



## Sürdürülebilir İşletmeler İçin Yeni Bir Çözüm Olan Blok Zinciri Teknolojisi Üzerine Sistemik Bir İnceleme

Meral ÇALIŞ DUMAN <sup>1</sup>

### Özet

Blok zincir teknolojisi bir veri, varlık ve ilgili işlemler defteridir ve dijital dönüşüm ile işletmelerin gündemine hızlı bir şekilde girmiştir. Blok zincir bir dijital dönüşüm, verimlilik ve rekabet aracı olarak işletmelerin dikkatini çekmiştir. Bu araştırmanın amacı, işletmelerin daha sürdürülebilir olmasında yeni bir çözüm önerisi olarak karşımıza çıkan blok zincir teknolojisini incelemektir. Blok zincir teknolojisinin işletmelerin sürdürülebilirliği noktasında ne gibi potansiyellere sahip olduğunu anlamak, örnek uygulamaları görmek, verimlilik üzerine etkilerini araştırmak ve literatüre katkı sağlamak diğer amaçlardır. Bu amaç doğrultusunda sistemik literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile ilgili alandaki yapılan önemli çalışmaları inceleyerek bir takım varsayım ve sonuçlara varmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda ilgili veri tabanlarından elde edilen araştırmalara göre analiz yapılmıştır. Sistemik inceleme sonuçlarına göre, blok zincir teknolojisi sürdürülebilir işletmeler için önemli potansiyellere sahiptir. Bu potansiyeller özellikle kaynakların etkin kullanılması ve çevrenin korunması üzerinedir. Blok zinciri, temiz enerji, temiz iklim, akıllı şehirlerin kurulması, ekonomik ve finansal işlemlerde kolaylık, akıllı üretim, akıllı tedarik zinciri gibi imkanları sağlayabilir. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine veri yönetimi, e-uygulamalar, enerji yönetimi gibi konularda destek sağlayabilir. Bunlara ilaveten, blok zincir teknolojisi, işletmelerin kaynaklarını etkin kullanmalarına, israfi azaltmalarına, işlem maliyetlerini azaltmalarına, ulusal ve uluslararası alanda finansal akışlarını hızlı ve kolay bir şekilde halletmelerine ve karbon emisyonlarını azaltmalarına katkı sağlayarak, daha yüksek sürdürülebilir bir örgütsel performansa imkan sağlayabilir.

**Anahtar kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Blok Zincir Teknolojisi, Kripto Para, Bitcoin.

**Jel Kodu:** M10, M21, L20, Q01

### *A Systematic Review On Blockchain Technology, A New Solution For Sustainable Business*

#### Abstract

Blockchain technology is a ledger of data, assets, and related transactions and has quickly entered the agenda of businesses with digital transformation. Blockchain has attracted the attention of businesses as a digital transformation, efficiency, and competitive tool. The purpose of this study is to examine blockchain technology, which is a new solution proposal for businesses to be more sustainable. Other aims are to understand the potential of blockchain technology in terms of sustainability of businesses, to see sample applications, to research its effects on productivity, and to contribute to the literature. For this purpose, a systematic literature review method was used. It is aimed to reach some assumptions and conclusions by examining the important studies in the field related to this method. In this context, analysis was made according to the researches obtained from the relevant databases. According to the systematic review results, blockchain technology has significant potential for sustainable businesses. These potentials are especially on the efficient use of resources and the protection of the environment. Blockchain can provide opportunities such as clean energy, a clean climate, the establishment of smart cities, convenience in economic and financial transactions, smart production, and smart supply chain. It can provide support for sustainable development goals such as data management, e-applications, and energy management. In addition, blockchain technology leads to higher sustainable organizational performance by contributing to the efficient use of resources by enterprises, reducing waste, reducing transaction costs, quickly and easily handling their financial flows in the national and international arena, and reducing carbon emissions.

**Keywords:** Sustainability, Blockchain Technology, Cryptocurrency, Bitcoin.

**JEL Codes:** M10, M21, L20, Q01

**ATIF ÖNERİSİ (APA):** Çalış Duman, M.(2023). Sürdürülebilir İşletmeler İçin Yeni Bir Çözüm Olan Blok Zinciri Teknolojisi Üzerine Sistemik Bir İnceleme. *İzmir İktisat Dergisi*. 38(1). 192-214. Doi: 10.24988/ije.1107026

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi/Akçadağ MYO, İşletme Yönetimi Programı, Akçadağ / Malatya, Türkiye

**EMAIL:** meral.duman@ozal.edu.tr **ORCID:** 0000-0002-8283-5188

## 1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 ile birlikte tüm dünya büyük bir dönüşüm ve değişim geçirmektedir. Bu dönüşümün en önemli araçları, Endüstri 4.0 teknoloji bileşenleridir. Bu bileşenler yüksek teknolojik çözümler olan, siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti başta olmak üzere, sanal ve arttırılmış gerçeklik, otonom robotlar, siber güvenlik, üç boyutlu yazıcılar, büyük veri, bulut bilişim ve blok zinciri gibi teknolojilerdir. Her teknolojik bileşenin yarattığı etki ve potansiyel sonuçları birbirinden farklıdır. Fakat ortak olan bir durum vardır ki, bu da teknolojilerin verimlilik, kalite, hız ve rekabet avantajı sağlamalarıdır.

Bu bağlamda, Endüstri 4.0, teknolojiler kümesidir ve bu teknolojilerle ortaya çıkan yenilikleri içermektedir (Çalış Duman, 2022). Blok zinciri de bu teknolojilerden biridir (Javaid, Haleem, Pratap Singh, Khan, ve Suman, 2021). Blok zincir teknolojisi, Endüstri 4.0'daki en hayati ve teşvik edici teknolojilerden biri olarak kabul edilmiştir (Kim, Park, ve Lee, 2020). Fiziksel gerçekliği olan her nesnenin sanal ortama aktarılması, dijital ikizlerinin oluşturulması ve son zamanlarda oldukça popüler olan metaverse anlayışının hayatımıza girmesiyle birlikte elbette ki bu sanal ortamda geçerli olabilecek bir ticaret akışı gerekmektedir. Bu ticaret, para akışı, bilgi akışı veya veri akışı olabilir. Her ne olursa olsun, blok zinciri geleceğin en önemli teknolojileri arasında gösterilmektedir. 2008 yılında bitcoin ile bilinirliği artan blok zincir teknolojisi, özellikle 2011 Endüstri 4.0 ve 2019 COVID-19 pandemi süreciyle tüm dikkatleri üzerine çekmiştir. Akıllı cihazlardan insanların kolaylıkla kripto para alıp satmaya başlaması ve metaverse uygulamaları ile bu teknoloji hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Bitcoin, Ethereum ve kripto para sözcükleri haberlerde o kadar sık görülmeye ve duyulmaya başlamıştır ki, insanlar bir zamanlar tanınmayan bu terimlere artık alışmaya ve günlük hayatında kullanmaya başlamıştır (Bedin, Capretz, ve Mir, 2021: 277).

Günlük hayatta yarattığı etkilerinin dışında, blok zinciri, farklı ülkeler arasında yeni bir rekabet alanı başlatmış, bu teknolojinin hızlı gelişimi hükümetler, işletmeler, araştırma merkezleri ve diğer kuruluşlardan yaygın ilgi görmüştür (Lu, 2019: 81). Çünkü muazzam yeteneklere sahip olan bu teknoloji, endüstrileri ve küresel ticareti derinden etkilemektedir (Austin ve Williams, 2021). Üstelik bu etkileyiş, sadece verimlilik, kalite veya hız gibi konulara değinmekle kalmayıp sürdürülebilirlik ve süper akıllı toplumlar içinde önemli gelişmelere fırsat vermektedir.

Sürdürülebilirlik konusu, teknolojinin ilerlemesi, nüfusun artması, etkin olmayan kaynak kullanımı, iklim değişiklikleri vb. nedenlerle bilimsel araştırmaların önemli bir konusu haline gelmiştir. Sürdürülebilirlik, insanların yaşamlarını sürdürürken kullandığı tüm kaynakları koruyarak, gelecek nesillere aktarabilmesidir. Gelecek nesillere ekolojik, ekonomik, sosyal kaynakların miras bırakılabilmesidir (Büyüksu, 2021). Sürdürülebilirlik konusu, çoğunlukla ekolojik çalışmalarda karşımıza çıkarken, işletme alanında da ekonomik boyutlarda incelenmektedir. Ekonomik sürdürülebilirlik noktasında, işletmelerde, özellikle teknoloji ile ilgili çalışmalarda, sürdürülebilirlik konusu bağımlı değişken olarak karşımıza çıkmaktadır. Nesnelerin interneti-sürdürülebilirlik, blok zincir- sürdürülebilirlik, Endüstri 4.0-sürdürülebilirlik, Toplum 5.0-sürdürülebilirlik, büyük veri ve sürdürülebilirlik gibi örnekler verilebilir. Bu bağlamda, bu araştırmanın konusu da sürdürülebilirlik ve blok zinciri teknolojisidir. Yine işletme alanında, sürdürülebilir işletmeler noktasında, bir çözüm önerisi olarak sunulan bu teknoloji potansiyel faydalara sahiptir. Bu durumu ortaya koymak amacıyla, sürdürülebilirlik ve blok zincir teknolojisi üzerine sistematik bir inceleme yapılmıştır. Bilimsel veri tabanlarından elde edilen ikincil veriler sistemli bir şekilde taranmış, değerlendirilmiş, sentezlenerek birleştirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda yorumlanarak önerilerde bulunulmuştur. Bu çalışmanın yerli literatür açısından önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Nitekim blok zinciri teknolojisi üzerine saf araştırmaların sayısı çoğalırken, sürdürülebilirlik noktasında blok zincirine dair çalışmalar yetersizdir. Çalışmanın okuyuculara, ilgili alana ve araştırmacılara fayda sağlaması beklenmektedir.

## 2. TEORİK ARKA PLAN

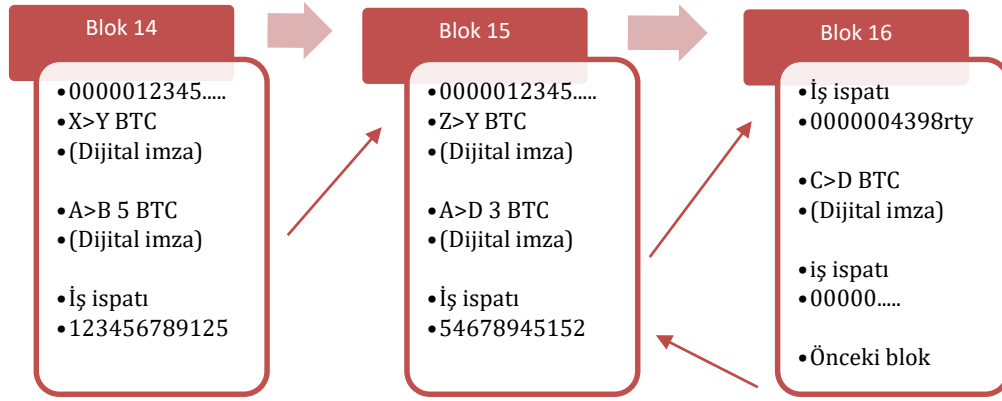
### 2.1 Blok Zinciri

Blok zincir ilk kez 2008 yılında Satoshi Nakamoto takma isimli birisi tarafından yazılan "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system" isimli makaleden sonra gündeme gelmiştir. Nakamoto, bitcoin'i uygulamak için, 'blokların zinciri' olarak adlandırdığı ve daha sonra 'blockchain' olarak adlandırdığı bu nakit versiyonunu destekleyecek bir defter tasarlamıştır. Blok zinciri teknolojisinin kavramsallaştırılması ve kullanımı ise 2009

yılında ilk kripto para olarak ortaya çıkan Bitcoin ile olmuştur (Pal, Tiwari, ve Haldar, 2021). Bu çalışma içerisinde bitcoin başta olmak üzere kripto paralarla ilgili, konunun teknik boyutlarına girmemek için, bilgilere çok fazla yer verilmeyecektir.

Blok zincir teknolojisi her şeyden önce fiziksel bir nesne değil, yazılımdır. Bu teknolojiyi kullanmak için akıllı bir cihaz gereklidir. Teknolojiyi kullanan herkes blok zincirinin bir parçası olup ve sisteme katılmaktadır. Sistemi düzenleyen merkezi bir yapı yoktur. Temel düşünce, her türlü işlemin ve verinin izlenebildiği, bilgilerin değiştirilemediği ve sınırsız depolayabilme sağlayabildiği bir sistem yaratmaktır (Williams, 2020: 20-23). Bu sistemin arkasındaki temel fikir, bir sistemdeki (düğümler olarak adlandırılan) aktörlerin, işlemleri ağ boyunca dağıtılmış bir şekilde depolayan bir P2P (peer to peer) ağı kullanarak dijital varlıkları işlemesine izin vermesidir. Varlık sahipleri ve mülkiyet değişikliği içeren işlemler, açık anahtar kriptografisi ve dijital imzalar kullanılarak deftere kaydedilir. Her işlem, bir tür fikir birliği protokolü kullanılarak ağdaki düğümler tarafından doğrulanır. Onaylanan her işlem, Şekil 1'deki örnekte görüldüğü gibi, yeni bir blok olarak kaydedilir (Ølnes, Ubacht ve Janssen, 2017: 356).

