

REVIEW ARTICLE

Open Access

Yabancı ot çalışmalarına ilişkin bilimsel yayınların analizi

Analysis of scientific publications on weed studies

Elvan KOÇ^a

^a Department of Plant Protection, Yusufeli Vocational School, Artvin Çoruh University, 08000, Artvin, Türkiye

Article Info

©2025 Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center of Artvin Çoruh University.

*Corresponding author:

e-mail: elvan.koc@artvin.edu.tr

ORCID: 0000-0002-9225-4336

Article history

Received: November 26, 2025

Received in revised form: December 11, 2025

Accepted: December 14, 2025

Available online: December 29, 2025



This is an Open Access article under the CC BY NC ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Anahtar Kelimeler: Yabancı ot bilimi, tarımsal üretim, web of science, bibliyometrik analiz

Keywords: Weed science, agricultural production, web of science, bibliometric analysis

Öz

Bu çalışma, yabancı otların tarımsal üretim üzerindeki etkilerini ve bu alanda yürütülen bilimsel araştırmaların son yıllardaki yönelimlerini ortaya koymak amacıyla bibliyometrik yöntemlerle analiz edilmiştir. Yabancı otlar; verim kayıplarına yol açmaları, ekosistem dengesini bozarak biyolojik çeşitliliği tehdit etmeleri ve zararlı organizmalara konukçuluk yapmaları nedeniyle küresel ölçekte önemli bir tarımsal sorun olarak ele alınmaktadır. Yüksek adaptasyon yetenekleri ve hızlı yayılmaları kontrolü zorlaştırırken; iklim değişikliği, artan ticaret, habitat kaybı ve yoğun tarım uygulamaları yayılışlarını artırmaktadır. Aşırı herbisit kullanımının yol açtığı direnç ise hem ekonomik hem de ekolojik açıdan ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu araştırmada, 2016–2025 yılları arasında Web of Science veri tabanında yayımlanan 451 çalışma VOSviewer ve Bibliometrix yazılımları kullanılarak incelenmiştir. Bulgular, yabancı ot araştırmalarında yıllık bilimsel üretimin %7.6 oranında arttığını ve çalışmaların ortalama 19.74 atıf aldığını göstermektedir. Alana toplam 2.325 araştırmacının katkı sağladığı, ABD ve Avustralya'nın ise en üretken ülkeler olarak öne çıktığı belirlenmiştir. En etkili araştırmacılar arasında Neve, P., Tranel, P. J., Gaines, T. A. ve Graham, S. bulunmaktadır. Ayrıca Pest Management Science, Weed Science ve Weed Research dergileri literatürün merkezinde yer alan temel yayınlardır. Anahtar kelime analizleri, araştırmaların özellikle "management", "herbicide resistance", "weed management" ve "glyphosate resistance" temaları etrafında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Tematik haritalar ise herbisit direnci ve yabancı ot yönetiminin araştırma alanlarını oluşturduğunu; agroekoloji, ekosistem hizmetleri ve sürdürülebilir yönetim gibi kavramların yükselen temalar hâline geldiğini göstermektedir. Sonuç olarak, yabancı ot biliminin disiplinler arası bir yapıya evrildiğini ve gelecekte tehdit oluşturan türler, direnç mekanizmaları ile ekolojik yönetim stratejileri üzerine yapılacak araştırmalara yön veren önemli bir bilimsel çerçeve sunduğunu ortaya koymaktadır.

ABSTRACT

This study analyzes weeds using bibliometric methods to reveal their effects on agricultural production and the recent trends in scientific research in this field. Weeds are considered a significant agricultural problem on a global scale due to their role in causing yield losses, disrupting ecosystem balance and threatening biodiversity, and acting as hosts for harmful organisms. Their high adaptability and rapid spread make control difficult; climate change, increased trade, habitat loss, and intensive agricultural practices are increasing their spread. Resistance caused by excessive herbicide use poses serious risks, both economically and ecologically. In this research, 451 studies published in the Web of Science database between 2016 and 2025 were examined using VOSviewer and Bibliometrix software. The findings show that annual scientific output in weed research has increased by 7.6%, and studies receive an average of 19.74 citations. A total of 2.325 researchers contributed to the field, with the USA and Australia standing out as the most productive countries. Among the most influential researchers are Neve, P., Tranel, P. J., Gaines, T. A., and Graham, S. Furthermore, the journals Pest Management Science, Weed Science, and Weed Research are key publications at the center of the literature. Keyword analysis reveals that research is particularly concentrated around the themes of "management," "herbicide resistance," "weed management," and "glyphosate resistance." Thematic maps show that herbicide resistance and weed management constitute the research areas; while concepts such as agroecology, ecosystem services, and sustainable management are emerging as themes. In conclusion, this demonstrates that weed science has evolved into an interdisciplinary field and provides an important scientific framework that will guide future research on threatened species, resistance mechanisms, and ecological management strategies.

Citation:

To cite this article: Koç E (2025). Yabancı ot çalışmalarına ilişkin bilimsel yayınların analizi. *Turk J Biod* 8(2): 114-130. <https://doi.org/10.38059/biodiversity.1830806>

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde verimlilik, sürdürülebilirlik ve ürün kalitesi; yabancı otların bilimsel ve etkin yönetimine bağlıdır. Yabancı otlar, kültür bitkileriyle ışık, su, besin ve alan için rekabet ederek verimi düşürür; ayrıca birçok hastalık ve zararlıya konukçuluk ederek ekosistemi olumsuz etkilemektedir (Radosevich et al., 2007; Chauhan, 2012; Önen, 2015; 2021). Yabancı otların morfolojik, fizyolojik ve fenolojik özellikleri ile çevresel stres faktörlerine yüksek adaptasyon kapasiteleri, bu türlerin tarımsal üretim üzerindeki etkilerini daha da belirgin hâle getirmektedir (Ghersa & Holt, 1995; Neve et al., 2018).

Son yıllarda küresel iklim değişikliği, uluslararası ticaretin artışı, tarımsal üretimdeki yoğunlaşma ve insan kaynaklı habitat değişimleri, yabancı ot popülasyonlarının yayılış alanlarını, rekabet güçlerini ve tür kompozisyonlarını önemli ölçüde dönüştürmektedir (Oerke, 2006; Hulme, 2009; Sardana et al., 2017; MacLaren et al., 2020; Rao & Korres, 2023). Özellikle sıcaklık artışları ve düzensiz yağış rejimlerinin yaygınlaşması, istilacı yabancı ot türlerinin yeni bölgelere hızla yayılmasını kolaylaştırmakta ve mevcut yönetim stratejilerini daha karmaşık hâle getirmektedir (Mortensen et al., 2012). Bununla birlikte, modern tarımda aşırı herbisit kullanımı, pek çok yabancı ot türünde herbisit direncinin kısa sürede gelişmesine ve hızla yayılmasına yol açmıştır (Powles & Yu, 2010; Heap, 2014; Shaner, 2014). Yeni etki mekanizmasına sahip herbisitlerin geliştirilmesindeki zorluklar, direncin yönetimini küresel ölçekte kritik bir problem hâline getirmiştir (Duke, 2012).

Herbisit direncinin yalnızca verim kayıplarına yol açmadığı; aynı zamanda ekosistem işlevselliğini, biyolojik çeşitliliği ve toprak sağlığını da tehdit ettiği bilinmektedir (Ali et al., 2020; Gianessi, 2013; Ervin & Jussaume, 2014; Evans et al., 2016). Bu nedenle, kimyasal mücadeleye alternatif ve ekolojik süreçleri dikkate alan entegre yabancı ot yönetimi yaklaşımlarının önemi giderek artmaktadır (Buhler, 2002). Ayrıca toprak mikrobiyotasının yabancı ot yönetim stratejilerine verdiği tepkilerin anlaşılması, sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından temel bir araştırma alanı olarak değerlendirilmektedir (Kremer, 2014).

Bu gelişmeler ışığında, yabancı ot bilimi alanındaki araştırmaların hem nicelik hem nitelik bakımından belirgin bir artış gösterdiği ve çalışma konularının ekoloji,

moleküler biyoloji, genomik, pestisit ve tarımsal yönetim gibi çok disiplinli bir yapıya evrildiği görülmektedir. Alanın bu hızlı gelişim dinamiklerinin, bilimsel eğilimlerin, araştırma boşluklarının ve işbirliği ağlarının sistematik bir biçimde ortaya konulması, geleceğe yönelik araştırma stratejilerinin yapılandırılması açısından önem taşımaktadır (Mia et al., 2024).

Bibliyometrik analizler, belirli bir araştırma alanında üretilen yayınların tematik yönelimlerini, atıf ilişkilerini, yazarlar arasındaki bilimsel işbirliği ağlarını ve alandaki gelişim sürecini nicel veriler aracılığıyla değerlendiren güçlü metodolojik bir araçtır (Aria & Cuccurullo, 2017). Bu bağlamda Web of Science veri tabanı, geniş disiplinler arası kapsamı ve atıf temelli yapısı sayesinde bibliyometrik çalışmalar için en güvenilir ve yaygın kullanılan kaynaklardan biri olarak kabul edilmektedir (Van Eck & Waltman, 2010).

