



Toprak Organik Karbonu ve Toprak Organik Karbon Stokları üzerine 1970-2021 Yılları Arasında Yapılan Araştırmaların Bibliyometrik Analizi

Emre Çomaklı^{1*}

^{1*} Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Erzurum, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-8477-7076), emrecomakli@atauni.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 29 Nisan 2021 ve Kabul Tarihi 12 Temmuz 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.929666)

ATIF/REFERENCE: Çomaklı, E. (2021). Toprak organik karbonu ve toprak organik karbon stokları üzerine 1970-2021 yılları arasında yapılan araştırmaların bibliyometrik analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25), 517-524.

Öz

Bibliyometrik analiz yöntemi, dünyadaki bilimsel çalışmaların değişim süreçlerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda bibliyometrik analiz; araştırma eğilimlerinin belirlenmesinde önemlidir. Bu makalede, Web of Science'ta taranan dergilerde yayınlanan makalelere dayanarak, 1970-2021 yılları arasında toprak organik karbonu ve toprak organik karbon stokları üzerine yapılan bilimsel araştırmaların performansının ve değişim süreçlerinin bibliyometrik analizi yapılmıştır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin iyileştirilmesinde kilit bir role sahip olan toprak organik karbonunun karasal ekosistemlerde tutulması bilim adamlarının dikkatini çekmektedir. Yapılan bu çalışmanın sonuçları konu ile ilgili yapılan makalelerin günden güne artmakta olduğunu göstermektedir. Bu alandaki ilk çalışma 1991 yılında yapılmış olsa da araştırmaların çoğu 2020 yılında yapılmıştır. Makalelerin büyük bölümünün yayın dilinin İngilizce olduğu ortaya çıkmıştır. En fazla çalışma toprak bilimleri kategorisinde olup konu ilgili en fazla yayın Geoderma dergisinde yayınlanmıştır. Araştırma alanı bazında değerlendirildiğinde en fazla araştırma tarım alanında olup bunu çevre bilimleri, yer bilimleri ve ormancılık bilimleri takip etmiştir. ABD ve Çin çalışmalarda en aktif olan iki ülke olup ABD toprak organik karbonu araştırmalarında lider konumdadır. Konu ile ilgili en çok alıntı yapılan yazarlar ise Koegel-Knabner, Ingrid, Smith, Pete ve Lal, Rattan olmuştur. Güncel araştırmalar tarım bilimleri, yer bilimleri ve ekoloji alanında yoğunlaşmıştır. Tarım bilimleri alanında yapılan çalışmalarda genellikle iklim değişikliği ve gıda güvenliği konuları ele alınmıştır. Yapılacak olan çalışmalarda karbon bütçesi, gıda güvenliği ve toplum sağlığı konularının üzerinde durulması ilgili alandaki boşlukların doldurmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Toprak organik karbonu, Bibliyometrik analiz, Toprak organik karbon stokları, VOSviewer.

Bibliometric Analysis of Researches on Soil Organic Carbon and Soil Organic Carbon Stocks from 1970 to 2021

Abstract

Bibliometric analysis method is widely used to analyze the processes of change in scientific studies around the world. In this context, bibliometric analysis; It is important in determining the trend of research. In this article, a bibliometric analysis of the performance and change processes of scientific research on soil organic carbon and soil organic carbon stocks between 1970 and 2021 was conducted, based on articles published in journals scanned in Web of Science. The sequestration of soil organic carbon in terrestrial ecosystems has a key role in ameliorating the negative effects of climate change, and this attracts the attention of scientists. The results of this study show that the articles on the subject are increasing day by day. Although the first study in this area was conducted in 1991, most of the research was done in 2020. It has been determined that the publication language of most of the articles is English. The most studies are in the category of soil sciences and the most publications related to the subject have been published in Geoderma journal. When evaluated on the basis of research area, the most research is in agriculture, followed by environmental sciences, earth sciences and forestry sciences. The USA and China are the two most active countries in studies, and the USA is the leader in soil organic carbon research. The most cited authors on the subject are Koegel-Knabner, Ingrid, Smith, Pete and Lal, Rattan. Current research focuses on agricultural sciences, earth sciences and ecology. Climate change and food security issues have been discussed. It is thought that focusing on carbon budget, food safety and public health issues in the studies to be carried out will contribute to filling the gaps in the related field.

