



Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi

Yıl: 2026 Sayı: (19) ss: 1-25

Academic Review of Economics and Administrative Sciences

Year: 2026 Issue: (19) pp: 1-25

<http://dergipark.org.tr/pub/ohuiibf/>

ISSN: 2564-6931

DOI: 10.25287/ohuiibf.1693397

Geliş Tarihi/Received: 06/05/2025

Kabul Tarihi/Accepted: 17/10/2025

Yayınlanma Tarihi/Published: 04/03/2026

Araştırma Makalesi

Research Article

ENERJİ PİYASASI ARAŞTIRMALARINDA YAPAY ZEKA: BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Zafer ADALI¹

Ayyüce MEMİŞ KARATAŞ²

Öz

Bu araştırmada, yapay zekâ teknolojilerinin enerji piyasalarındaki kullanımına yönelik bilimsel literatür, bibliyometrik yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir. Web of Science veri tabanından elde edilen ve 1991-2025 yılları arasında yayımlanan 275 akademik çalışma analiz edilmiştir. Yapay zekâ ve enerji piyasaları temasında gerçekleşen yayınların temel eğilimleri, en etkin araştırmacılar, kurumlar ve ülkeler ile araştırma ağları detaylı biçimde incelenmiştir. Çalışmada Bibliometrix yazılımından yararlanılarak yayınların gelişim seyri, anahtar kelime kümelenmeleri ve araştırma iş birlikleri görselleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 2015 yılından itibaren enerji piyasalarında yapay zekâ uygulamalarına olan ilginin hızla arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle Çin, toplam yayın sayısında ön plana çıkarken, İspanya ve Amerika Birleşik Devletleri yayın başına aldıkları yüksek atıf oranları ile dikkat çekmektedir. Yapay zekâ destekli çalışmaların, enerji fiyat öngörülleri, karbon piyasaları ve çevresel düzenlemeler gibi konulara odaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca, son dönemde “green finance”, “generative AI” gibi konuların öne çıktığı anlaşılmaktadır. Araştırma, enerji tedarik zinciri güvenliği, toplumsal kabul ve katılım, ekonomik eşitsizlikler ve fikri mülkiyet hakları gibi konularda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğuna işaret etmektedir. Sonuç olarak, yapay zekânın enerji piyasalarındaki uygulamalarının sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağladığı ve gelecekte disiplinler arası çalışmalara duyulan gereksinimin artacağı vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Yapay Zekâ; Enerji Piyasası; Bibliyometrik Analiz.

Jel Sınıflandırılması : O33; Q40.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, adalizafer42@gmail.com, ORCID:0000-0001-8453-9940

² Dr. Öğr. Üyesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, amemis@ohu.edu.tr, ORCID:0000-0002-3429-5666

Atıf/Citation:

Adalı, Z. & Memiş Karataş, A. (2026). Enerji Piyasası Araştırmalarında Yapay Zeka: Bibliyometrik Bir İnceleme ve Gelecek Perspektifi, Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı 19, 1-25, <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1693397>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENERGY MARKET RESEARCH: A BIBLIOMETRIC REVIEW AND FUTURE PERSPECTIVES

Abstract

This study provides a bibliometric evaluation of academic literature focusing on the applications of artificial intelligence in energy markets. In total, 275 scientific publications indexed in the Web of Science database between 1991 and 2025 were analysed. The analysis explores publication trends, the most influential authors, institutions, countries, and research collaborations within this field. Bibliometrix was utilized to visualize development patterns, keyword clusters, and collaboration networks. The findings demonstrate a sharp increase in academic interest in artificial intelligence applications for energy markets, particularly after 2015. China holds the highest number of publications, whereas Spain and the United States exhibit notable citation rates per publication. Research in this domain has primarily focused on energy price forecasting, carbon markets, and environmental regulations. Additionally, emerging topics such as “green finance” and “generative AI” have gained increasing attention in recent years. The study highlights the necessity for further exploration in areas such as energy supply chain resilience, public engagement, economic inequality, and the protection of intellectual property rights. In conclusion, artificial intelligence -driven innovations in energy markets contribute to sustainability objectives and underscore the growing need for interdisciplinary approaches in future research.

Keywords : Artificial Intelligence; Energy Markets; Bibliometric Analysis.

Jel Classification : O33; Q40.

GİRİŞ

Enerji piyasaları, ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliği ve sanayi üretiminin sürekliliği açısından stratejik bir rol oynamaktadır. Bu piyasalar; arz-talep dengesindeki dalgalanmalar, fiyat oynaklıkları, jeopolitik gelişmeler ve yenilenebilir enerji kaynaklarının artan entegrasyonu gibi çok boyutlu dinamiklerin etkisiyle sürekli değişen bir yapı sergilemektedir. Bu karmaşık yapının modellenmesi ve öngörülmesi, geleneksel ekonometrik ve istatistiksel yöntemlerle sınırlı kalabilmekte; özellikle doğrusal olmayan ilişkiler ve büyük hacimli veri kümeleri söz konusu olduğunda yöntemsel yetersizlikler ortaya çıkmaktadır (Jiao, Zhang & Li, 2025). Bu doğrultuda, yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenmesi (ML) gibi yeni nesil ve ileri düzey veri analitiği teknikleri, enerji piyasalarının dinamik yapısını anlamada ve stratejik karar alma süreçlerini iyileştirmede giderek daha fazla başvurulan araçlar hâline gelmiştir. Söz konusu yöntemler hem kısa vadeli fiyat tahminleri hem de uzun vadeli üretim-dağıtım optimizasyonları gibi birçok uygulama alanında klasik modellere kıyasla daha yüksek isabet ve uyarlanabilirlik sunmaktadırlar (Ghoddusi, Creamer & Rafizadeh, 2019). Böylece, enerji piyasalarında analitik kapasitesi derinleşmeye başlamış ve alan literatüründe yapay zekâ destekli modellemelere olan ilgiyi belirgin biçimde artırmıştır (Li, Jiang, Li & Wang, 2021; Hou & Wang, 2023). Bu doğrultuda, mevcut akademik literatürün hangi konulara odaklandığını, hangi alanların henüz yeterince incelenmediğini ve gelecekte hangi araştırma eğilimlerinin öne çıkabileceğini belirlemek amacıyla yapılandırılmış ve kapsamlı bir inceleme yapılması gereklidir. Bu doğrultuda bibliyometrik analiz yöntemi, akademik literatürün genel yönelimlerini, en etkili araştırmacıları, yüksek atıf alan çalışmaları ve akademik iş birliği ağlarını belirleme noktasında güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır (Aria & Cuccurullo, 2017).

Bibliyometrik analizler, belirli bir alandaki bilimsel yayınların nicel olarak değerlendirilmesini sağlayan, atıf analizleri, anahtar kelime trendleri, akademik iş birlikleri ve yayın eğilimleri gibi unsurları değerlendiren yöntemlerdir. Özellikle enerji piyasalarında YZ kullanımını konu alan çalışmalar, genellikle makine öğrenmesi, yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve doğrusal regresyon gibi teknikleri uygulamakta ve fiyat tahmini, talep modelleme, arz optimizasyonu gibi alanlara odaklanmaktadır (Li vd., 2021; Qin, Xu, Wang & Skare, 2024; Yang, Hu & Tian, 2024).

Bibliyometrik yöntemler, yapay zekâ ve enerji araştırmaları alanında anahtar kelime kümelenmesi, araştırma temalarının ve araştırma eğilimlerinin analizi için uygulanmıştır. Son yıllarda yapılan bibliyometrik analizler, enerji piyasalarında YZ uygulamalarına dair çalışmaların yoğunlaştığı belirli başlıklara işaret etmektedir. Zhang, Ling & Lin (2022), enerji piyasalarında YZ uygulamalarının evrimini inceleyen çalışmaları analiz etmiş ve yayın trendlerinin zaman içinde makine öğrenmesi ve büyük veri analitiği yöntemlerine doğru kaydığını göstermiştir. Benzer şekilde, Hou & Wang (2023) tarafından yapılan bir bibliyometrik analiz, enerji piyasalarında YZ'nin en çok elektrik fiyat tahmini ve

talep modelleme alanlarında kullanıldığını ortaya koymuştur. Gao, Kou, Liang, Zhang, Chao, Li & Dong (2024), işletme ve finans alanında makine öğrenmesinin uygulamalarını incelemiş ve makine öğrenmesinin enerji pazarlaması alanındaki kullanımını tartışmıştır. Jiao, Zhang & Li (2025) çalışmalarında 2014-2024 yıllarını kapsayan on yıl boyunca enerji ekonomisinde yapay zekânın uygulanmasındaki eğilimleri araştırmış, gelecekteki potansiyel araştırma konularının enerji tedarik zinciri esnekliği ve güvenliği, sosyal kabul ve halkın katılımı, ekonomik eşitsizlik ve teknoloji açığı, enerji politikası değerlendirmesi için otomatik yöntemler, döngüsel ekonomi ve dijital ekonomi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Gao, Cai & Wu (2025) tarafından gerçekleştirilen bibliyometrik analiz, 2000–2024 yılları arasında yayımlanan 1054 makale üzerinden yapay zekâ ile yenilenebilir enerji dönüşümü arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Web of Science Core Collection veri tabanı temel alınarak yürütülen çalışmada, “CiteSpace” aracılığıyla gerçekleştirilen ağ analizi ve konu evrimi görselleştirmeleri sayesinde, bu alanın gelişim süreci, temel araştırma temaları ve iş birliği örüntüleri detaylı biçimde ortaya konmuştur. Çalışma, YZ’nin özellikle enerji talep tahmini, kaynak optimizasyonu ve akıllı şebekeler gibi konularda sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen bir araç olduğu vurgulanmıştır.

Bu gelişmelere rağmen, enerji piyasaları özelinde YZ teknolojilerinin bilimsel literatürde nasıl yapılandığını bütünsel ve karşılaştırmalı biçimde inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Literatürdeki bu boşluktan hareketle, bu çalışmanın temel amacı; enerji piyasaları ile yapay zekâ etkileşimini bibliyometrik yöntemle analiz ederek, alandaki temel eğilimleri, kavramsal kümelenmeleri, iş birliği yapıları ve geleceğe yönelik araştırma fırsatlarını ortaya koymaktır. Bu kapsamda çalışmada şu araştırma sorusuna yanıt aranmıştır: *“Enerji piyasaları bağlamında yapay zekâ teknolojilerinin gelişim seyri, temel araştırma temaları ve önümüzdeki dönem için belirginleşen akademik odak alanları nelerdir?”* Bu araştırma sorusu doğrultusunda çalışma, “Web of Science Core Collection” “veri tabanında en eski tarih aralığının 1991’den başlaması ve veri tabanında 20.06.2025 tarihinde arama yapılması nedeniyle çalışma 1991–2025 dönemini kapsayan literatürün bibliyometrik bir taramasını içermektedir. Veri seti, belirlenen konu başlıklarına ilişkin anahtar kelimeler temel alınarak oluşturulmuştur. Bibliyometrik analizde Bibliometrix yazılımı kullanılmış; yayın trendleri, atıf analizleri, anahtar kelime kümelenmeleri ve ağ yapıları analiz edilmiştir.

Bu çalışmanın üç temel katkısı bulunmaktadır. İlk olarak, enerji piyasaları ve yapay zekâ literatürü nicel bir yaklaşımla haritalandırılarak araştırma alanının yapısal özellikleri ortaya konmuştur. İkinci olarak, araştırma iş birlikleri ve etkili akademik ağlar incelenerek kurumsal ve coğrafi dinamikler analiz edilmiştir. Son olarak, elde edilen bulgular ışığında, gelecek çalışmalara yön verebilecek tematik alanlar belirlenmiş ve politika yapıcılar için öneriler sunulmuştur. Bu çalışmanın literatüre en önemli katkısı, enerji piyasalarının tüm alt bileşenlerini ve yapay zekâ uygulamalarında kullanılan farklı yöntemleri kapsayacak şekilde gerçekleştirilen kapsamlı bibliyometrik analizdir. Böylece çalışma hem akademik bilgi üretimine hem de enerji piyasalarına yönelik karar alma süreçlerine yön verebilecek nitelikte çok boyutlu bir değerlendirme sunmaktadır.

I. VERİ VE METODOLOJİ

I.1. Metodoloji

Bu çalışmada, yayımlanan yayınların sayısı ve yazar bilgileriyle yapılan bibliyometrik analiz kullanılarak bilimsel gelişmeler, araştırma eğilimleri ve disiplinin sınırları incelenmiştir. Bibliyometrik yöntemler, bilimsel verileri nicel olarak analiz etmek ve bilgiyi grafiksel olarak görselleştirmek için matematik, istatistik ve filoloji kullanır (Hou & Wang, 2023). Bu sayede, araştırmanın mevcut durumu ve gelişen eğilimler hakkında verimli bir analiz sağlanır. Bilgi grafiği, bilimsel bilgilerin gelişimini görsel olarak izlemeye olanak tanır ve böylece bibliyometrik analiz bilimsel sonuçları değerlendirmek, bilimsel gelişmeleri takip etmek, belirli alanlardaki yeni eğilimleri tanımlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır CiteSpace, Ucinet, VOSviewer ve Bibliometrix, akademik dünyada en yaygın kullanılan bibliyometrik analiz araçlarındandır (Chen, Dubin & Kim, 2014, Jiao vd., 2025).

Çalışmada analizi gerçekleştirmek için Bibliometrix programı tercih edilmiştir. Bunun nedeni: VOSviewer gibi araçlar yalnızca görselleştirmeye odaklanırken Bibliometrix’in yazar, kaynak, makale gibi farklı düzeylerde h-indeksi, atıf sayısı gibi performans göstergeleri sunması ve Bibliometrix’in nicel performans analizi eklemesi; Tarihsel trend analizleri (historiography), tematik harita evrimi (Thematic

Map Evolution) gibi özellikleri sayesinde çalışma alanının gelişim sürecinin detaylı şekilde izlenebilmesine imkan vermesidir (Singapore Management University Library, 2022).

