

Vurdu, S. A. (2023). "Uluslararası Ticarete Sürdürülebilirliğin Sağlanması Bağlamında Blokzinciri Teknolojisi Kullanımının Potansiyel Avantajları", *International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries*, 07(13), 167-182

Doi: 10.55775/ijemi.1150541

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijemi>

Başvuru Tarihi/Received Date: 29.07.2022 Kabul Tarihi/Accepted Date: 11.12.2023

Araştırma Makalesi/Research Article

Uluslararası Ticarete Sürdürülebilirliğin Sağlanması Bağlamında Blokzinciri Teknolojisi Kullanımının Potansiyel Avantajları

Dr. Selahattin Armağan VURDU, ORCID: 0000-0002-5836-876X,
İstanbul Ticaret University, Türkiye; savurdu@gmail.com

Potential Benefits of Implementing Blockchain Technology in Pursuit of Sustainability in International Trade

Abstract

Sustainability is one of the most discussed topics of recent years and has vital importance for the world. It is generally accepted that failure to achieve environmental, social and economic sustainability will have undesirable outcomes worldwide. Technology plays a key role in addressing issues related to sustainability. Being a peer-to-peer, distributed ledger system with automation capabilities, blockchain technology can be an important tool to solve problems related to sustainable development ranging from green energy to food safety. International trade in its current form has many areas open for improvement in terms of sustainability. Because of these promising benefits, there is an increasing interest in the use of blockchain technology to make international trade more sustainable. Although there is a considerable amount of literature on the use of blockchain for international trade, research addressing blockchain applications in international trade with respect to sustainability is limited. This paper examines the potential applications of blockchain technology which help make international trade more sustainable in the pursuit of The United Nations' Sustainable Development Goals in a conceptual approach. The findings of this study suggest that there are potential benefits of implementing blockchain technology in international trade in terms of environmental, economic and social sustainability. Further studies aiming to determine the effects of potential legal regulations in this area should be beneficial.

Keywords: Blockchain, International trade, Sustainability

Jel Classification: Q55, Q56

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Bu çalışmada, araştırma ve yayın etiği kurallarına uyulduğu yazarlar tarafından taahhüt edilmektedir.

Yazar Katkı Oranları: Birinci yazarın katkı oranı %100

Çıkar Beyanı: Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyanı: Çalışma Etik Kurulu kararı gerektirmemektedir.

Uluslararası Ticarete Sürdürülebilirliğin Sağlanması Bağlamında Blokzinciri Teknolojisi Kullanımının Potansiyel Avantajları

Özet

Sürdürülebilirlik, son dönemde dünya gündeminin en üst sıralarında yer alan ve özel önem atfedilen bir konudur. Çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliğin sağlanamaması durumu dünya çapında çok çeşitli olumsuz sonuçlara neden olabilecek ciddi bir risk olarak kabul edilmektedir. Sürdürülebilirlikle ilgili sorunların çözümünde teknolojik gelişmeler oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Adem-i merkezi yapısı ve işlemlerin araçlar olmadan otomatik olarak gerçekleştirildiği sistemi ile blokzinciri teknolojisi, yeşil enerjiden gıda güvenliğine kadar sürdürülebilir kalkınma ile ilgili sorunların çözümünde önemli bir araç olarak görülmektedir. Uluslararası ticaret mevcut haliyle sürdürülebilirlik alanında gelişmeye açık alanların başında gelmektedir. Sağlamış olduğu farklı özellikler sayesinde blokzinciri teknolojisinin uluslararası ticaretin daha sürdürülebilir biçimde gerçekleştirilmesini mümkün kılacak uygulamalarda kullanımına yönelik artan bir ilgi bulunmaktadır. Uluslararası ticarete blokzinciri kullanımı ile ilgili kapsamlı araştırmalar yapılmış olmasına rağmen sürdürülebilirlik yönünden blokzincirin uluslararası ticaretteki uygulamalarını genel olarak inceleyen çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşma yolunda uluslararası ticaretin daha sürdürülebilir olarak gerçekleştirilmesine fayda sağlayabilecek potansiyel blokzinciri uygulama alanları kavramsal olarak incelemektedir. Çalışma kapsamında, sürekli gelişen bir teknoloji olan blokzincirin uluslararası ticaret alanında kullanımı ile çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik açısından çeşitli avantajlar sağlanabileceği tespit edilmiştir. Gelecekteki araştırmalarda bu alandaki olası yasal düzenlemelerin etkilerinin incelenmesi faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Blokzinciri, Uluslararası ticaret, Sürdürülebilirlik

JEL Sınıflandırması: Q55, Q56

1. Giriş

Küresel çapta çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan karşılaşılan birçok sorunun çözümü olarak ortaya koyulan sürdürülebilirlik kavramı özellikle son dönemde dünya gündeminin ilk sıralarında yer almaktadır. Sürdürülebilir kalkınma alanında gerçekleştirilen faaliyetlerde teknoloji merkezi bir rol üstlenmektedir. Gelişen birçok yeni teknoloji toplumların çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan daha sürdürülebilir bir biçimde yaşamasına katkı sağlamaktadır.

Yeni gelişen teknolojiler arasında sunmuş olduğu farklı özellikleri ile dikkat çeken blokzinciri teknolojisinin birçok farklı uygulama alanında kullanımına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Blokzinciri, günümüzdeki dijital dönüşüm sürecinde öne çıkan ve en fazla dikkat çeken teknolojilerden biridir. Blokzinciri, genel olarak verilerin bilgisayar ve şifreleme bilimi kullanılarak kaydedildiği, ademi-merkezi bir veritabanı türüdür. Blokzinciri teknolojisinin sunmuş olduğu yenilikçi özelliklerden biri kaydedilen verilerde sonradan değişiklik yapılamamasıdır. Bu sayede güvence sağlayan aracı kuruluşlara olan ihtiyacı azaltarak çalışan bir sistem oluşturulmaktadır.

Uluslararası ticaret, özellikle son yıllarda dünya çapında sağlamış olduğu refah artışı ve ekonomik büyümeye katkısı ile birçok ülke ekonomisinin temelini oluşturmaktadır. Ekonomik olarak sağladığı faydaların yanı sıra uluslararası ticaret aynı zamanda ülkeler arasındaki siyasi ve kültürel ilişkilerin iyileşmesine de katkı sağlamaktadır. Uluslararası ticaretin karmaşık yapısı ise bazı durumlarda çözümü zor sorunlarla karşılaşılmasına sebep olmaktadır. Blokzinciri teknolojisi, uluslararası ticarete işlemlerin hızlandırılması, maliyetlerin azaltılması ve sürecin daha güvenli hale getirilmesine yönelik sağladığı çözümler ile dünya ekonomisinde ve dolayısıyla insanların refah seviyesinde bir artış potansiyeli sunmaktadır. Bu sebeple, birçok araştırmacı tarafından uluslararası ticaretin farklı alanlarında blokzinciri alt yapısını kullanan çeşitli uygulamalar üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Özellikle dış ticaretin finansmanı, tedarik zinciri yönetimi ve gümrük süreçlerinde blokzinciri uygulamalarından olumlu sonuçlar alınmıştır. Diğer yandan birçok ülke merkez bankası tarafından ödeme işlemlerinin blokzinciri alt yapısını kullanan dijital paralar ile gerçekleştirilmesine ilişkin araştırmalar yapılmaktadır (Vurdu, 2021:9). Dünyada yeşil ekonomik dönüşümün hız kazandığı bir dönemde uluslararası ticaret süreçlerinin sürdürülebilir kalkınmayı destekleyecek biçimde gelişim göstermesi önemli bir gerekliliktir. Önümüzdeki dönemde çevresel krizlerin yol açtığı risklerle mücadelede uluslararası ticaretin önemli bir rol üstlenmesi beklenmektedir. Bu kapsamda uluslararası ticaretin çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan daha sürdürülebilir bir yapıya dönüştürülmesi ihtiyacı bulunmaktadır.

Yapısal özellikleri sebebiyle blokzinciri teknolojisi Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na ulaşmada büyük oranda uluslararası ticaret vasıtasıyla tedarik zincirlerinde faydalanılabilecek yararlı bir araçtır (Vurdu, 2021:57). Bu çalışmada sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve blokzinciri teknolojisi ile ilgili açıklamalar yapılmış, blokzinciri teknolojisi alanında gerçekleştirilen araştırmalar incelenerek elde edilen veriler doğrultusunda blokzincirin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada uluslararası ticaretin daha sürdürülebilir olarak gerçekleştirilmesine yönelik hangi alanlarda fayda sağlayabileceğine ilişkin bilgiler sunulmuştur. Çalışmanın uluslararası ticaretin daha sürdürülebilir biçimde gelişimine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Sonuç bölümünde blokzinciri teknolojisinin sürdürülebilirlik ve uluslararası ticaret uygulamalarında kullanım potansiyeline ilişkin tespitler yapılmıştır.

2. Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

Sürdürülebilirlik, günümüzde insanların gelecek nesillerin ihtiyaç duyduğu kaynakları tüketmeden üretim ve çeşitliliğin devamlılığı sağlanacak biçimde yaşamlarını sürdürmesi olarak tanımlanmaktadır (Brundtland, 1987:291). Sürdürülebilirliğin sağlanması doğal kaynakların kendiliğinden yenilenebilmesine olanak tanıyacak hızda tüketilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında sürdürülebilirlik ekonomik, toplumsal ve çevresel konuları bir arada dengeli bir biçimde bünyesinde barındıran bir kavramdır (Jayawardhana ve Colombage, 2019:371).

Doğadaki tükenbilir kaynakların akılcı yaklaşımlar ile kullanılması sürdürülebilirliğin temel prensiplerinden biridir. Sürdürülebilirlik ile çevreye verilen zarar en aza indirilirken, aynı zamanda insanların yaşam kalitesini artıracak ekonomik büyümenin sağlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca eğitim ve sağlık gibi toplumu yakından ilgilendiren alanlardaki gelişim süreci de sürdürülebilirlik ile ilgilidir. Tüm bu alanlarda bir uyumun sağlanması sürdürülebilir kalkınmayı destekleyecek gelişmelerdir. Son yıllarda özellikle iklim değişikliği alanındaki farkındalığın artması ile birlikte sürdürülebilirlik kapsamındaki çalışmalar hız kazanmıştır (Lund *vd.*, 2019:16).

Sürdürülebilirlik tarihsel olarak incelendiğinde bu kavramın ekonomi temelli olduğu görülmektedir. Doğadaki kısıtlı kaynaklar ile insan nüfusu arasındaki ilişki özellikle 1800'lü yıllarda Thomas Malthus'un nüfus teorisi ile ön plana çıkmıştır (Mensah, 2019:6). Doğal kaynakların yenilenebilir olmamasının üretim ve uzun vadeli ekonomik büyüme için olumsuz bir durum olduğuna yönelik endişeler zaman içinde giderek artmıştır (Kates *vd.*, 2001:641). Bu kapsamda küresel ekonomik gelişmenin sürdürülebilir olup olmadığının tespitine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Meadows, 1972:23). Bu gelişmeler ile birlikte çevreciliğe yönelik siyasi hareketler oluşmaya başlamıştır. Çevreciliğin bütün bir dünya görüşünü belirleyen kapsamlı ve kendine özgü bir siyasi düşünce biçimi oluşturduğuna ilişkin yeşil düşünce görüşü yaygındır (Dobson, 2007:11). Yeşil düşünce hareketinin prensipleri dünya çapında birçok siyasi parti tarafından benimsenmiştir (Doherty, 2002). Bu kapsamda ulusal seçimlere katılan ilk çevresel parti 1972 yılında "The New Zealand Values Party" olmuştur (Temocin ve Kawano, 2019). Aynı yıl Birleşik Krallık'ta çevresel hareketi destekleyen ve daha sonra adını "Ecology Party" olarak değiştiren "The British People Party" kurulmuştur (Pearson, 2021: 32). 1979 yılında ilk kez çevresel partiden bir milletvekili seçimi kazanmıştır (Church, 1991:252). 1980 yılında Almanya'da "Die Grünen" partisi kurulmuştur (Langguth, 2019:4). 1980'li yıllarda Avrupa başta olmak üzere batılı ülkelerin birçoğunda çevresel hareketi destekleyen partiler oluşturulmaya başlanmıştır (Grant ve Tilley, 2019:497).

Günümüze kadar gelen süreçte sürdürülebilir kalkınma kapsamında uluslararası kuruluşlar tarafından önemli çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışmaların en önemlilerinden biri Birleşmiş Milletler (BM) İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir. İklim değişikliği sorununa karşı 1992 yılında kabul edilen BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. 1997 yılında ise sera gazı emisyonlarının azaltımına ilişkin Kyoto Protokolü imzalanmıştır. 2015 yılında BM üyesi tüm ülkeler tarafından kabul edilen "2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi" ile 17 sürdürülebilir kalkınma amacı ve bu amaçlara ulaşmak için yapılması gerekenler belirlenmiştir (Parmentola *vd.*, 2022:194). 2016 yılında ise iklim krizinin önüne geçmek amacıyla Paris Anlaşması yürürlüğe girmiştir. 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kapsamında belirlenen 17 sürdürülebilir kalkınma amacı, dünyadaki yoksulluğun sonlandırılması, eşitsizliğin ve adaletsizliğin azaltılması, ekonomik büyümenin sağlanması, çevrenin korunması gibi tüm dünya için hayati öneme sahip konuları kapsamaktadır (Lund

vd., 2019:16). 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kapsamında belirlenen 17 Sürdürülebilirlik Kalkınma Amacı Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1: Sürdürülebilir kalkınma hedefleri

1	Yoksulluğa Son
2	Açlığa Son
3	Sağlık ve Kaliteli Yaşam
4	Nitelikli Eğitim
5	Toplumsal Cinsiyet Eşitliği
6	Temiz Su ve Sanitasyon
7	Erişilebilir ve Temiz Enerji
8	İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme
9	Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı
10	Eşitsizliklerin Azaltılması
11	Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar
12	Sorumlu Üretim ve Tüketim
13	İklim Eylemi
14	Sudaki Yaşam
15	Karasal Yaşam
16	Bariş, Adalet ve Güçlü Kurumlar
17	Amaçlar için Ortaklıklar

Kaynak: (Teh vd., 2020:607)

3. Blokzinciri

Blokzinciri, genel olarak tüm işlemlerin bilgisayar bilimi ve şifreleme yöntemleri ile onaylanarak kayıtlarda tutulduğu adem-i merkezi bir veri tabanı olarak tanımlanmaktadır. Bilgisayar ortamındaki belgelere tarih ve zaman damgası verilerek, belgelerin oluşturuldukları tarihlerde oynama yapılamamasının sağlanması amacıyla blokzincir teknolojisine yönelik ilk çalışmalar 1990’lı yıllarda başlamıştır (Haber ve Stornetta, 1991:99). Bu süreçte kriptografik yöntemler kullanılarak özellikle dijital para ve ödeme sistemlerinin geliştirilmesi ile ilgili denemeler yapılmıştır. "DigiCash" adı verilen sistem, internet üzerinden ödeme yapmaya yönelik oluşturulan ilk sistemlerden biridir. 1990’lı yılların başında dijital para ile işlem yapmak üzere "CyberCash" isimli sistem oluşturulmuştur. "E-gold" ve "DigiGold" projelerinde altının değerine sabit bir dijital para geliştirilmesi üzerine denemeler yapılmıştır. 1997 yılında geliştirilen "HashCash" uygulaması, internet üzerinden ticari işlemlerin gerçekleştirilmesini konu alan bir başka projedir. 1998 yılında oluşturulan "b-money" ve 2005 yılında geliştirilen "Bitgold" sistemlerinde kullanıcılar arasında para transferinin yapılması hedeflenmiştir. Ancak söz konusu projeler farklı yapısal sorunlar sebebiyle zaman içinde sonlandırılmıştır (Narayanan, 2016:3). 2008 yılında internet üzerinden ödeme gerçekleştirilmesini sağlayan bir elektronik para olarak geliştirilen Bitcoin sistemi ile birlikte blokzinciri teknolojisi dikkatleri üzerine çekmiştir. Sistemdeki kayıtların değiştirilememesi, adem-i merkezi yapıları, güvenliğin üst seviyede olması ve verilerin şeffaf biçimde izlenebilmesi özellikleri sayesinde blokzinciri teknolojisinin farklı alanda uygulamalarına yönelik araştırmalar gerçekleştirilmektedir. Blokzinciri kullanıcıların sisteme katılım çeşitleri açısından genel olarak “açık blokzinciri”, “özel blokzinciri” ve “hibrit blokzinciri” olmak üzere 3 grupta sınıflandırılmaktadır (Biswas ve Gupta, 2019:227).

