık miktarını; üretilen atığın çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini veya malzeme ve ürünlerdeki zararlı maddelerin içeriğini azaltan önlemler (EC Waste Hierarchy, t.y.).
- **Yeniden kullanım için hazırlama:** Atık haline gelmiş ürünlerin veya ürün bileşenlerinin başka bir ön işleme tabi tutulmadan yeniden kullanılabilir şekilde hazırlandığı kontrol, temizlik veya onarım geri kazanım işlemleri (EC Waste Hierarchy, t.y.).

¹ <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/glossary/waste-hierarchy.html>

- Geri dönüşüm: Atık malzemelerin orijinal veya başka amaçlar için ürünlere, malzemelere veya maddelere yeniden işlendiği herhangi bir geri kazanım işlemi (EC Waste Hierarchy, t.y.).
- Diğer geri kazanımlar (örneğin enerji geri kazanımı): Belirli bir işlevi yerine getirmek için kullanılacak diğer malzemelerin yerini alarak yararlı bir amaca hizmet eden atık veya tesiste ya da daha kapsamlı ekonomide bu işlevi yerine getirmek için hazırlanan atık olan diğer tüm işlemler (EC Waste Hierarchy, t.y.).
- Bertaraf: Geri kazanım olmayan herhangi bir işlem (örn. düzenli depolama, yakma). (EC Waste Hierarchy, t.y.)

Şekil 1. Atık Yönetim Hiyerarşisi



Kaynak: <https://evreka.co/tr/blog/lisansli-atik-firmalari-hakkinda-bilmeniz-gereken-hersay/>

Avrupa Komisyonu (AK) atık hiyerarşisiyle amaçlanan atık üretimini azaltmak, geri dönüşümü ve yeniden kullanımı arttırmak, böylece dögüsel ekonomiye katkıda bulunmak olarak sıralanabilir. EPR’de ise ürün yaşam döngüsü esas olup ürünün her aşamasına dahil olan paydaşları sürece dahil etme amaçlanır (Neves vd., 2024, s.193). Traverso ve ark. (2024, s.272) AB’deki e-atık politikasının dögüsel ekonomi politikasına uygun olmadığına, e-atıkların yüzde atmıştan fazlasının geri dönüşüme girmediğine, hatta e-atıkların Avrupa dışına ihraç edilmesinin yasaklanmasına rağmen Afrika ve Asya ülkelerine ihraç edildiğine dair veriler bulunduğuna dikkat çekerler.

Türkiye’de de e-atıkla ilgili özel düzenlemeler 2 Nisan 2015 yılında yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği, 12 Temmuz 2019’da yayımlanan Sıfır Atık Yönetmeliği, 26 Aralık 2022’de yayımlanan Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Yönetimi Hakkında Yönetmelik, yine aynı tarihte yayımlanan Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Kısıtlanmasına İlişkin Yönetmelik olarak sıralanabilir.

E-atık Geri Dönüşüm Sorunu, Çevreye ve Sağlığa Etkisi

Kullanılan elektronik ürünlerin geri dönüşüm oranının düşük olması bu atıklarda bulunan değerli elementlerin (kobalt, nikel, lityum vb.) boşa harcanmasına neden olmaktadır. Ekonomik olarak geri kalmış ve emeğin ucuz olduğu ülkelerde e-atıkların uygun bir şekilde bertaraf edilmemesi önemli sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir.

(Ogunseitani, 2023, s.16). En çok kullanılan ve hızla eskiyen bilgi ve iletişim teknolojileri arasında yer alan cep telefonları ve bilgisayarlar da diğer cihazlarda olduğu gibi çeşitli kimyasal bileşenler içermekte ancak bu bileşenlerin hangi cihazda hangi oranda bulunduğuna ilişkin bir döküm yapmak olası görünmemektedir. Ayrıca bu cihazların üretiminde kurşun, civa, alev geciktirici gibi zehirli kimyasalların yanı sıra değerli materyaller de kullanılmaktadır. Elektronik araçların çevreye verdiği zarar aslında üretim aşamasında kullanılan kobalt gibi doğal kaynakların çıkarılması ve farklı malzemelerin birleştirme sürecinde başlamaktadır. E-atık haline gelince özellikle evsel atıklarla birlikte muhafaza edildiği durumlarda çevreye olumsuz etkisi katlanarak artmaktadır (Ogunseitani, 2023, s.16). E-atıklardaki kimyasal bileşenler toprağa karışarak yeraltı sularını kirletebilmekte, e-atıkların yakılma yoluyla bertarafı sonucunda salınan gazlar toprak ve bitkileri zehirleyebilmekte, ayrıca besinler (hayvan ve bitkilerin tüketimi) ve solunum aracılığıyla canlı sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir (Kwon vd, 2024, s.3). E-atıkların içerdikleri kimyasalların çevreye olumsuz etkisini minimize etmek için geri dönüşüm sürecinin çok dikkatli gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu cihazların geri dönüştürülmesi sayesinde e-atıkların çöpe giderek zararlı sızıntı yapmalarının da önüne geçilebilmektedir. Ayrıca geri dönüştürülmüş malzemelerle yapılan üretimde enerji tüketimi ve sera gazı salınımı daha düşük düzeylerde olmaktadır (Davison, 2022).

