



BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN İLAÇ VE GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ ROLÜ: KARŞILAŞTIRMALI BİR BIBLİYOMETRİK LİTERATÜR TARAMASI¹

Hakan ARSLANHAN²
Yılmaz DELİCE³

Öz

Bu çalışmada, blok zincir teknolojisinin ilaç ve gıda tedarik zincirindeki uygulamalarını karşılaştırmalı bir perspektiften incelemek amacıyla bibliyometrik bir analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, her iki sektörde blok zincir teknolojisinin bilimsel literatürdeki temsiliyetini, araştırma eğilimlerini ve sektörel önceliklerini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, Scopus ve Web of Science (WOS) veri tabanlarında, blok zincir teknolojisiyle ilişkili olarak ilaç ve gıda sektörlerine yönelik belirlenen anahtar kelimeler kullanılarak sistematik bir tarama yapılmıştır. İlaç sektörü için Scopus'tan 436, WOS'tan 188; gıda sektörü için ise Scopus'tan 743, WOS'tan 423 yayın elde edilmiştir. Tarama sonuçları, tekrar eden yayınların çıkarılmasıyla ilaç sektörü için toplam 455; gıda sektörü için ise toplam 816 makale ile analiz edilmiştir. Analiz kapsamında, yıllara göre bilimsel üretim eğilimleri, atıf ilişkileri, ülkelerin bilimsel katkıları ve anahtar temalar değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, ilaç sektöründe blok zincir teknolojisine daha çok sahte ilaçların önlenmesi, veri güvenliği ve tedarik zinciri bütünlüğüne odaklandığını, gıda sektöründe ise sürdürülebilirlik, gıda güvenliği ve izlenebilirlik gibi temaların öne çıktığını göstermiştir. Her iki sektörde de blok zincir teknolojisine izlenebilirlik ve şeffaflık gibi ortak hedefleri desteklediği, ancak uygulama alanlarının sektörel gereksinimlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışma, blok zincir teknolojisine sektörel dinamiklere uyum sağlamadaki rolünü ve bu iki sektördeki uygulamalarını anlamak için kapsamlı bir çerçeve ortaya koymaktadır. Literatürde, blok zincir teknolojisinin ilaç ve gıda tedarik zincirlerinde karşılaştırmalı olarak ele alındığı kapsamlı çalışmalar oldukça sınırlıdır; bu yönüyle çalışma, iki sektörün farklı yapısal özelliklerini karşılaştıran nadir bibliyometrik araştırmalardan biri olarak özgün katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Blok Zincir, Bibliyometrik Analiz, İlaç Tedarik Zinciri, Gıda Tedarik Zinciri.

JEL Sınıflandırması : M11, C88

¹ Bu makale Kayseri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalında, Doç. Dr. Yılmaz DELİCE danışmanlığında hazırlanmakta olan Hakan ARSLANHAN'ın "Tedarik Zincirinde Blok Zincir Teknolojisini Modelleme, Analiz Etme ve Uygulama İçin Optimizasyona Dayalı Karar Verme" isimli doktora tezinden oluşturulmuştur.

² Araştırma Görevlisi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İ.İ.B.F., Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, hakanarslanhan@ohu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6689-5893

³ Doç. Dr., Kayseri Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ydelice@kayseri.edu.tr ORCID: 0000-0002-4654-0526

Atıf/Citation (APA 6):

Arslanhan, H., & Delice, Y. (2025). Blok zincir teknolojisine ilaç ve gıda tedarik zincirindeki rolü: Karşılaştırmalı bir bibliyometrik literatür taraması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 749–776. <http://doi.org/10.25287/ohuiibf.1624897>.

THE ROLE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN THE PHARMACEUTICAL AND FOOD SUPPLY CHAIN: A COMPARATIVE BIOMETRIC LITERATURE REVIEW

Abstract

In this study, a bibliometric analysis was conducted to examine the applications of blockchain technology in the pharmaceutical and food supply chain from a comparative perspective. The main objective of the study is to reveal the representation of blockchain technology in scientific literature, research trends and sectoral priorities in both sectors. To this end, a systematic search was conducted in Scopus and Web of Science (WOS) databases using keywords identified for the pharmaceutical and food sectors in relation to blockchain technology. For the pharmaceutical sector, 436 publications were obtained from Scopus and 188 from WOS; for the food sector, 743 publications were obtained from Scopus and 423 from WOS. The search results were analyzed with a total of 455 articles for the pharmaceutical sector and 816 articles for the food sector by excluding duplicate publications. Within the scope of the analysis, scientific production trends by years, citation relationships, scientific contributions of countries and key themes were evaluated. The results of the study showed that in the pharmaceutical sector, blockchain technology focuses more on the prevention of counterfeit drugs, data security and supply chain integrity, while in the food sector, themes such as sustainability, food safety and traceability are prominent. In both sectors, blockchain technology supports common goals such as traceability and transparency, but its application areas differ according to sectoral requirements. This study provides a comprehensive framework for understanding the role of blockchain technology in adapting to sectoral dynamics and its applications in these two sectors. In the literature, comprehensive studies that comparatively address blockchain technology in pharmaceutical and food supply chains are quite limited; in this respect, the study offers an original contribution as one of the rare bibliometric studies that compares the different structural features of the two sectors.

Keywords : Blockchain, Bibliometric Analysis, Pharmaceutical Supply Chain, Food Supply Chain.

JEL Classification : M11, C88

GİRİŞ

Tedarik zincirleri, üretimden son kullanıcıya kadar mal ve hizmetlerin akışını yöneten karmaşık bir sistem olarak, küresel ticaretin ve endüstriyel süreçlerin vazgeçilmez bir parçasıdır. Üreticiler, tedarikçiler, lojistik sağlayıcılar ve son kullanıcılar arasında gerçekleşen bu süreçler, ürünlerin doğru zamanda, doğru yerde ve uygun maliyetle ulaşmasını sağlamayı hedefler. Tedarik zincirlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi hem ekonomik hem de operasyonel anlamda kritik öneme sahiptir. Ancak, küresel tedarik zincirlerinin artan karmaşıklığı, paydaş sayısının çoğalması ve beklentilerin yükselmesi, bu süreçlerde çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Akben ve Çınar 2018). İzlenebilirlik eksikliği, güvenlik açıkları, veri manipülasyonu ve süreçlerdeki şeffaflık yetersizliği, özellikle hassas sektörlerde büyük zorluklar yaratmaktadır. Bu zorlukları aşmak için dijitalleşme ve teknolojik yenilikler, tedarik zinciri süreçlerinde önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Yapay zekâ, nesnelerin interneti, radyo frekansı ile tanımlama, otonom robotlar ve gelişmiş sensörler gibi teknolojiler, tedarik zincirlerinin operasyonel verimliliğini artırma ve hataları minimize etme potansiyeline sahiptir (Jabbar vd., 2021). Bu teknolojiler sayesinde lojistik optimizasyon, talep tahmini, stok yönetimi ve süreç otomasyonu gibi alanlarda kayda değer gelişmeler sağlanmıştır. Ancak bu yeniliklere rağmen, tedarik zincirlerinde köklü sorunlar hâlâ çözülememiştir. Şeffaflık eksikliği, veri güvenliğinin yetersizliği ve süreçlerin izlenebilirliğindeki problemler, mevcut teknolojilerin yetkinliklerinin ötesinde sorunlar yaratmaya devam etmektedir. Merkezi sistemlere dayalı veri yönetimi, bilgi manipülasyonu ve paydaşlar arasında güven eksikliği gibi sorunlar, bu teknolojilerin sunduğu faydaları sınırlamaktadır (Oğuz vd., 2024).

Bu bağlamda blok zincir teknolojisi, tedarik zincirlerinde karşılaşılan bu temel sorunlara yenilikçi bir çözüm sunma potansiyeliyle öne çıkmaktadır. Blok zincir dağıtık yapısı, değiştirilemezlik, izlenebilirlik, şeffaflık ve güvenlik gibi özellikleri sayesinde, tedarik zincirlerinin dijital dönüşümünde

kritik bir araç olarak konumlanmaktadır. Dağıtık yapı sayesinde veriler merkezi bir otoriteye bağlı olmaksızın tüm paydaşlar arasında paylaşılabılır ve yönetilebilir. Değiştirilemezlik özelliği, geçmiş işlemlerin geriye dönük olarak değiştirilmesini imkânsız kılarak veri bütünlüğünü sağlamaktadır (Risius ve Spohrer 2017). İzlenebilirlik, ürünlerin tedarik zinciri boyunca her bir aşamasının kolayca takip edilmesine olanak tanımaktadır. Bu özellikler, sahte ürünlerin önlenmesi, veri manipülasyonunun engellenmesi ve süreçlerin şeffaf hale getirilmesi gibi tedarik zinciri yönetiminde kritik faydalar sağlamaktadır. Blok zincir teknolojisinin tedarik zincirindeki bu avantajları, özellikle ilaç ve gıda gibi insan sağlığını doğrudan etkileyen sektörlerde dikkat çekmektedir. İlaç sektöründe sahte ürünlerin önlenmesi, hasta güvenliğinin artırılması ve sıkı regülasyonlara uyum sağlanması açısından blok zincir önemli fırsatlar sağlamaktadır (Liu vd. 2021). Gıda sektöründe ise gıda güvenliği, bozulabilir ürünlerin izlenebilirliği ve sürdürülebilirlik gibi konularda etkili bir çözüm olarak öne çıkmaktadır (Gopalakrishnan ve Behdad 2019). Ancak, bu iki sektörün farklı dinamikleri, blok zincir entegrasyonunda çeşitli zorlukları da beraberinde getirmektedir. İlaç sektöründe regülasyon uyumluluğu ve yüksek maliyetler ön plandayken, gıda sektöründe ise veri standartlarının eksikliği ve küçük üreticilerin teknolojiyi benimseme zorlukları öne çıkmaktadır.

Blok zincirin sunduğu bu fırsatlar ve karşılaşılan zorluklar ışığında, iki sektördeki durumun bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma, blok zincir teknolojisinin ilaç ve gıda tedarik zincirlerindeki uygulamalarını karşılaştırmalı bir perspektiften ele almayı amaçlamaktadır. Söz konusu iki sektör, teknolojinin sunduğu avantajlar, karşılaşılan zorluklar ve sektörel farklılıklar temelinde değerlendirilmiş; özellikle şeffaflık, izlenebilirlik, güvenlik ve sürdürülebilirlik gibi temel kriterler çerçevesinde kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yapılan değerlendirme, blok zincir teknolojisinin farklı sektörel ihtiyaçlara nasıl yanıt verdiğini ortaya koyarak, sektörler arası benzerlik ve ayrışmaları anlamaya katkı sağlamaktadır. Çalışmada, Scopus ve WOS veri tabanlarından elde edilen yayınlar üzerinden bibliyometrik analiz yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntem aracılığıyla, her iki sektördeki bilimsel yayınların yıllara göre gelişimi, literatürde en çok atıf alan çalışmalar, ülke ve kurum temelli katkılar, anahtar temalar ve kavramsal yoğunluklar gibi ölçütler incelenmiştir. Bu sayede, blok zincir teknolojisinin ilaç ve gıda sektörlerindeki akademik temsiliyeti hem sayısal hem de tematik açıdan ortaya konmuştur.

Bu doğrultuda araştırma, aşağıdaki iki temel soruya yanıt aramaktadır:

1. Blok zincir teknolojisi, ilaç ve gıda sektörlerinde ne şekilde uygulanmakta ve bu uygulamalar sektörel dinamikler açısından nasıl farklılaşmaktadır?
2. Her iki sektörde blok zincir teknolojisinin akademik literatürdeki temsiliyeti, eğilimleri ve odaklandığı temalar hangi benzerlikleri ve farklılıkları içermektedir?

Elde edilen bulgular, blok zincir teknolojisinin tedarik zincirlerinin dijitalleşme sürecindeki konumunu daha geniş bir çerçevede değerlendirme fırsatı sunmakta ve özellikle ilaç ve gıda sektörlerinde karşılaştırmalı bir analiz yapılmasıyla literatürdeki boşluğu doldurma potansiyeli taşımaktadır. Çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, blok zincir teknolojisinin temel kavramsal özellikleri ile ilaç ve gıda sektörlerindeki tedarik zinciri dinamikleri ele alınarak literatürdeki güncel yaklaşımlar değerlendirilmiştir. İkinci bölümde, araştırmanın kapsamı, veri toplama süreci ve bibliyometrik analiz yöntemleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, çalışmanın sınırlılıkları tartışılmış; dördüncü bölümde ise elde edilen bulgular doğrultusunda gelecekteki araştırmalar için önerilere yer verilmiştir. Son olarak, analiz sonuçlarına dayalı olarak her iki sektör özelinde değerlendirmeler yapılmış, blok zincir teknolojisinin sektörel uygulamalarına yönelik politika önerileri geliştirilmiştir.

I. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI

Tedarik zinciri yönetimi, pek çok sektörde stratejik bir öneme sahip olup, çeşitli dijital teknolojilerle birlikte sürekli bir dönüşüm içindedir. Gelişen ihtiyaçlar ve teknolojik beklentiler doğrultusunda geleneksel yapılar, daha şeffaf, izlenebilir ve güvenli sistemlere dönüşme eğilimindedir. Endüstri 4.0 döneminde, blok zincir teknolojisi, verilerin merkezi olmayan bir yapıda yönetilmesini ve

doğruluğunun mutabakat mekanizmalarıyla güvence altına alınmasını sağlayan etkili bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Şeffaflık, veri güvenliği, özgünlük, maliyet etkinliği, aracısız işlem gerçekleştirme, operasyonel verimlilik ve kaynak yönetimi gibi avantajlarıyla blok zincir, tedarik zinciri yönetiminde önemli iyileştirmeler sağlayabilecek bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır (Gao vd., 2018). Bu teknoloji, işlemleri daha hızlı, güvenli ve ekonomik hale getirirken, tedarik zinciri süreçlerine şeffaflık kazandırarak genel performansı artırmaktadır. Ayrıca, güvenlik açıklarını, yüksek uyum maliyetlerini ve sözleşme kaynaklı anlaşmazlıkları en aza indirmesi sayesinde, blok zincir tedarik zincirlerinde karşılaşılan riskleri etkili bir şekilde azaltmaktadır. Blok zincir teknolojisi, akıllı sözleşmeler aracılığıyla sipariş yönetimi ve üretim süreçlerinin otomasyonunu kolaylaştırarak, gerçek zamanlı iş akışlarının daha verimli hale getirilmesine olanak tanımaktadır (Bencic vd., 2019). Bu yenilikçi yaklaşım, operasyonel süreçleri optimize ederken, beklenmedik durumlar ve değişen piyasa koşullarının neden olduğu dalgalanma etkilerini azaltarak tedarik zincirlerini daha dayanıklı hale getirmektedir (Gurtu ve Johny, 2019). Ayrıca, blok zincir kullanımı, yalnızca operasyonel verimliliği artırıp maliyetleri düşürmekle kalmaz, aynı zamanda paydaşlar arasında güvenilir iş birliğini teşvik eder ve süreçlere olan genel güveni güçlendirir. Bu teknoloji, modern iş dünyasında tedarik zincirlerinin karşılaştığı karmaşık zorluklara karşı etkili bir çözüm olarak kritik bir rol üstlenmektedir. Tablo 1 tedarik zincirlerinde blok zinciri teknolojisinin kullanımına yönelik sağladığı başlıca faydaları özetlemektedir (Dutta vd., 2020).

Tablo 1: Blok Zinciri Teknolojisinin Tedarik Zincirlerindeki Faydaları

Tedarik Zincirine Sağlanan Değer	Açıklama
Veri İşleme ve Yönetimi	✓ Farklı tedarik zincirlerinde yer alan verilerin tutarlılığını ve kalibrasyonunu sağlar. ✓ Depolanan verilerin bütünlüğünü ve güvenliğini üst düzeye çıkarır. ✓ Tüm bilgilerin gerçek zamanlı olarak toplanmasını ve işlenmesini mümkün kılar.
Şeffaflık ve İzlenebilirlik	✓ Süreç boyunca bir ögenin durumunun izlenmesini ve takibini etkin bir şekilde sağlar. ✓ Veri analizi süreçlerini otomatikleştirerek operasyonel verimliliği artırır. ✓ Hiyerarşi temelinde izin seviyelerine dayalı uçtan uca şeffaflık sunar.
Hızlı Yanıt Süreçleri	✓ Kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayarak dinamik ve gerçek zamanlı bir tedarik zinciri yapısı oluşturur. ✓ Akıllı sözleşmeler aracılığıyla, her bir fonksiyon için özelleştirilmiş bireysel sözleşmeler tanımlanabilir ve bu sözleşmeler koordineli bir şekilde çalıştırılabilir. ✓ İş operasyonlarının süreç tasarımını optimize ederek daha etkili yönetim modellerinin oluşturulmasına katkıda bulunur. ✓ Tedarik zincirinde görünürlüğü artırır ve aracı gereksinimini ortadan kaldırarak operasyonel verimliliği artırır.
Operasyonel Verimlilik	✓ Tedarik zinciri süreçlerinin uçtan uca hızını artırarak operasyonel verimliliği destekler. ✓ Süreçleri daha sağlam hale getirmek için hataları ve olası sorunları erken aşamada tespit eder.
Aracıları Ortadan Kaldırma	✓ Kesintisiz ve sorunsuz bir işlem zinciri oluşturulmasını sağlar. ✓ Operasyonel süreçlerin hızını artırarak verimliliği destekler. ✓ Süreçte yer alan paydaşlar arasında güveni güçlendirir.
Değiştirilemezlik ve Güvenlik	✓ Tüm değişikliklerin doğruluğunu ve bütünlüğünü sağlamak için mutabakat mekanizmaları kullanır. ✓ Gerçekleştirilen tüm işlemlerin güvenliğini üst düzeyde temin eder.

Blok zincir teknolojisi, son yıllarda literatürde oldukça popüler bir konu haline gelmiş olup, farklı disiplinlerdeki uygulamaları ve potansiyelleri üzerine yoğun bir şekilde tartışılmaktadır. Teknoloji, yalnızca teknik boyutlarıyla değil, aynı zamanda uygulama alanlarındaki etkileriyle de akademik camiada geniş bir ilgi uyandırmıştır. Bu bağlamda, blok zinciri farklı perspektiflerden ele alan ve

teknolojinin çeşitli yönlerini inceleyen çok sayıda akademik makale ve derleme çalışması yayınlanmıştır. Özellikle tedarik zinciri yönetimi, sağlık, finans, enerji ve lojistik gibi sektörlerde blok zincirin etkilerini değerlendiren kapsamlı literatür taramaları, bu alandaki gelişmeleri anlamak için önemli bir zemin oluşturmaktadır. Tablo 2’de, son yıllarda blok zincir teknolojisine ilişkin yapılan sistematik literatür taramalarına yer verilmiştir. İlgili çalışmalarda yer alan yazarlar, literatür taramasının kapsadığı yıl aralığı, kullanılan veri tabanları, incelenen yayın sayısı ve arama sürecinde tercih edilen anahtar kelimeler gibi unsurlar detaylı şekilde sunulmuştur. Bu bilgiler, blok zincir teknolojisinin akademik literatürdeki gelişimini izlemek ve gelecekteki araştırmalara yön vermek açısından kıymetli bir referans niteliği taşımaktadır.

Blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde sunduğu şeffaflık, izlenebilirlik ve veri güvenliği gibi avantajlar, sağlık, lojistik ve gıda gibi çeşitli sektörlerde uygulanabilirliğini artırmaktadır. Literatürde bu teknolojinin sahtecilikle mücadele, ürün geri kazanımı ve sürdürülebilir iş modellerinin desteklenmesi gibi alanlarda önemli katkılar sunduğu görülmektedir. Öte yandan, teknik ölçeklenebilirlik, yüksek uygulama maliyetleri ve regülasyonlardaki belirsizlikler, blok zincir teknolojisinin geniş ölçekli benimsenmesinin önünde engel teşkil etmektedir. Literatür, bu engellerin aşılmasında disiplinler arası iş birliğinin yanı sıra nesnelerin interneti ve yapay zekâ gibi teknolojilerle entegrasyonun önemine dikkat çekmektedir. Sonuç olarak, blok zincir teknolojisi, tedarik zinciri süreçlerini dönüştüren stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir ve gelecekte sürdürülebilirlik, karbon ayak izi yönetimi ve tedarik zinciri finansmanı gibi alanlarda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 2: Tedarik Zinciri Yönetiminde Blok zincir Uygulamalarına İlişkin Önceki Literatür Taramaları

Yazarlar	Makalenin Baz Aldığı Yıllar	Kullanılan Veri Tabanı	İncelenen Makale Sayısı	Kullanılan Arama Terimleri
Lahjouji vd., (2023)	2010–2022	Scopus WOS	78	“blockchain technology” / “digital ledger” / “distributed ledger” / “Pharmaceutical” / “medication” / “drug” / “healthcare” / “supply chain” / “value chain” / “cold chain”
Van vd., (2023)	2017–2022	Scopus WOS	108	“blockchain” / “bitcoin” / “smart contract” / “ethereum” / “hyperledger” / “distributed ledger” / “supply chain” / “purchasing” / “sourcing” / “manufacturing” / “production” / “inventory” / “assignment” / “order picking” / “logistics” / “transport”
Chakraborty vd., (2023)	2017- Temmuz 2022	Scopus	477	“blockchain” / “distributed ledger” / “supply chain” / “sustainability” / “green operations”
Sundarakani ve Ghouse (2024)	2017-2023	Scopus	143	“blockchain” / “hyperledger” / “distributed ledger technology” / “agriculture supply chain” / “food supply chain” / “agriculture”
Bhattacharya vd., (2024)	2019–2022	Scopus	21	“decentralized ledger” / “block” / “cloud computing” / “artificial intelligence” / “proof of work” / “cyber security” / “consensus algorithm” / “traceability” / “deep learning” / “closed-loop supply chain” / “closed-loop supply chain network” / “closed-loop supply chainmanagement” / “remanufacturing” / “remanufactured product” / “reverse supply chain” / “product recovery”

Oğuz vd., (2024)	2016–Haziran 2024	WOS Scopus	1874	“blockchain” / “block chain” / “logistics” / “supply chain management”
Sahoo vd., (2024)	2016- 2021	Scopus Google Scholar	146	“blockchain” / “sustainability” / “supply chain”
Dhingra vd., (2024)	2016- 2023	Scopus WOS Science Direct EBSCO Taylor and Francis Springer	123	“blockchain” / “supply chain” / “healthcare” / “medical” / “pharmaceutical” / “healthcare management” / “e-health” / “healthcare service” / “healthcare system”
Inam ve Haque (2024)	2017- 2023	Scopus	724	“blockchain” / “distributed ledger” / “technology” / “supply chain” / “logistics” / “supply chain management” / “application” / “use case” / “implementation” / “problem” / “challenge” / “issue” / “barrier”
Han ve Fang (2024)	2017- Mart 2023	WOS	180	“blockchain” / “distributed ledger” / “smart contract” / “supply chain management” / “supply chain integration” / “supply chain collaboration” / “supply chain coordination”

Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde sunduğu şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenlik gibi avantajların yanı sıra çeşitli zorluklara da dikkat çekmektedir. Dhingra vd. (2024) ve Lahjouji vd. (2023) gibi araştırmalar, özellikle sağlık ve ilaç sektörlerinde sahtecilikle mücadele ve hasta güvenliğinin sağlanması gibi konularda blok zincir teknolojisinin önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Öte yandan, Sahoo vd. (2024) ve Oğuz vd. (2024) tarafından yapılan çalışmalar, bu teknolojinin lojistik süreçlerde şeffaflık sağlamada ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde etkin bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Van vd. (2023) ve Chakraborty vd. (2023) tarafından yürütülen metin madenciliği ve bibliyometrik analizler ise, blok zincir uygulamalarının özellikle sürdürülebilirlik ve sahtecilik önleme gibi temalara yoğunlaştığını göstermektedir. Özellikle gıda tedarik zincirinde, blok zincir teknolojisinin izlenebilirlik, güvenlik ve sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri, sektörel uygulamaların çeşitliliğini ve önemini ortaya koymaktadır. Sundarakani ve Ghouse (2024), bu teknolojinin gıda sektöründe tedarik zinciri boyunca güvenli bilgi akışı sağladığını ve çevresel sürdürülebilirliği desteklediğini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, Han ve Fang (2024) ile Inam ve Haque (2024), veri gizliliği, yüksek maliyetler ve ölçeklenebilirlik gibi teknik ve yapısal engellerin, blok zincir teknolojisinin yaygın biçimde benimsenmesini zorlaştırdığını belirtmektedir. Literatürde farklı sektörlerdeki uygulamalar detaylı biçimde ele alınmış olsa da ilaç ve gıda sektörlerinin blok zincir entegrasyonu bakımından karşılaştırmalı biçimde incelendiği çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çerçevede, söz konusu iki sektörün benzerliklerini ve farklılıklarını belirleyerek sektörel uygulamalara yönelik stratejik içgörüler sunmak amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir. İlgili literatürü sistematik biçimde bir araya getiren analizler yoluyla, blok zincir teknolojisinin tedarik zincirlerinin dijitalleşmesindeki rolü kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir.

II. METODOLOJİ

Bibliyometrik analiz, bilimsel verileri analiz etmek ve değerlendirmek için kullanılan etkili bir yöntemdir. Belirli bir alandaki çalışmaların zaman içindeki evrimini inceleyerek, yeni ve gelişmekte olan konuları tespit etmeyi sağlar. Yayın ve atıf sayıları, anahtar kelimeler ve kurumlar arası iş birlikleri gibi verileri analiz ederek, bilimsel alanların gelişimini haritalandırır (Donthu vd., 2021). Bu yöntem, araştırmacılara literatürdeki boşlukları belirleme, araştırma eğilimlerini analiz etme ve iş birliği fırsatlarını keşfetme olanağı tanır. Bibliyometrik analiz, hem mevcut bilginin sistematik bir şekilde değerlendirilmesine hem de gelecekteki araştırmalar için yeni perspektifler sunulmasına katkı sağlar (Lyu vd., 2023). Bu çalışmada, bibliyometrik analizler için Scopus ve WOS veri tabanlarından elde

edilen bibliyografik veriler kullanılmış ve analizler Aria ve Cuccurullo (2017) tarafından geliştirilen *Bibliometrix* paketi ile gerçekleştirilmiştir. *Bibliometrix*, bilimsel haritalama analizlerinde sağladığı geniş analiz seçenekleri ve güçlü görselleştirme yetenekleri sayesinde, bu çalışmanın amaçlarına uygun bir çerçeve sunmuştur. Ayrıca, *RStudio*'nun açık kaynaklı yapısı, istatistiksel algoritmaları, matematiksel işlevselliği ve görselleştirme becerileri, bibliyometrik analizlerin detaylı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamıştır (Oğuz vd., 2024). Literatürde farklı yazılım araçları bibliyometrik analiz için kullanılabilir de *R yazılım paketleri* geniş analiz seçenekleri, sürekli güncellenen özellikleri ve kapsamlı veri görselleştirme yetenekleri nedeniyle bu çalışmada öncelikli olarak tercih edilmiştir. Bu kapsamda, çalışmada on farklı bibliyometrik analiz türü uygulanmıştır. Uygulanan analizler arasında yıllık yayın eğilimlerini belirlemeye yönelik Yıllık Bilimsel Üretim Analizi, yazarlar, ülkeler ve anahtar kelimeler arasındaki bağlantıları görselleştiren Üç Alanlı Görselleştirme, yıllara göre dergi bazlı yayın üretimini inceleyen Kaynak Üretimini Zaman İçindeki Dağılımı, katkı sağlayan kurumları tespit eden En İlgili Kurumlar, yazışma yazarlarının ülke dağılımını gösteren Sorumlu Yazarların Ülke Dağılımı, ülkelerin yayın sayılarını değerlendiren Ülkelerin Bilimsel Yayın Üretimi, en çok atıf alan çalışmaları belirleyen En Çok Atıf Alan Küresel Çalışmalar, anahtar kelimelerin yoğunluğunu görselleştiren Kelime Bulutu, kavramsal ilişkileri ortaya koyan Eşleşen Terimler Ağı ve tematik kümeleri analiz eden Tematik İlişki Haritası yer almaktadır. Bu analiz türleri, her iki sektöre ilişkin literatürün karşılaştırmalı değerlendirilmesini sağlayacak şekilde seçilmiş ve çalışmanın genel yapısıyla bütünleştirilmiştir.