**Şekil 1:** Temsili Blok Görseli



Literatür incelendiğinde blok zincirine ait bazı tanımlamalar şu şekilde verilebilir: Blok zinciri, verilerin merkezi depolama yerine katılımcılar arasında kaydedildiği ve aktarıldığı eşler arası bir ağıdır ve katılımcıların dijital olarak doğrulayabileceği dağıtılmış bir işlem defteri kullanır. Blok zinciri, bir ağ içindeki kullanıcılar arasında paylaşılan, sayısallaştırılmış, merkezi olmayan dağıtılmış bir veri, varlık ve ilgili işlemler defteridir (Nanayakkara, Rodrigo, Perera, Weerasuriya, ve Hijazi, 2021). Bazı blok zincir platformlarının listesi Tablo 1'deki gibi gösterilebilir.

**Tablo 1:** Blok Zincir Platformlarına Örnekler

Blok Zincir Platformları Örnekleri		
<ul style="list-style-type: none"><li>• BigChainDB</li><li>• HydraChain</li><li>• NEM</li><li>• Chain Core</li><li>• Hyperledger Fabric</li><li>• NEO</li><li>• Corda R3</li><li>• Hyperledger Iroha</li><li>• Openchain</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Credists</li><li>• Hyperledger Sawtooth</li><li>• Quorum</li><li>• Elements</li><li>• IBM Blockchain</li><li>• Stellar</li><li>• EOSIO</li><li>• IOTA</li><li>• Stratis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eris</li><li>• Lisk</li><li>• Symbiont Assembly</li><li>• Ethereum</li><li>• MultiChain</li><li>• Waves</li></ul>

**Kaynak:** (Nanayakkara ve diğerleri, 2021).

Blok zinciri, kripto para birimlerinin merkezi ve altında yatan teknolojidir. Uygulamaları içerisinde en yaygın olanlar, bitcoin, akıllı sözleşmeler, ethereum, ripple, bithalo gibi teknolojilerdir. Bu teknolojiler, işletmelerin işleyişi üzerinde önemli bir etkiye sahip olma potansiyeline sahip, gelişmekte olan ve faydacı bir teknoloji olarak belirtilmektedir (Pal ve diğerleri, 2021). Blok zincir teknolojisi ile, veriler yalnızca ortak bir işlemciye sahip tek bir ağda depolanmakla kalmaz, aynı zamanda ağdaki tüm istemciler arasında dağıtılır. Bu teknoloji de veriler, ağdaki bloklarda saklanır ve her bloğa bir hash (özet bilgi) numarası ve bir zaman damgası atanır. Her blok bir önceki bloğa bağlı olduğundan (Şekil 1), verileri değiştirmek çok zordur, çünkü bunu yapmak tüm bloklardaki tüm verileri değiştirecektir. Ağdaki tüm üyeler düğümdür ve aynı miktarda güce sahiptir (Sundarakani, Ajaykumar ve Gunasekaran, 2021).

Blok zincirinin devrimsel aşamalarla incelendiğinde, Şekil 2' de görüldüğü üzere, üç aşamaya denk gelmektedir. Bunlar sırası ile, blok zincir 1.0 (kripto para) blok zincir 2.0 (fintech) ve blok zincir 3.0 (gelecek farklı uygulamalar) olarak ifade edilebilir (Tseng, Palma Gil, ve Lu, 2021).

**Şekil 2.** Blok Zinciri Teknolojisi Devrimsel Aşamaları



**Kaynak:** (Tseng ve diğerleri, 2021, yazar tarafından geliştirilmiştir).

Ortaya çıkmasından bu yana blok zinciri farklı sınıflandırmalara ayrılmıştır. Gelişimsel açıdan bakıldığında, Şekil 2'de görüldüğü gibi blok zinciri 1.0, 2.0 ve 3.0 gibi dönemlere sahiptir (Perera, Nanayakkara, Rodrigo, Senaratne, ve Weinand, 2020). Yine kamu (genel), özel (izinli) ve ortak (konsorsiyum) blok zinciri şeklinde de bir sınıflandırma bulunmaktadır (Lu, 2019). Genel blok zincirlerinde, her katılımcı ağdaki izinsiz blok zincirine erişebilir ve fikir birliği süreci halka açıktır. Bu zincir için merkezi bir otorite gerekli değildir. Bitcoin, tüm kayıtların halk tarafından görülebildiği ve herkesin fikir birliği sürecinde yer alabildiği bir kamu blok zinciri örneğidir (Vranken, 2017). Özel blok zincirleri ise, blok zincirine yazma yetkisi sadece özel bir gruba/organizasyona ait olan bir zincirdir. Gümrük yetkilileri, lojistik ve nakliyeciler gibi önceden tanımlanmış katılımcılara açıktır. Denizcilik endüstrisindeki Tradelens ve GSBN platformları, özel blok zincirlerinin örnekleridir (Balci ve S. Balci, 2021). Konsorsiyum blok zinciri genel ve özel blok zincirlerinin karışımı olarak açıklanabilir. Özel ve konsorsiyum blok zincirleri, diğer kullanıcıların blok zincirindeki kayıtları okumasına izin verebilir. Özel veya konsorsiyum blok zincirlerindeki işlemler, ana katılımcılar bir anlaşmaya vardığı sürece düzenlenebilir ve bu nedenle, genel blok zincirlerinde olduğu gibi, iş kanıtı gibi güçlü bir fikir birliği protokolü gerekli değildir (Vranken, 2017).

Blok zincir dağıtılmış bir teknolojidir. Çünkü ağdaki her aygıt bu teknolojinin işleyişine katılmaktadır (Williams, 2020: 52). Bu dağıtık veri tabanında kullanıcılar doğrudan birbirleri ile haberleşebilir, tüm işlemler şeffaftır, yapılan işlemler geri alınamaz (Gezer, 2019: 20-21). Blok zincir teknolojisi üzerinden kayıt işlemleri yapılırken, Şekil 3'te yapıları görselleştirildiği gibi, veriler tek merkezli yapı

ya da çoklu merkezi yapılar üzerinden yapılması yerine, dağıtık bir veri tabanı yapısı üzerinden kayıt altına alınmaktadır.

**Şekil 3: Veri Tabanı Yapıları**



Sadawi, Madani, Saboor, Ndiaye ve Abu-Lebdeh (2021) ve Sanka ve Cheung (2021) tarafından blok zincirinin genel özellikleri şu şekilde sıralanmıştır;

- Ademi merkezîyetçilik: Sistemi kontrol eden merkezi bir yapı bulunmamaktadır.
- Dağıtıklık: Verilerin tek bir yerde tutulmaması, dağıtılabılır şekilde kayıt altına alınması, arşivlenmesi ve güncellenmesidir. Sürekli güncellenen tüm kayıtların bir kopyası vardır.
- Güvenlik: Zincire bir blok eklendiğinde asla değiştirilememektedir.
- Şeffaflık: Tüm işlemler ve bilgiler blok zinciri içindeki herhangi bir düğüm tarafından görülebilir. Geriye doğru kontrol edilebilir.
- Otomasyon: Belirli eylemler, akıllı sözleşmeler ile otomatik olarak yapılabilir.
- İzlenebilirlik: Tüm verilerin tarihsel bir kaydını tutulmakta ve görülebilmektedir.
- Gizlilik: Blok zinciri şeffaf olmasına rağmen, her bir düğümden elde edilen bilgiler kriptografi kullanılarak gizlenir.
- Güvenilirlik: blok zincirleri, birçok uluslararası pazar sektörü ve kuruluşu tarafından yıllardır başarıyla uygulanmaktadır. Blok zincirinin güvenilir performansı, özelliklerinin ve sağlam yapısının bir sonucudur.

Blok zincirinin sahip olduğu bu özellikler, teknolojinin cazibesini arttırmakta ve uygulayıcıların dikkatini çekmektedir. Bankacılık, finansal teknolojiler, para transferleri, e-ticaret, hisse senetleri, e-noter, mikro krediler, bulut bilişim ve güvenli depolama, değerli belgelerin yaratılması ve saklanması uygulama alanlarında blok zincir teknolojisi sıklıkla karşımıza çıkmaktadır (TUBİTAK BİLGEM).

## 2.2 Blok Zincir Teknolojisinin Potansiyeli

Araştırmacılara göre, blok zinciri, birçok sektörde ve işlerde yaşanan sıkıntıları azaltabilir, bürokrasiyi ortadan kaldırarak, yeni iş modellerini mümkün kılabilir (HBR Press, 2020). İşletmelerin dijital dönüşümünde önemli bir fayda sağlayarak, blok zincir uygulamaları herhangi bir manuel işlem gerektirmediğinden, büyük ölçüde insan kaynaklı hatalar azaltabilir. Bu durum Endüstri 4.0' ın kalite anlayışına hizmet edebilir (Çalış Duman ve Akdemir, 2020).

Blok zincir teknolojisi kaynak ve kullanıcıyı birbirine doğrudan bağladığı için komisyoncular gibi çeşitli araçlara ihtiyaç duymadan insanlar arasında doğrudan ticaret yapılmasını mümkün kılabilir (Williams, 2020: 74). Üstelik bu ticaret yapılırken, kullanıcılar arasında çoğaltılan veriler neredeyse gerçek zamanlı bir kayıt sağlama imkânı doğurur ve değişiklik göstermez (Javaid ve diğerleri, 2021). Bu noktada kripto paralar, özellikle bitcoin, işletmelere, nakit ve elektronik ödeme sistemlerinin avantajlarını sağlamayı vaat etmektedir ki bunlar şu şekilde sıralanabilir (Rana, Giungato, Tarabella ve Tricase, 2019); anonim olarak garanti edilen

işlemleri gerçekleştirebilmek, uzaktan ödeme yapmak, paranın üretim ve yönetiminde geleneksel kurumlardan vazgeçebilmek ve işlem maliyetlerini azaltmaktır.

Blok zincir teknolojisi yüksek düzeyde uyarlanabilirliği nedeniyle, işletmeler için hemen hemen her iş ilişkisine fayda sağlayabilir. İster yatay, ister dikey isterse çapraz iş ilişkilerinde diğer işletmelerle işbirliği içinde kalmayı ve süreçlerin katma değerinin yükselmesini sağlayabilir (Bedin ve diğerleri, 2021). Blok zincir şeffaflık ve kontrol edilebilirlik özellikleriyle, müşterilerin ürün ve hizmetlere karşı güvensizliğini azaltır ve satın almalarını artırır. Bu teknoloji ile tüketicilerin verilen bilgileri kontrol etmesi oldukça kolaydır. Örneğin, herhangi bir çevrimiçi alışveriş platformunda sanal giyinme/deneme odalarının kurulması, tüketicilerin tercihlerini olumlu yönde etkileyebilir (Wang, Toa ve Wang, 2021).

Blok zincir teknolojisi nesnelerin internetine bağlanan her türlü dijital cihazda çalıştırılabilir, bu özelliği ile blok zincir teknolojisi cihazlar arasındaki iletişimi kolaylaştırmak için mükemmel bir teknolojidir (Williams, 2020: 71). Hem günlük yaşamda hem de çalışma yaşamında, sahip olduğu bu potansiyeller ile operasyonel verimliliği önemli ölçüde artırabilir, kaynak tahsisini optimize edebilir ve tedarik zinciri talep ve arzının değişkenliğini yumuşatmak için kullanılacak kaynakları serbest bırakabilir (Rejeb ve Rejeb, 2020). Daha makro açıdan bakıldığında, e-devlet, e-belediye gibi uygulamalarda blok zincir teknolojisi kullanılabilir. Hükümetlerin uygulama yetkilerini ve düzenlemeleri ihlal eden kişi veya kuruluşlara karşı yaptırımlarını güçlendirebilir. Örneğin, blok zinciri düzenleyicilerin ve yetkililerin önemli verilere ve bilgilere erişmesine izin vererek şüphelileri kolaylıkla bulmasına yardımcı olabilir (Kshetri, 2021).

Blok zincir teknolojisi maliyet-fayda açısından oldukça çekicidir. En dikkate değer eğiliminin nedeni sensörlerin ve diğer ilgili teknolojilerin maliyetlerindeki keskin düşüştür (Kshetri, 2021). Ancak bu teknolojinin maliyeti de ihmal edilemeyecek kadar önemli bir faktördür. Fiziki birçok konuda maliyet avantajı sağlamasına rağmen, ürün bilgilerinin yayınlanması sanal platform maliyetlerini artıracaktır. Öte yandan, blok zinciri için kodlama sisteminin kurulması, veri depolama ve trafiği maliyeti, iş süreçlerinin değiştirilmesi, teknolojilerin ve farklı sistemlerin entegrasyonu ve daha yüksek enerji tüketimi gibi maliyetleri doğurmaktadır (Wang ve diğerleri, 2021). Buna ek olarak blok zinciri teknolojisi, çeşitli üçüncü taraflarla işbirliği yapmak için bilgi paylaşımıyla ilgili düzenleyici belirsizlik, siber güvenlik riskleri ve stratejik konularla ilgili zorluklara sahiptir. Bu nedenle bu teknolojiye yatırım yapacak olan yatırımcıların, ilgili riskleri dikkatli bir şekilde değerlendirmeleri oldukça önemlidir (Austin ve Williams, 2021).