I.II. Veri Seti

Scopus gibi veri tabanları daha fazla dergi içermesine rağmen genellikle daha düşük etki faktörüne sahip ve daha çok son yıllardaki yayınlara odaklanmaktadır. Bu çalışmanın bilimsel geçerliliğini sağlamak amacıyla, bilimsel bilgi için referans bir kaynak olan ve 18.000'den fazla yetkili ve yüksek etki faktörlü akademik dergiyi içeren Web of Science (WoS) veri tabanından veri elde edilmiştir. Bu veri tabanı, 10 alt veri setinden (8 atıf indeksi ve 2 kimyasal indeks) oluşmaktadır; bunlar SCIE, SSCI, A&HCI, ESCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, CCR-Expanded ve IC'dir (Liu, 2019). Bilimsel atıf indeksleri arasında en yaygın kullanılanlardan biri olan WoS, kapsamının genişliği ve sunduğu yüksek veri kalitesi ile öne çıkmaktadır (Wang vd., 2016). Ayrıca, kullanıcı dostu arayüzü ve gelişmiş arama özellikleri sayesinde araştırmacılar, ilgili yayınlara kolaylıkla erişebilmekte ve detaylı güvenilir analizler yapabilmektedir (Chadegani vd., 2013; Wang vd., 2016; Aoujil vd., 2023). Bunlarla birlikte, Scopus'un CiteScore gibi kendi metriklerini kullanırken WoS, daha çok Journal Citation Reports (JCR) ve Impact Factor kullanması ve derinlemesine filtreleme ve ileri düzey analiz için güçlü araçlar sunması, yüksek etki faktörlü dergiler üzerinde daha seçici bir kapsama sahip olması bu çalışmada WoS veri tabanının tercih edilmesindeki en önemli etkenlerdendir (Pranckutė, 2021).

İlgili literatürü en kapsamlı şekilde taramak amacıyla, önceki çalışmalardan elde edilen yapay zekâ (AI) ve enerji piyasası ile ilgili çeşitli terimler kullanılmıştır. Yapay Zekanın enerji piyasası araştırmalarındaki uygulamalarına ilişkin temel akademik literatürün tam kapsamını içerebilmek için, birkaç arama denemesinden sonra arama sorgusu şu şekilde yapılmıştır:

TS = (AI OR "Artificial intelligence" OR "Artificial intelligent" OR "Generative AI" OR "Big Data" OR "Big Models" OR Robotics OR "Multimodal model" OR "NLP" OR "Computer Vision" OR "LLM" OR "Neural networks" OR "Unsupervised learning" OR "Supervised learning" OR "feature extraction" OR "artificial intelligence algorithms" OR "neural-network") AND TS = ("energy market" OR "crude oil market" OR "natural gas market" OR "gasoline market" OR "carbon market" OR "electricity market" OR "solar market" OR "wind market" OR "renewable energy market" OR "energy economics" OR "energy efficiency" OR "hydraulic energy market" OR "nuclear energy market" OR "environmental policy" OR "environmental regulation").

Tablo 1.: Veriler ile İlgili Temel Bilgiler

Tanım	Açıklama	Sonuç
Veriler Hakkında		
Yayın Dönemi	Yayın Yılları	1991:2025
Kaynaklar	Dergi bazında kaynakların frekans dağılımı	131
Yayınlar	Toplam Yayın Sayısı	275
Yıllık Büyüme Oranı %	Zaman içindeki yıllık büyüme oranı (%)	12,32
Yayının Ortalama Yaşı	Her yayının ortalama yaşı	3,54
Yayın Başına Ortalama Atıf	Her yayındaki ortalama atıf sayısı	18,88
Atıflar	Toplam atıf sayısı	14.000
Yayınlar Hakkında		
Keywords Plus (ID)	Çeşitli bilimsel alanlarda araştırma eğilimlerini belirlemek	634
Yazar anahtar kelimeleri (DE)	Yayınlara içeriğini temsil eden anahtar kelimeleri belirlemek	1.150
Yazarlar		
Yazar Sayısı	Yayınlardaki Toplam Yazar Sayısı	898
Tekil Yazar Sayısı	Yayınlardaki tek yazar sayısı	17
Tek Yazarlı Yayınlar	Yayın başına tek yazar sayısı	18
Yayın Başına Ortak Yazar Sayısı	Yayınlarda yer alan ortak yazar sayısı	3,43
Uluslararası Ortak Yazar İndeksi (%)	Uluslararası yazar iş birliklerinin sıklığı	27,64
Yayın Türleri		
Makale		227
Makale (Erken Erişim)		15
Kitap Bölümü		1
Bildiri Yayını		32

Tablo 1’de belirtildiği üzere, “R” programlama dili “biblioshiny” paketi üzerinden Bibliometrix programı kullanılarak yapılan analizde, otuz dört yıllık bir yayın dönemi boyunca toplamda 131 aktif kaynaktan 275 belge üretilmiştir. Bu belgelerin ortalama 18,88 atıf ve önceki yayınlara yapılan toplamda 14.000 referansı bulunmaktadır. Toplamda 898 yazar yer almakta olup, her bir dokümanda ortalama 3,43 yazar bulunmuş ve yalnızca 17 tane tek yazarlı yayın bulunmaktadır. Yapay zekâ uygulamaları ve enerji piyasaları alanındaki araştırmalarda uluslararası ortak yazarlıkların oranı %27,64’tür ve bu oran önemli bir iş birliği skorunu temsil etmektedir. Kelime görünme sıklığı analiz teknikleri kullanılarak oluşturulan Keywords Plus sayısı 634, yazarlar tarafından seçilen anahtar kelimelerin toplam sayısı ise 1.150’dir.

I.III. Metodolojinin Araştırma Çerçevesi

Bu çalışmada, enerji piyasası araştırmaları ve yapay zekanın kapsamlı bir bibliyometrik analizini sağlamak amaçlanmıştır. Öncelikli olarak, arama stratejisine göre uygun bir şekilde veri tabanlarından yayınlar aranmıştır (Tranfield, Denver & Smart, 2003). Daha sonra, performans, yıllık yayın eğilimleri, disiplinler arası dağılım ve araştırma alanları açısından çalışmalar analiz edilmiştir. Daha sonra, atıflar, bölgeler, kurumlar ve yazarlar, bibliyometrik yöntemleri ve araçlarından olan Bibliometrix aracılığıyla incelenmiştir. Bununla birlikte, bu araştırma alanındaki önemli noktalar, gelecekteki eğilimler ve zorluklar belirlenmiştir. Bu makalenin metodolojisinin araştırma çerçevesi, Fahimnia, Sarkis & Davarzani (2015) çalışmaları baz alınarak uygulanmış ve süreç Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.: Çalışmada kullanılan metodolojinin araştırma çerçevesi

Bileşen	Açıklama
Veritabanı	Web of Science Core Collection (WoS Collection)
Arama Stratejisi	AI ile ilgili: TS = (AI OR "Artificial intelligence" OR "Artificial intelligent" OR "Generative AI" OR "Big Data" OR "Big Models" OR Robotics OR "Multimodal model" OR "NLP" OR "LLM" OR "Neural networks" OR "Unsupervised learning" OR "Supervised learning" OR "artificial intelligence algorithms" OR "neural-network")
Yıllık Büyüme Oranı %	Enerji Piyasası ile ilgili: TS = ("energy market" OR "crude oil market" OR "natural gas market" OR "gasoline market" OR "carbon market" OR "electricity market" OR "solar market" OR "wind market" OR "renewable energy market" OR "energy economics" OR "energy efficiency" OR "hydraulic energy market" OR "nuclear energy market" OR "environmental policy" OR "environmental regulation")
Zaman Aralığı	01.01.1991-20.06.2025
WoS Kategorileri	Economics Management, Business Or Finance, Social Sciences Interdisciplinary, Social Sciences Mathematical Methods
Belge Türü	Makale, Kitap Bölümü, Bildiri
Adım 2: Sonuçların Analizi	
Performans Analizi	Ağ Analizi
Yıllık yayın eğilimleri	Atıf analizi
Araştırma temalarının evrimi	Ülkeler arası iş birliği ağı
Araştırma alanları	Kurumsal iş birliği ağı
	Ortak yazarlık ağı
Adım 3: İleri Tartışma	

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

II. BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Yapay zekanın enerji piyasasındaki uygulamalarıyla ilgili bibliyometrik analiz sonuçları, arama stratejisi ve analiz araçlarına dayalı olarak elde edilmektedir. Bu durum, aşağıdaki üç yönle gösterilebilir: tanımlayıcı istatistiksel analiz, ağ analizi ve anahtar kelime analizi. Bu bölümdeki

analizlerin ve görselleştirmelerin çoğunu geliştirmek için Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017; Jiao vd., 2025) programından yararlanılmıştır.

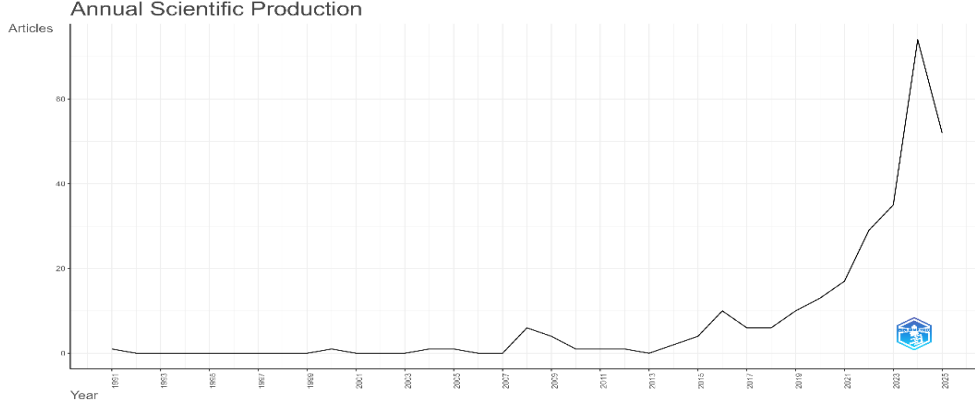
II.I. Tanımlayıcı İstatistik Analizi

Bu çalışmada, yayımlanan yayınların sayısı ve yazar bilgileriyle yapılan bibliyometrik analiz kullanılarak bilimsel gelişmeler, araştırma eğilimleri ve disiplinin sınırları incelenmiştir. Bibliyometrik yöntemler, bilimsel verileri nicel olarak analiz etmek ve bilgiyi grafiksel olarak görselleştirmek için matematik, istatistik ve filoloji kullanır (Hou & Wang, 2023). Bu sayede, araştırmanın mevcut durumu ve gelişen eğilimler hakkında verimli bir analiz sağlanır. Bilgi grafiği, bilimsel bilgilerin gelişimini görsel olarak izlemeye olanak tanır ve böylece bibliyometrik analiz bilimsel sonuçları değerlendirmek, bilimsel gelişmeleri takip etmek, belirli alanlardaki yeni eğilimleri tanımlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır CiteSpace, Ucinet, VOSviewer ve Bibliometrix, akademik dünyada en yaygın kullanılan bibliyometrik analiz araçlarındandır (Chen, Dubin & Kim, 2014, Jiao vd., 2025).

a. Yayınlardaki yıllık eğilimler

“Annual Scientific Production”, belirli bir alanın belirli bir dönemdeki gelişim eğilimini ölçmek için önemli bir göstergedir. Aynı zamanda, alanın araştırma sıcaklığındaki değişiklikleri daha sezgisel bir şekilde görmemize olanak tanır; bu da belirli bir alandaki gelişim eğilimlerini analiz etmek ve gelecekteki eğilimlerini tahmin etmek açısından büyük önem taşımaktadır.

Şekil 2.: Enerji Piyasasında Yapay Zekâ Araştırmalarına İlişkin Yıllık Bilimsel Üretim



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 1 incelendiğinde, Yapay Zekâ ve Enerji Piyasası (YZ ve EP) araştırmalarında yayın sayısı, yıllar içinde artan bir eğilim göstermektedir. 2015 yılı öncesinde yayın sayısı azdır ve yayın hızı yavaştır. Bu durum henüz yapay zekanın enerji piyasalarında dikkate alınmadığını göstermektedir. 2015 yılında yapılan Birleşmiş Milletler 21. İklim Değişikliği Konferansında Paris İklim Anlaşmasının kabul edilmesinden sonra ise yayın sayılarında önemli bir artış olduğu gözlemlenmektedir.

Dünya Ekonomik Forumu (WEF), "Yapay Zekâ ile Enerji Geçişini Hızlandırmak" başlıklı raporunu 2021 yılında yayımlamış ve enerji konusunda yapay zekâ uygulamalarının potansiyeline dikkat çekilmesine neden olmuştur. 2022'de, Rusya-Ukrayna savaşı Avrupa'da enerji krizine neden olmuş ve küresel enerji piyasasında ciddi değişiklikler yaşanmasına neden olmuştur. Yine aynı yıl üretken bir yapay zekâ olan ChatGPT, OpenAI tarafından piyasaya sürülmüştür (Jiao vd., 2025). Bu unsurlar, akademide yapay zekâ uygulamalarının Enerji piyasaları üzerinde odaklanmasına yol açmış ve 2022 ile karşılaştırıldığında 2024'te yayınlarda yüksek oranda bir artış yaşanmıştır.

2025 yılındaki yayın sayısının az olması 2025 yılında alınan verilerin sadece ilk 6 ayı kapsamından kaynaklanmaktadır. Mevcut eğilimlere dayanarak, yayın sayısının 2025 yılında da artmaya devam etmesi beklenmektedir. Sonuç olarak, son yıllarda yapay zekanın enerji piyasasında kullanımı akademisyenlerin ilgi odağı olmuş ve gelecekte bu alandaki araştırmalar için altın bir dönem olacağı öngörülebilmektedir.

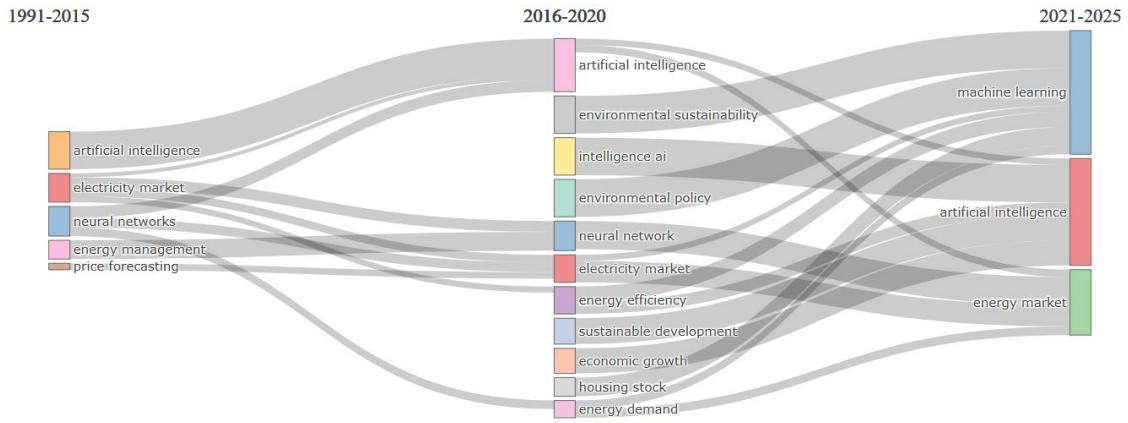
b. Araştırma Temalarının Evrimi

Şekil 2, 1991-2025 dönemi için araştırma temalarının evrimini göstermektedir ve şekil incelendiğinde, çalışmalar arasında makine öğrenimi, yapay zekâ ve enerji piyasalarına doğru güçlü bir şekilde devam eden odaklanmanın net bir şekilde homojenleşen bir eğilim gösterdiği gözlemlenmektedir.