Elektronik araçlar içerdikleri ağır metaller, alev geciktiriciler ve diğer maddeler nedeniyle tehlikeli atık olarak sınıflandırılmaktadır. İçerdikleri maddeler arasında öne çıkan elementler amerikyum, civa, kükürt, kadmiyum, kurşun, berilyum oksit ve bromlu alev geciktiriciler olarak (BFR) sıralanabilir (Pramila vd., 2012, s.86)

Tablo 1. E-Atıklardaki Toksik Elementler ve Özellikleri

| Element | Özelliği |
|-----------|---|
| Amerikyum | Kanserojen olarak bilinen radyoaktif enerji kaynaklarından biri. |
| Civa | Esas olarak floresan tüp uygulamalarında, eğim anahtarlarında (mekanik kapı zilleri ve düz ekran monitörlerde) bulunur. Duyusal bozukluk, dermatit, hafıza kaybı ve kas güçsüzlüğü gibi sağlık sorunlarına neden olur. Hayvanlarda çevresel etkiler arasında ölüm, doğurganlığın azalması, daha yavaş büyüme ve gelişme bulunur. |
| Kükürt | Kurşun-asit akülerde bulunur. Sağlık etkileri arasında karaciğer hasarı, böbrek hasarı, kalp hasarı ve göz ve boğaz tahrişi bulunur. Ortama salındığında sülfürik asit oluşturabilir. |
| Kadmiyum | Işığa duyarlı dirençlerde, deniz ve havacılık ortamları için korozyona dayanıklı alaşımlarda ve nikel-kadmiyum pillerde bulunur. Uygun şekilde geri dönüştürülmediğinde toprağa sızabilir, mikroorganizmalara zarar verebilir ve toprak ekosistemini bozabilir. Maruziyet, tehlikeli atık sahalarına ve fabrikalara yakınlık ve metal rafineri endüstrisindeki işçilerden kaynaklanır. Kadmiyumun solunması akciğerlere ciddi zarar |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | verebilir ve ayrıca böbrek hasarına neden olduğu bilinmektedir. |
| Kurşun | Katot ışını tüpü (KIT) monitör camında, kurşun asitli pillerde ve bazı PVC formülasyonlarında bulunur. Tipik bir 15 inçlik katot ışın tüpü 1,5 pound kurşun içerebilir ancak diğer KIT'lerin 8 pound'a kadar kurşun içerdiği tahmin edilmektedir. |
| Berilyum oksit | Merkezi işlem üniteleri ve güç transistörleri için soğutucularda kullanılan termal gres, magnetronlar, X-ışınlarına geçirgen seramik pencereler, vakum tüplerindeki ısı transfer kanatçıkları ve gaz lazerleri gibi bazı termal arayüz malzemelerinde dolgu maddesi olarak yaygın olarak kullanılır. |
| BFR'ler (Bromlu alev geciktiriciler) | Sağlık etkileri arasında sinir sisteminin gelişiminde bozulma, tiroid sorunları ve karaciğer sorunları bulunur. |

Kaynak: Pramila vd., 2012, s.88

Gündelik yaşamımızın bir parçası haline gelen bilgisayar ve bilgisayar ekipmanları da sağlığımızı olumsuz etkileyen toksik elementler içermektedir. Tablo 2. kullandığımız bilişim teknoloji araçlarının ürettiği toksin ve bu toksinlerden etkilenen organlarımız hakkında bilgi vermektedir.

Tablo 2. E-Atık Toksinleri ve Etkilenen Vücut Parçaları

| Bileşenler | Seçmenler | Etkilenen vücut parçaları |
|---|---|----------------------------|
| Baskılı devre kartları | Kurşun, kadmiyum, erilyum | Sinir sistemi, böbrek, kol |
| Anakartlar | Kurşun oksit, baryum ve kadmiyum | Akciğerler, deri |
| Katot ışın tüpleri (CRT'ler) | Civa | Kalp, kol, kaslar |
| Anahtarlar ve düz ekran monitörler | Kadmiyum | Beyin, cilt |
| Bilgisayar pilleri | Poliklorlu bifeniller (PCB'ler) | Böbrek, kol |
| Kondansatörler ve transformatorler | Bromlu alev geciktirici muhafazalar kablo | - |
| Baskılı devre kartları, plastik | Polivinil klorür | - |
| Kablo yalıtımı/kaplaması Plastik gövde | Brom | Bağışıklık sistemi |

Kaynak: Electronics For You, 2007'den akt. Pramila vd., 2012, s.89.

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere e-atıklar çeşitlerine ve içeriklerine göre pek çok hastalığa neden olmaktadır. Pramila ve ark.nın (2012, s.89) açıklamalarından yola çıkarak

içerdikleri zararlı maddelere göre e-atıkların neden olduğu hastalıkları dört başlık altında sınıflandırabiliriz: solunum yoluyla, cilt temasıyla, sindirim yoluyla ve diğer.

- **Solunum yoluyla:** Astım, akciğer hasarı, zatürre gibi solunum yolu hastalıklarına neden olabilir.
- **Cilt temasıyla:** Cilt hasarı, cilt kanseri gibi cilt problemlerine yol açabilir.
- **Sindirim yoluyla:** Gastrointestinal bozukluklar, karaciğer ve böbrek hasarı gibi sindirim sistemi problemlerine neden olabilir.
- **Diğer:** Kanserojen etkilere, doğurganlık sorunlarına, hormonal bozukluklara ve hatta felce neden olabilir. (2012, s.89)

E-atıkların uzun vadedeki olumsuz etkileri arasında iklim üzerindeki etkileri de yer almaktadır. İklim değişikliği çevre sorunlarının en başında gelmekte olup, dünyamızı etkileyen en büyük ve karmaşık sorunlardandır. E-atıklar da doğrudan ve dolaylı olarak iklim değişikliğine etki etmektedir. E-atıkların uygun olmayan şekilde bertarafı sırasında sera gazları ortaya çıkmaktadır. E-atıkların açık alanlarda ya da düzensiz depolama alanlarında yakılması bu sera gazlarının atmosfere salınımını hızlandırmakta ve küresel ısınmaya ivme kazandırmaktadır (Fawole vd., 2023, s.4).