Açık blokzincirinde sisteme katılım tüm herkese açık durumdadır. Katılımcılar istedikleri anda blokzincir ağına dahil olabilirler. Açık blokzincirin ön plana çıkan özelliği, sistemin herkese açık olması nedeniyle adem-i merkezi yapının büyük oranda elde edilmesidir. Bu tür blokzincirlerde sistemde kaydedilmiş olan verilere serbestçe erişim mümkündür. Bu durum sistemde şeffaflık ve güvenin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Açık blokzincirlerin eksik kaldığı nokta ise verilerin doğrulanma ve kayıt hızının düşük olması nedeniyle bir ölçeklendirme sorununun ortaya çıkmasıdır. “Kripto varlık” olarak ifade Bitcoin ve benzeri sistemlerde açık blokzincirler kullanılmaktadır.

Özel blokzincirlerde sadece belirlenen kullanıcılar sisteme katılım hakkına sahiptir. Bu katılımcılar dışındaki tarafların blokzincirdeki verilere erişim ve bu verileri düzenleme hakkı bulunmamaktadır. Özel blokzincirlerin ön plana çıkan özelliği sistemde belirli sayıda kullanıcı olması sebebiyle, ticari işlemlerin ve veri kaydı sürecinin çok hızlı gerçekleştirilebilir olmasıdır. Kamuya açık olmayan gizli veriler ile işlem yapılan durumlarda özel blokzincirler tercih edilebilmektedir. Bu tür blokzincirlerde yer alan katılımcı sayısının açık blokzincirlere kıyasla daha az olması nedeniyle güvenlik riski artmaktadır. Özel blokzincirler günümüzde kamu kuruluşları ve özel sektör tarafından kullanılan uygulamalarda tercih edilmektedir.

Hibrit blokzincirler ise açık ve özel blokzincirlerin özelliklerini birarada barındırmaktadır. Bu tür blokzincirlerde sistemin bazı kısımları sadece belirli kullanıcılara bazı kısımları ise tüm kullanıcılara açık durumdadır. Bu sayede hibrit blokzincirlerde sistem açık ve özel blokzincirler arasında esnek bir yapıdadır.

Blokzinciri teknolojisinin günümüzde yaygın olarak kullanılan merkezi veri tabanlarına kıyasla çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Blokzincirin ön plana çıkan avantaj ve dezavantajları Tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2: Blokzincirin avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
<ul style="list-style-type: none"> - Blokzincirlere kaydedilen verilerin değiştirilmesi çok düşük bir olasılıktır. - Blokzincirler, tek bir tarafın kontrol etmediği, adem-i merkezi yapıları sayesinde aracı taraflara ihtiyaç olmadan bir güven ortamı oluştururlar. - Aracı taraflara olan ihtiyacın azalması nedeniyle maliyetler düşmektedir. - Şeffaf yapısı sayesinde verilerin takibi yapılabilmektedir. - Blokzinciri sistemlerinde çalışan akıllı sözleşme yazılımları sayesinde işlemlerin önceden belirlenen şartlar sağlanması halinde otomatik olarak gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır. - Blokzincirdeki veriler dünyanın farklı bölgelerinde çok sayıdaki kullanıcının bilgisayarında depolanmış olduğundan verilerin kaybolma ihtimali çok düşüktür. - Siber saldırılara karşı daha güvenlidirler. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bazı blokzinciri türlerinde kullanılan ve bilgisayar işlem gücüne dayanan algoritmalar sebebiyle sistemin işleyişi oldukça yoğun elektrik enerjisi tüketimine neden olur. - Bazı blokzinciri türlerinde belirli sürede gerçekleşen işlem sayısının istenilen seviyede olmaması nedeniyle ölçeklendirme sorunu oluşabilmektedir. - Blokzincire kaydedilen verilerin sonradan değiştirilememesi bazı uygulamalar için sorun teşkil edebilir.

Kaynak: (Golosova ve Romanovs, 2018:4; Takaoğlu vd., 2019:268; Ganne, 2018:10)

4. Blokzincirin Uluslararası Ticarete Kullanım Alanları

Uluslararası ticarete karşılaşılan sorunların çözümü için farklı blokzinciri uygulamaları ile ilgili birçok çalışma gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmalar özellikle dış ticaretin finansmanı, tedarik zincirleri yönetimi ve gümrük işlemleri alanında yoğunlaşmaktadır. Finansal hizmetler uluslararası ticaretin gelişimini önemli ölçüde etkilemektedir. Yurt dışına satışı gerçekleştirilecek ürünlerin üretiminden satış sonrası ödeme alınmasına kadar geçen süreçte firmalar için bir finansman açığı oluşmaktadır. Söz konusu finansman açığının çeşitli finansman araçları ile finanse edilmesi süreci dış ticaretin finansmanı olarak ifade edilmekte olup bu finansman ihtiyacı büyük oranda banka ve finans kuruluşları tarafından karşılanmaktadır. (Grath, 2016:149). Dış ticaretin finansmanı işlemlerinde farklı aşamalarda çeşitli zorluklarla karşılaşılmaktadır. İşlemlerin tamamlanması sırasında gerçekleşen uzun bekleme süreleri bu zorlukların başında gelmektedir. Ayrıca yüksek işlem maliyetleri, yoğun evrak ve emek ihtiyacı, mikro, küçük ve orta ölçekli firmaların finansman araçlarına erişiminde yaşanan sıkıntılar bu zorluklar arasında sıralanabilir.

Uluslararası ticarete yüksek ticaret maliyetlerinin ana sebeplerinden biri ülkeler arasında sınır ötesi para gönderim işlemlerinin, güvence sağlayan aracı kuruluşlar vasıtasıyla yapılması gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Dış ticaretin finansmanı kapsamında sıklıkla kullanılan akreditiflerin karmaşık yapısı ve aracı kurumlara olan ihtiyaç, ticaret maliyetlerinde artışa neden olmaktadır (Belu, 2019:2). Gümrük işlemleri için gerekli olan dokümanların hazırlanması, onaylanması ve kontrolü gümrüklerde uzun bekleme sürelerine neden olurken bu durum ticaret maliyetlerini artırmaktadır (Belu, 2020:12). Uluslararası ticarete konu belgelerin bankalar, müşavirlik firmaları, gümrük kuruluşları gibi taraflarca muhafaza edilmesi ve bu belgelerin birbirleri ile mutabakat yapılması gerekliliği yüksek maliyet oluşturan diğer bir husustur (Gupta *vd.*, 2019:342). Siber saldırılara karşı alınması gereken önlemler de ilave maliyet oluşturabilmektedir (Högberg *vd.*, 2020:852).

Uluslararası ticaret sözleşmeleri, uluslararası ticaretin temel bileşenlerinden biridir. Bu sözleşmeler, ticari ilişkiler için yasal bir çerçeve oluştururken, ticari işlemler için hüküm ve koşulları belirlemekte ve potansiyel riskleri azaltmaktadırlar (Lee ve Lee, 2012:37). Bu kapsamda uluslararası ticaret sözleşmeleri, sınır ötesi işlemlerde bulunan işletmeler için oldukça kritik öneme sahiptir. Uluslararası ticaret sözleşmeleri sayesinde, ilgili tüm taraflar için açık ve tutarlı biçimde kurallar belirlenmektedir (Kim ve Kim, 2021:15). Bu netlik, dil, yasal sistemler veya iş uygulamalarındaki farklılıklar nedeniyle ortaya çıkabilecek anlaşmazlıkları önlemeye yardımcı olmaktadır. Uluslararası ticaret sözleşmeleri genel olarak mücbir sebep maddeleri, kalite standartları ve uyumsuzluk çözüm mekanizmaları gibi risk azaltıcı hükümler içermektedir (Naghavi *vd.*, 2018:346). Bu hükümler, işletmelerin uluslararası ticaretle ilişkili riskleri yönetmesine ve en aza indirmesine yardımcı olmaktadır. Uluslararası ticaret sözleşmeleri, işlemlerin hem ihracatçı hem de ithalatçı ülkelerin yasa ve yönetmeliklerine uygun olmasını sağlayarak tüm taraflar için yasal koruma sağlamakta olup, bu sayede sınır ötesi mal ve hizmet ticaretini kolaylaştırmaktadırlar (Krishnan, 2012:36).

Blokzinciri sistemleri ticaretin finansmanı uygulamaları için bir güven ortamı oluşturmaktadır. Blokzincirin kullanımı ile dış ticaret finansmanı işlem sürelerinin kısaltılması ve maliyetlerinin azaltılması mümkün olmaktadır. Blokzinciri ile ticari verilerin anlık olarak tüm tarafların erişimine açık olması sağlanmaktadır. Sistemin şeffaf yapısı sayesinde hatalı işlem riski azaltılmaktadır. Bu sistemlerde işlemlerin kontrolü ve denetlenmesi daha hızlı yapılabilmektedir (Brunner *vd.*, 2017:43). Blokzincirin sağlamış olduğu bu faydalar sayesinde özellikle finansman ihtiyaçlarını yeterli seviyede

karşılama zorluk çeken mikro, küçük ve orta ölçekli firmaların ticaret finansmanı araçlarına erişim olanakları artmaktadır (Jessel ve DiCaprio, 2018:35).