Keywords: Soil organic carbon, Bibliometric analysis, Soil organic carbon stocks, VOSviewer.

* Corresponding Author: emrecomakli@atauni.edu.tr

1. Giriş

Dünya'da nüfus artışının hızlanmasıyla doğal kaynaklar üzerine olan baskı günden güne artmış ve günümüzde de artarak devam etmektedir. Bu baskıların doğrudan ve dolaylı etkilerine bağlı olarak küresel ısınma ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri daha derinden hissedilmeye başlamıştır. Bu gelişmeler dünyanın en büyük karasal karbon havuzu olan toprağın; uzun vadede karbon depolama potansiyeline bağlı olarak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletmesi nedeniyle daha ilgi çekici noktalara gelmesini sağlamıştır (Deluca and Boisvenue, 2012; England and Viscarra Rossel, 2018; Moharana et al., 2021). Toprak organik karbon konsantrasyonlarının artırılması; mikrobiyal aktivitenin artışı ile birlikte toprak kalitesinin korunması, gıda güvenliğinin sağlanması ve diğer fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin iyileştirilmesini sağlamaktadır. Özellikle tarım arazilerinde toprak organik karbonunun (TOK) korunması, sürdürülebilir tarımsal üretim için hayati öneme sahiptir (Jiang et al., 2021; Lu and Liao, 2017). Bunun yanı sıra organik karbonunun toprakta tutulması toprak bozulmasının ve nihayetinde çölleşmenin etkilerinin azaltılmasında da etkin rol oynamaktadır (Ai et al., 2018; Gholizadeh et al., 2021; Rossel et al., 2019). Bu bağlamda küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin azaltılması, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve arazi tahribatının dengelenmesi gibi küresel öneme sahip konuların odağında olan toprak organik karbonunun bilim dünyasındaki durumu ve eğiliminin değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Bibliyometrik analizler, araştırma modellerinin ve araştırma alanlarının özelliklerini daha iyi tanımlamak için faydalı bir analitik yöntemdir (Bezak et al., 2021). Bibliyometri matematiksel istatistiğe dayalı nicel bir analiz yöntemidir. Belirli bir bilimsel alandaki araştırmaların çarpıcı noktalarının belirlenmesine ve yapılacak çalışmaların eğilimlerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Pan et al., 2021; Sökmen and Nalçacı, 2020; Zhang et al., 2020). Literatür analizi araç olarak, toprak biliminde de popülerlik kazanmakta ve bu alandaki çalışmaların sayısı da artmaktadır. Bu çalışmalara; toprak erozyonu modellenmesinin Bibliyometrik analizi (Bezak et al., 2021), 1999'dan 2018'e kadar toprak sağlığı üzerine yapılan araştırmaların bibliyometrik analizi (Y. Liu et al., 2020), 1992 ve 2020 yılları arasında Toprak Besin Maddeleri Araştırmalarının Bibliyometrik Analizi (Pan et al., 2021), CiteSpace'e dayalı çölleşme restorasyonuna ilişkin bibliyometrik analiz (Hu et al., 2021) ve Su koruma ve toprak tutma ekosistem hizmetleri üzerine araştırmaların bibliyometrik analizi (S. Liu et al., 2020) örnek olarak verilebilir.

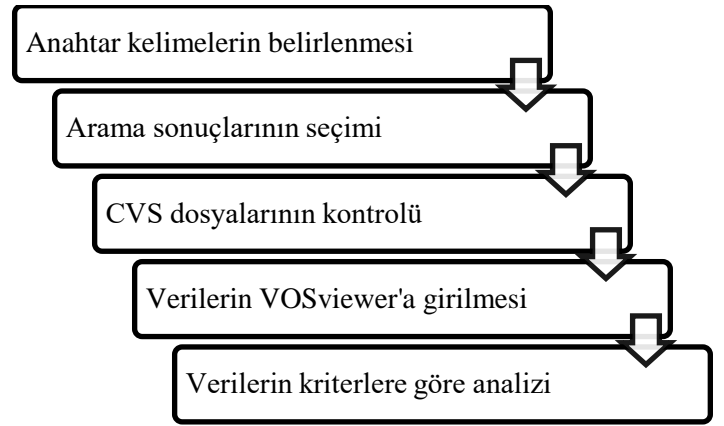
Toprak organik karbonu (TOK) konusunda birçok çalışma yapılmıştır, ancak bibliyometrik bir perspektiften toprak organik karbonu ile ilgili araştırma durumlarının ortaya konulması adına çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada TOK araştırmalarının mevcut durumunu ve eğilimlerini nesnel olarak anlamak için, 1970 ile 2021 yılları arasında TOK ile ilgili ilgili bilimsel yayınları analiz etmek ve TOK'un küresel araştırmalar