E-Atıkların Ekonomiye Kazandırılması: Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomiye (DE) ilişkin literatürde farklı tanımlarla karşılaşırız. DE'yi en basit şekilde ürünlerin atık olarak sınıflandırılmadan işlenerek tekrar ekonomiye kazandırılması olarak tanımlayabiliriz. Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformunun web sitesinde yer alan bilgiye göre DE'ye ilişkin tanımların genelde "azalt-yeniden kullan-geri dönüştür" şeklindeki "3-R" yaklaşımını izlediği belirtilmektedir (Döngüsel Ekonomi Nedir?, t.y.). Avrupa Parlamentosu internet sitesinde yer alan tanıma göre "Döngüsel ekonomi, mevcut malzeme ve ürünlerin mümkün olduğunca uzun süre paylaşılması, kiralanması, yeniden kullanılması, onarılması, yenilenmesi ve geri dönüştürülmesini içeren bir üretim ve tüketim modelidir." ("Circular economy: definition, importance and benefits", 2023).

Tablo 3. Döngüsel Ekonominin Doğrusal Ekonomiden Farkı

| | Doğrusal | Döngüsel |
|------------------|-----------------------------------|---|
| Yöntem | Al-Yap-At | Azalt-Yeniden Kullan-Geri Dönüştür |
| Odak | Eko-verimlilik | Eko-Etkinlik |
| Sistem Sınırları | Kısa vadeli, satın almadan satışa | Uzun vadeli, çoklu yaşam döngüleri |
| Yeniden Kullanım | Aşağı dönüşüm | İleri dönüşüm, yüksek kalitede geri dönüşüm |

Kaynak: <https://donguselekonmiplatformu.com/>

Şekil 2. Doğrusal ve Döngüsel Ekonomi



Kaynak: Urhan, 2018

DE'nin toplumsal yaşama katkıları dikkate alındığında çevresel iyileşme, karbon emisyonunda düşüş, verimlilikte artış, yenilenebilir enerji, yeni bir istihdam alanı yaratma, ürünlere erişimde kolaylık gibi özellikler sıralanabilir. DE bir yandan kaynak ve enerji kullanımında verimlilik artışına olanak sağlarken diğer yandan da çevre korumasına katkıda bulunur. Böylece ekonomide sürdürülebilirlik de desteklenir (Neves vd., 2024, s.193, Govindan vd., 2024, s.1). DE ile çeyrek asır gibi bir sürede geri dönüşüm sayesinde üretim için yeni ürün kullanmada yüzde otuz iki, 2050 yılına kadar da yüzde elli üç oranında azalma beklenmektedir (Naarmala, Shamsuzzoha ve Tuomi, 2024, s.413).

E-atıkların ekonomiye kazandırılmasında ve e-atık miktarının azaltılmasında bilişim teknolojilerini verimli şekilde kullanma konusunda farkındalık kazanma, sürdürülebilir cihaz okuryazarlığı ve endüstriyle işbirliği önemlidir (Pont vd., 2019, s.6). Eski, kullanım dışı kalan bilgisayarların ekonomiye yeniden kazandırılması elektronik atığı azaltmada önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşım aynı zamanda “kaynakların üretken ömrünü uzatmaya” dayanan DE'ye katkı sağlamaktadır. Sürdürülebilir cihaz okuryazarlığı üç aşamalı bir yaklaşıma dayanmaktadır. Bu aşamalar “*kullanımdan kaldırılan bilgisayarların yeniden kullanıma kazandırılması; bu sürece ilişkin bilgi ve becerileri öğreten bir müfredat ve dijital cihazların etkin bir şekilde bakımı ve yenilenmesi için sürdürülebilir bir yaklaşımı teşvik eden bir ortamdır*” (Reyna vd., 2024, s.2). Sürdürülebilir cihaz okuryazarı eğiticiler ve öğrenciler yeni bir bilgisayar almak yerine mevcut bilgisayarlarında yapabilecekleri (donanım ve yazılım açısından) güncellemeler, değişiklikler ile bilgisayarlarının hızını nasıl artıracakları konusunda bilgi sahibi olurlar (Reyna vd., 2024, s.2). Sürdürülebilir uygulamalarda ve e-atığın azaltılmasında endüstriyle yapılan iş birliği önemli bir role sahiptir. Özellikle teknoloji üreten kuruluşlarla yapılan iş birliği bilgisayarların yenilenmesi ve geri dönüşümüne

destek sağlamakta, toplum odaklı faaliyetlerin artmasını olanaklı kılmaktadır (Reyna vd. 2024, s.9).

Dijitalleşme de atık yönetiminde önemli bir role sahiptir. Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi de atık yönetimini kolaylaştırmakta, internet aracılığıyla cihazlar arasında bağlantı sağlanabilmekte, böylece çevreyi izleme ağı oluşturulabilmektedir. Bu ağ aracılığıyla iş akışının iyileştirilmesi DE'ye geçişi de olanaklı hale getirmektedir. Örneğin internet aracılığıyla farklı araçlar arasında kurulan bu ağ atık döngüsünün planlanmasında (atık toplama, atıkların taşınması, geri dönüşüm, yeniden kullanıma hazırlık gibi) hayati bir işleve sahiptir (Govindan vd., 2024, s.2).

Çalışmanın bundan sonraki kısmında Scopus veri tabanı üzerinden gerçekleştirilen arama sonucunda e-atıkla ilgili listelenen makalelerden yola çıkarak e-atık konusunun alan yazında nasıl tartışıldığına ilişkin bir çerçeve çizilmektedir.

