

Yabancı Ot Biliminde İnovasyon ve Teknolojik Eğilimler: Bibliyometrik Bir Analiz

Harun ALPTEKİN^{1*}, Ramazan GÜRBÜZ²

¹ Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Iğdır, Türkiye

² Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye

* Sorumlu Yazar: harun.alptekin@igdir.edu.tr

Alındı: 29/08/2025; Kabul edildi: 15/09/2025

Özet

Yabancı otlar, tarımın başlangıcından bu yana bitkisel üretimde önemli sorunların başında gelmektedir. Bu nedenle, yabancı otların neden olduğu olumsuz etkileri en aza indirmek amacıyla çeşitli mücadele yöntemleri uygulanmaktadır. Ancak geleneksel yöntemler olan mekanik toprak işleme ve yoğun herbisit kullanımı, zamanla toprak bozulmasına, verimliliğin azalmasına ve çevresel kirliliğin artmasına yol açmaktadır. Bu olumsuzluklar, sürdürülebilir yabancı ot yönetimini sağlamak için teknoloji ve inovasyona dayalı yeni yaklaşımların geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bilgisayar teknolojileri ve otomasyondaki ilerlemeler, yabancı otları kültür bitkilerinden ayırmayı ve hassas yabancı ot kontrolünü mümkün kılan makine görüşü ile küresel konumlama sistemlerine dayalı yeni yöntemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu teknolojiler, ister kimyasal ister mekanik temelli olsun, etkili ve verimli yabancı ot yönetimi için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışmada, yabancı ot bilimi alanında inovasyona ve yeni teknolojilere yönelik araştırmalar bibliyometrik yöntemlerle analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, son yıllarda "machine learning", "deep learning" ve "smart agriculture" gibi kavramların öne çıktığını ve dijital tarım teknolojilerine yönelimin giderek arttığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, yabancı ot mücadelesinde inovasyonun geleneksel kimyasal yöntemlerden uzaklaşıp sürdürülebilir, teknoloji odaklı ve entegre yaklaşımlara evrildiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, gelecekte yapay zekâ ve hassas tarım uygulamalarının yabancı ot biliminin araştırma gündeminde daha belirgin bir şekilde yer alacağını işaret etmektedir.

Akıllı tarım | Hassas tarım | Herbisit dayanıklılığı | Yabancı ot

Abstract

Weeds have been a major problem in crop production since the dawn of agriculture. Therefore, various control methods have been implemented to minimize the negative effects of weeds. However, traditional methods of mechanical tillage and intensive herbicide use have led to soil degradation, decreased fertility, and increased environmental pollution over time. These challenges have necessitated the development of new approaches based on technology and innovation to ensure sustainable weed management. Advances in computer technologies and automation have led to the emergence of new methods based on machine vision and global positioning systems that enable the separation of weeds from crops and precise weed control. These technologies, whether chemically or mechanically based, offer significant opportunities for effective and efficient weed management. This study analyzes research on innovation and new technologies in weed science using bibliometric methods. The analysis results demonstrate the prominence of concepts such as "machine learning," "deep learning," and "smart agriculture" in recent years, and the increasing focus on digital agricultural technologies. The findings reveal that innovation in weed control is evolving away from traditional chemical methods and toward sustainable, technology-driven, and integrated approaches. This suggests that artificial intelligence and precision agriculture applications will feature more prominently in the weed science research agenda in the future.

Smart agriculture | Precision agriculture | Herbicide resistance | Weed control

Çalışmanın Önemi

Geleneksel yöntemler ile yabancı otlara karşı mücadele yöntemine göre bazı olumsuzluklar olmaktadır ve bu yöntemler çoğu durumda tek başına kullanmada yetersiz kalmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir tarım sistemleri için yenilikçi, çevre dostu ve entegre yönetim stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemeler, yapay zeka, makine gücü, ve otomasyon destekli yöntemler, yabancı otların daha hassas ve etkin biçimde kontrol altına alınmasını klasik yöntemlere güçlü alternatif sunmaktadır. Bu bağlamda yabancı ot biliminde inovatif yaklaşımların bibliyometrik olarak incelenmesi, hem mevcut araştırma eğilimlerinin hemde geleceğe yönelik potansiyel stratejilerin anlaşılması için büyük önem taşımaktadır.

Significance

Traditional weed control methods have some drawbacks compared to traditional methods, and in many cases, these methods are insufficient when used alone. This has necessitated the development of innovative, environmentally friendly, and integrated management strategies for sustainable agricultural systems. Advances in computer technology, artificial intelligence, machine power, and automation-supported methods offer a powerful alternative to traditional methods for more precise and effective weed control. In this context, a bibliometric analysis of innovative approaches in weed science is crucial for understanding both current research trends and potential future strategies.

1. Giriş

Hızla artan dünya nüfusu, tarımsal ürünlere olan talebi artırmaktadır. Bu artışı karşılamak amacıyla küresel ürün üretiminin 2050 yılına kadar iki katına çıkması gerekmektedir (Ray vd., 2013). Bitkisel üretimin artırılması, beslenme ihtiyacını karşılamak adına kritik bir gerekliliktir (Foley vd., 2011). Gıda üretimi için yeni tarım arazileri açmak yerine, sürdürülebilir yöntemlerle ürün verimini artırmak öncelikli hedef olmalıdır (Demirbaş ve Atış, 2005; Godfray vd., 2010; Ray vd., 2013; Gerten vd., 2020). Fakat küresel üretimi kısıtlayan biyotik ve abiyotik faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerin başında yabancı otlar gelmektedir (Chhokar vd., 2012; Hussain vd., 2021). Yabancı otlar, tarımsal üretimde ürün verimini ve kalitesini olumsuz etkileyen (Alptekin ve Gürbüz, 2022; Bozhüyük vd., 2022; Alptekin vd., 2022; Tülek vd., 2022; Alptekin vd., 2023a; Gürbüz vd., 2024), en önemli biyotik stres faktörlerinden biridir (Oerke, 2006; Heap, 2025).

Yabancı otlar, kontrol altına alınmadığı takdirde ışık, su ve besin maddeleri gibi kaynaklar için rekabet ederek ürün verimini önemli ölçüde azaltmakta, böylece küresel gıda güvenliği üzerinde doğrudan tehdit oluşturmaktadır (Oerke, 2006; Chhokar vd., 2012; Kaur vd., 2018). Yabancı ot mücadelesi büyük ölçüde kimyasal herbisitlere dayanmaktadır (Heap, 2025; Duke, 2012; Carvalho, 2017; Alptekin vd., 2023a). Herbisit kullanımında, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de yıllar geçtikçe bir artış gözlemlenmiştir. 1947 yılında ilk seçici herbisit olan 2,4-D'nin piyasaya sürülmesiyle birlikte, herbisitler dünya genelinde yabancı ot yönetiminde önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Ancak yanlış, yoğun ve tekrarlı kullanımlar, hem çevresel ve ekolojik sorunları hem de herbisite dayanıklı yabancı ot popülasyonlarının gelişimini beraberinde getirmiştir (Vrbničanin vd., 2017; Peterson vd., 2018; Heap, 2025). Günümüzde herbisit direnci, modern tarımın karşılaştığı en büyük problemlerden biri haline gelmiştir (Bo vd., 2017; Perotti vd., 2020).