içerisindeki durumunu ortaya çıkarmak için bibliyometrik yöntemler uygulanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Verilerin Toplanması

Bu çalışmada incelenen tüm makaleler Web of Science Core Collection'un Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) ve Social Sciences Citation Index (SSCI) çevrimiçi veri tabanlarından alınmıştır. Web of Science çekirdek koleksiyonu, farklı disiplinlerden 79 milyondan fazla kayıt (dergi vb.) 119.000'den fazla kitap ve 220.000'den fazla konferansın ele alındığı geniş bir yelpazeye sahiptir (Analytics, 2021). Veri alma stratejisi olarak konu = "toprak organik karbonu" ve "toprak organik karbon stokları", belge türü = "makale", zaman aralığı = "1970–2021" ve son tarih = "23 Nisan 2021" kullanılmıştır. SCIE ve SSCI veri tabanında, arama kriterlerine uyan ilk makale 1991'de yayınlanmış olup 1970'ten 2021'e kadar TOK araştırmasında 7511 makale değerlendirilmiştir. Araştırma, bibliyometrik analizin beş aşaması dikkate alınarak oluşturulmuştur (Şekil 1), (Putri et al., 2021).



Şekil 1. Bibliyometrik Analiz Aşamaları

2.2. Verilerin Analizi

Ulaşılan 7511 makalede en çok atıf alan kelimelerin bibliyometrik haritaları, en çok atıf alan yazarlar ve ülkeler VOSviewer 1.6.16 yazılımı yardımıyla elde edilmiştir. Aynı zamanda verilerin görselleştirme işlemleri de bu program kullanılarak yapılmıştır. Arama sonuçları, VOSviewer yazılımına girilmek üzere CSV formatında depolanmış ve sınıflandırmaları yapılarak analiz edilmiştir. Ayrıca analiz edilen verilerin doğrulamaları DOI'ler üzerinden tekrar yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Yayınlanan makalelerin dil bilgileri

"Toprak Organik Karbonu" konusunda WoS'da 1970'den 2021'e kadar indekslenen 7511 adet makaleye ulaşılmıştır. Ulaşılan makalelerin yaklaşık % 97'si İngilizce olarak yayınlanmış olup İngilizceyi, Portekizce (% 2,29) ve İspanyolca (% 0,40) takip etmiştir (Tablo 1); dolayısıyla bu alandaki en önemli çalışmalar İngilizce olarak yayınlanmıştır.

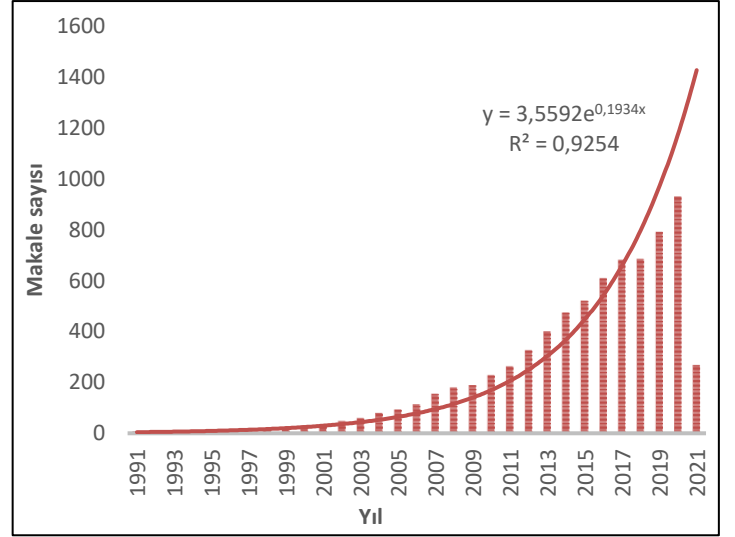
Tablo 1. 1970–2021 yılları arasında yayınlanan makalelerinin dil bilgileri