1991 ile 2015 yılları arasında araştırma çabaları, yapay zekâ, elektrik piyasası, yapay sinir ağları, enerji yönetimi ve fiyat tahmini iken, 2015 yılında yapılan Birleşmiş Milletler 21. İklim Değişikliği Konferansında Paris İklim Anlaşmasının kabul edilmesinden sonraki dört yılda yani 2016-2020 dönem aralığında çevre politikası, çevresel sürdürülebilirlik, elektrik piyasası, enerji etkinliği, sürdürülebilir büyüme kavramlarına odaklanılmıştır.

Yapay zekanın piyasaya sürüldüğü ve geliştirildiği yıllar olan 2021-2025 dönem aralığı, araştırma metodolojisinde bir değişimi yansıtarak, tahminler için ilgi duyulan değişkenlerden ziyade verilerin kendilerine daha fazla dayanan makine öğrenmesi gibi öğrenme algoritmalarına odaklanıldığı gözlenmektedir.

Şekil 2.: Dönemsel Tematik İlişki Şeması



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

c. Yapay zekâ ve enerji piyasaları ile ilgili yayın yapan dergiler ve yayın sayıları

Yayınların yüzdesine göre en yüksek etki alanına sahip ilk on dergi, bu dergilerde yer alan toplam yayın sayısı, bu yayınların atıf sayısı ve dergilerin 2024 yılına göre H endeksi Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3.: Yapay Zekâ ve Enerji Piyasası ile İlgili Yayın Yapan Dergiler

Sırası	Derginin Adı	Toplam Yayın Sayısı	Toplam Yayına Oranı (%)	Atıf	H Endeksi (2024)
1	Energy Economics	53	19,27	1.021	18
2	Energy Policy	11	4,00	331	7
3	Technological Forecasting and Social Change	9	3,27	356	5
4	Business Strategy and the Environment	6	2,18	120	6
5	Economic Analysis and Policy	6	2,18	61	4
6	International Journal of Forecasting	6	2,18	147	5
7	International Review of Financial Analysis	6	2,18	72	4
8	Computational Economics	5	1,81	15	4
9	International Journal of Energy Sector Management	5	1,81	0	4
10	Research in International Business and Finance	5	1,81	0	4

Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

1991-2025 yılları arasında yayımlanan 275 yayın incelendiğinde, bu alanda yayımlanan yayın sayısı açısından birinci sırada yer alan dergi *Energy Economics* (53 yayın; %19,27) olup, enerji ekonomisi ve enerji finansı alanında önde gelen bir dergidir. Bu dergi, enerji dönüşümü ve kullanımı ile enerji emtiaları ve türevleri piyasaları gibi geniş bir konu yelpazesinde çalışmalar sunmaktadır. Bunu takiben,

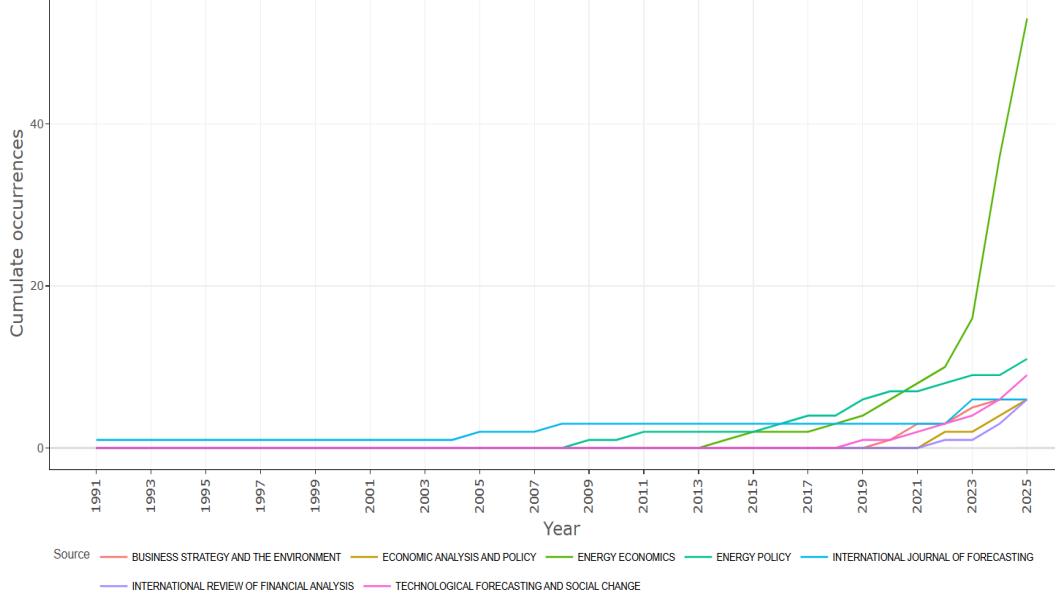
enerji alanında *Energy Policy*, *Technological Forecasting and Social Change*, ve *Business Strategy and the Environment* dergileri de yer almaktadır.

Şekil 3, 1991–2025 yılları arasında enerji piyasaları ve yapay zekâ temalı çalışmaların yayımlandığı önde gelen akademik dergilerdeki kümülatif yayın sayılarının yıllar itibarıyla dağılımını göstermektedir. Grafik, ilgili alandaki akademik üretimin özellikle 2015 sonrasında ivme kazandığını, 2020 sonrası dönemde ise belirgin biçimde hızlandığını ortaya koymaktadır.

Özellikle *Energy Policy* dergisinde bu temadaki yayınların 2023 yılı itibarıyla keskin bir artış sergilediği görülmektedir. Bu durum, enerji politikalarının şekillendirilmesinde yapay zekâ uygulamalarının stratejik önem kazandığını ve disiplinlerarası yaklaşımların ön plana çıktığını göstermektedir.

Bununla birlikte *Energy Economics*, *Technological Forecasting and Social Change* ve *International Review of Financial Analysis* gibi dergilerde de son yıllarda yayın yoğunluğunda anlamlı bir artış gözlemlenmektedir. Bu eğilim, enerji piyasalarındaki yapay zekâ uygulamalarının yalnızca enerji politikalarıyla sınırlı kalmayıp, ekonomik modelleme, finansal analiz ve teknolojik öngörü gibi farklı bilimsel disiplinlerde de karşılık bulduğunu göstermektedir. Öte yandan *Economic Analysis and Policy*, *Business Strategy and the Environment* ve *International Journal of Forecasting* gibi kaynaklarda görece daha düşük düzeyde yayın birikimi olmakla birlikte, 2020 sonrası bu yayınlarda da dikkat çekici bir artış eğilimi mevcuttur. Bu bulgular, yapay zekâ ve enerji piyasaları kesişiminde yürütülen araştırmaların çok disiplinli bir çerçevede geliştiğini ortaya koymaktadır.

Şekil 3.: Zaman İçinde Dergilere Göre Yapay Zekâ ve Enerji Piyasası Yayınlarının Üretimi



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

II.II. Ağ Analizi

Bu bölümde Yapay Zekâ Enerji Piyasası alanının bilgi tabanı, atıf ağı analizi, ortak atıf ağı (co-citation network), ülkeler arası iş birliği, kurumlar arası iş birliği ve yazarlar arası iş birliği olmak üzere beş perspektiften analiz edilmiştir.

a. Atıf ağı analizi

Bibliyometrik analizde, yüksek atıf alan literatür genellikle "temel bilgi" olarak tanımlanmakta olup, alanın klasik literatürünü temsil etmektedir. Bu literatür, ilgili alandaki önemli araştırma bulgularını ve teorileri yansıtarak, alanın genel bilgi tabanını oluşturan temel kaynakları içerir. Atıf ağı analizi, iki yayının başka bir yayında aynı anda atıfta bulunması durumunu ifade etmektedir. Belirli bir alandaki klasik literatür, yalnızca alandaki temel araştırma bulgularını yansıtmakla kalmayıp, aynı zamanda alanın bilgi altyapısını şekillendiren ve sürekli olarak atıf alan çalışmalardır.

YZ ve EP alanındaki literatürün ortak atıf analizi, bu alandaki bilgi birikiminin derinlemesine incelenmesine katkı sağlamaktadır. Tablo 4, bu alandaki en fazla atıf alan ilk 10 yayının toplam atıf sayısını, yıl başına atıf sayılarını ve yayımlandıkları dergiyi vermektedir.

Tablo 4.: Yapay Zekâ ve Enerji Piyasaları Literatüründeki En Fazla Atıf Alan Yayınlar

Sırası	Derginin Adı	Toplam Yayın Sayısı	Toplam Yayına Oranı (%)	Atıf	H Endeksi (2024)
1	Energy Economics	53	19,27	1.021	18
2	Energy Policy	11	4,00	331	7
3	Technological Forecasting and Social Change	9	3,27	356	5
4	Business Strategy and the Environment	6	2,18	120	6
5	Economic Analysis and Policy	6	2,18	61	4
6	International Journal of Forecasting	6	2,18	147	5
7	International Review of Financial Analysis	6	2,18	72	4
8	Computational Economics	5	1,81	15	4
9	International Journal of Energy Sector Management	5	1,81	0	4
10	Research in International Business and Finance	5	1,81	0	4

Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

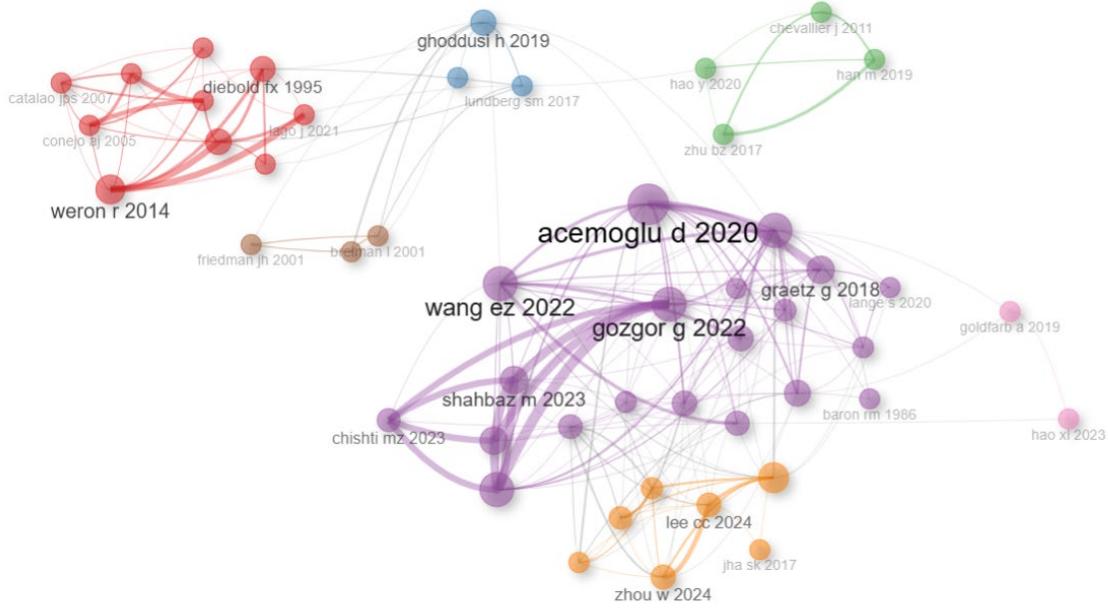
Tablo 4'te görüldüğü üzere 343 atıf sayısı ile en yüksek atıf sayısına sahip ilk çalışma Conejo vd.nin (2005) çalışması olmuştur. Çalışmada, elektrik piyasasında gün öncesi fiyat tahmini için çoklu regresyon ve zaman serisi modelleri kullanılmıştır. Çalışma, havayla ilgili değişkenlerin ve talep tahminlerinin fiyatlar üzerindeki etkisini ortaya koymuş, karar alıcılar için daha iyi piyasa stratejileri geliştirilmesine katkı sunmuştur. İkinci en yüksek atıf sayısına sahip çalışma ise, yeşil inovasyon ve sürdürülebilir kaynak yönetimi konularından büyük ölçekli verilerin nasıl kullanıldığını el alan Song vd.nin (2019) çalışmasıdır. Üçüncü en yüksek atıfa sahip olan çalışma enerji piyasasında fiyat tahmini için geliştirilmiş yeni bir yöntem sunan Ebrahimian vd.nin (2018) çalışması olmuştur. Kong vd.nin (2022) Çinli firmalar üzerinden yaptıkları ampirik analizde dijital finansın bilgi asimetrisini azaltarak yeşil inovasyonu teşvik ettiğini ortaya koyduğu çalışmaları ise en fazla atıfa sahip dördüncü çalışmadır. Yapılan atıf sayısı bakımında beşinci sırada yer alan Li vd.nin (2022) çalışmaları endüstriyel robotların karbon emisyonunu azaltıcı etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Çevresel sürdürülebilirlik ve iş strateji literatürlerinin Kumar vd. (2021) tarafından incelendiği çalışma ise atıf sayısı bakımından altıncı sırada yer almaktadır. Zhang vd.nin (2019) elektrik fiyatlarının kısa vadeli tahmini için Cuckoo Search, spektral analiz ve destek vektör makinelerini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışma ise en yüksek atıf sayısı bakımından yedinci sırada yer almaktadır. Wang vd.nin (2022) kripto para piyasasındaki çevresel farkındalığı ölçmek için ICEA endeksini geliştirdikleri çalışmaları en yüksek atıfa sahip sekizinci çalışma olmuştur. Yeşil işletmelerin başarısızlık nedenlerinin Gri-DEMATEL yöntemiyle kritik faktörler temelinde değerlendirildiği Cui vd.nin (2019) çalışması toplam atıf sıralamasında dokuzuncu sırada yer almaktadır. En fazla atıf alan ilk ondaki çalışmalar arasında sonuncu olan Ehlers vd.nin (2021) çalışmasında ise dijitalleşmenin tarım politikalarına etkisi incelenmiş ve bu dönüşümün politika yapım süreçlerine yansımaları tartışılmıştır.

