



Kripto Para Madenciliği ve Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerine Bibliyometrik Analiz

Bibliometric Analysis of The Articles Published On Crypto-Currency And Environmental Sustainability

Gözde ELBİR MERMER¹

Ayşegül KURTULGAN²

Öz

Küresel olarak yaygınlaşan ve bilgisayar ağları üzerinden yürütülen kripto para madenciliği, yüksek enerji tüketimi gerektiren bir süreç olarak tanımlanabilir. Tek bir bitcoin işlemi için tüketilen enerji miktarı, bir ailenin bir ay boyunca kullanacağı ortalama elektrik miktarına eşdeğerdir. Kripto para işlemlerin yapılabilmesi için kullanılan teknoloji, karbon salımını artırarak çevresel sorunlara neden olmaktadır. Çeşitli araştırmalar, kripto para madenciliğinin enerji tüketimi konusunu ele almıştır ve detaylı bir şekilde incelemiştir. Bu nedenle günümüzde, kripto para ve sürdürülebilirlik konuları, çalışılmakta olan en önemli konular olarak ele alınmaktadır. Bu araştırmanın amacı, kripto para ve sürdürülebilirlik konularının Web of Science (WoS) ve Scopus veri tabanlarında yer alan 2017-2022 yılları arasındaki makalelerin bibliyometrik olarak analiz edilmesidir. Web of Science veri tabanından "kripto para (cryptocurrency)" ve "sürdürülebilirlik (sustainability)" anahtar kelimeler yazılarak araştırma yapılmıştır. Yıllar bazında makalelerin yayın adetleri 2017 yılında 3, 2018 yılında 1, 2019 yılında 8, 2020 yılında 16, 2021 yılında 22, 2022 yılında 18 olmak üzere toplam 68 adettir. Scopus veri tabanında yayınlanan 45 makaleye ulaşılmıştır. Yıllara göre 2017 ve 2018 yıllarında 2'ser, 2019 yılında 4, 2020 yılında 9, 2022 ve 2021 yıllarında 14'er adettir.

Anahtar Kelimeler: Kripto para, Çevresel Sürdürülebilirlik, Bibliyometrik analiz

Abstract

Cryptocurrency mining, which is globally prevalent and conducted over computer networks, can be described as a process that requires high energy consumption. The amount of energy consumed for a single Bitcoin transaction is equivalent to the average monthly electricity usage of a household. The technology used for cryptocurrency transactions contributes to environmental issues by increasing carbon emissions. Various studies address and extensively examine the energy consumption associated with cryptocurrency mining. Therefore, in today's context, cryptocurrency and sustainability are considered among the most crucial topics under investigation. The aim of this research is to bibliometrically analyze articles on cryptocurrency and sustainability in the Web of Science (WoS) and Scopus databases between 2017 and 2022. A search is conducted in the Web of Science database using the keywords "cryptocurrency" and "sustainability." The publication counts of 68 articles by year are as follows: 3 in 2017, 1 in 2018, 8 in 2019, 16 in 2020, 22 in 2021, and 18 in 2022. 45 articles are found in the Scopus database, with 2 each in 2017 and 2018, 4 in 2019, 9 in 2020, and 14 each in 2021 and 2022.

Keywords: Crypto-currency, Environmental sustainability, Bibliometric Analysis

Atf (to cite): Elbir Mermer ve Kurtulgan (2024). Kripto Para Madenciliği ve Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerine Bibliyometrik Analiz. *International Journal of Behavior, Sustainability, and Management*, 11(20),19-35 10.54709/jobesam.1408410

Makale Geliş Tarihi (Received Date): 22.12.2023

Makale Kabul Tarihi (Accepted Date): 11.07.2024

This work is licensed under Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International License



¹gozdeelbir1@gmail.com , 0000-0002-6463-9319

²Çağ Üniversitesi, aysegulkurtulgan@cag.edu.tr , 0000-0002-8066-6034

1. GİRİŞ

Kripto para birimleri, ürün ve işlem gören pazar olarak gelişme sürecine devam etmektedir (Clark ve Greenley, 2019). Kripto paralar, geniş bir yatırımcı kitlesi tarafından tercih edilmektedir, çünkü ödeme aracı olarak kullanılabilirler, hızlı bir şekilde alınıp satılabilirler ve transfer edilebilirler (Yılmaz ve Kaplan, 2022, s. 150). Kripto para madenciliği, yapılan işlemler için enerji kullanımını gerektirmektedir. Bu enerjiye de blokzincirin bütünlüğünü korumak için yapılması gereken hesaplamaları gerçekleştiren cihazların çalışması amacıyla kullanılmaktadır. Blokzincirdeki bilgi işlem sistemini, bireysel bir kullanıcı ya da birçok kullanıcı oluşturabilir. Bundan dolayı ağa bağlı cihaz sayısının kaç adet olduğu net bir şekilde bilinmemektedir (Clark ve Greenley, 2019, s. 4). Kripto para madenciliğinin küçük ülkeler kadar enerji tükettiği tespit edilmiştir (De Vries ve Stoll, 2021). Bununla birlikte artan enerji tüketimi, kripto para madenciliği ve ticaretindeki patlamanın bir sonucu olarak potansiyel çevresel sorunları beraberinde getirmektedir (Náñez Alonso vd., 2021, s. 3). Artan elektrik talebi, tüm ekonomilerin kısıtlı enerji kaynağının kullanımının kontrol edilmesi veya azaltılması amacıyla birlikte karbon emisyonlarını hafifleterek temiz enerji kaynaklarına yönlendirmek için büyük çaba sarfettiği bir dönemde gerçekleşmektedir (Okorie, 2021, s. 3093). Karbon emisyonu, toplam sera gazı salınımlarının önemli bir kısmını oluşturmakta ve çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmektedir (Kavas, 2023, s. 309). Kripto paraların yoğun bir şekilde enerji kullanımı ve ekolojik zarar göz önüne alındığında, çevresel endişeler artmaktadır (Anwer, 2023, s. 418). Bununla birlikte sürdürülebilirlik, sürdürülebilir sosyal, çevresel ve ekonomik gelişimin temel bir öncüsüdür (Haq vd., 2023, s. 807). Günümüzde, sera gazı emisyonları, artan hızları nedeniyle küresel ısınma üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Yükselen emisyonlar, ekosistemi ve dünya üzerindeki yaşamı zarara uğratmada geri dönüşü olmayan sonuçlara yol açabilir. Bu zorluklar endişe verici ve karbon emisyon hızını azaltmak ve çevresel felaketleri önlemek için acil olarak eylem gerektirmektedir (Haq vd., 2023, s. 808).

Kripto para faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerinin anlaşılması, bu etkilerin azaltılması ve bu konunun öneminin vurgulanması gibi konular kripto para madenciliği ve çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili yapılan araştırmaların hedefleri arasında yer almaktadır. Bu araştırmanın amacı, son zamanlarda büyük bir popülerlik kazanan kripto para madenciliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularının Web of Science (WoS) ve Scopus veri tabanlarında yer alan 2017-2022 yılları arasında yayınlanan makalelerin bibliyometrik analizinin yapılmasıdır. Ulaşılan veriler Vosviewer yazılım programından yararlanarak tablo ile ağ ve görsellerine dönüştürülmüştür. Yapılan çalışmanın, literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Beş bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümünü, araştırmanın amacının, öneminin ve kripto para ile sürdürülebilirlik arasındaki temel ilişkinin yer aldığı açıklamalar oluşturmaktadır. Kripto para ve sürdürülebilirlik kelimeleri baz alınarak yapılan araştırmalar sonucunda Web of Science ve Scopus veri tabanlarından ulaşılan çalışmalar, literatür taramasını, oluşturmaktadır. Araştırma verisi ve yöntemi, üçüncü bölümde yer almaktadır. Dördüncü bölümde, araştırma bulguları açıklanmıştır. Sonuç bölümü ise beşinci bölümü oluşturmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2017-2022 tarihleri ele alınarak Web of Science (WoS) ve Scopus veri tabanlarında “kripto para (cryptocurrency)” ve “sürdürülebilirlik (sustainability)” anahtar kelimelerinin yer aldığı çalışmalar incelenmiştir. Literatürde kripto para ile ilgili makaleler yazılmış olup kripto para ve sürdürülebilirlik ile ilgili oldukça sınırlı sayıda çalışma vardır. Yapılan araştırma sonucunda WoS veri tabanında 68 adet ve Scopus veri tabanında 45 adet çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalardan bazılarında Tablo 1 ve Tablo 2’de yer verilmiştir. Tablolar’da yer alan en çok atıf sayısına göre sıralanmış 19 çalışmanın %63’ünün konu başlığında sürdürülebilirlik kelimesi yer almaktadır.