Makale dili	Makale sayısı	Yüzde (%)
İngilizce	7227	96,89
Portekizce	171	2,29
İspanyolca	30	0,40
Fransızca	12	0,16
Almanca	9	0,12
Lehçe	4	0,05
Rusca	2	0,05
Çince	1	0,03

Yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun İngilizce olarak yayınlanması İngilizcenin, uluslararası bir araştırma ve akademik yayın dili olarak kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır (Bocanegra-Valle, 2014). Aynı zamanda resmi dilin İngilizce olmadığı ülkelerde özellikle lisansüstü çalışmalarda İngilizceye öğretmeye yönelik artan bir eğilimin olması da bu durumu etkilemektedir (Galloway et al., 2020; Kamaşak et al., 2021; Macaro et al., 2018).

3.2 Makalelerin yıllara göre dağılımları

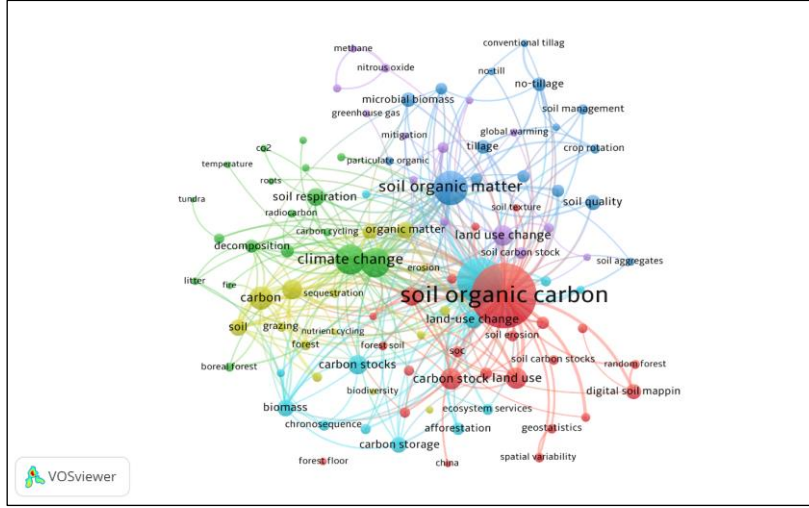
Toprak organik karbonu ve toprak organik karbon stokları konularında ulaşılan makalelerin ilki 1991 yılında yayınlanırken (5 makale), makalelerin çoğu 2020 yılında (994 makale) yayınlanmıştır. Konu ile ilgili makale sayıları 2021 yılına kadar her yıl bir önceki yıla göre artış göstermiştir. 2021 yılının ilk çeyreğinde ise 283 makale yayınlanmıştır. Web of Science'ta makalelerin yıllara göre dağılımı Şekil 2'de sunulmuştur. Ayrıca konu ile ilgili yayınlanan makaleler toplam 185.633 adet atıf almış olup makale başına ortalama atıf sayısı 24.71 olarak belirlenmiştir. Özellikle son yıllarda giderek artan küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin hissedilmesi; karasal karbon döngüsü üzerinde önemli etkilere sahip olan toprak organik karbon (TOK) üzerine olan çalışmalarda artışa neden olduğu düşünülmektedir. Nitekim toprağın, küresel karbon döngüsünün önemli bir bileşeni olduğu hem bilim camiası ve hemde politika yapımcılar tarafından kabul edilmektedir (Obersteiner et al., 2018). Aynı zamanda iklim toprak verimliliğinin artması ve iklim değişikliği ile mücadelede kilit rol oynaması konuya olan ilginin günden güne artmasına neden olmaktadır.