Yöntem

Bu çalışmada e-atık konusunda alan yazındaki mevcut durumu, hangi konuların öne çıktığını ve eğilimi incelemek amacıyla bibliyometrik analiz yapılmıştır. 20 Kasım 2024 tarihinde “e-waste” (e-atık) anahtar kelimesiyle Scopus veri tabanında tarih filtresi konmadan arama yapılmıştır. Aramada konu alanı “sosyal bilimler”, yayın türü “makale”, yayın aşaması “yayında”, yayın dili “İngilizce” ve erişim türü “açık erişim” olarak seçilmiştir. Sonuç olarak 186 makale listelenmiştir. Analiz iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada Scopus veri tabanında elde edilen verilerin analizinde Scopus'un sağladığı verilerin analiz edilerek Micosoft Excel programı aracılığıyla grafiğe dönüştürülmesi olanağından yararlanılmıştır. İkinci aşamada ise Vosviewer 1.6.20 programı ağ verileri görselleştirme ve haritalandırma programı kullanılmıştır.

Araştırmada şu sorulara yanıt aranmıştır:

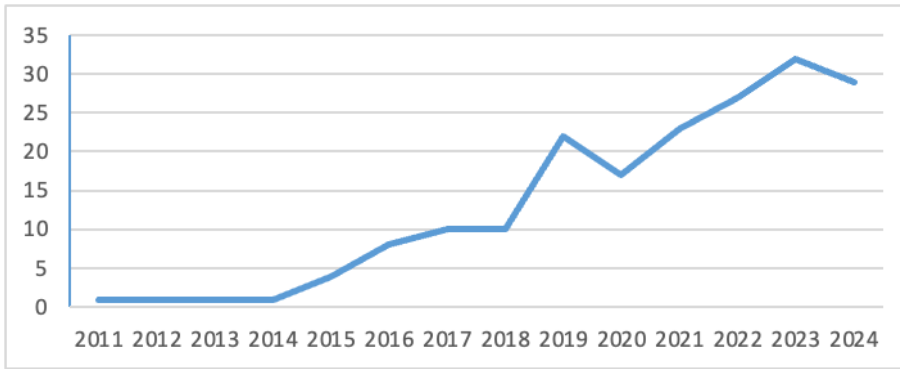
- E-atıkla ilgili makaleler yıllara ve ülkelere göre nasıl bir dağılıma sahiptir?
- E-atıkla ilgili makaleler nasıl bir ortak yazar ağına sahiptir?
- E-atıkla ilgili makalelerde kullanılan anahtar kelimeler ve kullanım sıklıkları nasıldır?
- E-atıkla ilgili makalelerde hangi konulara odaklanılmaktadır?

Bulgular

Makalelerin yıllara göre dağılımının yer aldığı Grafik 1'e göre 2011 yılında e-atıklarla ilgili çalışmaların başladığı, 2015 yılından itibaren bu çalışmaların artış eğilimine girdiği, en çok makalenin 2023 yılında yapıldığı görülmektedir. 2015 yılı Birleşmiş Milletler

İklim Değişikliği Konferansının (COP21) gerçekleştiği ve iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir adım olarak kabul edilen Paris Anlaşması'nın kabul edildiği, iklim değişikliğine yönelik önemli kararların alındığı bir yıl olarak anılabilir. 2016 yılında ise Paris Anlaşması yürürlüğe girmiştir. Grafik 1'e bakıldığında özellikle 2015 yılından itibaren orta ve uzun vadede iklim üzerinde olumsuz bir etkiye neden olacak e-atıklarla ilgili çalışmaların da artış eğiliminde olduğu görülmektedir. 2011 yılında makale sayısı 1 iken, 2015 yılında bu sayı 4'e çıkmış ve sürekli artış eğiliminde olmuştur. 2023 yılında yayınlanan makale sayısı ise 32'dir. Sürekli artış eğilimi tüm dünyada çevresel konularla ilgili artan bilincin ve iklim krizi gerçeğinin kabulünün göstergesi olarak değerlendirilebilir.

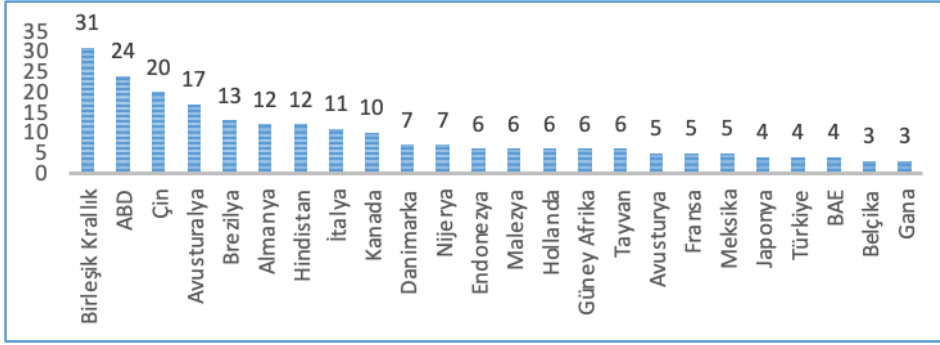
Grafik 1. Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı



Scopus veri tabanı 2024

Makalelerin ülkelere göre dağılımı listelendiğinde Grafik 2'ye göre 66 ülkenin tek yazar/ortak yazarlı yayını bulunmaktadır. Birleşik Krallık 31 yayımla birinci sırada yer alırken, Birleşik Krallık'ı 24 yayımla ABD, 20 yayımla Çin ve 17 yayımla Avustralya izlemektedir. Türkiye de 4 yayımla yirmi üçüncü sırada yer almaktadır. E-atıkla ilgili yayınlarda ilk sıralarda yer alan ülkelerin aynı zamanda e-atığın başlıca üreticisi olan ülkeler arasında olması da dikkat çekicidir. Örneğin Birleşik Krallık, kişi başına düşen e-atık miktarı açısından dünya genelinde ikinci sırada yer almaktadır ("E-atıklarla Mücadele Etmenin Üç Yolu", 2024). 2024 yılı Küresel E-atık Raporu verilerine göre Avrupa kıtası e-atık üretiminde birinci sırada yer alırken, Avustralya'nın yer aldığı Okyanusya kıtası ikinci sırada, ABD'nin yer aldığı Amerika Kıtası üçüncü sıradadır (Balde ve ark., 2024, s.12).