### **2.3 Sürdürülebilir İşletmeler için Blok Zinciri**

Sürdürülebilirlik, doğanın sunduğu kaynakların, kendi kendisini yenileyebilmesine izin vermek ve kaynakların gelecek nesillere korunarak aktarılması olarak tanımlanabilir. Bu açıdan sürdürülebilirlik, ekolojik olarak nitelendirilebilir. Sosyal açıdan sürdürülebilirlik, bugünkü insan ihtiyaçlarının gelecek nesillerin ihtiyaçlarına zarar vermeden karşılanması, ekonomik açıdan ise, kalkınma kavramıyla ilişkili olarak üretim süreçlerinde yenilenebilir kaynaklara yönelmek ve üretim faaliyetlerinde çevreye karşı duyarlı olunması olarak ifade edilebilir (Yavuz, 2010: 64). Sürdürülebilirlik konusunda belirlenen hedefler her dönemde benzer olmasına rağmen, Toplum 5.0 vizyonu ile birlikte açık bir şekilde belirtilmiş, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) olarak literatüre girmiştir. Toplum 5.0, üretim, mobilite, sağlık hizmetleri, tarım, enerji ve felaket önleme alanlarında "siber uzay ve fiziksel alanı son derece entegre eden" insan merkezli bir toplum anlamına gelmektedir (Mavrodieva ve Shaw, 2020). Toplum 5.0, Endüstri 4.0 uygulaması için gerekli olan toplumun dijital dönüşümüdür. Özellikle dünyanın son zamanlarda yaşadığı iklim değişiklikleri, sıcaklık artışları, karbon emisyonunun artması gibi felaketlere karşı geliştirilen bir vizyondur. Bu vizyon ile hedeflenen teknolojinin topluma entegre edilerek, insanların daha kaliteli ve sürdürülebilir bir yaşam sürmesine (Çalış Duman, 2022) ve mutlu insan ve mutlu müşterinin doğmasına imkan sağlamaktır (Pillai, Haldorai, Seo ve Kim, 2021). Toplum 5.0 vizyonu ile önemi daha da artan sürdürülebilirlik konusu, önlemlerin alınarak somut hedeflerin ortaya konmasını gerektirmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH); açlık, yoksulluk, eğitim, sağlık ve cinsiyet eşitliği, temiz su ve enerjiye erişim, insan onuruna yakışır iş ve ekonomik büyüme, iklim değişikliği, adaletli yaşam, su altında ve karada yaşam, barış içinde toplumlar gibi ana başlıklar etrafında sıralanarak, daha sürdürülebilir bir dünya amaçlanmaktadır (Tham ve Sigala, 2019: 204).

Bu amaçlar ile açlığın son bulması, yoksullukla mücadele, kadın-erkek eşitliği, temiz su ve hava, yenilenebilir enerji, kaliteli eğitim ve sağlık, çalışma koşullarının iyileştirilmesi, etkin kaynak kullanımı, atık yönetimi,

sürdürülebilir şehirler gibi önemli politikalar yürütülmekte ve toplumsal sorunlara çözüm aranmaktadır. Her konuda olduğu gibi teknolojik inovasyonlar sürdürülebilirlik konusunda da olumlu gelişmelere gebe (Kshetri, 2021). Çözüm noktasında Endüstri 4.0 teknolojileri önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle gerçek zamanlı veri elde etme, gerçek dünya ile sanal dünyanın entegre edilmesi enerji yönetimi, akıllı işletmelere geçiş, finansal işlemlerde kolaylık, akıllı şehirler ve etkin kaynak kullanımı gibi konularda sürdürülebilirliğe önemli bir katkı sağlamaktadır (Mondejar ve diğerleri, 2021). SKH, ayrıca, depremleri, tsunamiyi ve iklim değişikliklerini daha doğru ve daha erken bir aşamada tahmin edebilmek ve afetler oluştuğunda daha verimli yanıt verebilmek için farklı teknolojileri sürekli olarak geliştirmeyi planlamaktadır (Mavrodieva ve Shaw, 2020).

Blok zinciri teknolojisinin sürdürülebilirlik konusunda vaat ettikleri şu şekilde sıralanabilir; her şeyden önce blok zinciri sürdürülebilirlikle ilgili faaliyetlerde şeffaflığı arttırabilir (Kshetri, 2021). Atık yönetimi konusunda avantaj sağlayabilir (Lawrance ve diğerleri, 2020). Akıllı şehirlerin oluşturulmasında, artan nüfus ve kaynak dağılımı sorunlarının çözülmesinde kullanılabilir. Örneğin, Birleşik Arap Emirlikleri, şehir düzeyinde çok çeşitli sorunları çözmek için çeşitli blok zinciri tabanlı çözümlerin uygulanmasında dünya liderlerinden biridir. Smart Dubai projesi, yakın zamanda benimsenen Dubai Blok Zinciri Stratejisi, bu ülkesinin yerel sakinler için rahat, güvenli, şeffaf ve verimli bir kentsel ortam yaratma hedeflerinden biridir (Kassen, 2022). Yine blok zinciri insani yardım operasyonlarının yönetiminde kullanılabilir. Özellikle, kimlik ve kişisel veri yönetimi, insani lojistik ve insani yardım iletişimi konusunda potansiyel faydalar sağlayan bu teknoloji insanların yaşam kalitesinde iyileşmeler sağlayabilir. Örneğin, acil kriz yönetiminde blok zinciri, özellikle olumlu davranışları ödüllendirme yeteneğiyle desteklendiğinde, kalabalıklardan bilgi sağlamada özellikle etkili olabilir (Hunt, Narayanan, ve Zhuang, 2021).

Gartner (2017), blok zinciri ile ilgili tüm faaliyetlerin %82'sinin finansal hizmetler sektörü içinde olduğunu ve 2025 yılına kadar 175 milyar dolarlık potansiyel yıllık gelir tahmini ile blok zinciri kullanımının farklı sektörlerde de artarak kullanılacağını belirtmektedir (Akt: Devine, Jabbar, Kimmitt ve Apostolidis, 2021). Blok zinciri tabanlı uygulamalar bankacılık, tarım, yönetim ve işletme, sermaye piyasaları ve finans, devlet, sigorta, enerji gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Mnif, Mouakhar ve Jarboui, 2021). İşletmeler açısından bakıldığında, blok zincir teknolojisi daha sürdürülebilir sosyal işletmeler yaratma ve desteklemede önemli bir rol oynayabilir (Devine ve diğerleri 2021). Özellikle döngüsel ekonomi uygulamaları ve blok zinciri, üretim, kaynaklar ve enerji tasarrufundan kaynaklanan kalıntıları en aza indirmeye, pazar payını ve iyi niyeti, devlet desteğini ve tanınmayı arttırmaya yardımcı olabilir; bu faktörler daha yüksek sürdürülebilir örgütsel performansa yol açabilir (Khan, Razzaq, Yu ve Miller, 2021).

Blok zinciri, güvenlik, gizlilik, veri şeffaflığı, sağlamlık ve merkezi olmayan yapı özellikleri ile hem küçük hem de büyük işletmeler için fırsatlar doğurmaktadır (Javaid ve diğerleri, 2021). Göze çarpan bu özellikleri ile birçok geleneksel iş süreçlerini değiştirmektedir (Nanayakkara ve diğerleri, 2021). Geleneksel pazar yapılarında devrim yapmak, işletmelerde iş yapış şekillerini değiştirmek bu teknolojinin potansiyelindedir. Yine blok zincir, çeşitli iş sorunlarının üstesinden gelmek ve birçok iş sürecini optimize etmek için de kullanılabilir. İşletmelerde özellikle, finansal yönetim, pazarlama yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, üretim yönetimi ve insan kaynakları yönetimi işlevlerinde, blok zincir teknolojisi katma değer yaratabilir (Pal ve diğerleri, 2021). Örneğin, anonimlik ve değişmezlik gibi blok zincirinin özellikleri nedeniyle, tüketiciler için şeffaflık, gizlilik ve güvenlik endişeleri giderilir. Verileri satın almak yerine, blok zinciri kullanılarak, kişisel veriler, aracı olmadan doğrudan müşteriler tarafından token (kripto para birimi) haline getirilebilir ve pazarlamacılara satılabilir (Ghose, 2018).

Sheldon (2018)'e göre, blok zinciri teknolojisi, işletmelerde gerçek zamanlı güncellemeler, yapılandırma, defteri kontrol etme vb. gibi defter sorunlarıyla başa çıkmamıza yardımcı olabilir. Yine, yeşil üretimin araçlarını, çevresel bozulmayla ilgili verilerin izlenmesini, depolanmasını ve zamanında ödeme yapmak için yeşil veya düşük karbonlu verilerin gerçek zamanlı olarak toplanmasını ve analizini kolaylaştırabilir. Ayrıca yeşil bir tedarik zincirinin gelişimini destekleyebilir (Parmentola, Petrillo, Tutore ve De Felice, 2022: 195).

Literatür incelendiğinde blok zincir teknolojisinin işletmeler açısından en fazla sürdürülebilir tedarik zinciri alanında araştırıldığı gözlemlenmiştir. Bu durumun nedeni blok zincirinin üreticiden tüketiciye kadar geçen yolculukta blok zincirinin etkileşimi arttırmasından kaynaklanabilir. Araştırmacılara göre, blok zinciri, tedarik

zinciri ortakları arasında güçlü entegrasyon bağlantılarının oluşmasına yol açar ve dış kaynak zinciri ortaklarının sertifikalar, lisanslar, kayıt kanıtları, işlemler, süreçler ve olaylar gibi belgelerinin hızlı bir şekilde doğrulanmasına olanak tanır (Pankowska, 2019). Yine tedarik zincirinde blok zincir teknolojisi esnekliği artırır. Bu esneklik, blok zinciri teknolojisinin sorumlu bir şekilde konuşlandırılmasıyla artırılabilen bütünlük ve şeffaflık üzerine kuruludur. Bu zorluğun üstesinden gelmek için, Dünya Ekonomik Forumu, yöneticileri, iş liderleri tarafından blok zinciri teknolojisinin sorumlu kullanımını hızlandırmaya teşvik etmektedir (Mnif ve diğerleri, 2021). Özellikle, Covid-19 pandemi sürecinde blok zinciri teknolojisinin işletmelerin dağıtım kanallarında iyileştirmeler ve istikrarı sağlarken, tüketici açısından sağlık ve güvenlik endişelerini gidermek için blok zinciri benimseme maliyetini paylaştığı görülmüştür (Yang ve diğerleri, 2021). Friedman ve Ormiston (2022)'na göre, bu teknoloji daha eşitlikçi ve adil bir dağıtım zincirinin kurulmasında önemli bir role sahiptir.

Blok zincir teknolojisi işletmelerin finansal işlemlerinde, bankacılık ve sigortacılık gibi sektörlerde hızla kullanılmaya başlamıştır. "Fintech" başlığı altında literatürde incelenen bu çalışmalar çoğunlukla kripto paralar üzerine odaklanmaktadır (Yoo, 2021). İnsan kaynakları yönetiminin bir parçası olarak blok zinciri, işe alım, seçme, eğitim ve geliştirme (Fachrunnisa ve Hussain, 2020), ücretlendirme ve bordro, personel veri yönetimi için blok zinciri platformları kullanılmaktadır (Chen, Lv ve Song, 2019). Blok zincir teknolojisi, genel ve özel anahtar şifrelemesi kullanarak insan kaynakları departmanındaki tüm verilerin tutarlı bir şekilde doğrulanmasını sağlayabilir. Bu, tüm temel bilgilerin sağlam bir şekilde saklanmasını kolaylaştırır ve tüm insan kaynakları işlevinin güvenliğini artırabilir (Pal ve diğerleri, 2021). Muhasebe alanında dağıtık defter, gerçek zamanlı veri ve akıllı sözleşmeler ile işleri kolaylaştırabilir (Bakarich, Castonguay ve O'Brien, 2020). Birçok araştırmacı sürdürülebilir işletmeler konusunda blok zincirinin işletmelere fayda sağlayabileceğini, işletmenin maliyetleri ve etkin kaynak kullanımı üzerinde iyileştirmeler sağlayacağını belirtmiştir (Zhao, Fan, ve Yan, 2016; Workie ve Jain, 2017; Swan, 2017). Onlara göre, blok zinciri teknolojisi, işlemleri ve süreçleri düzene sokarak ve manuel veya teknik işlemlerle ilgili ekonomik faydaları arttırmaktadır.