Çeşitli yabancı ot kontrol teknikleri arasında, herbisitli yabancı ot yönetimi çiftçiler için daha etkili ve güvenilirdir. Gelişmekte olan ülkelerde, fiziksel veya mekanik yabancı ot kontrolü daha yaygınken, gelişmiş ve teknolojik olarak gelişmiş bölgelerde kimyasal yabancı ot kontrolü baskındır (Chauhan, 2012; Chauhan ve Gill 2014). Yalnızca herbisitlere bağımlılıktan uzaklaşma ihtiyacı giderek artmaktadır. Sonuç olarak, kültürel, mekanik, fiziksel, biyolojik ve ekolojik yöntemlerin bir kombinasyonuna dayanan yabancı ot yönetim sistemleri, sentetik herbisitlerin kullanımını önlemek veya azaltmak için önem kazanmaktadır (Restuccia ve Scavo, 2023). Yenilikçi yabancı ot yönetim stratejileri, geleneksel tarım uygulamalarının sınırlamalarını ele almak ve sürdürülebilirliği artırmak için gereklidir. Yenilikçi yabancı ot yönetimi stratejileri, geleneksel tarım uygulamalarının sınırlamalarını ele almak ve sürdürülebilirliği artırmak için gereklidir. Bu durum, yabancı ot biliminin yeni arayışlara yönelmesini zorunlu

kılmaktadır. Geleneksel yöntemlerin sınırlılıkları, sürdürülebilir tarım için inovatif yaklaşımları gündeme taşımıştır. (Villalobos ve Fereres 2016; Westwood vd., 2018; Sarwar ve Asif, 2024). Örtü bitkisi uygulamaları, malçlama, biyolojik mücadele, biyoherbisitler, hassas tarım teknolojileri, yapay zekâ destekli erken tespit sistemleri ve nano-herbisitler, kimyasal girdilere olan bağımlılığı azaltırken toprak sağlığını ve ekosistem hizmetlerini destekleyen alternatifler olarak öne çıkmaktadır (Liebman ve Davis, 2009; Westwood vd., 2018; Sarwar ve Asif, 2024). Entegre Yabancı Ot Yönetimi (EAY) çerçevesinde farklı yöntemlerin bir arada kullanılması, hem direnç gelişim riskini azaltmakta hem de sürdürülebilir üretim hedefleriyle uyumlu çözümler sunmaktadır (Harker ve O'Donovan, 2013; Fernando ve Shrestha, 2023).

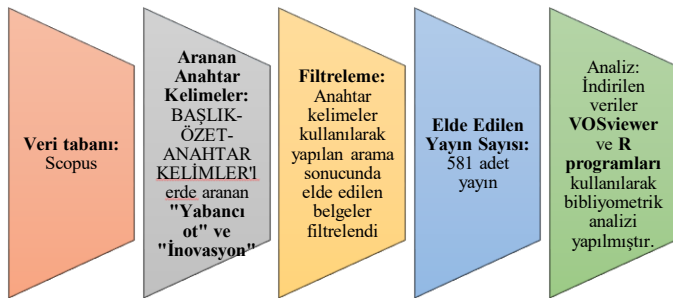
Son yıllarda yabancı ot bilimi alanındaki araştırmalar, inovasyon odaklı yeni yöntemlere yönelmiştir (Kavya ve Nisarga, 2025). Bu alandaki bilimsel ilgideki artış, literatürde yayımlanan çalışmaların sayısındaki belirgin yükselişe de desteklenmektedir. Ancak mevcut literatürün tematik eğilimleri, bölgesel dağılımları, disiplinlerarası iş birlikleri, en etkili yazarlar ve kaynak dergiler gibi yapısal özelliklerini analiz edebilmek için bibliyometrik analizler son derece yararlı araçlar sunmaktadır (Aria ve Cuccurullo, 2017; Donthu vd., 2021; Niknejad vd., 2021; Özbakır, 2023). Bibliyometrik analiz, özellikle son yıllarda birçok disiplinde literatür haritalaması, araştırma boşluklarının belirlenmesi ve gelecek çalışmalara yön verilmesi açısından güçlü bir yöntem haline gelmiştir (Zupic ve Čater, 2015; Kulak, 2018; Kulak vd., 2019; Kulak ve Kilic, 2020; Mühl ve De Oliveira, 2022; Alptekin vd., 2023b; Ulaş vd., 2025; Kulak vd., 2025). Yabancı ot biliminde inovasyona yönelik araştırmaların bibliyometrik olarak incelenmesi, bu alandaki akademik eğilimlerin, gelişim dinamiklerinin ve küresel araştırma ağlarının kapsamlı şekilde ortaya konulmasını sağlamaktadır. Ayrıca, en sık kullanılan anahtar kelimeler, en çok atıf alan makaleler ve etkili kurumlar gibi göstergeler aracılığıyla alanın gelişimsel rotası belirlenebilmektedir (van Eck ve Waltman, 2010). Yabancı ot bilimi alanındaki bibliyometrik analizler, literatürün küresel boyutta haritalanmasına ve yayın eğilimlerinin anlaşılmasına imkan tanır. Ağustos 2024'te yayımlanan "Global Research in Weed Science: A Bibliometric Synthesis" adlı çalışma, yaklaşık 48.000 makale ve 115.000 atıf içeren veriyle bu alandaki araştırma dinamiklerini detaylandırmıştır (Mia vd., 2024). Başka bir çalışmada tam parazit bir yabancı ot türü olan *Orobancha crenata*'nın yayılımı çalışıldığı alanlar ilgili bibliyometrik analiz yapılmıştır (El Amri vd., 2023). Alptekin vd., (2023) ise herbisit dayanıklılığı ile epigenetik ilişkisinin konu aldığı çalışmaların bibliyometrik analizini yapmıştır. Ayrıca, 2025 yılında yayımlanan başka bir analizde, 1980–2024 dönemindeki herbisit direnci üzerine yayınlar kapsamlı biçimde incelenmiştir (Ulaş vd., 2025).

Yabancı ot yönetimi alanında, bibliyometrik analizler, bilimsel bilginin gelişimini ve araştırma eğilimlerini sistematik olarak ortaya koyan güçlü bir araçtır. Özellikle herbisit direnci, dijital tarım teknolojileri ve sürdürülebilir yabancı ot yönetimi gibi kritik temaların hangi dönemde önem kazandığı bibliyometri ile net şekilde izlenebilmektedir. Yabancı ot biliminin çok disiplinli yapısı göz önünde bulundurulduğunda, bibliyometrik yaklaşımlar araştırmacılar arasında işbirliği olanaklarını da görünür kılarak hem akademik hem de pratik düzeyde stratejik katkılar sağlamaktadır.