Bu çalışmanın amacı, yabancı ot biliminde yayımlanmış uluslararası literatürü bibliyometrik yöntemlerle analiz ederek; zaman içinde yayın eğilimlerini, en etkili yazarları, ülkeleri, işbirlikçi ağları ve anahtar kelime temalarını belirlemek, böylece alanın mevcut durumunu ve gelecek yönelimlerini bilimsel temelde ortaya koymaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

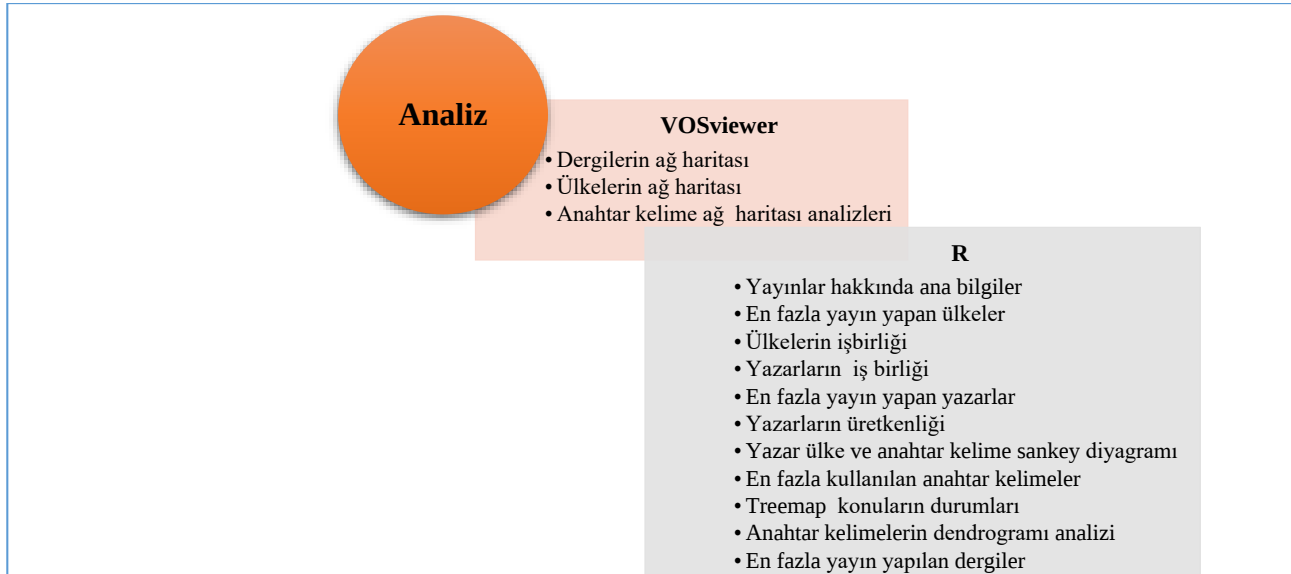
Bu çalışma, yabancı ot bilimi alanında yürütülen araştırmalara ilişkin bilimsel yayınları incelemek ve alanın gelişim eğilimlerini ortaya koymak amacıyla bibliyometrik bir değerlendirme gerçekleştirmektedir. Bibliyometrik analiz, çeşitli disiplinlerdeki akademik üretimin yapısını, zaman içindeki değişimini ve temel araştırma eğilimlerini sistematik biçimde ortaya çıkarmak için yaygın biçimde başvurulan analitik bir yöntemdir (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu et al., 2021; Koç, 2024; Kulak et al., 2019; Kulak et al., 2025). Araştırmanın veri seti, Web of Science veri tabanında “yabancı ot” ve “yabancı ot bilimi” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan taramalar sonucunda oluşturulmuştur. 2016–2025 yıllarını kapsayan bu tarama sonunda toplam 451 yayın analiz kapsamına alınmıştır. Elde edilen kayıtlar BibTeX formatında dışa aktarılmış ve analiz süreci bu veri yapısı üzerinden yürütülmüştür. Çalışmada iki farklı yazılım aracı kullanılmıştır. Haritalama ve görselleştirme işlemleri VOSviewer (Van Eck & Waltman, 2010; Koç, 2025) ile

gerçekleştirilirken, bibliyometrik ağ yapılarının çözümlenmesi Bibliometrix paketinin sunduğu araçlar aracılığıyla yapılmıştır (Aria & Cuccurullo, 2017). Tüm analizler R programlama dili kullanılarak RStudio

ortamında uygulanmıştır. Araştırmanın veri toplama ve analiz aşamalarını gösteren akış şeması Şekil 1’de, VOSviewer ve Bibliometrix ile elde edilen farklı analiz sonuçları ise Şekil 2’de sunulmaktadır.



Şekil 1. Bibliyometrik analiz veri akış şeması



Şekil 2. VOSviewer ve R yazılımları ile gerçekleştirilen analizler

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yabancı otlara yönelik yapılan araştırmalar, tarımsal üretim ve ekosistem yönetimi açısından önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Bu araştırmalar; yabancı otların biyolojisi, ekolojisi, tanınması, yayılış dinamikleri, tarımsal ürün, yabancı ot rekabeti ve herbisit uygulamalarının değerlendirilmesi gibi temel konulara odaklanmaktadır. Hem tarım alanlarında hem de tarım

dışı alanlarda yabancı ot kaynaklı sorunların artması, son yıllarda yenilikçi ve sürdürülebilir mücadele yöntemlerine yönelik çalışma gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda geliştirilen yeni teknolojiler ve alternatif yönetim stratejilerinin yer aldığı yayınlara ait temel bibliyografik bilgiler Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Yayınlar hakkında ana bilgiler

Veriler hakkında temel bilgiler	Sonuçlar
Zaman Aralığı	2016:2025
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar vb.)	184
Belgeler	451
Yıllık Büyüme Oranı %	7.6
Belge Ortalama Yaşı	3.74
Belge Başına Ortalama Atıf Sayısı	19.74
Anahtar Kelimeleri	1839
Yazarlar	
Yazarlar	2325
Tek Yazarlı Belgelerin Yazarları	37
Tek Yazarlı Belgeler	37
Belge Başına Ortak Yazar Sayısı	6.2
Uluslararası Ortak Yazarlık %	31.93
Belge türleri	
Makale	320
Kitap bölümü	5
Konferans bildirisi	16
Editöryal	5
Derleme makale	98

Yabancı otlarla ilgili yapılan çalışmalar kapsamında, 2016–2025 yılları arasında toplam 184 kaynaktan 451 yayın elde edilmiştir. İncelenen belgelerin ortalama yaşı 3.74 yıl olup, yayın başına düşen ortalama atıf sayısı 19.74’tür. Ayrıca literatürün yıllık büyüme oranı %7.6 olarak hesaplanmıştır. Bu dönemde 2.325 yazarın katkı sağladığı görülmüş; makale başına ortalama 6.2 ortak

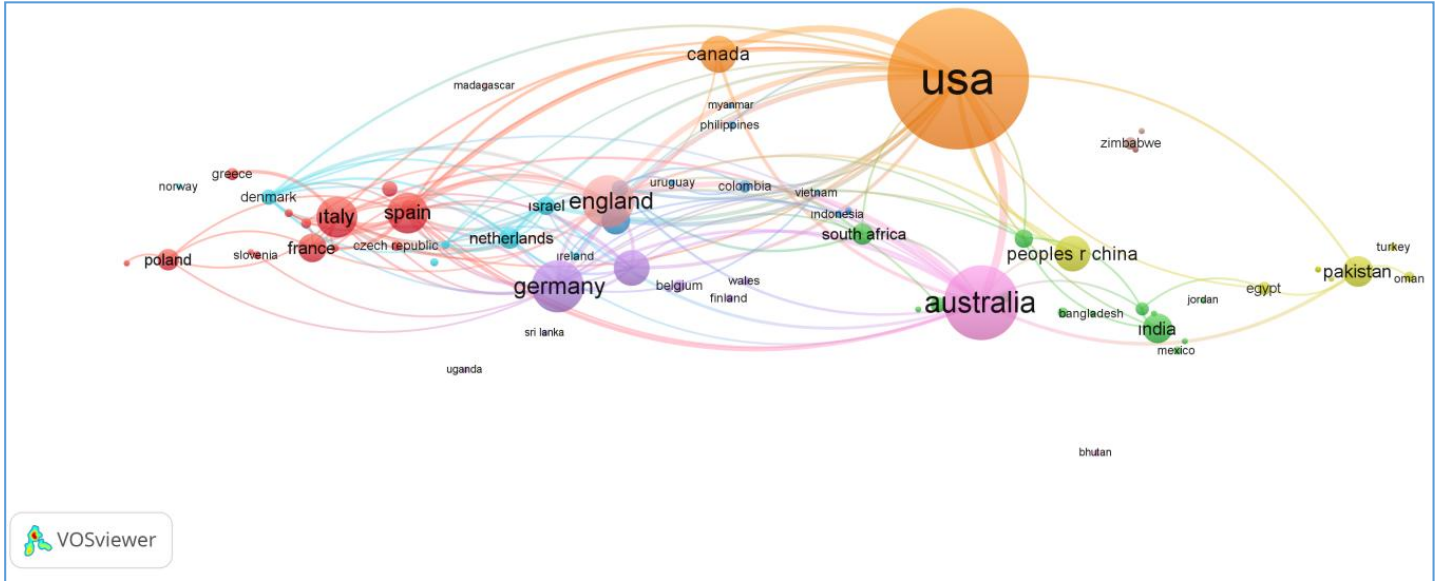
yazar düşmesi ve uluslararası iş birliği oranının %31.93 olması, alanın giderek genişleyen bir araştırma ağına sahip olduğunu göstermektedir. Yayınların büyük bölümünü araştırma makaleleri (320) oluştururken, bunu derleme makaleleri (98), konferans bildirileri (16) ve kitap bölümleri (5) takip etmektedir (Tablo 1). En fazla yayın yapan ülkeler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. En fazla yayın yapan ülkeler

Ülke	Yayın sayısı (adet)
Amerika Birleşik Devletleri	682
Avustralya	202
UK(Birleşik Krallık)	102
Çin	97
Almanya	96
Pakistan	74
İspanya	71
Yeni Zelanda	65
Kanada	64
Fransa	63
İtalya	63
Hindistan	62

Yabancı ot araştırmalarında toplam 62 ülke kaynaklı yayın kaydedilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri (682 yayın) alandaki en fazla yayın üreten ülke olup, ikinci sırada Avustralya (202 yayın) yer almaktadır. Bu iki ülke birlikte toplam üretimin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Üçüncü sırada yer alan Birleşik Krallık (102 yayın) ise ABD üretiminin yalnızca yaklaşık %15'i oranındadır. Çin (97 yayın) ve Almanya (96 yayın) orta

