

**EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY**

**Koch Fatih**, Lecturer Cag University, Vocational School, Mersin, Turkey  
<fatihkoc@cag.edu.tr> ORCID: 0000-0002-0333-7456

**Abstract**

Blockchain technology is a technology implemented on a distributed digital ledger that uses cryptographic algorithms to verify the creation or transfer of digital records in a distributed network. The use of technology has gained tremendous momentum since 2018. It is seen as the effective technology of the future in terms of being used as a payment tool or as an asset that has a value in its own right, or its usability in every process where verification takes place. However, it is one of the requirements of sustainability that natural resources are not forced to a great extent in the face of the increasing use of Blockchain technology and the continuation of the ecological balance. It is also claimed that increased carbon emissions and thus environmental problems arise with the use of Blockchain technology. In this study, the environmental impacts of this technology, how it can be changed to benefit the environment and sustainable development and how to use Blockchain technology with additional measures for this purpose are discussed.

**Keywords:** Blockchain, Environmental Impacts, Sustainability.

**BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Koç Fatih**, Öğretim Görevlisi Çağ Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Mersin, Türkiye  
<fatihkoc@cag.edu.tr> ORCID: 0000-0002-0333-7456

**Özet**

Blockchain teknolojisi, dağıtılmış bir ağda dijital kayıtların oluşturulmasını veya aktarılmasını doğrulamak için kriptografik algoritmalar kullanan dağıtılmış bir dijital defter üzerine uygulanan bir teknolojidir. Teknolojinin kullanımı, 2018'den itibaren muazzam bir ivme kazanmıştır. Kendi başına bir değeri olan bir varlık olarak alım satımı yapılabildiği gibi bir ödeme aracı olarak kullanılması veya doğrulamanın yer aldığı her süreçte kullanılabilirliği açısından geleceğin etkin teknolojisi olarak görünmektedir. Bununla birlikte artan Blockchain teknolojisi kullanımı karşısında doğal kaynakların büyük ölçülerde zorlanmaması ve ekolojik dengenin devamı da sürdürülebilirliğin gereksinimlerinden biridir. Blockchain teknolojisi kullanımı ile artan karbon salınımı ve dolayısıyla çevre sorunlarının ortaya çıktığı da öne sürülmektedir. Bu çalışmada, bu teknolojinin çevresel etkileri ele alınmış olup, çevreye ve sürdürülebilir kalkınmaya yararlı olacak şekilde nasıl değiştirilebileceği ve bu amaçla ek önlemlerle Blockchain teknolojisinin nasıl kullanılacağı yönünde saptamalar yapılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Blockchain, Çevresel Etkiler, Sürdürülebilirlik.

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Коч Фатих**, преподаватель Чагского университета, профессиональная школа,  
г. Мерсин, Турция <fatihkoc@cag.edu.tr> ORCID: 0000-0002-0333-7456

**Аннотация**

Технология блокчейн – это технология, применяемая в распределенном цифровом реестре, которая использует криптографические алгоритмы для проверки создания или передачи цифровых записей в распределенной сети. С 2018 г. использование технологий набирает обороты. Возможно, это эффективная технология будущего с точки зрения использования в качестве платежного инструмента или удобства использования в каждом процессе проверки, а также для торговли как актива, имеющего отдельную ценность. Кроме того, одним из требований устойчивости является то, чтобы природные ресурсы не подвергались серьезной угрозе перед лицом все более широкого использования технологии блокчейн и сохранения экологического баланса. Также утверждается, что при использовании технологии блокчейн возникают увеличивающиеся выбросы углерода и, следовательно, экологические проблемы. В этом исследовании обсуждается воздействие этой технологии на окружающую среду и делаются выводы о том, как ее можно изменить, чтобы она приносила пользу окружающей среде и устойчивому развитию, и как использовать технологию блокчейн с дополнительными мерами для этой цели.

**Ключевые слова:** блокчейн, воздействие на окружающую среду, устойчивость.

## Giriş

Temelde, Blockchain (blok zinciri), dağıtılmış bir ağda dijital kayıtların oluşturulmasını veya aktarılmasını doğrulamak için kriptografik algoritmalar kullanan dağıtılmış bir dijital defterdir. [1] Bu tanımıyla bakıldığında ileri seviye bir muhasebe defteri olduğu da söylenebilir. Ayrıca Blockchain, geri döndürülemez ve bozulmaz bir bilgi deposu işlevi gören “dağıtılmış, paylaşılan, şifrelenmiş bir veri tabanı olarak da tanımlanmaktadır. [2] Blockchain’in malların ve ödemelerin hareketini izlemek için çok uygun mekanizmalar olduğu da yadsınamaz bir gerçektir. Özellikle finans alanında havale transferlerinin hızlı ve ucuza yapılmasına izin veren bir mekanizma olması tüm Blockchain kullanıcılarının hayatını kolaylaştırıcı niteliktedir. Her yeni teknolojide olduğu gibi, Blockchain teknolojisinde de birçok tartışma oluşmuştur. Bu çalışmada bahsi geçen bu tartışmalardan Blockchain’in çevresel etkileri üzerine görüşler irdelenmiştir.