Grafik 2. Makalelerin Ünelere Göre Dağılımı



Kaynak: Scopus veri tabanı, 2024

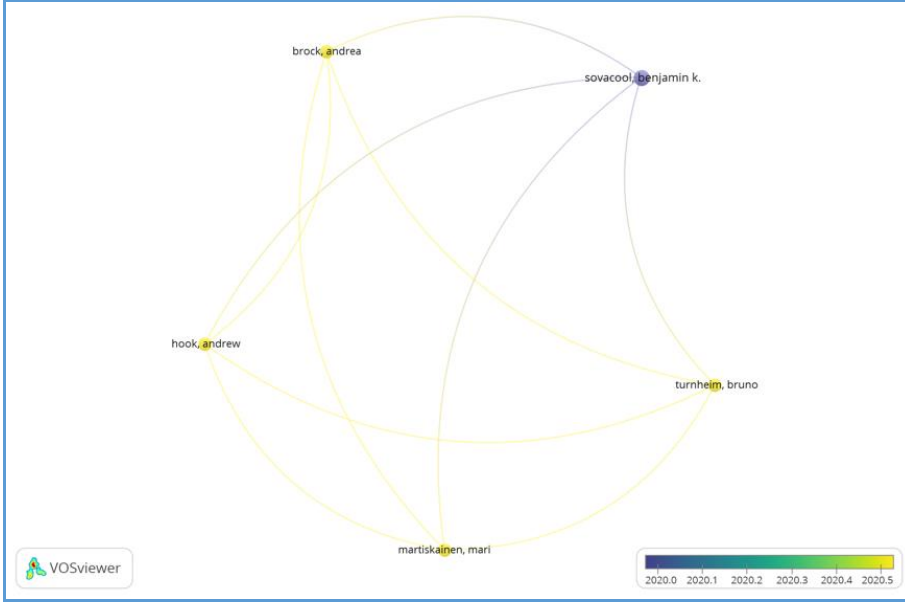
E-atık Konusundaki Literatürün Bibliyometrik Analizi

Bibliyometrik analiz son yıllarda herhangi bir konuyla ilgili alan yazındaki eğilimi ortaya çıkarmak amacıyla sıkça başvurulan yöntemlerdendir. Akademide bibliyometrik analizin artan kullanımının nedenlerinin Neven Donthu ve ark.na göre (2021, s.285) “Akademisyenler bibliyometrik analizi, makale ve dergi performansında, işbirliği modellerinde ve araştırma bileşenlerinde ortaya çıkan eğilimleri ortaya çıkarmak ve mevcut literatürde belirli bir alanın entelektüel yapısını keşfetmek gibi çeşitli nedenlerle kullanmaktadır.” Bu çalışmada Vosviewer programı aracılığıyla bibliyometrik analiz yapılmıştır. Vosviewer programı ile ortak yazar, eşoluşum anahtar kelime ile başlık ve özet analizi yapılmıştır.

1. Ortak Yazar

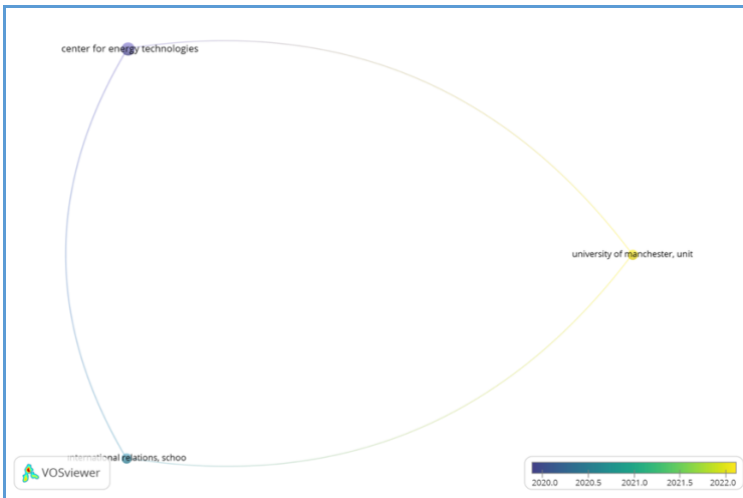
Ortak yazarlık analizleri Vosviewer programının sağladığı ortak yazar-yazar, ortak yazar-kurum ve ortak-yazar ülke ilişkileri kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ortak yazar analizi sonucu ortaya çıkan ağlarda “araştırmacılar, araştırma kurumları veya ülkeler, ortaklaşa yazdıkları yayın sayısına göre birbirlerine bağlanırlar” (van Eck ve Waltman, 2014, s.4).