Tedarik zincirleri, hammaddelerin elde edilmesi, elde edilen hammaddelerin ürünlere dönüştürülmesi ve ürünlerin tüketicilere ulaştırılması süreçlerinde faaliyet gösteren kuruluşların, kullanılan kaynakların ve çalışanların birbirleri arasında oluşturdukları ağlar olarak tanımlanmaktadır. Bu ağın içinde yer alan tedarikçi firmalar, lojistik firmaları, üretici firmalar, dağıtım hizmeti sağlayan firmalar ve perakendeciler kendi aralarında bir çok ürün, malzeme ve bilgi akışı gerçekleştirmektedirler (Akben ve Güngör, 2018:2; Jabbar *vd.*, 2020:787). Tedarik zinciri yönetiminin etkin biçimde organizasyonunun yapılabilmesi için tedarik zincirini oluşturan paydaşlar arasında güvenilir ve anlık bilgi akışının sağlanması gerekmektedir (Akben ve Güngör, 2018:2). Bu sayede maliyetlerin azaltılması ve müşteri memnuniyetinin sağlanması mümkün olmaktadır. Oldukça karmaşık bir ağ yapısına sahip olan tedarik zincirlerinin işleyişinde bazı eksik noktalar bulunmaktadır. Ürünlerin takibinin etkin bir biçimde yapılamaması, süreçlerin şeffaf olarak yürütülebilmesi, sahte işlemler, maliyetlerin yüksek olması, yoğun evrak işlemleri tedarik zincirinde çözülmesi gereken önemli sorunların başında gelmektedir. (Bakan ve Şekelli, 2019:2859).

Blokszinciri sahip olduğu bir çok yapısal özellik sayesinde tedarik zinciri ve lojistik süreçlerinde önemli iyileştirmeler yapma imkanı sunmaktadır. Özellikle bir ürünün varış noktasına ulaştığının ispatlanması blokszinciri teknolojisi ile gerçekleştirilebilmektedir. Tedarik zinciri sistemlerinde blokszinciri alt yapısının kullanılması ile güvence sağlayan araçlara olan ihtiyacın azaltılması maliyetleri de azaltmaktadır (Högberg *vd.*:852, 2020; Jabbar *vd.*, 2020:787). Ayrıca blokszinciri altyapısının kullanımı ile tedarik zinciri sistemlerinin siber saldırılara karşı daha güvenli hale geldiğine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Tedarik zinciri sistemlerinde blokszincirin sağlayabileceği faydalardan bir diğeri her aşamada ürünlerin takip edilebilmesine imkan vermesi ve bu sayede hatalı işlem oranının azaltılmasıdır (Högberg *vd.*, 2020:852).

Uluslararası ticaretin en önemli aşamalarından biri ticari malların gümrüklerden geçiş işlemleridir (Belu, 2020:12). Gümrük prosedürleri ülke ekonomilerinin ve tüketicilerin korunması için büyük öneme sahiptir. Gümrük düzenlemeleri ile ürünlerin ihracat ve ithalat şartları belirlenmektedir. Gümrük işlemlerinin hızlı ve verimli gerçekleştirilebilmesi için tedarik zincirindeki farklı kaynaklardan alınan çok sayıda veri bir arada toplanmakta ve bu verilerin kontrolleri yapılmaktadır. Toplanan bu verilere göre gerektiği durumlarda ürünlerin fiziksel gözetim işlemleri gerçekleştirilmektedir (Juma *vd.*, 2019: 184115).

“Gümrük işlemlerinin maliyetleri ve işlem süreleri uluslararası ticareti doğrudan etkilemektedir. Yüksek gümrük maliyetleri ve uzun bekleme süreleri uluslararası ticaret açısından olumsuz bir durum oluştururken, işlem sürelerinin azaltılması ve maliyetlerin düşmesi uluslararası ticaretin kolaylaşmasını ve hacminin artmasını sağlamaktadır” (Belu, 2020:12).

Bu kapsamda, gümrük prosedürlerinin daha verimli bir hale getirilmesi uluslararası ticarete olumlu etki edecek bir gelişmedir. Blokszinciri gümrük süreçlerinin hızlanmasına yardımcı olabilecek özellikleri barındırmaktadır. Gümrük işlemlerinde ihtiyaç duyulan dokümanların dijital olarak blokszinciri sistemlerine aktarılması ile bu dokümanlara gümrük otoriteleri tarafından kolayca ulaşılması ve kontrollerin yapılması sağlanmaktadır. Bu çerçevede blokszinciri gümrük işlemlerindeki bürokrasinin azaltılması kapsamında önemli bir potansiyel sunmaktadır (Gürcan, 2021:409). Gümrük süreçlerinde blokszinciri alt yapısının kullanılması ile fiziksel belgelere olan ihtiyaç azalacak ve yoğun bürokratik işlemlerin azaltılması mümkün olacaktır. Hızlı veri akışı sayesinde gümrük idareleri tarafından risk analizi ve yönetimi etkin biçimde yapılabilecektir (Belu, 2020:12). Gümrük işlemlerinde blokszinciri

kullanımı ile gümrüklerdeki uzun bekleme sürelerinin azaltılması ve gümrük süreçlerinin çok daha hızlı gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Ticaretin finansmanı, tedarik zinciri yönetimi ve gümrük süreçleri dışında uluslararası ticaret ile ilişkili farklı alanlarda blokzinciri uygulamalarına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle sigortacılık, muhasebe, vergi düzenlemeleri, dijital kimlik doğrulaması, noter işlemleri, dokümanların dijital ortama aktarımı ve telif hakları uluslararası ticarete doğrudan ve dolaylı olarak önemli etkileri olan alanlardır. Bu alanlarda gerçekleştirilen blokzinciri projeleri de uluslararası ticarete işlemlerinin kolaylaştırılması ve maliyetlerin azaltılması açısından fayda sağlayacaktır. Diğer yandan birçok ülke merkez bankası tarafından ödeme işlemlerinin blokzinciri alt yapısını kullanan dijital paralar ile gerçekleştirilmesine ilişkin araştırmalar yapılmaktadır.

5. Uluslararası Ticaretin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkileri

Uluslararası ticaret Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na ulaşmada oldukça önemli bir noktada bulunmaktadır. Uluslararası ticaretteki gelişmeler ülkelerin refah seviyesinde ve ekonomik büyüklüklerinde önemli artış potansiyeli sunmaktadır. Refah seviyesinde gerçekleşen artışlar Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'ndan "Yoksulluğa Son", "Açlığa Son", "İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme" amaçlarına doğrudan etki etmektedir. Bu etkilerin yanı sıra uluslararası ticaretteki gelişmelerin diğer birçok noktada olumlu etkileri bulunmaktadır. Çevrimiçi eğitim başta olmak üzere eğitim hizmetleri arzının artışında ve ülkeler arasındaki eğitim kalitesi farkının azalmasında uluslararası ticaret belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde "Nitelikli Eğitim" amacına fayda sağlamaktadır. Uluslararası ticaret "Toplumsal Cinsiyet Eşitliği" amacına ulaşmada etkili olmaktadır. Yurtdışı pazarlara satış gerçekleştiren firmaların çalışan sayısı dağılımında kadın çalışan sayısı oranı %36 iken sadece yurtiçine satış gerçekleştiren firmaların kadın çalışan sayısı oranı %24 seviyesindedir (DTÖ, 2022:16). "Sudaki Yaşam" amacı kapsamında, okyanus, deniz ve deniz kaynaklarının korunup sürdürülebilir kullanımı uluslararası ticaretin katkı sağlama potansiyelinin bulunduğu alanlar arasındadır. Deniz kirliliğinin azaltılması ve balıkçılık sübvansiyonları gibi konularda uluslararası ticaret kuruluşları tarafından yoğun çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Arora ve Mishra, 2019: 339). Benzer biçimde "Karasal Yaşam" amacı da uluslararası ticaretin etki ettiği bir alandır. Uluslararası ticaret tedarik zincirlerinin daha sürdürülebilir olarak düzenlenmesi karasal biyoçeşitliliğin korunması ve orman tahribatının azaltılması için faydalı olacaktır (Gulseven ve Ahmed, 2022: 1). "Amaçlar İçin Ortaklıklar" kapsamında uluslararası ticaret kuruluşlarının başlattığı çeşitli girişimler ile gelişmekte olan ülkelerin kapasitelerini artırması ve uluslararası ticarete tamamen entegre olmalarının sağlanması hedeflenmektedir (Murphy ve Stott, 2021: 1). Diğer yandan iklim değişikliği ile mücadelede fayda sağlayan sektörlerdeki uluslararası mal ve hizmet ticaretinin kolaylaştırılması ile bu alanda önemli iyileştirmeler sağlanması mümkün olacaktır. Geri dönüşüm, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, atıkların bertaraf edilmesi gibi uygulamalarda kullanılan ürünlere uygulanan gümrük vergi oranlarının azaltılması çevresel projelerin maliyetlerini önemli ölçüde azaltacaktır (Mao vd., 2023: 200).