b. Ortak atıf ağ analizi

Ortak atıf (co-citation) analizi, iki çalışmanın üçüncü bir çalışma tarafından birlikte atıf alması durumunda aralarındaki ilişkiyi ortaya koyarak literatürdeki tematik kümelenmeleri, entelektüel yapıları ve temel referansları belirlemektedir. Şekil 4, enerji piyasaları ve yapay zekâ temalı literatürde en sık birlikte atıf alan çalışmaların oluşturduğu ortak atıf ağını görselleştirmektedir. Ağın merkezinde yer alan ve mor renk ile gösterilen Acemoğlu (2020), Gozgor (2022) ve Wang (2022) gibi çalışmalar, alandaki entelektüel yapının çekirdeğini oluşturmaktadır. Bu çalışmalar etrafında kümelenen geniş referans ağı, özellikle dijital dönüşüm, yapay zekâ uygulamaları ve makroekonomik etkiler üzerine yoğunlaşan literatürün belirgin bir tematik bütünlük sergilediğini göstermektedir. Diğer yandan, Weron (2014) ve Diebold (1995) gibi öncü yazarların oluşturduğu kırmızı ile gösterilen ikinci büyük kümelenme, enerji fiyat tahminleri ve zaman serisi modellemeleri gibi metodolojik yaklaşımların öne çıktığı ayrı bir akademik alan olarak gruplanmıştır. Bunun yanında, Chevalier (2011) ve Zhu (2017) çevresinde gelişen çevre ve sürdürülebilirlik temalı kaynaklar olarak yeşil kümede yer almaktadır. Lee (2024) ve Zhou (2024) gibi daha güncel çalışmalardan oluşan turuncu kümelenme, morla gösterilen merkezi yapıya bağlanmakta ve muhtemelen son dönemlerde gelişen yeni araştırma temalarını yansıtmaktadır. Bu

bulgular, yapay zekâ destekli enerji piyasası araştırmalarının yalnızca teknik ve ekonomik yönleriyle değil, aynı zamanda çevresel, kurumsal ve sosyal boyutlarıyla da ele alındığını ve alanın zaman içerisinde belirgin bir tematik ayrışma ve derinleşme gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Şekil 4.: Ortak Atıf Ağ Analizi



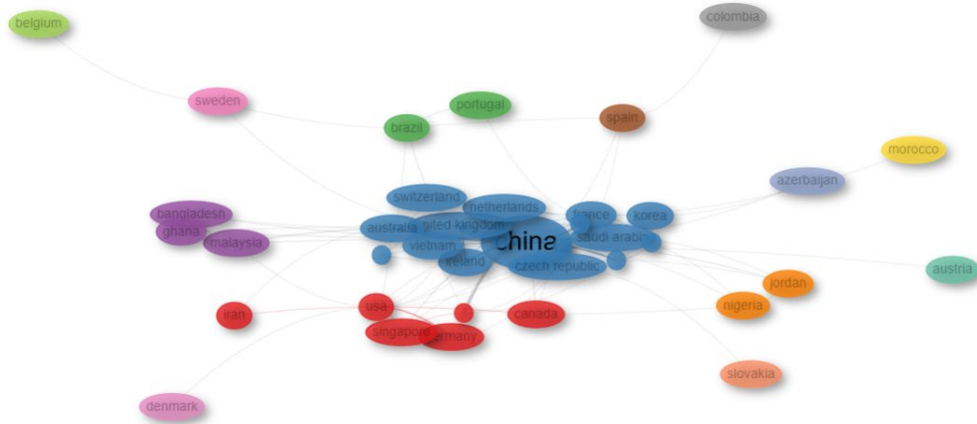
Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

c. Ülkelerarası bilimsel yayın iş birliği ağı

Bir ülkenin belirli bir araştırma konusundaki akademik etkisi, yayın sayısı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, *Bibliometrix- Biblioshiny* analizinde düğüm türleri “ülke” kavramına dayalı olarak seçilmiştir. Şekil 5, enerji piyasaları ve yapay zekâ konularında yapılan akademik çalışmalarda ülkeler arası uluslararası iş birliği ağını görselleştiren bir ülke eş-yazarlık (country co-authorship) analizine dayanmaktadır. Şekildeki düğümler ülkeleri, düğüm büyüklükleri yayın sayısı veya ağıdaki merkeziyet derecesini, çizgiler (kenarlar) ise iki ülke arasında ortak yazarlı çalışmaları temsil etmektedir. Renkli kümeler, daha yoğun iş birliği ilişkisine sahip ülke gruplarını göstermektedir. Ağdaki her bir düğüm, aynı ülkeye ait yazarları bir araya getirmektedir. İki ülke arasında ortak yazarlık bulunan yayın mevcut olduğunda, bu ülkeler arasında bir bağlantı kurulmaktadır. Bağlantıların ağırlıkları, ülkeler arası ortak yazarlık sayısını göstermektedir; dolayısıyla güçlü bağlar, iki ülke arasında yoğun ortak yazarlık ilişkisine işaret etmektedir. En büyük düğümler, ülke içi ve ülkeler arası en yüksek iş birliğini temsil etmektedir. Her düğüm bir ülkeyi ifade etmekte olup, düğüm büyüklüğü, betweenness merkeziyet ölçüsüne (betweenness centrality) göre orantılıdır. Düğümlerin renkleri, Walktrap algoritması (Pons & Latapy, 2005) kullanılarak değerlendirilen ağ topluluklarını (kümeleşmeleri) göstermektedir. Bağlantıların ağırlıkları, ülkeler arası akademik iş birliğinin derecesini yansıtmaktadır.

Şekil 5’te en dikkat çeken ülke Çin’dir (China). Düğüm büyüklüğü ve bağlantı sayısının yüksekliği, Çin’in enerji piyasaları ve yapay zekâ kesişiminde yapılan çalışmalarda öncü ve merkezi bir konumda olduğunu göstermektedir. Çin’in ABD, Almanya, Avustralya, Hollanda, Suudi Arabistan gibi birçok ülkeyle yoğun eş yazarlık ilişkisi bulunması, bu ülkenin küresel akademik iş birliklerinde stratejik bir aktör hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle Çin’in son yıllarda enerji dönüşümü ve yapay zekâ uygulamalarına yönelik AR-GE yatırımlarının akademik yansımalarıyla da tutarlıdır.

Şekil 5.: Ülkelerarası Bilimsel Yayın İş birliği Ağı



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 5’te her bir renkli küme, benzer araştırma stratejileri ve karşılıklı iş birliği yoğunluğu taşıyan ülke gruplarını göstermektedir. Çin etrafında kümelenmiş İngiltere, Hollanda, İsviçre, Fransa, Güney Kore ve Suudi Arabistan gibi ülkeler mavi küme ile gösterilmiştir, bu mavi kümenin çok merkezli ve disiplinler arası iş birliklerine açık olduklarını göstermektedir. Bu grup, metodolojik çeşitlilik ve konusal kapsam açısından güçlüdür. ABD, Almanya, Kanada, İran ve Singapur gibi ülkelere oluşan kırmızı kümenin kendi aralarında daha fazla iş birliği yaptığı ancak Çin ile de bazı bağlantılar kurduğu görülmektedir. Turuncu ve mor kümelerde yer alan Gana, Bangladeş, Ürdün, Nijerya gibi ülkeler ise sınırlı sayıda bağlantı göstermekte olup, daha çok tek merkezli veya bölgesel iş birliklerine sahiptirler. Bu ülkelerdeki akademik üretimin daha az küresel bağlantı içerdiği anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, Çin’in merkezî konumu, onu sadece yayın sayısı açısından değil, aynı zamanda bilgi yayılımı ve uluslararası araştırma gündeminin belirlenmesinde kilit bir aktör yapmaktadır. ABD ve Avrupa ülkeleri, enerji ve yapay zekâ eksenindeki küresel iş birliklerinde belirli kümelerde yoğunlaşmakla birlikte, Çin ile ilişkileri daha kısıtlı kalmaktadır. Kalkınmakta olan ülkeler, sınırlı iş birliği ile uluslararası görünürlük açısından dezavantajlı konumda olup, daha fazla ortaklık geliştirmeleri önem arz etmektedir.

Tablo 5.: En Fazla Yayına Sahip İlk 10 Ülke

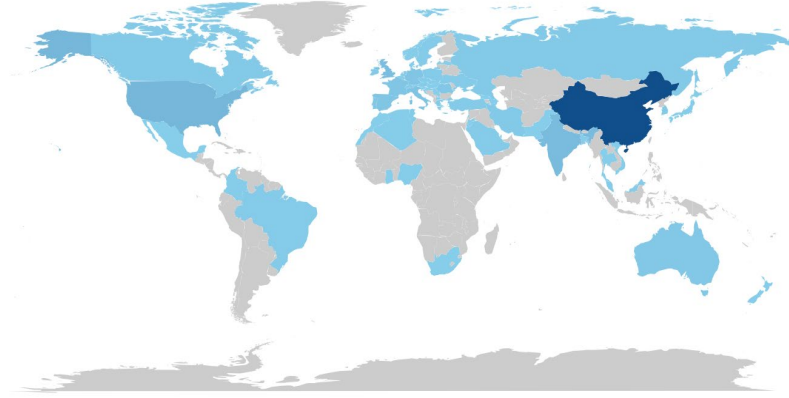
Ülkeler	Toplam Yayın	Toplam Yayına Oranı %	Diğer Ülkelerle Ortak Yazarlık	Diğer Ülkelerle Ortak Yazar	Diğer Ülkelerle Ortalama
Çin	110	40,00	89	21	19,1
ABD	22	8,00	14	8	36,4
Hindistan	16	5,80	9	7	43,8
Birleşik Krallık	14	5,10	5	9	64,30
İtalya	9	3,30	6	3	33,30
Almanya	6	2,20	4	2	33,30
Romanya	6	2,20	5	1	16,70
Polonya	5	1,80	5	0	0,00
Portekiz	5	1,80	3	2	40,00
İspanya	5	1,80	4	1	20,00

Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Tablo 5, enerji piyasaları ve yapay zekâ temalı literatürde en fazla yayına sahip ilk 10 ülkenin üretkenlik düzeylerini ve uluslararası iş birliği oranlarını göstermektedir. Bulgular, Çin’in toplam 110 yayın ile en yüksek üretkenliğe sahip ülke olduğunu ortaya koymaktadır. Çin’in ortalama uluslararası ortak yazarlık sayısı ise 19,1’dir. Yayın sayısı bakımından Çin’i Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan ve Birleşik Krallık izlemektedir. Ancak, uluslararası iş birliği açısından, özellikle Birleşik Krallık, Çin’e kıyasla

çok daha yüksek bir ortak yazar ortalamasına sahiptir. Bunun yanında, Hindistan, Portekiz ve ABD de görece yüksek düzeyde çok uluslu iş birlikleriyle ön plana çıkmaktadır. Bu veriler, sadece yayın hacmine değil, aynı zamanda uluslararası araştırma iş birliklerine dayalı bilimsel etkinliğe de odaklanmanın önemini göstermektedir. Yayın sayısının ötesinde, araştırmaların çok uluslu yapılması, bilgi paylaşımının yaygınlaşması ve literatürdeki etki düzeyinin artması açısından kritik bir rol oynamaktadır.

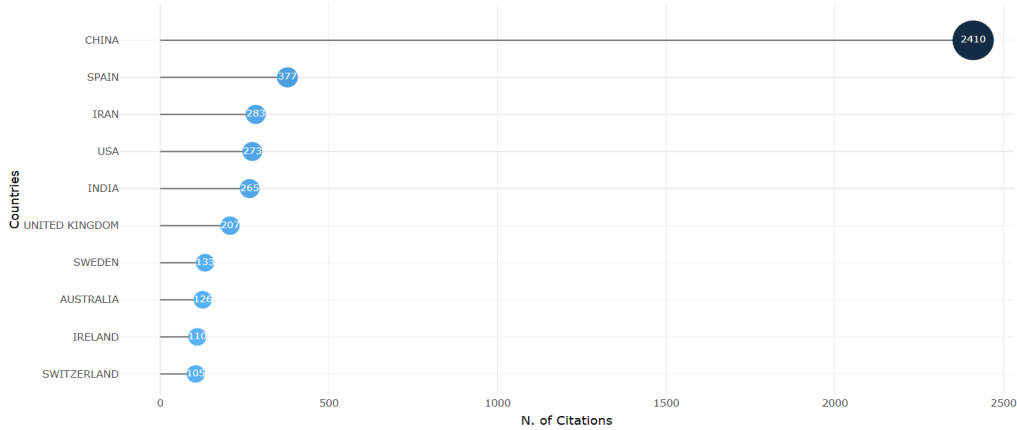
Şekil 6.: Ülkelerin Bilimsel Üretkenliği



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Ülkelerin bilimsel üretkenlik düzeylerini görselleştiren dağılım, Şekil 6’da sunulmuştur. Harita üzerinde yapılan renklendirme, en az üretken ülkelere en düşük yayın hacmine sahip ülkelere doğru sırasıyla gri, açık mavi, koyu mavi ve lacivert tonları ile ifade edilmiştir. Bu görsel, ülkeler arası akademik çıktı farklarını görsel olarak ortaya koymakta ve literatürdeki bölgesel yoğunlukları belirginleştirmektedir. En yoğun olarak taranan bölgenin sırasıyla Çin, ABD, Hindistan olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 7.: En Çok Atıf Alan Ülkeler ve Atıf Sayıları



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

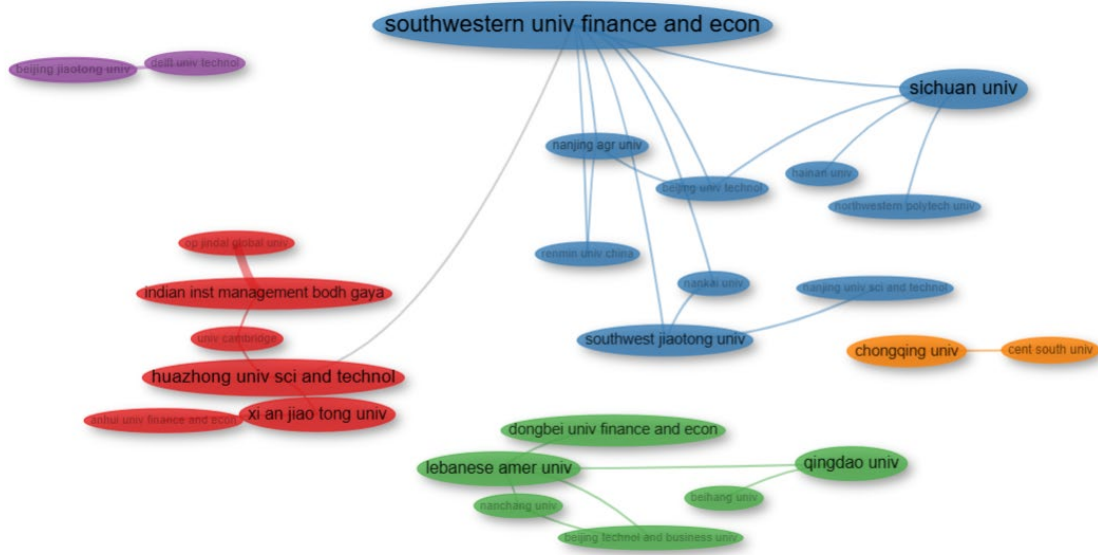
Şekil 7, enerji piyasaları ve yapay zekâ temalı literatürde en yüksek toplam atıf alan ilk on ülkeyi göstermektedir. Verilere göre, Çin, 2410 atıf ile yalnızca yayın üretiminde değil, aynı zamanda literatürdeki bilimsel etki gücü açısından da lider konumdadır. Bu bulgu, Çin menşeli çalışmaların diğer araştırmalar tarafından yoğun biçimde referans alındığını ve küresel bilgi üretiminde belirleyici bir rol üstlendiğini göstermektedir. Çin’i sırasıyla İspanya (333 atıf), İran (283), Amerika Birleşik Devletleri (273) ve Hindistan (265) takip etmektedir. Bu ülkeler hem yayın hacmi hem de atıf düzeyi bakımından yüksek etkiye sahip aktörlerdir. Öte yandan, Birleşik Krallık (207), İsveç (133), Avustralya (126), İrlanda (110) ve İsviçre (105) gibi ülkeler, görece daha sınırlı sayıda yayımla temsil edilmelerine karşın yüksek atıf sayıları ile nitelikli ve etkili akademik katkılar sunmaktadır. Bu bulgular, ülkelerin bibliyometrik performanslarının yalnızca yayın sayısı ile değil, aynı zamanda yayınların literatürdeki görünürlüğü ve referans alınma düzeyiyle de değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Özellikle yüksek atıf düzeyine sahip ülkelerin, araştırma kalitesi ve alandaki yönlendirici etkileri açısından stratejik bir konumda oldukları görülmektedir.

d. Kurumlararası iş birliği ağı

Kurumlararası ağ analizi, akademik ve bilimsel iş birliklerini incelemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu analiz sayesinde, belirli bir araştırma alanında ya da proje kapsamında hangi kurumların birlikte çalıştığı, hangilerinin iş birliği ağında merkezi bir konumda yer aldığı ve en yoğun etkileşimde bulunan kurumların hangileri olduğu belirlenebilir. Aynı zamanda, iş birlikleri sınırlı olan veya akademik ağ içinde daha az etkileşime sahip kurumlar tespit edilebilir. Bu çerçevede, Şekil 8’de analiz sonucunda oluşturulan ağ haritası gösterilmektedir.