Arslanhan ve Delice (2024) tarafından gerçekleştirilen önceki çalışmamızda blok zincir teknolojisinin farklı sektörlerdeki uygulama alanlarını analiz ederek öne çıkan sektörleri belirlemek amacıyla yapılan sistematik literatür taraması sonucunda, gıda ve ilaç tedarik zincirleri bu teknolojinin en yaygın ve etkili bir şekilde uygulandığı iki temel alan olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, her iki sektörü karşılaştırmalı bir perspektifle incelemek ve sektörel farklılıklar ile benzerlikleri derinlemesine değerlendirmek amacıyla bibliyometrik bir analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, belirlenen arama terimlerini kullanarak Scopus ve WOS veri tabanlarında her sektör için ayrı ayrı aramalar gerçekleştirilmiştir. İlk olarak ilaç tedarik zinciri için Scopus veri tabanında yapılan arama sonucunda 436 yayına ulaşılmış, aynı arama terimleri kullanılarak WOS veri tabanında ise 188 yayın tespit edilmiştir. Benzer şekilde, gıda tedarik zinciri için Scopus veri tabanında 743, WOS veri tabanında ise 423 yayın elde edilmiştir. Daha sonra, her sektör için ayrı ayrı olmak üzere, bu yayınlar birleştirilmiş ve tekrar eden yayınlar analizden çıkarılmıştır. Tarama sürecinin ardından, ilaç sektörü için toplam 455, gıda sektörü için ise toplam 816 makale değerlendirilmek üzere çalışma kapsamına alınmıştır. Bu makaleler, her iki sektörün blok zincir teknolojisi bağlamındaki uygulamalarını karşılaştırmalı bir şekilde analiz etmek amacıyla oluşturulan benzersiz veri setlerini temsil etmektedir. Yayınlar için tarama kriterleri tablo 3'te gösterilmiştir.

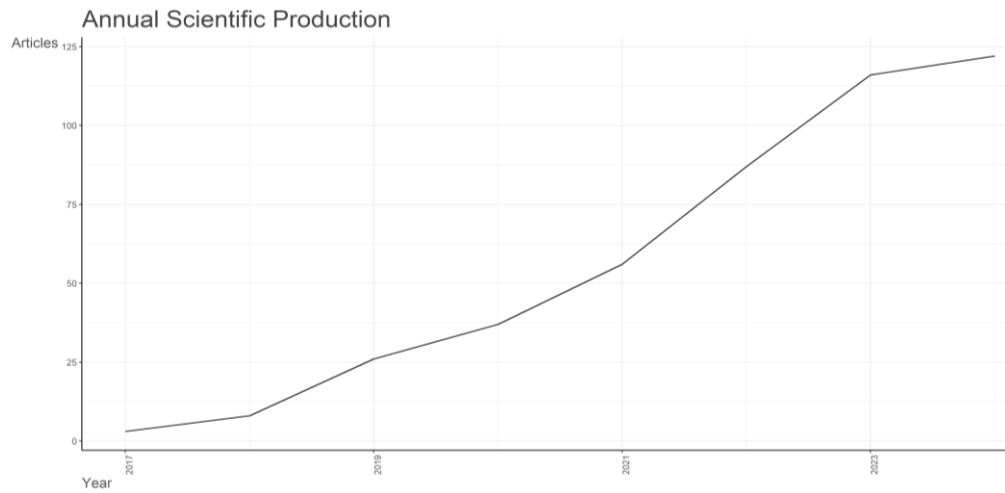
Tablo 3: Çalışma Yöntemi ve Araştırma Süreci

Araştırma Kriteri	Açıklama
Taranan Veri Tabanları	Scopus ve WOS
Yayın Türü	Veri tabanında Bulunan Tüm Yayınlar
Tarih Aralığı	2016-2024
Arama Alanları (İlaç)	("blockchain" OR "hyperledger" OR "smart contract" OR "ethereum") AND ("pharmaceutical supply chain" OR "drug supply chain" OR "medicine supply chain" OR "healthcare supply chain")
Arama Alanları (Gıda)	("blockchain" OR "hyperledger" OR "smart contract" OR "ethereum") AND ("food supply chain")
Yayın Sayısı (İlaç)	Scopus: 436, WOS:188 / Birleştirme Sonucu Geriye Kalan:455
Yayın Sayısı (Gıda)	Scopus: 743, WOS:423 / Birleştirme Sonucu Geriye Kalan:816

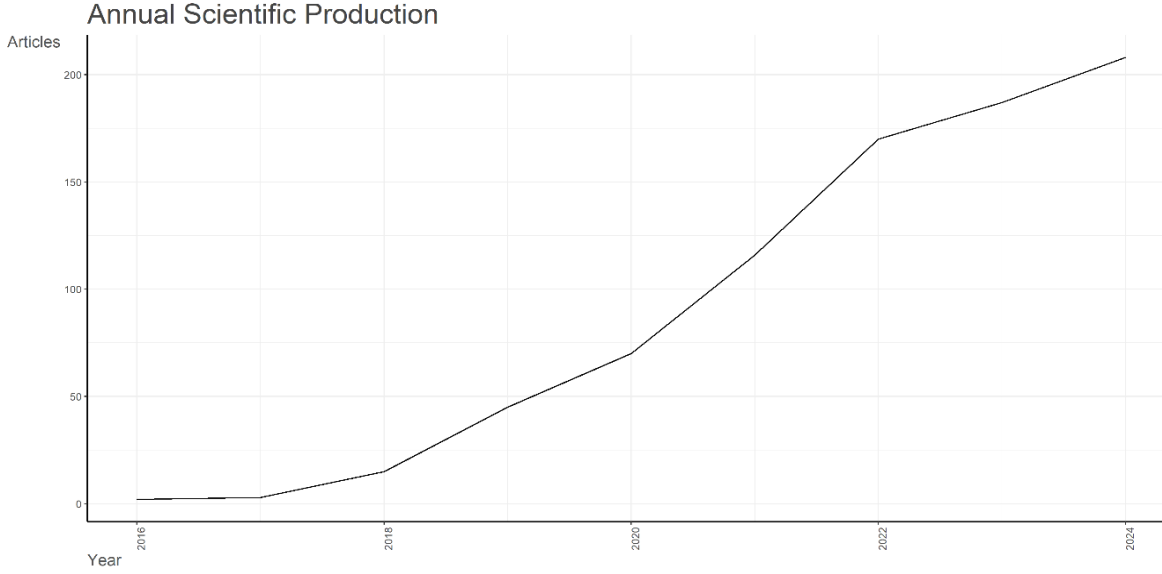
Bu çalışma kapsamında, ilaç ve gıda tedarik zincirlerinde blok zincir teknolojisinin kullanımını karşılaştırmalı bir perspektiften ele almak amacıyla, bibliyometrik analiz yöntemleri çerçevesinde detaylı incelemeler gerçekleştirilmiştir. Analizler, her iki sektördeki literatürün yıllara göre bilimsel üretim eğilimlerini, ilgili yazar ve kurumların katkılarını, ülkeler arası bilimsel etkileşimleri, atıf ilişkilerini ve anahtar temaların dağılımını incelemeye odaklanmıştır. Ayrıca, sektörel dinamiklerin şekillendirdiği anahtar kelime bağlantıları, araştırma eğilimleri ve literatürdeki tematik farklılıklar derinlemesine analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerin sonuçları, ikinci bölümde detaylarıyla birlikte sunulmuştur.

II.I. Yıllık Bilimsel Üretim Analizi

“Annual Scientific Production” analizi, belirli bir konuda yapılan akademik yayınların yıllara göre dağılımını inceleyerek literatürdeki gelişim eğilimlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu analiz, zaman içinde artan veya azalan akademik ilgiyi göstererek araştırma alanının olgunluk düzeyi ve dinamikleri hakkında bilgi verir. Ayrıca, literatürdeki boşlukları ve gelecekteki araştırmalar için potansiyel odak alanlarını belirlemede yol gösterici rol oynar (Aria ve Cuccurullo 2017). Bu doğrultuda, Şekil 1’de ilaç sektörü ve Şekil 2’de gıda sektörü için yıllık bilimsel üretim eğilimleri sunulmakta olup, blok zincir teknolojisine yönelik akademik ilginin zaman içindeki değişimi sektörel bazda karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.



Şekil 1: İlaç Sektörüne ait Yıllık Bilimsel Üretim



Şekil 2: Gıda Sektörüne ait Yıllık Bilimsel Üretim

a. Benzerlikler

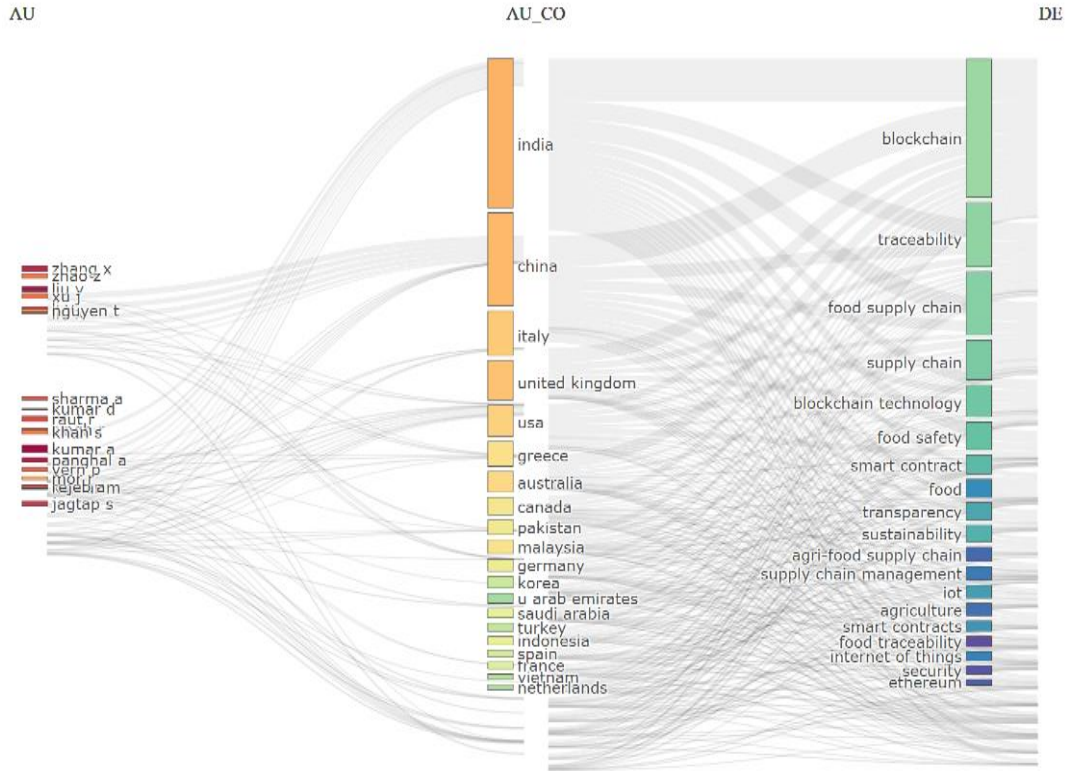
Her iki sektörde de 2016'dan itibaren yıllık yayın sayılarında düzenli bir artış gözlemlenmektedir. Bu eğilim, blok zincir teknolojisinin tedarik zincirlerinde sağladığı şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenlik gibi avantajların hem ilaç hem de gıda sektörlerinde giderek daha fazla araştırma konusu haline geldiğini göstermektedir. Özellikle 2020 sonrası dönemde ivmelenen üretim, COVID-19 pandemisinin dijital çözümlere yönelimi artırdığı döneme denk gelmektedir.

b. Farklılıklar

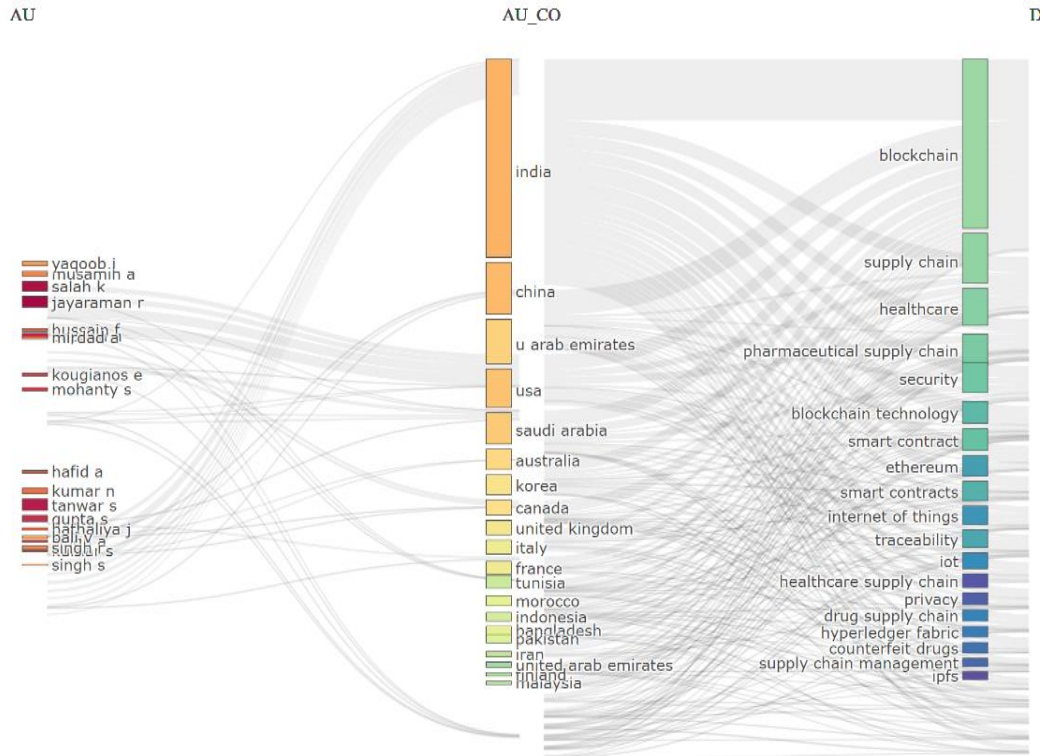
Gıda sektörü, özellikle 2018 sonrası dönemde yayın sayısında daha hızlı bir artış göstermiştir. 2024 yılı itibarıyla 208 yayına ulaşarak, ilaç sektörüne kıyasla daha yoğun bir akademik ilgiyi yansıtmaktadır. Bu durum, gıda sektörünün sürdürülebilirlik, tüketici güveni ve tedarik zinciri şeffaflığı gibi daha geniş temalarda blok zincir teknolojisini değerlendirdiğini göstermektedir. Öte yandan, ilaç sektöründe yıllık yayın sayısındaki artış daha istikrarlı seyretmekte, ancak toplam yayın sayısı daha düşük kalmaktadır. Bu farklılık, sektörlerin blok zincir uygulamalarına yönelik önceliklerinin ve kullanım bağlamlarının çeşitlendiğini ortaya koymaktadır.

