

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Yönelik İletken Polimerler Üzerine Yapılmış Çalışmalar-WOS Bibliyometrik Analizi

Studies on Conducting Polymers for Sustainable Development Goals - WOS Bibliometric Analysis

Gökhan Güven Batır

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Yıldızeli Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü,
Sivas, Türkiye

ORCID: 0000-0001-9568-5767, gokhanbatir@cumhuriyet.edu.tr

Geliş Tarihi: 22 Eki 2025 - **Kabul Tarihi:** 20 Kas 2025

DOI: 10.55205/joctensa.3220241808808

ATIF: Batır, G.G. (2025). Sürdürülebilir kalkınma amaçlarına yönelik iletken polimerler üzerine yapılmış çalışmalar-wos bibliyometrik analizi. *Cihannüma Teknoloji Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 35-56.

ÖZ

Bu çalışmada, 2015–2023 yılları arasında Web of Science (WoS) veri tabanında yayımlanan Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile ilişkili iletken polimer araştırmaları bibliyometrik açıdan analiz edilmiştir. "Conduct* polymer" terimi kullanılarak yapılan aramada, SKA ile ilgili 8172 yayına ulaşılmış ve bu yayınlar tür, ülke, yazar, atıf ve anahtar kelime bakımından incelenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, araştırmaların multidisipliner bir yapıda olduğu ve en çok yayının "Multidisipliner Malzeme Bilimi" kategorisinde yer aldığı görülmüştür. En yaygın yayın türü makale olmuştur. En çok yayın yapan ülkeler bazında Çin ilk sırada yer alırken, Türkiye 8. Sırada yer almıştır. En üretken yazar 76 yayınlı Wang Y olarak belirlenmiştir. Yazar ağ analizlerinde ise Magnus Berggren, 59 kişilik ağıyla ve yüksek atıf ortalamasıyla öne çıkmıştır.

SKA kapsamında en çok çalışılan alanlar sırasıyla SKA 3 (Sağlık ve Kaliteli Yaşam), SKA 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) ve SKA 7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji) olmuştur. Anahtar kelime analizleri, "conducting polymer" teriminin "conductive polymer" teriminden daha sık kullanıldığını ve Polianilin, PEDOT, Süperkapasitör gibi konuların yoğun çalışıldığını göstermiştir. Bu çalışma, alanın enerji, sağlık ve çevre gibi kritik konularda hızla geliştiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, İletken Polimer, Bibliyometrik.

ABSTRACT

This study provides a bibliometric analysis of conductive polymer research related to Sustainable Development Goals (SDGs) published in the Web of Science (WoS) database between 2015 and 2023. Using the term "Conduct* polymer," 8172 publications related to SDGs were identified and analyzed in terms of type, country, author, citation, and keywords.

According to the analysis results, the research has a multidisciplinary structure, with most publications falling under the "Multidisciplinary Materials Science" category. The most common type of publication has been the article. China ranks first among countries with the

* Sorumlu Yazar: gokhanbatir@cumhuriyet.edu.tr

highest number of publications, while Turkey is in 8th place. The most productive author was identified as Wang Y with 76 publications. In author network analyses, Magnus Berggren stood out with a network of 59 people and a high average citation rate.

Within the scope of SDGs, the most studied areas were SDG 3 (Good Health and Well-being), SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), and SDG 7 (Affordable and Clean Energy), respectively. Keyword analyses showed that the term "conducting polymer" was used more frequently than "conductive polymer," and topics such as Polyaniline, PEDOT, and Supercapacitor were intensively studied. This study reveals that the field is rapidly developing in critical areas such as energy, health, and environment.

Keywords: Sustainable Development Goals, Conducting Polymer, Bibliometric.

GİRİŞ

Bibliyometrik araştırma yönteminde, literatüre nicel ölçümler uygulanarak çalışmalar; yazar, yayın, alıntı ve içerik bakımından incelenmektedir. Bibliyometrik araştırmanın en önemli özelliği, bilimsel bir alanda gerçekleşen çalışmaların ve değişen eğilimlerin ölçülmesidir. Birleşmiş Milletler (BM) 25 Eylül 2015 tarihinde New York'ta düzenlenen Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde bir araya gelen ülke liderleri ile 2030 yılına kadar dünyada yoksulluğun tüm boyutlarıyla ortadan kaldırılması ve insanlığın ortak refahının sağlanması için 17 amaç ve 169 hedeften oluşan Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını kabul etmiştir (<https://sdgs.un.org/>). Bu çalışmada Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına yönelik iletken polimerler üzerine 2015-2023 yılları arasında yapılan çalışmalar bibliyometrik olarak incelenmiştir.

Literatür incelendiğinde, polimer biliminin farklı alt dallarındaki bilimsel üretim ve eğilimleri ortaya koymak amacıyla çeşitli bibliyometrik analizlerin gerçekleştirildiği görülmüştür. Bu çalışmalar, belirli uygulama alanlarına veya malzeme türlerine odaklanarak alanın gelişimini haritalandırmıştır. Baharin ve arkadaşları, iletken polimer sensörlerinin amonyak gazı tespitindeki kullanımını Scopus veritabanı üzerinden incelemiş ve sensör teknolojilerindeki araştırma yoğunluğunu ortaya koymuştur (Baharin vd. 2024). Benzer şekilde Prathap, polimer güneş pilleri üzerine yapılan araştırmaların bibliyometrik bir değerlendirmesini sunarak enerji alanındaki uygulamalara dikkat çekmiştir (Prathap 2014). Malzeme odaklı çalışmalarda ise melamin bazlı gözenekli polimerik malzemelerin sentez stratejileri incelenmiş (Alkayal 2025); Mittas ve arkadaşları moleküler baskılanmış polimerler (MIPs) üzerine araştırma dinamiğini analiz etmiştir (Mittas vd. 2023). Ayrıca Bazan ve arkadaşları, oral formülasyonlarda polisakkaritlerin kullanımını ve bilimsel işbirliklerini irdelemiştir (Bazan vd. 2025).

Sürdürülebilirlik ve çevresel etki bağlamında yapılan çalışmalar incelendiğinde sürdürülebilir polimerler üzerine sadeleştirilmiş bir bibliyometrik haritalama yapılarak alanın genel çerçevesi çizilmiştir (De Sousa 2022). Srivastava ve Saxena, son 30 yılın sürdürülebilir mühendislik çalışmalarını bibliyometrik olarak gözden geçirmiş ve döngüsel ve yeşil polimer biliminin yükselişini vurgulamıştır (Srivastava ve Saxena 2025). Tănase ve arkadaşları ise fiber takviyeli polimerlerin sürdürülebilirliği ve çevresel etkileri üzerine kapsamlı bir literatür taraması sunmuştur (Tănase vd. 2024). Türkiye özelinde de iklim krizi, karbon ayak izi ve sürdürülebilirlik kavramlarına yönelik genel bibliyometrik analizler mevcuttur (Ata ve Aksu 2023; Durmuş ve Gücüyeter 2024; Şahin ve Demiral 2023).

Ancak, yukarıda değinilen çalışmalar ya genel olarak polimerlere, ya spesifik bir uygulama alanına (sensör, güneş pili vb.) ya da genel sürdürülebilirlik kavramına odaklanmıştır. İletken polimerlerin, Birleşmiş Milletler'in belirlediği Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile doğrudan ilişkisini ele alan ve bu kesişim noktasındaki bilimsel üretimi bütüncül bir yaklaşımla analiz eden bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu bağlamda çalışmamız, iletken polimer araştırmalarının SKA hedefleriyle nasıl örtüştüğünü ortaya koyarak literatürdeki bu boşluğu doldurmayı ve kuramsal çerçeveye katkı sunmayı hedeflemektedir.

Bu amaç doğrultusunda çalışmada, aşağıdaki sorulara yanıt aramaktadır:

-SKA ve iletken polimerler alanındaki bilimsel üretimin (yayın sayısı, türü ve yıllara göre dağılımı) genel eğilimi nasıldır?

-Alana en çok katkı sağlayan ve en etkili olan aktörler (yazarlar, ülkeler, kurumlar ve dergiler) hangileridir?

-İletken polimer araştırmaları, Birleşmiş Milletler'in 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı'ndan hangileriyle daha güçlü bir ilişki içerisindedir?

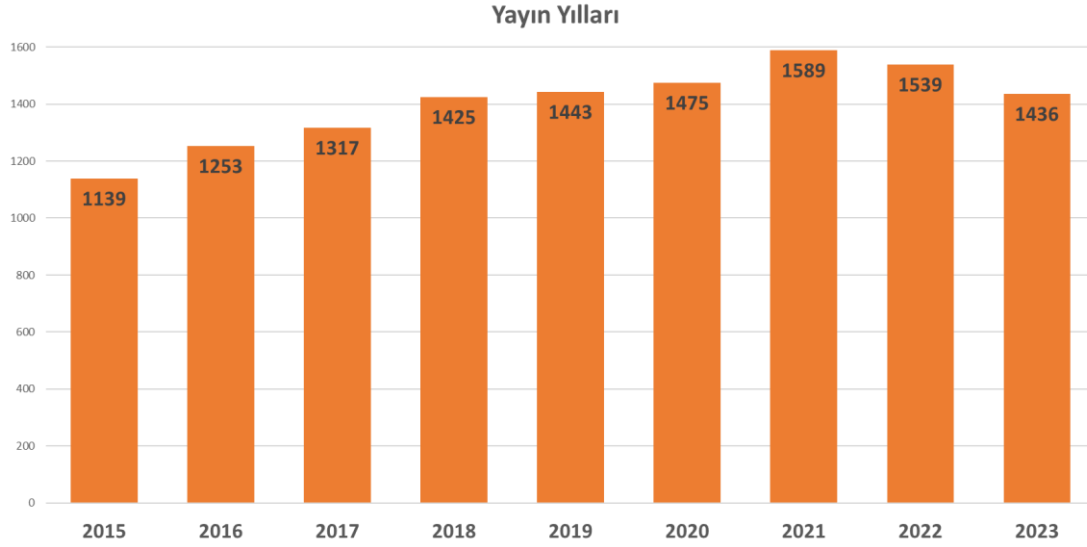
-Alandaki güncel araştırma eğilimleri, kavramsal yapı ve öne çıkan anahtar kelimeler zaman içinde nasıl bir değişim göstermiştir?