6. Blokzincirin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkileri

Sahip olduğu yapısal özellikleri nedeniyle blokzinciri teknolojisi Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na ulaşmada kamu ve özel sektör kuruluşlarının kullanabileceği potansiyel bir araçtır (Jayawardhana ve Colombage, 2019:383; Teh vd., 2020:617). Bu kapsamda sürdürülebilirlikle ilgili sorunların çözümünde blokzincirlerinden yararlanılmasına yönelik çalışmalar son dönemde artış göstermiş ve bu teknolojinin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na farklı alanlarda katkıda bulunabileceği tespit edilmiştir. Sürdürülebilir tedarik zincirleri, enerji verimliliği, güvenli ve akıllı şehir konsepti blokzincirlerden

yararlanılabilecek konuların başında yer almaktadır (Parmentola *vd.*, 2022:194). BM tarafından yayınlanmış olan 17 sürdürülebilir kalkınma amacı ayrı ayrı ele alındığında özellikle “Yoksulluğa Son”, “Temiz Su ve Sanitasyon”, “Erişilebilir ve Temiz Enerji”, “İnsana Yakınsır İş ve Ekonomik Büyüme”, “Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı”, “Eşitsizliklerin Azaltılması”, “Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar”, “Sorumlu Üretim ve Tüketim”, “İklim Eylemi”, “Sudaki Yaşam”, “Karasal Yaşam”, “Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar”, “Amaçlar için Ortaklıklar” amaçlarına ulaşmada blokzinciri uygulamaları önemli potansiyel sunmaktadır (Jayawardhana ve Colombage, 2019:371; Parmentola *vd.*, 2022:210, Ruggeria, 2021:1).

Blokzinciri kullanımının yaygınlaşması ile finansal hizmetlerin çok daha geniş kesimlere ulaşması sayesinde “Yoksulluğa Son” amacına katkı sağlanmış olacaktır. Su kullanım haklarının blokzinciri sistemleri üzerinden tüketiciler arasında ticaretinin gerçekleştirilmesi ve bu sayede su israfının azaltılması "Temiz Su ve Sanitasyon" amacına ulaşmada fayda sağlayacaktır (Parmentola *vd.*, 2022:210).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinde oynayabileceği rol, enerji kotalarının dağıtımı, elektrikli araçların şarj edilmesi gibi alanlarda sağladığı avantajlar nedeniyle blokzinciri "Erişilebilir ve Temiz Enerji" ile "Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı" amaçlarına ulaşmada yararlanılabilecek bir teknolojidir (Sharma *vd.*, 2020:263). Blokzinciri teknolojisi akıllı sözleşmeler aracılığıyla yenilenebilir enerji üretimi ve tüketiminde verimliliğin artırılmasına ilişkin fayda sağlayabilir. Fosil yakıtların yerine güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılması ile karbon emisyonunun azaltımı mümkün olmaktadır (Jayawardhana ve Colombage, 2019:373). İhraç edilen ürünlerin karbon ayak izlerinin büyüklüğünün önemli olduğu ve karbon emisyonlarının muhtelif şekillerde karbon fiyatlandırma mekanizmaları ile vergilendirilmesinin gündemde bulunduğu bu dönemde, bu husus ekseriyetle önemli değerlendirilmektedir. Blokzinciri teknolojisi ile tüketiciler arasında elektrik enerjisi ticareti yapılması sağlanabilmektedir (Jayawardhana ve Colombage, 2019:372; Rana *vd.*, 2019b:775). Bu sayede kaynaklardan azami ölçüde faydalanılması mümkün olmaktadır. Elektrik üretimi ve dağıtımı ise blokzinciri teknolojisinden yararlanılabilecek diğer bir alandır (Rana *vd.*, 2019a:867). Özellikle blokzinciri sistemi ile birlikte kullanılabilecek akıllı sözleşme uygulamaları sayesinde üretim parametrelerinin takibi ve kontrolü ile enerji tüketimi, hammaddelerin işlenmesi, karbon emisyonu ve atık bertarafı gibi konularda ilerleme sağlanabilecektir (Zheng *vd.*, 2020:475). Blokzinciri teknolojisi çevresel açıdan sürdürülebilir üretim modellerini mümkün kılmaktadır. Blokzinciri ile yenilenebilir enerji kullanılmadan üretilen ürünlerin tespiti mümkün olmaktadır. Bu sayede bu ürünlerin yerine yenilenebilir enerji kullanılarak üretilen "yeşil" ürünlerin kullanılması tercih edilerek döngüsel ekonomik faaliyetler desteklenebilir (Rejeb ve Rejeb, 2020:368).

Blokzinciri kullanımı ile üretilen ürünlerin menşei, üretim şartları gibi tüketicileri ilgilendiren bilgiler dijital olarak saklanabilmekte ve bu bilgiler sonradan değiştirilememektedir. Bu sayede üretim ve tedarik zincirlerindeki süreçlerin sürdürülebilirlik kriterlerine uygunluğu takip edilebilmektedir (Högberg *vd.*, 2020:852). Bu durum özellikle “İnsana Yakınsır İş ve Ekonomik Büyüme” amacına katkı sağlayabilecek bir özelliktir (Lapinskaite ve Vidziunaite, 2020:116). Blokzinciri ayrıca ürünlerin takip edilmesi, doğrulanması, taklit ürünlerin önüne geçilmesi gibi hususlarda da yardımcı olmaktadır. Etkin tedarik zincirlerine sahip, tüketici memnuniyeti ve güvenini ön planda tutan, dinamik iş modellerinin uygulandığı akıllı şehir konseptinde de blokzinciri öne çıkan teknolojilerden biridir (da Cruz ve Cruz, 2020:336).

"Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar" konusunda enerji tüketimi ve atıkların takibinin daha etkin biçimde gerçekleştirildiği daha yaşanabilir şehirlerin oluşturulması sürecinde blokzincir teknolojisinin kullanımı önemli bir potansiyel sunmaktadır. Blokzinciri sistemleri üzerinden işleyen bir enerji ticareti mekanizması kullanılarak kişiler arasında enerji ticaretinin teşvik edilmesi ile verimli enerji tüketimi sağlanabilmektedir. Atıkların oluşumundan geri dönüşümü ve bertaraf edilmesine kadar geçen süreç blokzinciri sistemlerinde dijital olarak takip edilerek atık yönetiminin veriminin artırılması mümkün olmaktadır (Parmentola *vd.*, 2022:196). Düşük karbon emisyonlu, yeşil ve akıllı şehirlerin planlanmasında blokzinciri uygulamalarından faydalanılmasına yönelik çalışmalar da gerçekleştirilmektedir (Sun ve Zhang, 2020:332). Tek bir merkez tarafından kontrol edilmeyen şeffaf sistemi sayesinde blokzinciri kullanımı özel işletmeler tarafından gerçekleştirilen sosyal sorumluluk projeleri konusunda yardımcı olabilir (Jayawardhana ve Colombage, 2019:374).