II.II. Üç Alanlı Görselleştirme

Akademik çalışmalarda farklı kategoriler arasındaki ilişkiyi görselleştirmek için kullanılan bir analiz yöntemi olan "ThreeFieldPlot" sol, orta ve sağ sütunlar olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Sol sütunda ("AU") blok zincir teknolojisi ile ilgili yayınlarda katkıda bulunan yazarlar yer almaktadır. Orta sütun ("AU_CO"), bu yazarların çalışmalarını gerçekleştirdiği ülkeleri temsil etmektedir. Sağ sütun ("DE") ise ilgili çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeleri göstermektedir. Bu yapı, yazarlar, ülkeler ve anahtar kelimeler arasındaki bağlantıları ve etkileşimleri detaylı bir şekilde analiz etmeye olanak tanımaktadır (Aria ve Cuccurullo 2017). Şekil 3'te ilaç sektörüne, Şekil 4'te ise gıda sektörüne ait Üç Alanlı Görselleştirme yer almaktadır.



Şekil 3: İlaç Sektörüne ait Üç Alanlı Görselleştirme



Şekil 4: Gıda Sektörüne ait Üç Alanlı Görselleştirme

a. Benzerlikler:

Her iki sektör için yapılan analizler, blok zincir teknolojisinin ortak uygulama alanlarına işaret etmektedir. Hem ilaç hem de gıda sektörlerinde, "blok zincir," "tedarik zinciri," "izlenebilirlik," ve "akıllı

sözleşme" gibi anahtar kelimeler öne çıkmaktadır. Bu durum, her iki sektörde de blok zincir teknolojisinin temel işlevlerinin benzer şekilde ele alındığını göstermektedir. Ayrıca, coğrafi olarak Hindistan, Çin ve ABD gibi ülkeler, her iki sektörde de araştırmaların yoğunlaştığı merkezler olarak dikkat çekmektedir. Bu ülkelerin güçlü teknolojik altyapıları ve küresel tedarik zincirlerindeki etkin rolleri, blok zincir teknolojisinin benimsenmesinde lider konumda olduklarını ortaya koymaktadır. Yazar çeşitliliği açısından bakıldığında, her iki sektörde de farklı akademisyenlerin katkı sağladığı geniş bir araştırma ağı mevcuttur. Bu durum, blok zincir teknolojisinin disiplinler arası bir yaklaşımla ele alındığını ve farklı uzmanlık alanları tarafından incelendiğini göstermektedir.

b. Farklılıklar:

Gıda ve ilaç sektörleri arasında blok zincir uygulamalarında dikkat çekici farklılıklar bulunmaktadır. İlaç sektöründe "farmasötik tedarik zinciri", "ilaç tedarik zinciri" ve "sağlık hizmetleri tedarik zinciri" gibi sağlık sektörüne özgü anahtar kelimeler ön plana çıkarken, gıda sektöründe "gıda tedarik zinciri," "gıda güvenliği," ve "sürdürülebilirlik" gibi terimler daha yaygındır. Bu durum, ilaç sektöründe güvenlik, izlenebilirlik ve veri gizliliği gibi kritik unsurlara odaklanıldığını, gıda sektöründe ise daha çok sürdürülebilirlik, şeffaflık ve gıda güvenliği gibi etik ve çevresel faktörlerin ön planda olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ülke bazlı dağılımlarda da farklılıklar gözlemlenmiştir; gıda sektöründe Yunanistan, Pakistan ve Türkiye gibi ülkeler ön plana çıkarken, ilaç sektöründe Suudi Arabistan ve Tunus gibi ülkelerin katkıları daha belirgindir. Yazar bazında ise her iki sektörde öne çıkan isimler farklılık göstermekte olup, bu durum yazarların sektörel uzmanlık alanlarına bağlı farklılıkları yansıtmaktadır.

II.III. Kaynak Üretiminin Zaman İçindeki Dağılımı

"Sources Production Over Time" analizi, belirli bir zaman aralığında bilimsel yayınların hangi kaynaklarda üretildiğini ve bu üretimin yıllar içerisindeki değişimini incelemeye olanak tanır. Bu yöntem, çalışılan alandaki yayınların yoğunlaştığı dergileri ve konferansları belirleyerek literatürdeki eğilimleri ortaya koymak açısından önemlidir (Aria ve Cuccurullo, 2017). Bu kapsamda, her iki sektör için en fazla yayına sahip olan sekiz dergi seçilmiş ve bu dergilerdeki yıllık yayın sayılarının dağılımı analiz edilmiştir. Tablo 4 ve Tablo 5'te yer alan dergiler, 2024 yılı itibarıyla en fazla yayına sahip olmaları esas alınarak sıralanmıştır. Her bir derginin yıllık yayın sayıları belirtilmiştir; ayrıca, bu dergilerde yayımlanan makalelerin toplam çalışma evrenine oranı yüzdelik olarak hesaplanarak sunulmuştur.

Tablo 4: İlaç Sektöründe Kaynak Üretiminin Yıllara Göre Dağılımı

Dergi İsmi	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Toplam Yayın	Oran (%)
Lecture Notes in Networks and Systems	0	0	2	2	11	15	30	6,59
IEEE Access	0	2	6	8	9	12	37	8,13
Blockchain in Healthcare Today	1	2	3	6	7	7	26	5,71
Sensors	0	1	3	4	5	6	19	4,18
ACM International Conference Proceeding Series	0	1	1	2	5	5	14	3,08
Cluster Computing-The Journal of Networks Software Tools and Apps	0	0	0	0	2	5	7	1,54
Computers & Industrial Engineering	0	0	1	1	3	5	10	2,20
Electronics	1	3	3	5	5	5	22	4,84

Toplam incelenen 455 ilaç sektörü yayınının yaklaşık %36'sı bu sekiz kaynaktan yayımlanmıştır.

Tablo 5: Gıda Sektöründe Kaynak Üretiminin Yıllara Göre Dağılımı

Dergi İsmi	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Toplam Yayın	Oran (%)
Sustainability	0	1	6	18	24	25	74	9,07
IEEE Access	0	6	12	14	20	21	73	8,95
Foods	1	1	3	8	16	18	47	5,76
Lecture Notes in Networks and Systems	0	0	1	1	8	12	22	2,70
Journal of Cleaner Production	1	4	7	7	8	10	37	4,53
Ceur Workshop Proceedings	1	2	2	5	6	8	24	2,94
Heliyon	0	0	0	0	2	8	10	1,22
ACM International Conference Proceeding Series	0	2	3	6	6	7	24	2,94

Gıda sektörü özelinde incelenen 816 yayının yaklaşık %37'si Tablo 5'te yer alan dergilerde yayımlanmıştır.

a. Benzerlikler

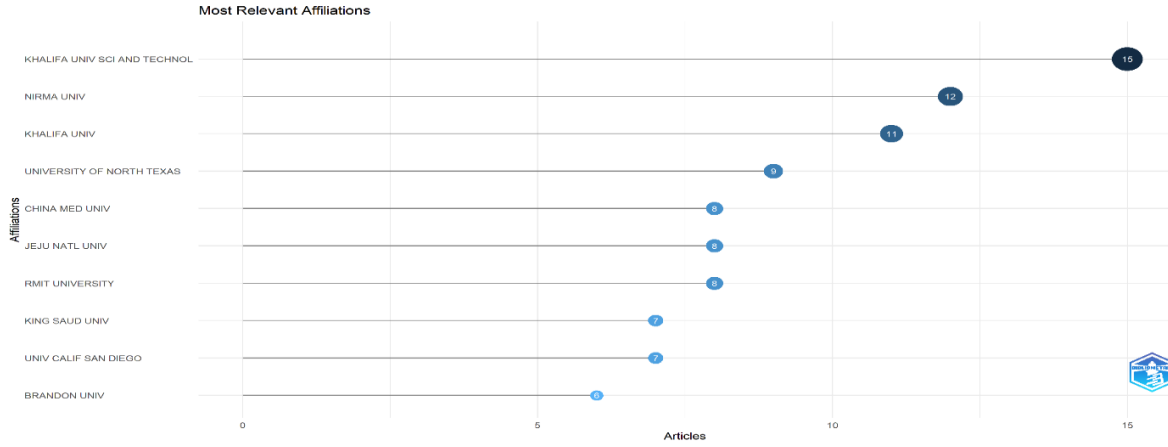
Tablo 4 ve Tablo 5'te yer alan verilere göre, ilaç ve gıda sektörleri arasında dikkate değer benzerlikler bulunmaktadır. Her iki sektörde de 2020 yılından itibaren bilimsel yayınların üretiminde belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum, blok zincir teknolojisinin her iki sektörde de artan bir ilgiyle ele alındığını göstermektedir. Ayrıca, "IEEE Access", "Lecture Notes in Networks and Systems" ve "ACM International Conference Proceeding Series" gibi teknoloji odaklı dergilerin her iki sektörde de öne çıktığı dikkat çekmektedir. Bu, blok zincir teknolojisinin disiplinler arası bir yaklaşımla ele alındığını ve her iki sektörde ortak bir bilimsel temel oluşturduğunu işaret etmektedir.

b. Farklılıklar

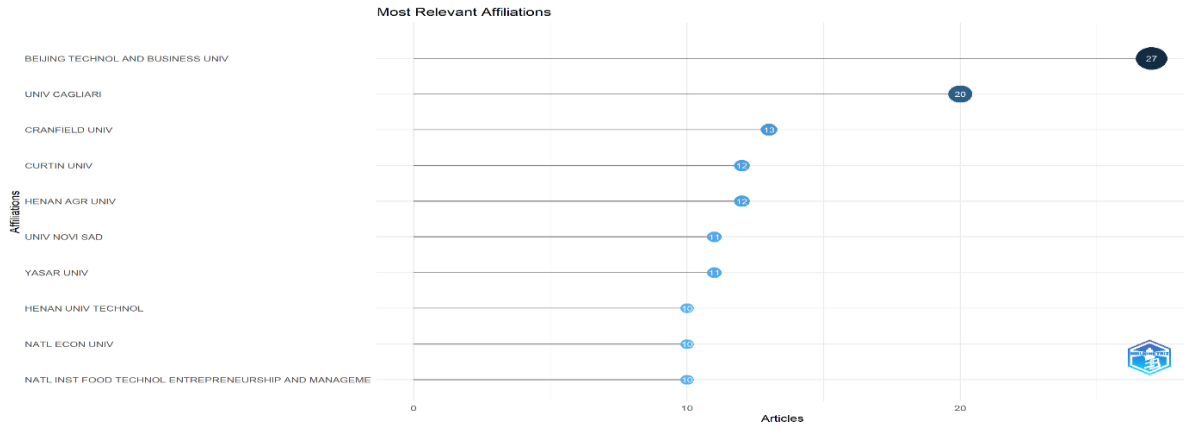
İlaç sektörü, daha çok teknoloji ve sağlık odaklı dergilere yönelmiştir. Tablo 4'te yer alan "Blockchain in Healthcare Today" ve "Sensors" gibi dergiler, ilaç tedarik zincirinde blok zincir uygulamalarının daha dar ama derin bir odakla ele alındığını göstermektedir. Öte yandan, gıda sektörü ise daha geniş bir yelpazeye sahiptir. Tablo 5'te "Sustainability", "Foods" ve "Journal of Cleaner Production" gibi sürdürülebilirlik, izlenebilirlik ve tarımsal üretime odaklanan dergilerin ön planda olduğu görülmektedir. Bu durum, gıda sektöründe çevresel ve toplumsal faktörlerin araştırmalarda öncelikli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, gıda sektörü toplam yayın sayısı açısından ilaç sektörüne kıyasla daha büyük bir hacme sahiptir. Buna karşın, ilaç sektörü daha spesifik sağlık sorunlarına ve teknolojik uygulamalara odaklanan dergilerde yoğunlaşmıştır. Bu farklılıklar, blok zincir teknolojisinin iki sektördeki uygulamalarının sektörel ihtiyaçlara ve önceliklere göre şekillendiğini göstermektedir.

II.IV. En İlgili Kurumlar

"Most Relevant Affiliations" analizi, ilgili sektörlerde blok zincir teknolojisi üzerine yapılan akademik çalışmalara en fazla katkı sağlayan kurumları belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu analiz, hangi üniversite veya araştırma kurumlarının literatüre en çok katkıda bulunduğunu gösterir ve akademik iş birliği dinamiklerini anlamak için önemli bir araçtır (Ab Rashid, 2023). Şekil 5'te ilaç sektörüne, Şekil 6'da ise gıda sektörüne yönelik olarak blok zincir teknolojisiyle ilgili en fazla yayın yapan akademik kurumlar gösterilmektedir. Şekillerde sol tarafta yer alan kurumlar, yayın sayısına göre sıralanmış; böylece sektörel katkılar karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmiştir.