Tablo 1’de WoS veri tabanında yapılan literatür taramasında incelenen kaynaklara ilişkin temel bilgiler yer almaktadır. Tablo 1’de gösterilen literatür sıralaması atıf sayısına göre büyükten küçüğe doğru yapılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda ulaşılan ve incelenen makalelerin hepsi İngilizce olarak yazılmıştır.

Tablo 1. Web of Science veri tabanında Kripto para ve sürdürülebilirlik konuları hakkında yapılan çalışmalar

Makale	Yazar Adı/Adları	Yıl	Dergi Adı	Atıf sayısı	Sonuç
Sustainability of bitcoin and blockchains.	Vranken, H	2017	Current opinion in environmental sustainability	141	Tartışma konusu olan bitcoin madenciliğinin enerji ayak izi tartışılmış olup sonuçlar, enerji tüketimi için büyüklük sırasının 100 MW olduğunu göstermiştir. Böylece Bitcoin madenciliği çok rekabetçi olduğundan, yalnızca en rekabetçi madencilik donanımını uygulayan ve en düşük elektrik maliyetlerinden yararlanan madencilerin hayatta kalacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin’in kendi üzerinde sürdürülebilirliği, enerji tüketimi nedeniyle öncelikle risk altında olmadığı tespit edilmiştir.
Quantification of energy and carbon costs for mining cryptocurrencies.	Krause, M. J., & Tolaymat, T.	2018	Nature Sustainability	79	1 Ocak 2016’dan 30 Haziran 2018’e kadar Bitcoin, Ethereum, Bitcoin ve Monero madenciliğinin sırasıyla bir ABD Doları üretmek için ortalama 17, 7, 7 ve 14 MJ tükettiği tahmin edilmektedir. Dört kripto para biriminin tümü için madenciliğin 3-15 milyon ton CO2 emisyonundan sorumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Blockchain technology adoption behavior and sustainability of the business in tourism and hospitality SMEs	Nuryyev, G. Vd.	2020	Sustainability	37	KOBİ’lerin bu teknolojiyi benimseme niyetlerini etkileyen ana faktörleri göz önünde bulundurmanın önemi incelenmiştir. İlgili paydaşların stratejiler geliştirilmesi, erken eğitim programları sağlanması ve KOBİ’lerin BT benimsemesini destekleyen bir ortamın geliştirilmesini teşvik edebilir. Böylece sürdürülebilir kalkınmalarını ve rekabet güçlerini kolaylaştırabileceği sonucuna ulaşılmıştır.
Digital sustainability: basic conditions for sustainable digital artifacts and their ecosystems.	Stuermer, M., Abu-Tayeh, G., & Myrach, T.	2017	Sustainability science,	36	Çalışmada sürdürülebilir kalkınma için mümkün olan en büyük faydayı sağladıklarından emin olmak için sürdürülebilir dijital eserler ve ekosistemleri için on temel koşul önermişlerdir. Daha sonra bu özellikler dört örnek vakaya uygulanmıştır: Linux kernel geliştirme, Bitcoin kripto para birimi, Wikipedia projesi ve Linking Open Drug Data kaynağı. Makale, sürdürülebilirlik akademisyenleri ve bilgi sistemleri akademisyenlerinin yanı sıra uygulayıcılar için konuları belirleyen bir araştırma gündemiyle sona ermiştir.
Implementing blockchain technology in irrigation systems that integrate photovoltaic energy generation systems.	Enescu, F. M.vd.	2020	Sustainability	16	Araştırma sonucuna göre tarımsal sulama faaliyetinin bir dernek tarafından devralınmasının, tarımsal üretimi teşvik etmek ve aynı zamanda elektrik maliyetlerini kısmen azaltarak topluma fayda sağlamak için en iyi çözümlerden biri olduğu ortaya çıktı.
Sustainable growth and token economy design: The case of steemit.	Kim, M. S., & Chung, J. Y.	2018	Sustainability,	16	Bu makale, kripto ekonomisinin özü olan token ekonomisi modelinin tasarım sürecini bir vaka çalışması kullanarak sunarak önemli çıkarımlar getirmektedir. Token ekonomisi modeliyle ilgili çoğu çalışma ekonomi veya bilgisayar bilimi perspektifinden yapılırken , bu çalışma, teşvik edilmiş bir kullanıcı tabanıyla sürdürülebilir iş büyümesine odaklanan stratejik yönetim perspektifinden yürütülmüştür.

Road block (chain): Bit (coin) s for tourism sustainable development goals?	Tham, A., & Sigala, M.	2020	Journal of Hospitality and Tourism Technology	15	Bulgulara göre blokzincirler ve kripto para birimleri (bir finansal işlem yeteneği olarak), hızlandırılmış ve bütünsel bir şekilde güveni artırır, ekonomik sistemlere katılımı demokratikleştirir ve verilerin (dijital ekonominin para birimi) işleyişini etkileyerek aktörler arasında güç ve ekonomik ilişkileri yeniden dağıtır. Böylece değer yaratmak amacıyla toplanır, depolanır, takas edilir, sahiplenilir ve ticareti yapılır.
Bitcoin and its mining on the equilibrium path.	Kristoufek, L.	2020	Energy Economics	14	Bitcoin fiyatı ile madencilik maliyetleri arasındaki dinamikler ve etkileşim büyük ilgi odağı haline gelmiştir. Bu çalışmada bu iki miktarın sıkı bir şekilde birbirine bağlı olduğunu ve uzun vadeli ortak bir dengeye sahip oldukları gösterilmiştir. Madencilik maliyetleri, birkaç aydan bir yıla kadar olan ayarlama süresiyle kripto para birimi fiyatına göre ayarlanmaktadır. Mevcut gelişmeler, marjinal (elektrik) maliyetlerin ve madencilik verimliliğinin birincil rol oynadığı yeni bir Bitcoin madenciliği dönemine ulaşıldığını göstermektedir.
Economic viability of bitcoin mining using a renewable-based SOFC power system to supply the electrical power demand	Malfuzi, A.	2020	Energy	13	Sonuçlar, 20.000 \$'a kadar Bitcoin madencilik için daha fazla kârlılığa işaret ediyor, ancak Bitcoin fiyatı arttıkça SOFC tabanlı madencilik operasyonları makul kârlılığa ulaşıyor. Sırasıyla 87.300 ABD Doları, 77.200 ABD Doları ve 70.500 ABD Doları tutarındaki kümülatif nakit akışlarıyla İran, Rusya ve Çin'in şebeke elektriği kullanarak BTC madenciliği yapmak için en iyi ülkeler olduğu, İran, Kanada ve Rusya'nın ise doğal gazla beslenen SOFC sistemi kullanan en iyi ülkeler olduğu gösterilmiştir. SOFC tabanlı madenciliğin kârlılığı şebeke tabanlı madencilige göre daha düşük olsa da, ikinci yöntem daha iyi sürdürülebilirlik ve daha düşük çevresel maliyetlerle bunu telafi etmektedir.

Tablo 2'de Scopus veri tabanında aracılığı ile ulaşılan literatür taramasında incelenen kaynaklara ait temel bilgiler yer almaktadır. Tablo 2'de gösterilen literatür sıralaması, Tablo 1'de olduğu gibi atıf sayısına göre büyükten küçüğe doğru sıralanarak yapılmıştır. Konu ile ilgili olarak Scopus veri tabanından ulaşılan bütün çalışmalar İngilizce olarak yazılmıştır.

Tablo 2. Scopus veri tabanında Kripto para ve sürdürülebilirlik konuları hakkında yapılan çalışmalar

Makale	Yazar Adı/Adları	Yıl	Dergi Adı	Atıf sayısı	Sonuç
Blockchain for Internet of Things: A Survey	Dai, H. N., Zheng, Z., & Zhang, Y.	2019	IEEE Internet of Things Journal	431	Bu çalışma BCoT'ye ilişkin derinlemesine bir araştırma sunmakta ve bu yeni paradigmanın içgörülerini tartışmaktadır. Özellikle nesnelerin interneti ve zorlukları tartışılmıştır. BCoT'nin endüstriyel uygulamalarının yanı sıra IoT'de 5G ötesinde blockchain kullanımıyla ilgili konuları daha ayrıntılı olarak tartışılmıştır.
A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development	Olawumi, T. O., & Chan, D. W.	2018	Journal of cleaner production	316	Sonuçlara göre, sürdürülebilirlik araştırmalarına en önemli katkılar öncelikle Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Birleşik Krallık ve Kanada'dan gelmiştir. Ayrıca sürdürülebilirlik araştırmalarındaki mevcut çalışmalar temel olarak çevre bilimleri, yeşil ve sürdürülebilir bilim teknolojisi, inşaat mühendisliği ve inşaat ve yapı teknolojisi konu kategorilerine odaklanmaktadır.
Sustainability impact of digitization in logistics	Kayikci, Y.	2018	Procedia manufacturing	133	Bu çalışma, lojistik süreçlerinin dijitalleştirilmesinin faydalarını vurgulamakta olup lojistikte dijitalleşmenin sürdürülebilirlik etkisini incelemiştir. FMCG şirketleri ve onların taşımacılık hizmeti sağlayıcıları arasında tek bir vaka çalışması olarak yürütülüş, nitel bir yöntem ve bağlantılı yarı yapılandırılmış görüşmelere dayanmaktadır.
Current trends in sustainability of	Giungato, P., Rana, R.,	2017	Sustainability,	88	Analiz sonucu, tüm parasal sistemin yeni kripto para birimine geçişinin, yeni bitcoin madenciliği yapmak ve