MATERYAL VE YÖNTEM

Web of Science (WoS) nitelikli akademik çalışmalar açısından güvenilir bir veri kaynağı olduğu için literatür taramaları bu platformda yapılmıştır (Ata ve Aksu 2023; Durmuş ve Gücüyeter 2024; Şahin ve Demiral 2023; Usta 2023). Verilerin görselleştirilmesi ve haritalanması aşamasında ise Van Eck ve Waltman (2010) tarafından geliştirilen VOSviewer yazılımı kullanılmıştır. VOSviewer, bibliyometrik ağları (yazar işbirlikleri, ortak atıf, anahtar kelime eşleşmeleri vb.) oluşturmak ve görselleştirmek için "Görselleştirme Benzerlikleri" (Visualization of Similarities - VOS) tekniğini kullanan güçlü bir araçtır. Diğer yazılımlara kıyasla, büyük veri setlerini daha anlaşılır kümeler (cluster) halinde sunması ve grafiksel arayüzünün yorumlamayı kolaylaştırması nedeniyle çalışmada tercih edilmiştir. Çeşitli polimerler ile ilgili yapılmış olan bibliyometrik çalışmalar bulunmaktadır (Alkayal 2025; Baharin vd. 2024; Bazan vd. 2025; Mittas vd. 2023; Prathap 2014; De Sousa 2022; Srivastava ve Saxena 2025; Tănase vd. 2024). Fakat sürdürülebilirlik ve iletken polimerleri birlikte ele alan bibliyometrik çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle bibliyometrik analiz için WoS'daki tarama "conduct* polymer" olarak "topic" düzeyinde 2015-2023 yılları arası seçilerek yapılmıştır. Topic araması yapılırken özellikle * ifadesi konulmuştur. Çünkü yayınların bazılarında iletkenlik için "conducting" şeklinde bahsedilirken bazılarında ise "conductive" şeklinde ifadeler kullanılmıştır.

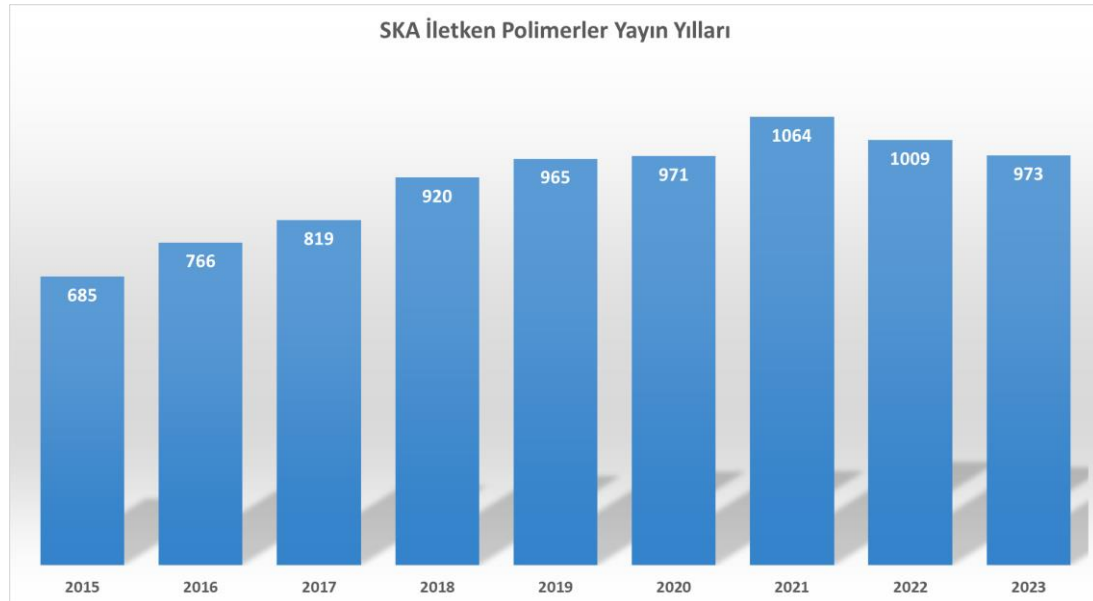
BULGULAR

Hiçbir sınırlama yapılmadan çıkan sonuçlara bakıldığında dünya genelinde çıkan yayın sayısı 12616 olarak bulunmuştur. Yıllara göre sürdürülebilir kalkınma amaçları seçilmeden çıkan yayın sayısı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İletken polimer için yayınlanan makale sayısının yıllara göre değişimi

WoS'ta Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının kabul edildiği ilk yıl olan 2015 ile 2023 yılları arası yapılan yayınlar olacak şekilde kısıtlanarak devam edilmiştir. Bu şekilde kısıtlama yapıldığında 8172 adet yayın bulunmuştur (Şekil 2).



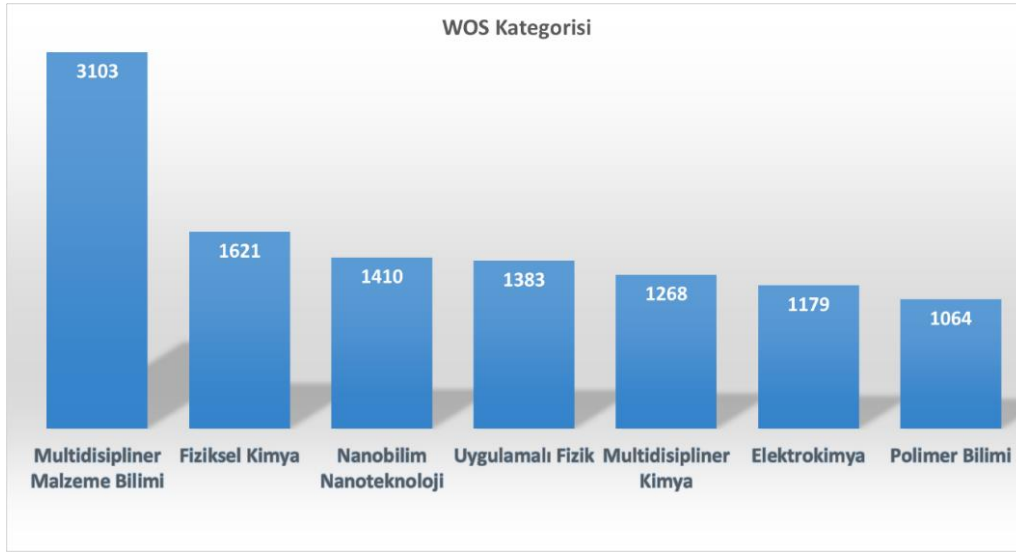
Şekil 2. SKA'ya yönelik iletken polimer için yayınlanan makale sayısının yıllara göre değişimi (2015-2023)

Son yıllardaki makale sayılarına bakıldığında istikrarlı şekilde devam ettiği görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 3. SKA'ya yönelik iletken polimer yayın türleri sayısı

İletken polimerler konusunda yapılan yayın türleri incelendiğinde en fazla yapılan çalışma türünün makale olduğu ve yayın yapılmıştır (Şekil 3). Bunu sırasıyla derleme ve konferans bildirimi izlemiştir.



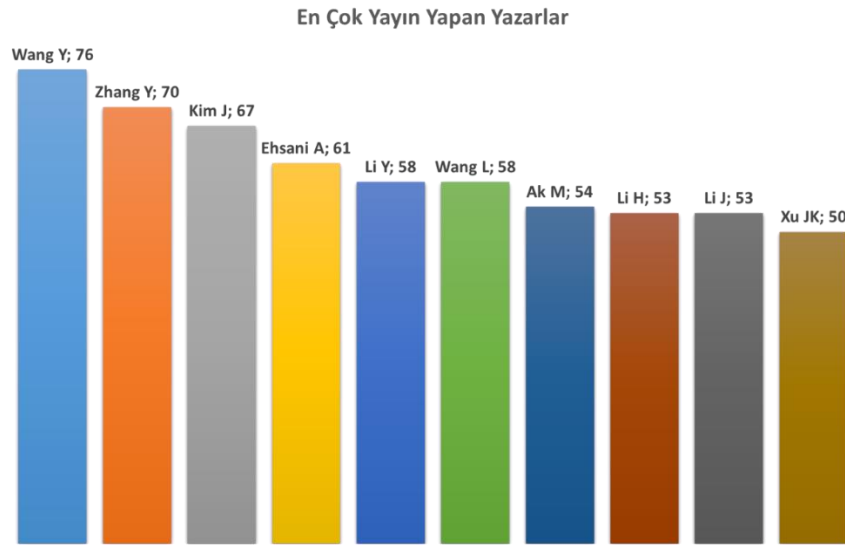
Şekil 4. WoS'ta seçilen kategoriler

WoS kategorileri kapsamında en çok yapılan çalışmaların 7 tanesi Şekil 4'de belirtilmiştir. WoS kategorilerine göre Multidisipliner Malzeme Bilimi kategorisinde çok yayın yapıldığı görülmüştür. Bu da artık iletken polimerlerin sentezlendikten sonra farklı bilim dallarında kullanımlarının yaygınlaştığını kanıtlamaktadır. Bu kategoriyi sırasıyla Fiziksel Kimya ve Nanobilim Nanoteknoloji takip etmiştir.