Şekil 3. Ortak Yazar-Yazar İlişkisi



E-atık konusundaki makalelerin ortak yazar-yazar analizi yapılması için analiz birimi “author” olan “co-authorship” analizi gerçekleştirilmiştir. Yayın koşulu olarak en az 2 yayın ve atıf koşulu olarak da en az 2 atıf alması girilmiştir. Önce ortak yazar ilişkisi bulunan 25 yazar sıralanmış, ancak analiz sonucunda bu 25 yazar arasında güçlü bir ortak yazar-yazar bağlantısına sahip 5 yazar 1 küme olarak listelenmiş ve görselleştirilmiştir. Yazarlardan 6 makaleyle en çok yayına sahip olan Patricia Guarnieri’nin 72 atıfı bulunmakta olup toplam bağlantı gücü 9’dur. Atıf açısından ikinci sırada yer alan üç yazar Andrea Brock, Andrew Hook ve Mari Martiskainen de 2’şer yayın, 262 atıfa sahip olup her birinin toplam bağlantı gücü 8’dir. Benjamin K. Sovacool 3 yayın, 306 atıf ve toplam 8 bağlantı gücüyle beşinci sırada yer alırken, Bruno Turnheim 2 yayın, 262 atıf ve toplam 8 bağlantı gücüyle altıncı sırada yer almaktadır.

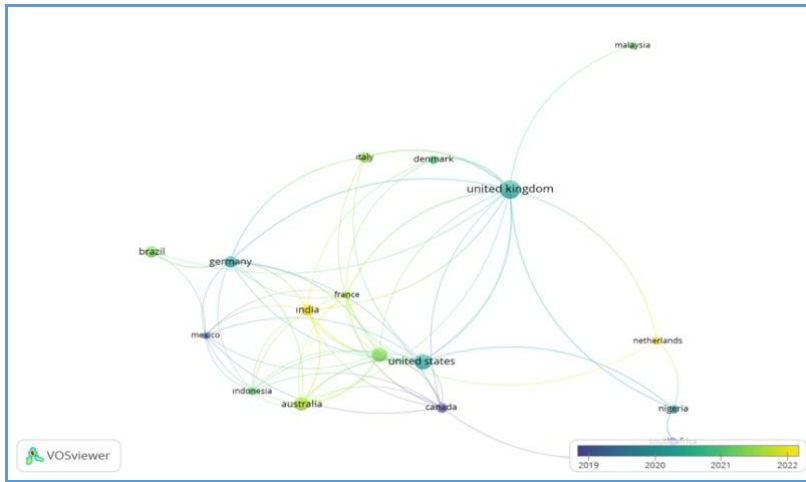
Şekil 4. Ortak Yazar-Kurum İlişkisi



Makalelerin ortak yazar-kurum ilişkisini haritalandırma amacıyla analiz birimi “organizations” olan “co-authorship” analizi gerçekleştirilmiştir. Programa asgari yayın

ve atıf koşulu 2 olarak girilmiştir. Sonuçta 10 kuruluş listelenmiştir. Ancak birbiriyle anlamlı derecede bağlantılı 3 kuruluş program tarafından görsele dahil edilmiştir. Aarhus University Department of Business Development and Technology, Center for Energy Technologies (Danimarka) 3 yayın ve 306 atıfla birinci sırada yer almakta olup toplam bağlantı gücü 4'tür. İkinci sırada 2 yayın, 262 atıf ve toplam 3 bağlantı gücüyle University of Sussex, School of Global Studies, International Relations (Birleşik Krallık), üçüncü sırada ise 2 yayın, 167 atıf ve 2 toplam bağlantı gücü ile University of Manchester (Birleşik Krallık) yer almaktadır.

Şekil 5. Ortak Yazar-Ülke İlişkisi

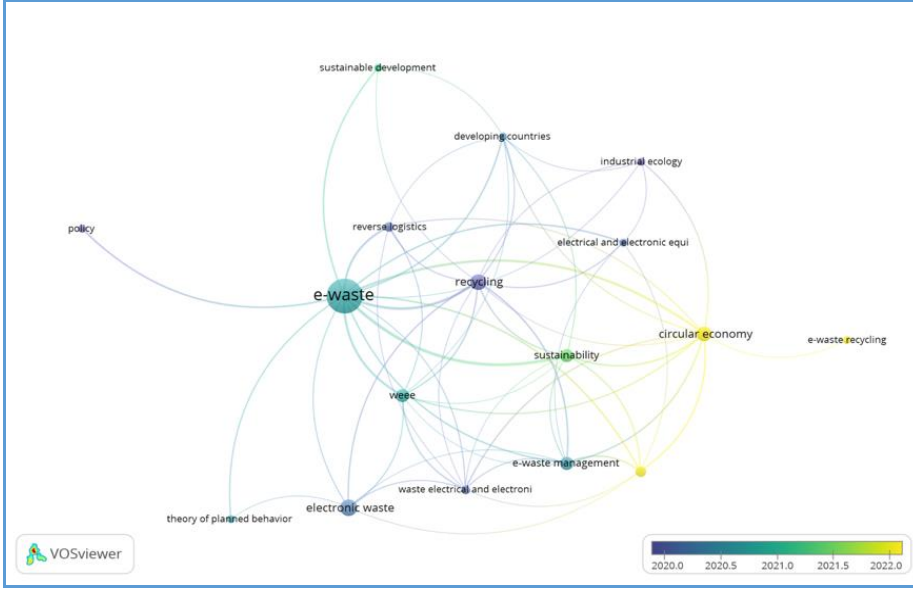


Çalışmaların ortak yazar-ülke ilişkisinin haritasını çıkarmak amacıyla “countries” analiz birimi seçilerek “co-authorship” analizi yapılmıştır. Analiz koşulu olarak bir ülkenin sahip olması gereken yayın sayısı minimum 5 ve atıf sayısı minimum 2 olarak girilmiştir. Analiz sonucunda koşulları taşıyan 19 ülke listelenmiş ancak yüksek bağlantı gücüne sahip 17 ülke 5 kümede görselleştirilmiştir. Birleşik Krallık 31 yayın, 1692 atıf ve 25 toplam bağlantı gücüyle birinci sırada, ABD 24 yayın 407 atıf 18 toplam bağlantı gücüyle ikinci sırada, Avustralya 17 yayın, 225 atıf ve 17 toplam bağlantı gücüyle üçüncü sırada, Çin 20 yayın, 265 atıf 17 toplam bağlantı gücüyle dördüncü sırada yer almaktadır.