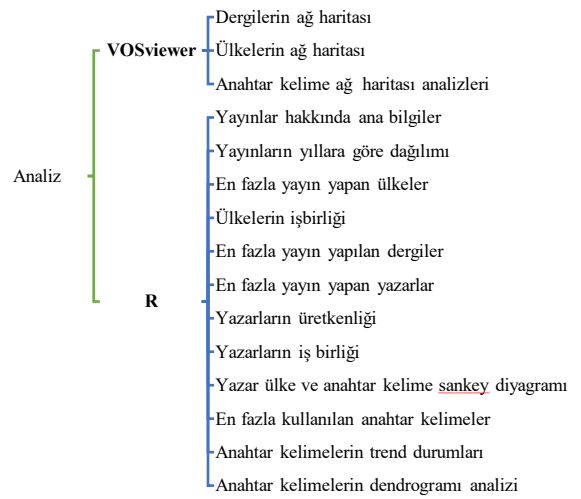
Bu çalışmanın amacı, yabancı ot biliminde inovasyon üzerine yayımlanmış uluslararası literatürü bibliyometrik yöntemlerle analiz ederek; zaman içinde yayın eğilimlerini, en etkili yazarları, ülkeleri, işbirlikçi ağları ve anahtar kelime temalarını belirlemek, böylece alanın mevcut durumunu ve gelecek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

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, yabancı ot biliminde inovasyon ile ilgili yapılan bilimsel yayınların bibliyometrik analizini gerçekleştirmek amacıyla yürütülmüştür. Bibliyometrik analiz bilimsel alanlardaki literatürün gelişimini görselleştirmek için farklı çalışmalarda kullanılmıştır (Jimoh vd., 2022; Arruda vd., 2022; Ali vd., 2022). Veriler, Elsevier tarafından sağlanan Scopus veri tabanından elde edilmiştir. Scopus veri tabanında "yabancı ot" ve "inovasyon" anahtar kelimeleri yazılarak arama yapılmıştır. Yayın yılı sınırlaması olmaksızın yapılan arama sonucunda elde edilen toplam 581 yayın, bibliyometrik analiz için indirilmiştir. Veriler CSV formatlarında dışa aktarılmıştır. Bibliyometrik analiz sürecinde iki farklı analiz programı; VOSviewer (versiyon 1.6.20) ve R Bibliometrix (R Studio, versiyon 4.3.1, bibliometrix paketi 4.1.2) kullanılmıştır (Arruda vd., 2022). Bibliyometrik analiz için veri indirme ve analiz yapma şeması Şekil 1'de verilmiştir. Bibliyometrik analizi için kullanılan VOSviewer ve R programları arında farklı analizler yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Bibliyometrik analiz için veri indirme ve analiz yapma şeması



Şekil 2. Çalışmada kullanılan Vosviwer ve R analiz çeşitleri

3. Bulgular ve Tartışma

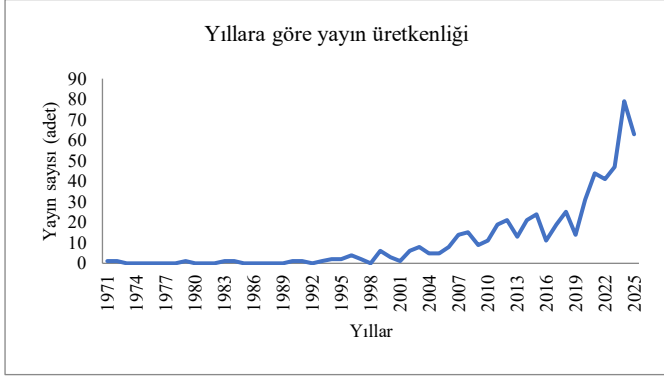
Yabancı otlar tarım ve tarım dışı alanlarda önemli sorunlar oluşturmaktadır. Yabancı otlarla mücadelede özellikle son yıllarda yenilikçi yaklaşımlar aranmakta ve bu yenilikçi yaklaşımlar üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu yenilikçi yaklaşımlara yönelik yapılan çalışmalar ile ilgili yapılan yayınların ana bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yayınlar hakkında ana bilgiler

Veriler hakkında temel bilgiler	Sonuçlar
Zaman Aralığı	1971:2025
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar vb.)	389
Belgeler	581
Yıllık Büyüme Oranı %	7.97
Belge Ortalama Yaşı	8.05
Belge Başına Ortalama Atıf Sayısı	26.38
Anahtar Kelimeleri	2143
Yazarlar	
Yazarlar	2315
Tek Yazarlı Belgelerin Yazarları	86
Tek Yazarlı Belgeler	90
Belge Başına Ortak Yazar Sayısı	4,34
Uluslararası Ortak Yazarlık %	23.58
Belge türleri	
Makale	339
Kitap	5
Kitap bölümü	55
Konferans bildirisi	65
Konferans incelemesi	3
Editöryal	3
Derleme makale	108
Kısa makale	3

Yabancı ot biliminde inovasyon çalışmaları olarak, 1971 ile 2025 yılları arasında 389 kaynaktan 581 belge elde edilmiştir. Ortalama belge yaşı 8 yıllık ve belge başına 26,38 atıf ile %7,97'lik yıllık büyüme oranı

göstermektedir. Toplam 2.315 yazar katkıda bulunmuş, makale başına ortalama 4,34 ortak yazar ve %23,6'lık bir uluslararası iş birliği oranı, orta düzeyde ancak genişleyen bir küresel ağa işaret etmektedir. Yayınların çoğu araştırma makaleleri (339), ardından derleme makaleler (108), konferans bildirileri (65) ve kitap bölümleri (55) oluşturmaktadır (Çizelge 1). Yıllara göre yayın üretkenliği Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Yıllara göre yayın üretkenliği

Yabancı ot bilimi inovasyonunda yıllık bilimsel üretim 1971'den 2000'li yılların başına kadar çok düşük ve sabit olmaktadır. 2000'den sonra istikrarlı bir artış başladı ve ardından 2015'ten itibaren keskin bir yükseliş yaşandı. En belirgin büyüme 2020 ile 2024 yılları arasında gerçekleşti ve 2024'te 79 makaleyle zirveye ulaşmıştır. 2025'te hafif bir düşüş (63 makale) olsa da, genel eğilim, değerlendirildiğinde, özellikle son yirmi yılda bu konuda yayın sayısında artışlar olduğu görülmektedir (Şekil 3). Yabancı otlar tarım yapıldığından beri kültür bitkilerinde önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır (Oerke, 2006). Fakat yabancı ot mücadelesinde kullanılan geleneksel yöntemlerin maliyetleri, zaman almaları ile herbisitlerden kaynaklanan olumsuzluklardan dolayı son zamanlarda yabancı ot mücadelesinde inovasyona yönelmiştir (Liebman ve Davis, 2009; Westwood vd., 2018; Sarwar ve Asif, 2024) (Şekil 3). En fazla yayın yapan ülkeler Çizelge 2'de verilmiştir.