bitcoins and related blockchain technology	Tarabella, A., & Tricase, C.				tüm sanal para sistemini sürdürmek için kabul edilemez miktarda enerji tüketilmesine neden olacağını ve muhtemelen bitcoin'in niş bir para birimi olarak kalacağını ortaya koymaktadır.
Unleashing the convergence amid digitalization and sustainability towards pursuing the Sustainable Development Goals (SDGs): A holistic review	Castro, G. D. R., Fernandez, M. C. G., & Colsa, Á. U.	2021	Journal of Cleaner Production,	68	Bulguları, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin çeşitli araştırma boşlukları sunduğunu kanıtlamakla beraber yeni veri kaynakları, gelişmiş analitik kapasiteler ve işbirlikçi dijital ekosistemler aracılığıyla Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini takip etmek için dijitalleşmenin getirdiği katma değere ilişkin beklentilerin arttığını göstermektedir.
Peer-to-peer energy trading: A review of the literature	Soto, E. A., Bosman, L. B., Wollega, E., & Leon-Salas, W. D.	2021	Applied Energy	61	Bu makalenin amacı, P2P modelinin uygulanmasına yönelik zorluklar ve fırsatlara ilişkin bütünsel bir bakış açısı sağlama olmuştur. Literatür gözden geçirilerek temalar şu şekilde kategorize edilmiştir: (1) ticaret platformu, (2) blockchain, (3) oyun teorisi, (4) simülasyon, (5) optimizasyon ve (6) algoritmalar. Bu incelemeden elde edilen bulgular, dağıtılmış enerji programlarıyla ilgili yeni enerji politikaları ve süreçleri oluşturmada kullanılabilir.
The game-changing potential of digitalization for sustainability: possibilities, perils, and pathways	Seele, P., & Lock, I.	2017	Sustainability Science	60	Bu çalışma, bir dizi disiplinler, metodolojik, kültürel ve güncel perspektif uygulayarak dijitalleşmenin sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini çeşitli şekillerde ele almıştır. Dijitalleşme ve sürdürülebilirliğin mega trendlerinin haritalandırılmasında ve bunlardan olasılıkların, tehlikelerin ve yolların çıkarılmasında ilk ilerleme olmuştur. Sürdürülebilirlik biliminde dijitalleşmeyle ilgili gelecekteki araştırmalar için bazı yollar açılmaktadır.
Hybrid malware classification method using segmentation-based fractal texture analysis and deep convolution neural network features	Nisa, M., Shah, J. H., Kanwal, S., Raza, M., Khan, M. A., Damaševičius, R., & Blažauskas, T.	2020	Applied Sciences,	59	Bu çalışmada, kötü amaçlı yazılım görüntülerini farklı son teknoloji sınıflandırıcılar kullanarak çeşitli sınıflandırmalar için görüntü büyüme ve segmentasyona dayalı fraktal doku analizinin (SFTA) birleşimini ve önceden eğitilmiş derin sinir ağı özelliklerini kullanan hibrit bir yöntem gösterilmiştir.
An effective approach for the protection of user commodity viewing privacy in e-commerce website	Wu, Z., Shen, S., Zhou, H., Li, H., Lu, C., & Zou, D.	2021	Knowledge-Based Systems,	56	Bu makale, ticari bir web sitesinde kullanıcı davranışlarının gizliliğini korumaya yönelik bir araştırmadır. Bu çalışma, gizliliği koruyan bir e-ticaret platformu oluşturulması açısından olumlu bir öneme sahiptir.
Blockchain for IoT-based smart cities: Recent advances, requirements, and future challenges	Majeed, U., Khan, L. U., Yaqoob, I., Kazmi, S. A., Salah, K., & Hong, C. S.	2021	Journal of Network and Computer Applications	55	Bu çalışmada akıllı şehirlerde blokzincirin rolü araştırılmıştır. Blokzincirin teknolojisinin doğuşunun yanı sıra başlangıcını ve daha sonraki geliştirmeler kronolojik olarak araştırılmıştır. Bunun için blokzincir teknolojisindeki kurucu teknolojiler tartışılmıştır. Bir blokzincir platformunun seçimini etkileyen önemli faktörler özetlenmiştir.

3. ARAŞTIRMA VERİSİ VE YÖNTEMİ

Bibliyometrik analiz, bir alanındaki küresel araştırma eğilimlerini anlamak için akademik yayınların çıktıklarına dayanan bir araştırma yaklaşımıdır. Bu yayınlar genellikle Scopus veya WoS veritabanlarında bulunmaktadır (Alsharif, 2020, s. 2949). Analizi kapsayan konular ile ilgili çalışmalar, bu çalışmaları yapan yazarlar, ülkeler, yazarların bağlı oldukları kurumlar, çalışmalarda yer alan anahtar kelimeler ve atıf bilgisi gibi konuların istatistiksel olarak araştırılmasını hedeflemektedir. 2017 ile 2022 tarihleri arasındaki dönemi içeren ve kripto para ile sürdürülebilirlik konularını ele alan çalışmalar WoS ve Scopus veri tabanları aracılığı ile incelenmiştir ve ulaşılan veriler kullanılarak bibliyometrik analiz yapılmıştır. Tablo 3'de WoS ve Scopus veri tabanlarından ulaşılan çalışma sayısı, ele alınan dönem ve araştırmaya ait anahtar kelimeler gösterilmektedir.

Tablo 3. Araştırma verisi

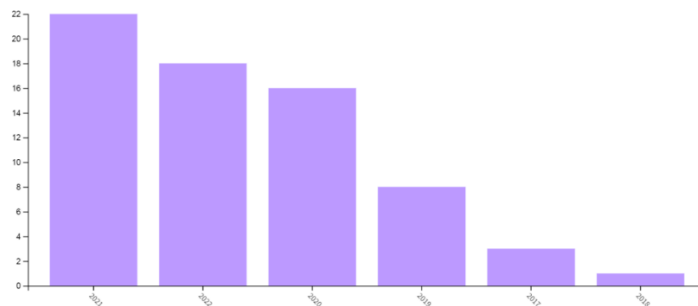
	Web of Science	Scopus
Çalışma sayısı	68	45
Dönem	2017-2022	2017-2022
Anahtar kelimeler	“Kripto para (cryptocurrency)” ve “sürdürülebilirlik (sustainability)”	“Kripto para (cryptocurrency)” ve “sürdürülebilirlik (sustainability)”

VOSviewer, bibliyometrik haritalar oluşturmak için kullanılan bir yazılım aracı olarak kabul edilmektedir (Alsharif, 2020, s. 2950). Bu çalışmada, VOSviewer programı ile haritalar oluşturulmuştur ve elde edilen bu haritalar araştırmanın içeriğini oluşturmaktadır. VOSviewer programı kullanılarak harita oluşturulurken belirli sıralamayla işlem yapılmaktadır. İlk olarak, VOSviewer haritalandırma programı web sitesinden indirilerek kurulumu yapılır. Sonrasında, Wos ve Scopus veri tabanlarından anahtar kelimeler yazılarak ulaşılan veriler VOSviewer programına yüklenir. Görseli oluşturulmak istenen çeşitli başlıklar seçilerek devam edilir. Kriterler için eşik değerleri programa yazılır ve bu eşik değerler, VOSviewer programının otomatik olarak belirlediği değerler ya da araştırmacının karar verdiği eşik değerler olarak yazılabilir. Son adımda, haritalara dönüştürülerek ilgili görseller elde edilir ve ulaşılan bilgiler ayrıntılı olarak açıklanır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

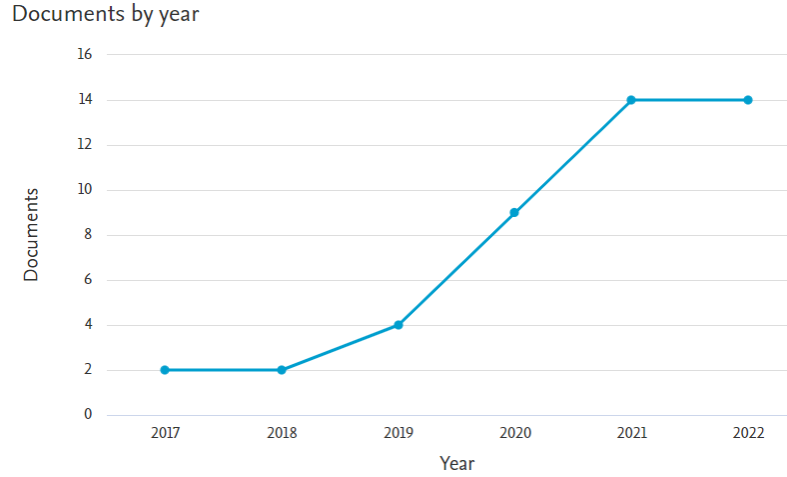
4.1. Kripto Para ve Sürdürülebilirlik ile İlgili Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı

Kripto para madenciliği ve çevresel sürdürülebilirlik hakkında yapılan bu bibliyometrik analiz çalışmasının temel varsayımları; çoğunlukla literatürde bu konuların hangi yıllar aralığında ele alındığı, bu konunun ülkelere ve bilim dallarına göre dağılımı, hangi yöntemler ile analiz edildiği, hangi anahtar kelimelerin öne çıktığı ve bu alandaki bilimsel iş birliklerinin yapısı hakkında bilgiler sunmayı hedeflemektedir. Web of Science veri tabanında kripto para (cryptocurrency)” ve “sürdürülebilirlik (sustainability)” anahtar kelimeler yazılarak araştırıldığında 2017-2022 yılları arasında 68 makale tespit edilmiştir. Web of Science veri tabanından ulaşılan çalışmaların yıllar itibariyle dağılımı Şekil 1’de gösterilmiştir. Yıllara göre makalelerin yayın adetleri 2017 yılında 3, 2018 yılında 1, 2019 yılında 8, 2020 yılında 16, 2021 yılında 22, 2022 yılında 18 olmak üzere toplam 68 adettir.



Şekil 1. Kripto para ve sürdürülebilirlik ile ilgili araştırmaların yıllara göre dağılımı (Web of Science)

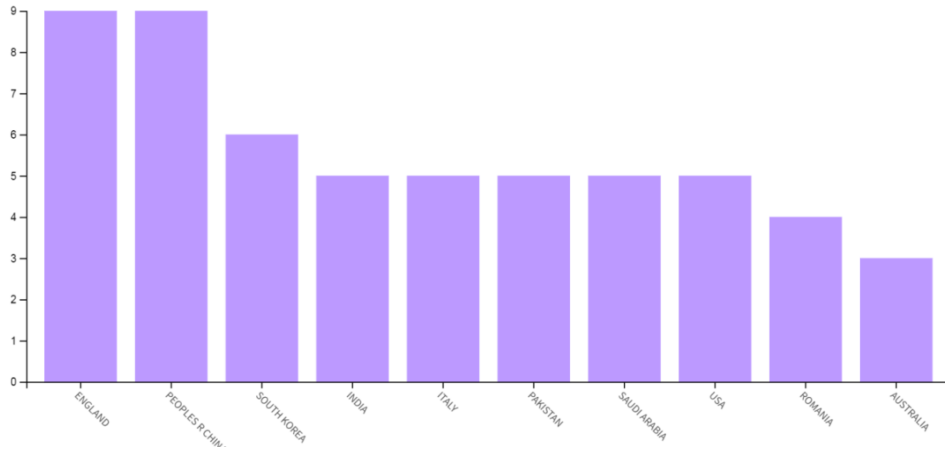
Scopus veri tabanında kripto para (cryptocurrency)” ve “sürdürülebilirlik (sustainability)” anahtar kelimeler yazılarak araştırıldığında 2017-2022 yılları arasında 45 makale tespit edilmiştir. Scopus veri tabanından ulaşılan çalışmaların yıllar itibariyle dağılımı Şekil 2’de gösterilmiştir. Yıllara göre makalelerin yayın adetleri 2017 ve 2018 yıllarında 2’şer, 2019 yılında 4, 2020 yılında 9, 2022 ve 2021 yıllarında 14’er makale olmak üzere toplam 45 adettir.



Şekil 2. Kripto para ve sürdürülebilirlik ile ilgili araştırmaların yıllara göre dağılımı (Scopus)

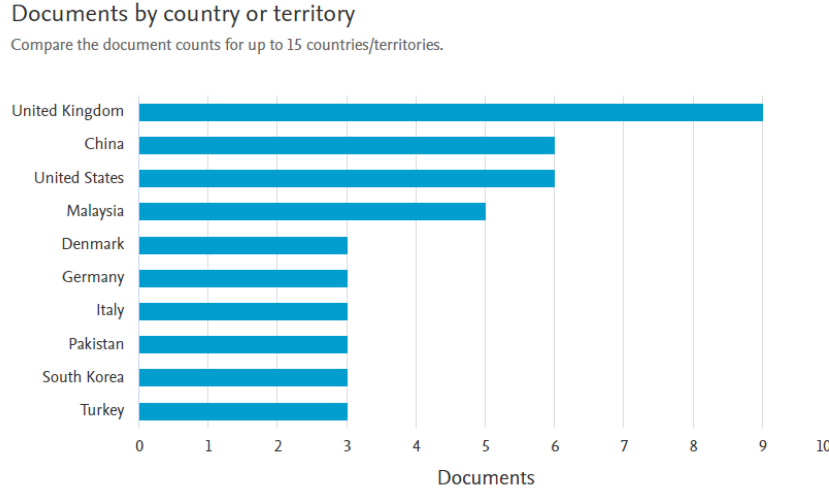
4.2. Kripto Para ve Sürdürülebilirlik ile İlgili Araştırmaların Ünelere Göre Dağılımı

Web of Science veri tabanından ulaşılan çalışmaların ülkelere göre dağılımı Şekil 3’de gösterilmiştir. Buna göre İngiltere ve Çin’de 9’ar, Güney Kore’de 6, Hindistan, Pakistan, Suudi Arabistan, ABD ve İtalya’da 5’er makale mevcuttur.



Şekil 3. Kripto para ve sürdürülebilirlik ile ilgili araştırmaların ülkelere göre dağılımı (Web of Science)

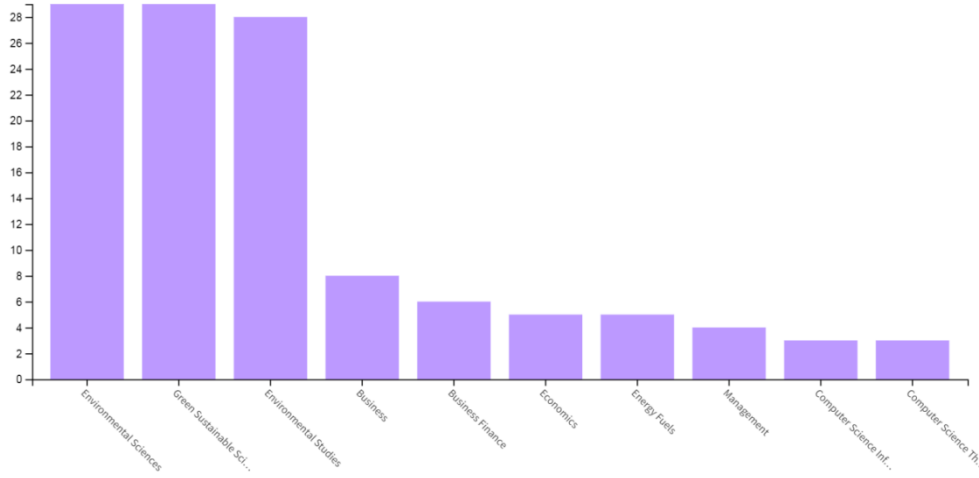
Scopus veri tabanından ulaşılan çalışmaların ülkelere göre dağılımı Şekil 4’de gösterilmiştir. Scopus veri tabanında ülkelere göre dağılımda Birleşik Krallık 9, Çin ve ABD’de 6’şar, Malezya 5, Danimarka, Almanya, İtalya, Pakistan, Güney Kore ve Türkiye’de 3’er makale vardır.



Şekil 4. Kripto para ve sürdürülebilirlik ile ilgili araştırmaların ülkelere göre dağılımı (Scopus)

4.3. Kripto Para ve Sürdürülebilirlik ile İlgili Araştırmaların Bilim Dallarına Göre Dağılımı

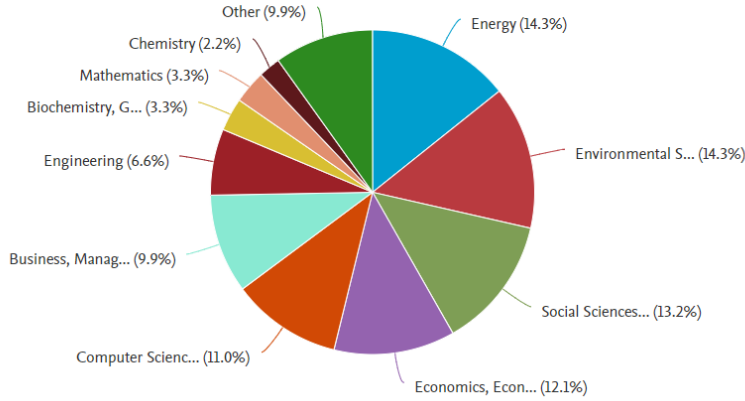
Konu ile ilgili çalışmaların bilim dallarına göre dağılımı Web of Science veri tabanından elde edilmiştir. Buna göre çalışma alanlarının sırasıyla en çok; Çevre bilimi (29), Yeşil sürdürülebilir bilim teknolojisi (29), Çevresel çalışmalar (28), İşletme (8), Finans (6) ve Ekonomi (5) alanlarında yapıldığı görülmektedir.