Şekil 5: İlaç Sektöründe Blok Zincir Teknolojisine En Fazla Katkı Sağlayan Akademik Kurumlar



Şekil 6: Gıda Sektöründe Blok Zincir Teknolojisine En Fazla Katkı Sağlayan Akademik Kurumlar

a. Benzerlikler:

Her iki sektörde de belirli akademik kuruluşlar, bilimsel literatüre kayda değer katkılar sağlamıştır. Her iki şekil, sektörler arasında akademik çalışmaların global ölçekte dağıldığını göstermektedir. Hem ilaç hem de gıda sektörlerinde birden fazla üniversitenin aynı veya benzer katkı seviyesinde yer alması, iki sektörün de geniş bir akademik ilgi gördüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca, her iki sektör için de katkıda bulunan bazı üniversitelerin teknoloji odaklı olması, blok zincir teknolojisinin disiplinler arası yapısının her iki sektörde de kendini gösterdiğini işaret etmektedir.

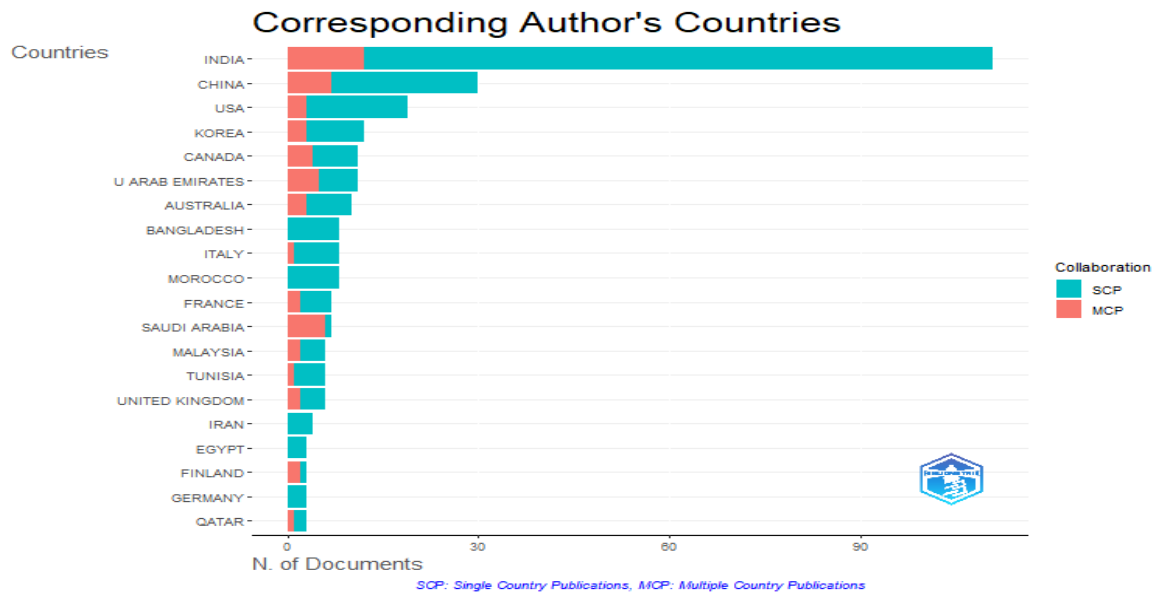
b. Farklılıklar:

İlaç sektöründe, özellikle teknoloji ve sağlık alanında uzmanlaşmış üniversitelerin öne çıktığı görülmektedir. Örneğin, "Khalifa University of Science and Technology" 15 makale ile en fazla katkısı sağlamıştır. Bu durum, ilaç sektörünün veri güvenliği, izlenebilirlik ve sağlık tedarik zinciri optimizasyonu gibi konulara odaklandığını yansıtmaktadır. Diğer yandan, gıda sektöründe "Beijing Technology and Business University" 27 makale ile lider konumda olup, bu sektörün sürdürülebilirlik, gıda güvenliği ve tarımsal üretim konularına yönelik daha geniş bir akademik çalışma hacmine sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, gıda sektöründe tarım ve sürdürülebilirlik temaları üzerine uzmanlaşmış üniversitelerin yer alması, sektörün temel araştırma alanlarının çok disiplinli olduğunu ortaya koymaktadır. Gıda sektöründeki üniversiteler arasında "Yaşar Üniversitesi" gibi bölgesel katkı

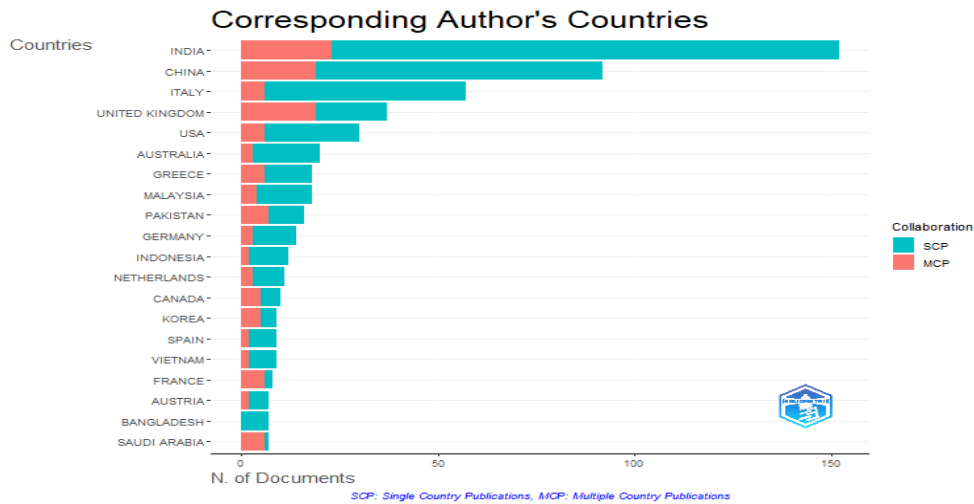
sağlayan kurumların yer alması, bu sektörün farklı bölgelerdeki özgün sorunlara odaklandığını göstermektedir. Buna karşılık, ilaç sektörü daha çok küresel ölçekte tanınan ve teknoloji odaklı araştırmalar yürüten üniversitelerle temsil edilmektedir.

II.V. Sorumlu Yazarların Ülke Dağılımı

“Corresponding Author's Countries” analizi, seçilen sektörlerle yönelik akademik çalışmaların hangi ülkelere geldiğini ve bu çalışmaların tek bir ülke (SCP: Single Country Publications) ya da birden fazla ülkenin iş birliğiyle (MCP: Multiple Country Publications) üretildiğini ortaya koymaktadır (Chinchilla vd. 2024). Bu analiz, blok zincir teknolojisinin sektörel uygulamalarına yönelik araştırmalarda coğrafi dağılımı ve uluslararası iş birliği düzeyini anlamada önemli bir araçtır. Özellikle, yazarların ait olduğu ülkelerin ve bu ülkelerdeki akademik üretimin yoğunluğu, sektörel araştırma trendlerini belirlemede kritik bir rol oynar. Şekil 7, ilaç sektörü çalışmalarının; Şekil 8 ise gıda sektörü çalışmalarının ülkeler bazındaki dağılımını görselleştirmektedir.



Şekil 7: İlaç Sektörüne Ait Sorumlu Yazarların Ülke Dağılımı



Şekil 8: Gıda Sektörüne Ait Sorumlu Yazarların Ülke Dağılımı

a. Benzerlikler

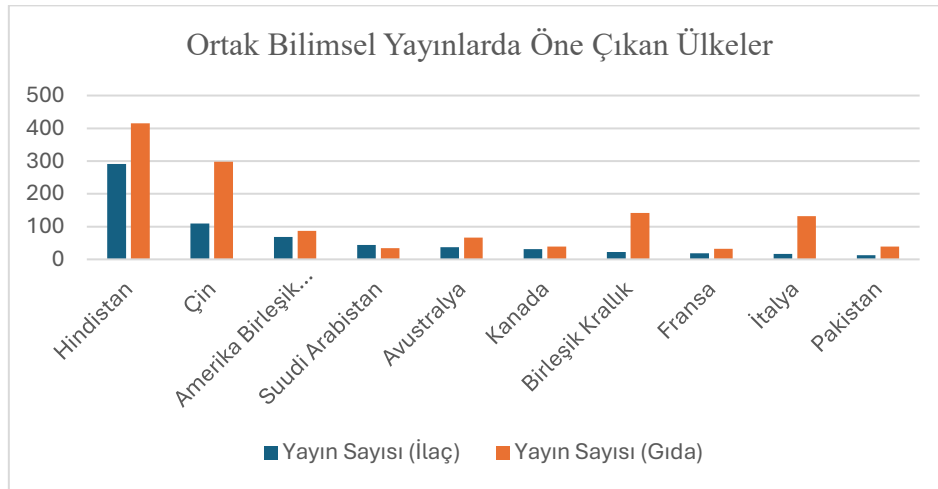
İlaç ve gıda sektörlerinin analizi, her iki alanda da Hindistan'ın lider konumda olduğunu göstermektedir. Hindistan, hem tek ülke (SCP) hem de çoklu ülke iş birliği (MCP) kapsamında dikkate değer bir akademik üretime sahiptir. Çin, ABD ve Avustralya gibi ülkeler de her iki sektörde güçlü bir şekilde temsil edilmekte ve bilimsel üretime kayda değer katkılar sağlamaktadır. Bu durum, her iki sektörün de küresel bir ilgi gördüğünü ve blok zincir teknolojisinin bu sektörlerdeki uygulamalarına yönelik araştırmaların dünya çapında yaygınlaştığını ortaya koymaktadır.

b. Farklılıklar

Her iki sektör arasında dikkat çekici farklılıklar bulunmaktadır. Gıda sektöründe İtalya ve Birleşik Krallık gibi Avrupa ülkeleri, akademik üretimde öne çıkarken; ilaç sektöründe Birleşik Arap Emirlikleri ve Suudi Arabistan gibi ülkeler daha belirgin bir rol oynamaktadır. Ayrıca, gıda sektörü MCP oranlarında ilaç sektörüne göre daha yüksek bir uluslararası iş birliği düzeyi sergilemektedir. Bu durum, gıda sektörünün daha fazla uluslararası koordinasyon ve şeffaflık gerektiren küresel tedarik zinciri yapısıyla uyumlu olabilir. İlaç sektörü ise daha çok bölgesel veya ülke bazlı ihtiyaçlara odaklanmış gibi görünmektedir.

II.VI. Ülkelerin Bilimsel Yayın Üretimi

“Country Scientific Production” analizi, belirli bir araştırma alanında ülkelerin bilimsel katkılarını değerlendirmek için kullanılır. Bu analiz, ilgili ülkelerin yayımladığı yayın sayılarının karşılaştırılmasına olanak tanır (Aria ve Cuccurullo 2017). İlaç ve gıda sektörlerinde blok zincir teknolojisine yönelik yayınların ülkeler bazında dağılımı, hangi ülkelerin bu alanlarda öncü konumda olduğunu ve araştırma faaliyetlerinin yoğunluğunu belirlemek için incelenmiştir.



Şekil 9: Ortak Bilimsel Yayınlarda Öne Çıkan Ülkelerin Karşılaştırmalı Dağılımı

Dipnot: Yazar tarafından Scopus ve WOS verilerinden elde edilen bulgular doğrultusunda manuel olarak oluşturulmuştur.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, iki sektör özelinde ülkelerin bilimsel katkıları aşağıda benzerlikler ve farklılıklar çerçevesinde değerlendirilmiştir.

a. Benzerlikler

İlaç ve gıda sektörlerinde, Hindistan her iki sektörde de açık ara lider konumunda bulunmaktadır. Bu durum, Hindistan'ın hem ilaç hem de gıda tedarik zincirlerinde blok zincir teknolojisinin benimsenmesi ve bu alandaki araştırmalara yoğun katkı sağladığını göstermektedir. Benzer şekilde, Çin ve ABD de her iki sektördeki güçlü bilimsel üretimleriyle dikkat çekmektedir. Bu ülkeler hem gelişmiş teknolojik

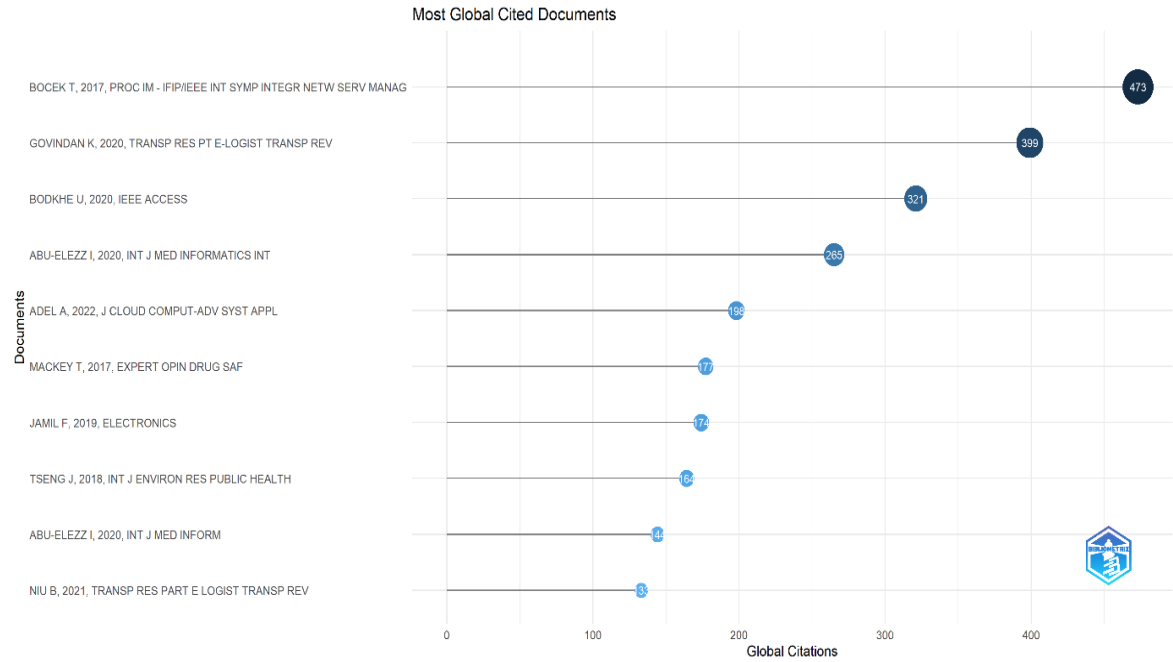
altyapıları hem de büyük pazar ihtiyaçları sayesinde bu alanlarda yoğun bir biçimde yayın üretmektedirler. Ayrıca, Avustralya ve Kanada'nın da her iki sektör için dikkate değer yayın üretim hacmine sahip olduğu görülmektedir. Birleşik Krallık ve İtalya'nın Gıda sektöründeki yüksek yayın sayısı da oldukça dikkat çekmektedir.