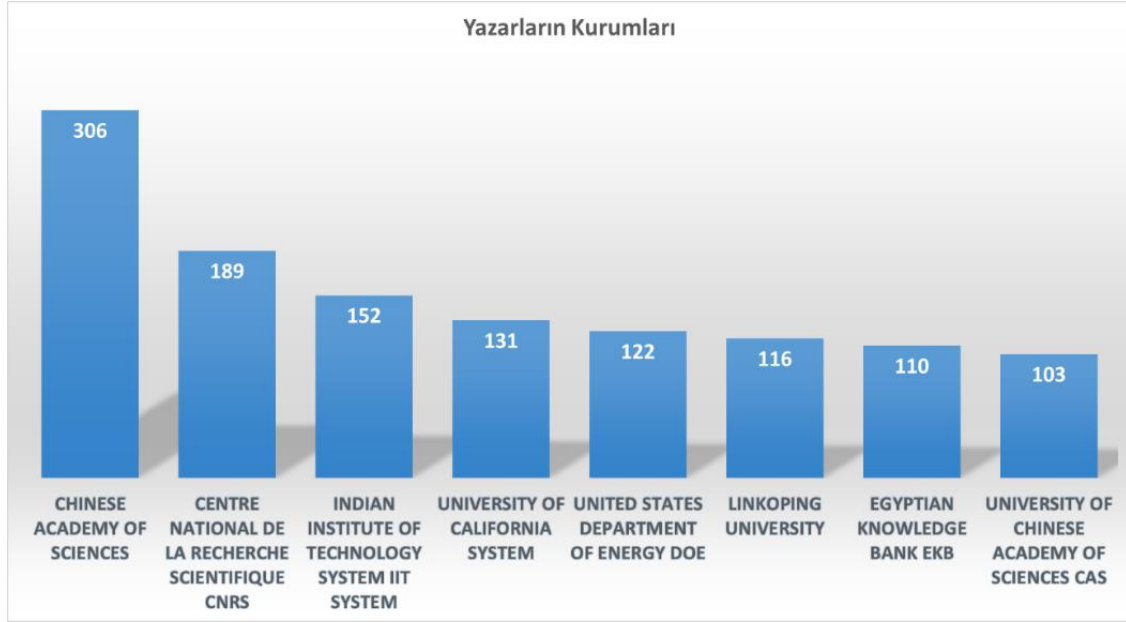
Şekil 5. Dergilerin listesi

Dergi listeleri incelendiğinde ACS APPLIED MATERIALS INTERFACES ve ELECTROCHIMICA ACTA ilk iki sırada yer almaktadır (Şekil 5).

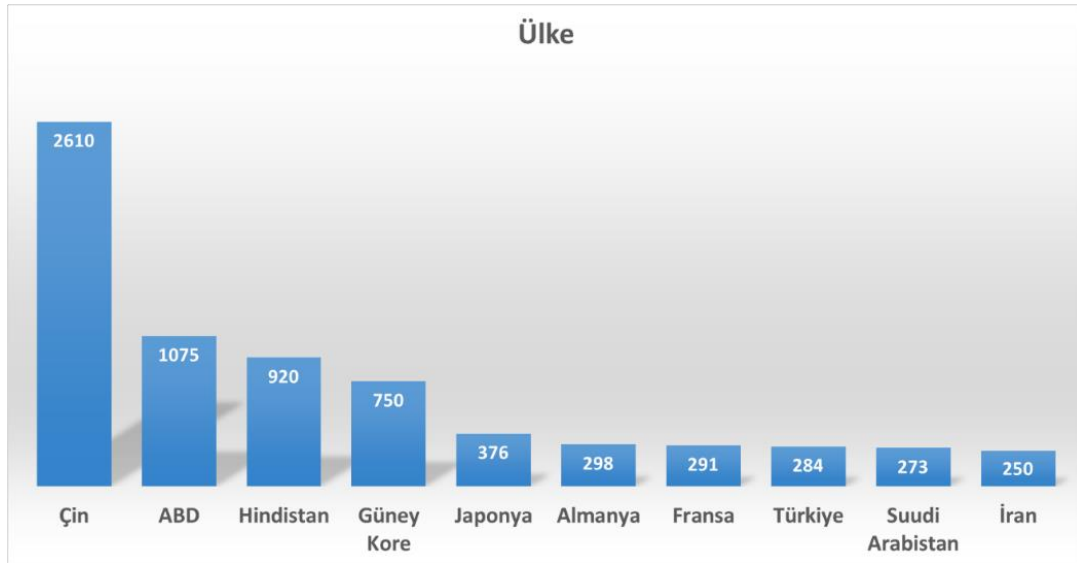


Şekil 6. Yazar listesi

En çok yayın yapan 10 yazarın listesi Şekil 6.'da verilmiştir. İlk üç sırada Çinli yazarlar yer almıştır. Yayın yapılan üniversite adreslerinde de Çin ilk sırada olduğu ortaya çıkmıştır. Yazarların kurumları da incelendiğinde aynı durum ortaya çıkmaktadır (Şekil 7).

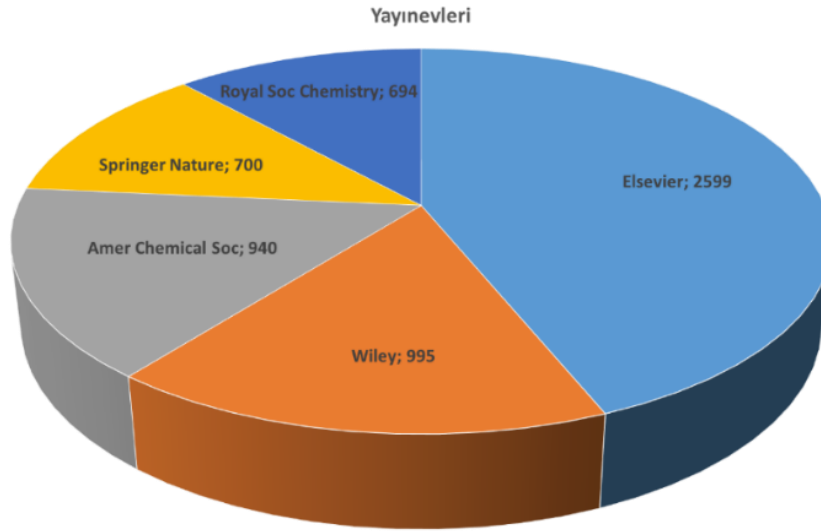


Şekil 7. Yazarların çalıştığı kurum adresleri



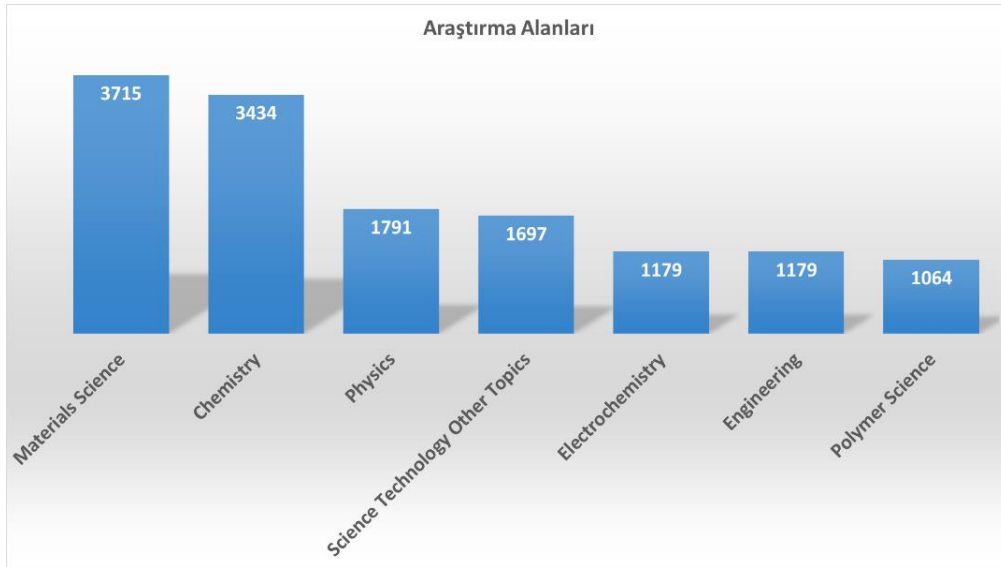
Şekil 8. Yazarların çalıştığı Ülkeler

Yazarların çalıştığı ülkelere bakıldığında yine Çin ön plana çıkmaktadır. Türkiye adresli yayınlar dikkate alındığında, sekizinci sırada yer aldığı görülmektedir (Şekil 8).



Şekil 9. Yayınevi listesi

Yayınevi listeleri Şekil 9’da verilmiştir. Yayınların çoğu Hollanda merkezli olan Elsevier firmasının dergilerinden çıkarılmıştır.