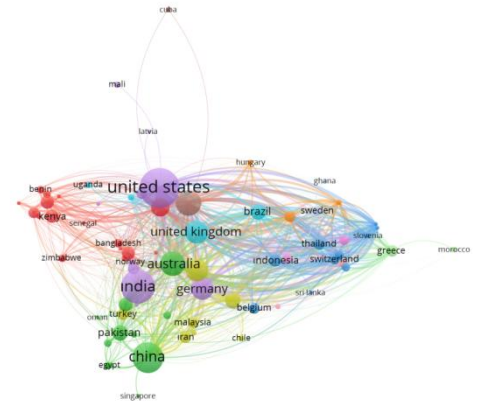
Çizelge 2. En fazla yayın yapan ülkeler

Ülke	Yayın sayısı (adet)
Amerika Birleşik Devletleri	110
Hindistan	77
Çin	64
Fransa	43
Avustralya	42
İngiltere	37
İtalya	35
Almanya	34
Hollanda	24
Brezilya	17
İspanya	17
Pakistan	16

Türkiye

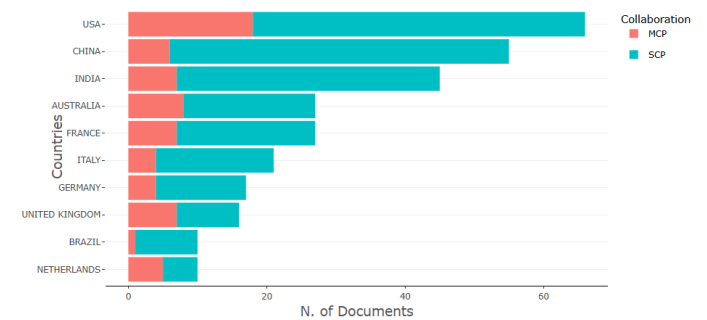
10

Yabancı ot bilimi alanında inovasyona yönelik toplam 92 ülke kaynaklı yayın belirlenmiş. En fazla katkı sağlayan ülke 110 yayın ile Amerika Birleşik Devletleri olurken, onu 77 yayın ile Hindistan ve 64 yayın ile Çin takip etmiştir. Avrupa'da Fransa (43) ve İngiltere (37) öne çıkan ülkeler arasında yer almıştır. Türkiye ise 10 yayın ile 20. sırada yer almış ve bu alandaki uluslararası araştırma ağına katkı sunan ülkeler arasında yer almıştır (Çizelge 2). Ülkelerin ağ haritası Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Ülkelerin ağ haritası

Ülkeler arası işbirliği ağ haritasında renkler, farklı işbirliği kümelerini göstermektedir. Mor kümede Amerika Birleşik Devletleri merkezde yer almakta ve en geniş uluslararası bağlantılara sahiptir. Sarı kümede Hindistan merkezde bulunmakta, Almanya ile birlikte güçlü bir işbirliği ağı oluşturmaktadır. Yeşil kümede Çin öne çıkmakta, Pakistan, Malezya, İran, Mısır ve Singapur gibi ülkeler bu ağda yer almaktadır. Kırmızı kümede Kenya, Uganda, Benin, Senegal ve Zimbabwe gibi Afrika ülkeleri bölgesel işbirliği yapıları sergilemektedir. Mavi kümede ise Yunanistan, İsviçre, İsveç, Slovenya ve Tayland gibi ülkeler öne çıkmaktadır. Türkiye'nin bulunduğu kümede ise İtalya öncü konumda yer almış olup, bu kümede Malezya, İran, Suudi Arabistan gibi ilkeler yer almaktadır (Şekil 4). Sorumlu yazarların ülkelerine göre yayın dağılımı ve uluslararası işbirlikleri Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Sorumlu yazarların ülkelerine göre yayın dağılımı ve uluslararası işbirlikleri

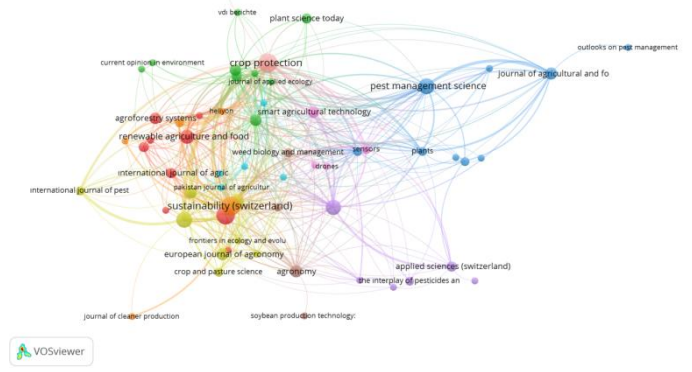
Bu konuda en fazla yayın yapan ABD'nin bu yayınların önemli kısmının çok uluslararası işbirlikleri (MCP) ile gerçekleştirildiği görülmektedir. ABD'yi Çin ve Hindistan takip etmiş, her iki ülke de yüksek sayıda yayın üretmiş ancak özellikle Çin'de tek ülke kaynaklı yayınların (SCP) belirgin olduğu dikkat çekmektedir. Avustralya, Fransa, İtalya, Almanya ve İngiltere'de uluslararası işbirliklerinde öne çıkan ülkeler arasında yer almaktadır. Brezilya, Hollanda, Yunanistan ve Endonezya orta düzeyde katkı sağlarken; Türkiye ise daha çok tek ülke kaynaklı çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Şekil 5). İlgili yazara göre en üretken ülkelerin sıklığını göstermektedir ve ayrıca çok ülkeli yayınların (MCP) ve tek ülkeli yayınların (SCP) oranlarını göstermektedir. Yüksek vasıflı araştırmacıları bir araya getirerek kalite standartlarını geliştirmek için laboratuvarlar arasında bilgi ve deneyim paylaşımı için uluslararası iş birliği önemlidir (Jimoh vd., 2022; Montoya vd., 2018). En fazla yayım yapılan dergiler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. En fazla yayın yapan dergiler

Dergiler	h_index	AS	YS	BY
Crop Protection	10	470	14	2007
Sustainability (Switzerland)	9	240	14	2018
Acta Horticulturae	3	21	13	1999
Agricultural Systems	10	515	10	1997
Pest Management Science	7	525	10	2005
Agriculture (Switzerland)	5	336	9	2017
Renewable Agriculture and Food Systems	8	275	8	2004
Agronomy for Sustainable Development	7	552	8	2008
Field Crops Research	6	573	6	2011
Journal of Agricultural and Food Chemistry	5	217	6	2010
Agronomy	4	136	6	2021
European Journal of Agronomy	4	373	6	2011