### 3. YÖNTEM

Bu araştırmanın yöntemi, sürdürülebilirlik üzerine blok zinciri teknolojisine odaklanan literatürü araştırmak için sistematik literatür inceleme metodolojisidir. Araştırmanın temel prensiplerine dair bilgiler Tablo 2'deki gibi özetlenebilir.

**Tablo 2:** Araştırmanın Yöntemi

Araştırma Yöntemi	Sistematik inceleme
Araştırma Yapılan Veri Tabanları	Scopus, ScienceDirect [Elsevier], Web of Science ve EmeraldInsight
Araştırma Türü	Araştırma kalitesi için sadece makale türü ile sınırlandırılmıştır.
Dil	Sadece İngilizce makaleler
Tarih aralığı	Güncel olması adına son 5 yıl (2017-2022 yılları arası yayınlar)
Arama alanları	Başlık, özet ve anahtar kelimeler
Alan temelli arama kategorileri	Sadece "yönetim, işletme ve işletme finansı" kategorilerinde yer alan yayınlar seçilmiştir.
Aranan anahtar kelimeler	"Sürdürülebilirlik-Blok Zinciri (Sustainability, Blockchain)", "Sürdürülebilirlik-Kripto Para (Sustainability, Cryptocurrency)", "Sürdürülebilirlik- Bitcoin (Sustainability, Bitcoin)".



Dahil etme kriteri	Sadece sürdürülebilirlik üzerine blok zincir temelli makaleler seçilmiştir.
Hariç tutma kriteri	Sadece blok zincir teknolojisini derin ve saf bir teknik odakla ele alan makaleler, çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

### 3.1 Literatürün Toplanması

Mart 2022 tarihi itibarıyla, Tablo 2’de özetlendiği üzere, Scopus, ScienceDirect [Elsevier], Web of Science ve EmeraldInsight veri tabanlarında, sadece blok zincir teknolojisi ve diğer değişkenlerle ilişkisine odaklanan makaleler hariç tutularak, sürdürülebilirlik üzerine blok zincir konulu makaleler aranmıştır. Arama kelimelerine blok zincire ek olarak, çok sık birbirinin yerine kullanılan kripto para ve bitcoin kelimeleri de eklenmiştir. Buna göre ilgili veri tabanlarında, “sürdürülebilirlik ve blok zinciri (sustainability-blockchain)” kelimeleri birlikte aratıldığında “119 yayın” ile karşılaşmıştır. “Sürdürülebilirlik ve kripto para (sustainability-cryptocurrency)” kelimeleri birlikte aratıldığında “26 yayın”, “sürdürülebilirlik ve bitcoin (sustainability-bitcoin)” kelimeleri birlikte aratıldığında ise “31 yayın” ile karşılaşmıştır. Yayınların yılları, kategori ve en fazladan en aza doğru ilk 5 yayıncı yayıncı kuruluşlarına ait sayılar Tablo 3’teki gibi özetlenebilir.

**Tablo 3:** Yayınların Kategoriler, Yıl Ve Yayıncılarına Göre Sayıları

Yayınların Kategoriler, Yıl Ve Yayıncılarına Göre Sayıları				
		Sürdürülebilirlik ve Blok zinciri	Sürdürülebilirlik ve Kripto Para	Sürdürülebilirlik ve Bitcoin
	Kriter	Yayın Sayısı	Yayın Sayısı	Yayın Sayısı
Alan Kategorilerine Göre	Yönetim	62	8	9
	İşletme	42	12	11
	İşletme Finansı	15	6	11
	Toplam	119	26	31
Yıllara Göre	2022	29	7	6
	2021	44	8	10
	2020	29	5	7
	2019	13	4	4
	2018	3	2	3
	2017	1	-	1
	Toplam	119	26	31
İlk 5 Yayıncı Kuruluşuna Göre	Entrepreneurship And Sustainability Center	-	4	4

Emerald Publishing Group	23	3	3
Elseiver	11	-	-
Wiley	11	-	-
Springer Nature	9	2	3
Mdpi	8	3	6
Editure Ase	-	2	2
Diğerleri	57	12	13
Toplam	119	26	31

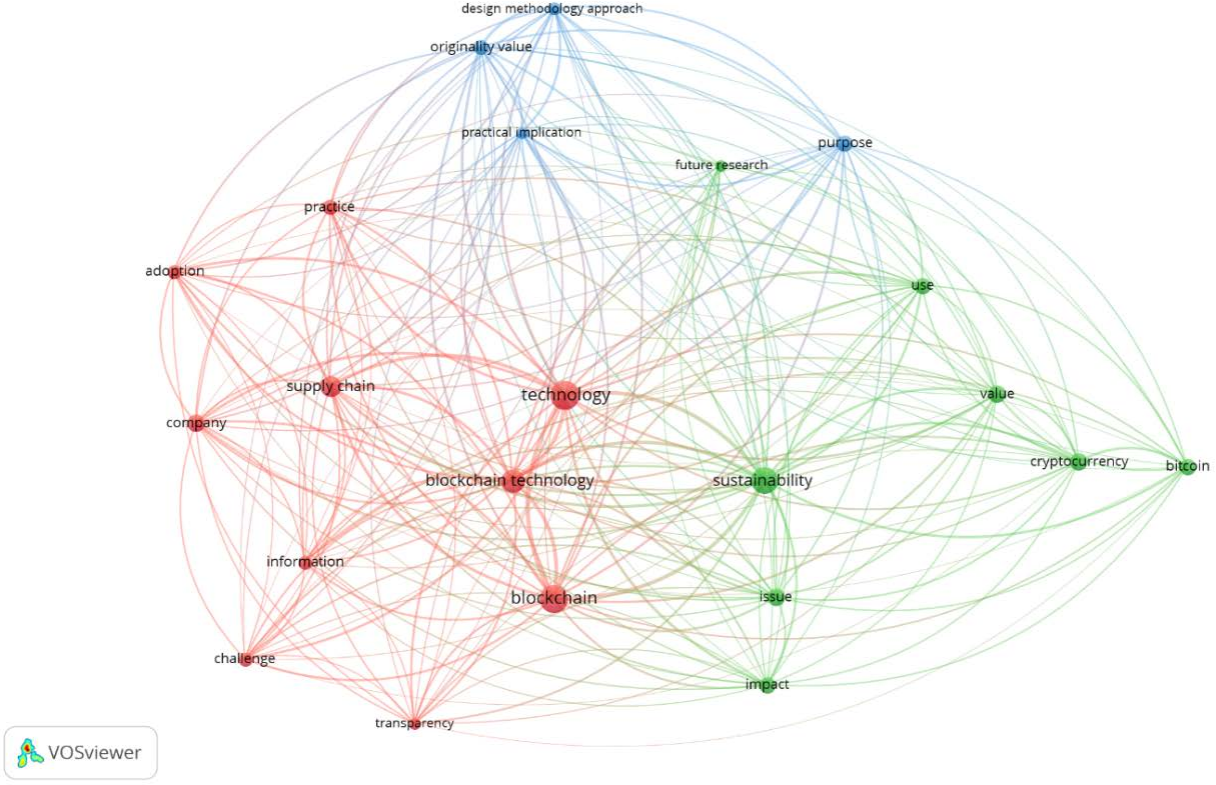
### 3.2 Literatüre Genel Bakış

Bu araştırma yabancı literatüre dayanan veri tabanlarından, incelenerek oluşturulmuştur. Yerli literatür için "Google Akademik" ve "Dergipark" veri tabanları incelendiğinde, blok zinciri, bitcoin veya kripto paralar üzerine bir çok çalışma olmasına rağmen, {sürdürülebilirlik (blok zinciri+kripto para+bitcoin)}" noktasında, önemli bir boşluk bulunmaktadır. Araştırma kapsamımıza uygun olarak blok zinciri teknolojisinin sürdürülebilirlik üzerine değerlendirildiği çalışmalar bulunamamıştır. Bu nedenle çalışmaya sadece yabancı veri tabanları dâhil edilmiştir. Ayrıca yabancı veri tabanlarının seçilmesinde, makalelerin kalitesi, görünürlük düzeyi ve endeks kalitesi gibi kriterlerde etkili olmuştur.

Bu doğrultuda Tablo 3' teki araştırmalar dikkate alındığında evren (N=176) 176 yayına denk gelmektedir. Bu yayınlar yazar ve başlık olarak incelendiğinde, aynı olan yayınlar çıkarılmış, böylece yayın sayısı 107'ye düşmüştür. Daha sonra bu yayınlar içerisinde bildiri, kitap bölümü, editoryal yazılar çıkarıldığında geriye 98 adet makale kalmıştır.

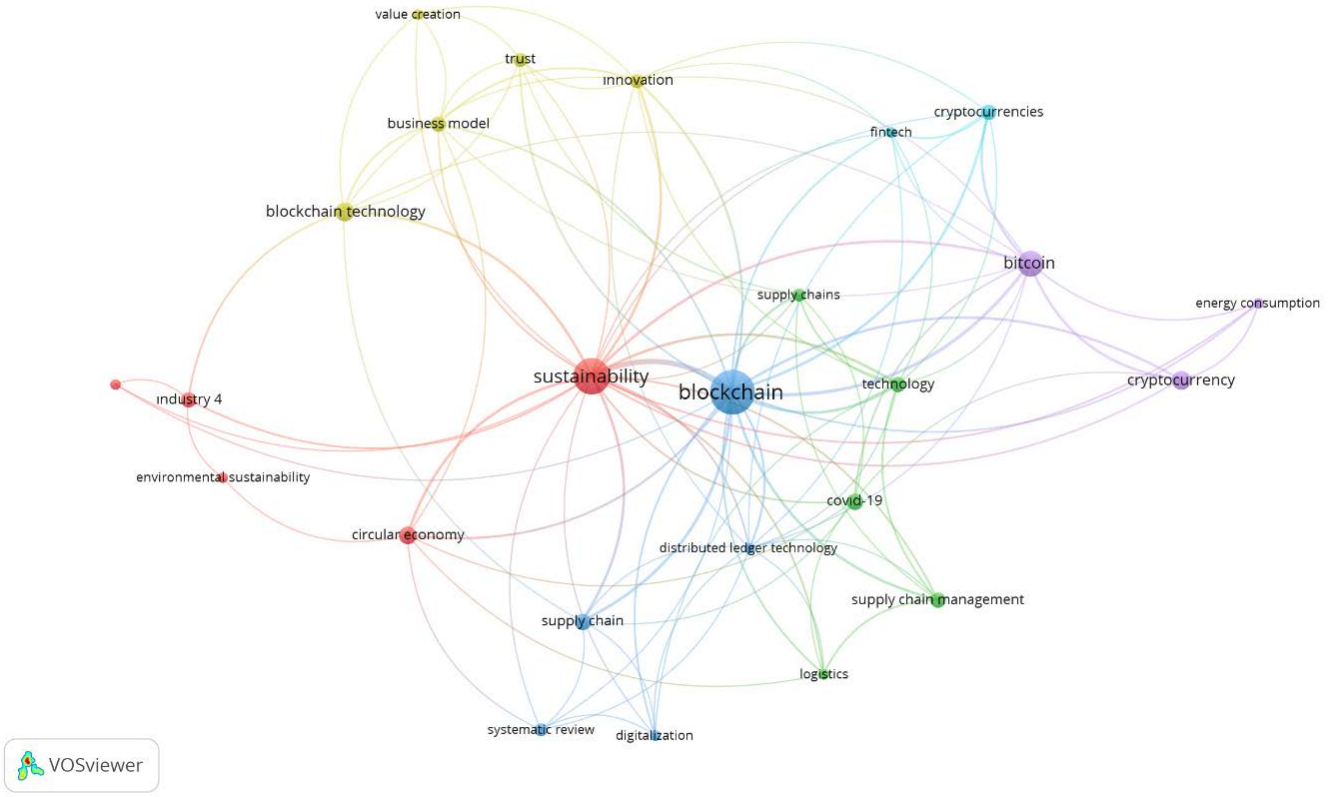
Elde edilen makalelere dair bibliyometrik ağların, makalelerin başlıklarında en çok kullanılan kavramların analizine göre, görselleştirilmiş haritası Şekil 4' teki gibi bulunmuştur. Buna göre, blok zinciri teknolojisinin sürdürülebilirlik ile ilişkili olduğu makalelerde, gelecek araştırmalar, uygulamalar, rekabet, bilgi, değişim, tedarik zinciri gibi kelimelerle başlıkların yazıldığı söylenebilir.

#### Şekil 4: Makalelerin Başlıklarında Kullanılan Kavramlara Dair Ağ Analizi



Elde edilen makalelerin anahtar kelimelerine göre görselleştirilmiş haritası ise Şekil 5'teki gibidir. Buna göre, blok zinciri ve sürdürülebilirlik üzerine odaklanan makalelerde çoğunlukla, işletme modelleri, değer yaratma, inovasyon, Endüstri 4.0, dijitalleşme, nesnelerin interneti, insan kaynakları, enerji tüketimi, finansal teknolojiler, dögüsel ekonomi, lojistik, dağıtılmış teknolojiler, COVID-19 gibi konular ile birlikte çalışıldığı görülmektedir.