Şekil 5. Kripto para ve sürdürülebilirlik ile ilgili araştırmaların bilim dallarına göre dağılımı (Web of Science)

Konu ile ilgili çalışmaların bilim dallarına göre dağılımı Scopus veri tabanından elde edilmiştir. Buna göre çalışma alanlarının sırasıyla en çok; Enerji (13), Çevre bilimi (13), Sosyal Bilimler (12), Ekonomi-Ekonometri-Finans (11), Bilgisayar (10), İşletme-Yönetim-Muhasebe (9) alanlarında yapıldığı görülmektedir.

Documents by subject area



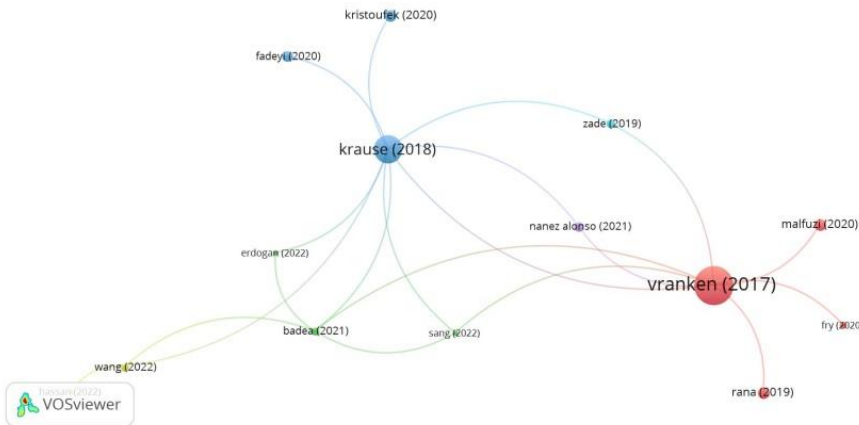
Şekil 6. Kripto para ve sürdürülebilirlik ile ilgili araştırmaların bilim dallarına göre dağılımı (Scopus)

4.4. Ağ Görseli

Vosviewer kullanılarak yapılan bu bibliyometrik çalışmada; ilk olarak atıf analizi, ikinci olarak bibliyometrik eşleştirme analizi, üçüncü olarak ortak atıf analizi, dördüncü olarak ortak yazarlık analizi ve son olarak de anahtar kelime analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda ulaşılan çıktılar ve yapılan değerlendirmeler bu bölümde açıklanmıştır.

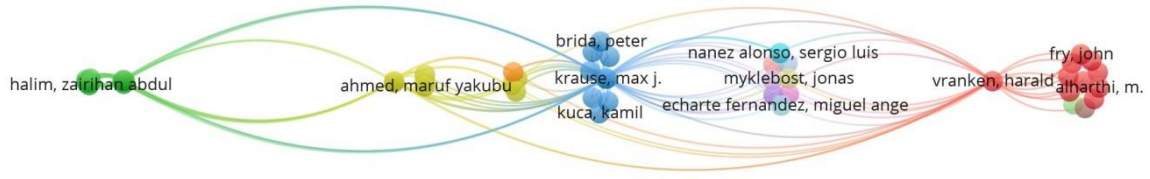
4.4.1. Atıf Analiz Görselleri

Vosviewer haritalama yöntemi kullanılarak yapılan atıf analizi kapsamında atıf doküman görseli, atıf yazar görseli ve atıf ülke görseli analizleri aşağıda açıklanmıştır. Şekil 7’de gösterilen yazar dokümanları, atıf alma sayısı minimum “1” olarak hesaplanmış ve 53 adet yazar dokümanına ulaşılmıştır. En çok atıf alan yazar dokümanları ilk 5 olarak sırasıyla 140 atıfı Vranken (2017), 78 atıfı Krause(2018), 37 atıfı Nuryyev(2020), 36 atıfı Stuermer(2017) ve 16 atıfı Kim(2019) ve Enescu(2020) belirtilen yıllardaki çalışmalarıdır.



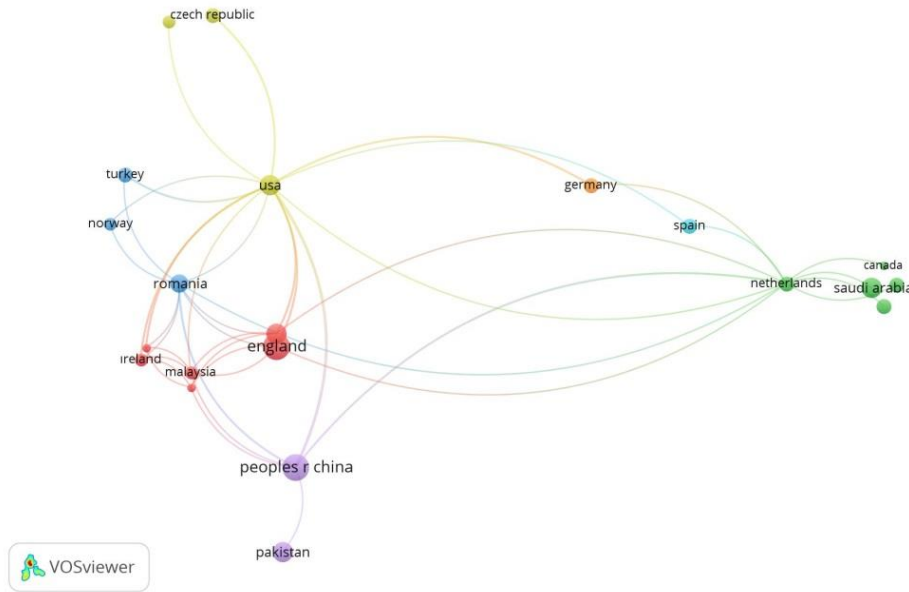
Şekil 7. Atıf doküman görseli (Web of Science)

Şekil 8’de atıf sayısı fazla olan yazarlar arasındaki bağlantı gücü yer almaktadır. Görselde, bir yazarın doküman sayısı ve bir yazarın dokümanına yapılan atıf sayısı minimum “1” belirlenmiştir. 236 yazarın 175’i bu değerlere karşılık gelmektedir.



Şekil 8. Atıf yazar görseli (Web of Science)

Şekil 9’da kripto para ve sürdürülebilirlik konusunda çalışma yapmış olan ülkelere ait ağ görseli yer almaktadır. Bir ülkenin minimum doküman sayısı ve bir ülkenin minimum alıntılanma sayısı “1” seçilmiştir. 45 ülkenin 37 tanesi bu değere karşılık gelmektedir. Kripto para ve sürdürülebilirlik konusunda en çok çalışmanın yapıldığı ülkelerin İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri, Pakistan, Romanya, Çin, Suudi Arabistan olduğu görülmektedir.

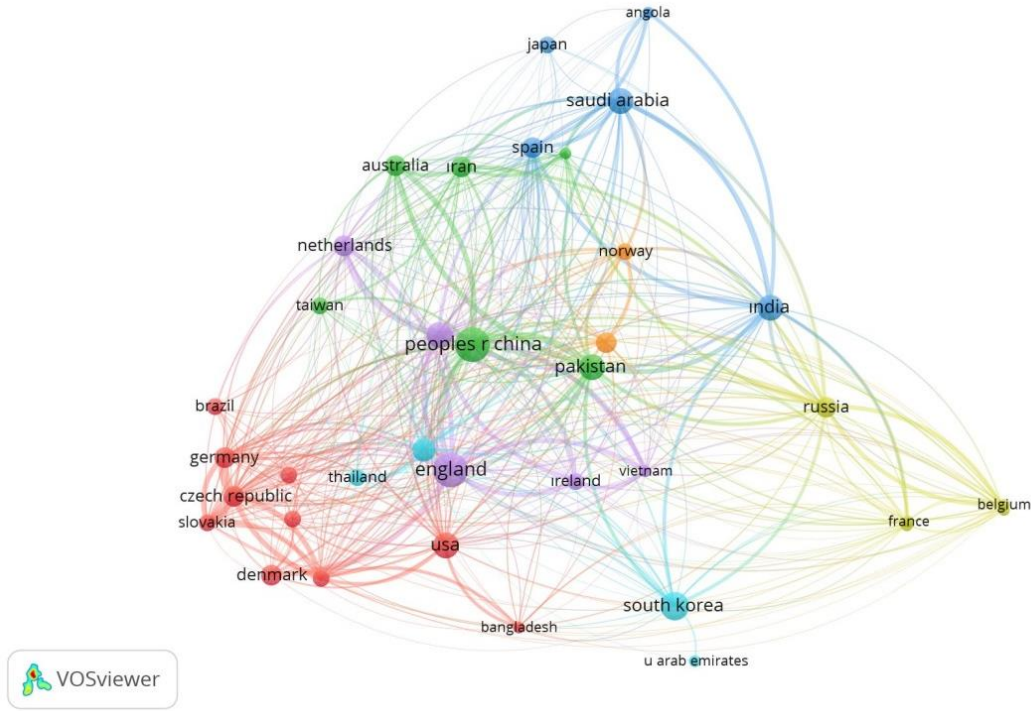


Şekil 9. Atıf ülke görseli (Web of Science)