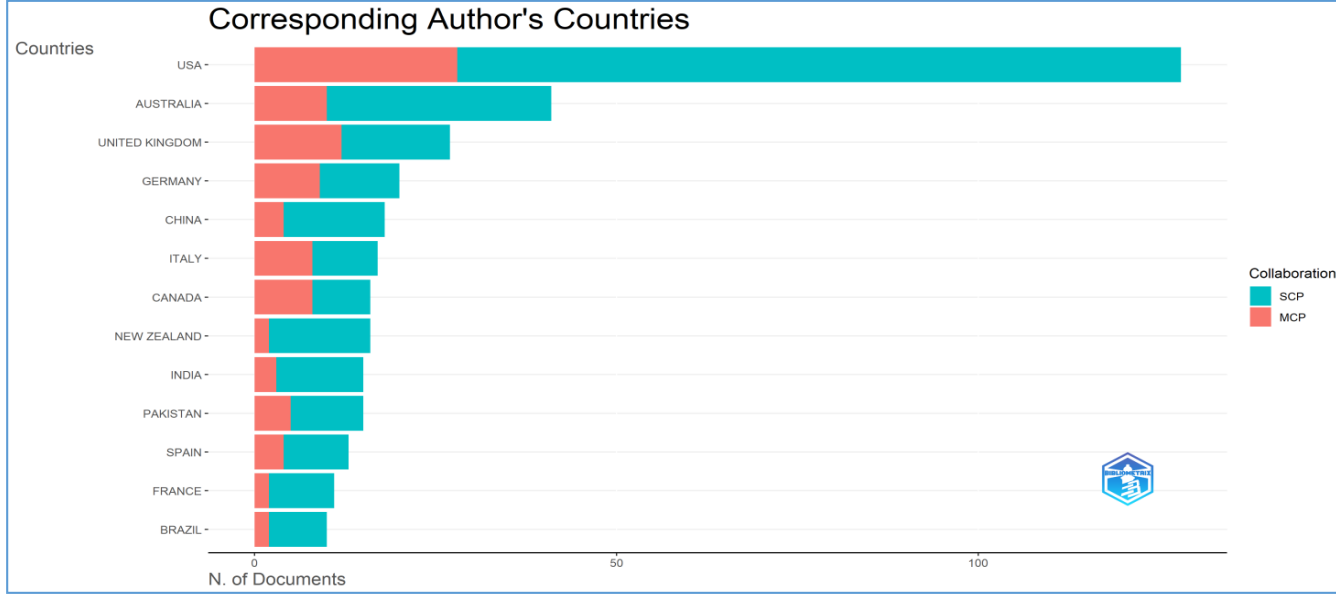
düzeyde katkı sağlarken; Pakistan (74), İspanya (71), Yeni Zelanda (65), Kanada (64), Fransa (63), İtalya (63) ve Hindistan (62) toplam yayınların sınırlı bir kısmını oluşturmaktadır (Tablo 2). Türkiye ise 8 yayın ile 37. sırada yer almış ve bu alandaki uluslararası araştırma ağına katkı sunan ülkeler arasında yer almıştır. Ülkeler arasındaki işbirliği ağları Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Ülkelerin ağ haritası

Ülkeler arası işbirliğini gösteren ağ haritası, altı temel küme etrafında şekillenmiştir. Turuncu küme, Amerika Birleşik Devletleri merkezde yer almakta ve en geniş uluslararası bağlantılara sahiptir. Pembe küme, Avustralya merkezde bulunmakta, Kanada ve Asya'nın bazı ülkeleriyle güçlü bir işbirliği ağı oluşturmaktadır. Yeşil küme, Çin, Hindistan, Pakistan, Mısır gibi ülkeler bu ağda yer almaktadır. Türkiye'nin bulunduğu kümede ise Pakistan öncü konumda yer almış olup, özellikle Pakistan ile belirgin bir işbirliği ilişkisine sahip olduğunu

göstermektedir. Kırmızı küme, İtalya, İspanya ve Fransa gibi ülkeler arasında yüksek bölgesel işbirliğini; mor küme ise Almanya'nın merkezde bulunduğu; açık mavi küme, İngiltere merkezli olup akademik etkileşimlerin sürdüğü bir yapıyı yansıtmaktadır. Sonuç olarak, yabancı ot araştırmalarında işbirliği ağlarının bölgesel ve ekonomik faktörler doğrultusunda şekillendiğini ortaya koymaktadır (Şekil 3). Sorumlu yazarların ülkelerine göre yayın dağılımı ve uluslararası işbirlikleri Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Sorumlu yazarların ülkelerine göre yayın dağılımı ve uluslararası işbirlikleri

Bu konuda en fazla yayın yapan ülkenin ABD olduğu, bu yayınların önemli bir kısmının ise çok uluslararası işbirlikleriyle (MCP) gerçekleştirildiği görülmektedir. ABD'yi Avustralya ve Birleşik Krallık (UK) takip etmiş; her iki ülke de yüksek sayıda yayın üretmiş olmakla birlikte, özellikle ABD'de tek ülke kaynaklı yayınların (SCP) belirgin olduğu dikkat çekmektedir. Almanya, Çin, İtalya ve Kanada ise uluslararası işbirliklerinde öne çıkan ülkeler arasında yer almaktadır. Yeni Zelanda, Hindistan, Pakistan, İspanya, Fransa ve Brezilya orta düzeyde katkı

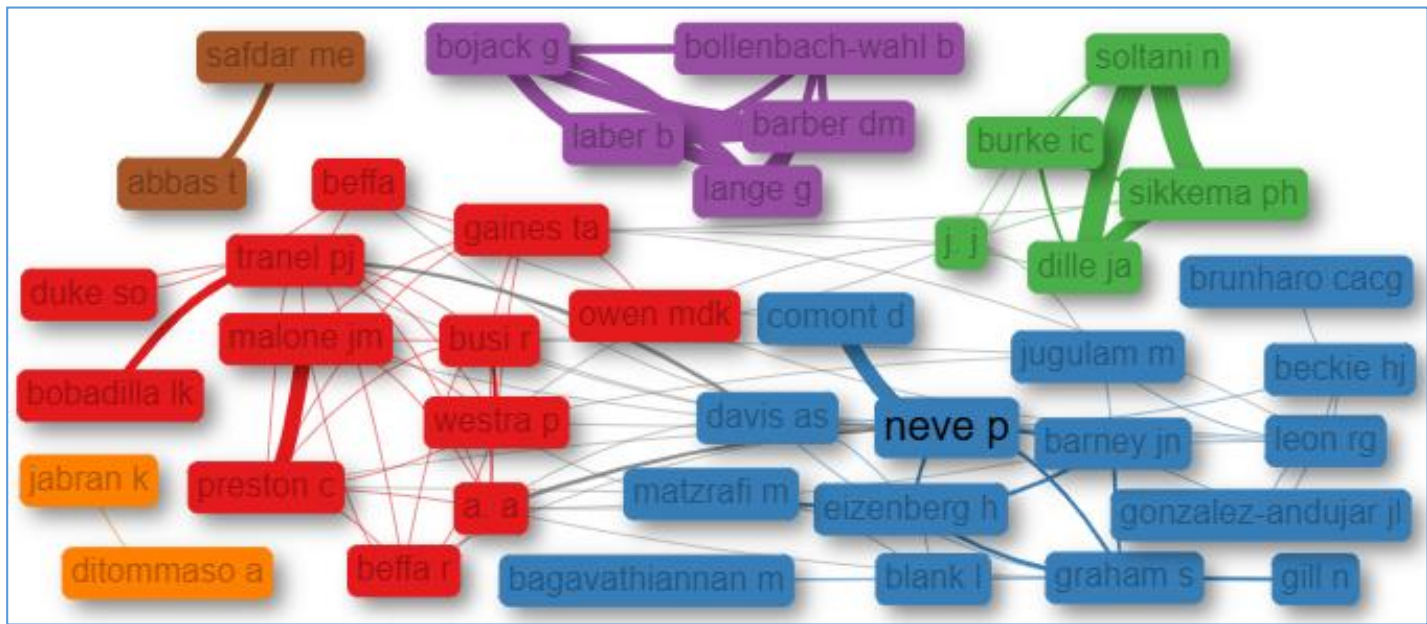
sağlarken; Türkiye'de ise daha çok tek ülke kaynaklı çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Şekil 4). İlgili yazarlara göre en üretken ülkelerin sıklığını gösterdiği gibi, çok ülkeli yayınların (MCP) ve tek ülkeli yayınların (SCP) oranlarını da ortaya koymaktadır. Alanında yetkin araştırmacıları bir araya getirerek kalite standartlarını geliştirmek için laboratuvarlar arasında bilgi ve deneyim paylaşımını sağlayan uluslararası işbirliği büyük önem taşımaktadır (Jimoh et al., 2022; Montoya et al., 2018). En fazla yayın yapılan yazarlar ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Tablo 3. En fazla yayın yapan yazarlar

Yazar	h_index	AS (atıf sayısı)	YS (yayın sayısı)	BY (başlama yılı)
Neve, P	8	344	10	2016
Tranel, P.J	7	294	8	2016
Gaines, T.A	6	210	11	2018
Sikkema, P.H	6	257	6	2017
Gill, N	5	104	5	2018
Graham, S	5	276	9	2016
Soltani, N	5	214	6	2017
Comont, D	4	44	4	2018
Davis, A.S	4	240	4	2016
Gonzalez-Andujar J.L	4	44	4	2020
J, J	4	294	4	2017
Preston, C	4	115	5	2018

Yabancı ot alanında toplam 2.325 yazar katkı sağlamıştır. Yıllara göre incelendiğinde, bilimsel üretkenliğin özellikle 2016–2018 döneminde yoğunlaştığı görülmektedir. 2016 yılı, alana en yüksek katkının sağlandığı dönem olup, 18 yazarın 11'i bu yıl içerisinde yayın üretmiştir. Bu dönemde Neve P. (h=8, 344 atıf, 10 yayın), Tranel P. J. (h=7, 294 atıf, 8 yayın) ve Graham S. (h=5, 276 atıf, 9 yayın) gibi yüksek etki değerlerine sahip araştırmacıların çalışmaları sonucunda toplam 1.719 atıfa ulaşılmıştır. 2017 yılında, dört yazarın katkı sağladığı görülmekte olup, toplam atıf sayısı 967'dir. Bu yılın en etkili araştırmacıları arasında Sikkema P. H. (257 atıf, 6 yayın)