Şekil 5: Makalelerin Anahtar Kelimelerine Göre Ağ Analizi



### 3.3 Literatürün Sınırlandırılması

Literatür genel olarak incelendiğinde, sürdürülebilirlik üzerine odaklanan blok zinciri konulu çalışmaların çoğu, inceleme sayısını önemli ölçüde kısıtlayan nitel araştırma yöntemlerine dayanmaktadır. Uygulamalı araştırmaların sayısı oldukça azdır. Araştırmalar çoğunlukla, derleme, literatür tarama, sistematik inceleme, model oluşturma şeklindeki çalışmalardır. Bu araştırmanın da sistematik bir inceleme olmasının en temel nedeni de bu kısıttır. Bununla birlikte, tek tek yayınları manuel olarak tarayarak blok zinciri teknolojisi hakkında bilgi edinmek kolay değildir. Bu nedenle toplam makaleler (98) içerisinde, tamamı özetleri (abstract) ve genel içerikleri ile değerlendirildiğinde, araştırma konumuza vurgu yapan, sürdürülebilir işletmeler için blok zinciri uygulamalarına anlamlı katkıda bulunan, araştırma amacımıza uygun 40 makaleye rastlanmıştır. Bu nedenle 40 (n=40) makale üzerinden yola çıkılarak genel çıkarımlar, değerlendirmeler ve sonuçlar üzerinde durulmuştur.

### 3.4 Bulgular

Blok zinciri teknolojisi, son yılların en yıkıcı teknolojileri arasındadır. Geleneksel işletmeleri ve iş yapış süreçlerini değiştirmesi, verimlilik, kalite ve hız gibi vaatlerde bulunmasının yanında, çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik konusunda da umut vaat etmektedir. Bu vaatler, araştırma sonuçlarına göre Tablo 4'teki gibi özetlenebilir.

**Tablo 4: Araştırma Bulguları**

<b>Araştırma Bulguları</b>				
Arş. Sıra	Yazar(lar) ve Yıl	Kapsam	Yöntem	Sürdürülebilirlik Bulguları
1	Lawrance, Stein, Jacobs ve Rausch (2020)	Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipmanları azaltmak ve böylece sürdürülebilirliği artırmak için blok zinciri	Nicel/ Program modeli proje hazırlama	Hazırlanan program ve kullanılan blok zincir algoritma ile elektrik israfında sürdürülebilir çözüm önerilmiştir.
2	Wang, Lucey, Vigne ve Yarovaya (2021)	Kripto para çevre duyarlılığı	Nicel/ikincil veriler	Kripto para piyasalarının büyümesinin sürdürülebilirlik endişelerine dikkat çekmek için yeni bir önlem modeli geliştirilmiş, çevreye duyarlılığı arttırdığı belirtilmiştir.
3	Mishra ve Kaushik (2021)	Finans sektörünün sürdürülebilirlik sorunları ve sorunlarla başa çıkmada blok zincir	Nicel/Sistematiik araştırma	Blok zincir teknolojisinin, bankacılık sektörünün pek çok sürecinde güvenlik, performans ve maliyet düşüşü sağladığı ve kullanıcılarına kaliteli hizmet sunduğu belirtilmiştir. Kullanıcılar, geleneksel sistemlere göre blok zincirini daha ucuz, şeffaf ve daha etkili bulmuştur.
4	Mukherjee, Singh, Mishra ve Bag (2021)	Tarımsal tedarik zincirinde sürdürülebilirlik gelişimi için blockchain teknolojisi	Nicel/Analitik hiyerarşi süreci	Blok zincir tabanlı tedarik zincirinin, geleneksel tedarik zincirinden çok daha fazla sürdürülebilirlik getirme potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle tarımsal tedarik zincirinde bu teknoloji önerilmiştir.
5	Krajnkova, Svazas ve Navickas (2019)	Enerji sürdürülebilirlik gelişiminde blok zinciri	Nitel/literatür taraması	Bir blok zincirinin biyokütle üretim sürecinin basitleştirilmesini sağladığını, böylece kaynakları koruduğunu ve ormanların genişlemesine ve ortak enerji sisteminin geliştirilmesine katkıda bulunduğunu bulmuşlardır. Bu durum işletmelerin etkin kaynak kullanımına katkı sağlamaktadır.
6	Caldarelli, Zardini ve Rossignoli (2021)	Moda sektörü işletmeleri sürdürülebilir tedarik zincirinde blok zincir teknolojisi	Nicel/vaka çalışması	Blok zinciri sürdürülebilir tedarik zincirini desteklemektedir. Fakat bu teknoloji çok iyi bir hazırlık ve danışmanlık bilgisi gerektirmektedir.
7	Rejeb ve Rejeb (2020)	Blok zinciri ve darık zinciri sürdürülebilirliği	Nicel/sistematiik tarama	Çevresel politika ve stratejilerinde ilerlemeye çalışan işletmeler, tedarik zinciri boyunca çevresel uygulamalarını iyileştirme çabalarını genişletmek, enerji ve doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltmak ve çevre dostu ürünler sunmak için blok zinciri kullanılabilir.
8	Rana, Giungato, Tarabella ve Tricase (2019)	Blok zinciri uygulamaları ve sürdürülebilirlik konuları	Nitel/literatür tarama	Gelecekte, blok zinciri, ekonomik, çevresel ve sosyal sektörlerde sürdürülebilirlik paradigmasının uygulanabilirliği için ideal bir aday olacağı ifade edilmiştir.
9	Friedman ve Ormiston (2022)	Sürdürülebilirlik odaklı bir yenilik olarak blok zinciri, gıda tedarik zincirinde sürdürülebilirliğin itici gücü olarak blok zinciri	Nitel/uzman görüşmeleri	Uzmanlara göre blok zincir teknolojisi; dolandırıcılık ve insan hakları ihlalleri, daha adil tedarik zincirleri, gıda izlenebilirliği, mali faydalar ve çevresel faydalar sağlayabilir.
10	Verma ve Sheel (2021)	Devlet kurumları için blok zincir teknolojisi	Nicel/sistematiik tarama	Devlet kurumları için blok zincir teknolojisi dijital dönüşümün kapısını aralamaktadır. Özellikle kripto para birimi, e-oylama, paylaşılan ekonomi, akıllı sözleşmeler, finans ve sağlık hizmetleri, turizm, lojistik ve su sürdürülebilirliği konularında önemli faydalar sağlayacağı belirtilmektedir.
11	Migliorini, Guevara, Dib ve Conti (2021)	Akıllı şehirler ve uygulamalar için blok zinciri	Nicel/anket yöntemi	Akıllı şehirlerde sürdürülebilir, daha iyi, güvenli ve kaliteli bir yaşam, sağlık, eğitim, ulaşım ve diğer alanlarda blok zincir teknolojisinin çok iyi sonuçlar sağladığı tespit edilmiştir.
12	Treiblmaier (2019)	Lojistik ve tedarik zinciri sürdürülebilirliği	Nitel/literatür tarama	Blok zincir teknolojisi sürdürülebilir lojistik ve tedarik zincirini mümkün kılar. Bunu süreçleri basitleştirerek, bilgi eksikliğini gidererek, şeffaflığı artırarak ve etkin kaynak kullanımını sağlayarak mümkün kılabilir.
13	Mustafa, Lodh, Nandy ve Kumar (2021)	Sürdürülebilir çevresel hedefler için kripto para ticaretinin kullanılması	Nicel/ sistematiik literatür tarama ve bibliyometrik analiz	Kripto paralar temiz enerji ve iklim eylemi için önemli bir fırsattır. Kripto para ticaretinin sürdürülebilirlikle ilişkilendirme olasılığı bulunmaktadır.
14	Massaro, Mas, Jabbour ve Bagnoli (2020)	Kripto paralar ve yeni sürdürülebilir işletme modelleri	Nitel/vaka çalışması	Bu çalışma blok zincirinin finansal ve sosyal sürdürülebilirliği destekleyebileceğine dair sistematiik kanıtlar sunmaktadır.
15	Liu ve Dong (2021)	Bilgi yönetimi, sürdürülebilirlik pazarlaması ve hizmet iyileştirme arasındaki ilişki ve blok zinciri teknolojisi	Nicel/anket yöntemi	Blok zincir teknolojisi turizm ve konaklama operasyonları bağlamında hizmet gelişimini etkilemektedir. Çalışma, tüketici ilgisinin bilgi yönetimi, sürdürülebilirlik pazarlaması ve hizmet iyileştirme arasındaki ilişkileri güçlendirebileceğini ortaya koymuştur.
16	Chidepatil, Bindra, Kulkarni, Qazi, Kshirsagar ve Sankaran (2020)	Blok zinciri ve yapay zekâ teknolojileri ile plastik atık yönetimi	Nicel/ İkinci el Veri Analizi	Blok zinciri akıllı sözleşmeleri, üreticileri güvenle daha fazla geri dönüştürmüş plastik hammadde tedarik etmeye teşvik edecek ve dolayısıyla fosil yakıtlara olan artan bağımlılığımızı azaltacaktır.