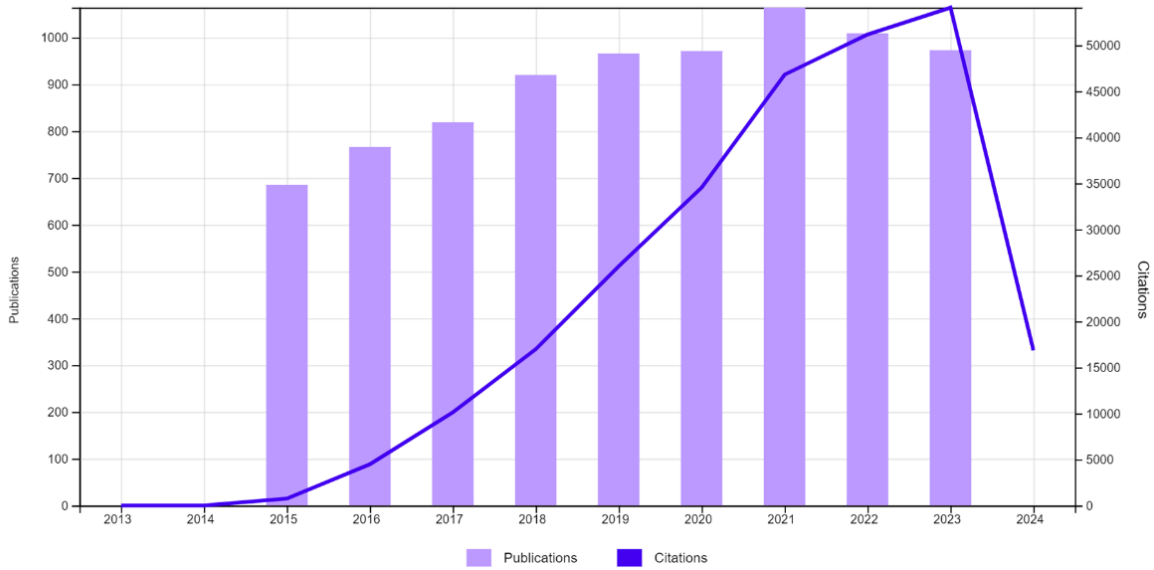
Şekil 10. Araştırma alanları

Araştırma alanları incelendiğinde Materyal Bilimi öne çıkmıştır fakat ülkemizde Polimer Bilimi son yıllarda ayrı bir anabilim dalı olarak görülmeye başlandığı için genel olarak kimyada daha fazla araştırma konusu olduğu söylenebilir (Şekil 10). İletken polimer üretimi çoğunlukla malzeme mühendisleri ve kimyacılar tarafından yapılmaktadır fakat iletkenliğini daha çok fizikçiler çalışmaktadır.

Tablo 1. SKA kapsamında yapılan yayın sayıları

SKA	Yayın Sayısı
03 Sağlık ve Kaliteli Yaşam	2815
11 Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	2603
07 Erişilebilir ve Temiz Enerji	2187
06 Temiz Su ve Sıhhi Koşullar	520
09 Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı	87
12 Sorumlu Tüketim ve Üretim	69
13 İklim Eylemi	60
01 Yoksulluğa Son	6
02 Açlığa Son	5
14 Sudaki Yaşam	5
15 Karasal Yaşam	5
05 Toplumsal Cinsiyet Eşitliği	3
08 İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme	2
04 Nitelikli Eğitim	1
16 Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar	1

SKA kapsamında kategorize edilmiş yayın sayıları Tablo 1’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde son yıllarda Avrupa Birliği ve ülkemizin de ilerleme politikalarında çok değiştiği konular ilk üç sırada yer almıştır.

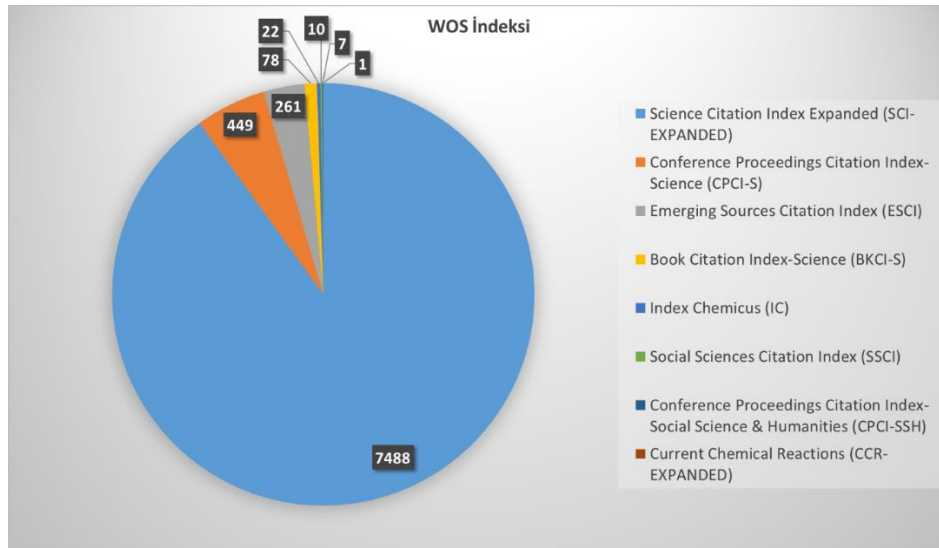
**Şekil 11.** Yıllara göre makale-atıf sayısı

Yıllara göre makalelerin aldığı yayın-atıf oranları incelendiğinde son yıllarda artış gösteren yayınlarla birlikte atıf sayısının da yükseldiği görülmüştür (Şekil 11).

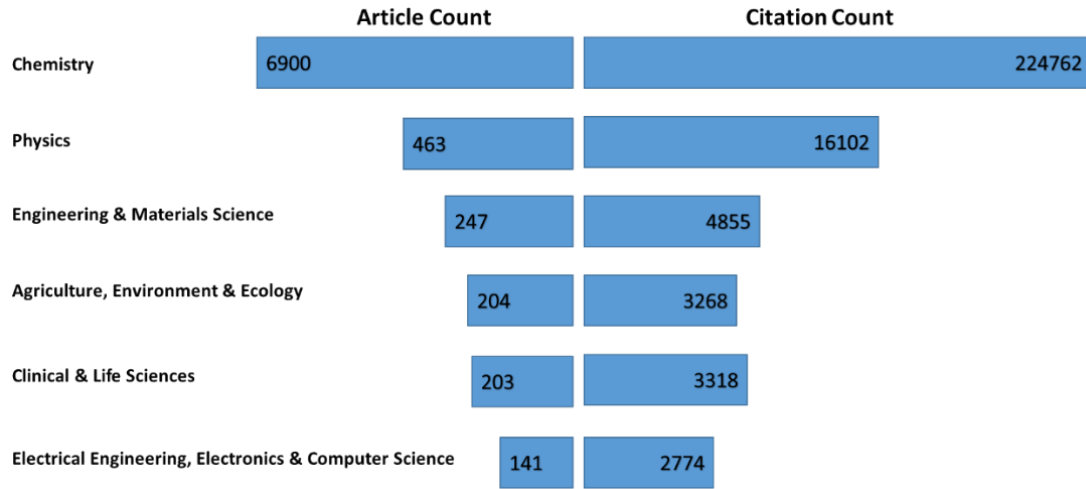
Tablo 2. En çok atıf alan 10 yayın

Yayın İsmi	Dergi	Çeyreklik	Yayın Yılı	Toplam Atıf	Yıllık Ortalama	2021	2022	2023	2024
Graphitic Carbon Nitride (g-C ₃ N ₄)-Based Photocatalysts for Artificial Photosynthesis and Environmental Remediation: Are We a Step Closer To Achieving Sustainability?	CHEMICAL REVIEWS	Q1	2016	5320	591,11	972	855	726	187
The rise of plastic bioelectronics	NATURE	Q1	2016	1225	136,11	214	186	199	56
Designing solid-state electrolytes for safe, energy-dense batteries	NATURE REVIEWS MATERIALS	Q1	2020	1112	222,4	246	304	369	119
Organic electrochemical transistors	NATURE REVIEWS MATERIALS	Q1	2018	1107	158,14	207	236	259	76
A highly stretchable, transparent, and conductive polymer	SCIENCE ADVANCES	Q1	2017	1098	137,25	223	184	183	41
Electronic Skin: Recent Progress and Future Prospects for Skin-Attachable Devices for Health Monitoring, Robotics, and Prosthetics	ADVANCED MATERIALS	Q1	2019	1056	176	277	305	273	88
Polymer electrolytes for lithium polymer batteries	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A	Q1	2016	991	110,11	192	152	158	36
Research progress on conducting polymer based supercapacitor electrode materials	NANO ENERGY	Q1	2017	945	118,13	175	170	161	40
Coupled molybdenum carbide and reduced graphene oxide electrocatalysts for efficient hydrogen evolution	NATURE COMMUNICATIONS	Q1	2016	878	97,56	121	93	60	19
Effective Approaches to Improve the Electrical Conductivity of PEDOT:PSS: A Review	ADVANCED ELECTRONIC MATERIALS	Q1	2015	855	85,5	140	140	151	45

En çok atıf alan 10 yayın incelendiğinde derleme makaleleri ve dergi çeyrekliğinin atıf sayısını etkilediği söylenebilir (Tablo 2).