Şekil 8.: Araştırma Kurumlarının İş birliği Ağları



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 8, “*Southwestern University of Finance and Economics*”in merkezî bir konumda olduğunu ve birçok üniversiteyle yoğun akademik iş birliği yürüttüğünü göstermektedir. Haritada farklı renklerle gösterilen kümeler, kurumlar arası bölgesel ve uluslararası iş birliklerini ortaya koymaktadır. Mavi küme, Çin merkezli üniversiteler arasında güçlü bağları temsil ederken; kırmızı küme, Çin ve Hindistan arasındaki uluslararası iş birliklerine işaret etmektedir. Yeşil küme, Çin’in kuzeydoğusu ile Lübnan’daki bir kurum arasında gelişen ilişkileri yansıtırken, turuncu küme görece daha izole bir yapıya sahiptir. Genel olarak ağ, Çin odaklı bir yapı sergilemekte, ancak küresel iş birliklerinin de geliştiği görülmektedir. Bu durum, bölgesel güç merkezlerinin küresel araştırma ağına açıldığını göstermektedir.

Tablo 6, enerji piyasaları ve yapay zekâ temalı çalışmalarda en fazla yayın üreten ilk on kurumu ve bu kurumların toplam bağlantı gücünü göstermektedir. “*Chongqing University*”, toplam 12 yayın ile en üretken kurum olarak öne çıkmakta; aynı zamanda 5 birimlik bağlantı gücüyle ulusal ve uluslararası düzeyde dikkate değer bir iş birliği yapısına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık, “*Huazhong University of Science and Technology, Sichuan University ve Xi’an Jiaotong University*”, her biri 8 yayınlı listedeki üretken kurumlar arasında yer almakla birlikte, toplam bağlantı güçlerinin düşük düzeyde (1 veya 2) olması, bu kurumların daha sınırlı bir iş birliği ağına sahip olduklarını göstermektedir. Bu durum, yayın hacmi yüksek olmasına rağmen, söz konusu kurumların akademik etkileşim açısından daha izole bir yapıda olduklarına göstermektedir. Benzer şekilde, “*Central University of Finance and Economics ve Dongbei University of Finance and Economics*” yayın sayısı açısından daha orta düzeyde yer alsalar da (7 yayın), özellikle “*Central University*”nin 5 birimlik bağlantı gücü, bu kurumun uluslararası ve disiplinler arası iş birliklerine açık bir araştırma profili sergilediğini göstermektedir. Ayrıca, “*Indian Institute of Management Bodh Gaya, Lebanese American University, Nanjing University of Finance and Economics ve Southwestern University of Finance and Economics*” gibi kurumlar da benzer düzeyde yayın üretmiş olup, bağlantı gücü açısından farklılık

göstermektedirler. Özellikle “*Lebanese American University*”, 3 birimlik bağlantı gücü ile uluslararası ağlarda daha aktif bir pozisyona sahip olduğunu göstermektedir.

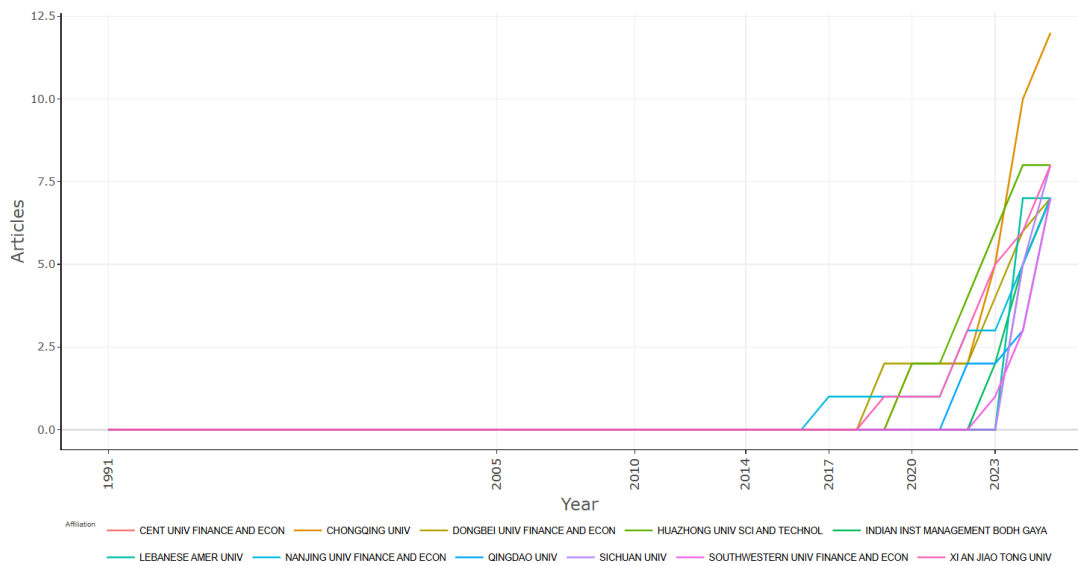
Tablo 6.: En Etkili Kurumlar

Kurumun Adı	Toplam Yayın Sayısı	Toplam Bağlantı Gücü
Chongqing Univ.	12	5
Huazhong Univ. Sci and Technol	8	1
Sichuan Univ.	8	2
Xi An Jiao Tong Univ	8	1
Cent Univ. Finance and Econ	7	5
Dongbei Univ. Finance and Econ	7	3
Indian Inst Management Bodh Gaya	7	1
Lebanese Amer Univ	7	3
Nanjing Univ Finance and Econ	7	2
Southwestern Univ Finance and Econ	7	2

Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Genel olarak değerlendirildiğinde, yayın üretkenliği ile bağlantı gücü arasındaki farklar, yalnızca yayın sayısının değil, aynı zamanda kurumsal araştırma stratejilerinin iş birliği odaklı olup olmadığının da önemli bir gösterge olduğunu ortaya koymaktadır. Yüksek bağlantı gücüne sahip kurumlar, yalnızca bilimsel üretim hacmiyle değil, aynı zamanda ağ yapılarındaki merkezi konumları ve bilgi yayılımına katkılarıyla da literatürde daha etkili bir konumda yer almaktadır. Kurumların çoğunlukla bilimsel, ekonomik ve teknolojik araştırma enstitüleri olduğunu, genel araştırma enstitüleriyle desteklediği belirlenmiştir. Disiplinler arası bir perspektiften bakıldığında ise yapay zekâ ve enerji piyasası üzerine yapılan çalışmaların yapıldığı kurumların baskın disiplinleri olan ekonomi ve finans alanlarıyla ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma kurumları ağırlıklı olarak Çin’de yoğunlaşmıştır. Çin üniversiteleri ve araştırma kurumları, küresel akademik sıralamalarda yükselmek ve uluslararası yayınlarda daha görünür olmak için ciddi politikalar benimsemiştir. Özellikle yapay zekâ ve enerji ekonomisi gibi yüksek atıf potansiyeline sahip alanlar öncelikli araştırma alanlarıdır. Çin hükümetinin "*Yeni Nesil Yapay Zeka Gelişim Planı*" (2017) ve karbon nötrlüğü hedefleri, bu araştırma eğilimlerini hızlandırmıştır (China State Council, 2017; OECD, 2023; IEA, 2021).

Şekil 9.: En Etkin Kurumların Yıllara Göre Üretimi



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

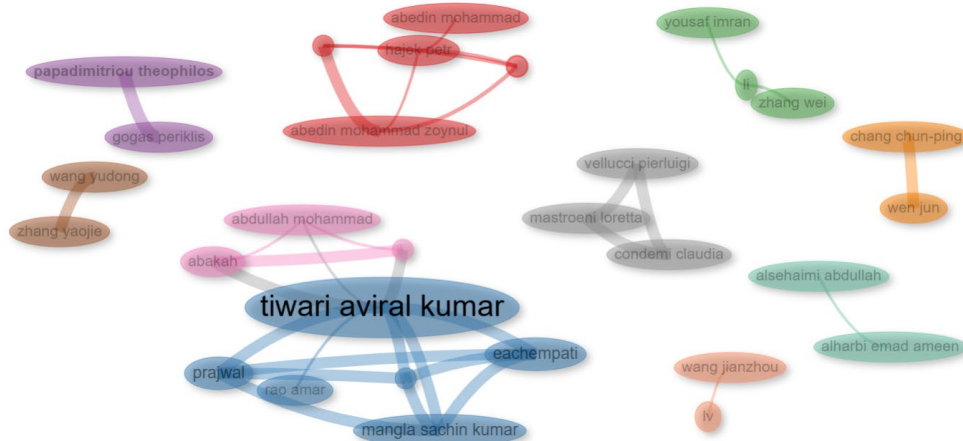
Şekil 9 en etkin kurumların yıllara göre bilimsel yayın üretim grafiğini vermektedir. Şekil 9’da yer alan veriler, 2017 yılından itibaren özellikle 2020 sonrası dönemde yayın sayılarında belirgin bir artış yaşandığını göstermektedir. “Chongqing University ve Huazhong University of Science and Technology”, son yıllarda en fazla yayın yapan kurum olarak öne çıkarken, “Southwestern University of Finance and Economics, Sichuan University ve Xi’an Jiaotong University” gibi diğer Çin merkezli üniversiteler de artan yayın trendi sergilemektedir. “Indian Institute of Management Bodh Gaya” ve “Lebanese American University”, uluslararası kurumlar olarak son dönemde ağı katılmış ve yayın üretiminde dikkat çekici bir ivme yakalamıştır. Yayınların 2017 öncesinde yok denecek kadar az olması, araştırma iş birliklerinin büyük oranda son beş yıl içerisinde yoğunlaştığını göstermektedir.

e. Ortak yazar ağ analizi

Araştırılan konuda çok sayıda araştırmacının katkısının bulunmasından dolayı, bu çalışma yalnızca en yüksek etkiye sahip yazarların bilgilerini analiz etmektedir. Etkili yazarlar, belirli bir alanda bilimsel gelişmeyi ve akademik ilerlemeyi teşvik eden ana güçtür. Yüksek yayın üretim oranlarına ve akademik etkiye sahiptirler ve ilgili disiplinin gelişimine öncülük ederler. Yayın yapan yazarların bilgi ağı analiz edilerek, yapay zekâ ve enerji piyasası kesişimindeki en etkin yazarlar belirlenmiştir.

Şekil 10, yazarlar arasındaki ortak yayın ilişkilerini göstermektedir. Tiwari Aviral Kumar, ağı merkezinde yer almakta ve yüksek derecede bağlantıya sahip olmasıyla en etkili araştırmacı olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, ilgili yazarın geniş bir iş birliği ağına sahip olduğunu ve literatürde merkezi bir rol üstlendiğini göstermektedir. Farklı renklerle gösterilen kümeler, yazarlar arası birlikte yazarlık ilişkilerine dayalı alt grupları temsil etmektedir. Mavi küme, Tiwari Aviral Kumar etrafında yoğunlaşmış, yapısal olarak güçlü bağlara sahip bir araştırma topluluğunu göstermektedir. Kırmızı ve pembe kümeler, Abedin Mohammad Zoynul ve Abdullah Mohammad gibi yazarların liderliğinde oluşmuş daha küçük, fakat iç bağlantıları güçlü grupları yansıtmaktadır. Gri ve yeşil kümeler, daha dağınık iş birliklerini temsil ederken, bazı kümeler (ör. turuncu veya kahverengi) izole ikililerden oluşmaktadır. Bu yapı, merkezî araştırmacılar etrafında şekillenen kümelenmelerin yanı sıra, bazı yazarların sınırlı ancak yoğun iş birliklerine yöneldiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak ağ hem geniş çaplı iş birliklerini hem de odaklı araştırma gruplarını bünyesinde barındıran dengeli bir yapı sergilemektedir.