17	Khan, Razzaq, Yu   ve Miller (2021)	Endüstri 4.0, blok zinciri ve döngüsel ekonomi, çevresel sürdürülebilirlik	Nicel/anket yöntemi/veri analizi	Blok zincir teknolojisi döngüsel ekonomiyi önemli derecede geliştirmektedir. Döngüsel ekonomi uygulamaları, firmaların çevresel performansını iyileştirmeye ve finansal performanslarını canlandırmaya yardımcı olmaktadır. Daha yüksek eko-çevre performansı ise, işletmelerin performansı önemli ölçüde artırmaktadır.
18	Parmentol, Petrillo, Tutore, ve Felice (2021)	Blok zincir teknolojisi ve çevresel sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH)	Nicel/Sistematiik tarama	Blok zincir teknolojisi, sürdürülebilir bir tedarik zincirinin gerçekleştirilmesini desteklemek, enerji verimliliğini artırmak ve güvenli ve güvenilir akıllı şehirlerin oluşturulmasını teşvik etmek gibi yöntemlerle, çevresel açıdan sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunabilir.
19	Mahyuni, Adrian, Darma, Krisnawij, Dewi ve Permana (2020)	Tedarik zinciri yönetimi sürdürülebilirliği ve blok zincir teknolojinin potansiyelleri	Nicel/Sistematiik tarama	Blok zincir teknolojisi, özellikle şu beş konuda tedarik zinciri performansını iyileştirmek için önemli potansiyellere sahiptir: şeffaflık, izlenebilirlik, güven, sürdürülebilirlik ve maliyet etkinliği.
20	Song, Wang ve Merveille (2020)	Sürdürülebilir tarım yönetimi için blok zincir teknolojisi	Nitel/veri analizi	Blok zincir teknolojisi sürdürülebilir yönetim, veri yönetimi, özellikle e-tarım alanında, katkı sağlamaktadır.
21	Tiscini (2020)	Blok zincir ve sürdürülebilir iş modelleri inovasyonu	Nitel/vaka çalışması/derinl emesine görüşme	Blok zincir teknolojisi, tarım-gıda endüstrisinde bir sürdürülebilir iş modellerinin inovasyonu kaynağı olabilir. Bu teknoloji gıda endüstrisinde güven, gıda güvenliği ve kalitesi, tedarik zinciri aracılığının ortadan kaldırılması ve kamu güvenliği ve yolsuzlukla mücadele konularında iyileştirme sağlayabilir.
22	Mohsin, Naseem, Rehman, Baig, Salamat (2020)	Kripto ticaret hacmi, GSYH, enerji kullanımı ve Çevresel bozulma sürdürülebilirlik	Nicel/ Ekonometrik veri analizi	Bu çalışmada kripto para üretiminin yüksek enerji gerektirdiği belirtilerek, hükümetlere ve maliye politikası belirleyicilerine blok zinciri teknolojisini sosyalistirmelerini tavsiye etmektedir. Ayrıca, karbonmonoksit emisyonunun etkilerini en aza indirmek için uygun yeşil mali reformlar izlenmesi gerektiği belirtilmiştir.
23	Alharth, Cerotti ve Maleki Far (2020)	İlaç Tedarik Zincirinin Sürdürülebilirliği ve Etkinliğinde Blok Zinciri	Nitel/Yarı-yapılandırılmış görüşme	Blok zincir teknolojisi ilaç tedarik zincirinin sürdürülebilirliğinde potansiyel faydalar sağlamaktadır.
24	Khan, Yu Sarwat, Godil, Amin ve Shujaat (2021)	Blok zincir teknolojisi ve döngüsel ekonomi, örgütsel performansı iyileştirme	Nicel/Yapısal Eşitlik Modeli ile veri analizi	Görünürlük, şeffaflık, ilişki yönetimi ve akıllı sözleşme gibi özelliklerle blockchain teknolojisinin döngüsel ekonomide olumlu bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yeşil uygulamaların işletmelerin performansına yönelik çevresel ve ekonomik yollarla pozitif bir ilişkiye, çevresel performansın da işletmenin ekonomik sağlığı ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu bulunmuştur.
25	Bakaric, Castonguay Ve O'Brien, (2020)	Muhasebe, raporlama ve sigorta sürdürülebilirlerinde blok zincir teknolojisi	Nitel/Literatür tarama	Özellikle anonim işletmeler, şeffaflık konusunda blok zincir teknolojisini benimsemektedir. Sürdürülebilir raporlama ve sigortacılık için blok zincir teknolojisi ilişki yönetimi ve akıllı sözleşme gibi özellikleri ile fırsatlar sağlamaktadır.
26	Sadawi, Madani, Saboor, Ndiaye, ve Lebdeh (2021)	Blok zinciri, akıllı sözleşme ve karbon emisyonu	Nitel/Literatür tarama	Blok zinciri teknolojisi, karbon emisyonu ile maruz kalan yolsuzluk, etkisizlik ve güven eksikliği için hayati bir çözümdür. Değişmezlik, güvenlik ve şeffaflık gibi blok zinciri özellikleri, gizliliği korurken, mevcut karbon ticareti pazarını düzeltmek için güçlü bir adaydır.
27	Kshetri (2021)	Blok zincir ve sürdürülebilir tedarik zinciri	Nitel/ Vaka araştırması	Blok zincir gelişmekte olan ülkelerde tedarik zincirinin sürdürülebilirliğinde endişeleri azaltmaktadır. Bu teknoloji, verimsiz düzenleyici ve denetim standartlarının üstesinden gelmeye yardımcı olabilir. Tedarik süreçlerini daha basit ve izlenir hale getirebilir.
28	Centobelli, Cerchione, Vecchio, Oropallo, Secundo (2021)	Döngüsel tedarik zincirinde güven, izlenebilirlik ve şeffaflık arasında köprü; blok zincir teknolojisi	Nitel/Görüşme tekniği	Araştırmaya göre, blok zinciri atıkların hareketinde ve ürün iade yönetimi faaliyetlerinde kontrolü geliştirmek için teknolojik bir yetenek olarak belirtilmiştir.
29	Abdo ve Zeadally (2020)	Sürdürülebilir gelişme için blok zincir teknolojisi	Nitel/çok amaçlı çerçeve yöntemi	Su ve enerji alanında eşler arası ticaret için finansal ve ekonomik olarak mümkün olan sürdürülebilir bir kalkınma için blok zincir teknolojisi fırsat sağlamaktadır.
30	Yadav ve Singh (2020)	Sürdürülebilir tedarik zinciri için blok zincir teknolojisi	Nicel/ Entegre bir bulanık-ANP ve bulanık-ISM yaklaşımı	Bulgular, veri güvenliği ve ademi merkezizetçilik, erişilebilirlik, dokümantasyon, veri yönetimi ve kalite olmak üzere en önemli beş özelliği göz önünde bulundurarak blok zincir teknolojisini entegre ederek tedarik zincirinin verimli hale getirilebileceğini desteklemektedir
31	Rane ve Thakker (2019)	Sürdürülebilir işletmeler için blok zincir, yeşil üretim/tedarik süreci	Nicel/ literatür taraması, mimari geliştirme ve analiz	Blok zincir ve nesnelerin interneti teknoloji entegrasyonu, yeşil bir tedarik zincirini dönüştürebilir. Yeşil girişimler, küresel düzeyde tanınmanın yanı sıra küresel rekabet gücünü de sağlar. Yeşil tedarik, minimum enerji kullanımını ve verimli atık bertarafını sağlar.
32	Villiers, Kuruppu, ve Dissanayake (2021)	Nesnelerin interneti ve blok zinciri teknolojisi aracılığıyla Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini destekleme	Nitel/literatür tarama	Blok zincir ve nesnelerin interneti teknolojilerinin birlikte kullanılması ile daha yeşil, sürdürülebilir üretim mümkün olabilir.
33	Tham ve Sigala (2019)	Turizm sektöründe sürdürülebilir kalkınma için blok zincir teknolojisi	Nitel/Literatür tarama	Blok zinciri sürdürülebilir turizm için önemli bir potansiyele sahiptir. Blok zinciri ve kripto paralar, finansal olarak hızlı ve bütünsel bir şekilde güveni ve kişisel yetenekleri artırır, ekonomik sistemlere katılımı demokratikleştirir ve verileri etkileyerek aktörler arasında gücü ve ekonomik ilişkileri yeniden dağıtır.
34	Yousefi, Mohamadpour	Sürdürülebilir tedarik zincirinde blok zinciri teknolojisi	Nicel/Analitik hiyerarşi	Blockchain teknolojisi, akıllı sözleşmeler oluşturarak ve çevresel sürdürülebilirliği, izlenebilirliği ve şeffaflığı artırarak tedarik zinciri performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir.

	ve Tosarkani (2022)			
35	Sarpong, Mubarik, Khan, Brown ve Mubarak (2022)	Entelektüel sermaye, blok zincir tabanlı tedarik, sürdürülebilir üretim	Nicel/model kurma	Blok zincir tabanlı tedarik zinciri, daha sürdürülebilir ve yeşil bir üretime imkan sağlayabilir.
36	Khan, Mubarik, Sarpong, Gupta, Zaman ve Mubarik (2022)	Blok zincir uygulamaları ve sürdürülebilir tedarik zinciri	Nicel/model kurma	Blok zinciri, tedarik zincirleri için tedarik zinciri haritalamasını etkinleştirici bir rol üstlenmektedir. İyi planlanmış/haritalanmış tedarik zinciri, tedarik zincirinin sürdürülebilirliğini daha da iyileştirebilir. Çalışmanın bulguları ayrıca, tedarik zinciri haritalaması, sürdürülebilirlik ve entegrasyon gibi çok katmanlı hedeflere ulaşmak için blok zincir teknolojilerinin geniş tabanlı bir strateji olarak benimsenmesini önermektedir.
37	Mohanty, Anand, Aljahdali ve Villar (2022)	Blok zincir teknolojisi ile sürdürülebilir üretim sistemleri	Nitel/literatür tarama	Blok zinciri diğer finansal teknolojiler ile birlikte kullanıldığında, ilgili maliyetleri önemli ölçüde azaltabilir ve böylece daha geniş finansal katılım için sürdürülebilir bir ödeme sisteminin geliştirilmesini kolaylaştırır.
38	Ahmed, Zhang, Jeon, Lin, Khosravi ve Qi (2022)	Blok zincir ve yapay zeka destekli sürdürülebilir şehirler	Nitel/Literatür tarama	Blok zinciri teknolojisi sürdürülebilir şehirlerin ortaya çıkmasında etkili bir rol oynayabilir. Sahip olduğu özellikleri ile güvenli ve korumalı akıllı şehir uygulamalarına yardımcı olabilecek sürdürülebilir bir teşvik yapısına izin verir.
39	Sislian ve Jaegler (2022)	Blok zincir tabanlı ERP, sürdürülebilir örgütsel performans	Nicel/Yapısal eşitlik modeli	Araştırma sonuçlarında seçilen şirketlerin hem sürdürülebilir kurumsal performanslarını iyileştirdikleri hem de tedarik zincirine daha başarılı bir şekilde entegre ettikleri için ERP ve blok zincir teknolojisi entegrasyonundan yararlanacağını göstermiştir. ERP ve blok zinciri, günümüzün zorluklarına katlanmak ve şirketleri belirsiz geleceğe daha iyi hazırlamak için birlikte kullanılacaktır.
40	Schwafert, Wehinger ve Teigland (2022)	Blok zincir ve döngüsel ekonomi	Nicel/tematik analiz	Blok zinciri döngüsel ekonomi için düzenleyici bir rol oynasa da, çalışma sonucu tüm sorunların çözümü için değil, blok zinciri yalnızca bir altyapı kaynağı olarak belirtmiştir.

#### 4. SONUÇ

Sürdürülebilirlik, geri dönüşümlü ya da döngüsel politikalara geçiştir. Sorumlu üretim, çevre kirliliği ile mücadele, yer altı zenginliklerinin korunması, yenilenebilir enerji, sera gazı salınımının azaltılması, temiz teknoloji üretimi, çevreye duyarlı ar-ge, proje ve inovasyon çalışmaları, küresel ısınma ve iklim değişikliğine duyarlı üretim yaklaşımlarını benimsemek ve dijital dönüşüme adapte olmak, sürdürülebilir ve akıllı bir topluma geçiş için yapılması gerekenlerdir (Büyüksu, 2021: 59). Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak, teknolojik gelişmeler ile mümkün olabilir. Bu kapsamda blok zinciri teknolojisi, şeffaf ve çevreci politikalar izlemekte, işletmelerin kaynak bulma ve etkin kaynak kullanımını iyileştirmekte, tüketicilerin çevre duyarlılığına uygun politikaları izlemesine imkân vermektedir. Blok zincir şeffaflık ve güvenilirlik özellikleriyle işletmeler tarafından tercih edilmektedir. Yeşil üretim, karbon ayak izinin azaltılması, insanı yardım, hava kirliliğinin azaltılması, doğal kaynakların etkin yönetimi avantajlarını işletmelere sağlayan blok zinciri, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir işletmelerin doğmasına imkân tanımaktadır. İşletmelerin maliyetlerinin azaltılmasında, daha çevrim hızı yüksek iş modellerinin kurulmasında, verimliliğin yükseltilmesinde, yüksek izlenebilirlik ile kalite algısının iyileştirilmesinde önemli sonuçlara sahiptir.

Bu çalışma, blok zincir teknolojisinin benimsenmesiyle ilgili önemli ve pratik bazı çıkarımlar sunmaktadır. Bulgular, yöneticilerin planlama, görünürlük ve izlenebilirliğe yardımcı olmak için blok zincir kullanımını düşünmesinin önemli olduğunu göstermektedir. Bu, işletmenin faaliyetlerinin izlenmesini kolaylaştırarak, önleyici bir yönetim anlayışına imkân tanıyabilir. Ayrıca yöneticiler blok zincir teknolojisini kullanarak, enerji verimliliği, doğal kaynaklar yönetimi, atık yönetimi gibi döngüsel ekonomi konularında sürdürülebilir politikalar izleyebilir. Bunlara ilaveten, literatür verilerinden elde edilen bulgular, sürdürülebilir işletmeler bağlamında aşağıdaki gibi sıralanabilir. Blok zincir teknolojisi;

- İşletmelerin enerji verimliliğini arttırarak, elektrik israfında sürdürülebilir çözümler sağlayabilir. Kaynakların korunmasını sağlayarak biyolojik çeşitliliği arttırabilir. Ayrıca

kaynak israfının önüne geçerek, daha etkili bir kaynak kullanımını amaç edinen blok zinciri doğaya karşı saygılıdır.

- Kripto para uygulamalarıyla, çevre duyarlılığını yükseltebilir. Kripto para uygulamaları, temiz enerji, su ve iklim için bir fırsattır.
- Başta bankacılık sektöründeki işletmeler olmak üzere, finansal faaliyetlerde güvenlik, performans ve maliyet düşüşü sağlayabilir.
- En fazla tedarik zinciri alanında araştırılmıştır. Başta tarım, gıda ve ilaç olmak üzere birçok sektör için sürdürülebilirlik imkânı sağlayabilir. İşletmelerin enerji ve doğal kaynakları yönetimi üzerindeki baskıyı azaltabilir.
- Daha adil tedarik zinciri, dolandırıcılık ve insan hakları ihlalleri, mali ve çevresel faydalar sağlayabilir.
- Devlet ve kamu kurumlarının dijital dönüşümüne (e-devlet, e-oylama, akıllı sözleşmeler, sağlık ve eğitim hizmetleri konuları gibi alanlarda) kolaylık sağlayabilir.
- Akıllı şehirlerde daha iyi, güvenli ve kaliteli, yaşam, eğitim ve sağlık desteği sağlayabilir.
- Turizm ve konaklama işletmelerinde veri izleme, şeffaflık gibi özellikleriyle, tüketici ilgisini ve güvenini arttırabilir, hizmetlerin iyileştirilmesine, katılımların demokratikleştirilmesine katkı sağlayabilir.
- Akıllı sözleşme uygulamasıyla, yenilenebilir enerji kaynakları ve geri dönüşüm konusunda teşvik edebilir, yenilenemeyen enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltabilir.
- Döngüsel ekonomi, çevresel sürdürülebilirlik ve atık yönetimi konusunda sağladığı avantajlar ile işletmelerin örgütsel performansını ve verimliliklerini arttırabilir.
- Sürdürülebilir yönetim, işletmeler ve devletlerin inovasyon kaynaklarını arttırabilir, ar-ge ve proje çalışmalarını teşvik edebilir.
- Karbon emisyonu, yoksulluk ve adaletsizlik gibi konularda güven eksikliği için bir çözüm olabilir.
- Nesnelerin interneti ile birlikte kullanıldığında, yeşil üretim, yeşil tedarik, yeşil girişimlerin sayısını arttırabilir. Bu durum işletmelerin rekabet avantajını ve performansını arttırabilir.