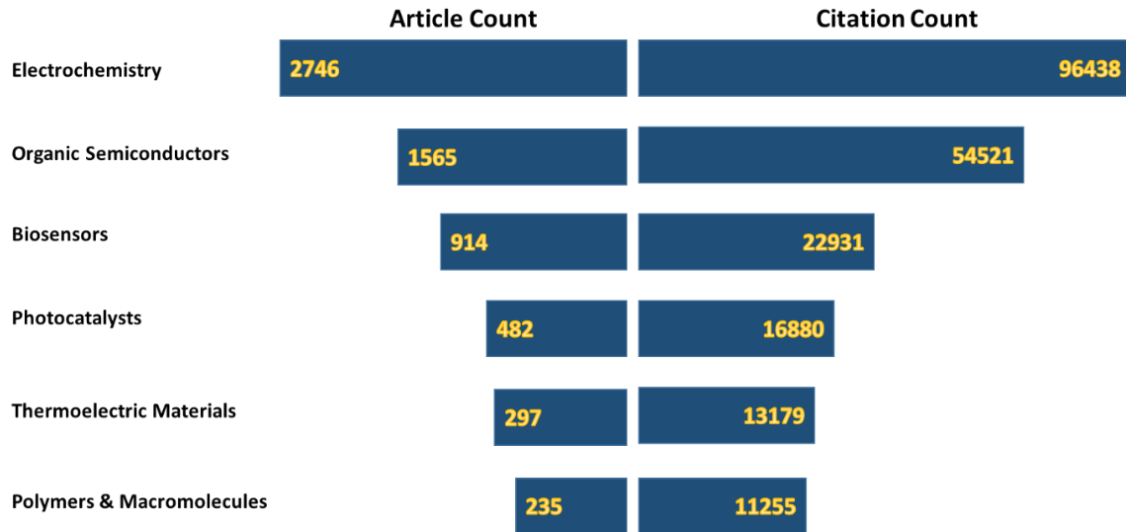
**Şekil 12.** WoS indeksleri

WoS indekslerine göre yayınlar Şekil 12’de verilmiştir. 7488 adet ile en çok SCI-EXPANDED kategorisinde yayın yapılmıştır.



Şekil 13. Makro seviyesinde makale ve atıf sayıları

Makro seviyede makale ve atıf sayıları incelendiğinde Kimya 6900 makale sayısı ve 224762 atıf ile ilk sırada yer almaktadır (Şekil 13).



Şekil 14. Mezo seviyesinde makale ve atıf sayıları

Mezo seviyede makale ve atıf sayıları incelendiğinde Elektrokimya 2746 makale sayısı ve 96438 atıf ile ilk sırada yer almaktadır (Şekil 14).

	Article Count	Citation Count
Supercapacitor	1349	53035
Stretchable Electronics	819	33234
Lithium-Sulfur Batteries	661	22058
Organic Solar Cells	652	19661
Glucose Oxidase	575	14450
Thermoelectric Properties	290	13129

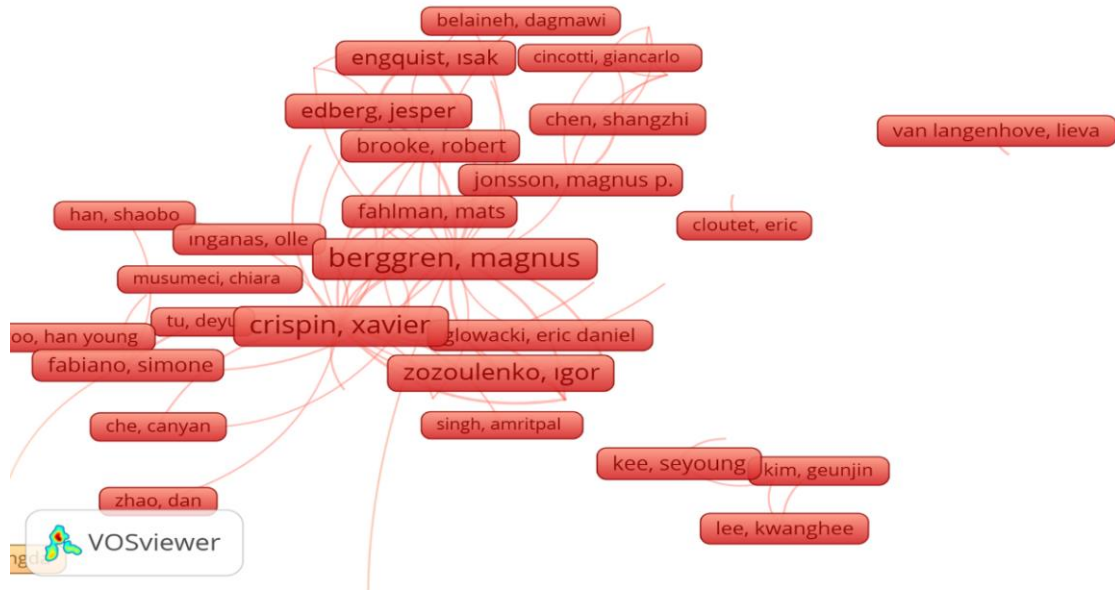
Şekil 15. Mikro seviyesinde makale ve atıf sayıları

Mikro seviyede makale ve atıf sayıları incelendiğinde Süperkapasitör 1349 makale sayısı ve 53035 atıf ile ilk sırada yer almaktadır (Şekil 15).



Şekil 16. Yazarların makale ağları

Yazarların makale ağlarına baktığımızda 31 adet küme ve 813 kişiyle çalıştığı ortaya çıkmıştır. En çok çalışmayı Magnus Berggren'in yaptığı bulunmuştur (Şekil 16).



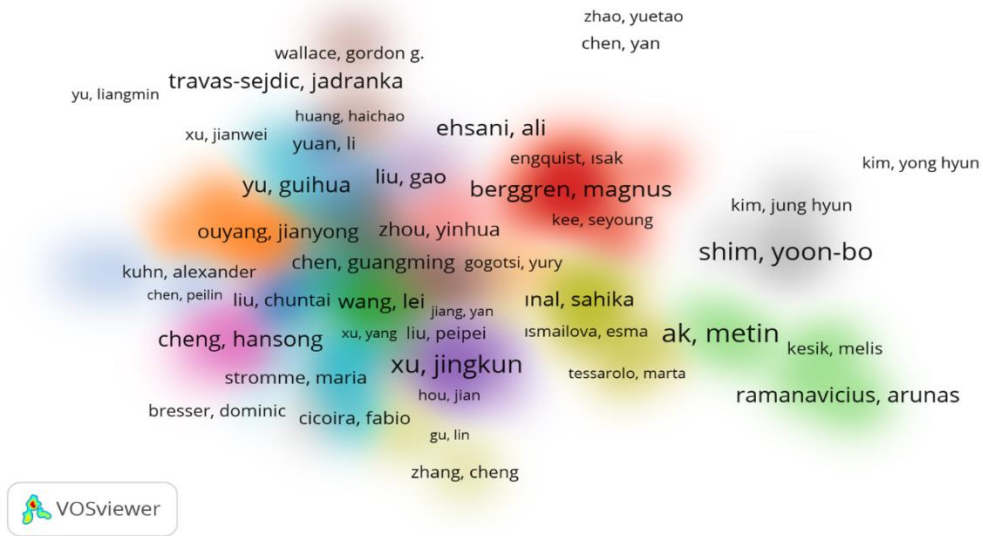
Şekil 17. Magnus Berggren yazar ağı

Biraz daha ayrıntılı yazarların ağlarına bakacak olursak Magnus Berggren'in 59 kişiyle en fazla ağa sahip olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 17).



Şekil 18. Yazarların ortalama atıf sayıları

Yazarların ortalama atıflarına bakacak olursak alanda en çok ağa sahip olan Berggren'in atıf alma da üst sıralarda olduğu görülmektedir (Şekil 18). İletken polimer çalışmak istenirse çalışmalarına bakılacak ilk kişinin de Berggren olacak diyebiliriz.



Şekil 19. Yazarların küme yoğunlukları

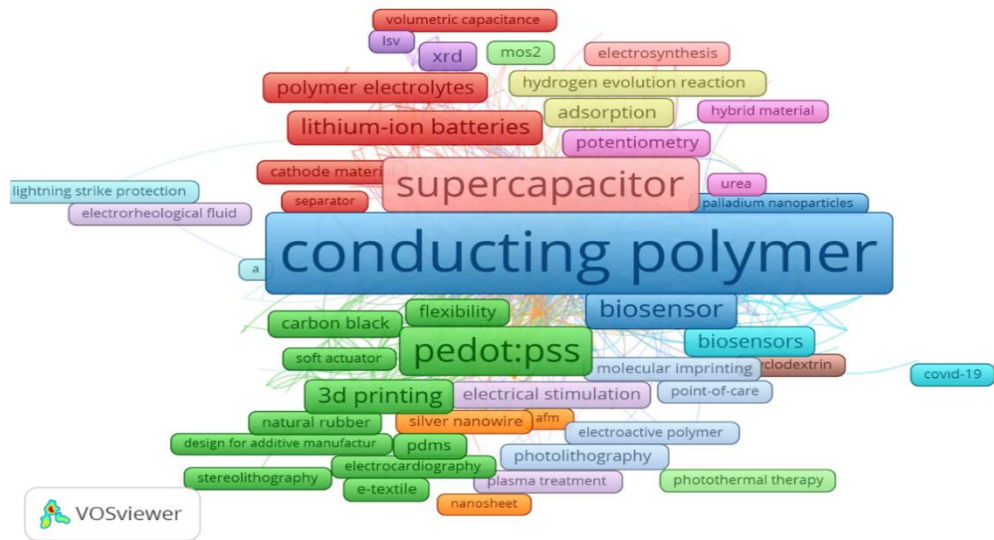
Kümelerin yoğunluk analizine bakıldığında Berggren, Ouyang ve Xu etrafında olduğu görülmektedir (Şekil 19).