Şekil 10.: Ortak Yazar Ağı

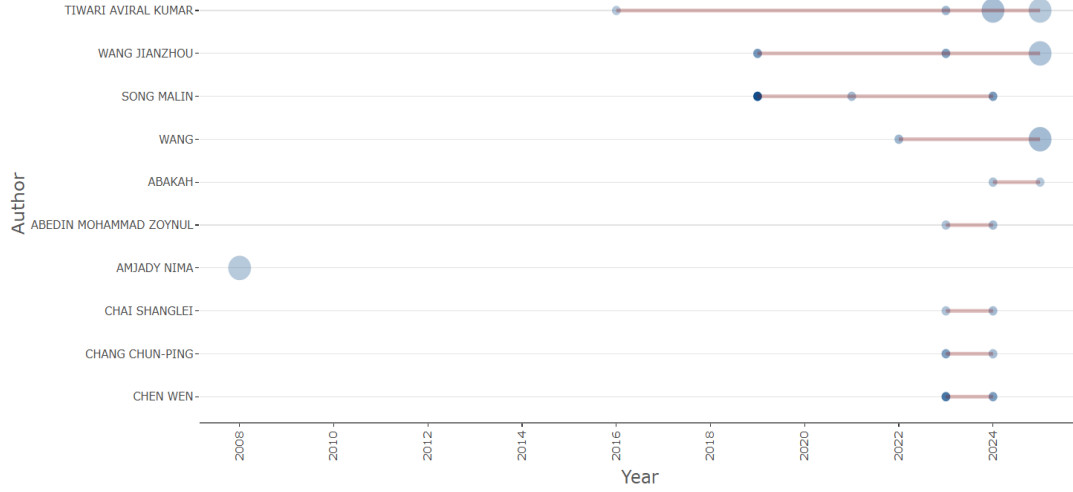


Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 11, 1991'den 2025'e kadar olan dönemde, en üretken 10 yazarın yıllık yayın ve atıf sayılarını göstermektedir. Dairelerin büyüklüğü, o yıl yapılan yayın sayısı ile orantılıdır. Buna göre, Tiwari Aviral Kumar 33 atıf ile toplam 6 yayın, Wang Jianzhou ise 164 atıf ile toplam 4 yayın, Song Malin ise 385 atıf ile 5 yayın, Wang ise 31 atıf ile 3 yayın, Abakah 5 atıf ile 2 yayın, Abedin Muahmmmed Zoynul 15 atıf ile 2 yayın, Amjady Nima ise 4 atıf ile 2 yayın, Chai Shanglei 15 atıf ile 2 yayın, Chang Chun-Ping 51 atıf ve 2 yayın ile ve Chen Wen ise 2 yayın 115 atıf ile öne çıkmaktadırlar. En üretken yazarların yayınlarının büyük bir kısmı 2016 sonrası dönemde yayımlanmıştır. Bu durum, ilgili araştırma alanının son on yılda artan bir akademik ilgi gördüğünü ortaya koymaktadır. İstatistiksel olarak, örneklemden

yüksek üretkenliğe sahip yazarların toplam yayın sayısının 28 olduğu ve bunun toplam yayınların %10'una eşit olduğu bulunmuştur. Bu durum, yüksek çıktı ve yüksek etkiye sahip etkin yazarlar ve araştırma ekiplerinin oluştuğunu göstermektedir.

Şekil 11.: Etkili Yazarların Yayın Üretimi ve Atıf Patlama Değerleri



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

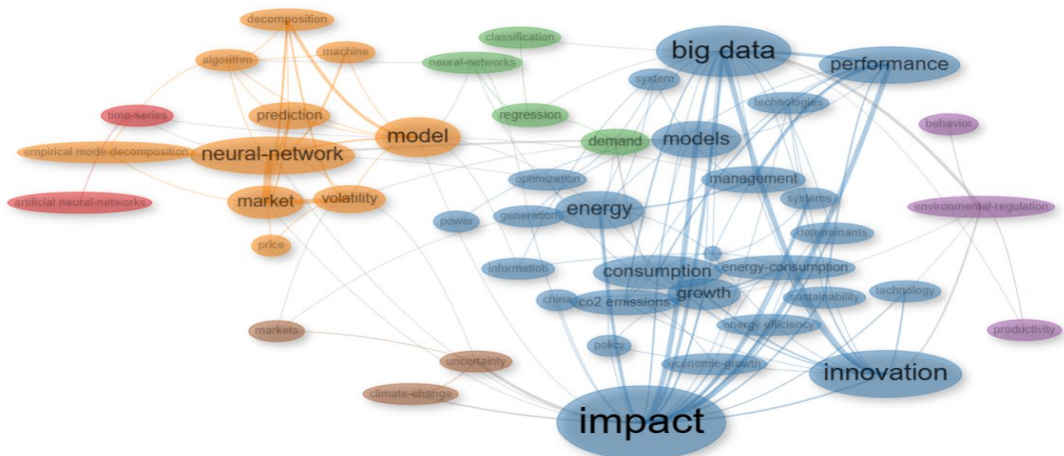
II.III. Anahtar Kelime Analizi

Bu bölümde; eş-zamanlı anahtar kelime analizi, tematik harita analizi, anahtar kelimelerin ani artış (burst) analizi ve zaman çizelgesi görselleştirme analizleri gerçekleştirilerek, araştırma alanındaki odak noktaların (hotspots), öncü konuların (frontiers) ve araştırma eğilimlerin (trends) belirlenmesi amaçlanmıştır.

a. Eş zamanlı anahtar kelime analizi

Belirli bir alandaki araştırma odak noktalarını (hotspots) anlamaya yardımcı olan bir analizdir. Ağ üzerindeki düğümlerin (nokta/vertex) büyüklüğü, anahtar kelimenin ağdaki aracılık merkeziyetliliği (betweenness centrality) ile orantılıdır. Düğümler arasındaki çizgiler, anahtar kelimelerin birlikte geçme ilişkisini temsil eder; çizgilerin kalınlığı, anahtar kelimelerin birlikte geçme frekansının yüksekliğini ve dolayısıyla anahtar kelimeler arasındaki bağlantının gücünü göstermektedir. Bibliyometrik analizlerde bu tür haritalar, konunun tematik yapısını ve odak alanlarını ortaya koymak için kullanılmaktadır.

Şekil 12.: Eş Zamanlı Anahtar Kelimeler



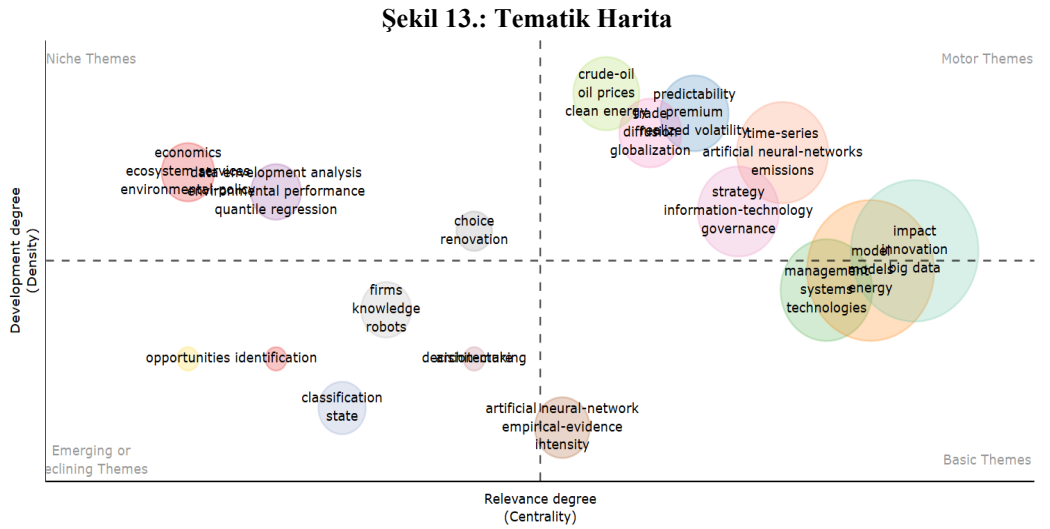
Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 12, akademik literatürde yer alan anahtar kelimelerin birlikte kullanımlarını (co-occurrence) gösteren bir ağ haritasıdır. Şekil 12’ de düğümlerin renkleri, Pons & Latapy (2005) tarafından geliştirilen Walktrap algoritmasına dayanarak tespit edilen beş farklı topluluğu (community) temsil etmektedir. Ağın modülerlik değeri (modularity), yapı içindeki kümelenme özelliğini ölçer ve yapılan değerlendirme sonucunda ağın en dengeli yapıya sahip olduğu beş topluluk içerecek şekilde optimizasyon sağlanmıştır. Bu beş topluluk sırasıyla mavi, turuncu, yeşil, mor ve kırmızı renklerle kodlanmıştır. Mavi Küme; “big data”, “energy consumption”, “growth”, “innovation”, “sustainability”, “CO₂ emissions” gibi kavramları içererek, sürdürülebilir kalkınma, enerji politikaları ve çevresel etki üzerine sistematik yayınlar dizisini temsil etmektedir. Bu küme; enerji-ekonomi-çevre bağlamında disiplinlerarası bir araştırma eksenini simgelemektedir. Turuncu Küme; “neural-network”, “model”, “prediction”, “volatility”, “price” gibi teknik terimleri barındırmakta olup, makine öğrenmesi yöntemlerinin finansal zaman serileri ve volatilité tahmininde kullanımına odaklanmış bir grup çalışmayı göstermektedir. Yeşil Küme; “classification”, “neural-networks”, “regression”, “demand” gibi anahtar kelimeler çevresinde şekillenmiş olup, istatistiksel sınıflandırma ve regresyon tekniklerinin talep analizi ve makine öğrenmesi temelli uygulamalarda kullanımına işaret etmektedir. Mor Küme; “environmental regulation”, “productivity”, “behavior” gibi kavramlar ile çevre politikaları, yönetim çerçevesinde birey ve kurum davranışlarına yönelik sosyo-ekonomik analizleri içermektedir. Kırmızı Küme; “artificial neural-networks”, “empirical mode decomposition” gibi daha teknik ve sinyal işleme odaklı yöntemsel başlıkları kapsamakta; sinyal analizi, algoritma geliştirme ve teknik düzeyde yapay sinir ağı uygulamalarının literatürdeki temsilcilerini göstermektedir.

Bu yapısal analiz, alanın bir yandan sürdürülebilirlik ve enerji ile ilgili yüksek düzeyde teorik ve uygulamalı yayınlar ürettiğini, diğer yandan makine öğrenmesi, finansal analiz, çevre davranışları ve teknik sinyal işleme konularında disiplinler arası alt kümeler oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Böylece ağın modüler yapısı hem kuramsal hem de yöntemsel çeşitliliği somutlaştıran bir görsel sunum sağlamakta ve akademik haritamızı zenginleştirmektedir.

b. Tematik harita analizi

Tematik haritalar, anahtar kelimelerin yıllar içindeki evrimini ve popülerliğini göstermektedir. Harita, merkezîyet (x eksen) ve yoğunluk (y eksen) temelinde oluşturulmuştur. Tematik harita, araştırma alanındaki anahtar kavramları "merkezîlik" (relevance degree) ve "yoğunluk" (development degree) eksenlerinde dört gruba ayırarak temsil etmektedir. Bu yapı, literatürdeki temaların olgunluk düzeyini ve ağ içindeki bağlanma gücünü görselleştirmeye olanak tanımaktadır.



Şekil 13’de sağ üst köşede yer alan temalar motor temaları göstermektedir. Bu bölgede yer alan temalar hem literatürde merkezi bir konuma sahiptir hem de kavramsal olarak oldukça gelişmiştir. “Crude-oil”, “oil prices”, “clean energy”, “diffusion”, “time-series”, “artificial neural-networks”, “volatility” ve “emissions” gibi kavramlar bu grupta yer almakta olup hem yoğun çalışılan hem de alanlar arası köprü

kuran konulardır. Bu durum, söz konusu temaların disiplinler arası araştırmalar açısından da stratejik önem taşıdığını göstermektedir. Sağ alt köşede yer alan temalar ise temel temalardır. “Impact”, “innovation”, “management”, “big data”, “energy”, “systems” ve “technologies” bu bölgede yer almakta olup, yüksek merkeziliğe sahip ancak gelişim düzeyi daha sınırlı olan konular olarak öne çıkmaktadır ve bu temaların literatürde sıklıkla kullanıldığını ancak metodolojik ya da teorik bağlamda daha fazla detaylandırılmaya ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu alanlar, araştırmacılar için derinleştirme ve katkı sunma potansiyeli taşımaktadır. Sol üst köşede yer alan “Economics”, “ecosystem services”, “environmental performance”, “quantile regression” temalar ise niş temaları temsil etmektedir ve bu temalar yüksek gelişmişlik düzeyine rağmen literatürde daha sınırlı merkeziliğe sahiptir. Bu durum, bu temaların daha çok uzmanlaşmış alt alanlarda yoğunlaştığını, ancak genel literatürle güçlü bağlantılara sahip olmadığını göstermektedir. Sol alt köşede gösterilen ve gelişmekte olan ya da gerileyen temaları ise “Classification”, “state”, “identification”, “opportunities”, “empirical-evidence” temsil etmektedir. Bu temalar, gelecekteki araştırmalar açısından riskli ancak yenilikçi fırsatlar barındırabileceği anlamına gelmektedir.

c. En sık geçen kelimeler

Bu bölümde yapay zekâ ve enerji piyasaları ile ilgili yapılan çalışmaların temel odak noktaları anahtar kelimeler üzerinden incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5’te yazar anahtar kelimeleri, özet ve başlıkta geçen anahtar kelimeleri olarak gruplandırılmış ve sunulmuştur. Bu tablo enerji piyasası ve yapay zekâ ile ilgili çalışmaların yoğunluğunu ve araştırmacıların özellikle hangi temalara yöneldiğini göstermektedir.

Tablo 7.: En Sık Geçen Kelimeler

Yazar Anahtar Kelime		Özet		Başlık	
Anahtar Kelime	Sıklık	Anahtar Kelime	Sıklık	Anahtar Kelime	Sıklık
artificial intelligence	41	energy	617	energy	82
energy efficiency	34	data	326	forecasting	57
machine learning	24	market	294	artificial	47
big data	17	model	287	electricity	44
forecasting	14	study	241	intelligence	43
sustainability	12	ai	240	green	42
digital economy	10	environmental	229	evidence	34
environmental policy	9	electricity	213	data	31
electricity market	8	development	212	learning	29
artificial	7	green	208	market	29

Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Tablo 7’de analiz sonucu raporlanan bilgiler incelendiğinde araştırılan konu üzerine yapılan literatürde en sık geçen kelimeler arasında “energy” (enerji), “data” (veri) ve “market” (piyasa) ön plana çıkmaktadır. Bu durum, enerji piyasalarına ilişkin veri analizi ve piyasa dinamiklerinin araştırılması alanında yoğun bir ilginin olduğunu göstermektedir. Özellikle enerji piyasalarında veri odaklı çalışmaların yaygınlaştığı ve bu alanda modelleme, tahminleme (forecasting) gibi konuların önemli araştırma eksenleri haline geldiği görülmektedir. Ayrıca, “artificial intelligence” (yapay zekâ) ve onun alt dallarından “machine learning” (makine öğrenimi) ile “big data” (büyük veri) terimlerinin yüksek sıklıkta yer alması, enerji sektöründe yapay zekâ tekniklerinin uygulanmasının artmakta olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, enerji verilerinin işlenmesi, enerji talep ve arzının tahmin edilmesi gibi konular, yapay zekâ ve makine öğrenimi yöntemleriyle ele alınmaktadır. “Energy efficiency” (enerji verimliliği) ve “sustainability” (sürdürülebilirlik) gibi çevresel ve sürdürülebilirlik odaklı kavramların da önemli anahtar kelimeler arasında yer alması, literatürde çevresel duyarlılığın arttığını ve enerji politikalarının bu yönde şekillendiğini göstermektedir. Bu durum, enerji sistemlerinin daha sürdürülebilir ve çevre dostu hale getirilmesine yönelik araştırmaların yaygınlığını desteklemektedir. Son olarak, “electricity market” (elektrik piyasası) ve “green” (yeşil) gibi kavramlar, enerji piyasalarının elektrik bazlı dönüşümü ve yeşil enerji teknolojilerine yönelik çalışmaları işaret etmektedir. Genel olarak, elde edilen anahtar kelime dağılımı, enerji alanında veri analitiği, yapay zekâ uygulamaları ve sürdürülebilirlik temalarının iç içe geçtiği çok disiplinli bir araştırma ortamının hâkim olduğunu ortaya

koymaktadır. Literatürde, enerji piyasalarının modellenmesi ve tahmini, yapay zekâ tabanlı optimizasyonlar ile sürdürülebilir enerji politikaları önemli araştırma eksenleri olarak öne çıkmaktadır.