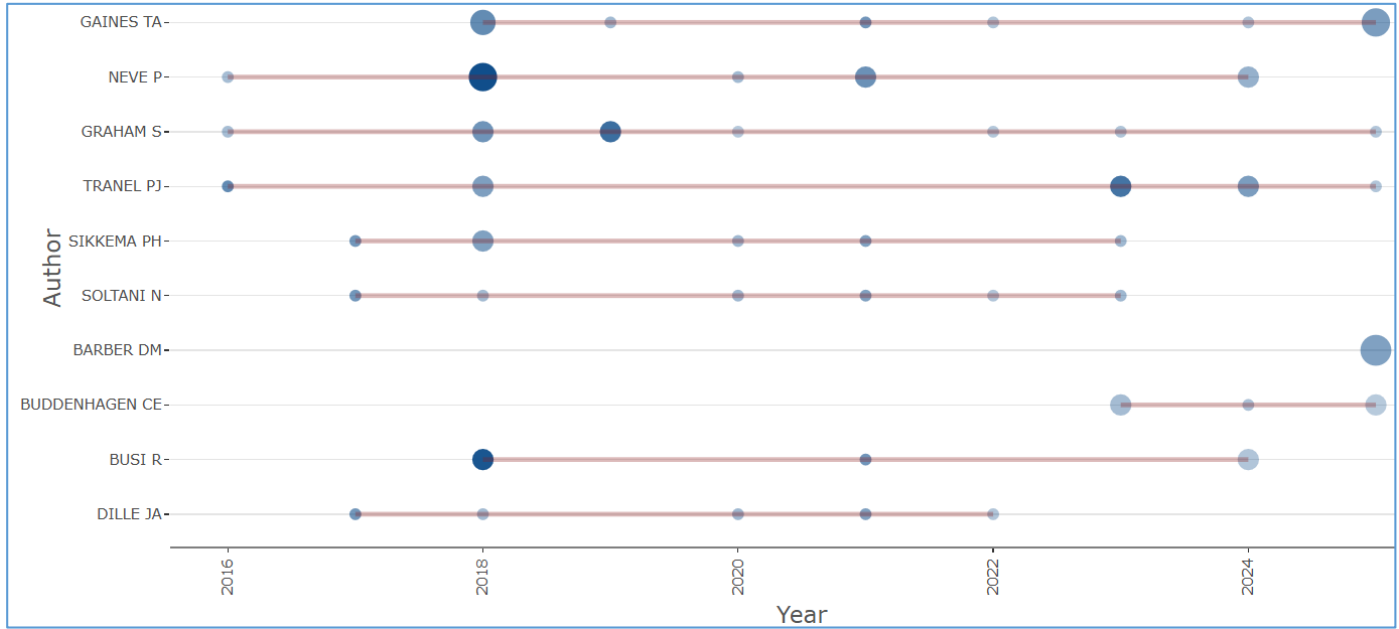
ve Soltani N. (214 atıf, 6 yayın) öne çıkmaktadır. 2018 yılı, yazar ve yayın sayısının en yüksek olduğu dönemdir. Yedi araştırmacı toplam 38 yayın üretmiş ve 709 atıf elde etmiştir. Bu dönemin en üretken araştırmacısı, 11 yayın ve 210 atıf ile Gaines T. A. olmuştur. 2020 yılı, alana daha sınırlı katkıların yapıldığı bir dönem olup Gonzalez-Andujar J. L. bu yılda 4 yayın ile 44 atıf alarak öne çıkan araştırmacılarından biri olmuştur. Atıf sayılarının görece düşük olması, çalışmaların göreceli olarak yeni olmasıyla ilişkilendirilebilir (Tablo 3). Yazarların ağ grafiği Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Yazarların ağ grafiği analizi

Ortak yazarlık ağı incelendiğinde, Neve, P. merkezli mavi küme en güçlü işbirliği grubunu oluşturmaktadır. Bu küme, alanın en etkili ve uzun süredir katkı sağlayan araştırmacılarını içermektedir. Malone J.M., Preston, C ve Tranel, P.J kırmızı kümede, 2016 sonrası dönemde öne çıkan genç ve üretken araştırmacılarından oluşurken, Sikkema P. H., Soltani N. ve Dille J. A. yeşil kümede yoğun işbirlikleri ile dikkat çekmektedir. Mor kümede ise Barber

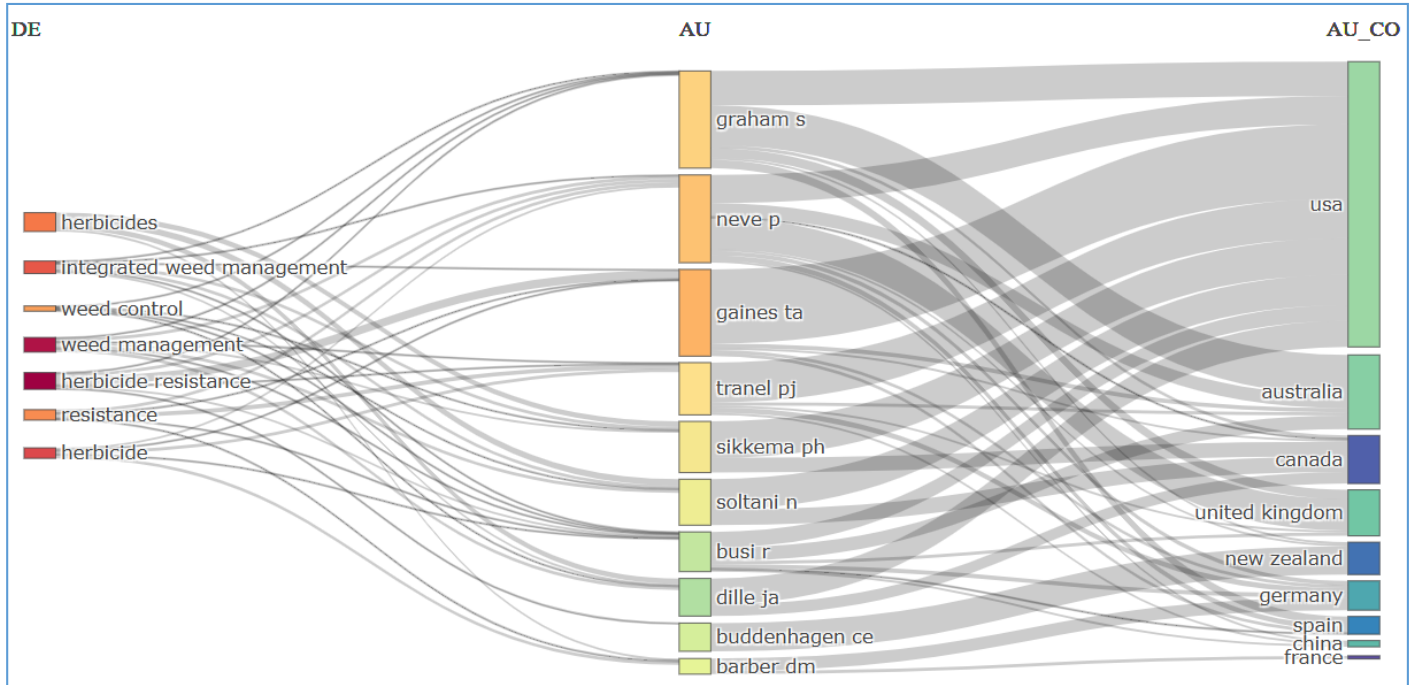
D. M., Laber B., Lange G. ve Bojack G. ortak çalışmalarla öne çıkmaktadır. Sarı ve kahverengi gruplar ise küçük ve bağımsız ekipler olup, ağ yapısı deneyimli ve genç araştırmacıların katkılarıyla çok merkezli ve dinamik bir yapı oluşturarak bilgi paylaşımını ve metodolojik çeşitliliği güçlendirmektedir (Jimoh et al., 2022; Montoya et al., 2018) (Şekil 5). Yazarların zamana göre üretkenliği Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6.Yazarların zamana göre üretkenliği

Zaman içinde üretkenlik incelendiğinde, Neve, P., Graham, S. ve Tranel, P. J. 2016'dan bu yana düzenli yayın yapan en istikrarlı yazarlardan olarak öne çıkmaktadır. Gaines, T. A. ve Busi, R. de benzer şekilde 2018'den itibaren uzun süreli katkılar sunmuştur. 2021

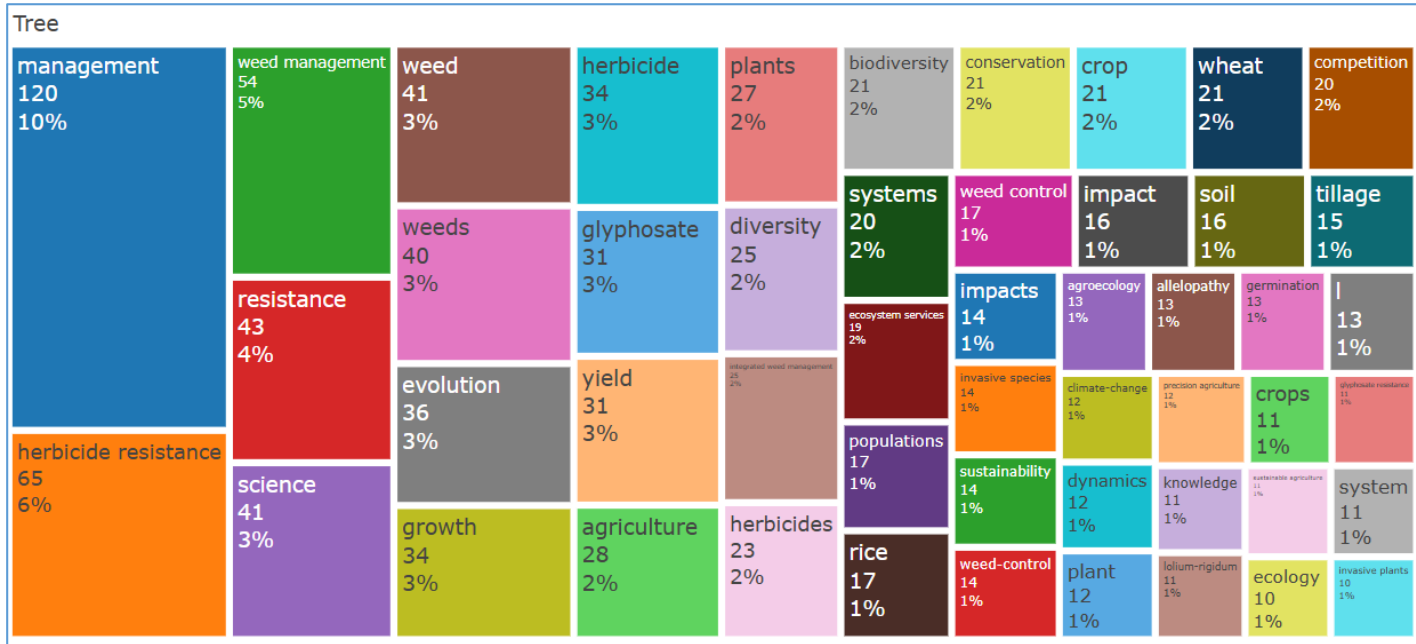
yılında Buddenhagen, C. E. alana dahil olmuş ve kısa sürede etkili yayınlar üretmiştir (Şekil 6). Çalışmalarda yer alan öncü yazarlar (AU), bunların ait olduğu ülkeler (AU_CO) ve ilişkili oldukları anahtar kelimeler (ID) Sankey diyagramı ile Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Yazar - ülke ve anahtar kelime sankey diyagramı