Tablo 3. En çok kullanılan anahtar kelimeler

Anahtar Kelime	Görülme Sayısı	Toplam Bağlantı
conducting polymer	881	1957
conductive polymer	468	956
pss	383	943
polyaniline	308	843
pedot	321	843
supercapacitor	337	771
polypyrrole	306	679
conducting polymers	240	509
pedot:pss	151	456
graphene	139	427
supercapacitors	164	415
nanocomposite	126	351
carbon nanotubes	131	340
energy storage	115	306
electrochemistry	108	277
nanocomposites	96	265
biosensor	95	263
electropolymerization	103	253
composite	87	243
conductive polymers	119	242

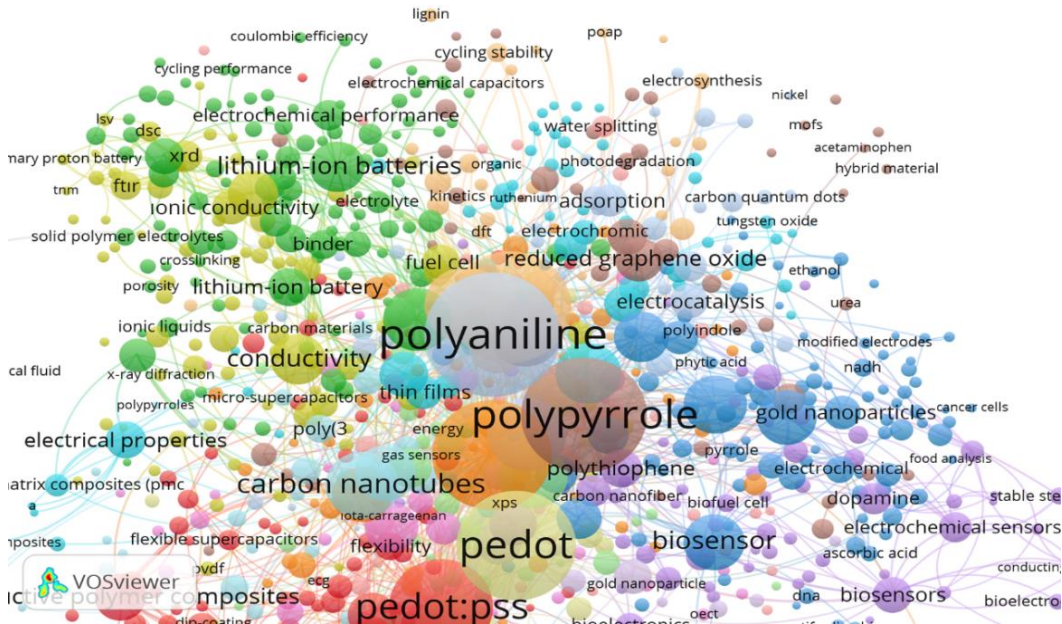
Belirlenen yıllar arasında en çok tercih edilen anahtar kelimelerin listesi Tablo 3’de verilmiştir. Bizde arama kısmına iletken polimerlerin farklı kullanımları olduğu için * koyarak

arama yapmıştık. Tabloya bakıldığında daha çok Conducting şeklinde tercih edildiği görülmektedir.



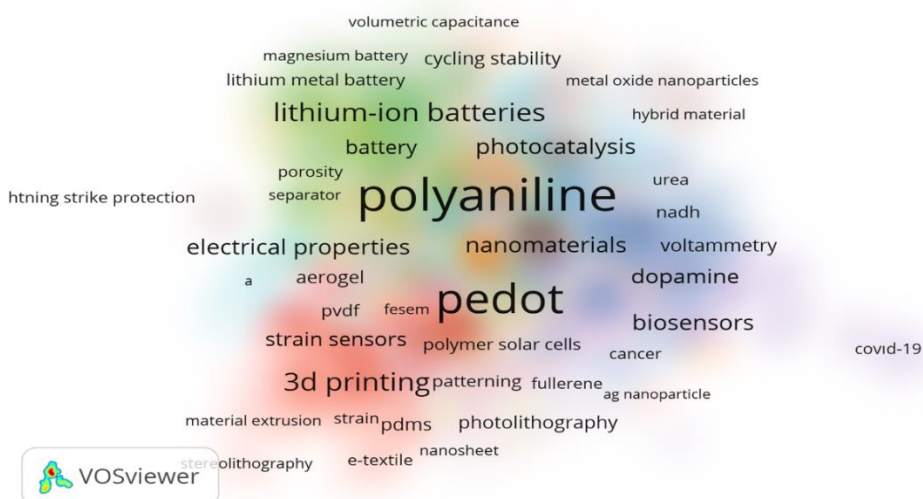
Şekil 20. Anahtar kelimeler

Anahtar kelimelerde 1000 başlık sınırladığımızda 15 küme ortaya çıkmıştır. En az 2 anahtar kelime içermesi seçilmiştir (Şekil 20).



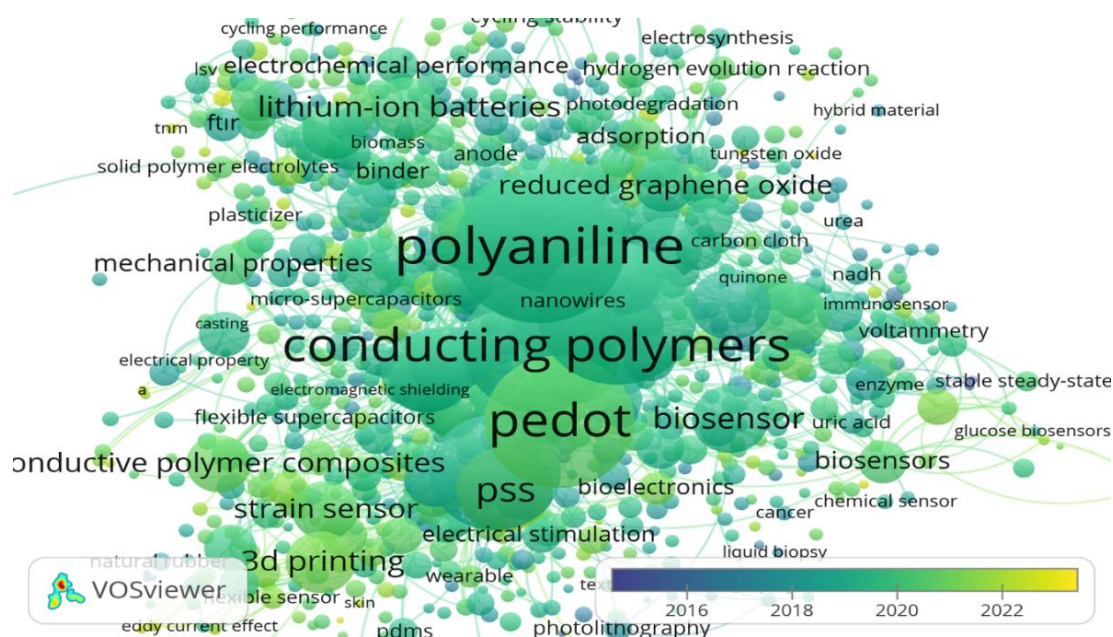
Şekil 21. İletken Polimer Çıkarıldığında Kullanılan Anahtar Kelimeler

Anahtar kelimelerde 17 küme 998 başlık ortaya çıkmıştır. En az 2 anahtar kelime içermesi seçilmiştir. Anahtar kelimeler incelenirken ilk başta arama yaparken kullandığımız iletken polimerleri çıkardığımızda en fazla kullanılan kelime Polianilin ve Polipirrol olmuştur (Şekil 21).



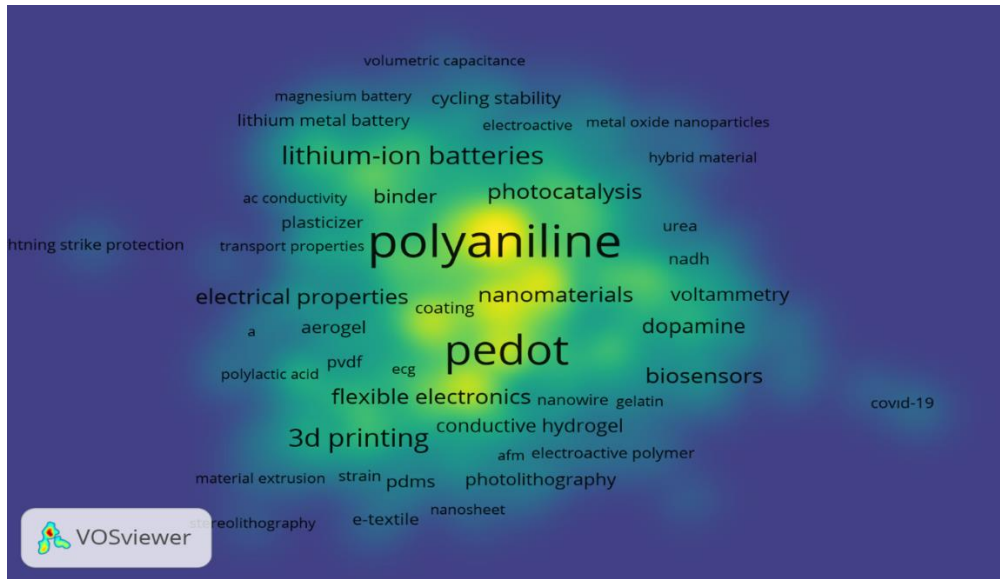
Şekil 22. İletken polimer çıkarıldığında kullanılan anahtar kelimelerin yoğunluğu

Yoğunluk görseline bakıldığında da polianilin ve pedot kelimelerinde yoğunluk gözlenmektedir (Şekil 22).