Kelime bulutları, bibliyometrik analizlerde belirli bir alandaki araştırma eğilimlerini görsel olarak sunmak için sıklıkla başvurulan yöntemlerden biridir. Bu yöntem, araştırma alanının temel kavramlarını ve eğilimlerini bütünsel bir çerçevede ortaya koyarak hem mevcut literatürün yapısal analizine katkı sunmakta hem de gelecek çalışmalar için potansiyel araştırma boşluklarının belirlenmesine imkân tanımaktadır.

Şekil 14.: Literatürdeki Tematik Yoğunluklara İlişkin Kelime Bulutu

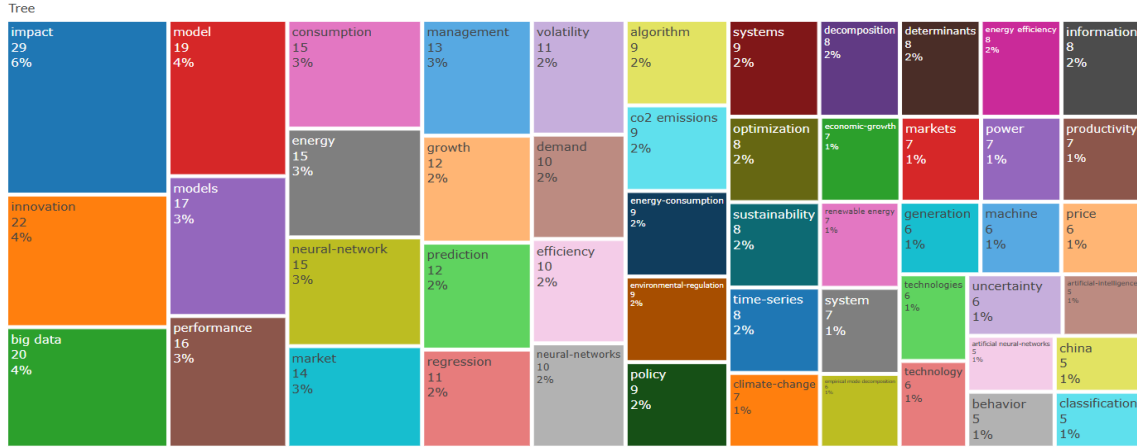


Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 14'te yer alan kelime bulutu, analiz edilen yayınların anahtar kelimelerine dayalı olarak oluşturulmuş ve bu kelimelerin literatürdeki tekrar sıklıkları dikkate alınarak görseldeki boyutlandırılmaları yapılmıştır. Büyük puntolarla gösterilen kelimeler, araştırma alanında daha sık karşılaşılan ve merkezi temaları temsil eden kavramları işaret etmektedir. Görselde öne çıkan “impact”, “innovation”, “big data”, “model”, “consumption” ve “neural-network” gibi terimler, analiz edilen çalışmalarda bu kavramların ön planda olduğunu ve literatürdeki temel odak alanlarını oluşturduğunu göstermektedir. Bu ifadeler, hem metodolojik (örneğin *model*, *neural-network*, *prediction*) hem de uygulamaya dönük (örneğin *energy-consumption*, *sustainability*, *environmental-regulation*) konuların araştırmalarda birlikte ele alındığını ortaya koymaktadır. Ayrıca; *volatility*, *market*, *efficiency*, *climate-change*, *policy* gibi terimlerin varlığı, söz konusu literatürün sadece teknik modellemelerle sınırlı kalmayıp, ekonomik, çevresel ve yönetsel bileşenleri de kapsadığını göstermektedir. Bu durum, çalışmaların disiplinler arası bir karakter taşıdığını ve enerji, çevre, ekonomi gibi alanların kesişim noktasında konumlandığını ortaya koymaktadır.

Bu bölümde araştırılan konuya ilişkin analiz edilen yayınlara ait anahtar kelimelerin sıklığını ve önem derecelerini görsel olarak sunulmasını, anahtar kelimelerin literatürdeki görece yoğunluğunu hem nitel hem de nicel biçimde sunarak tematik odakların belirlenmesine yardımcı olan Treemap analizi de yapılmıştır. Bu analiz ayrıca literatürdeki çok disiplinli yapıyı ve anahtar araştırma eğilimlerini açık biçimde ortaya koymakta ve hem konu çeşitliliği hem de tematik yoğunluk açısından zengin bir bibliyometrik harita sunmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan treemap analizi Şekil 15'te sunulmuştur.

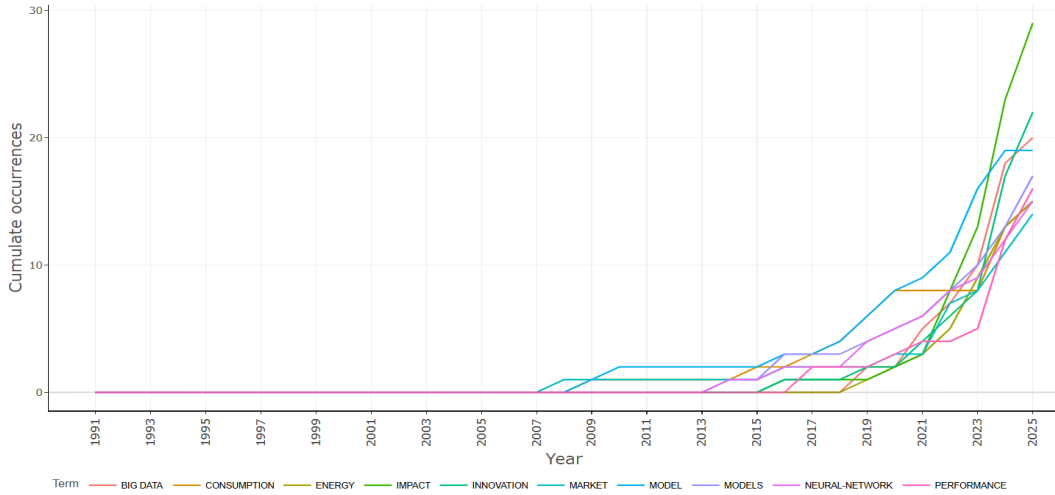
Şekil 15.: Literatürde En Sık Kullanılan Anahtar Kelimelerin Treemap Gösterimi



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 15'te en büyük dikdörtgenler, literatürde en sık karşılaşılan ve en yüksek ağırlığa sahip anahtar kelimeleri temsil etmektedir. Buna göre, "impact" (%6), "innovation" (%4), "big data" (%4), "model" (%4) ve "performance" (%3) gibi kavramlar literatürdeki ana temalar olarak öne çıkmaktadır. Bu bulgular, araştırmaların büyük ölçüde etki odaklı, yenilikçi, veri yoğun ve modelleme temelli yapılarla şekillendiğini göstermektedir. Ayrıca, "consumption", "management", "volatility", "co2 emissions", "sustainability", "efficiency" ve "climate-change" gibi kavramların da yüksek sıklıkla yer alması, çalışmalarda enerji, çevre ve ekonomi ekseninde sürdürülebilirlik temalarının önemli bir yer tuttuğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda araştırmaların yalnızca teknolojik ya da istatistiksel modellere değil, aynı zamanda çevresel ve yönetsel etkilere de odaklandığı anlaşılmaktadır. Görsel ayrıca, "neural-network", "regression", "classification" ve "algorithm" gibi teknik terimlerin yer almasıyla birlikte, makine öğrenmesi ve yapay zekâ tabanlı yöntemlerin bu alandaki çalışmaların temel metodolojik çerçevesini oluşturduğunu desteklemektedir.

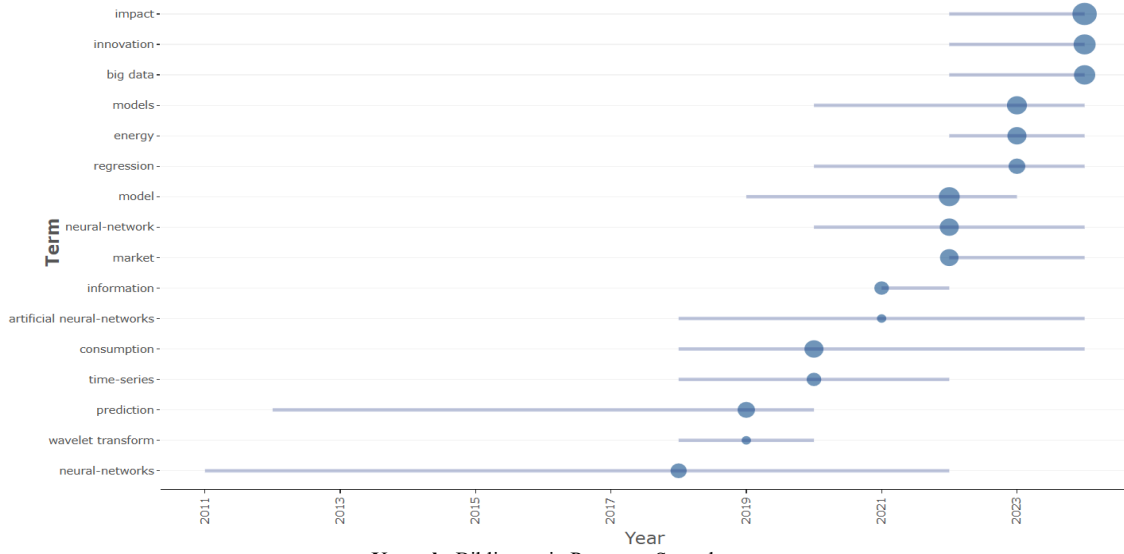
Şekil 16.: Literatürdeki Tematik Eğilimlerin Yıllara Göre Kümülatif Dağılımı



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 16, seçilen anahtar temaların yıllara göre literatürdeki kümülatif artışını göstermektedir. 2010 yılı öncesinde sınırlı sayıda çalışma görülürken, özellikle 2020 sonrası dönemde dikkat çekici bir artış yaşandığı gözlemlenmektedir. Bu artış, ilgili temaların güncel akademik ilgi odağı haline geldiğini göstermektedir. Özellikle "impact", "innovation", "model" ve "neural-network" kavramlarının yükselen bir ivmeyle öne çıktığı görülmektedir. "Big data" ve "consumption" kavramları da son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. Bu durum, çalışmalarda hem teknoloji temelli yöntemlere hem de ekonomik/çevresel sonuçlara yönelik çift yönlü bir ilginin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Genel olarak grafik, araştırmaların yıllar içinde çeşitlendiğini ve çok disiplinli bir yönelim kazandığını göstermektedir.

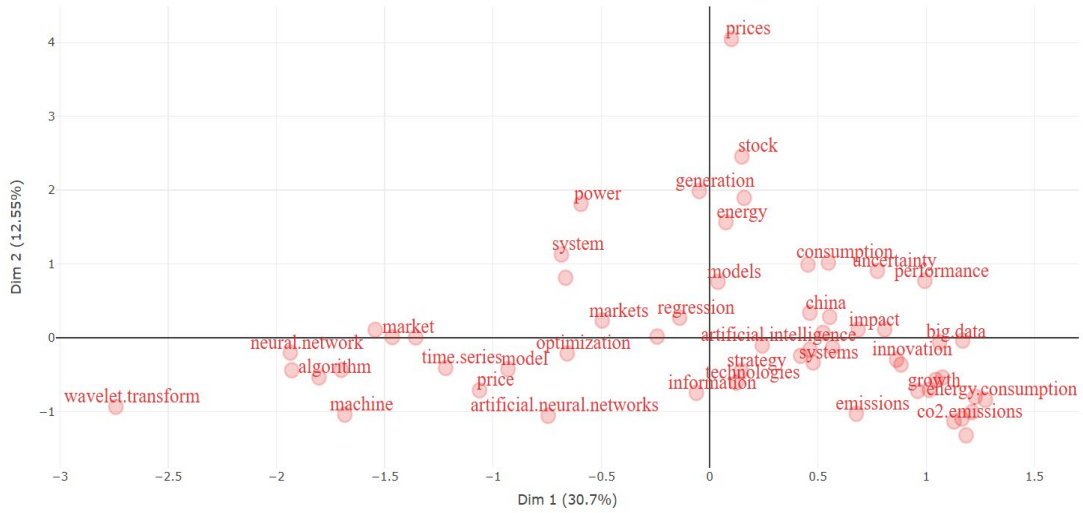
Şekil 17.: Anahtar Terimlerin Literatürdeki Zaman Aralığına Göre Yayılımı



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

Şekil 17, belirli anahtar kavramların literatürde ilk kez ne zaman öne çıktığını ve bu temaların akademik ilgisinin zaman içindeki süresini göstermektedir. Baloncukların yatay uzunluğu ilgili terimlerin etkinlik süresini, büyüklüğü ise literatürdeki görece önem düzeyini ifade etmektedir. Grafikte, “impact”, “innovation”, “big data” ve “models” gibi kavramların özellikle 2021 sonrası dönemde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu terimler, literatürde son yıllarda merkezî temalar hâline gelmiştir. Öte yandan, “neural-networks”, “prediction” ve “time-series” gibi teknik temaların daha erken dönemlerde öne çıktığı ve daha uzun süreli bir etkiye sahip olduğu dikkat çekmektedir. Bu bulgular, literatürdeki eğilimlerin hem teknik hem de politika/etki temelli iki ana eksende geliştiğini göstermektedir.