b. Farklılıklar

Gıda sektöründe, İtalya ve Birleşik Krallık, bilimsel üretim açısından oldukça yüksek katkı sağlamışken, ilaç sektöründe bu ülkelerin katkısı daha düşüktür. Bunun aksine, ilaç sektöründe Suudi Arabistan, Bangladeş ve Güney Kore'nin katkıları dikkat çekerken, bu ülkeler gıda sektöründe daha az aktif görünmektedir. Gıda sektöründe Yunanistan, Malezya ve Almanya gibi ülkeler de ön planda yer alırken, bu ülkelerin ilaç sektöründeki katkıları sınırlı kalmıştır. Bu farklılıklar, sektörlerin ülkeler bazındaki önceliklendirilmiş araştırma alanlarını ve ihtiyaçlarını yansıtmaktadır. Genel olarak, gıda sektörü daha geniş bir uluslararası katılım gösterirken, ilaç sektörü belirli ülkelerde daha odaklı bir üretimle temsil edilmektedir. Bu durum, her iki sektörün blok zincir teknolojisi kullanımındaki önceliklerinin ve uygulama alanlarının farklılıklarını açıkça ortaya koymaktadır.

II.VII. En Çok Atıf Alan Küresel Çalışmalar

“Most Global Cited Documents” analizi, belirli bir alandaki en çok atıf alan makaleleri sıralayarak, hangi çalışmaların literatüre en fazla etki ettiğini belirlemek amacıyla yapılmaktadır (Changalima, I. A. 2025). Bu analiz, her iki sektör için, blok zincir teknolojisinin akademik literatürdeki etkili çalışmalarını tespit etmeye ve bu çalışmaların hangi alanlara odaklandığını göstermektedir.



Şekil 10: İlaç Sektöründe En Çok Atıf Alan Küresel Çalışmaların Dağılımı

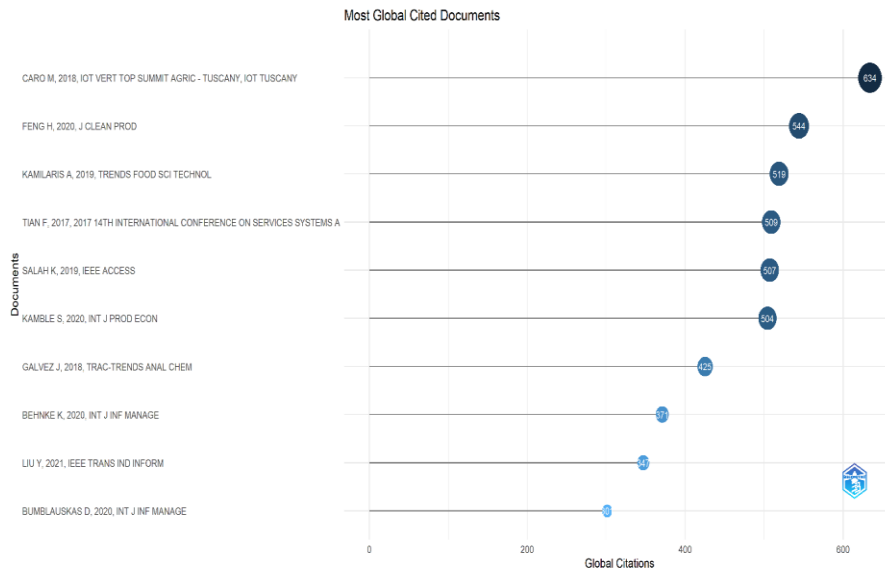
Şekil 10 aracılığıyla yapılan görsel analiz, ilaç sektöründe blok zincir teknolojisine ilişkin en fazla atıf alan çalışmaları genel bir çerçevede göstermektedir. Bu analiz, Tablo 6 ile desteklenmiş ve ilgili yayınların dergi bilgileri, atıf sayıları, etki faktörleri ve çeyrek dilim verileriyle zenginleştirilmiştir.

Tablo 6: İlaç Sektöründe En Çok Atıf Alan Küresel Çalışmaların Yayın Bilgileri

Yazarlar	Yılı	Dergi Adı	Atıf Sayısı	Etki Faktörü	Çeyrek Dilimi
Bocek vd.	2017	IEEE	473		
Govindan vd.	2020	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	399	9.2	Q1
Bodkhe vd.	2020	IEEE Access	321	3.7	Q2
Abu-Elezz vd.	2020	International Journal of Medical Informatics	265	4.6	Q1
Adel Amr	2022	Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications	198	3.8	Q2
Mackey vd.	2017	Expert Opinion on Drug Safety	177	3.6	Q2
Jamil vd.	2019	Electronics	174	2.6	Q2
Tseng vd.	2018	International Journal of Environmental Research and Public Health	164	4.6	Q2
Abu-Elezz vd.	2020	International Journal of Medical Informatics	144	4.6	Q1
Niu vd.	2021	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	133	9.2	Q1

Dipnot: Etki faktörü ve çeyrek dilim verisi girilmeyen satırlar, ilgili yayımların akademik dergi yerine konferans bildirisi veya endekslenmeyen kaynaklarda yer alması nedeniyle değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Tablo 6, çalışmalara yönelik akademik ilginin düzeyini ve yayınlandıkları kaynakların niteliksel özelliklerini göstermesi açısından önem arz etmektedir. Tablo 6’da yer alan yayınlar, ağırlıklı olarak Q1 ve Q2 sınıfında yer alan yüksek etki faktörlü dergilerde yayımlanmış olup, bu durum alandaki çalışmaların akademik etkisinin güçlü olduğunu göstermektedir. Özellikle *Transportation Research Part E* dergisinin hem Govindan vd. (2020) hem de Niu vd. (2021) çalışmalarıyla dikkat çektiği görülmektedir. Ayrıca, *IEEE Access* ve *International Journal of Medical Informatics* gibi teknoloji ve sağlık odaklı dergilerde yoğunlaşma gözlenmektedir. Bu eğilim, blok zincir teknolojisinin ilaç sektöründe disiplinler arası bir ilgiyle ele alındığını ve hem lojistik hem de sağlık enformatiği alanlarında araştırma üretiminin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. İlaç sektörüne ilişkin değerlendirmelerin ardından, çalışmanın bir diğer odak noktası olan gıda tedarik zincirine yönelik bulgulara geçilmektedir. Bu kapsamda, gıda sektöründe blok zincir teknolojisine ilişkin en çok atıf alan çalışmalara şekil 11’de yer verilmiştir.



Şekil 11: Gıda Sektöründe En Çok Atıf Alan Küresel Çalışmaların Dağılımı

Şekil 11, gıda sektöründe blok zincir teknolojisine ilişkin literatürde en fazla atıf alan çalışmaları görsel olarak sunmakta olup, Tablo 8 ile değerlendirilerek bu yayınlara ait dergi isimleri, atıf sayıları, etki faktörleri ve çeyrek dilim bilgileriyle analiz daha kapsamlı hale getirilmiştir.

Tablo 7: Gıda Sektöründe En Çok Atıf Alan Küresel Çalışmaların Yayın Bilgileri

Yazarlar	Yılı	Dergi Adı	Atıf Sayısı	Etki Faktörü	Çeyrek Dilimi
Caro vd.	2018	2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture	634		
Feng vd.	2020	Journal of Cleaner Production	544	10.2	Q1
Kamilaris vd.	2019	Trends in Food Science & Technology	519	16.4	Q1
Tian F.	2017	IEEE 13th International Conference on Service Systems and Service Management	509		
Salah vd.	2019	IEEE Access	507	3.7	Q2
Kamble vd.	2020	International Journal of Production Economics	504	10.3	Q1
Galvez vd.	2018	Trends in Analytical Chemistry	425	11.1	Q1
Behnke ve Janssen	2020	International Journal of Information Management	371	19.2	Q1
Liu vd.	2021	IEEE Transactions on Industrial Informatics	347	11.4	Q1
Bumblauskas vd.	2020	International Journal of Information Management	301	19.2	Q1

Dipnot: Etki faktörü ve çeyrek dilim verisi girilmeyen satırlar, ilgili yayınların akademik dergi yerine konferans bildirisi veya endekslenmeyen kaynaklarda yer alması nedeniyle değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Gıda sektörüne ilişkin en çok atıf alan çalışmalar, Tablo 7’de temel bibliyometrik verilerle özetlenmiştir. İlgili yayınlar, sektöre yönelik akademik ilgiyi ve araştırma kalitesini yansıtan nitelikte verilere dayanmaktadır. Tablo 7’deki veriler incelendiğinde, çalışmalarda yüksek etki faktörüne sahip ve Q1 kategorisinde yer alan dergilerin baskın olduğu görülmektedir. Özellikle *Journal of Cleaner Production* (Feng vd., 2020), *Trends in Food Science & Technology* (Kamilaris vd., 2019) ve *Trends in Analytical Chemistry* (Galvez vd., 2018) gibi dergiler hem çevresel sürdürülebilirlik hem de gıda tedarik zinciri yönetimi konularında blok zincir teknolojisinin etkilerini ele alan öncü yayınlara ev sahipliği yapmaktadır.

a. Benzerlikler

Her iki sektörde de literatürde öne çıkan çalışmaların önemli bir kısmı teknoloji odaklıdır ve blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Hem ilaç hem de gıda sektöründe, en çok atıf alan makaleler, blok zincir teknolojisinin izlenebilirlik, veri güvenliği ve operasyonel verimlilik gibi temel avantajlarını ele almaktadır. Ayrıca, her iki sektör de küresel atıflara sahip çalışmalarda güçlü bir ilgi çekmiştir, bu da blok zincir uygulamalarının geniş çapta önemsendiğini göstermektedir.

b. Farklılıklar

İlaç sektöründe en çok atıf alan çalışmalar genellikle sağlık hizmetleri ve ilaç tedarik zincirine özgü uygulamaları vurgulamaktadır. Örneğin, "Blockchain in Healthcare Today" gibi dergilerde yayımlanan makaleler, ilaç sektöründe veri bütünlüğü ve hasta güvenliği gibi konulara odaklanmıştır. Buna karşılık, gıda sektöründe en çok atıf alan çalışmalar, sürdürülebilirlik, gıda güvenliği ve şeffaflık gibi temalar üzerinde yoğunlaşmıştır. Ayrıca, gıda sektöründeki çalışmaların atıf sayılarının genellikle daha yüksek olduğu görülmektedir, bu da sektörün geniş bir araştırma ağına hitap ettiğini göstermektedir.

II.VIII. Kelime Bulutu

“Word Cloud” analizi, bir metindeki kelimelerin sıklığını görselleştirerek, belirli bir alandaki araştırma eğilimlerini ve önemli anahtar kelimeleri hızlı bir şekilde anlamayı sağlamaktadır (Zhao vd. 2023). Bu analizde, metinde en sık kullanılan kelimeler daha büyük yazı tipi boyutuyla görselleştirilirken, daha az sıklıkta geçen kelimeler daha küçük boyutlarda gösterilir (Huang vd. 2021). İlaç ve gıda sektörleri için oluşturulan kelime bulutları, blok zincir teknolojisinin bu sektörlerdeki kullanımına ilişkin temel temaları ve araştırma odaklarını anlamak için önemli bir araç sunar.



Şekil 12: İlaç Sektöründe Kelime Bulutu Analizi

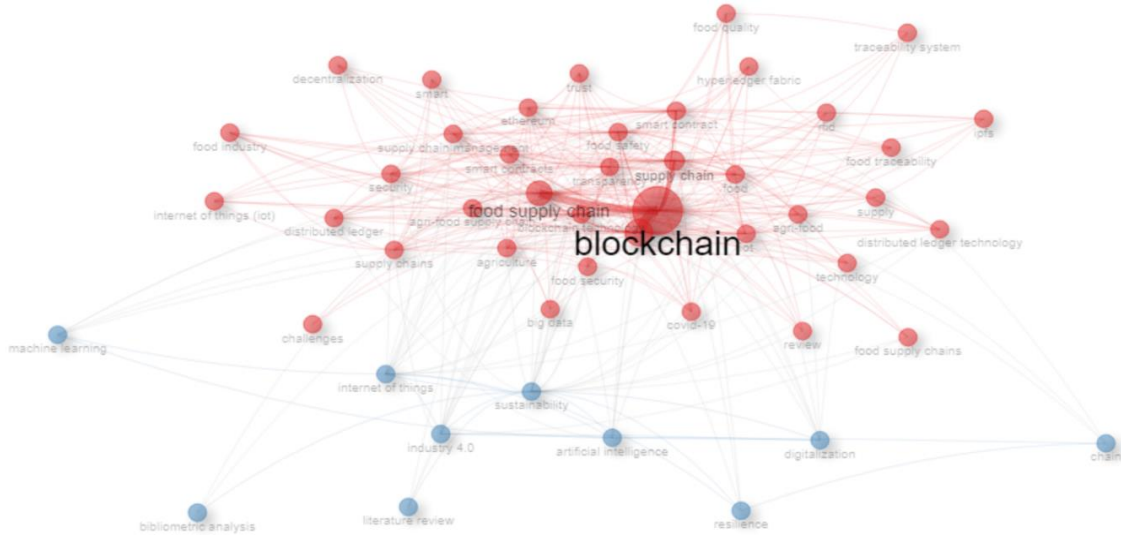
Şekil 12, ilaç sektöründe yapılan çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerin kelime bulutunu göstermektedir. Bu görselleştirme, "blockchain" teriminin açık bir şekilde merkezi bir kavram olduğunu ortaya koymaktadır. Kelime bulutunda ayrıca "supply chain" (tedarik zinciri), "pharmaceutical supply chain" (ilaç tedarik zinciri), "traceability" (izlenebilirlik), "security" (güvenlik) ve "smart contract" (akıllı sözleşme) gibi ifadeler dikkat çekmektedir. Bu terimler, ilaç sektöründe blok zincir teknolojisinin veri güvenliği, izlenebilirlik, sahte ilaçların önlenmesi ve tedarik zinciri yönetimi gibi kritik uygulama alanlarında kullanıldığını göstermektedir. Şekil 12'nin bulguları, sektörde blok zincir teknolojisinin çok yönlü bir şekilde ele alındığını ve bu teknolojinin sağlık sektöründeki tedarik zinciri verimliliğini artırmada önemli bir rol oynadığını desteklemektedir.