Şekil 2. Makale sayılarının yıllara göre dağılımı

3.3. En çok alıntı yapılan anahtar kelimeler

Çalışma kapsamında incelenen makalelerde en çok kullanılan anahtar kelimeler belirlenmiştir. Bir anahtar kelime seçeneğinin minimum oluşum sayısı 5 olarak kabul edilmiş ve VOSviewer yazılım aracında 100 anahtar kelime seçilmiştir. Ağ Anahtar kelimelerin ağ haritası Şekil 3'te sunulmuştur. Buna göre en sık kullanılan anahtar kelimelerin başında 'toprak organik karbonu', 'karbon tutulumu' ve 'toprak organik maddesi' gelmektedir. Ancak yapılan çalışmaların büyük kısmında iklim değişikliği ve küresel ısınma konularının işlendiği görülmektedir. Yine iklim değişikliğini etkileyen arazi kullanım değişiklikleri ve biyolojik çeşitliliğin korunması konuları da anahtar kelimelerde sık kullanılmamasına karşın özellikle son yıllarda yapılan makalelerde önemli yer tutmaktadır.



Şekil 3. Anahtar kelimelerin ağ haritası

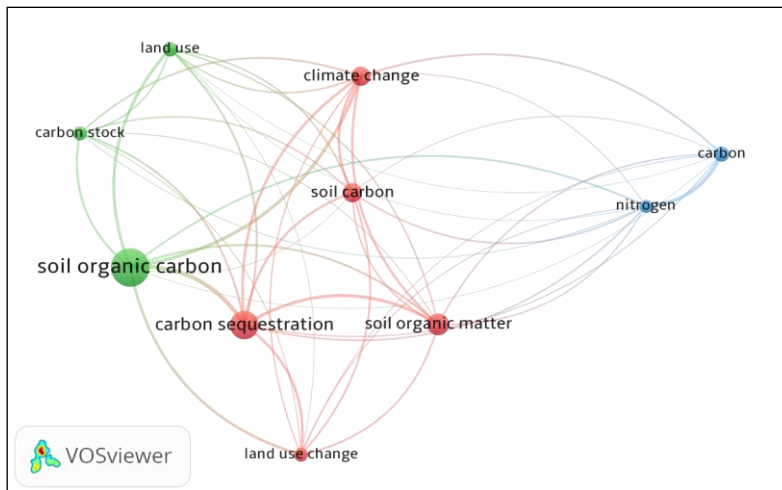
Makalelerde en çok kullanılan ilk 10 anahtar kelime Tablo 2'de sunulmuştur. Yapılan çalışmalarda toprak organik karbonunun arazi kullanım değişiklikleri ve iklim değişikliği konuları ile ilişkilendirildiği birçok çalışmanın olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Nitekim iklim değişikliği, TOK dinamiklerini etkileyen önemli bir faktördür ve arazi kullanım değişiklikleri, toprak C stokunu önemli ölçüde etkilemektedir (Li et al., 2021; Smith, 2008).

boyutu, makalelerde görülen anahtar kelimelerin sıklığını, çizgilerin kalınlığı ise birlikte kullanıma sıklığını göstermektedir. Buna göre toprak organik karbonu sıklıkla karbon tutulumu, iklim değişikliği toprak organik maddesi ve arazi kullanımı kelimeleri ile birlikte kullanılmıştır.

Tablo 2. Makalelerde en çok kullanılan 10 anahtar kelime

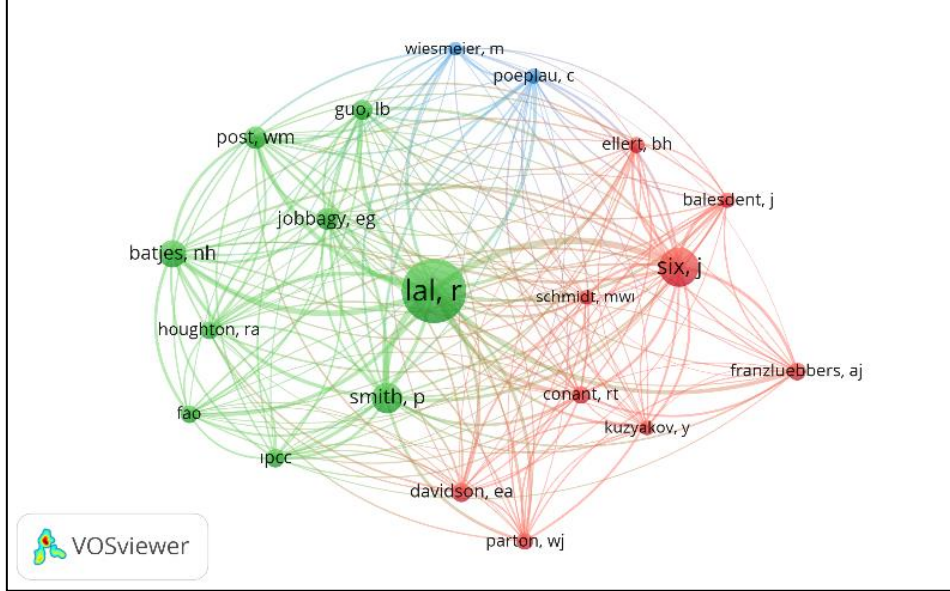
Anahtar kelime	Sayı
Soil organic carbon	1129
Carbon sequestration	651
Soil organic matter	415
Climate change	337
Soil carbon	328
Carbon	224
Land use	197
Carbon stock	190
Land use change	186
Nitrogen	178