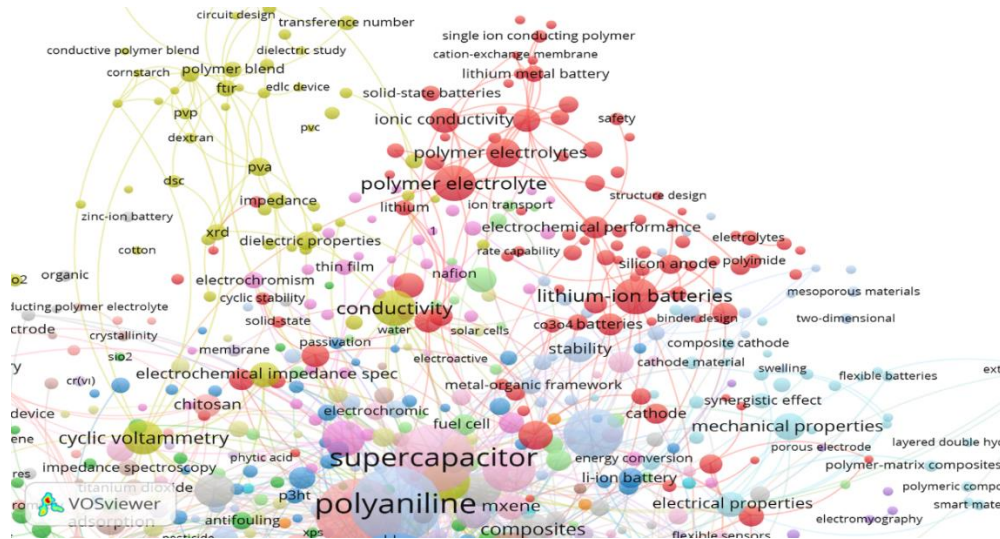
Şekil 23. Yıllara göre kelime seçimleri

Yıllara göre kelime seçimlerine bakıldığında polianilinin 2018-2020 yılları arasında daha çok tercih edildiği söylenebilir (Şekil 23).



Şekil 24. Anahtar kelimelerin yoğunluk grafiği

Yoğunluk görseline baktığımızda polianilin, nanomateryaller, pedot, lityum iyon piller ve esnek elektronik üzerine olduğu görülmektedir. Çalışmalarımızı yaparken veya anahtar kelimeleri seçerken tercihlerimizi bu yönde yapmamızda fayda olabilir.



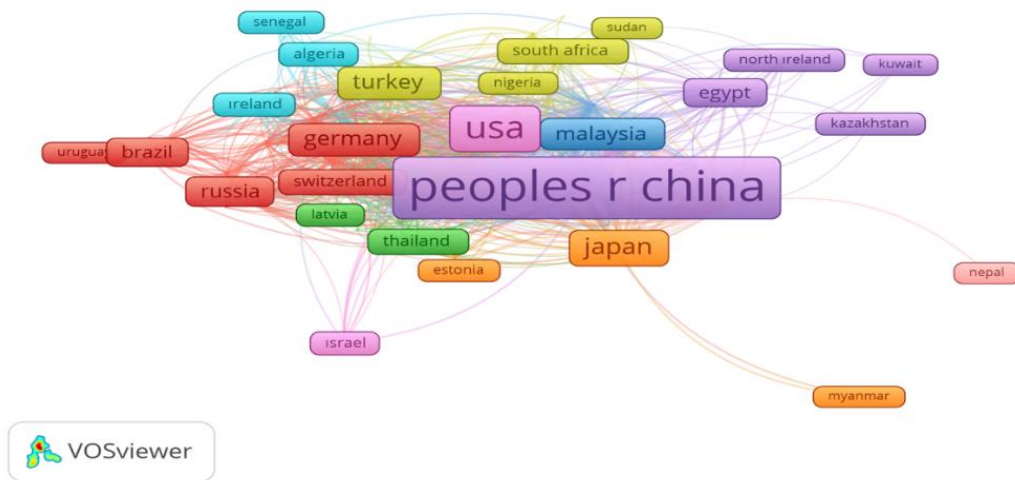
Şekil 25. 2020-2023 yıllarında kullanılan anahtar kelimelerin ağ haritası

2020-2023 yıllarında en çok tercih edilen anahtar kelimelere bakıldığında 24 küme 994 başlık ortaya çıkmıştır. Başlık sayısı en fazla olan kümenin ağ haritasına bakıldığında süper kapasitör, polianilin, CV ve piller yine en çok tercih edilenler arasındadır.

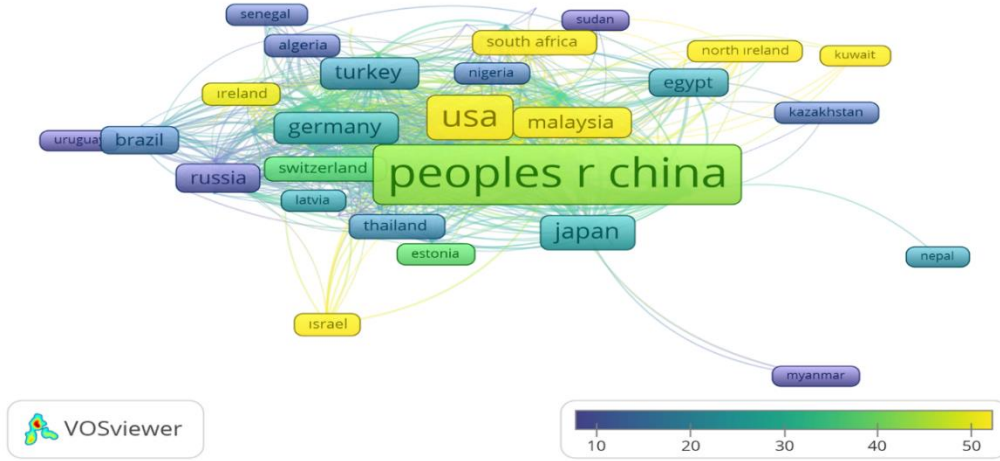
Tablo 4. Yayınların yapıldığı ülkeler

Ülke	Yayınlar	Atıflar	Güçlülük
Çin	2611	108949	858
ABD	1076	65640	718
Hindistan	920	19339	388
Suudi Arabistan	273	9080	382
Güney Kore	750	24811	315
İngiltere	218	9108	310
Fransa	291	9997	293
Almanya	298	7191	287
Avusturalya	211	15129	258
İspanya	187	5804	202
Japonya	375	9203	201
İsveç	201	10230	171
İtalya	178	5052	166
Malezya	202	10506	162
Kanada	191	8230	152
Singapur	156	9043	136
Mısır	115	2594	126
İran	250	6171	109
Tayvan	195	5497	101
Türkiye	284	5815	98

Ülkelerin yayın sayılarına bakıldığında Çin ilk sırada yer almaktadır (Tablo 4). Toplam ağ gücüne bakıldığında Amerika da daha az yayın olmasına rağmen daha güçlü bağlantılara sahip diyebiliriz.

**Şekil 26.** Ülkelerin yayın ağ haritası

Yayın yapılan ülkelerin ağ haritasında Çin'in ağının fazla olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 26).



Şekil 27. Yayınların ortalama atıf sayıları

Yayınların ortalama atıf alma sayılarına bakıldığında Çin 40 civarında atıf alırken, Amerika adresli yayınların daha fazla atıf aldığı söylenebilir (Şekil 27).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen bulgular, iletken polimerler üzerine yapılan araştırmaların 2015 yılında Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın (SKA) kabul edilmesinden sonra istikrarlı bir artış gösterdiğini (Şekil 2) ve bu malzemelerin disiplinler arası bir nitelik kazandığını ortaya koymuştur (Şekil 4). Araştırma sonuçları, literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında hem tutarlılıklar hem de özgün farklılıklar göze çarpmaktadır.

Analiz sonucunda en çok çalışılan alanların başında SKA 7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji) ve SKA 3 (Sağlık ve Kaliteli Yaşam) hedeflerinin geldiği görülmüştür (Tablo 1). Bu bulgu, polimer güneş pilleri üzerine yapılan bibliyometrik analiz ve iletken polimer sensörleri üzerine yapılmış çalışmalarla örtüşmektedir (Baharın vd. 2024; Prathap 2014). iletken polimerlerin süperkapasitörler ve pillerdeki yoğun kullanımı (Şekil 15), enerji alanındaki (SKA 7) yayınların neden üst sıralarda olduğunu açıklamaktadır. Benzer şekilde, biyosensörler üzerine yapılan yoğun çalışmalar, SKA 3 kapsamındaki sağlık uygulamalarının önemini teyit etmektedir.