Şekil 13: Gıda Sektöründe Kelime Bulutu Analizi

Şekil 13, gıda sektöründe yapılan çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerin kelime bulutunu göstermektedir. Görselleştirmede "blockchain" terimi en önde gelen kavram olarak öne çıkarken, "food supply chain" (gıda tedarik zinciri), "traceability" (izlenebilirlik), "supply chain" (tedarik zinciri) ve

Şekil 14, ilaç sektöründeki akademik çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeler arasındaki ilişkileri görselleştirmektedir. Bu ağ analizi, blok zincir teknolojisinin ilaç sektöründe ele alınan ana konuları ve bu konular arasındaki bağlantıları ortaya koymaktadır. Analizde "blockchain" kavramının ağın merkezi olduğu ve diğer kavramlarla yoğun bir etkileşim içerisinde bulunduğu görülmektedir. Öne çıkan diğer kavramlar arasında "pharmaceutical supply chain" (ilaç tedarik zinciri), "traceability" (izlenebilirlik), "smart contracts" (akıllı sözleşmeler) ve "security" (güvenlik) yer almaktadır. Bu durum, blok zincir teknolojisinin ilaç sektöründe izlenebilirlik, güvenlik ve veri paylaşımı gibi kritik alanlara odaklandığını göstermektedir. Ayrıca "counterfeit drugs" (sahte ilaçlar) ve "hyperledger fabric" gibi konuların, sektörün özel ihtiyaçlarına yönelik teknolojik çözümleri vurguladığı görülmektedir. Ağ genel bakıldığında, blok zincir teknolojisinin ilaç sektöründe daha güvenilir ve verimli tedarik zincirleri oluşturma amacıyla ele alındığı anlaşılmaktadır.



Şekil 15: Gıda Sektörüne Ait Eşleşen Terimler Ağı

Şekil 15, gıda sektöründe blok zincir teknolojisi üzerine yapılan akademik çalışmaların anahtar kelimeleri arasındaki ilişkileri görselleştirmektedir. Ağın merkezi yine "blockchain" terimi olup, bu kavramın diğer anahtar kelimelerle yoğun bir etkileşim içinde olduğu görülmektedir. "food supply chain" (gıda tedarik zinciri), "traceability" (izlenebilirlik), "food safety" (gıda güvenliği) ve "sustainability" (sürdürülebilirlik) öne çıkan anahtar kelimeler arasında yer almaktadır. Bu durum, blok zincir teknolojisinin gıda sektöründe özellikle izlenebilirlik ve gıda güvenliği gibi konulara odaklandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, "smart contracts" (akıllı sözleşmeler), "transparency" (şeffaflık), "agriculture" (tarım) ve "supply chain management" (tedarik zinciri yönetimi) gibi kavramlar, gıda sektöründe blok zincir teknolojisinin tarımsal süreçlerden tedarik zinciri yönetimine kadar geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu göstermektedir.

a. Benzerlikler

Blok zincir teknolojisi hem ilaç hem de gıda sektörlerinde ortak bir odak noktası olarak kullanılmaktadır ve "blok zincir" kavramı her iki ağın merkezinde yer almaktadır. İzlenebilirlik (traceability) ve tedarik zinciri yönetimi (supply chain management) her iki sektörde de vurgulanan kritik temalar arasında bulunmaktadır. Ayrıca, "akıllı sözleşmeler" ve "nesnelerin interneti" gibi yenilikçi teknolojilerin kullanımı, her iki sektörde de önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, blok zincir teknolojisinin hem şeffaflık hem de süreçlerin dijitalleştirilmesi için etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Her iki ağda da "hyperledger fabric" ve "dağıtılmış defter teknolojisi" gibi blok zincir altyapısı ile ilgili terimlerin bulunması, teknolojinin altyapı düzeyinde benzer şekilde değerlendirildiğini göstermektedir.

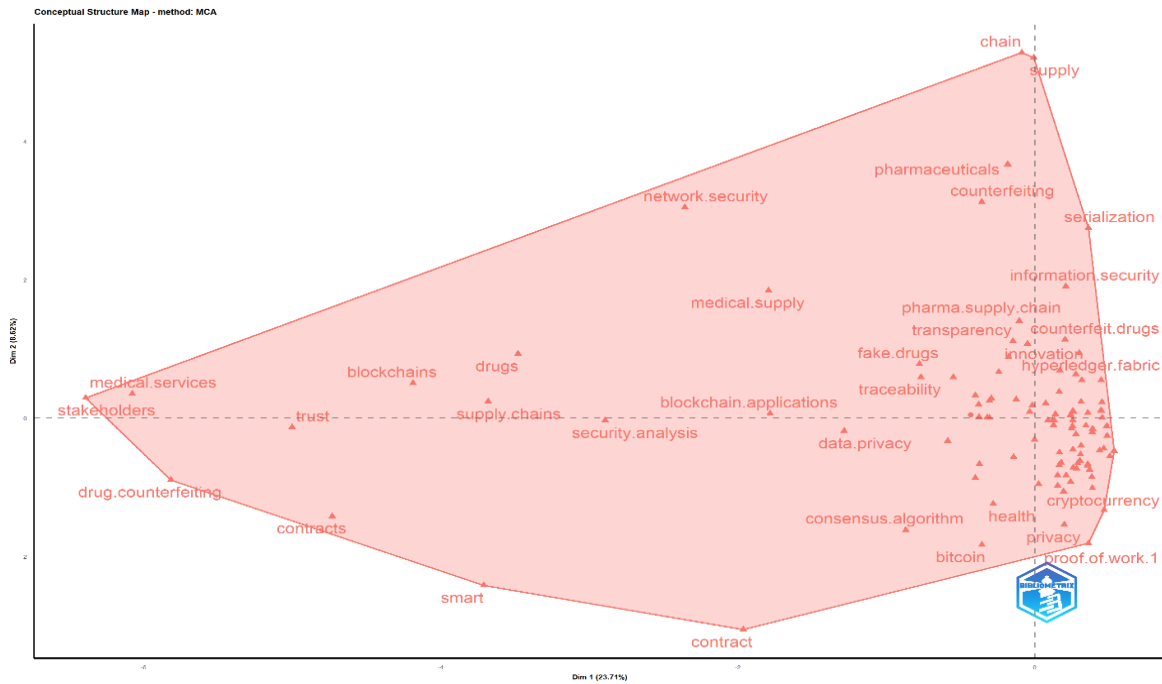
b. Farklılıklar

İlaç sektöründeki ağ yapısı, daha çok sağlık ve güvenlik odaklıdır. "sağlık hizmetleri", "ilaç tedarik zinciri" ve "sahte ilaçlar" gibi kavramlar ilaç sektörüne özgü belirgin temalar olarak öne

çıkılmaktadır. Bu, özellikle sahte ilaçların önlenmesi ve ilaç güvenliğinin sağlanması gibi kritik konulara odaklanıldığını göstermektedir. Ayrıca ilaç sektöründe "Covid-19" gibi pandemiye özgü konuların yer alması, bu sektörün dinamiklerini etkileyen küresel sağlık krizlerine bir yanıt olarak dikkat çekmektedir. Gıda sektöründeki ağ ise sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği odaklıdır. "Sürdürülebilirlik", "gıda güvenliği", "gıda kalitesi" ve "tarım" gibi kavramlar, bu sektördeki araştırmaların daha geniş bir yelpazeye yayıldığını göstermektedir. Gıda sektöründe, izlenebilirlik sistemlerinin ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının vurgulanması, sektörel ihtiyaçların daha çevresel ve sistemik bir perspektifle ele alındığını ortaya koymaktadır. Bu farklılıklar, her iki sektördeki blok zincir uygulamalarının sektörel gereksinimlere göre nasıl şekillendiğini açıkça göstermektedir. İlaç sektörü daha spesifik ve güvenlik odaklı bir yaklaşımla ilerlerken, gıda sektörü daha geniş bir sosyal ve çevresel sorumluluk perspektifiyle ele alınmaktadır.

X. Tematik İlişki Haritası

"Factorial Map" analizi, araştırma konularını iki boyutlu bir düzlemde konumlandırarak, anahtar kelimeler ve temaların birbirleriyle olan ilişkilerini görselleştiren bir yöntemdir. Bu analiz, belirli bir temanın diğer temalarla olan bağlantısını (merkeziyet) ve gelişim derecesini (yoğunluk) ölçmeyi sağlar. Her bir küme, belirli bir anahtar kelime grubunun tematik yapısını temsil eder ve araştırma konusundaki kavramsal odakları görmeyi kolaylaştırır (Aria ve Cuccurullo 2017).



Şekil 16: İlaç Sektörü ilişki haritası

Şekil 16, ilaç sektöründeki blok zincir teknolojisine ilişkin kavramsal yapı haritasını göstermektedir. Faktöriyel harita, anahtar temaların iki temel boyutta (Dim 1 ve Dim 2) konumlandırılarak, ilaç sektöründeki araştırma trendlerini ve anahtar kavramlar arasındaki ilişkileri görselleştirmektedir. Bu analiz, araştırma konularının merkeziyet ve yoğunluk derecelerine göre dağılımını ortaya koyar. Merkeziyet (Dim 1), kavramların diğer temalarla bağlantısını ve genel araştırma ağındaki önemini temsil ederken; yoğunluk (Dim 2), temanın kendi içinde ne derece gelişmiş ve derinlemesine çalışıldığını ifade eder.

Haritada, "blok zincir", "tedarik zinciri", ve "ilaç tedarik zinciri" gibi merkezi temaların diğer kavramlarla güçlü bağlantılar oluşturduğu görülmektedir. Özellikle "traceability" (izlenebilirlik) ve "security" (güvenlik) gibi kavramlar, blok zincir teknolojisinin temel işlevlerini ve sektördeki kritik

"circular economy" (döngüsel ekonomi) gibi kavramlarla değişmektedir. Gıda sektöründe tarımsal sürdürülebilirlik ve tüketici güvenliği gibi konular daha belirgin hale gelirken, ilaç sektöründe daha çok hasta güvenliği ve sahtecilik önleme temaları öne çıkmaktadır. Ayrıca, gıda sektöründe "food waste" (gıda israfı) ve "digitalization" (dijitalleşme) gibi temalar yer alırken, ilaç sektöründe "medical services" (tıbbi hizmetler) ve "network security" (ağ güvenliği) gibi kavramlar dikkat çekmektedir.

III. ÇALIŞMA KISITLARI

Bu çalışma, yalnızca Scopus ve WOS veri tabanlarından elde edilen yayınlarla sınırlandırılmıştır. Diğer veri tabanlarında yer alan önemli çalışmalar değerlendirme dışında bırakılmıştır. Ayrıca, yalnızca İngilizce dilindeki yayınların incelenmesi, diğer dillerde yapılmış araştırmaların göz ardı edilmesine neden olmuştur. Literatür taramasında kullanılan belirli anahtar kelimeler, farklı terminolojilerle ifade edilen çalışmalara ulaşma imkanını sınırlamaktadır. Bu kısıtlamalar, çalışmanın kapsamını belirli bir çerçeveye sınırlandırmış olsa da elde edilen bulguların gelecekte daha geniş kapsamlı ve disiplinler arası araştırmalar için sağlam bir temel oluşturması hedeflenmiştir.

IV. GELECEK ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER

Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, gelecekte gerçekleştirilecek araştırmaların blok zincir teknolojisinin sektörel gereksinimlere göre şekillenen uygulama biçimlerini daha ayrıntılı biçimde ele alması faydalı olabilir. Özellikle ilaç sektöründe sahte ürünlerin önlenmesi, veri güvenliğinin artırılması ve uluslararası standartların geliştirilmesine yönelik çözüm önerileri odaklı çalışmaların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Gıda sektöründe ise sürdürülebilirlik, izlenebilirlik ve gıda atıklarının yönetimi gibi konuların blok zincir teknolojisi bağlamında daha derinlemesine incelenmesi, sektörel hedeflerin gerçekleştirilmesi açısından önem arz edebilir. Ayrıca her iki sektör için, blok zincirin nesnelerin interneti, yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi diğer dijital teknolojilerle entegrasyonuna odaklanan disiplinler arası çalışmaların artması, teknolojinin potansiyel faydalarının daha etkin şekilde değerlendirilmesine imkân tanıyacaktır. Son olarak, uygulamaların önündeki regülasyon ve maliyet odaklı engellerin aşılması sürecine yönelik politika analizlerinin yapılması, sektörel yaygınlaşma için stratejik açılımlar sunabilir. Bu doğrultuda yapılacak çalışmalar hem teorik hem uygulamalı literatüre katkı sağlayacak yeni araştırma alanları ortaya koyabilir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Blok zincir teknolojisinin ilaç ve gıda sektörlerindeki uygulamalarını karşılaştırmalı bir bakış açısıyla ele alan bu çalışmada, bibliyometrik analiz yöntemleri kullanılarak iki sektörün literatürdeki temsiliyeti, araştırma eğilimleri ve tematik odakları sistematik biçimde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, her iki sektörün blok zincir teknolojisine yönelik yaklaşımlarında ortak yönlerin yanı sıra belirgin farklılıkların da bulunduğunu göstermektedir.