## Literatür

Blockchain teknolojisi ilk olarak Bitcoin kripto para biriminin ortaya çıkmasını sağlayan teknoloji olarak ortaya çıkmıştır, ancak o zamandan beri dünya çapındaki geliştiriciler geniş bir uygulama yelpazesi oluşturmak için güvenilir bir araç ararken bağımsız bir önem kazanmıştır. [3] "Yeni İnternet" veya "Değerin İnterneti" olarak da adlandırılan Blockchain teknolojisi, yenilikçi çözümleri iş ve yaşamın birçok alanında benchmark sağlayan bir çapalama vazifesi görevi sürdürmeyi de vaat etmektedir. [4] Bu teknoloji uzun dönemli etkileri göz önüne alındığında gelişiminin çok erken aşamalarında olduğu söylenebilir ve mevcut Blockchain projelerinin ve start-up'ların birçoğunun sonunda başarısız olma ihtimallerinin de kuvvetle muhtemel olduğu, her yeni teknolojideki gibi mevcuttur. Bununla birlikte teknolojinin uzun soluklu olacağına inanan bir çok kesim de bulunmaktadır.

Temelde, bir blok zinciri, dağıtılmış bir ağda dijital kayıtların oluşturulmasını veya aktarılmasını doğrulamak için kriptografik algoritmalar kullanan dağıtılmış bir dijital defterdir. Aynı zamanda "dağıtılmış, paylaşılan, şifrelenmiş" bir veri tabanı da olarak tanımlanmıştır. Bu açıdan bakıldığında muhasebe ve veri tabanı yönetimi anlamında bir birleşim olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Blockchain, kriptografik teknikleri kullanarak verileri "blok zincirleri" olarak depolar, paylaşır ve senkronize eder. Bloklar kaydedilen işlemleri temsil eder ve her yeni işlem bloğu öncekilere bağlanır, böylece sürekli büyüyen bir zincir oluşturur. [5] Ayrıca herkesin okuyabileceği, kullanabileceği veya değiştirebileceği açık kaynaklı bir yazılım üzerinde ise Açık Blok zincir, kısıtlamalı ve kontrollü erişimi var ise Özel Blok zincir denir. [6]

Blok zincirlerinin dayanmış olduğu belirli başlı kriterler vardır. Bir özelliği dağılımlı, tek bir merkezde olmaması, kayıtlarının dağıtılabılır halde yapılması aynı şekilde depolanma ve güncellenme verilerinin de tek bir merkezde yapılmaması şeklinde ifade edilebilir. Ayrıca şeffaflık kriteri nedeniyle doğrulanma fonksiyonu geçmişe yönelik yapılabilir. Bu açıdan güvenilirliği oldukça gelmiş bir sistemdir. Merkeziyetçi bir yapıya dayanmaması, aynı anlamda bağımsızlığını da beraberinde getirmektedir. Bir muhasebe defterine ve hatta muhasebe ilkesine uygun şekilde değiştirilemez olması, eski verilen güncellenemez olması ve kayıtlardan çıkarılamaz olması güveni artıran en önemli unsurlardan biridir. Ayrıca kişisel hakların garanti olması, kimliğin gizliliği prensibi ile de sağlanmaktadır. Blok zincirleri, gayrimenkul, sağlık, devlet kurumları, pırlanta, dijital içerik ve telifler ile elektronik siyasi seçimlerde kullanılabilir. [7]

Blockchain ifadesinde geçen zincir tanımlaması ise bir sürü işlemlerden meydana gelen blokların bir zincir hale getirilmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu blok zincirinin oluşturulması, söz konusu blok zincirine bağlı olarak farklılaşan konsensüs algoritmaları aracılığıyla gerçekleşir. Defterin bütünlüğü, katılımcılar tarafından ulaşılan bu "konsensüs" ile korunur. Blockchain teknolojisinin özü bir çok konsept ve karmaşık sistemlerin birleşimine dayanmaktadır. Bunlar, ağlar, kriptografi, oyun teorisi ve kriptoekonomiden müteşekkildir.

Arada kavram kullanıcılarının Blockchain ifadesiyle karıştırdığı bir kavram daha bulunmaktadır. Sıklıkla karıştırılan kripto para (cryptocurrency) kavramı aslında bu teknoloji ile yakın olmakla