En fazla kullanılan anahtar kelimelerin birlikte kullanıma sıklığını gösteren ağ haritası Şekil 4'te sunulmuştur. Düğümlerin



Şekil 4. En fazla kullanılan anahtar kelimelerin ağ haritası

Ayrıca çok alıntı yapılan yazarlar için ortak atıf analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre en çok atıf alan ilk 3 yazar Lal, Rattan (Atıf = 4187), Six, Johan (Atıf = 2245) ve Smith, Pete (Atıf = 1624) olmuştur. Her iki değerlendirmede de üst sıralarda yer alan yazarların ortak yönü iklim değişikliği konularında çalışmakta olmalarıdır. En çok alıntı yapılan 20 yazara ait ağ haritasını Şekil 7 'de sunulmuştur.



Şekil 7. En fazla atıf alan 20 yazara ait ağ haritası (co-citation)

3.5. En fazla alıntı yapılan makale ve dergiler

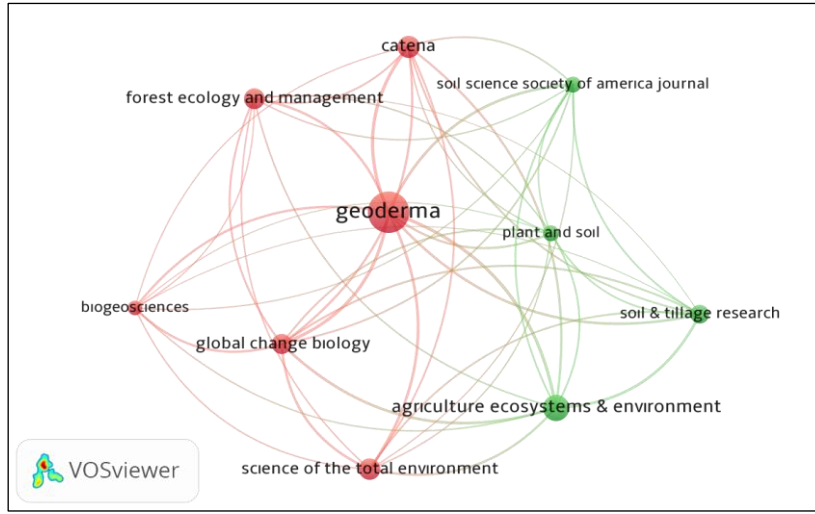
Araştırmaya konu olan 7511 makalenin 6656 tanesine en az 1 adet alıntı yapılmıştır. En çok atıf yapılan makale Nature dergisinde 2007 yılında Fontaine ve ark. tarafından yapılan 'Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply' başlıklı makale olmuştur. Makalede toprak profili boyunca tutulan karbon miktarları incelemiş ve fiziksel ve biyolojik süreçlerin toprak organik karbonunun ayrışma ve stok durumlarına olan etkileri değerlendirilmiştir. Tablo 4'te en çok alıntı yapılan 10 makaleye ait bazı bilgiler sunulmuştur.

Tablo 4. En fazla alıntı yapılan 10 makale

Makale Başlığı	Atıf
Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply. Nature	1154
Soil respiration and the global carbon cycle. Biogeochemistry	1056
Deep soil organic matter—a key but poorly understood component of terrestrial C cycle. Plant and Soil	765
Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. Nature geoscience	743
Age of soil organic matter and soil respiration: radiocarbon constraints on belowground C dynamics. Ecological Applications	683
Model estimates of CO ₂ emissions from soil in response to global warming. Nature	680
Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. Plant and Soil	665
Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management	657
Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. Biogeochemistry	617
Improved estimates show large circumpolar stocks of permafrost carbon while quantifying substantial uncertainty ranges and identifying remaining data gaps. Biogeosciences	601

Konu ile ilgili en fazla makale Geoderma dergisinde (490) yayınlanmış olup bu dergiden toplam 15745 alıntı yapılmıştır.