İlaç sektöründe blok zincir teknolojisinin sahte ilaçların önlenmesi, veri güvenliği ve tedarik zinciri izlenebilirliği gibi konulara yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Özellikle hasta güvenliği, regülasyonlara uyum ve ilaçların yaşam döngüsünün eksiksiz takibi gibi uygulama alanları, bu teknolojinin sağlık sistemine entegre edilmesinde temel motivasyonları oluşturmaktadır. Bu kapsamda, sektörel dönüşümün yalnızca teknolojik değil aynı zamanda kurumsal ve politik düzeyde desteklenmesi gerektiği görülmektedir. Uluslararası regülasyonların uyumlaştırılması, blok zincirin farmasötik alanlarda yasal bir güvenceye kavuşması açısından öncelikli bir ihtiyaçtır. Bu durum, karar alıcıların teknolojiye yönelik teşvik ve standartlaştırma süreçlerini hızlandırması gerektiğine işaret etmektedir.

Gıda sektörüne ilişkin bulgular ise, blok zincir teknolojisinin özellikle sürdürülebilirlik, gıda güvenliği ve tedarik zinciri boyunca izlenebilirlik gibi temalara odaklandığını ortaya koymuştur. Çevresel etkilerin azaltılması, tedarik zincirinin şeffaflaştırılması ve tüketici güveninin artırılması, sektördeki blok zincir uygulamalarının en fazla katkı sağladığı alanlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, yerel üreticilerin dijital teknolojilere entegrasyonunun kolaylaştırılması ve gıda güvenliğiyle ilgili politikaların blok zincir temelli altyapılarla desteklenmesi hem toplumsal hem çevresel sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir. Kamu politikalarında tarımsal destek mekanizmalarının dijital izlenebilirlik unsurlarını içerecek şekilde yeniden yapılandırılması, teknolojinin bu sektördeki etkisini daha yaygın ve etkili kılacaktır.

Bu çalışma, elde ettiği bulgular doğrultusunda, blok zincir teknolojisinin iki sektördeki uygulamalarına ilişkin literatüre ve uygulamaya yönelik önemli katkılar sunmaktadır. Bu katkılar şu şekilde özetlenebilir:

- Literatürde genellikle tek sektör odaklı analizlerle ele alınan blok zincir araştırmalarının aksine, bu çalışmada disiplinler arası bir çerçevede iki sektör aynı metodolojik yapıda karşılaştırılmıştır.
- Blok zincir teknolojisinin ilaç ve gıda sektörlerinde nasıl uygulandığını karşılaştırmalı bir bakış açısıyla inceleyerek, literatürdeki sektörel karşılaştırma eksikliğine yönelik özgün bir katkı sunulmuştur.
- Her iki sektördeki uygulamalar, tematik ve sayısal bibliyometrik analizlerle detaylı biçimde değerlendirilmiş ve teknolojinin sektörel önceliklerle nasıl bütünleştiği ortaya konulmuştur.
- Bulgular, sektör politikalarının geliştirilmesine katkı sağlayacak öneriler üretmiş; özellikle ilaç sektöründe güvenlik temelli projelere ve gıda sektöründe sürdürülebilirlik odaklı teknolojilere yönelik yönelimleri belirginleştirmiştir.
- Gelecekte farklı sektörler arasında karşılaştırmalı analiz yapmak isteyen araştırmacılara yol gösterici bir model oluşturmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, blok zincir teknolojisinin her iki sektörde de şeffaflık, güvenlik ve izlenebilirlik gibi temel ilkeleri destekleyici bir unsur olarak konumlandığı görülmektedir. Ancak teknolojinin uygulama alanları, sektörel öncelikler doğrultusunda şekillenmekte; ilaç sektörü daha çok operasyonel güvenliğe, gıda sektörü ise sürdürülebilirlik ve sosyal etkilere odaklanmaktadır. Bu farklılaşma, politika yapıcılarının sektöre özel teşvik mekanizmaları ve düzenleyici çerçeveler geliştirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Teknolojik altyapının güçlendirilmesi kadar, blok zincirin yasal düzenlemelerle desteklenmesi, benimsenme sürecini hızlandıracaktır. Ayrıca, blok zincirin yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük veri analitiği gibi teknolojilerle entegrasyonunu destekleyen bütüncül dijitalleşme politikaları, her iki sektörde de sistemsel dönüşümün gerçekleştirilmesini kolaylaştıracaktır.

KAYNAKÇA

- Ab Rashid, M. F. (2023). How to conduct a bibliometric analysis using R packages: a comprehensive guidelines. *Journal of Tourism, Hospitality and Culinary Arts*, 15(1), 24-39.
- Abu-Elezz, I., Hassan, A., Nazeemudeen, A., Househ, M., & Abd-Alrazaq, A. (2020). The benefits and threats of blockchain technology in healthcare: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 142, 104246.
- Adel, A. (2022). Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing*, 11(1), 40.
- Arslanhan, H. & Delice, Y. (2024). Blok Zincir Teknolojisinin Tedarik Zincirine Entegrasyonu: Öne Çıkan Sektörler Üzerine Sistemik Bir Literatür Taraması. *Uluslararası Ticaret ve Lojistik 2024 Kongresi Özet Bildiri Kitabı*, 19-20 Aralık 2024, Kayseri.
- Akben, İ., & Çınar, S. (2018). Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde Blockchain: Vaatler, uygulamalar ve engeller. *Anadolu İ. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar kongresi*.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, 11(4), 959-975.

- Behnke, K., & Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology. *International Journal of Information Management*, 52, 101969.
- Benčić, F. M., Skočir, P., & Žarko, I. P. (2019). DL-Tags: DLT and smart tags for decentralized, privacy-preserving, and verifiable supply chain management. *IEEE access*, 7, 46198-46209.
- Bhattacharya, S., Pant, P., & Areti, S. H. (2024). Blockchain in Closed-Loop Supply Chain: A Systematic Review and Future Research Agenda. *Vision*, 09722629241281866.
- Bocek, T., Rodrigues, B. B., Strasser, T., & Stiller, B. (2017, May). Blockchains everywhere-a use-case of blockchains in the pharma supply-chain. In *2017 IFIP/IEEE symposium on integrated network and service management (IM)* (pp. 772-777). IEEE.
- Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., & Alazab, M. (2020). Blockchain for industry 4.0: A comprehensive review. *Ieee Access*, 8, 79764-79800.
- Bumblauskas, D., Mann, A., Dugan, B., & Rittmer, J. (2020). A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been?. *International Journal of Information Management*, 52, 102008.
- Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. (2018, May). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. In *2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture-Tuscany (IOT Tuscany)* (pp. 1-4). IEEE.
- Chakraborty, K., Ghosh, A., & Pratap, S. (2023). Adoption of blockchain technology in supply chain operations: a comprehensive literature study analysis. *Operations Management Research*, 16(4), 1989-2007.
- Changalima, I. A. (2025). Halal supply chain management: A bibliometric analysis of the 100 most-cited publications from Scopus-indexed journals. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101248.
- Chinchilla-Rodríguez, Z., Costas, R., Robinson-García, N., & Larivière, V. (2024). Examining the quality of the corresponding authorship field in Web of Science and Scopus. *Quantitative Science Studies*, 5(1), 76-97.
- Dhingra, S., Raut, R., Naik, K., & Muduli, K. (2024). Blockchain technology applications in healthcare supply chains—A review. *IEEE Access*.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 133, 285-296.
- Dutta, P., Choi, T. M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation research part e: Logistics and transportation review*, 142, 102067.
- Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. (2020). Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of cleaner production*, 260, 121031.
- Galvez, J. F., Mejuto, J. C., & Simal-Gandara, J. (2018). Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 107, 222-232.
- Gao, Z., Xu, L., Chen, L., Zhao, X., Lu, Y., & Shi, W. (2018). CoC: A unified distributed ledger based supply chain management system. *Journal of Computer Science and Technology*, 33, 237-248.
- Ghorbani, B. D. (2024). Bibliometrix: Science Mapping Analysis with R Biblioshiny Based on Web of Science in Applied Linguistics. In *A Scientometrics Research Perspective in Applied Linguistics* (pp. 197-234). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Gopalakrishnan, P. K., & Behdad, S. (2019, August). A Conceptual Framework for using videogrammetry in Blockchain platforms for food supply chain traceability. In *International design engineering technical conferences and computers and information in engineering conference* (Vol. 59223, p. V004T05A024). American Society of Mechanical Engineers.
- Govindan, K., Mina, H., & Alavi, B. (2020). A decision support system for demand management in healthcare supply chains considering the epidemic outbreaks: A case study of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 138, 101967.
- Gurtu, A., & Johnny, J. (2019). Potential of blockchain technology in supply chain management: a literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(9), 881-900.
- Han, Y., & Fang, X. (2024). Systematic review of adopting blockchain in supply chain management: bibliometric analysis and theme discussion. *International Journal of Production Research*, 62(3), 991-1016.
- Huang, J. H., Duan, X. Y., He, F. F., Wang, G. J., & Hu, X. Y. (2021). A historical review and Bibliometric analysis of research on Weak measurement research over the past decades based on Biblioshiny. *arXiv preprint arXiv:2108.11375*.
- Inam, A., & Haque, M. R. (2024). A bibliometric exploration of blockchain technology's application and challenges in supply chain management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1-18.

- Jabbar, S., Lloyd, H., Hammoudeh, M., Adebisi, B., & Raza, U. (2021). Blockchain-enabled supply chain: analysis, challenges, and future directions. *Multimedia systems*, 27, 787-806.
- Jamil, F., Hang, L., Kim, K., & Kim, D. (2019). A novel medical blockchain model for drug supply chain integrity management in a smart hospital. *Electronics*, 8(5), 505.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2020). Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *International journal of production economics*, 219, 179-194.
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldó, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in food science & technology*, 91, 640-652.
- Lahjouji, M., El Alami, J., Hlyal, M., & Lahjouji, O. (2023). A systematic literature review: The power of the blockchain technology to improve pharmaceutical supply chain. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 101(2), 952–971.
- Liu, X., Barenji, A. V., Li, Z., Montreuil, B., & Huang, G. Q. (2021). Blockchain-based smart tracking and tracing platform for drug supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 161, 107669.
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2020). From industry 4.0 to agriculture 4.0: Current status, enabling technologies, and research challenges. *IEEE transactions on industrial informatics*, 17(6), 4322-4334.
- Lyu, P., Liu, X., & Yao, T. (2023). A bibliometric analysis of literature on bibliometrics in recent half-century. *Journal of Information Science*, 01655515231191233.
- Mackey, T. K., & Nayyar, G. (2017). A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. *Expert opinion on drug safety*, 16(5), 587-602.
- Niu, B., Dong, J., & Liu, Y. (2021). Incentive alignment for blockchain adoption in medicine supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 152, 102276.
- Oğuz, S., Alkan, G., Yılmaz, B., & Kocabaş, C. (2024). The Use of Blockchain Technology in Logistics and Supply Chain Management (SCM): A Systematic Review a. *IEEE Access*.
- Sahoo, S., Kumar, S., Sivarajah, U., Lim, W. M., Westland, J. C., & Kumar, A. (2024). Blockchain for sustainable supply chain management: trends and ways forward. *Electronic Commerce Research*, 24(3), 1563-1618.
- Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R., & Omar, M. (2019). Blockchain-based soybean traceability in agricultural supply chain. *Ieee Access*, 7, 73295-73305.
- Sundarakani, B., & Ghouse, A. (2024). A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis of Blockchain Technology for Food Security. *Foods*, 13(22), 3607.
- Tian, F. (2016, June). An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. In *2016 13th international conference on service systems and service management (ICSSSM)* (pp. 1-6). IEEE.
- Tseng, J. H., Liao, Y. C., Chong, B., & Liao, S. W. (2018). Governance on the drug supply chain via gcoin blockchain. *International journal of environmental research and public health*, 15(6), 1055.
- Van Nguyen, T., Cong Pham, H., Nhat Nguyen, M., Zhou, L., & Akbari, M. (2023). Data-driven review of blockchain applications in supply chain management: key research themes and future directions. *International Journal of Production Research*, 61(23), 8213-8235.
- Zhao, X., Zheng, Y., & Zhao, X. (2023). Global bibliometric analysis of conceptual metaphor research over the recent two decades. *Frontiers in Psychology*, 14, 1042121.

Etik Beyanı : Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde ÖHÜİBF Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazar(lar)ına aittir. Bu makale Kayseri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalında, Doç. Dr. Yılmaz DELİCE danışmanlığında hazırlanmakta olan Hakan ARSLANHAN'ın "Tedarik Zincirinde Blok Zincir Teknolojisini Modelleme, Analiz Etme ve Uygulama İçin Optimizasyona Dayalı Karar Verme" isimli doktora tezinden oluşturulmuştur.

Yazar Katkıları : Yazarlar eşit oranda katkı sunmuşlardır.

Çıkar Beyanı : Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Teşekkür : Yayın sürecinde katkısı olan hakemlere ve editör kuruluna teşekkür ederiz.

Ethics Statement : The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In case of detection of a contrary situation, ÖHÜİBF Journal does not have any responsibility and all responsibility belongs to the author (s) of the study. This article is based on Hakan ARSLANHAN's doctoral thesis titled "Optimization Based Decision Making for Modeling, Analysis and Application of Blockchain Technology in Supply Chain", which is being prepared under the supervision of Assoc. Prof. Dr. Yılmaz DELİCE at Kayseri University, Graduate Education Institute, Department of International Trade and Logistics.

Author Contributions : The authors contributed equally.

Conflict of Interest : There is no conflict of interest between the authors.

Acknowledgement : We thank the referees and editorial board who contributed to the publishing process.