Yazarların uluslararası işbirlikleri ve odaklandıkları araştırma konularını değerlendirildiğinde, ABD, yabancı ot araştırmalarında belirgin bir baskın konum sergilemekte olup, Sankey diyagramında en yoğun akışlar ABD düğümüne yönelmektedir; herbisitler, yabancı ot kontrolü ve herbisit direnci konularındaki yayınların büyük ölçüde ABD merkezli olduğunu görülmektedir. Avustralya ikinci en üretken ülke olup, özellikle “integrated weed management” ve “herbicides” terimleriyle güçlü bağlantılar sunmaktadır. Ağ analizinde Neve, P., Gaines, T. A. ve Graham, S. en merkezi yazarlar olarak öne çıkmakta; bu araştırmacılar hem çok sayıda anahtar terimle hem de güçlü ülke bağlantılarıyla ilişkilendirilmiş ve alanın öncü bilim insanları olarak

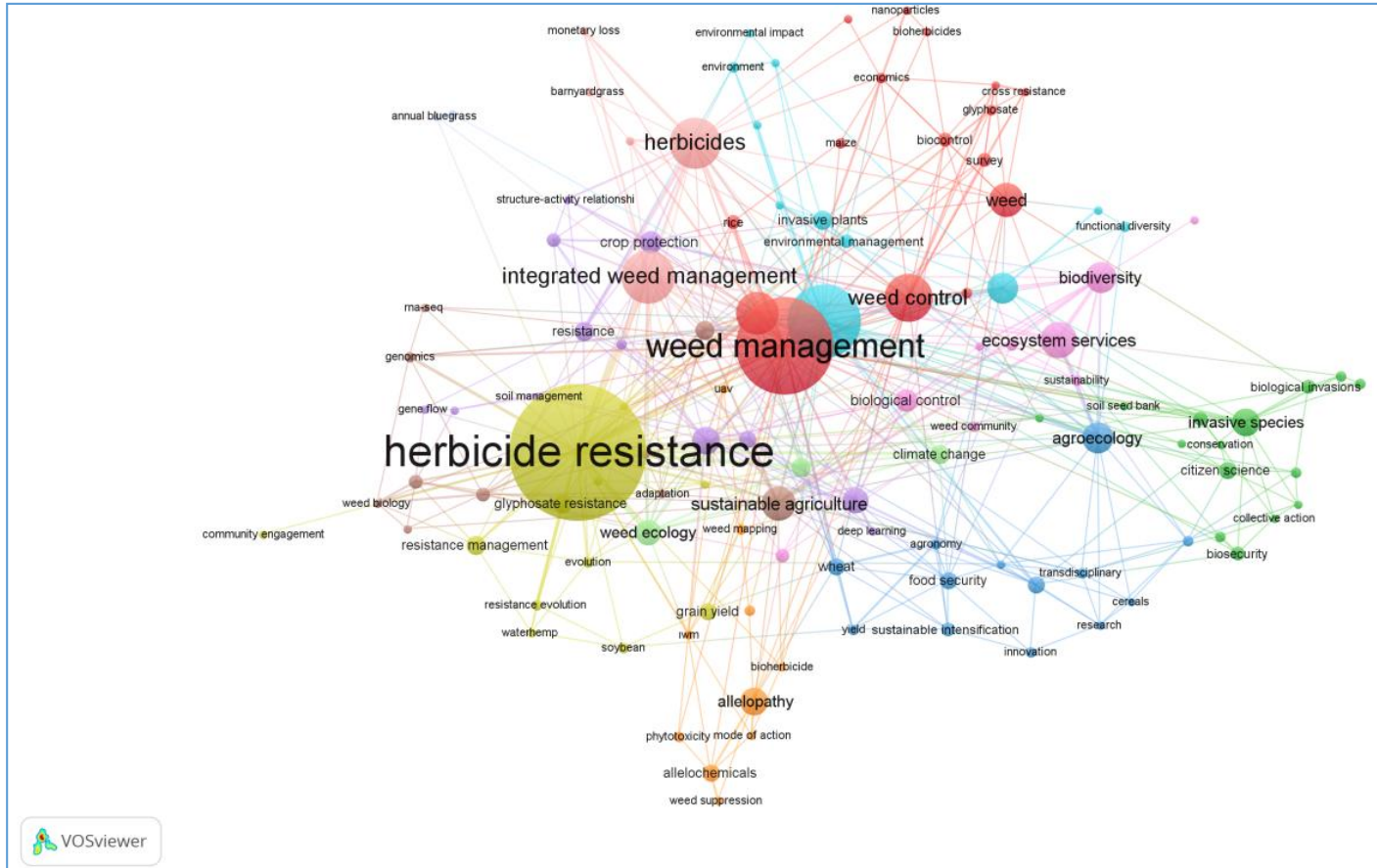
tanımlanmaktadır. Herbicide resistance kavramı, literatürde en yaygın ve çok sayıda araştırmacıya bağlanan kritik bir tema olarak öne çıkmaktadır. Kanada, Birleşik Krallık ve Yeni Zelanda orta düzeyde görünürlük sağlarken; Almanya, İspanya, Çin ve Fransa daha sınırlı üretim göstermektedir. Bazı yazarlar, özellikle Neve, P., Gaines, T. A. ve Tranel, P. J., birden fazla kavram üzerinden köprü rolü üstlenmekte, böylece farklı temalar arasında bağlantı sağlamaktadır. Genel olarak araştırma ağı, ABD ve Avustralya merkezli bir kümelenme göstermekte ve kavramların çoğu bu iki ülke üzerinden yoğunlaşmaktadır (Şekil 7). Yabancı ot bilimi alanında konu ağırlıklarının yüzdelik dağılımı Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Yabancı ot araştırmalarında kavramların görülme sıklığına göre dağılımı(%)

Treemap diyagramı incelendiğinde, literatürde en baskın kavramın %10 oranıyla “management” olduğunu göstermektedir. Bunu “herbicide resistance” (%6) ve “weed management” (%5) kavramlarının izlemesi, çalışmaların yaklaşık %21’inin yabancı ot yönetimi ve herbisit direncine odaklandığını ortaya koymaktadır (Mia et al., 2021; Heap, 2014; Ulaş et al., 2025). %3–%4 aralığındaki terimler, araştırmaların önemli bir bölümünün yabancı ot biyolojisi ve evrimsel süreçlere yöneldiğini göstermektedir. %2 seviyesindeki kavramlar,

spesifik herbisitler ile ekolojik-tarımsal bileşenlerin literatürde önemli bir yere sahip olduğunu ortaya koyarken, %1 düzeyindeki terimler ise niş ve uzmanlaşmış araştırma alanlarını temsil etmektedir. Genel olarak tablo, literatürün yönetim, direnç ve yabancı ot kontrolü ekseninde yoğunlaştığını, bunun yanında ekolojik ve sürdürülebilirlik temelli yaklaşımların da önemli bir araştırma yönelimi oluşturduğunu göstermektedir (Şekil 8). Anahtar kelimelerin ağ haritası Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Anahtar kelime ağı haritası

Arahtar kelime ağı incelendiğinde, araştırmaların birkaç temel tema etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Sarı küme, en büyük düğüm olarak “herbicide resistance” kavramını içermekte ve glyphosate resistance, resistance evolution, weed biology, resistance management, genomics ve soil management gibi alt terimlerle çevrelenmektedir; bu durum, direnç gelişimi ve yönetiminin alanın en kritik ve yoğun tartışılan konusu olduğunu göstermektedir. Ayrıca sarı küme, diğer tüm kümelerle güçlü bağlantılar kurarak araştırma alanının omurgasını oluşturmaktadır. Kırmızı küme ise “weed control”, “integrated weed management”, “crop protection” ve “environmental impact” gibi konuları kapsamakta, “herbicides”, “sustainable agriculture”, “ecosystem services” ile çok yönlü bağlantılar göstermektedir; bu da yabancı ot yönetiminin disiplinler arası bir yapı taşıdığını ortaya koymaktadır. Mor küme, “agroecology”, “ecosystem services” ve “invasive

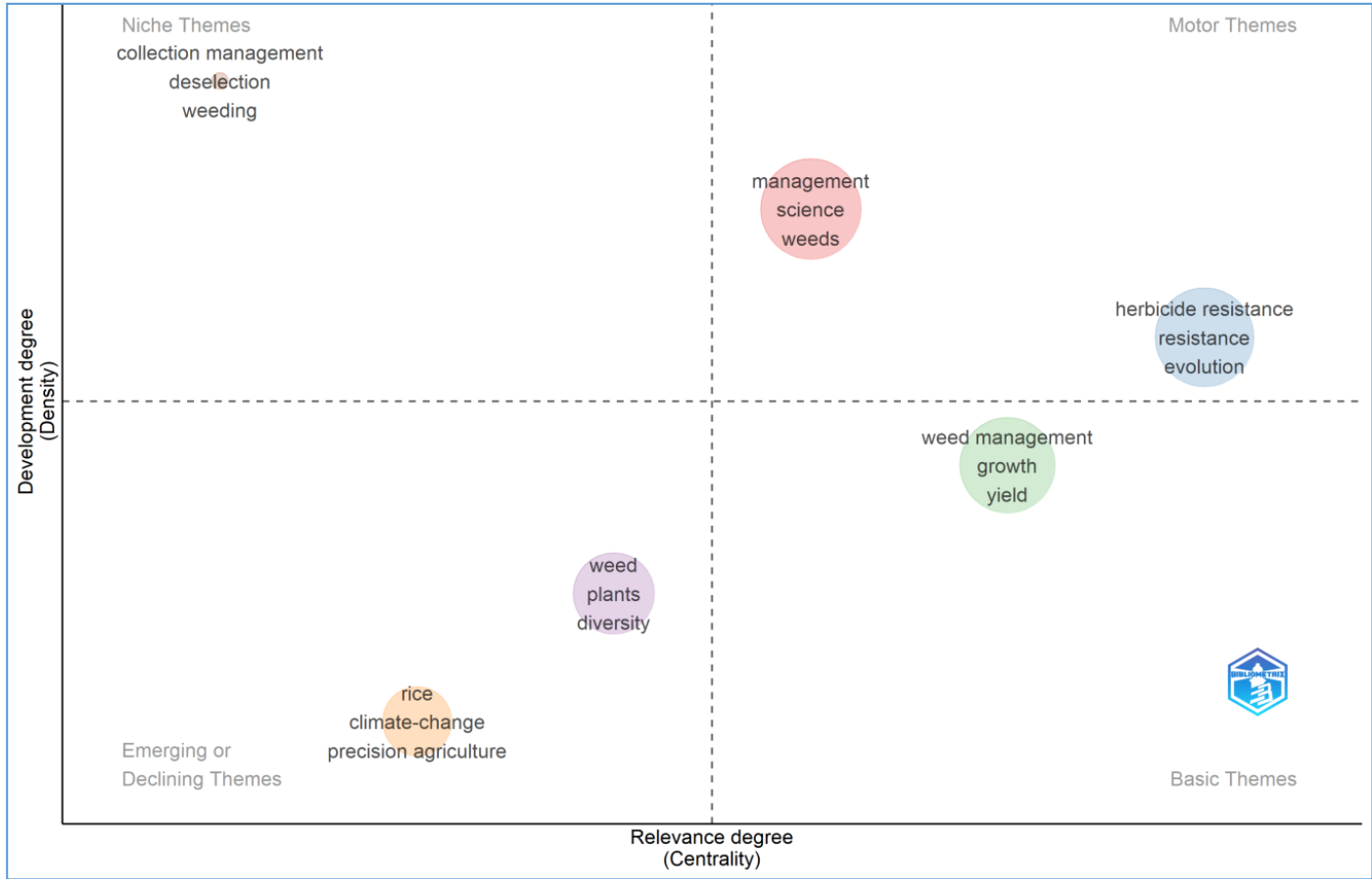
species” ekleninde sürdürülebilirlik odaklı bir araştırma alanı oluşturmaktadır; burada “biodiversity”, “biocontrol” ve ekolojik yaklaşımlar ön plandadır. Pembe küme, kimyasal kontrol, ekonomik etkiler ve çevresel risklere odaklanmakta ve “herbicide resistance” ile güçlü ilişkisi, kimyasal kullanım baskısının direnç gelişimini tetiklediğini doğrulamaktadır. Yeşil küme, sürdürülebilir tarım ve agroekolojiye yönelik giderek güçlenen bir alanı temsil etmekte, “sustainable agriculture”, “biosecurity”, “collective action”, “citizen science” ve “innovation” gibi terimlerle kimyasal bağımlılığı azaltmaya yönelik paradigmaları işaret etmektedir. Turuncu küme ise nispeten niş ancak büyümekte olan araştırma temalarını içermekte; allelopathy, weed ecology, weed mapping, biotechnology ve genomics gibi alt temalar, gelecekte daha büyük kümelere dönüşebilecek eğilimleri temsil etmektedir (Şekil 9). En fazla kullanılan anahtar kelimeler Şekil 10’da gösterilmiştir.