İkinci olarak, malzeme bazında yapılan incelemede Polianilin, PEDOT ve Polipirol en çok tercih edilen iletken polimerler olarak öne çıkmıştır (Tablo 3). Srivastava ve Saxena, son 30 yıllık sürdürülebilir mühendislik incelemelerinde yeşil polimer bilimine doğru bir kayış olduğunu belirtmiştir (Srivastava ve Saxena 2025). Bizim çalışmamızda da "nanokompozitler" ve "biyosensörler" gibi terimlerin yoğunluğu (Tablo 3), iletken polimerlerin sadece elektriksel özellikleriyle değil, çevresel ve biyolojik uyumluluklarıyla da (SKA 11 ve SKA 3 kapsamında) ele alındığını göstermektedir.

Üçüncü olarak, bilimsel üretimde Çin'in liderliği, küresel malzeme bilimi literatüründeki genel eğilimle uyumludur (Tablo 4). Ancak toplam atıf ve ağ gücünde ABD'nin etkinliği (Tablo

4), nitelikli ve köklü işbirliklerinin batı merkezli kurumlarda devam ettiğini, Magnus Berggren gibi kilit aktörlerin bu ağlardaki merkezi rolüyle açıklanabilir.

Bu çalışmanın literatüre en özgün katkısı ise, de Sousa gibi genel sürdürülebilir polimer çalışmalarından veya Usta gibi genel iklim değişikliği analizlerinden farklı olarak, spesifik bir malzeme grubu olan "iletken polimerler" doğrudan BM'nin 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı ile ilişkilendirmesidir (De Sousa 2022; Usta 2023). Literatürde iletken polimerler genellikle teknik performansları (iletkenlik, kapasitans vb.) üzerinden incelenirken, bu çalışma alanın toplumsal ve çevresel hedeflere (SKA) ne derece hizmet ettiğini nicel verilerle kanıtlamaktadır. Özellikle SKA 11 (Sürdürülebilir Şehirler) başlığı altında yapılan çalışmaların yoğunluğu, iletken polimerlerin akıllı şehir teknolojilerindeki potansiyelini göstermesi açısından literatürdeki diğer bibliyometrik çalışmalardan ayrılan önemli bir bulgudur.

Çalışma bulguları ülke bazında incelendiğinde, Türkiye'nin iletken polimerler ve SKA eksenli araştırmalarda dikkate değer bir konuma sahip olduğu görülmektedir. Yayın sayıları baz alındığında (Tablo 4) Çin (2611 yayın) ve ABD (1076 yayın) küresel üretimin lokomotifi konumundayken, Türkiye 284 yayınlı dünya sıralamasında 8. sırada yer alarak Almanya (298), Fransa (291) ve Japonya (375) gibi gelişmiş ekonomilerle benzer bir üretim hacmi sergilemektedir. Bu durum, Türkiye'nin polimer kimyası alanındaki araştırma altyapısının ve akademik üretim kapasitesinin niceliksel olarak dünya standartlarına yakınsadığını göstermektedir.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına yönelik yıllara göre artış bulunmaktadır. Yayın türü olarak makale tercih edilmektedir. Saf bilim dalları yerine disiplinler arası olarak daha fazla çalışılmaktadır. Materyal bilimi ve multidisipliner olan dergiler daha fazla tercih edilmektedir. En çok yayın yapan yazarlar ve ülkelerde Çin ilk sırada yer almaktadır. Yayınevi olarak Elsevier tercih edilmektedir. Araştırma alanlarında materyal bilimi ilk sırada yer alırken onu kimya izlemektedir. SKA kapsamında sırasıyla Sağlık ve Kaliteli Yaşam, Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar ve Erişilebilir ve Temiz Enerji ile ilgili çalışılmaktadır. Son 2 yılda yayın sayısı biraz azalsa da atıf sayısı artmıştır. Derginin impact faktörü yüksek ve Q1 olan dergilerdeki makaleler daha fazla atıf almaktadır. Enerji, piller, fotokatalizör ve sağlık alanındaki makaleler daha fazla atıf almaktadır. WoS indeksi en çok yayının SCI-Expanded olduğu görülmektedir. Makro seviyede Kimya, Mezo seviyesinde Elektrokimya ve Mikro seviyesinde Süperkapasitörler en fazla yayın yapılan ve atıf alan konu başlıkları olmuştur. Yazar ağ haritasına, ortalama atıf ve yoğunluk analizine bakıldığında Magnus Berggren ilk sırada yer almıştır. İletken kavramını belirtmek için daha çok «Conducting» kelimesinin tercih edildiği görülmektedir. İletken polimerden sonra en fazla kullanılan anahtar kelimeler Polianilin, PEDOT, Süperkapasitör ve Polipirol olmuştur. Yoğunluk görselinde polianilin, nanomateryaller, pedot, lityum iyon piller ve esnek elektronik üzerine olduğu görülmektedir. Ülkelerin yayın sayılarına bakıldığında Çin ilk sırada yer almaktadır. Toplam ağ gücüne bakıldığında Amerika da daha az yayın olmasına rağmen daha güçlü bağlantılara sahip diyebiliriz.

Türkiye özelinde yapılan değerlendirmede, ülkemizin iletken polimerler ve SKA ilişkili yayın sıralamasında dünyada 8. sırada yer alması, ulusal bilim politikalarının ve akademik ilginin küresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu ilerlediğini göstermektedir. Analizlerde Metin Ak gibi Türk araştırmacıların uluslararası yazar ağlarında görünür olması ve ulusal literatürde sürdürülebilirlik odaklı bibliyometrik çalışmaların (Ata ve Aksu 2023; Usta 2023)

artışı, Türkiye'nin alana aktif katkı sağladığını kanıtlamaktadır. Ancak, yayın sayısındaki bu başarının atıf sayılarına ve etki değerine daha güçlü yansımaları için, ağ analizlerinde güçlü bağlantılara sahip olduğu görülen ABD ve Avrupa merkezli araştırma gruplarıyla uluslararası işbirliklerinin artırılması stratejik bir önem taşımaktadır.

Bu çalışma sadece Web of Science veri tabanı ile sınırlandırılmıştır; gelecek çalışmalarda Scopus ve Google Scholar gibi farklı veri tabanları da sürece dahil edilerek karşılaştırmalı analizler yapılabilir. Ayrıca, bu çalışma genel olarak "iletken polimerleri" kapsamaktadır; ileriki araştırmalar "biyobozunur iletken polimerler" veya "giyilebilir teknolojilerde kullanılan polimerler" gibi daha spesifik alt çalışma gruplarının tek bir SKA hedefine (örneğin sadece SKA 3: Sağlık) etkisini derinlemesine inceleyebilir.

KAYNAKLAR

- Alkayal, Nazeem S. 2025. "Investigation into the synthetic strategies of melamine-based porous polymeric materials: a bibliometric analysis." *Polymers* 17(7): 868.
- Ata, Neşe Salik, and Nesrin Aksu. 2023. "Sürdürülebilir kalkınma konusunda yapılan ulusal alanyazındaki makalelerin bibliyometrik analizi." *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi* 10(4): 618–27.
- Baharin, Siti Nor Atika et al. 2024. "Bibliometric analysis on conducting polymer sensors for ammonia gas detection using scopus database." *Vietnam Journal of Chemistry* 62(3): 399–411.
- Bazan, Jose Manuel Noguera et al. 2025. "Advancements and scientific partnerships in the application of polysaccharides in oral formulations: a bibliometric analysis and review."
- Durmuş, İbrahim, and İlknur Gücüyeter. 2024. "Karbon ayak izi ve yeşil organizasyon kavramlarına yönelik bibliyometrik araştırmalar." *Journal of Agriculture Faculty of Ege University* 61(1): 113–24.
- Mittas, Nikolaos et al. 2023. "Bibliometric research analysis of molecularly imprinted polymers (mips): evidence and research activity dynamics." *Environmental Science and Pollution Research* 30(57): 119903–24.
- Prathap, Gangann. 2014. "A three-dimensional bibliometric evaluation of research in polymer solar cells." *Scientometrics* 101(1): 889–98.
- Şahin, Yaşar, and Baycan Demiral. 2023. "Sürdürülebilirlik, inovasyon ve liderlik kavramlarına bibliyometrik bakış." *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 9(2): 146–60.
- De Sousa, Fabiula Danielli Bastos. 2022. "A simplified bibliometric mapping and analysis about sustainable polymers." *Materials Today: Proceedings* 49: 2025–33.
- Srivastava, K, and A Saxena. 2025. "A bibliometric review of sustainable engineering of last 30 years: emerging circular and green polymer science." *Journal Of Polymer & Composites* 13: S405-S416 WE-Emerging Sources Citation Index (E.
- Tănase, Maria et al. 2024. "Comprehensive bibliometric review on the sustainability and environmental impact of fiber-reinforced polymers." *Fibers* 12(12): 104.
- Usta, Galip. 2023. "Bibliometric analysis of climate crisis and climate change research." *Biological Diversity and Conservation* 16(2): 158–71.

**Çıkar Çatışması**

Yazarlar tarafından çıkar çatışmasının olmadığı rapor edilmiştir.

Fonlama

Herhangi bir fon desteği alınmamıştır.

Not

Çalışma II. Ulusal Nanoteknolojide İletken Polimer Günleri'nde sözlü olarak sunulmuştur.

Etik Bildirim

Çalışma için etik kurul izni gerekmemektedir.