AT; atıf sayısı, YS; yayın sayısı, BY; başlama yılı

Yabancı ot bilimi alanında inovasyona yönelik 389 kaynaklı yayın elde edilmiş olup, en fazla yayın yapılan dergi Crop Protection olup, 14 yayın ve 470 atıf ile öne çıkmaktadır. Aynı sayıda yayınlı (14) Sustainability (Switzerland) da 2018 yılında ilk yayın yapmasına rağmen önemli sayıda yayın katkısında bulunmuştur. Acta Horticulturae daha eski tarihlerden (1999) itibaren katkı sunm ile katkıda bulunmuştur. Agriculture (Switzerland), Renewable Agriculture and Food Systems ve Agronomy for Sustainable Development dergileri orta düzeyde yayın sayısına sahip olmuşlardır. Agronomy dergisi ise 2021 yılında bu konuda ilk yayın yapmasına rağmen 6 yayınlı bu alana önemli katkı sağladığı görülmektedir. Bu alanda yapılan yayınların hem tarla bitkileri ve zararlı yönetimi odaklı dergilerde hem de sürdürülebilir tarım temalı dergilerde yoğunlaştığı görülmektedir (Çizelge 3). Dergilerin ağ grafiği analizi Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Dergilerin ağ grafiği analizi

Dergiler arası işbirliği ağında farklı kümeler belirginleşmektedir. Crop Protection merkezi bir konumda bulunmaktadır. Sustainability (Switzerland) ve Renewable Agriculture and Food Systems dergileri sarı-kırmızı kümelerde yer almakta, sürdürülebilirlik ve tarımsal dönüşüm konularında yoğunlaşmaktadır. Pest Management Science mavi kümenin merkezinde bulunmakta ve zararlı yönetimi odaklı dergilerle güçlü bağlara sahip olmuştur. Ağ yapısı incelendiğinde yabancı ot bilimi ve inovasyon çalışmalarının çok disiplinli bir yapıya sahip olduğunu; bitki koruma, sürdürülebilir tarım, zararlı yönetimi ve agronomi ekseninde farklı göstermektedir (Şekil 6). En fazla yayın yapan yazarlar Çizelge 4'te verilmiştir.

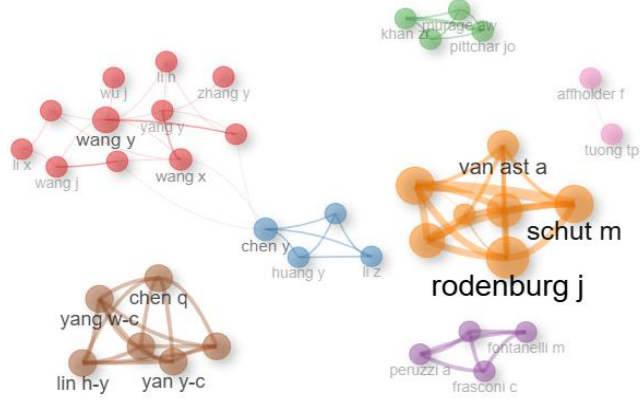
Çizelge 4. En fazla yayın yapan yazarlar

Author	h_index	AS	YS	BY
Rodenburg J	6	373	7	2012
Wang Y	3	87	6	2021
Klerkx L	5	242	5	2015
Li X	5	92	5	2018
Schut M	5	242	5	2015
Wang J	2	30	5	2018
Wang X	2	21	5	2021
Bastiaans L	4	232	4	2015
Chauhan Bs	4	518	4	2012
Kayeke J	4	232	4	2015
Van Ast A	4	220	4	2007
Chen Y	3	66	4	2021
Khan Zr	3	301	4	2012
Yang Y	3	40	4	2021
Wu J	2	107	4	2007
Zhang Y	2	53	4	1999

AT; atıf sayısı, YS; yayın sayısı, BY; başlama yılı

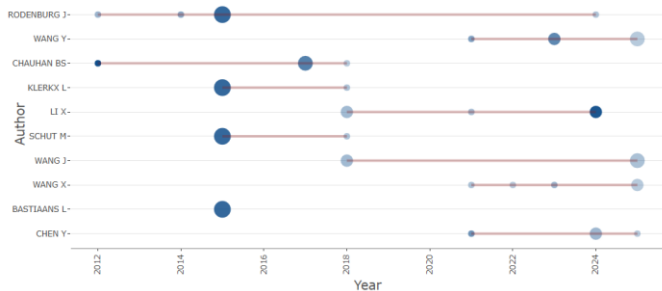
Yabancı ot bilimi alanında inovasyona yönelik 2.315 yazar katkı sağlamış olup, en fazla yayın yapan yazarlar arasında Rodenburg J. öne çıkmakta, 7 yayını ve 373 toplam atıf ile öne çıkmaktadır. 2015 yılından itibaren katkı sunan Klerkx L. ve Schut M. ise 5'er yayın üretmiştir. 2018 sonrası dönemde Li X. ve Wang J. gibi yazarlar 5'er yayına ulaşarak kısa sürede üretkenlik

göstermiştir. Benzer şekilde 2021'den itibaren alana katılan Wang Y., Wang X., Chen Y. ve Yang Y. kısa süre içinde 4-6 yayınlı dikkat çekmiştir. Bu alana katkı sağlayan yazarlar 2010'lardan sonra yayın sayısında belirgin bir artış gözlenmiş, özellikle 2018 ve sonrasında birçok yeni araştırmacı hızlı biçimde alana dahil olmuştur (Çizelge 4). Yazarların ağ grafiği Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Yazarların ağ grafiği analizi

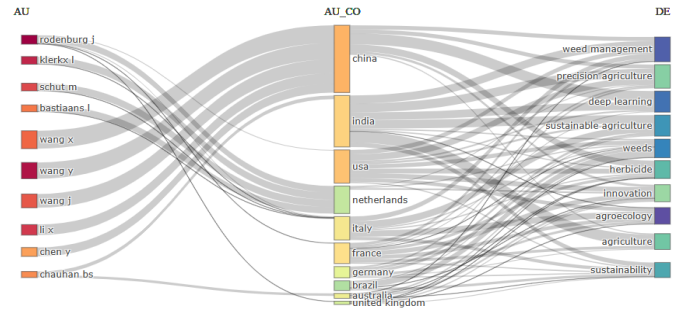
Ortak yazarlık ağı incelendiğinde, Rodenburg J., Schut M. ve Van Ast A. merkezli turuncu küme en güçlü işbirliği grubunu oluşturmaktadır. Bu küme, alanın etkili ve uzun süredir katkı sağlayan araştırmacılarını içermektedir. Kırmızı kümede Wang Y., Wang J., Wang X., Li X. ve Zhang Y. gibi yazarlar yer almakta olup, özellikle 2018 sonrası dönemde üretkenlik göstermiş genç araştırmacılardan oluşmaktadır. Kahverengi kümede Chen Q., Yang W-C., Yan Y-C. ve Lin H-Y. yer almakta ve yoğun karşılıklı işbirlikleri dikkat çekmektedir. Mavi kümede Chen Y., Huang Y. ve Li Z. küçük bir ağ oluştururken; mor kümede Fontanelli M., Peruzzi A. ve Frascioni C. birlikte çalışmalarıyla öne çıkmaktadır. Ağ, hem köklü araştırmacılar etrafında şekillenen güçlü merkezler hem de son dönemde ortaya çıkan genç araştırmacı gruplarının katkılarıyla çok merkezli bir yapıya sahiptir (Şekil 7). Yazarların zamana göre üretkenliği Şekil 8'de sunulmuştur.