Şekil 18.: Faktör Analizi Haritası



Kaynak: Bibliometrix Programı Sonuçları

İncelenen literatürdeki anahtar kelimeler arasında kavramsal ilişkileri gösteren ve anahtar kelimelerin iki boyutlu gözlemlerde dağılımı veren Faktör Analizi Haritası Şekil 18’te sunulmuştur. Yatay eksen (Dim 1, %30,7) ve dikey eksen (Dim 2, %12,55), temel kavramsal farklılıkları temsil eden faktörleri göstermektedir. Sağ alt çeyrekte kümelenen “impact”, “innovation”, “energy consumption”, “CO₂ emissions” ve “growth” gibi terimler; sürdürülebilir kalkınma, çevresel etki ve ekonomik büyüme odaklı yayınlara işaret etmektedir. Sol alt çeyrekteki “neural network”, “algorithm”, “wavelet transform” gibi terimler, daha çok yapay zekâ ve veri işleme temelli metodolojik çalışmalara karşılık gelmektedir. Üst sağ çeyrekteki “prices”, “stock”, ve “energy” gibi kavramlar ise piyasa dinamiklerine dayalı ampirik araştırmaları yansıtmaktadır. “Artificial Intelligence”, “Optimization”, “Energy Consumption” ve

“Emissions” gibi terimler belirgin tematik kümeler oluşturmaktadır. Özellikle yapay zekâ tabanlı modelleme ile çevresel sürdürülebilirlik konularının birbirine yakın yer aldığı gözlenmektedir. Bu da disiplinlerarası bir yaklaşımın literatürde öne çıktığını göstermektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışma kapsamında oluşturulan yayın yılları grafiği, literatürdeki artışın özellikle 2015 yılı sonrası dikkat çekici biçimde hızlandığını ortaya koymuştur. Bu tarihsel kırılma, Paris İklim Anlaşması sonrası oluşan küresel çevre politikalarının ve artan enerji krizlerinin akademik üretimi tetiklediği bir döneme denk gelmektedir. Son yıllarda yaşanan doğal afetler, enerji tedarik sorunları ve karbon emisyonu baskısı, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik kavramlarını öne çıkarmış; bu da yapay zekâ temelli çözümlerle desteklenen çalışmaların önemini artırmıştır. 2022’de yaşanan enerji krizi ile birlikte bu ilgi daha da yoğunlaşmıştır. Bu tarihsel olayların, özellikle “emissions”, “energy consumption”, “renewable energy” ve “impact” gibi anahtar temaların literatürde ivme kazanmasıyla eşzamanlı ilerlediği görülmüştür.

Tematik evrim analizi, literatürdeki anahtar kavramların zaman içinde nasıl dönüştüğünü ortaya koymuştur. 1990’lı ve 2000’li yıllarda daha sınırlı teknik terimlerle ele alınan konu başlıkları, özellikle 2020 sonrası dönemde “deep learning”, “forecasting”, “electricity market” gibi temalarla daha karmaşık ve çok katmanlı bir yapıya evrilmiştir. Bu durum, yapay zekâ teknolojilerinin enerji sektöründeki çözüm arayışlarına ne ölçüde entegre edildiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Tematik harita analizi, bu dönüşümün yapısal karşılığını ve alanın kavramsal yapısına dair daha derin bir perspektif sunmuştur. Sağ üst bölgede yer alan “crude oil”, “volatility”, “artificial neural-networks”, “diffusion” gibi temalar, literatürde güçlü bağlara sahip, olgunlaşmış temalardır. Buna karşılık “environmental regulation”, “energy efficiency” ve “artificial intelligence” gibi temalar, literatürde merkezi konumda olmakla birlikte daha fazla gelişim potansiyeline sahiptir. Bu alanlarda teorik derinliğin artırılması ve pratik uygulamaların çeşitlendirilmesi literatüre önemli katkılar sunacaktır.

Faktör analizi ile oluşturulan kavramsal harita, enerji piyasalarında yapay zekâ uygulamalarının iki ana odakta yoğunlaştığını göstermektedir: birincisi teknik ve yöntemsel eksen (örneğin: *neural networks*, *regression*, *prediction*), ikincisi ise çevresel sürdürülebilirlik ve enerji politikaları eksenini (örneğin: *sustainability*, *emissions*, *policy*). Bu bulgular, alanın hem teknik yöntemlerin ilerlediğini hem de bu tekniklerin toplumsal problemlere uygulanma biçiminin genişlediğini böylelikle çift yönlü geliştiğini göstermektedir.

Ülke ve yazar analizleri, Çin’in yüksek yayın sayısı ile dikkat çektiğini, ancak İspanya ve ABD gibi ülkelerin daha yüksek atıf ortalamalarıyla niteliksel katkı açısından öne çıktığını ortaya koymuştur. Bu durum, küresel iş birliklerinin daha dengeli dağılımla teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca etkili yazarların üretim eğrileri ve ağ üzerindeki merkezilikleri, literatürdeki bilgi üretiminin belirli odaklar etrafında yoğunlaştığını ve yeni araştırmacıların bu ağlara entegre edilmesinin alanın genişlemesi açısından kritik olduğunu işaret etmektedir.

Bu çalışma kapsamında aşağıdaki araştırma yönelimleri önerilmektedir:

1. Politika ve teknoloji kesişimi, “environmental regulation” ve “energy efficiency” gibi temaların daha fazla ampirik çalışmayla desteklenmesini gerektirmektedir.
2. Derin öğrenme, “electricity price forecasting” ve “causal inference” gibi yükselen temalar, çok kaynaklı büyük verilerle entegre edilerek gerçek zamanlı sistemler için test edilebilir.
3. Gelişmekte olan ülkeler bağlamında yapay zekâ uygulamalarının enerji erişimi ve enerji adaleti üzerindeki etkisi incelenmelidir.

Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin enerji piyasaları alanındaki araştırma yönelimlerini bütüncül bir şekilde haritalandırarak, alanın mevcut yapısını, boşluklarını ve gelecek yönelimlerini ortaya koymuştur. Sonuçlar yalnızca mevcut eğilimleri açıklamakla kalmamış, aynı zamanda literatürün hangi kavramlar etrafında geliştiğini, hangi temaların doyum noktasına ulaştığını, hangilerinin ise gelişmeye açık olduğunu kanıt temelli şekilde göstermiştir.

Bu bağlamda çalışma hem araştırmacılara hem de politika yapıcılara yönelik olarak veriye dayalı bir stratejik yol haritası sunmakta; yapay zekâ destekli enerji yönetimi literatürüne sistematik ve yapısal bir katkı sağlamaktadır.

Etik Beyanı	<i>Yazar(lar), çalışmanın hazırlanma süreçlerinin tamamında etik kurallara uyduğunu (uyduklarını) açıkça beyan eder(ler). Aksi bir durumun tespiti halinde ÖHÜİBF Dergisinin hiçbir sorumluluğu bulunmamakta olup, bütün sorumluluk çalışmanın yazar (lar)ına aittir.</i>
Yazarların Katkıları	<i>Yazarlar eşit oranda katkı sunmuşlardır.</i>
Çıkar Beyanları	<i>Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.</i>
Teşekkür	<i>Yayın sürecinde katkısı olan hakemlere ve editör kuruluna teşekkür ederiz</i>
Ethics Statement	<i>The author(s) declare that all ethical principles and rules were strictly observed throughout every stage of the preparation of this study. In case of any violation, ÖHÜİBF Journal is under no responsibility, and all responsibility rests solely with the author(s).</i>
Authors' Contributions	<i>The authors contributed equally to the manuscript.</i>
Conflict of Interest	<i>The authors have no conflicts of interest to declare.</i>
Acknowledgement	<i>We thank the referees and editorial board who contributed to the publishing process.</i>

KAYNAKÇA

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188–2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
- Aoujil, Z., Hanine, M., Flores, E. S., Samad, M. A., & Ashraf, I. (2023). Artificial intelligence and behavioral economics: A bibliographic analysis of research field. *IEEE Access*, 11, 139367-139394.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Chadegani, A. A., Salehi, H., Yunus, M. M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. A. (2013). A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. *arXiv preprint arXiv:1305.0377*.
- Chen, C., Dubin, R., & Kim, M. C. (2014). Emerging trends and new developments in regenerative medicine: a scientometric update (2000–2014). *Expert opinion on biological therapy*, 14(9), 1295-1317.
- Chevallier, J. (2011). A model of carbon price interactions with macroeconomic and energy dynamics. *Energy Economics*, 33(6), 1295–1312. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.07.012>
- China State Council. (2017). New generation artificial intelligence development plan. Erişim Linki: http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm
- Conejo, A. J., Contreras, J., Espínola, R., & Plazas, M. A. (2005). Forecasting electricity prices for a day-ahead pool-based electric energy market. *International Journal of Forecasting*, 21(3), 435–462. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2004.12.005>
- Cui, L., Chan, H. K., Zhou, Y., Dai, J., & Lim, J. J. (2019). Exploring critical factors of green business failure based on Grey-Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL). *Journal of Business Research*, 98, 450–461. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.03.031>
- Diebold, F. X., & Mariano, R. S. (1995). Comparing predictive accuracy. *Journal of Business & Economic Statistics*, 13(3), 253–263. <https://doi.org/10.2307/1392185>
- Ebrahimian, H., Barmayoon, S., Mohammadi, M., & Ghadimi, N. (2018). The price prediction for the energy market based on a new method. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 31(1), 313–337. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2018.1429291>

- Ehlers, M.-H., Huber, R., & Finger, R. (2021). Agricultural policy in the era of digitalisation. *Food Policy*, 100, 102019. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.102019>
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. *International journal of production economics*, 162, 101-114.
- Gao, D., Cai, J., & Wu, K. (2025). The smart green tide: A bibliometric analysis of AI and renewable energy transition. *Energy Reports*, 13, 5290–5304. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.04.052>
- Gao, H., Kou, G., Liang, H., Zhang, H., Chao, X., Li, C. C., & Dong, Y. (2024). Machine learning in business and finance: A literature review and research opportunities. *Financial Innovation*, 10(1), 86.
- Ghoddusi, H., Creamer, G. G., & Rafizadeh, N. (2019). Machine learning in energy economics and finance: A review. *Energy Economics*, 81, 709–727. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.05.006>
- Gozgor, G., & Paramati, S. R. (2022). Does energy diversification cause an economic slowdown? Evidence from a newly constructed energy diversification index. *Energy Economics*, 109, 105970. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105970>
- Hou, Y., & Wang, Q. (2023). Big data and artificial intelligence application in energy field: A bibliometric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 13960-13973.
- International Energy Agency (IEA). (2021). An energy sector roadmap to carbon neutrality in China. Erişim Linki: <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-carbon-neutrality-in-china>
- Jiao, Z., Zhang, C., & Li, W. (2025). Artificial intelligence in energy economics research: A bibliometric review. *Energies*, 18(2), 434.
- Kaya, S., Gözölü, K., Çilhoroz, İ. A., & Çilhoroz, Y. (2022). Hastane akreditasyonu ile ilgili yayınların kavramsal yapısının haritalanması. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 528-555.
- Kong, T., Sun, R., Sun, G., & Song, Y. (2022). Effects of digital finance on green innovation considering information asymmetry: An empirical study based on Chinese listed firms. *Emerging Markets Finance and Trade*, 58(9), 4399–4411. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2022.2083953>
- Kumar, S., Sureka, R., Lim, W. M., Mangla, S. K., & Goyal, N. (2021). What do we know about business strategy and environmental research? Insights from Business Strategy and the Environment. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4031–4053. <https://doi.org/10.1002/bse.2813>
- Lee, C.-C., & Yan, J. (2024). Will artificial intelligence make energy cleaner? Evidence of nonlinearity. *Applied Energy*, 363, 123081. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123081>
- Li, Y., Jiang, S., Li, X., & Wang, S. (2021). The role of news sentiment in oil futures returns and volatility forecasting: Data-decomposition based deep learning approach. *Energy Economics*, 95, 105140.
- Li, Y., Zhang, Y., Pan, A., Han, M., & Veglianti, E. (2022). Carbon emission reduction effects of industrial robot applications: Heterogeneity characteristics and influencing mechanisms. *Technology in Society*, 70, 102034. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102034>
- Liu, W. (2019). The data source of this study is Web of Science Core Collection? Not enough. *Scientometrics*, 121(3), 1815-1824.
- OECD. (2023). OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling the green transition with STI policy. Erişim Linki: <https://www.oecd.org/sti/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-25186167.htm>
- Pons, P., & Latapy, M. (2005). Computing communities in large networks using random walks. *Computer and Information Sciences-ISCIS 2005: 20th International Symposium, Istanbul, Turkey, October 26-28, 2005. Proceedings 20* (pp. 284-293). Springer Berlin Heidelberg.
- Pranckutė, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/publications9010012>

- Qin, Y., Xu, Z., Wang, X., & Skare, M. (2024). Artificial intelligence and economic development: An evolutionary investigation and systematic review. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 1736-1770.
- Singapore Management University Library. (2022). Bibliometrix. <https://library.smu.edu.sg/topics-insights/bibliometrix>, Erişim Tarihi: 18.06.2025
- Song, M., Fisher, R., & Kwoh, Y. (2019). Technological challenges of green innovation and sustainable resource management with large scale data. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 361-368.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Wang, E.-Z., Lee, C.-C., & Li, Y. (2022). Assessing the impact of industrial robots on manufacturing energy intensity in 38 countries. *Energy Economics*, 105, 105748. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105748>
- Wang, X., Fang, Z., & Sun, X. (2016). Usage patterns of scholarly articles on Web of Science: A study on Web of Science usage count. *Scientometrics*, 109(2), 917-926.
- Wang, Y., Lucey, B., Vigne, S. A., & Yarovaya, L. (2022). An index of cryptocurrency environmental attention (ICEA). *China Finance Review International*, 12(4), 425–441. <https://doi.org/10.1108/CFRI-09-2021-0191>
- Weron, R. (2014). Electricity price forecasting: A review of the state-of-the-art with a look into the future. *International Journal of Forecasting*, 30(4), 1030–1081. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2014.08.008>
- Yang, K., Hu, N., & Tian, F. (2024). Forecasting crude oil volatility using the deep learning-based hybrid models with common factors. *Journal of Futures Markets*, 44(8), 1429-1446.
- Zhang, L., Ling, J., & Lin, M. (2022). Artificial intelligence in renewable energy: A comprehensive bibliometric analysis. *Energy Reports*, 8, 14072-14088.
- Zhang, X., Wang, J., & Gao, Y. (2019). A hybrid short-term electricity price forecasting framework: Cuckoo search-based feature selection with singular spectrum analysis and SVM. *Energy Economics*, 81, 899–913. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.05.026>
- Zhou, W., Zhuang, Y., & Chen, Y. (2024). How does artificial intelligence affect pollutant emissions by improving energy efficiency and developing green technology. *Energy Economics*, 131, 107355. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107355>
- Zhu, B., Han, D., Wang, P., Wu, Z., Zhang, T., & Wei, Y.-M. (2017). Forecasting carbon price using empirical mode decomposition and evolutionary least squares support vector regression. *Applied Energy*, 191, 521–530. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.01.078>