Araştırma sonucunda elde edilen bu bulguların yanında araştırmanın bazı sınırlılıklarına değinmekte ve gelecek araştırmalar için önerilerde bulunmakta fayda olacaktır. Bu araştırmanın en önemli sınırlılığı bir uygulama değil, literatür incelemesi olmasıdır. Bu nedenle gelecek yıllarda özellikle sanayi alanında üretim yapan fabrikalar veya finansal kuruluşlarda daha veriye dayalı araştırmalar yapılabilir. Bu durum yabancı literatür içinde geçerlidir. Uluslararası alanda da çalışmaların büyük bir çoğunluğu niteldir. Blok zincir, kripto para veya bitcoin kelimeleri günlük hayatta herkes tarafından tanınmasına rağmen, arka planda işleyişi oldukça karmaşık bir teknolojidir. Dolayısıyla sosyal bilimler alanındaki çalışmalar ve bu çalışmada dâhil olmak üzere, teknolojinin kurulum, yazılım ve teknik özelliklerinden ziyade, bu teknolojinin işletmelerde kullanıldığında ne gibi potansiyelleri yaratacağı ile ilgilidir. Bu bağlamda araştırmanın genel bulgularına dayalı olarak bir takım öneriler ve gelecek araştırmalar için şu önerilerde bulunulabilir;

- Faydalarının ve potansiyellerinin yanında blok zinciri teknolojisinin bir takım zorlukları ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin, siber güvenlik, gizli bilgilerin dolaşımı ve yatırım zorluğu gibi. Araştırmacılar, blok zinciri teknolojisine yatırım yapan girişimcilerin danışmanlık almasının önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu zorluklara dair işletmeler üzerinde yapılacak araştırmalar alanda önemli bir boşluğu kapatabilir. Özellikle model işletmelerin sayısı arttırılabilir. Ülkemizde kurulmaya başlayan Endüstri 4.0 model fabrikalarının sayısının artması, Endüstri 4.0 teknolojilerine dair soru işaretlerine çözüm olabilir.



- Yine blok zincir teknolojisine yatırım yapanlar ve yapamayanlar arasında, özellikle finans ve nitelikli eleman ihtiyacından dolayı, büyük işletmeler ve KOBİ'ler ayrımı gibi bir rekabet eşitsizliği ortaya çıkarabilir. Ülkemizde KOBİ'lerin kripto para kullanımı ve blok zincir teknolojisi kullanımına dair teşvik paketleri ve danışmanlık bilgisi verilebilir. Blok zincir teknolojisini kullanan işletmelere dair olumlu ve sürdürülebilir gelişmeler, diğer işletmeler ile paylaşılabilir ve teknolojiye yatırım düşüncesini teşvik edilebilir. Blok zinciri teknolojisinin paydaşlar üzerine etkisi ve yönetimi üzerine çalışılarak, zihinlerdeki soru işaretleri kaldırılabilir.
- İşletmelerin geleneksel veri sistemlerinin değiştirilmesi önemlidir. Bu nedenle blok zincirine ve blok zincirinin yeni doğuracağı alanlara yatırım yapılması ve Ar-ge çalışmalarının artırılması önerilebilir.
- Nitelikli çalışan açığı, blok zincir teknolojisine geçişi yavaşlatmaktadır. Blok zincir teknolojisinden etkili bir şekilde faydalanılması için planlı ve sistematik bir çalışma, güçlü bir işbirliği ve gerekli niteliğe sahip yeterli insan kaynağına gereksinim bulunmaktadır. Bu nedenle işletmelerin insan kaynağına dair eğitim programlarına blok zincir eğitimlerinin dâhil edilmesi, lisansüstü eğitimlerde ders müfredatlarına seçmeli ders olarak konulması önemlidir. Türkiye'nin Endüstri 4.0 konusunda en önemli zorluklarından birisi nitelikli çalışan yokluğudur.
- Blok zincir teknolojisi ile ilgili insan kaynakları, ar-ge, finans, muhasebe başta olmak üzere işletme işlevleriyle ilgili akademik çalışmaların sayısı artırılabilir. Üretim ve tedarik zinciri üzerine yapılan çalışmalar yeterli olmakla birlikte, gelecek araştırmalarda blok zinciri teknolojisi; yeni finansal teknolojiler, blok zinciri teknolojisini kabullenme, çalışanların niyeti, blok zincir teknolojisinin performansının ölçülmesi, öncesi ve sonrasına dair bu teknolojinin işletmelere sağladığı avantajlar ve dezavantajlar, blok zinciri ile metaverse, akıllı/sanal işletmeler, muhasebe uygulamalarında yaşanacak değişimler, kriz yönetimi, özellikle Covid-19 pandemisi gibi küresel krizlerde işletmelerin işlevlerinin sürekliliği ve tabii ki sürdürülebilirlik gibi konularla birlikte çalışılabilir.
- Yerli literatürde blok zincir teknolojisi üzerine yapılan çalışmaların sayısı artarken, sürdürülebilirlik üzerine blok zincir çalışmalarının sayısı oldukça yetersizdir. Tüm dünyada yaşanan doğal felaketler, ekonomik krizler, iklim değişiklikleri ve insanların yol açtığı çevresel tahribatlar ülkemiz içinde farklı değildir. Sahip olduğumuz doğal kaynakları etkin bir şekilde kullanabilmek ve gelecek nesillere bırakabilmek için doğaya saygılı işletmecilik faaliyetleri, üretim ve teknolojiler kullanılmalıdır. Blok zinciri teknolojisi sürdürülebilirlik konusunda işletmelere önemli avantajlar sağlayabilir. Bu nedenle bu konuda yapılacak olan akademik çalışmaların artması, girişimcileri blok zincir teknolojisine yatırım yapma konusunda teşvik edebilir.
- Blok zincir teknolojisi henüz başlangıç düzeyinde olduğundan sürdürülebilirlik konusunda bir çözüm gibi görünmeyebilir. İşletmelerin blok zinciri anlaması ve potansiyellerini görmesi biraz zaman alabilir. Bu nedenle yöneticilerin ilk önce örgüt yapılarını ve stratejik hedeflerini blok zinciri teknolojisine uyumlu hale getirmesi önemlidir. Ayrıca diğer tüm teknolojilerde olduğu gibi, blok zincirin benimsenmesinde örgüt kültürünün de önemli bir rol oynayacağı öngörülmektedir. Bu nedenle işletmelerin teknolojik dönüşümler karşısında gerekli hazırlıkları yaparak, çalışanları ile ortak kararlar almaları ve sürece onları da dâhil etmeleri oldukça önemlidir.

## KAYNAKÇA

- Ahmed, I., Zhang, Y., Jeon, G., Lin, W., Khosravi, M. R., & Qi, L. (2022). A blockchain-and artificial intelligence-enabled smart IoT framework for sustainable city. *International Journal of Intelligent Systems*. DOI: 10.1002/int.22852.
- Alharth S., Cerotti, P. R. C., ve Maleki Far, S. (2020). An exploration of the role of blockchain in the sustainability and effectiveness of the pharmaceutical supply chain". *Journal of Supply Chain and Customer Relationship Management*, 1-29.
- Austin, A. A., ve Williams, L. T. (2021). Evaluating company adoptions of blockchain technology: how do management and auditor communications affect nonprofessional investor judgments?" *Journal of Accounting and Public Policy*, 40(5).
- Bakarich, K. M., Castonguay, J. J., ve O'Brien, P. E. (2020). The use of blockchains to enhance sustainability reporting and assurance. *Accounting Perspectives*, 19(4), 389-412.
- Balci, G., ve Surucu-Balci, E. (2021). Blockchain adoption in the maritime supply chain: examining barriers and salient stakeholders in containerized international trade. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 156.
- Bedin, A. R. C., Capretz, M., ve Mir, S. (2020). Blockchain for collaborative businesses. *Mobile Networks and Applications*, 26(1), 277-284.
- Bou Abdo, J., ve Zeadally, S. (2020). Multi-utility framework: Blockchain exchange platform for sustainable development. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*.
- Büyükuslu A. R. (2021). *Sürdürülebilir kalkınma ve endüstri 5.0*. İstanbul: Der Yayınları.
- Caldarelli, G., Zardini, A., ve Rossignoli, C. (2021). Blockchain adoption in the fashion sustainable supply chain: pragmatically addressing barriers. *Journal of Organizational Change Management*, 34(2), 507-524.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Vecchio, P. D., Oropallo, E., ve Secundo, G. (2021). Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain. *Information ve Management*.
- Chen, J., Lv, Z., ve Song, H. (2019). Design of personnel big data management system based on blockchain. *future generation computer systems*, 101, 1122-1129.
- Chidepatil, A., Bindra, P., Kulkarni, D., Qazi, M., Kshirsagar, M., ve Sankaran, K. (2020). "From Trash to Cash: How Blockchain and Multi-Sensor-Driven Artificial Intelligence Can Transform Circular Economy of Plastic Waste?" *Administrative Sciences*, 10(2).
- Çalış Duman, M. (2022). İşletmeler için yeni bir verimlilik teknolojisi: Dijital ikiz. *Verimlilik Dergisi, Dijital Dönüşüm ve Verimlilik Özel Sayı*, 188-205.
- Çalış Duman, M. (2022). Toplum 5.0: İnsan Odaklı Dijital Dönüşüm. *Journal of Social Policy Conferences*, (82), <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iusskd/issue/69406/1008072>.
- Çalış Duman, M. ve Akdemir, B. (2021). A study to determine the effects of industry 4.0 technology components on organizational performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120615.
- Devine, A., Jabbar, A., Kimmitt, J. ve Apostolidis, C. (2021). Conceptualising a social business blockchain: the coexistence of social and economic logics. *Technological Forecasting and Social Change*, 172.
- Fachrunnisa, O., ve Hussain, F. K. (2020). Blockchain-based human resource management practices for mitigating skills and competencies gap in workforce. *International Journal of Engineering Business Management*, 12.
- Friedman, N., ve Ormiston, J. (2022). Blockchain as a sustainability-oriented innovation?: Opportunities for and resistance to blockchain technology as a driver of sustainability in global food supply chains. *Technological Forecasting and Social Change*, 175.
- Ghose, A. (2018). What blockchain could mean for marketing. *Harvard Business Review*, 5, 2-5.
- HBR Press (2020). *Dijital dönüşüm, blok zinciri*. (Çev: Gezer, T.), İstanbul: Optimist Yayınları.
- Hunt, K., Narayanan, A., ve Zhuang, J. (2021). Blockchain in humanitarian operations management: a review of research and practice. *Socio-Economic Planning Sciences*, 101175.
- Javaid, M., Haleem, A., Pratap Singh, R., Khan, S., ve Suman, R. (2021). Blockchain technology applications for industry 4.0: a literature-based review. *Blockchain: Research and Applications*, 2(4).
- Kassen, M. (2022). Blockchain And e-government innovation: automation of public information processes. *Information Systems*, 103.