4.4.2. Bibliyometrik Eşleştirme Analiz Görselleri

İki farklı kaynağın aynı kaynağa atıfta bulunması olarak ifade edilen bibliyometrik eşleştirme analizi, çalışmalar arasındaki bağlantı gücünü göstermektedir. Vosviewer haritalama yöntemi kullanılarak yapılan bibliyometrik eşleştirme analizi kapsamında bibliyometrik doküman görseli, bibliyometrik yazar görseli ve bibliyometrik ülke görseli analizleri yapılmıştır.

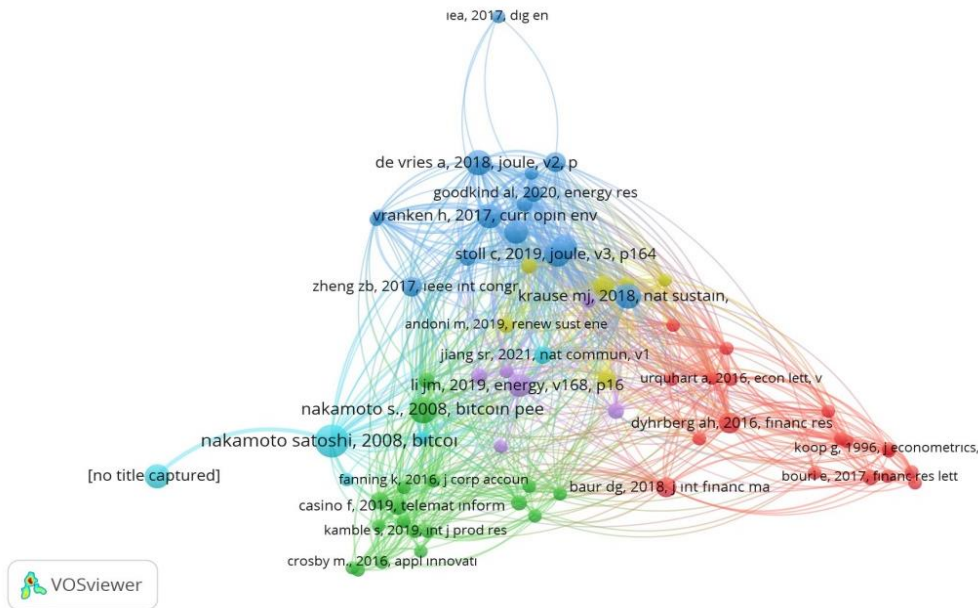
Dokümana göre yazarların bağlantı gücü Şekil 10’da gösterilmektedir. Bu görsel elde edilirken bir dokümanın alıntılanma sayısı minimum “1” belirlenmiştir. 68 dokümanın 53’ü bu değere karşılık gelmektedir. Burada toplam bağlantı gücü en yüksek olan ilk 5 doküman seçilmiş olup “kripto para ve sürdürülebilirlik” konularında en çok bibliyometrik eşleştirme sayısına sahip olan yazar dokümanları sırasıyla Vranken (2017), Krause(2018), Nuryyev(2020), Stuermer(2017) ve Kim(2019) ve Enescu(2020) yaptıkları çalışmalarıdır.



Şekil 12. Bibliyometrik ülke görseli (Web of Science)

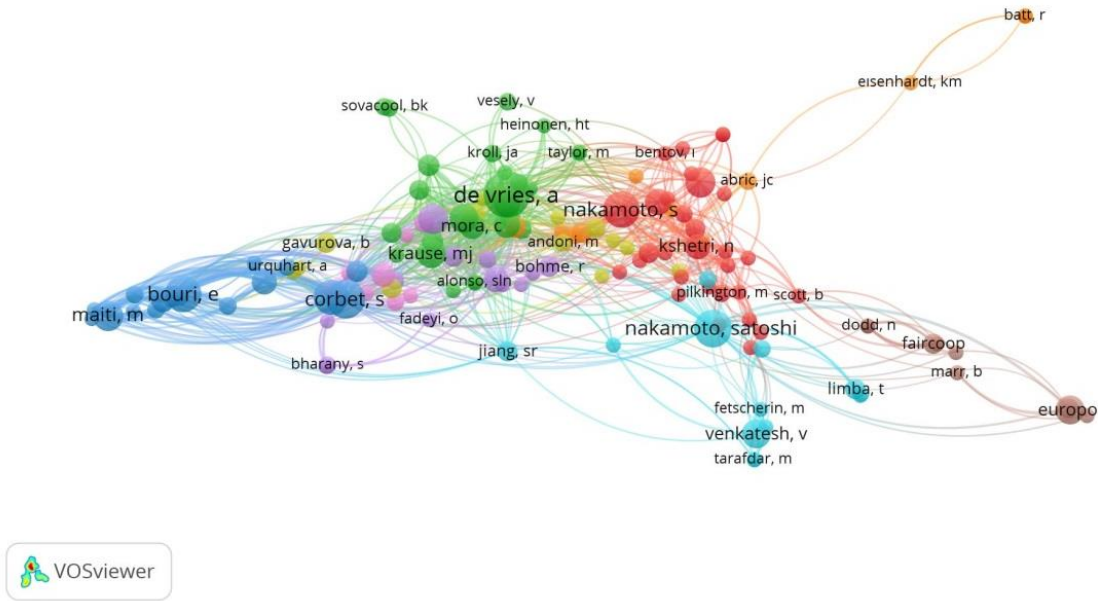
4.4.3. Ortak Atıf Analiz Görselleri

Voswiever haritalama yöntemi kullanılarak yapılan ortak atıf analizi kapsamında alıntı yapılan referans ve yazar görseli analizleri sırasıyla aşağıda açıklanmıştır. Alıntı yapılan referansların görseli, Şekil 13'de mevcuttur. Alıntı yapılan bir referansın atıf sayısı minimum olarak "3" eşik değeri seçilerek bu ağ haritası oluşturulmuştur. Alıntılanan 3.396 çalışmadan 68 tanesi bu değere karşılık gelmektedir. Nakamoto (2008), Krause (2018), Stoll (2019), De Vries (2018) ve O'dwyer Karl (2014) en çok ortak atıf alan eserlerin yazarlarıdır.



Şekil 13. Alıntı yapılan referans görseli (Web of Science)

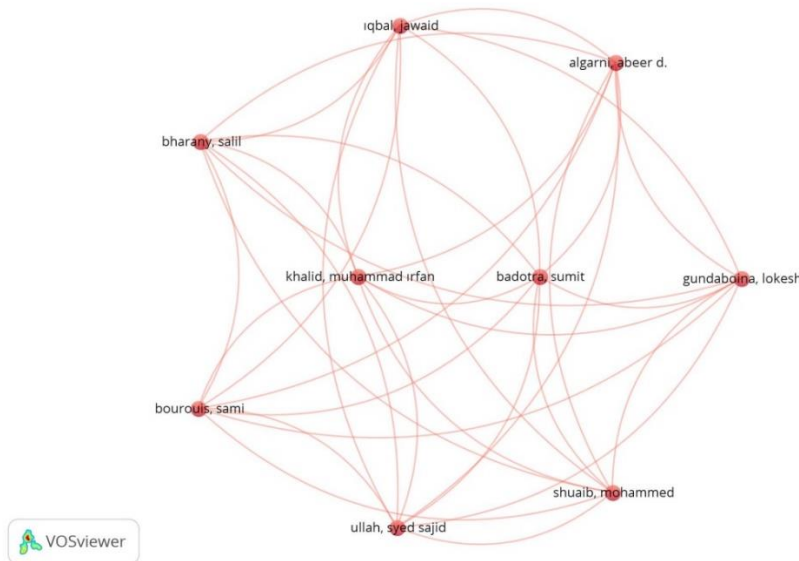
Atıf yapılan yazarların ağ görseli, Şekil 14’de mevcuttur. Bir yazarın atıf sayısı minimum “3” seçilerek bu ağ haritası oluşturulmuştur. 2.797 yazarın 148’i bu değere karşılık gelmektedir. Burada öne çıkan ilk üç isim sırasıyla De vries, Corbet ve Nakamoto’dur.