Şekil 8. Yazarların zamana göre üretkenliği

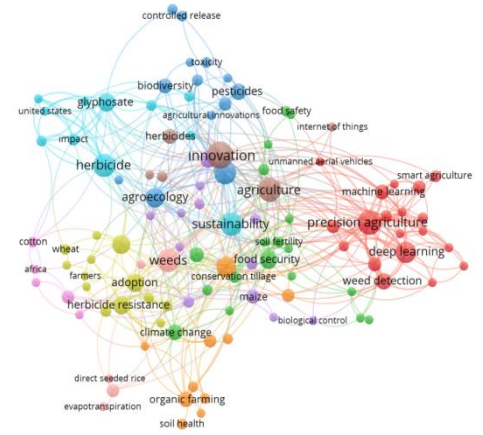
Zaman içinde üretkenlik incelendiğinde, Rodenburg J. 2012'den bu yana düzenli yayın yapan en istikrarlı yazarlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Chauhan B.S. de

benzer şekilde 2012'den itibaren uzun süreli katkı sunmuştur. 2015 yılında Klerkx L., Schut M. ve Bastiaans L. alana dahil olmuş ve kısa sürede etkili yayınlar üretmiştir. 2018 sonrası dönemde Li X. ve Wang J. düzenli yayınlarıyla dikkat çekmiş, özellikle 2021'den itibaren Wang Y., Wang X. ve Chen Y. üretkenliklerini artırmıştır (Şekil 8). çalışmalarda yer alan öncü yazarları (AU), bunların ait olduğu ülkeleri (AU_CO) ve ilişkili oldukları anahtar kelimeleri (ID) sankey diyagramı Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Yazar - ülke ve anahtar kelime sankey diyagramı

Yazarların uluslararası işbirlikleri ve odaklandıkları araştırma konularını değerlendirildiğinde, Rodenburg J., Klerkx L., Schut M. ve Bastiaans L. ağırlıklı olarak Hollanda üzerinden uluslararası işbirlikleri yürütmekte ve “sürdürülebilir tarım”, “inovasyon” ve “agroekoloji” konularına odaklanmaktadır. Çin merkezli yazarlar olan Wang X., Wang Y., Wang J., Li X. ve Chen Y. ise özellikle “yabancı ot yönetimi”, “hassas tarım”, “derin öğrenme” ve “herbisitler” gibi temalarda yoğunlaşmıştır. Chauhan B.S. Hindistan bağlantılı çalışmalarıyla öne çıkmakta ve özellikle “yabancı ot yönetimi” ve “sürdürülebilir tarım” konularına katkı sağlamaktadır. ABD, Fransa, Almanya, İtalya ve Birleşik Krallık da farklı temalarla bu işbirlikleri ağında yer almakta, böylece konu yelpazesi “tarım” ve “sürdürülebilirlikten” “inovasyon” ve “biyoteknolojiye” kadar genişlemektedir (Şekil 9). Anahtar kelimelerin ağ haritası Şekil 10'de verilmiştir.



Şekil 10. Anahtar kelime ağ haritası

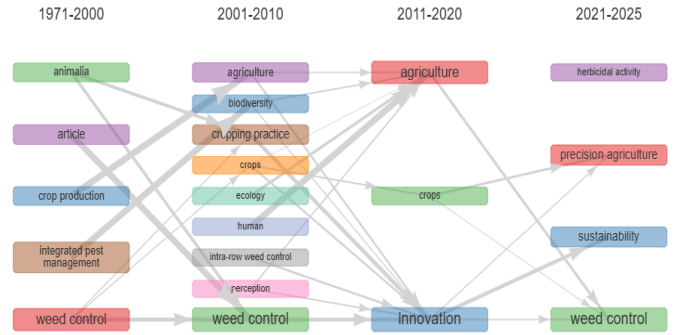
Anahtar kelime ağı incelendiğinde, araştırmaların birkaç ana tema etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Mavi küme “herbicide (herbisit)”, “glyphosate (glifosat)” ve “pesticides (pestisitler)” gibi kavramlar etrafında şekillenmiş olup kimyasal yabancı ot kontrolü ve çevresel etkilerine odaklanmaktadır. Yeşil küme “sustainability (sürdürülebilirlik)”, “agriculture (tarım)”, “food security (gıda güvenliği)” ve “soil fertility (toprak verimliliği)” kavramlarıyla sürdürülebilir tarım, gıda güvenliği ve ekosistem hizmetlerini temsil etmektedir. Kırmızı küme “precision agriculture (hassas tarım)”, “deep learning (derin öğrenme)”, “machine learning (makine öğrenmesi)”, “smart agriculture (akıllı tarım)” ve “weed detection (yabancı ot tespiti)” gibi terimlerle dijital tarım teknolojileri ve yapay zekâ uygulamalarını öne çıkarmaktadır. Sarı küme “weeds (yabancı otlar)”, “herbicide resistance (herbisit direnci)”, “adoption (benimseme)”, “farmers (çiftçiler)” ve “climate change (iklim değişikliği)” gibi konularla direnç, yayılım ve çiftçi düzeyinde benimseme süreçlerine odaklanmaktadır. Daha küçük kümelerde ise “organic farming (organik tarım)”, “biological control (biyolojik mücadele)” ve “biodiversity (biyolojik çeşitlilik)” gibi alternatif ve ekolojik yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır. Ağ yapısı yabancı ot bilimi ve inovasyon araştırmalarının çok disiplinli bir zemine oturduğunu, kimyasal kontrol, sürdürülebilirlik, dijital tarım ve ekolojik yöntemler ekseninde yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 10). En fazla kullanılan anahtar kelimeler Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 11. En sık kullanılan anahtar kelimeler