"Sorumlu Tüketim ve Üretim" amacına yönelik olarak tedarik zincirlerindeki ürünlerin ve doğal kaynak kullanımının blokzinciri sistemleri ile daha etkin takibinin gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır (Parmentola *vd.*, 2022:210). Blokzinciri teknolojisi ticari işlemlerde maliyetleri azaltması, tedarik zinciri yönetiminde iyileştirme sağlaması, kayıtlı verilerin değiştirilememesi gibi avantajları nedeniyle döngüsel ekonomiye katkı sağlama potansiyeli sunmaktadır. Merkezi bir sistemden yönetilemeyen dağıtık yapısı sayesinde blokzinciri teknolojisi ürün ve hizmetlerin çevreye daha az zararlı olacak biçimde üretilmesine ve etik değerlere daha fazla bağlı iş modellerinin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır (Upadhyay *vd.*, 2021:1). Tarım ve gıda güvenliği alanındaki sürdürülebilir blokzinciri uygulamalarına yönelik çalışmalar da yapılmaktadır (Jayawardhana ve Colombage, 2019:379). Gıda atıklarının asgari seviyeye indirilebilmesi kapsamında blokzinciri kullanımına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Özellikle doğal kaynakların adem-i merkezi bir sistem yardımıyla yönetimi, tedarik zincirlerindeki ürünlerin daha şeffaf bir yapı ile takibinin sağlanması gibi konular blokzincirin faydaları olarak ön plana çıkmaktadır (Ahmed ve Broek, 2017:43). Blokzinciri, ürünlerin kalitesi konusunda tüketicilere güvence sağlanmasına yardımcı olabilir (Koç, 2020:420). Tüketicilerin sürdürülebilirlik konusundaki farkındalıkları ve talepleri son dönemde artış göstermektedir. Tüketiciler satın aldıkları ürün ve hizmetlerin sürdürülebilir olmasını talep etmektedirler. Bunun tespit edilebilmesi için bahse konu ürün ve hizmetlerin tedarik zincirindeki tüm aşamalarda veriler konusunda tam bir şeffaflık sağlanması gerekmektedir. Blokzinciri bu verilerin kaydedilmesini, kaydedildikten sonra değiştirilememesini ve tüketiciler dahil tüm paydaşların erişimine açık olmasını sağlayan bir sistem sunmaktadır (da Cruz ve Cruz, 2020:336). "İklim Eylemi" amacı kapsamında sera gazı emisyonlarının takibi ve emisyon haklarının ticaretine ilişkin uygulamalar blokzinciri teknolojisi kullanılarak geliştirilebilmektedir. Blokzinciri tabanlı uygulamalar daha düşük sera gazı emisyonu gerçekleştiren sistemlerin oluşturulmasında bir teşvik mekanizması olarak kullanılabilir (Thess *vd.*, 2020:1).

Blokzinciri teknolojisinin çevresel sürdürülebilirlik alanında kullanılabileceği bir diğer alan ise karbon kredilerdir. Karbon kredilerinin blokzinciri sistemi üzerinden sağlanması ile daha güvenilir ve şeffaf bir yapının elde edilmesi mümkün olmaktadır. Karbon ticareti, yeşil sertifikasyonlar, enerji yönetimi, kaynakların paylaşımı alanlarında da blokzincirlerden faydalanılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Andoni *vd.*, 2019:167). Karbon ayak izinin azaltılması blokzincirin fayda sağlayabileceği diğer bir alandır (Upadhyay *vd.*, 2021:11). Firmaların karbon ayak izinin takibi ve ödenmesi gereken karbon vergisi gibi konularda blokzinciri uygulamaları kullanılabilir. Bu sayede blokzinciri teknolojisinin karbon emisyonlarının takibi ve azaltımı, hava kirliliğinin engellenmesi gibi konularda etkili olabileceği sonucu elde edilmiştir (Rejeb ve Rejeb, 2020:369). Sürücüsüz araçlarda da blokzinciri teknolojisinin kullanımına ilişkin denemeler yapılmaktadır. Bu tür araçların kullanımı yakıt tüketimini azaltacak ve karbon emisyonlarının azaltılmasında etkili olacaktır

(Dierksmeier ve Seele, 2020:352). Ayrıca çevre kirliliği ile ilgili verilerin anlık toplanması ve analiz edilmesi blokzinciri sistemleri ile gerçekleştirilebilir. Bu sayede tedarik zincirlerinin daha sürdürülebilir bir biçimde gerçekleştirilmesi sağlanabilir.

Su kirliliğinin takibi ve suda yaşayan canlıların korunmasına yönelik çalışmalarda blokzinciri teknolojisinden faydalanılması ile "Sudaki Yaşam" amacına ulaşmaya katkı sağlanabilecektir. "Karasal Yaşam" konusunda ise doğanın korunması için kişilerin teşvik edilmesini sağlayan sistemler blokzincirler kullanılarak oluşturulabilir (Parmentola *vd.*, 2022:210). Blokzinciri kullanılarak gerçekleştirilen finans uygulamalarının kağıt paranın kullanımını azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Bu sayede para üretimi için daha az kağıt gerekeceğinden ormanların tahribatı da azalacaktır (Jayawardhana ve Colombage, 2019:368).

Ayrıca yapay zeka, büyük veri, nesnelerin interneti gibi teknolojiler ile entegre halde blokzinciri teknolojisinin farklı sürdürülebilir kalkınma girişimlerinde kullanımına ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle finans, enerji, sağlık, deniz taşımacılığı, tedarik zincirleri, lojistik, endüstri 4.0, akıllı şehirler blokzinciri teknolojisinin kullanımına yönelik en fazla çalışma yapılan alanlar olarak öne çıkmaktadır. Blokzincirin sunmuş olduğu adem-i merkezi sistem sayesinde taraflar arasında oluşan güven mekanizması gıda güvenliği, sosyal eşitliğin sağlanması gibi farklı alanlardaki uygulamalarda da blokzincirinden yararlanılmasına imkan sağlamaktadır (Rejeb ve Rejeb, 2020:365). Biyoteknoloji alanındaki faaliyetlerde blokzinciri kullanılmasının sürdürülebilirlik alanında sunabileceği yararları yönelik çalışmalar da gerçekleştirilmektedir (Willrich *vd.*, 2019:107).

7. Blokzinciri Teknolojisinin Uluslararası Ticaretin Sürdürülebilirliğine Etkileri

Blokzinciri teknolojisinin uluslararası ticarete sürdürülebilirliğin sağlanması konusunda en fazla fayda edebileceği alanların başında tedarik zincirleri yönetimi gelmektedir. Günümüzde uluslararası ticaret uzun tedarik zinciri ağları ile birbirine bağlanmış karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle tedarik zincirleri alanında gerçekleştirilecek iyileşmeler uluslararası ticaretin daha sürdürülebilir olmasında önemli rol oynamaktadır.

Tedarik zinciri yönetiminde verimin artırılması, ürün takibinin iyileştirilmesi, maliyetlerin azaltılması ve atık oluşumunun önüne geçilmesi alanında blokzinciri teknolojisinin kullanım potansiyeli bulunmaktadır (Upadhyay *vd.*, 2021:10). Blokzinciri teknolojisinin sağlamış olduğu şeffaf veri takibi sayesinde atıkların azaltımı, doğal kaynakların daha verimli kullanımı gibi döngüsel ekonomi uygulamalarının gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır (Tseng ve Shang, 2021:19). Taşımacılık ve lojistik sektöründe blokzinciri tabanlı akıllı sözleşmelerden yararlanılması da söz konusudur (Parmentola *vd.*, 2022:206). Tedarik zinciri yönetiminde gerçekleştirilecek iyileşmeler döngüsel ekonomiye geçişi de hızlandıracak bir etki yapmaktadır. Blokzinciri teknolojisinin tedarik zincirlerinde kullanımı sosyo-ekonomik açıdan da önemli faydalar sunmaktadır. Zorunlu çalışma ve çocuk işçi çalıştırmanın önüne geçilmesi, işçi haklarının korunması gibi konularda blokzinciri teknolojisi fayda sağlayabilecektir (Jayawardhana ve Colombage, 2019:378). Ayrıca tedarik zinciri süreçlerinin çevre kirliliğini daha aza indirecek şekilde yeniden düzenlenmesinde blokzincirleri etkili olmaktadır. Bu nedenle ilerleyen dönemde tedarik zinciri yönetiminde blokzinciri kullanımının yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir (Park ve Li, 2021:15).

Blokzinciri teknolojisinin uluslararası ticarete pozitif olarak etki edebileceği diğer önde gelen alanlar ise dış ticaret finansmanı ve gümrük süreçleridir. Bu alanlarda blokzinciri teknolojisinin kullanımı işlem maliyetlerini ve bu işlemlerin tamamlanabilmesi için gerekli olan süreyi azaltarak uluslararası ticaretin

gelişimine katkı sağlayacaktır. Uluslararası ticaretin artması ülkelerin refah seviyesini artıran bir faktör olduğundan bu alandaki iyileşmeler dünyada yoksulluk ve açlığın sonlanması, insana yakışır iş ve ekonomik büyümenin sağlanması amaçlarına katkı verecek bir gelişme olacaktır.

Blokszinciri teknolojisinin sürdürülebilir kalkınma alanında sağlayabileceği potansiyel faydaların yanı sıra bu konuda oluşturabileceği olumsuz etkiler de incelenmektedir. Blokszincirlerin yoğun enerji tüketimine neden olan yapıları nedeniyle karbon emisyonlarını artırdıkları yönünde eleştiriler yapılmaktadır (Jayawardhana ve Colombage, 2019:375). Özellikle sistemin çalışması için bilgisayar işlem gücünden yararlanan mutabakat algoritmalarını kullanan ve bu nedenle yoğun elektrik enerjisi tüketimine sebep olan blokszinciri türleri Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na olumsuz etki etmektedir. Bu sistemlerin çalışması için yoğun enerji kullanımı karbon emisyonlarını artırmakta ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır (Lund *vd.*, 2019:17; Koç, 2021:44). Ayrıca bu tür blokszinciri türlerinin çalışması için kullanılan bilgisayar donanım cihazlarının her yıl yenilenmesi ciddi miktarda elektronik cihaz atıklarının oluşmasına da neden olmaktadır (Rana *vd.*, 2019a:865). Bu açıdan değerlendirildiğinde blokszinciri uygulamalarının "Erişilebilir ve Temiz Enerji" ile "İklim Eylemi" amaçlarına olumsuz etkisi olmaktadır.