Şekil 14. Alıntı yapılan yazarların görseli (Web of Science)

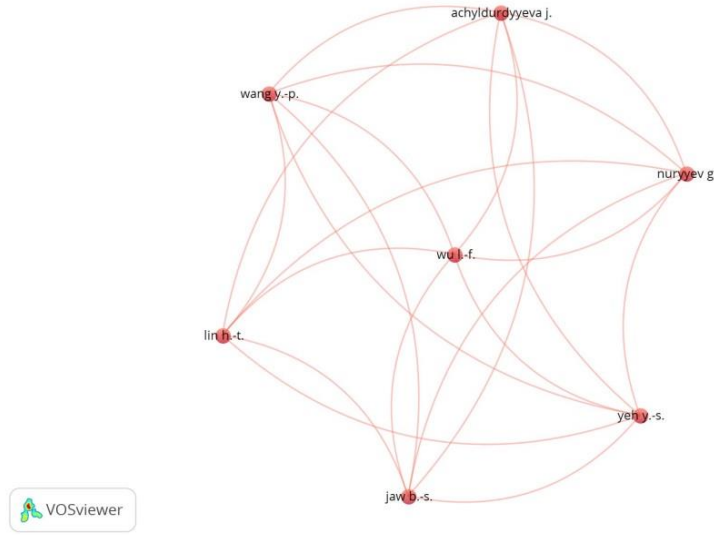
4.4.4. Ortak Yazarlık Analiz Görselleri

Voswiever haritalama yöntemi kullanılarak yapılan ortak yazarlık analizi kapsamında ortak yazar ve ortak ülke görseli analizleri sırasıyla aşağıda açıklanmıştır. Ortak yazarlık analizi, ortak bir çalışma gerçekleştiren yazarların ağ bağlantılarını göstermektedir. Web of Science veri tabanından ulaşılan çalışmaların yer aldığı ortak yazar görseli Şekil 15’de gösterilmektedir. En çok ortak çalışma yapmış olan yazarlar arasındaki bağlantı gücü, bu görselde yer almaktadır. Bir yazarın doküman sayısı ve bir yazarın dokümanına yapılan atıf sayısı minimum “1” olarak seçilerek ortak yazarlık analiz görseli oluşturulmuştur. 236 yazarın 175’i bu değere karşılık gelmektedir.



Şekil 15. Ortak yazar görseli (Web of Science)

Scopus veri tabanından ulaşılan çalışmaların yer aldığı ortak yazar görseli ise Şekil 16’da gösterilmektedir. Bir yazarın doküman sayısı ve bir yazarın dokümanına yapılan atıf sayısı minimum “1” olarak seçilerek bu görsel oluşturulmuştur. 151 yazarın 123’ü bu değere karşılık gelmektedir. Buna göre ortak çalışmalardan ilk beşi sırası ile Achyldurdyyeva, Jaw, Lin, Nuryyev ve Wang etrafında yoğunlaşmaktadır.



Şekil 16. Ortak yazar görseli (Scopus)

Web of Science veri tabanından ulaşılan çalışmaların yer aldığı ortak ülke görseli Şekil 17’de mevcuttur. Bir ülkenin doküman sayısı ve bir ülkenin alıntılanma sayısı minimum “1” olarak seçilerek ortak ülke görseli oluşturulmuştur. 45 ülkenin 37 tanesi bu değere karşılık gelmektedir. Ortak yazarlı çalışma alanında ilk beş ülke sırasıyla Çin, İngiltere, Güney Kore, ABD ve İtalya’dır.



Şekil 17. Ortak ülke görseli (Web of Science)

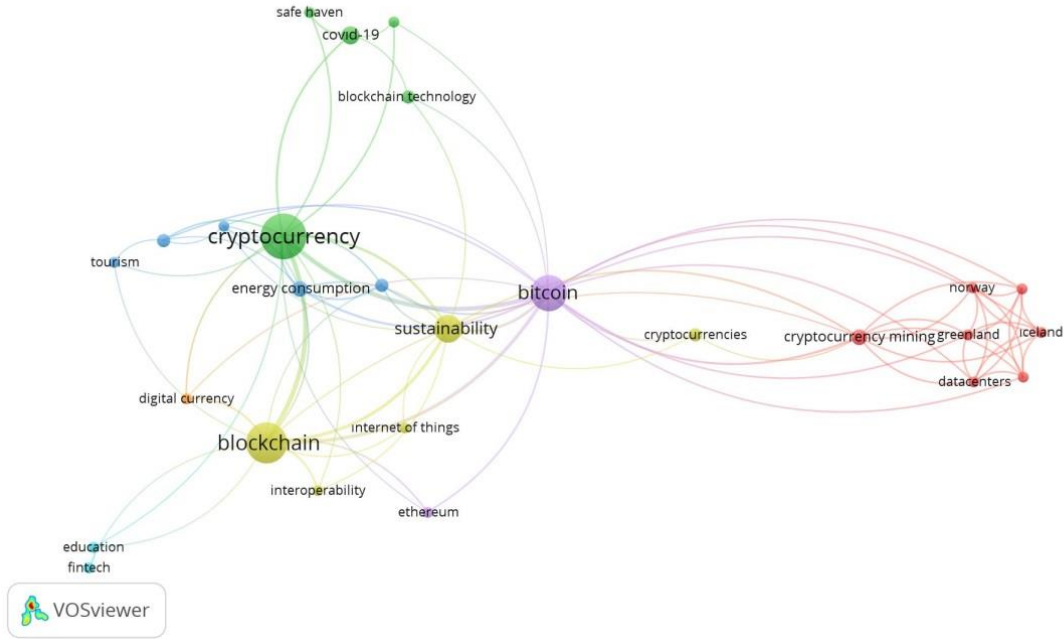
Scopus veri tabanından ulaşılan çalışmaların yer aldığı ortak yazar görseli ise Şekil 18’de yer almaktadır. Bir ülkenin doküman sayısı ve bir ülkenin alıntılanma sayısı minimum “1” olarak seçilmiştir. 37 ülkenin 35 tanesi bu değere karşılık gelmektedir. Ortak yazarlı çalışma alanında ilk beş ülke Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Pakistan ve Danimarka’dır.



Şekil 18. Ortak ülke görseli (Scopus)

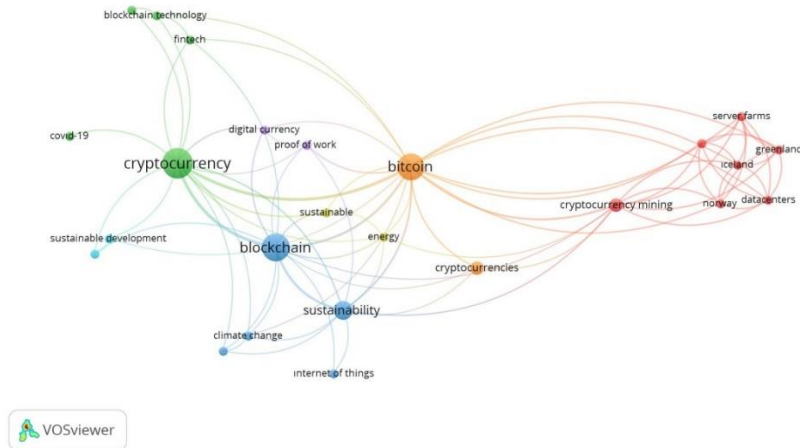
4.4.5. Anahtar Kelime Analiz Görselleri

Web of Science veri tabanından ulaşılan çalışmaların yer aldığı anahtar kelime analizi Şekil 19'da gösterilmektedir. Bir anahtar kelimenin en az 2 kere kullanılması bu analiz kriteri olarak belirlenmiştir ve toplamda 273 anahtar kelimedenden 27 tanesi bu değere karşılık gelmektedir. Yapılan anahtar kelime analizi sonucunda en çok kullanılan anahtar kelimelerin kripto para, blokzincir, Bitcoin, sürdürülebilirlik ve Covid-19 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 19. Anahtar kelime analizi (Web of Science)

Scopus veri tabanından ulaşılan çalışmaların yer aldığı anahtar kelime analizi Şekil 20'de gösterilmektedir. Bir anahtar kelimenin en az 2 kere kullanılması bu analiz kriteri olarak belirlenmiştir ve toplamda 180 anahtar kelimedenden 25 tanesi değere karşılık gelmektedir. Yapılan anahtar kelime analizi sonucunda en çok kullanılan anahtar kelimelerin kripto para, blokzincir, Bitcoin, sürdürülebilirlik ve kripto para madenciliği olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 20. Anahtar kelime analizi (Scopus)

5. SONUÇ

Enerji talepleri veya kullanımları, her ekonominin ve dünyanın genelinde teknolojik ilerlemenin kaçınılmaz bir parçasıdır (Okorie, 2021, s. 3093). Kripto para üretim teknolojileri, güvenlik, yüksek işlem hızı ve finansal erişim avantajlarına sahip olmasına rağmen, büyük bir elektrik tüketimi gerektirmektedir ve bu da iklim üzerinde bir tehdit oluşturmaktadır (Truby, 2018, s. 399). Diğer bir ifade ile kripto para madenciliği, dünya genelinde işlem görmekte ve enerji yoğun bir süreç olarak bilinmektedir. Kripto para madenciliği işlemlerinin gerçekleştirilmesi için gereken teknoloji kullanımı nedeniyle karbon salınımı artmakta olup çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı günümüzde, kripto para madenciliği ve çevresel sürdürülebilirlik konuları, literatürde oldukça sık çalışılan konulardan olmaktadır. Kamuoyunu kripto para madenciliğinin çevresel etkileri konusunda bilinçlendirmek bu alandaki çalışmaların temel hedeflerinden biridir.