İlk 10 dergiye ait ağ haritası Şekil 8'de sunulmuştur. Buna göre Geoderma, Catena ve Global Change Biology dergileri arasındaki ilişki diğer dergilere oranla daha fazla olmuştur. Ağ haritasında dergiler arasındaki ilişkinin sıklığı kalın çizgi ile gösterilmiştir.



Şekil 8. En fazla atfalan 10 dergiye ait ağ haritası

3.6. En fazla yayın üreten kurumlar

En fazla makale üreten ülke ABD olmasına rağmen makale sayılarına göre kurumlar değerlendirildiğinde en fazla makale üreten ilk 3 kurum Çin'de bulunduğu tespit edilmiştir. En fazla makalenin yayınlandığı CAS'ın (Chinese Academy of Sciences) Dünyanın tüm ülkelerinden bilim insanlarını ve mühendisleri bir araya getirerek hem uygulamalı hem de teorik çalışmalarını desteklemesi bu noktada önemli olmaktadır. Çin'den sonra ABD ve Fransa ve Almanya gelmektedir. Toprak organik karbonu ve toprak organik karbon stokları konularından en üretken 10 kurum Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. En fazla yayın üreten 10 kurum

Kurum	Ülke	Makale	Atf
Chinese Academy of Sciences	Çin	764	16010
University of Chinese Academy of Sciences	Çin	250	3454
Northwest A&F University	Çin	161	2922
Ohio State University	ABD	146	5694
Colorado State University	ABD	142	7406
Institut national de la recherche agronomique (INRA)	Fransa	131	6583
Technical University of Munich	Almanya	113	4850
University of Aberdeen	İskoçya	96	5153
Agriculture and Agri-Food Canada	Kanada	92	4988
Catholic University of Leuven	Belçika	68	3550

4. Sonuç

Toprak organik karbonu üzerine araştırmalar, giderek daha popüler olmaya başlamıştır. Toplam makale sayısı özellikle son 10 yıllık dönemde önemli ölçüde artış göstermiştir. Özellikle 2015 'den sonra ABD, Çin, Almanya ve Brezilya konu ile ilgili önemli çalışmalara imza atarak bu alanda lider konuma erişmişlerdir. Tüm Dünya'da olumsuz etkilerinin hissedildiği küresel ısınmada etkisiyle ülkeler arasındaki etkileşimler giderek daha aktif hale gelmiş ve kolektif çalışmalar yapılmaya başlamıştır. Toprak organik karbonu ile ilgili araştırmalarının kapsamı, iklim değişikliği, toprak organik maddesi, karbon tutulumu ve arazi kullanım değişikliklerinden ekosistem hizmetleri, gıda güvenliği ve enzim araştırmalarına kadar giderek genişleyen bir yelpazeye sahiptir. Toprak organik karbonunun gıda güvenliği ve toplum sağlığı arasındaki ilişkiler doğrudan ve/veya dolaylı ilişkileri ileri araştırmalara konu olabilir. Aynı zamanda arazi çalışmaları ile uzaktan algılama yöntemlerinin entegre edileceği çalışmaların daha fazla yapılması gerekmektedir. Son olarak konu ile ilgili yapılan çalışmaların değerlendirilmesinden hareketle; yapılacak olan yeni çalışmaların Avrupa Yeşil Mutabakatı'na katkı sağlayacak biçimde şekillendirilmesinin önemli olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Ai, M., Sun, Y., Yan, B., & Wei, Y. (2018). *A Summary of the Impact of Land Degradation on Soil Carbon Sequestration*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Analytics, C. (2021). Web of science platform: Web of science: Summary of coverage. Retrieved from <http://clarivate.libguides.com/webofscienceplatform/coverage>.
- Bezák, N., Mikoš, M., Borrelli, P., Alewell, C., Alvarez, P., Anache, J. A. A., . . . Cerdà, A. (2021). Soil erosion modelling: A bibliometric analysis. *Environmental Research*, 111087.