8. Sonuç

Dünyanın çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan karşılaştığı birçok risk sürdürülebilir uygulamalar ile azaltılabilecektir. Bu nedenle sürdürülebilirlik kavramı dünya için varoluşsal bir önem kazanmaktadır. Özellikle 2015 yılında BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kapsamında kabul edilen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı yoksulluğun sonlandırılması, eşitsizliğin ve adaletsizliğin azaltılması, ekonomik büyümenin sağlanması, çevrenin korunması gibi tüm dünya için hayati öneme sahip konularda bir yol haritası sunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde teknoloji oldukça önemli bir rol üstlenmektedir. Bu alanda kullanılacak yeni gelişen teknolojiler arasında blokszinciri ön plana çıkmaktadır. Bu konuya artan ilgi ile birlikte blokszincirin sürdürülebilir uygulamalarda kullanımına yönelik birçok araştırma gerçekleştirilmektedir. Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, sahip olduğu kendine has özellikleri nedeniyle blokszinciri teknolojisi ekonomi, çevre ve sosyal alanlarda sürdürülebilirliğin sağlanması konusunda belirlenen sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmada önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Uluslararası ticaret dünya ekonomisi içinde büyük pay sahibidir. Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler ile bazı iyileşmeler sağlansa da uluslararası ticaretin karmaşık yapısının neden olduğu işlemlerin yavaş sonuçlanması, uzun bekleme süreleri ve yüksek maliyetler gibi sorunlara tam olarak çözüm bulunamamıştır. Ayrıca iklim değişikliği ile mücadele kapsamında uluslararası ticaretin daha sürdürülebilir biçimde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Blokszinciri, uluslararası ticarete işlemlerin hızlandırılması, maliyetlerin azaltılması ve sürecin daha güvenli hale getirilmesine yardımcı olabilecek bir teknoloji olup aynı zamanda uluslararası ticaretin daha sürdürülebilir bir yapıya dönüşmesine yardımcı olabilecektir.

Blokszinciri finansal hizmetlerin çok daha geniş kesimlere yayılmasına katkı sağlayabilecek bir teknolojidir. Blokszincirin ayrıca su tüketim haklarının kişiler arası alışverişe olanak sağlayan mekanizmalarda kullanımı ile sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmada fayda sağlama potansiyeli bulunmaktadır. Su kirliliğinin takibi ve suda yaşayan canlıların korunmasına yönelik çalışmalar da blokszinciri teknolojisinden faydalanılabilecek bir alandır. Blokszinciri teknolojisi akıllı sözleşmeler aracılığıyla yenilenebilir enerji üretimi ve tüketiminde verimliliğin artırılması konusunda katkı sağlayabilecek özellikler barındırmaktadır. Blokszincirin önemli fayda sağlama potansiyeli sunduğu diğer bir alan ise ürünlerin takip edilmesi, doğrulanması, taklit ürünlerin önüne geçilmesidir. Tedarik

zincirlerindeki ürünlerin ve doğal kaynak kullanımının blokzinciri sistemleri ile daha etkin takibinin gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır. Enerji tüketimi ve atıkların takibinin etkin biçimde gerçekleştirildiği daha yaşanabilir şehirlerin oluşturulması sürecinde blokzinciri teknolojisinin kullanım potansiyeli bulunmaktadır. Sera gazı emisyonlarının takibi ve emisyon haklarının ticaretine ilişkin uygulamalar da blokzinciri teknolojisi kullanılarak geliştirilebilir. Çevrenin korunması için kişilerin teşvik edilmesini sağlayan sistemler de blokzincirler kullanılarak oluşturulabilir. Blokzinciri teknolojisinin sürdürülebilirlik alanındaki birçok uygulaması henüz deneme aşamasında olmasına rağmen önemli bir potansiyel sunmaktadır. Blokzinciri uygulamalarının yaygınlaşması bu alandaki araştırmaların artmasına, yasal düzenlemelerin yapılmasına ve çalışmalara daha fazla destek sağlanmasına bağlıdır.

Blokzincirin uluslararası ticaret alanında kullanımı ile çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik açısından çeşitli avantajlar sağlanabilecektir. Blokzinciri teknolojisinin özellikle tedarik zinciri yönetimi, dış ticaret finansmanı ve gümrük süreçleri alanlarında maliyet ve işlem sürelerini azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Bu gelişmeler uluslararası ticaretin artışına katkı sağlamaktadır. Uluslararası ticarete gerçekleşecek artış Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'ndan "Yoksuluğa Son", "Açlığa Son", "İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme" alanlarında olumlu sonuçların elde edilmesine yardımcı olabilir. Blokzinciri teknolojisi ayrıca kendine has özellikleri sayesinde uluslararası ticaret alanında atıkların ve çevre kirliliğinin azaltılması, döngüsel ekonomiye geçiş süreci gibi konularda pozitif etki oluşturarak "İklim Eylemi", "Sudaki Yaşam", "Karasal Yaşam" amaçlarına olumlu yönde etki edebilir. Bu kapsamda blokzinciri teknolojisinin kullanımı ile uluslararası ticaretin daha sürdürülebilir biçimde gerçekleşme potansiyeli bulunmaktadır.

Diğer yandan, potansiyel faydalarının yanı sıra blokzincirlerin oluşturabileceği bazı olumsuz koşullar da dikkat çekmektedir. Özellikle sistemin çalışması için bilgisayar işlem gücünü kullanan blokzinciri türleri yoğun enerji tüketimine sebep olmaktadır. İklim değişikliği ile mücadele ve sera gazı emisyonlarının azaltılması konularının dünya gündeminde ilk sıralarda yer aldığı düşünüldüğünde, bu durum bir dezavantaj olarak görülmektedir. Bu kapsamda blokzincirlerin adem-i merkezi yapısını bozmadan enerji tüketimini azaltacak farklı blokzinciri teknolojilerine yönelik araştırmalar yapılmaktadır. İlerleyen dönemde yapılacak çalışmalarda, blokzinciri tabanlı uygulamalar ile ilgili olarak yürürlüğe girmesi olası yasal düzenlemelerin blokzincirlerin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları uygulamaları yönünden sunacağı faydalara ve oluşturacağı engellere yönelik araştırma gerçekleştirilmesi faydalı olacaktır.

Kaynakça

- Ahmed, S., ve Broek, N. T. (2017). "Blockchain could boost food security", *Nature*, 550(7674), 43-43.
- Akben, İ. ve Güngör A. (2018). "Tedarik Zinciri ve Yalın Tedarik Zinciri", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(7), 1-12.
- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., McCallum, P. ve Peacock, A. (2019). "Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities", *Renewable and sustainable energy reviews*, 100, 143-174.
- Arora, N. K., ve Mishra, I. (2019). "United Nations Sustainable Development Goals 2030 and environmental sustainability: race against time". *Environmental Sustainability*, 2(4), 339-342.
- Bakan, İ. ve Şekkel, Z.H. (2019). "Blok Zincir Teknolojisi ve Tedarik Zinciri Yönetimindeki Uygulamaları", *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 2847-2878.
- Belu, M. G. (2019). "Application of blockchain in international trade: An overview". *Romanian Economic Journal*, 22(71), 2-15.