Şekil 10. En sık kullanılan anahtar kelimeler

Kelime bulutu analizi, araştırma alanının temel odaklarını ve literatürdeki baskın eğilimleri ortaya koymaktadır. “Management” terimi, yabancı ot yönetimi, herbisit uygulama stratejileri ve tarımsal üretim sistemlerindeki karar süreçlerinin ön planda olduğunu göstermektedir. Yüksek frekanslı kavramlar olan “herbicide resistance”, “resistance” ve “glyphosate” herbisit direncinin evrimi ve mekanizmalarının literatürde temel bir araştırma hattını oluşturduğunu ortaya koymakta ve hem moleküler biyoloji hem de popülasyon düzeyindeki ekolojik ve evrimsel süreçlerin tarımsal uygulamalarla ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Benzer şekilde, “weed management”, “weeds” ve “weed control” kavramları, araştırmaların yabancı ot bilimi disiplinine güçlü

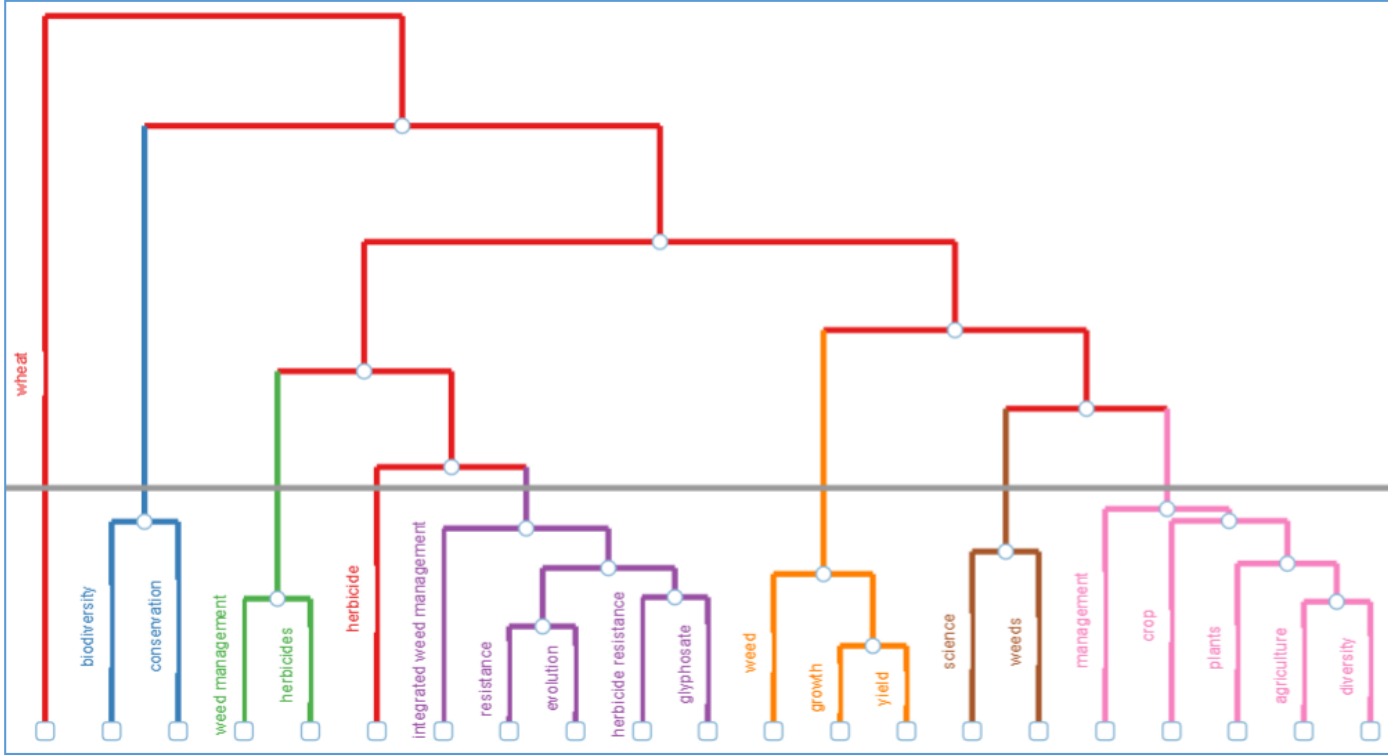
bağıllığını ve pratik yönetim stratejilerine odaklandığını göstermektedir. “Competition”, “growth” ve “yield” terimleri, yabancı otların bitki gelişimi ve verim üzerindeki etkilerini inceleyen ekofizyolojik çalışmalara işaret ederken, “agriculture”, “crop systems”, “wheat” ve “rice” gibi kavramlar çalışmaların tarımsal üretim sistemleri bağlamında yürütüldüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca, “ecosystem services”, “biodiversity” ve “sustainable agriculture” gibi kavramlar, araştırmaların yalnızca yönetim uygulamalarıyla sınırlı kalmayıp, ekolojik ve sürdürülebilirlik perspektiflerini de kapsadığını göstermektedir (Şekil 10). Tematik harita analizi Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. Tematik harita analizi

Tematik harita analizi, alanın kavramsal yapısını ve araştırma eğilimlerini dört ana kategori üzerinden ortaya koymaktadır. Motor temalar (sağ üst) olan “management”, “science”, “weeds”, “herbicide resistance”, “resistance” ve “evolution”, yüksek merkezilik ve yoğunluk değerleriyle alanın en güçlü ve olgun araştırma konularını temsil etmektedir. Bu kavramlar hem yüksek merkeziliğe hem de güçlü gelişim düzeyine sahip olup, alanın araştırma dinamiklerini yönlendiren ana konuları yansıtmaktadır. Niş temalar (sol üst) kapsamında yer alan “collection management”, “deselection” ve “weeding”, düşük merkeziliğe rağmen metodolojik olarak yoğun ve kendi alt alanlarında derinlemesine araştırma yapıldığını göstermektedir. Sol alt bölümdeki temalar arasında “rice”, “climate-change”,

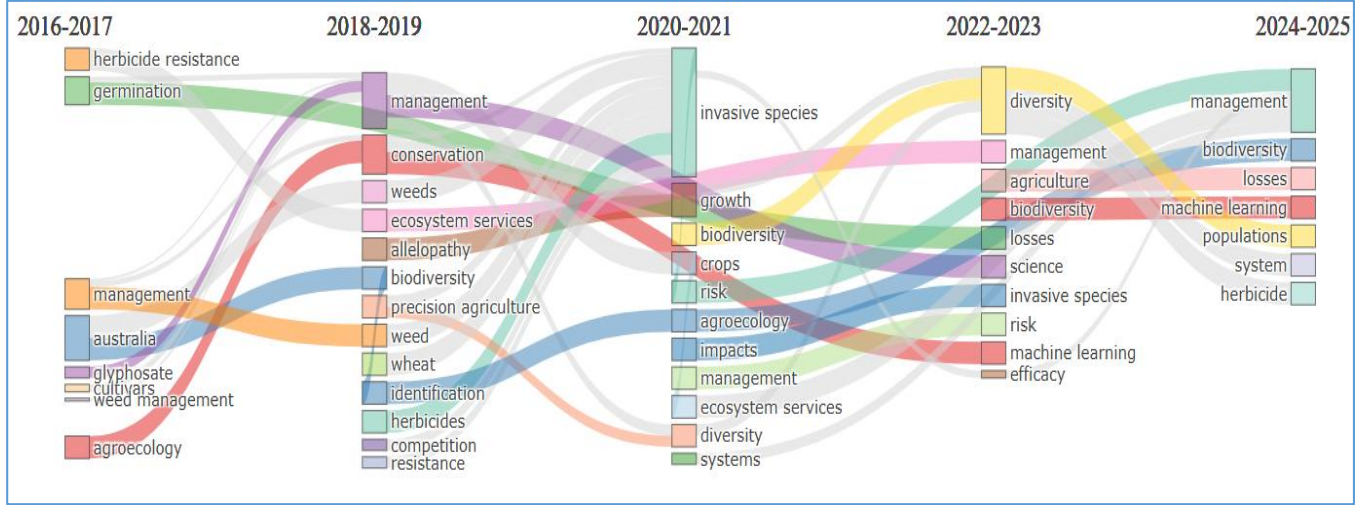
“precision agriculture”, “weed”, “plants” ve “diversity” yer almakta olup, bunlar geçmişte öne çıkan ancak günümüzde görece önemini yitiren veya dönüşüm sürecinde olan konuları işaret etmektedir. Temel/çapraz temalar (sağ alt) arasında ise “weed management”, “growth” ve “yield” bulunmaktadır. Bu kavramlar yüksek merkezilikleriyle alanın omurgasını oluşturmakta, ancak gelişim yoğunlukları nispeten düşük olduğundan genellikle çok disiplinli bağlantılarla desteklenmektedir. Yabancı ot bilimi ile ilgili araştırmalarda, iklim değişikliği ve hassas tarım temalarının gelecekte tematik yapılanmada daha görünür hâle gelmesi beklenmektedir (Şekil 11). Anahtar kelimelerin dendrogramı Şekil 12’de sunulmuştur.