- Bocanegra-Valle, A. (2014). 'English is my default academic language': Voices from LSP scholars publishing in a multilingual journal. *Journal of English for Academic Purposes*, 13, 65-77.
- Deluca, T. H., & Boisvenue, C. (2012). Boreal forest soil carbon: distribution, function and modelling. *Forestry*, 85(2), 161-184.
- England, J. R., & Viscarra Rossel, R. A. (2018). Proximal sensing for soil carbon accounting. *Soil*, 4(2), 101-122.
- Galloway, N., Numajiri, T., & Rees, N. (2020). The 'internationalisation', or 'Englishisation', of higher education in East Asia. *Higher Education*, 80(3), 395-414.
- Gholizadeh, A., Rossel, R. A. V., Saberioon, M., Borůvka, L., Kratina, J., & Pavlů, L. (2021). National-scale spectroscopic assessment of soil organic carbon in forests of the Czech Republic. *Geoderma*, 385, 114832.
- Hu, H., Dai, J., Jin, Y., & Liu, X. (2021). Bibliometric analysis on desertification restoration based on CiteSpace. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2), 1-10.
- Jiang, Z., Yang, S., Ding, J., Sun, X., Chen, X., Liu, X., & Xu, J. (2021). Modeling Climate Change Effects on Rice Yield and Soil Carbon Under Variable Water and Nutrient Management. *Sustainability*, 13(2), 568.
- Kamaşak, R., Sahan, K., & Rose, H. (2021). Academic language-related challenges at an English-medium university. *Journal of English for Academic Purposes*, 49, 100945.
- Li, H., Wu, Y., Chen, J., Zhao, F., Wang, F., Sun, Y., . . . Qiu, L. (2021). Responses of soil organic carbon to climate change in the Qilian Mountains and its future projection. *Journal of Hydrology*, 596, 126110.
- Liu, S., Lei, Y., Zhao, J., Yu, S., & Wang, L. (2020). Research on ecosystem services of water conservation and soil retention: a bibliometric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13.
- Liu, Y., Wu, K., & Zhao, R. (2020). Bibliometric analysis of research on soil health from 1999 to 2018. *Journal of Soils and Sediments*, 20(3), 1513-1525.
- Lu, X., & Liao, Y. (2017). Effect of tillage practices on net carbon flux and economic parameters from farmland on the Loess Plateau in China. *Journal of Cleaner Production*, 162, 1617-1624.
- Macaro, E., Curle, S., Pun, J., An, J., & Dearden, J. (2018). A systematic review of English medium instruction in higher education. *Language Teaching*, 51(1), 36-76.
- Moharana, P. C., Jena, R. K., Kumar, N., Singh, R. S., & Rao, S. S. (2021). Assessment of soil organic and inorganic carbon stock at different soil depths after conversion of desert into arable land in the hot arid regions of India. *Carbon Management*, 1-15.
- Obersteiner, M., Bednar, J., Wagner, F., Gasser, T., Ciais, P., Forsell, N., . . . Janssens, I. A. (2018). How to spend a dwindling greenhouse gas budget. *Nature Climate Change*, 8(1), 7-10.
- Pan, X., Lv, J., Dyck, M., & He, H. (2021). Bibliometric Analysis of Soil Nutrient Research between 1992 and 2020. *Agriculture*, 11(3), 223.
- Putri, C. R., Soleh, S. M., Saregar, A., Anugrah, A., & Susilowati, N. E. (2021). *Bibliometric analysis: Augmented reality-based physics laboratory with VOSviewer software*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Rossel, R. V., Lee, J., Behrens, T., Luo, Z., Baldock, J., & Richards, A. (2019). Continental-scale soil carbon composition and vulnerability modulated by regional environmental controls. *Nature geoscience*, 12(7), 547-552.
- Smith, P. (2008). Land use change and soil organic carbon dynamics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 81(2), 169-178.
- Sökmen, Y., & Nalçacı, A. (2020). A Bibliometric Analysis of the Articles about Values Education. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 12(2), 720-735.
- Zhang, H., Liu, X., Yi, J., Yang, X., Wu, T., He, Y., . . . Tian, P. (2020). Bibliometric Analysis of Research on Soil Water from 1934 to 2019. *Water*, 12(6), 1631.