2. Eşoluşum-Anahtar Kelime

Makalelerin anahtar kelimeleri makale konusu, konu kategorileri, yöntemi, makalede kullanılan kavramlar açısından araştırmacıya bilgi vermektedir. “Anahtar kelimeler bir yayının başlığından ve özetinden çıkarılabilir veya bir yayının yazar tarafından sağlanan anahtar kelime listesinden alınabilir” (van Eck ve Waltman, 2014, s.4).

Şekil 6. Eşoluşum-Anahtar Kelime Analizi



Çalışma kapsamında örnekleme dahil edilen makalelerin “co-occurrence” analizi yapılmış, analiz birimi olarak da “author-keywords” seçilmiştir. Anahtar kelimenin minimum yer alma sıklığı 5 olarak belirlenmiştir. Sonuçta çok kullanılan 17 anahtar kelime listelenmiştir. En çok kullanılan anahtar kelime e-waste (e-atık) olup kullanım sıklığı 100, toplam bağlantı gücü 83’tür. İkinci sırada yer alan “circular economy” (döngüsel ekonomi) anahtar kelimesinin kullanım sıklığı 18, bağlantı gücü 35’tir. Üçüncü sırada yer alan recycling (geri dönüşüm) anahtar kelimesinin sıklığı 21 bağlantı gücü 34’tür. Anahtar kelimeler arasında elektronik atık kelimesinin hem kısaltılmış hem de açık şekilde yazılmış versiyonunun yer aldığı görülmektedir. Bu kapsamda e-waste (e-atık) 100 kez geçmekte iken, electronic waste (elektronik atık) kelimesi 22 kez geçmekte olup bağlantı gücü 12’dir. Anahtar kelimeler analizinden yola çıkarak e-atık konusuyla ilgili araştırmaların e-atık ve e-atık yönetimi, e-atıkların ekonomiye tekrar kazandırılması, sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm konularına odaklandığı ve e-atık konusunda bütüncül bir yaklaşım sergilendiği değerlendirilmektedir.

3. Başlık ve Özet Analizi

Makalelerin başlık ve özet analizi seçeneği kapsamında görselleştirilmesi için başlık ya da özette yer alan anahtar kelimeler ve bu kelimelerin sıklıklarının analizi gerçekleştirilir. Başlık ve özet analiz sürecini Vosviewer programının üreticileri Nees Jan van Eck and Ludo Waltman (2014) şöyle açıklarlar:

“... Daha sonra isim öbeklerini tanımlamak için dilbilimsel bir filtre kullanır. Filtre, yalnızca isim ve sıfatlardan oluşan ve bir isimle biten tüm kelime dizilerini seçer. Çoğul isim tamlamaları tekil olanlara dönüştürülür. Bazı isim tamlamaları (örneğin, 'sonuç', 'ilginç sonuç' ve 'yeni yöntem') çok geneldir ve genellikle bu isim tamlamalarının bir kişinin eş-oluşum ağına dahil edilmesi istenmez. Bu nedenle Vosviewer her isim öbeği için bir ilgililik puanı hesaplar. Esasen, isim cümleleri, diğer isim cümleleriyle birlikte

alanlarından öne çıkanlar sosyal bilimler, çevre bilimi, enerji, bilgisayar bilimi, işletme, yönetim ve muhasebe ve tıp şeklinde sıralanmaktadır. Bu durum e-atıkların tartışıldığı ve incelendiği alanların multi disiplinler yapısından kaynaklanmaktadır.

E-atık konusunda alan yazında öne çıkan konuları ve mevcut eğilimleri ortaya çıkarmaya amaçlayan bu çalışmada öncelikle e-atık konusu tanım ve kapsamı hakkında bilgi verilmiş, e-atığın toplum sağlığı ve çevreye etkisi tartışılarak e-atıkla ilgili düzenlemelere yer verilmiştir. Ardından alan yazındaki çalışmaların yıllara ve ülkelere göre dağılımı, ortak yazarlık durumu, kullanılan anahtar kelimeler ve kullanım sıklıkları ile odaklanılan konuların ortaya çıkarılması amacıyla Vosviewer harita ve görselleştirme programı kullanılarak bibliyometrik analizi yapılmıştır. Yayınların yıllara göre dağılımı, yayınların yıllara göre artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ülkeler yayın sayısı açısından değerlendirildiğinde ise yıllık e-atık miktarında da ön sırada yer alan ülkelerin yayın sayısında da ön sıralarda yer aldığı görülmektedir. Ortak yazarlık analizi çalışmaların güçlü bir ortak yazar ağına sahip olmadığını göstermektedir. Anahtar kelime ve özetle tekrarlanan kelimelerin analizi e-atıkla ilgili konu kategorileri, e-atığın aktörleri ve e-atıkla ilgili eğilimler hakkında bilgi verdiği görülmektedir. Anahtar kelime ve özet analizinde e-atık yönetimi, e-atıkların geri dönüşümü, ekonomiye tekrar kazandırılması, sürdürülebilirlik ile e-atıkların çevresel etkileri ve sağlık üzerindeki etkileriyle ilgili kavramlar dikkat çekmektedir.