- Khan, S. A. R., Razzaq, A., Yu, Z., ve Miller, S. (2021). Industry 4.0 and circular economy practices: a new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4001-4014.
- Khan, S. A., Mubarik, M. S., Kusi-Sarpong, S., Gupta, H., Zaman, S. I., & Mubarik, M. (2022). Blockchain technologies as enablers of supply chain mapping for sustainable supply chains. *Business Strategy and the Environment*.
- Kim, S., Park, H., ve Lee, J. (2020). Word2vec-based latent Semantic Analysis (W2V-LSA) for topic modeling: a study on blockchain technology trend analysis. *Expert Systems with Applications*, 152.
- Kong, L., Liu, Z., & Wu, J. (2020). A systematic review of big data-based urban sustainability research: State-of-the-science and future directions. *Journal of Cleaner Production*, 273.
- Krajnakova, E., Svazas, M., Navickas, V., ve Tvaronavičienė, M. (2019). Biomass Blockchain as a factor of energetical sustainability development. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(3), 1456-1467.
- Kshetri, N. (2021). Blockchain and sustainable supply chain management in developing countries. *International Journal of Information Management*, 60.
- Lawrance S., Stein, V., Jacobs, L., ve Rausch, A. (2020). A blockchain-based deposit system to reduce wee. *Proceedings Of The 2020 The 2nd International Conference On Blockchain Technology*.
- Leonardo, R.R, Giungato, P., Tarabella, A., ve Tricase, C. (2019). Blockchain applications and sustainability issues. [www.amfiteatrueconomic.ro](http://www.amfiteatrueconomic.ro), 21.
- Liu, C.-H. S., ve Dong, T.P. (2021). discovering the relationship among knowledge management, sustainability marketing and service improvement: the moderating role of consumer interest. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 33(8), 2799-2816.
- Lu, Y. (2019). The Blockchain: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Industrial Information Integration*, 15, 80-90. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.04.002>
- Mahyuni, L. P., Adrian, R., Darma, G. S., Krisnawijaya, N. N. K., Dewi, I.G.A.A.P., Permana, G. P. L., ve Foroudi, P. (2020). Mapping the potentials of blockchain in improving supply chain performance. *Cogent Business & Management*, 7(1).
- Massaro, M., Dal Mas, F., Chiappetta Jabbour, C. J., ve Bagnoli, C. (2020). Crypto-economy and new sustainable business models: reflections and projections using a case study analysis. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(5), 2150-2160.
- Mavrodieva, A.V. & Shaw R. (2020). Disaster and climate change issues in Japan's society 5.0- a discussion, *Sustainability*, 12, 1893
- Migliorini, I. B., de Hoyos Guevara, A., de Melo Conti, D., ve Dib, V.C. (2021). Blockchain technologies in smart cities: a proposal for autopoietic smart cities. *Journal on Innovation and Sustainability RISUS*, 12(04), 04-12
- Mishra, L., ve Kaushik, V. (2021). Application of blockchain in dealing with sustainability issues and challenges of financial sector. *Journal of Sustainable Finance ve Investment*, 1-16.
- Mnif, E., Mouakhar, K., ve Jarboui, A. (2021). Blockchain technology awareness on social media: insights from twitter analytics. *The Journal of High Technology Management Research*, 32(2).
- Mohanty, D., Anand, D., Aljahdali, H. M., & Villar, S. G. (2022). Blockchain Interoperability: Towards a Sustainable Payment System. *Sustainability*, 14(2), 913.
- Mohsin, M., Naseem, S., Zia-ur-Rehman, M., Baig, S. A., ve Salamat, S. (2020). The crypto-trade volume, gdp, energy use, and environmental degradation sustainability: an analysis of the top 20 crypto-trader countries. *International Journal of Finance & Economics*.
- Mondejar, M. E., Avtar, R., Diaz, H. L. B., Dubey, R. K., Esteban, J., Gomez-Morales, A., ... & Garcia-Segura, S. (2021). Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Science of The Total Environment*, 148539.
- Mukherjee, A. A., Singh, R. K., Mishra, R., ve Bag, S. (2021). Application of blockchain technology for sustainability development in agricultural supply chain: Justification Framework. *Operations Management Research*.
- Mustafa, F., Lodh, S., Nandy, M., ve Kumar, V. (2021). Coupling of cryptocurrency trading with the sustainable environmental goals: is it on the cards? *Business Strategy and the Environment*.

- Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Erişim Tarihi 25.01.2022)
- Nanayakkara, S., Rodrigo, M. N. N., Perera, S., Weerasuriya, G. T., ve Hijazi, A. A. (2021). A methodology for selection of a blockchain platform to develop an enterprise system. *Journal of Industrial Information Integration*, 23.
- Ølnes, S., Ubacht, J., ve Janssen, M. (2017). Blockchain in government: benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly*, 34(3), 355-364.
- Pal, A., Tiwari, C. K., ve Haldar, N. (2021). Blockchain for business management: applications, challenges and potentials. *The Journal of High Technology Management Research*, 32(2).
- Pankowska M. (2019). Information Technology Outsourcing Chain: Literature Review And Implications For Development of Distributed Coordination. *Sustainability*, 11(5),1460.
- Parmentola, A., Petrillo, A., Tutore, I., ve De Felice, F. (2021). Is blockchain able to enhance environmental sustainability? A systematic review and research agenda from the perspective of sustainable development goals (SDGs). *Business Strategy and the Environment*, 31(1), 194-217.
- Perera, S., Nanayakkara, S., Rodrigo, M. N. N., Senaratne, S., ve Weinand, R. (2020). blockchain technology: Is it hype or real in the construction industry? *Journal of Industrial Information Integration*, 17.
- Pillai, S. G., Haldorai, K., Seo, W. S., & Kim, W. G. (2021). COVID-19 and hospitality 5.0: Redefining hospitality operations. *International Journal of Hospitality Management*, 94, 102869.
- Rana, R. L., Giungato, P., Tarabella, A., ve Tricase, C. (2019). Blockchain applications and sustainability issues. *Amfiteatru Economic*, 21(13), 861-870.
- Rane, S. B., ve Thakker, S. V. (2019). Green procurement process model based on blockchain-iot integrated architecture for a sustainable business. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 31(3), 741-763.
- Rehman Khan, S. A., Yu, Z., Sarwat, S., Godil, D. I., Amin, S., ve Shujaat, S. (2021). The role of block chain technology in circular economy practices to improve organisational performance. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1-18.
- Rejeb, A., ve Rejeb, K. (2020). Blockchain and supply chain sustainability. *Logforum*, 16(3), 363-372.
- Sadawi, A. A., Madani, B., Saboor, S., Ndiaye, M., ve Abu-Lebdeh, G. (2021). A comprehensive hierarchical blockchain system for carbon emission trading utilizing blockchain of things and smart contract. *Technological Forecasting and Social Change*, 173.
- Sanka, A. I., ve Cheung, R. C. C. (2021). A systematic review of blockchain scalability: issues, solutions, analysis and future research. *Journal of Network and Computer Applications*, 195.
- Sarpong, S., Mubarik, M. S., Khan, S. A., Brown, S., & Mubarak, M. F. (2022). Intellectual capital, blockchain-driven supply chain and sustainable production: Role of supply chain mapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121331.
- Schwafert, M., Wehinger, M., & Teigland, R. (2022). Blockchain for the circular economy: Theorizing blockchain's role in the transition to a circular economy through an empirical investigation. *Business Strategy and the Environment*. DOI: 10.1002/bse.3032.
- Sislian, L., & Jaegler, A. (2022). Linkage of blockchain to enterprise resource planning systems for improving sustainable performance. *Business Strategy and the Environment*, 31(3), 737-750.
- Song, L., Wang, X., ve Merveille E. (2020). Research On blockchain for sustainable e-agriculture, *IEEE*.
- Sundarakani, B., Ajaykumar, A., ve Gunasekaran, A. (2021). Big data driven supply chain design and applications for blockchain: an action research using case study approach. *Omega*, 102.
- Swan, M. (2017). Anticipating the economic benefits of block chain. *Technological Innovations Management Review*,7(10), 6-13
- Tham, A., ve Sigala, M. (2020). Road block(chain): Bit(Coin)s for tourism sustainable development goals? *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 11(2), 203-222.
- Tiscini, R., Testarmata, S., Ciaburri, M., ve Ferrari, E. (2020). The blockchain as a sustainable business model innovation. *Management Decision*, 58(8), 1621-1642.

- Treiblmaier, H. (2019). Combining blockchain technology and the physical internet to achieve triple bottom line sustainability: a comprehensive research agenda for modern logistics and supply chain management. *Logistics*, 3(1).
- Tseng, F.-M., Palma Gil, E. I. N., ve Lu, L. Y. Y. (2021). Developmental trajectories of blockchain research and its major subfields. *Technology in Society*, 66.
- TUBİTAK BİLGEM. Blok zinciri. <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html> (Erişim Tarihi 20.02.2022)
- Verma, S., ve Sheel, A. (2022). Blockchain for government organizations: past, present and future. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, ahead-of-print(ahead-of-print).
- Villiers, C., Kuruppu, S., ve Dissanayake, D. (2021). A (new) role for business – promoting the united nations' sustainable development goals through the internet-of-things and blockchain technology. *Journal of Business Research*, 131, 598-609.
- Vranken, H. (2017). Sustainability of bitcoin and blockchains. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 1-9.
- Wang, Y.-Y., Tao, F., ve Wang, J. (2021). Information disclosure and blockchain technology adoption strategy for competing platforms. *Information ve Management*.
- Wang, Y., Lucey, B., Vigne, S. A., ve Yarovaya, L. (2022). An index of cryptocurrency environmental attention (ICEA). *China Finance Review International*.
- Williams, S.P. (2020). Blok zinciri: Gelecekteki herşey. (Çev. Gündüz, O.), İstanbul: Kaktüs yayınları
- Workie, H., ve Jain, K. (2017). Distributed ledger technology: Implications of block chain for the securities industry. *Journal of Securities Operations and Custody*, 9 (4), 347-355
- Yadav, S., ve Singh, S. P. (2020). An integrated fuzzy-anp and fuzzy-ism approach using blockchain for sustainable supply chain. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(1), 54-78.
- Yang, L., Zhang, J., ve Shi, X. (2021). Can blockchain help food supply chains with platform operations during the covid-19 outbreak? *Electronic Commerce Research and Applications*, 49.
- Yavuz, A. (2010). Sürdürülebilirlik kavramı ve işletmeler açısından sürdürülebilir üretim stratejileri. *Mustafa Kemal Üniv. SBE Dergisi*, 7(14), 63-86.
- Yoo, S. (2021). How to design cryptocurrency value and how to secure its sustainability in the market. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(5).
- Yousefi, S., & Tosarkani, B. M. (2022). An analytical approach for evaluating the impact of blockchain technology on sustainable supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 246, 108429.
- Zhao, J. L., Fan, S., ve Yan, J. (2016). Overview of business innovations and research opportunities in blockchain and introduction to the special issue. *Financial innovation*, 2(1), 1-7.



© Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license.  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

---

## EXTENDED ABSTRACT

---

### *A Systematic Review On Blockchain Technology, A New Solution For Sustainable Business*

#### **1. Introduction**

With Industry 4.0, an important technological transformation is taking place all over the world. This transformation is especially in the form of the integration of the physical world into the virtual world. Examples of this are the representation of the real world in the virtual world, the collection of data with smart technologies, the creation of digital twins, and machine-human communication. Blockchain is also a highly sought-after technology with Industry 4.0, and the first widespread indicator of its potential is Bitcoin (Williams, 2020). Blockchain is a digitized, decentralized distributed ledger of data, assets and related transactions shared among users within a network (Nanayakkara et al., 2021). This technology provides an opportunity for sustainable business practices. Blockchain enables sustainable developments in many areas from energy use to material use, increasing efficiency in all areas, reducing carbon emissions that cause climate change, efficient use of resources, increasing transparency, and reducing transaction costs. (Williams, 2020). the aim of this study is to reveal the sustainable effects of blockchain technology on businesses.

#### **2. Data Set and Method**

The method of this article is a systematic review, which is a quantitative method. The systematic review method seeks to answer specific research questions by collecting all empirical evidence from eligible studies. This method uses clear, systematic methods to summarize all research, provide reliable findings, and then draw solid conclusions, and provides the opportunity to quantify through bibliometrics (Kong et al., 2020). Research and analysis were conducted in line with secondary data obtained from Scopus, ScienceDirect [Elsevier], Web of Science, and EmeraldInsight databases. The obtained researches were examined in depth and inferential results were obtained. The data set and method should be given under this section.

#### **3. Empirical Findings**

According to the results of the systematic review, while the number of studies focusing on pure and technical blockchain technology is sufficient, the number of blockchain research focusing on sustainability is very few. In particular, the domestic literature is quite insufficient and does not provide healthy results for the study. For this reason, the effects of blockchain technology on sustainability were investigated by examining only foreign literature. According to the results of the systematic literature analysis, there is a direct relationship between blockchain technology and sustainable practices. This technology is an important helper in making businesses more sustainable with the many potential benefits it brings.

#### **4. Discussion and Conclusion**

According to the research results, blockchain technology has significant potential for sustainable businesses. Features of blockchain technology such as visibility, transparency, decentralization, relationship management, and smart contract contribute to the circular economy. The findings obtained from the research results can be summarized as follows in the context of sustainable businesses; It can provide sustainable solutions to electricity waste by increasing the energy efficiency of businesses. It can increase biodiversity by protecting resources. With crypto money applications, it can raise environmental awareness. Cryptocurrency applications are an opportunity for clean energy, water, and climate. It can provide security, performance, and cost reduction in final activities, especially in the banking sector. The effects of blockchain on sustainability have been mostly researched in the field of the supply chain. It can provide sustainability opportunities for many sectors, especially agriculture, food, and medicine. It can reduce the pressure on the energy and natural resources management of businesses. Fairer supply chains; fraud, and human rights abuses can yield financial and environmental benefits. It can facilitate the digital transformation of government and public institutions (in areas such as e-government, e-voting, smart contracts, health, and education services). It can provide better, safe, and quality life, education and health support in smart cities. With its features such as data monitoring and transparency in tourism and accommodation businesses, it can increase consumer interest and trust, contribute to the improvement of services and democratize participation. With the smart contract

application, it can encourage renewable energy sources and recycling, and reduce dependency on non-renewable energy sources. It can increase the organizational performance and efficiency of enterprises with the advantages it provides in terms of circular economy, environmental sustainability, and waste management. Sustainable management can increase the innovation resources of enterprises and states and encourage R&D and project studies. It can be a solution to a lack of trust in issues such as carbon emissions, poverty, and injustice. When used in conjunction with the Internet of Things, green production, and green procurement can increase the number of green initiatives. This situation can increase the competitive advantage and performance of the enterprises.