Bu çalışmanın amacı, kripto para madenciliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularının Web of Science (WoS) ve Scopus veri tabanlarında yer alan 2017-2022 yılları arasında yayınlanan makalelerin bibliyometrik analizinin yapılmasıdır. Özellikle bu iki alanın ortak bilimsel çalışmalarının anlaşılmasının sağlanması, değerlendirilmesi ve alan ile ilgili literatürdeki boşlukların belirlenmesi bakımından bu çalışmanın önemli olduğu ifade edilebilir. Bu çalışmanın, kripto para madenciliği ve çevresel sürdürülebilirlik alanlarında yapılan çalışmaların daha geniş bir açıdan değerlendirilmesine olanak sağlaması ve ilgili alanın daha bilinçli bir şekilde gelişmesini sağlaması beklenmektedir. 2017-2022 yılları arasındaki makaleler ele alınmıştır. Bibliyometrik analiz için gerekli olan verilere, Web of Science ve Scopus veritabanları dışında diğer veritabanlarından (Dimensions, Lens, Pub Med) da ulaşılabilir. VOSviewer haritalama yöntemi ile bibliyometrik analiz için kullanılan diğer veritabanları (dosyalamaya uygun) belirli konular başlığı altında karşılaştırılabilir. Bu çalışmanın bazı kısıtları vardır. Bu kısıtlardan biri, doküman taramasının yalnızca Web of Science ve Scopus veri tabanlarından elde edilmiş veriler ile gerçekleştirilmiş olması ve diğer veri tabanlarının baz alınmamış olmasıdır. Çalışmanın ikinci kısıtı ise incelenen makalelerin yalnızca İngilizce olmasıdır. Doküman türü olarak yalnızca makalelerin incelenmesi de bu çalışmanın üçüncü kısıtını oluşturmaktadır. Bu araştırma örnek alınarak, gelecekteki çalışmalarda da belirli yıllar ve ülkeler baz alınarak çeşitli konu başlıklarında çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Alsharif, A. H., Salleh, N. O. R. Z. M. D., & Baharun, R. (2020). Bibliometric analysis. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 98(15), 2948-2962.
- Anwer, Z., Farid, S., Khan, A., & Benlagha, N. (2023). Cryptocurrencies versus environmentally sustainable assets: Does a perfect hedge exist?. *International Review of Economics & Finance*, 85, 418-431.
- Castro, G. D. R., Fernandez, M. C. G., & Colsa, Á. U. (2021). Unleashing the convergence amid digitalization and sustainability towards pursuing the Sustainable Development Goals (SDGs): A holistic review. *Journal of Cleaner Production*, 280, 122204.
- Clark, C. E., & Greenley, H. L. (2019). Bitcoin, blockchain, and the energy sector. *Congressional Research Service*. 1-27.
- Dai, H. N., Zheng, Z., & Zhang, Y. (2019). Blockchain for Internet of Things: A survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5), 8076-8094.
- De Vries, A., Gollersdörfer, U., Klaaßen, L., & Stoll, C. (2022). Revisiting Bitcoin's carbon footprint. *Joule*, 6(3), 498-502.
- Enescu, F. M., Bizon, N., Onu, A., Răboacă, M. S., Thounthong, P., Mazare, A. G., & Şerban, G. (2020). Implementing blockchain technology in irrigation systems that integrate photovoltaic energy generation systems. *Sustainability*, 12(4), 1540.

- Giungato, P., Rana, R., Tarabella, A., & Tricase, C. (2017). Current trends in sustainability of bitcoins and related blockchain technology. *Sustainability*, 9(12), 2214.
- Haq, I. U., Maneengam, A., Chupradit, S., & Huo, C. (2023). Are green bonds and sustainable cryptocurrencies truly sustainable? Evidence from a wavelet coherence analysis. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 36(1), 807-826.
- Kavas, Y. B. (2023). Kripto Paraların Çevre Kirliliği, Makroekonomik Göstergeler ve Suç Üzerindeki Etkileri. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(3), 305-321.
- Kayikci, Y. (2018). Sustainability impact of digitization in logistics. *Procedia manufacturing*, 21, 782-789.
- Kim, M. S., & Chung, J. Y. (2018). Sustainable growth and token economy design: The case of steemit. *Sustainability*, 11(1), 167.
- Krause, M. J., & Tolaymat, T. (2018). Quantification of energy and carbon costs for mining cryptocurrencies. *Nature Sustainability*, 1(11), 711-718.
- Kristoufek, L. (2020). Bitcoin and its mining on the equilibrium path. *Energy Economics*, 85, 104588.
- Majeed, U., Khan, L. U., Yaqoob, I., Kazmi, S. A., Salah, K., & Hong, C. S. (2021). Blockchain for IoT-based smart cities: Recent advances, requirements, and future challenges. *Journal of Network and Computer Applications*, 181, 103007.
- Malfuzi, A., Mehr, A. S., Rosen, M. A., Alharthi, M., & Kurilova, A. A. (2020). Economic viability of bitcoin mining using a renewable-based SOFC power system to supply the electrical power demand. *Energy*, 203, 117843.
- Náñez Alonso, S.L.; Jorge-Vázquez, J.; Echarte Fernández, M.Á.; Reier Forradellas, R.F. (2021). Cryptocurrency Mining from an Economic and Environmental Perspective. Analysis of the Most and Least Sustainable Countries. *Energies*, 14, 1-22.
- Nisa, M., Shah, J. H., Kanwal, S., Raza, M., Khan, M. A., Damaševičius, R., & Blažauskas, T. (2020). Hybrid malware classification method using segmentation-based fractal texture analysis and deep convolution neural network features. *Applied Sciences*, 10(14), 4966.
- Nuryyev, G., Wang, Y. P., Achyldurdyeva, J., Jaw, B. S., Yeh, Y. S., Lin, H. T., & Wu, L. F. (2020). Blockchain technology adoption behavior and sustainability of the business in tourism and hospitality SMEs: An empirical study. *Sustainability*, 12(3), 1256.
- Okorie, D. I. (2021). A network analysis of electricity demand and the cryptocurrency markets. *International Journal of Finance & Economics*, 26(2), 3093-3108.
- Olawumi, T. O., & Chan, D. W. (2018). A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. *Journal of cleaner production*, 183, 231-250.
- Rana, R. L., Giungato, P., Tarabella, A., & Tricase, C. (2019). Blockchain applications and sustainability issues. *Amfiteatru Economic*, 21(13), 861-870.
- Seele, P., & Lock, I. (2017). The game-changing potential of digitalization for sustainability: possibilities, perils, and pathways. *Sustainability Science*, 12(2), 183-185.
- Soto, E. A., Bosman, L. B., Wollega, E., & Leon-Salas, W. D. (2021). Peer-to-peer energy trading: A review of the literature. *Applied Energy*, 283, 116268.
- Stuermer, M., Abu-Tayeh, G., & Myrach, T. (2017). Digital sustainability: basic conditions for sustainable digital artifacts and their ecosystems. *Sustainability science*, 12(2), 247-262.
- Tham, A., & Sigala, M. (2020). Road block (chain): Bit (coin) s for tourism sustainable development goals?. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*.
- Truby, J. (2018). Decarbonizing Bitcoin: Law and policy choices for reducing the energy consumption of Blockchain technologies and digital currencies. *Energy research & social science*, 44, 399-410.
- Vranken, H. (2017). Sustainability of bitcoin and blockchains. *Current opinion in environmental sustainability*, 28, 1-9.

- Yılmaz, M.K. & Kaplan, A. (2022). Kriptopara Madenciliğinin Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerine Etkileri. M. Bulut ve C. Korkut (Eds). Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Hayat (143-174). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.
- Wu, Z., Shen, S., Zhou, H., Li, H., Lu, C., & Zou, D. (2021). An effective approach for the protection of user commodity viewing privacy in e-commerce website. *Knowledge-Based Systems*, 220, 106952.