Şekil 12. Anahtar kelimelerin dendrogramı

Hiyerarşik kümeleme analizine, buğday tarımı literatürünün üç ana eksen etrafında yapıldığını ortaya koymaktadır. Mor kümede yer alan “herbicide resistance”, “glyphosate”, “resistance” ve “evolution” kavramlarının yoğun gruplanması, herbisit direnci gibi kavramlar yer almakta bu grup iklim bağlantılı tehditler ve direnç yönetimini temsil etmektedir. Yeşil ve kırmızı kümelerde bir araya gelen ‘weed management’, ‘integrated weed management (IWM)’, ‘herbicides’ ve ‘control’ terimleri, yönetim stratejilerinin teorik olarak çeşitli olmasına rağmen uygulamada hâlâ büyük ölçüde herbisit kullanımına dayandığını ve bunun direnç gelişimini dolaylı yoldan desteklediğini göstermektedir. Mavi kümede konumlanan “biodiversity”, “conservation” ve “ecosystems” kavramlarının diğer

kümelerden belirgin ayrışması, ekolojik sürdürülebilirlik temasının daha geniş bir çevresel ve koruma odaklı çerçevede ele alındığını göstermektedir. Ayrıca turuncu kümede “weed”, “growth”, “yield”, “science” terimleri verim ve yabancı ot etkisini; kahverengi kümede “weeds” ve “management” genel yönetim yaklaşımını; açık pembe kümede “crop” ve “plants” ürün ve bitki temellerini; pembe kümede “agriculture” ve “diversity” ise tarımsal çeşitlilik temasını temsil etmektedir. Genel olarak, literatür kimyasal direnç, yönetim stratejileri ve ekolojik sürdürülebilirlik olmak üzere üç belirgin araştırma eksenini etrafında şekillenmiştir (Şekil 12). Anahtar kelimelerin zaman içindeki evrimi (2016–2025) Şekil 13’te gösterilmiştir.



Şekil 13. Anahtar kelimelerin zaman içindeki evrimi (2016-2025)

Anahtar kelimelerin zaman içindeki değişimi incelendiğinde, 2016–2017 döneminde araştırmalar ağırlıklı olarak yönetim, herbisit direnci ve tarımsal ekoloji üzerine odaklanmıştır. 2018–2019’da ilgi biyolojik çeşitlilik, ekosistem hizmetleri ve yabancı ot yönetimi gibi çevresel konulara kaymış, teknik terimler de öne çıkmıştır. 2020–2021’de çalışmalar invaziv türler, tarım ürünleri, büyüme ve risk gibi hem ekolojik hem tarımsal boyutları kapsamıştır. 2022–2023 döneminde ise çeşitlilik, tarım, biyolojik çeşitlilik ve makine öğrenmesi

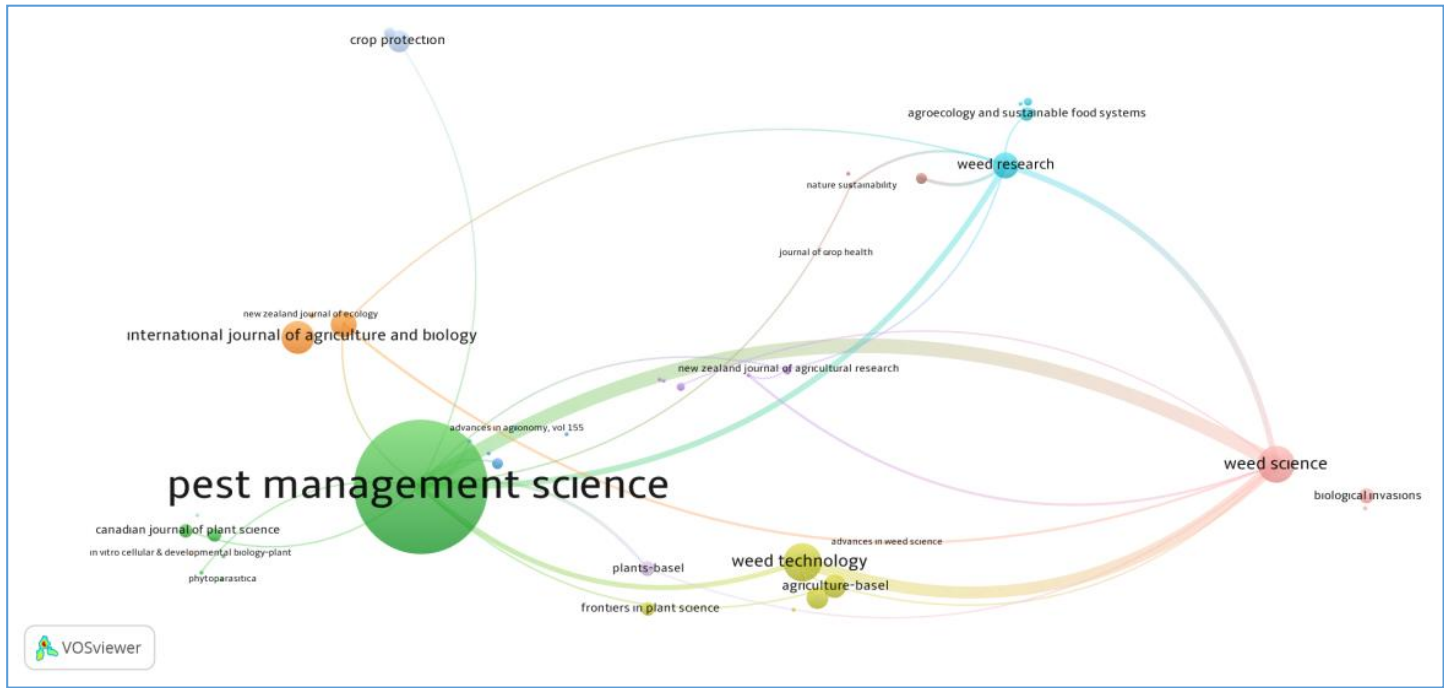
gibi yenilikçi yöntemler dikkat çekmiştir. 2024–2025 döneminde de, yönetim, biyolojik çeşitlilik, kayıplar, makine öğrenmesi ve popülasyonlar üzerine yoğunlaşmış, sürdürülebilirlik ve teknoloji entegrasyonunu vurgulamıştır. Genel olarak, araştırmalar klasik yönetim ve direnç konularından, ekosistem ve teknoloji odaklı multidisipliner yaklaşımlara doğru evrilmiştir (Şekil 13). En fazla yayım yapılan dergiler Çizelge 4’te verilmiştir.

Tablo 4. En fazla yayın yapan dergiler

Dergiler	h_index	AS (atıf sayısı)	YS (yayın sayısı)	BY (başlama yılı)
Pest Management Science	18	1432	105	2016
Weed Science	9	529	17	2016
Weed Research	8	406	10	2016
Agriculture-Basel	7	232	9	2017
Agronomy-Basel	7	184	10	2020
Sustainability	7	138	8	2016
Weed Technology	7	265	18	2017
Crop Protection	5	198	8	2016
International Journal of Agriculture and Biology	5	73	14	2016
Biological Invasions	4	69	5	2019
Computers and Electronics In Agriculture	4	130	4	2018
Journal of Environmental Management	4	78	5	2018
Agronomy for Sustainable Development	3	252	3	2016
Crop Journal	3	119	3	2019
Frontiers in Plant Science	3	114	4	2017

Yabancı ot araştırmalarına yönelik yapılan incelemede toplam 184 kaynaklı yayın elde edilmiştir. Bu alanda en fazla yayın yapan dergi Pest Management Science olup, 2016 yılından bu yana yayımlanan 105 çalışma, 1432 atıf ve 18 h-index ile en yüksek bilimsel etkiyi göstermektedir. Weed Science (2016, 529 atıf, 9 h-index) ve Weed Research (2016, 406 atıf, 8 h-index) ise alanın diğer güçlü dergileri arasında yer almaktadır. Çok disiplinli dergilerden Agriculture-Basel (2017) ve Agronomy-Basel (2020), sırasıyla 232 ve 184 atıf ile orta düzeyde bir etki gösterirken, Sustainability (2016) disiplinler arası çalışmaların yayımlandığı önemli bir

platform olarak öne çıkmaktadır. Weed Technology (2017), toplam 18 yayın ile üretkenliği yüksek dergiler arasında yer almakta; Crop Protection (2016) ise aldığı atıf sayısı ile alandaki görünürlüğünü sürdürmektedir. Ekoloji ve çevre odaklı dergiler olan Biological Invasions (2019) ve Journal of Environmental Management (2018) de alana kayda değer katkılar sunmaktadır. Nispeten az sayıda yayına sahip olmasına rağmen, Frontiers in Plant Science (2017) ve Crop Journal (2019) yüksek atıf düzeyleriyle dikkat çekmektedir (Tablo 4). Dergilerin ağ grafiği analizi Şekil 14'te gösterilmiştir.



Şekil 14. Dergilerin ağ grafiği analizi

Pest Management Science, yabancı ot araştırmalarında hem en çok atıf alan hem de en çok referans verilen merkezi dergidir (yeşil küme). Weed Science ve Weed Research, kendi kümelerinde yer alırken (kırmızı küme) Pest Management Science ile güçlü bağlantılara sahiptir. Weed Technology ve Agriculture-Basel orta büyüklükte

düğümlemlerle, uygulamalı çalışmalara odaklanırken (sarı ve mavi kümeler); International Journal of Agriculture and Biology, Frontiers in Plant Science ve Plants-Basel küçük düğümlerle sınırlı etkiye sahiptir. Çizgilerin kalınlığı atıf yoğunluğunu, renk kümeleri ise dergilerin atıf topluluklarını göstermektedir (Şekil 14).