Yabancı ot bilimi alanındaki inovasyon araştırmalarının odak noktalarını açıkça göstermektedir. En büyük ve en sık kullanılan kavramlar arasında innovation, precision agriculture, agriculture, weeds, sustainability, sustainable agriculture, herbicide ve weed management yer almakta, bu da araştırmaların temel eksenini ortaya koymaktadır. Ayrıca deep learning, machine learning, weed detection, smart agriculture gibi terimlerin öne çıkması dijital tarım teknolojilerinin önem kazandığını göstermektedir. Herbicide resistance,

glyphosate, crop protection, pesticides gibi anahtar kelimeler ise kimyasal kontrol ve direnç çalışmalarının yoğunluğunu işaret etmektedir. Bunun yanında food security, agroecology, organic farming, biodiversity ve climate change gibi kavramlar da sürdürülebilirlik ve ekolojik perspektifin araştırmalarda önemli bir yer tuttuğunu ortaya koymaktadır. Ağ, bu alanın hem geleneksel (herbisit, yabancı ot yönetimi) hem de modern (yapay zekâ, hassas tarım) yöntemleri kapsayan çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 11). Anahtar kelimeler, bir literatürün altta yatan araştırma yönünü temsil eden ifadelerdir. Sonuç olarak, anahtar kelime analizi araştırma sıcak konularının haritalanmasını sağlar ve belirli bir bilimsel alandaki araştırma yönünü ve boşlukları tespit etmeye yardımcı olur (Jimoh vd., 2022 ; Xiang vd., 2017). Anahtar kelimelerin zaman içindeki evrimi (1971–2025) Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Anahtar kelimelerin zaman içindeki evrimi (1971–2025)

Anahtar kelimelerin zaman içindeki değişimi incelendiğinde, 1971–2000 döneminde araştırmaların daha çok weed control, crop production ve integrated pest management gibi temel ve uygulamalı konulara yoğunlaştığı görülmektedir. 2001–2010 yılları arasında agriculture, biodiversity, cropping practice ve ecology gibi kavramlar öne çıkarak çalışmalara ekolojik ve tarımsal çeşitlilik boyutu kazandırmıştır. 2011–2020 döneminde ise innovation kavramının merkeze yerleştiği, ayrıca agriculture ve crops odaklı araştırmaların devam ettiği dikkat çekmektedir. En güncel dönem olan 2021–2025 aralığında ise çalışmaların yönünün precision agriculture, sustainability ve herbicidal activity gibi daha ileri teknoloji ve sürdürülebilirlik temelli kavramlara kaydığı görülmektedir. Bu eğilim, yabancı ot bilimi araştırmalarının klasik kontrol yöntemlerinden dijital teknolojiler, sürdürülebilirlik ve yenilik odaklı modern yaklaşımlara doğru evrildiğini ortaya koymaktadır (Şekil 12). Tematik harita analizi Şekil 13’te verilmiştir.

araştırmaların odak noktasını oluşturmaya devam edeceği öngörülmektedir.

Etik Standartlar Beyanı

Bu belgeyle, bu çalışmanın hazırlanması sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve kullanılan tüm kaynakların kaynakça listesinde belirtildiği beyan edilir.

Yazar Katkı Beyanı

Yazar-1: Kavramsallaştırma, araştırma, metodoloji ve yazılım, görselleştirme ve yazım – orijinal taslak.

Yazar-2: Kavramsallaştırma, araştırma, metodoloji ve yazılım, denetim ve yazım – inceleme ve düzenleme.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, bu makalede rapor edilen çalışmayı etkileyebilecek bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya kişisel ilişki bulunmadığını beyan ederler.

Veri Erişilebilirlik Beyanı

Bu çalışma sırasında üretilen veya analiz edilen tüm veriler, yayımlanan bu makale içinde yer almaktadır.

Kaynaklar

Ali, N.I.M., Aiyub, K., Lam, K.C., ve Abas, A. (2022). A bibliometric review on the inter-connection between climate change and rice farming. *Environmental Science and Pollution Research*, **29**(21), 30892–30907.

<https://doi.org/10.1007/s11356-022-18880-1>

Alptekin, H. ve Gürbüz, R. (2022). The effect of organic mulch materials on weed control in cucumber (*Cucumis sativus* L.) cultivation. *Journal of Agriculture*, **5**(1), 68–79.

<https://doi.org/10.46876/ja.1126331>

Alptekin, H., Gürbüz, R., ve Aydın, A. (2023b). Herbisitlere dayanıklılık ile ilgili yapılan epigenetik çalışmaların bibliyometrik analizi. *Turkish Journal of Weed Science*, **26**(3), 211–224.

Alptekin, H., Gürbüz, R., Özkan, A., ve Kulak, M. (2023a). Management of weeds in maize by sequential or individual applications of pre- and post-emergence herbicides. *Agriculture*, **13**(2), 421.

<https://doi.org/10.3390/agriculture13020421>

Alptekin, H., Gürbüz, R., Özkan, A., ve Usanmaz Bozhüyük, A. (2022). Determination of weed problem and chemical control status of Mardin province. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **23**(1), 84–93.

<https://doi.org/10.17474/artvinofd.1051489>

Aria, M. ve Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, **11**(4), 959–975.

<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Arruda, H., Silva, E.R., Lessa, M., Proença Jr, D., ve Bartholo, R. (2022). VOSviewer and bibliometrix. *Journal of the Medical Library Association (JMLA)*, **110**(3), 392.

<https://doi.org/10.5195/jmla.2022.1434>

Bo, A.B., Won, O.J., Sin, H.T., Lee, J.J., ve Park, K.W. (2017). Mechanisms of herbicide resistance in weeds. *Korean Journal of Agricultural Science*, **44**(1), 1–15.

<https://doi.org/10.7744/kjoas.20170001>

Bozhüyük, A.U., Gürbüz, R., Alptekin, H., ve Kaycı, H. (2022). The use of different waste mulch materials against weeds which are problems in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, **36**(2), 226–232.

<https://doi.org/10.15316/sjafs.2022.029>

Carvalho, F.P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, **6**(2), 48–60.

<https://doi.org/10.1002/fes3.108>

Chauhan, B.S. (2012). Weed ecology and weed management strategies for dry-seeded rice in Asia. *Weed Technology*, **26**(1), 1–13.

<https://doi.org/10.1614/WT-D-11-00105.1>

Chauhan, B.S. ve Gill, G. (2014). Ecologically based weed management strategies. In B.S. Chauhan ve G. Mahajan (Ed.), Recent advances in weed management (pp. 1–20). *Springer*.

https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1019-9_1

Chhokar, R.S., Sharma, R.K., ve Sharma, I. (2012). Weed management strategies in wheat – A review. *Journal of Cereal Research*, **4**(2), 81–93.

Demirbaş, N. ve Atış, E. (2005). Türkiye tarımında gıda güvencesi sorununun buğday örneğinde irdelenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **42**(1), 179–190.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., ve Lim, W.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, **133**, 285–296.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

Duke, S.O. (2012). Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? *Pest Management Science*, **68**(4), 505–512.

<https://doi.org/10.1002/ps.2333>

El Amri, M., Khayi, S., Triqui, Z. E. A., Amri, M., & Mentag, R. (2023). Orobanche crenata: A Bibliometric Analysis of a Noxious Parasitic Plant. *Plant Disease*, **107**(11), 3332–3343.

<https://doi.org/10.1094/pdis-10-22-2478-sr>

Fernando, M. ve Shrestha, A. (2023). The potential of cover crops for weed management: A sole tool or component of an integrated weed management system? *Plants*, **12**(4), 752.