- Belu, M.G. (2020). "Blockchain Technology and Customs Procedures", *The Romanian Economic Journal*, 23(78), 12-23.
- Biswas, B. ve Gupta, R. (2019). "Analysis of barriers to implement blockchain in industry and service sectors", *Computers & Industrial Engineering*, 136, 225–241.
- Brunner, A., Abderrahmane, N., Muralidharan, A., Halfpap, P., Süme, O. ve Zimprich, S. (2017). "Trade Finance Disrupted: A Blockchain Use Case", *Journal of Financial Transformation, Capco Institute*, 45, 41-47.
- Brundtland, G. (1987). "Our Common Future—Call for Action". *Environmental Conservation*, 14(4), 291-294.
- Church, C. H. (1992). "The development of the Swiss green party". *Environmental Politics*, 1(2), 252-282.
- da Cruz, A. M. R., ve Cruz, E. F. (2020). "Blockchain-based Traceability Platforms as a Tool for Sustainability", *ICEIS 2020 - 22nd International Conference on Enterprise Information Systems*, 2, 330-337, 5-7 Mayıs 2020, Prag.
- Dierksmeier, C., ve Seele, P. (2020). "Blockchain and business ethics". *Business Ethics: A European Review*, 29(2), 348-359.
- Dobson, A. (2007). *Green Political Thought*, 4. Baskı, Routledge, Londra.
- Doherty, B. (2002). *Ideas and Actions in the Green Movement*, 1. Baskı, Routledge, Londra.
- DTÖ. (2022). *WTO contribution to the 2022 UN High-Level Political Forum*. WTO. Cenevre.
- Ganne, E. (2018). *Can Blockchain revolutionize international trade?*, WTO Publications, Cenevre.
- Golosova J. ve Romanovs A. (2018). "The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology", 2018 IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE), 1-6, 8-10 Kasım 2018, Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius.
- Grant, Z. P., ve Tilley, J. (2019). "Fertile soil: explaining variation in the success of Green parties". *West European Politics*, 42(3), 495-516.
- Grath, A. (2016). *The handbook of international trade and finance*, 4. Baskı, Kogan, Londra.
- Gulseven, O., ve Ahmed, G. (2022). "The State of Life on Land (SDG 15) in the United Arab Emirates". *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJESD)*, 13(1), 1-15.
- Gupta V.C., Agarwal M. ve Mishra A. (2019). "When Trade Finance Meets Blockchain Technology". *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 4(10), 342-346.
- Gürcan, B. (2021). "Application of Blockchain Technology to the International Trade and Custom Regulations", *CEEEGOV Days 2021*, 409-417, 10-11 Mayıs 2021, Austrian Computer Society, Viyana.
- Haber, S. ve Stornetta, W.S. "How to time-stamp a digital document". *J. Cryptology* 3, 99–111 (1991).Högberg, F., Othman, M.A.R. ve Grosse, C., (2020). "Blockchain in Supply Chains and Logistics: Trends in Development", 2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 852-856. 14-17 Aralık 2020, National University of Singapore, Singapur.
- Jabbar, S., Lloyd, H., Hammoudeh, M., Adebisi, B. ve Raza, U. (2020). "Blockchain-enabled supply chain: analysis, challenges, and future directions", *Multimedia Systems*, 27, 787–806.
- Jayawardhana, A., ve Colombage, S. (2019). "Does Blockchain Technology Drive Sustainability? An Exploratory Review", 18th International Conference on Corporate Social Responsibility (CSR) & 9th Organisational Governance Conference, 368-386, 10-13 Eylül 2019, Barcelos.
- Jessel, B. ve DiCaprio, A. (2018). "Can blockchain make trade finance more inclusive?", *Journal of Financial Transformation, Capco Institute*, 47, 35-50.
- Juma, H., Shaalan, K. ve Kamel, I. (2019). "A Survey on Using Blockchain in Trade Supply Chain Solutions". *IEEE Access*, 7, 184115-184132.
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I. ve Dickson, N. M. (2001). "Sustainabilityscience". *Science*, 292, 641-642.
- Kim, S. M., ve Kim, S. M. (2021). "International Trade Contracts". *Payment Methods and Finance for International Trade*, 15-28.

- Koç, E. (2020). “Tedarik zinciri izlenebilirliği ve sürdürülebilirliğinde yeni paradigma: Blokzincir”, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (BUSBED), 10(20), 417-437.
- Koç, F. (2021). “Blockchain Teknolojisinin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi”, Reforma, 3(91), 44-50.
- Krishnan, C. U. (2012). “Key parameters of international trade contracts”. Indian Journal of Fertilisers, 8(9), 36-42.
- Langguth, G. (2019). The Green Factor in German Politics: From Protest Movement to Political Party, 1. Baskı, Routledge, Londra.
- Lapinskaite, I., ve Vidziunaite, S. (2020). “Assessment of the Sustainable Economic Development Goal 8: Decent work and economic growth in G20 countries”. Economics and Culture, 17(1), 116-125.
- Lee, E. S., ve Lee, E. S. (2012). International Trade Contracts. Management of International Trade, 37-57.
- Lund, E. H., Jaccheri, L., Li, J., Cico, O., ve Bai, X. (2019). “Blockchain and sustainability: A systematic mapping study”, 2019 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain (WETSEB), 16-23, 27-27 Mayıs 2019, Montreal.
- Mao, X., Liu, H., Gui, J., ve Wang, P. (2023). “Toward inclusive list-making for trade liberalization in environmental goods to reduce carbon emissions”. Geography and Sustainability, 4(3), 200-212.
- Meadows, D. H. (1972). The limits to growth: a report of the Club of Rome’s project on the predicament of mankind, 1. Baskı, Universe Books, New York.
- Mensah, J. (2019). “Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review”. Cogent Social Sciences, 5(1), 165353. 1-21.
- Murphy, D. F., ve Stott, L. (2021). “Partnerships for the sustainable development goals (SDGs)”. Sustainability, 13(2), 658.
- Naghavi, S. R., Asadi, D. A., ve Eslami, D. M. (2018). “International Contracts and Global Developments”. Revista Publicando, 5(15 (2)), 346-372.
- Narayanan A., Bonneau J., Felten E., Miller A. ve Goldfeder S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies, Princeton University Press, New Jersey.
- Park, A., ve Li, H. (2021). “The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances”, Sustainability, 13(4), 1726. 1-18.
- Parmentola, A., Petrillo, A., Tutore, I., ve De Felice, F. (2022). “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.
- Pearson, M. (2021). “Policy, History, Theory: Labour and the environment: An historical perspective”. Renewal: a Journal of Social Democracy, 29(2), 32-38.
- Rana, R. L., Giungato, P., Tarabella, A., ve Tricase, C. (2019a). “Blockchain applications and sustainability issues”, Amfiteatru Economic, 21(13), 861-870.
- Rana, R. L., Giungato, P., Tarabella, A., ve Tricase, C. (2019b). Sustainability of bitcoins and blockchain. BASIQ International Conference on New Trends in Sustainable Business and Consumption, 771-777, 30 Mayıs - 1 Haziran 2019, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari.
- Rejeb, A., ve Rejeb, K. (2020), “Blockchain and supply chain sustainability”, Logforum, 16(3). 363-372.
- Ruggerio, C. A. (2021). “Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions”. Science of the Total Environment, 786, 147481.
- Sharma, P. K., Kumar, N., ve Park, J. H. (2020). “Blockchain technology toward green IoT: Opportunities and challenges, IEEE Network, 34(4), 263-269.
- Sun, M., ve Zhang, J. (2020). “Research on the application of block chain big data platform in the construction of new smart city for low carbon emission and green environment”, Computer Communications, 149, 332-342.
- Takaoğlu, M., Özer, Ç. ve Parlak, E. (2019). “Blokzinciri Teknolojisi ve Türkiye’deki Muhtemel Uygulanma Alanları”, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 260-295.

- Teh, D., Khan, T., Corbitt, B., ve Ong, C. E. (2020). “Sustainability strategy and blockchain-enabled life cycle assessment: a focus on materials industry”, *Environment Systems and Decisions*, 40(4), 605-622.
- Temocin, P., ve Kawano, N. (2019). “Citizen Advocacy: The Achievements of New Zealand’s Peace Activism”, *Asia-Pac. J. Jpn. Focus*, 17(19),1-8.
- Thess, A., Klein, M., Nienhaus, K., ve Pregger, T. (2020). “Global carbon surcharge for the reduction of anthropogenic emission of carbon dioxide”, *Energy, Sustainability and Society*, 10(1), 1-9.
- Tseng, C. T., ve Shang, S. S. (2021). “Exploring the sustainability of the intermediary role in blockchain”, *Sustainability*, 13(4), 1936, 1-21.
- Upadhyay, A., Mukhuty, S., Kumar, V., ve Kazancoglu, Y. (2021). “Blockchain technology and the circular economy: Implications for sustainability and social responsibility”, *Journal of Cleaner Production*, 293, 126130, 1-22.
- Vurdu S.A. (2021). *Uluslararası Ticarete Blokzincir Uygulamaları*, Hiper Yayın. İstanbul.
- Willrich, S., Melcher, F., Straub, T., ve Weinhardt, C. (2019). “Towards More Sustainability: A Literature Review Where Bioeconomy Meets Blockchain”, *ICETE 2019 16th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications*, (1), 107-114, 26-28 Haziran 2019, Prag.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., ve Imran, M. (2020). “An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms”. *Future Generation Computer Systems*, 105, 475-491.