4. SONUÇLAR

Bu bibliyometrik çalışma, 2016–2025 yılları arasında yabancı ot bilimi alanındaki uluslararası yayınları analiz ederek, alanın araştırma eğilimlerini, işbirliği yapısını ve

tematik odaklarını kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur. Sonuçlar, yabancı otların tarımsal üretim üzerindeki olumsuz etkilerini ve ekosistem işlevselliğine olan tehditlerini açıkça göstermektedir. Bu türler, ışık, su,

besin maddeleri ve yetiştirme alanı için kültür bitkileriyle yoğun rekabete girerken, birçok zararlı organizma ve hastalık için alternatif konukçu rolü üstlenmektedir. Ayrıca morfolojik uyum yetenekleri, çevresel streslere dayanıklılıkları ve hızlı yayılma kapasiteleri, kontrol stratejilerini güçlendirmektedir.

Analizler, iklim değişikliği, küresel ticaretin artışı, yoğun tarım uygulamaları ve habitat kayıplarının yabancı ot popülasyonlarının yayılımını ve rekabet gücünü artırdığını ortaya koymaktadır. Bunun yanında, aşırı ve tekrarlayan herbisit kullanımına bağlı olarak gelişen herbisit direnci, hem ekonomik kayıplara hem de ekolojik sorunlara yol açarak literatürde merkezi bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Analiz edilen 451 yayın, 2325 yazar tarafından üretilmiş olup, yıllık ortalama %7.6 büyüme ve yayın başına 19.74 atıf oranı, alanın giderek büyüyen bir bilimsel üretim kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. ABD ve Avustralya en üretken ülkeler olarak öne çıkarken, Türkiye 37. sırada yer almakta ve araştırmalara katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelime ve tematik analizler, “yabancı ot yönetimi”, “herbisit direnci” ve “glyphosate resistance” bu kavramlar alanın temel araştırma eksenleri olarak öne çıktığını; agroekoloji, ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve sürdürülebilir yönetim gibi konuların ise yükselen ve multidisipliner temalar olduğunu göstermektedir. Yazarlar arasındaki işbirliği ağları, hem deneyimli araştırmacıların hem de genç bilim insanlarının katkısıyla dinamik ve çok merkezli bir yapı sunmakta; bu durum literatürde metodolojik çeşitliliği ve bilgi paylaşımını güçlendirmektedir.

Genel olarak sonuçlar, yabancı ot biliminin giderek daha disiplinler arası bir yapıya ulaştığını, ekolojik, moleküler ve sürdürülebilir yönetim yaklaşımlarının önem kazandığını ve gelecekte direnç mekanizmaları ile ekolojik temelli yabancı ot kontrol stratejilerinin araştırmalarda öncelikli konumda olacağını göstermektedir.

KAYNAKLAR

Ali S, Ullah M L, Sajjad A, Shakeel Q, Hussain A (2020). Environmental and health effects of pesticide residues. In Sustainable agriculture reviews 48: Pesticide occurrence, analysis and remediation Cham: Springer International.Publishing. 2: 311-336. DOI:10.1007/978-3-030-54719-6_8.

- Aria M, Cuccurullo C (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics* 11(4): 959–975. DOI:10.1016/j.joi.2017.08.007.
- Buhler D D (2002). 50th Anniversary—Invited Article: Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science* 50(3): 273-280. DOI:10.1614/00431745(2002)050(0273:AIAAOF)2.0.CO:2.
- Chauhan BS (2012). Weed Management in Direct Seeded Rice Systems; International Rice Research Institute: Los Banos, Philippines, 20.
- Donthu N, Kumar S, Mukherjee D, Pandey N, Lim WM (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research* 133: 285-296. DOI:10.1016/j.jbusres.2021.04.070.
- Duke S O (2012). Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years?. *Pest Management Science* 68(4): 505-512. DOI:10.1002/ps.2333.
- Ervin D, Jussaume R (2014). Integrating social science into managing herbicide-resistant weeds and associated environmental impacts. *Weed Science* 62(2): 403-414. DOI:10.1614/WS-D-133-00085.1.
- Evans J A, Tranel P J, Hager A G, Schutte B, Wu C, Chatham L A, Davis A S (2016). Managing the evolution of herbicide resistance. *Pest Management Science* 72(1): 74-80. DOI:10.1002/ps.4009.
- Ghersa CM, Holt J S. (1995). Using phenology prediction in weed management: a review. *Weed Research* 35(6): 461-470. DOI:10.1111/j.13653180.1995.tb01643.x.
- Gianessi L P (2013). The increasing importance of herbicides in worldwide crop production. *Pest Management Science* 69 (10):1099–1105. DOI:10.1002/ps.3598.
- Heap I (2014). Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science* 70(9): 1306-1315. DOI:10.1002/ps.3696.
- Hulme P E (2009). Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46(1): 10-18. DOI:10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x
- Jimoh M O, Okaiyeto, K, Oguntibeju O O, Laubscher C P (2022). A systematic review on Amaranthus-related research. *Horticulturae* 8(3): 239. DOI:10.3390/horticulturae8030239.
- Koç E (2024). Tarım dışı alanlarda sıcak su ile yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi. 6th International Azerbaijan Congress on Life, Engineering, Mathematical, and Applied Sciences, March 20–22.
- Koç E (2025). Davranışsal İktisatta Özgeciliğin Önemi Bibliyometrik Analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 57(2): 204–219.
- Kremer R J (2014). Environmental implications of herbicide resistance: soil biology and ecology. *Weed Science* 62(2): 415-426. DOI:10.1614/WS-D-13-00114.1.

- Kulak M, Özkan A, Bindak R (2019). A bibliometric analysis of the essential oil bearing plants exposed to water stress: How long way we have come and how much further? *Scientia Horticulturae* 246: 418–436. DOI:[10.1016/j.scienta.2018.11.031](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.031)[Get rights and content](#)
- Kulak M, Yıldız G, Çamlıca M (2025). A bibliometric analysis of nanosolutions and crop yield improvement. In *Nanomaterials for Enhanced Plant-Based Food Production* (pp. 103–110). Academic Press. DOI:[10.1016/b978-0-443-23688-4.00024-5](https://doi.org/10.1016/b978-0-443-23688-4.00024-5)
- MacLaren C, Storkey J, Menegat A, Metcalfe H, Dehnen-Schmutz K (2020) An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. *A Review Agron Sustain Dev* 40:24. DOI:[10.1007/s13593-020-00631-6](https://doi.org/10.1007/s13593-020-00631-6).
- Mia S, Anwar M P, Islam M S, Karim S M, Asaduzzaman M, Bormon S, Gathala M K (2021). Education and research of weed science in Bangladesh: present status and directions for improvements. *Bangladesh J. Weed Sci* 7(1 and 2): 66–84.
- Mia S, Moin EH & Karim S M (2024). Global Research in Weed Science: A Bibliometric Synthesis. *Outlooks on Pest Management* 35(4):177–181.
- Montoya F G, Alcayde A, Baños R, Manzano-Agugliaro F (2018). A fast method for identifying worldwide scientific collaborations using the Scopus database. *Telematics and Informatics* 35(1): 168–185.
- Mortensen, D. A., Egan, J. F., Maxwell, B. D., Ryan, M. R., & Smith, R. G. (2012). Navigating a critical juncture for sustainable weed management. *BioScience* 62(1): 75–84.
- Neve P, Barney JN, Buckley Y, Cousens RD, Graham S, Jordan NR, Williams M (2018). Yabancı ot ekolojisi, evrimi ve yönetiminde araştırma önceliklerinin gözden geçirilmesi: Ufuk taraması. *Yabancı Ot Araştırması* 58(4): 250–258. DOI:[10.1111/wre.12304](https://doi.org/10.1111/wre.12304).
- Oerke E C (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144(1): 31–43. DOI:[10.1017/S0021859605005708](https://doi.org/10.1017/S0021859605005708).
- Önen H (2015). İstilacı yabancı türler ve istila süreçleri. Türkiye istilacı bitkiler kataloğu, S:1-13. Editör Huseyin Onen, T.C. Gıda, Tar. ve Hay. Bakanlığı. TAGEM, Bit. Sağ. Araş.Daire Başk. Türkiye, ISBN: 978-605-9175-05-0.
- Önen H (2021). Yabancı Otlar ve Herboloji (Yabancı Ot Bilimi), 2. Bölüm. “Herboloji (Yabancı Ot Bilimi): İlkeler, Kavramlar ve Uygulamalar / *Weed Science: Theory and Practice*” içinde (s. 827). Adana, 10.13140/RG.2.2.10113.99688.
- Powles SB, Yu Q (2010). Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annual Review Of Plant Biology* 61(1) 317–347. DOI:[10.1146/annurev-arplant-042809-112119](https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809-112119).
- Powles S B (2008). Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. *Pest Management Science* 64: 360–5. DOI:[10.1002/ps.1525](https://doi.org/10.1002/ps.1525).
- Radosevich S R, Holt J S, Ghera C M (2007). Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management. John Wiley & Sons.
- Rao A N, Korres N E (2023). Climate change and ecologically based weed management. Ecologically-based weed management: concepts, challenges, and limitations, 23–48. DOI:[10.1002/9781119709763.ch3](https://doi.org/10.1002/9781119709763.ch3).
- Sardana V, Mahajan G, Jabran K, Chauhan B S (2017). Role of competition in managing weeds: An introduction to the special issue. *Crop Protection* 95: 1–7. DOI:[10.1016/j.cropro.2016.09.011](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.011).
- Shaner D L, Beckie H J (2014). The future for weed control and technology. *Pest Management Science* 70(9): 1329–1339. DOI: [10.1002/ps.3706](https://doi.org/10.1002/ps.3706).
- Ulaş F, Torun Beffa R, Mennan H (2025). Global trends and research insights on herbicide resistance: a bibliometric analysis. *Phytoparasitica* 53(4): 1–19. DOI:<https://doi.org/10.1007/s12600-025-01296-1>.
- Van Eck N J, Waltman L (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics* 84(2): 523–538. DOI:[10.1007/s11192-009-0146-3](https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3).
- Wu Y, Meng S, Liu C, Gao W, Liang X Z (2023). A bibliometric analysis of research for climate impact on agriculture. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 7: 1191305. DOI:<https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1191305>