E-atıkların çevreye ve sağlığımıza zarar vermeyerek mevzuata uygun bir şekilde bertaraf edilmesi için öncelikle geri dönüşüm sistemlerinin kurulması gerekmektedir (Nagar ve Lal, 2024, s.501). E-atık konusunda toplumsal farkındalık ve bilinç oluşturmak, yasal düzenlemelerin yapılması ve atıkların yönetimi için ihtiyaç duyulan mali kaynağın sağlanması da e-atık yönetiminin gerekliliklerindedir (Neves vd., 2024, s.193). Gelişmekte olan ülkelerde bilgi iletişim teknolojilerinde yenilenmiş elektronik cihaz kullanımının yaygınlığı dikkate alındığında söz konusu cihazların güvenliği ve işlevselliği için küresel olarak standartlaştırılmış geri dönüşüm prosedürüne ihtiyaç duyulduğu görülmektedir (Nagar ve Lal, 2024, s.501). Eğitim kurumlarının e-atıkları azaltmaya yönelik eğitici bir yaklaşımı benimsemesi, bu yönde sivil toplum girişimlerinin artırılması, gerekli yasal çerçevenin oluşturularak bu çerçeveye uyulmasının da garanti altına alınması, gelişmekte olan ülkelerin e-atık bertarafı konusunda desteklenmesi yaşanabilir bir dünya için temel koşullar olarak sıralanabilir.

KAYNAKLAR

Baldé, C.P., Kuehr, R., Yamamoto, T., McDonald, R. vd. (2024). Global E-waste Monitor 2024. International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). Geneva/Bonn. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/03/GEM_2024_18-03_web_page_per_page_web.pdf

- Circular Economy: Definition, Importance and Benefits (2023, 24 Mayıs).
<https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- Davison, M. (2022, 31 Ağustos). What is e-waste and why we need to take steps to reduce it. <https://ictreverse.com/what-is-e-waste-and-why-we-need-to-take-steps-to-reduce-it/>
- Döngüsel Ekonomi Nedir? (t.y.). https://donguselekonomiplatformu.com/knowledge-hub/article_1-what-is-the-definition-of-a-circular-economy_11.html?page=1#articlePageTitle
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- E-atıkların Mücadele Etmenin Üç Yolu (2024, 22 Mart). Erişim adresi: <https://www.yesilisdunyasi.com/e-atiklarla-mucadele-etmenin-uc-yolu/>
- EC Waste Hierarchy (t.y.). Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/glossary/waste-hierarchy.html>
- Fawole, A.A., Orikpete, O.F., Ehiobu, N.N., & Daniel Raphael, E.E. (2023). Climate change implications of electronic waste: strategies for sustainable management. *Bulletin of the National Research Centre* 47(147), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s42269-023-01124-8>
- Govindan, K., Fahimeh, A., Fereshteh, S., Naieni, F., & Hassan, M. (2024). Application of IoT technology for enhancing the consumer willingness to return e-waste for achieving circular economy: A lagrangian relaxation approach. *Journal of Cleaner Production* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142421>
- Heeks, R., Subramaniana, L., & Jones, C. (2015). Understanding e-waste management in developing countries: Strategies, determinants, and policy implications in the Indian ICT Sector. *Information Technology for Development*, 21(4), 653–667, <http://dx.doi.org/10.1080/02681102.2014.886547>
- Kwon, G., Yoon, K., Kwon, E., Park, J., Lee, H., & Song, H. (2024). Technical advancement in valorization of electronic waste and its contribution to establishing economic value-chain. *Chemical Engineering Journal*, 494. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.153154>.
- Naarmala, J., Shamsuzzoha, A. & Tuomi, V. (2024). "E-waste in information systems research. *Procedia Computer Science*, 239, 412-419. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.188>
- Nagar, P., & Lal, R. (2024). An overview of electronic waste (e-waste) laws in developing countries. *International Journal of Innovation Studies*, 8 (1), 501-512. <https://ijistudies.com/index.php/ijis/article/view/150>

- Neves, S.A., Marques, A.C., & Silva, I.P. (2024). Promoting the circular economy in the EU: How can the recycling of e-waste be increased?, *Structural Change and Economic Dynamics*, 70, 192-201. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.02.006>
- Ogunseitan, O. A. (2023) The environmental justice agenda for e- waste management, environment. *Science and Policy for Sustainable Development*, 65(2), 15-25, <https://doi.org/10.1080/00139157.2023.2167457>
- Palmer, H., Puckett, J., & Brandt, C. (2018, 8 Ağustos). Illegal export of e-waste from Australia, 1-36. https://wiki.ban.org/images/archive/7/7c/20180815154710!Australian_e-Waste_Report_-_2018.pdf
- Pont, A., Robles, A., & Gil, J. A. (2019). E-waste: Everything an ICT scientist and developer should know. *IEEE Access*, 7, 169614-169635.
- Pramila, S., Fulekar M.H. & Pathak, B. (2012). Research Journal of Recent Sciences. 1(3), 86-93. https://www.isca.me/rjrs/archive/v1i3/14.ISCA-RJRS-2012-041_Done.pdf
- Reyna, J., Hanham, J., & Orlando, J. (2024). From e-waste to eco-eonder: Resurrecting computers for a sustainable future. *Sustainability*, 16, 3363, 1-13. <https://doi.org/10.3390/su16083363>
- Traverso, M., Mankaa, R., Pedalá, M. C., & Covais, A. (2024). Social hotspot analysis of the e-waste sector in Ghana and Nigeria. *Waste Management*, 183, 271-277. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.05.023>
- Urhan, C. (2018, 02 Ocak). Dünyanın önde gelen 30'dan fazla şirketi "Döngüsel Ekonomiye Geçiş" için birlikte çalışacak. <https://www.tskb.com.tr/blog/surdurulebilirlik/dunyanin-onde-gelen-30dan-fazla-sirketi-dongusel-ekonomiye-gecis-icin-birlikte-calisacak>
- Van Eck, N.J., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. Y. Ding, R. Rousseau, D. Wolfram (Eds.), *Measuring scholarly impact: Methods and practice* (ss. 285–320). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13