<https://doi.org/10.3390/plants12040752>

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., ve Zaks, D.P.M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, **478**(7369), 337–342.

<https://doi.org/10.1038/nature10452>

Gerten, D., Heck, V., Jägermeyr, J., Bodirsky, B.L., Fetzer, I., Jalava, M., ... Schellnhuber, H.J. (2020). Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. *Nature Sustainability*, **3**(3), 200–208.

<https://doi.org/10.1038/s41893-019-0465-1>

Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F. ve Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, **327**(5967), 812–818.

<https://doi.org/10.1126/science.1185383>

Gürbüz, R. ve Alptekin, H. (2024). Effect of pre- and post-emergence herbicides on weed control and yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi (TUTAD)*, **11**(2), 141–156.

<https://doi.org/10.19159/tutad.1412074>

Harker, K.N. ve O'Donovan, J.T. (2013). Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Technology*, **27**(1), 1–11.

<https://doi.org/10.1614/WT-D-12-00109.1>

Heap, I. (2025). The international survey of herbicide resistant weeds. Weedsience.org.

<http://www.weedsience.org> (27.08.2025).

Hussain, M.I., Abideen, Z., Danish, S., Asghar, M.A., ve Iqbal, K. (2021). Integrated weed management for sustainable agriculture. In Sustainable Agriculture Reviews 52 (pp. 367–393). Cham: Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-73245-5_11

Jimoh, M.O., Okaiyeto, K., Oguntibeju, O.O., ve Laubscher, C.P. (2022). A systematic review on Amaranthus-related research. *Horticulturae*, **8**(3), 239.

<https://doi.org/10.3390/horticulturae8030239>

Kaur, S., Kaur, R., ve Chauhan, B.S. (2018). Understanding crop-weed-fertilizer-water interactions and their implications for weed management in agricultural systems. *Crop Protection*, **103**, 65–72.

<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.09.011>

Kavya, D., & Nisarga, G. D. (2025). Sustainable weed management: strategies and innovation. Practices and innovations, Agronomy for Sustainable Agriculture; Practices and Innovations, Chapter-5 84-113.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16887521>

Kulak, M. (2018). A bibliometric review of research trends in salicylic acid uses in agricultural and biological sciences: Where have been studies directed? *Agronomy*, **61**(1), 296–303.

Kulak, M. ve Kılıç, N. (2020, May). A bibliometric analysis: How important is salicylic in response to the salinity from NaCl? In EGU General Assembly Conference Abstracts (p. 1302).

<https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-1302>

Kulak, M., Özkan, A., ve Bindak, R. (2019). A bibliometric analysis of the essential oil-bearing plants exposed to the water stress: How long way we have come and how much further? *Scientia Horticulturae*, **246**, 418–436.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.031>

Kulak, M., Yıldız, G., ve 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.

<https://doi.org/10.1016/b978-0-443-23688-4.00024-5>

Liebman, M. ve Davis, A.S. (2009). Managing weeds in organic farming systems: An ecological approach. *Ecological Applications*, **19**(5), 1226–1232.

<https://doi.org/10.2134/agronmonogr54.c8>

Mia, S., Moin, E. H., & Karim, S. M. (2024). Global Research in Weed Science: A Bibliometric Synthesis. *Outlooks on Pest Management*, **35**(4), 177-181.

https://doi.org/10.1564/v3-_aug_10

Montoya, F.G., Alcayde, A., Baños, R., ve Manzano-Agugliaro, F. (2018). A fast method for identifying worldwide scientific collaborations using the Scopus database. *Telematics and Informatics*, **35**(1), 168–185.

<https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.10.010>

Mühl, D. D., & De Oliveira, L. (2022). A bibliometric and thematic approach to agriculture 4.0. *Heliyon*, **8**(5).

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09369>

Niknejad, N., Ismail, W., Bahari, M., Hendradi, R., ve Salleh, A.Z. (2021). Mapping the research trends on blockchain technology in food and agriculture industry: A bibliometric analysis. *Environmental Technology & Innovation*, **21**, 101272.

<https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101272>

Oerke, E.C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, **144**(1), 31–43.

<https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>

Özbakır, O. (2023). Analysis of reports on the occupational health and safety in the agricultural industry: A bibliometric-aided approach. *Journal of the Institute of Science and Technology*, **13**(4), 2516–2531.

<https://doi.org/10.21597/jist.1307071>

Perotti, V.E., Larran, A.S., Palmieri, V.E., Martinatto, A.K., ve Permingeat, H.R. (2020). Herbicide resistant weeds: A call to integrate conventional agricultural practices, new biotechnology tools, and molecular advances. *Frontiers in Plant Science*, **11**, 593868.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.593868>

Peterson, M.A., Collavo, A., Ovejero, R., Shivrain, V., ve Walsh, M.J. (2018). The challenge of herbicide resistance around the world: A current summary. *Pest Management Science*, **74**(10), 2246–2259.

<https://doi.org/10.1002/ps.4821>

Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C., ve Foley, J.A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*, **8**(6), e66428.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>

Restuccia, A. ve Scavo, A. (2023). Sustainable weed management. *Plants*, **12**(8), 1673.

<https://doi.org/10.3390/plants12081673>

Sarwar, M.K.S. ve Asif, F. (2024). Innovative weed management strategies for sustainable conservation agriculture. *Trends in Biotechnology and Plant Sciences*, **24**(1), 1–15.

<https://doi.org/10.62460/tbps/2024.053>

Tülek, C., Gürbüz, R., ve Alptekin, H. (2022). Effect of organic mulches on weed control in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Agriculture*, **5**(2), 86–101.

<https://doi.org/10.46876/ja.1208575>

Ulaş, F., Torun, H., Beffa, R., & Mennan, H. (2025). Global trends and research insights on herbicide resistance: a bibliometric analysis. *Phytoparasitica*, **53**(4), 1-19.

<https://doi.org/10.1007/s12600-025-01296-1>

van Eck, N.J. ve Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, **84**(2), 523–538.

<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

Villalobos, F.J. ve Fereres, E. (Ed.). (2016). Principles of agronomy for sustainable agriculture. *Springer*.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-46116-8>

Vrbničanin, S., Pavlović, D., ve Božić, D. (2017). Weed resistance to herbicides. In *Herbicide resistance in weeds and crops* (pp. 7–35).

<https://doi.org/10.5772/67979>

Westwood, J.H., Charudattan, R., Duke, S.O., Fennimore, S.A., Marrone, P., Slaughter, D.C., Swanton, C., ve Zollinger, R. (2018). Weed management in 2050: Perspectives on the future of weed science. *Weed Science*, **66**(3), 275–285.

<https://doi.org/10.1017/wsc.2017.78>

Xiang, C., Wang, Y., ve Liu, H. (2017). A scientometrics review on nonpoint source pollution research. *Ecological Engineering*, **99**, 400–408.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.11.028>

Zupic, I. ve Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, **18**(3), 429–472.

<https://doi.org/10.1177/1094428114562629>