birlikte başka bir konsepti tanımlamaktadır. Blok zinciri ilk olarak eşler arası dijital nakit Bitcoin'i etkinleştiren teknoloji olarak ortaya çıkmıştır bu yüzden Blockchain ve kripto para birbirine yerine kullanılan birer kavram olduğu sanılmaktadır. Blockchain, Bitcoin'i hayata geçirmede aracılık etmiş olsa da, o zamandan beri bir çok sayıda diğer uygulamaları da etkinleştirmede bir aracı görevi görmüştür. Bu uygulamalar, "dağıtılmış ancak kanıtlanabilir şekilde doğru bir kayıt" sağlama kapasitesi olan blok zinciri teknolojisinin temel özelliğine dayanır. [8] Veri yönetimi açısından bakıldığında blok zincirleri veri depolama fonksiyonunu merkezi bir yerde toplamaktan ziyade lokal olarak dağıtmaktadır. Blockchain teknolojisinin bu anlamda devrimci niteliği, kripto para birimleri de dahil olmak üzere değerler iki taraf arasında başka herhangi bir tarafın katılımı veya onayı olmadan alınıp satılmasına izin vermesiyle de görülebilir. Bir blok zincirinde depolanan bilgilerin ve varlıkların, paylaşılan defterle kimin ne yapabileceğini belirleyen anahtarlar ve imzalar aracılığıyla kriptografik olarak güvenli bir şekilde korunabilmesi de bu teknolojinin katma değerli taraflarından biridir.

Blok zincirleri ayrıca kripto-varlıkları da desteklemektedir. Bitcoin ilk dijital para olarak ortaya çıkmıştır fakat zaman içinde diğer dijital para birimlerinin oluşumu da zaman içinde gözlemlenmiştir. Stanford ekonomisti Athey (2015)'e göre, dijital para birimleri, potansiyel olarak uluslararası ticareti genişletebilecek, finansal katılımı destekleyebilecek, alışveriş yapma, tasarruf etme ve iş yapma şeklimizi muhtemelen henüz tam olarak anlayamadığımız şekillerde dönüştürebilecektir.

Blok zincirleri, malların ve ödemelerin hareketini izlemek için çok uygun mekanizmalardır. Örneğin, Afrika'da, blok zinciri, bankacılık hizmetlerini, en ünlüsü blok zinciri tabanlı mobil bankacılık sağlayan BitPesa aracılığıyla, bankacılık hizmetlerinin yeterli olmadığı bir ortama adeta kurtarıcı olarak getirmiştir. [9] Ayrıca tedarik zinciri üzerindeki etkileri de yadsınmazdır. Blok zincir teknolojisi, tedarik zincirinin performansını artırmak adına, tedarik zinciri yönetimi konusunda çok etkin çözümler sunabilen ve inovatif özelliklere sahip bir teknolojidir. [10]

Türkiye'de blok zinciri teknolojisine ilişkin olarak Tübitak nezdinde Bilgem çatısı altında çalışmalar yapılmaktadır. Bu doğrultuda Finansal hareketler, tedarik zincirleri, nesnelerin internet (IOT), risk yönetimi ve sağlık hizmetlerine kadar her türlü elektronik işlemi basitleştirmek ve güvence altına almak için ağlar kurulmasına çalışılmakta ve işletmelerde blok zinciri teknolojisinin kurulması, yaygınlaşması ve anlaşılmasına yönelik bir anlayış yerleştirme vizyonu söz konusudur. [6]

Blok zincirlerinin, uzun dönemde demokratik süreçleri kesintiye uğratacağına dair de bir görüş söz konusudur. Hatta Mulligan'a (2018) göre, blok zincirlerinin İngiliz toplumu üzerindeki nihai etkisi, Magna Carta'nın yaratılması gibi temel olaylar kadar önemli olabilecektir. [11]

### **Blockchain'in Sürdürülebilirlik Üzerindeki Olumsuz ve Olumlu Etkileri Üzerine Görüşler**

Çevre, insanların diğer organizmalarla ilişkilerini sürdürdüğü ve yaşamları boyunca etkileşime girdiği fiziksel, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır. 21. asrın sonlarında dünya nüfusunun ikiye katlanacağı ve ekonomik kalkınmanın bundan talep yönlü etkileneceği, öngörülerden biridir. 21. Yüzyıl ikinci yarısı başladığında, enerji hizmetlerine yönelik küresel talebin de aynı şekilde büyük ölçüde artacağı tahmin edilmektedir. Eşzamanlı olarak asit yağmurları, ozon tabakasının incelmeye ve sera gazı dolayısıyla küresel ısınma gibi çevresel sorunların bu ölçekte harekete geçeceği de başka bir tahmindir.

Günümüzde enerji kullanımı, türü ve verimliliği çevre sorunlarını etkileyen ana faktörler haline gelmiştir. Diğer etkenler; endüstriyel üretim için kullanılan hammadde türü, nüfus artışı, kentleşme ve aşırı tüketim dinamikleridir. Yetersiz atık geri dönüşümü, ormansızlaşma, hava, su ve toprak kirliliği, doğal pestisit kullanımı, çevre anlamında negatif değişimlere (kuraklık, sel, yangın, volkanik patlama, deprem, hortum, hastalık vb.) yol açmaktadır. Bununla birlikte gözlemlenen kademeli değişim sonucunda da daha dramatik etkileriyle iklim değişikliği, ozon tabakasının incelmeye, asit yağmurları, su kaynaklarının kirlenmesi ve sonucunda insanoğlunun göçebileceği yeni yerler arama problemi bunun sonucunda ortaya çıkacak savaşlar ve nükleer facialar kendini yavaş yavaş hissettirmektedir.

Tüm bunlar bilimsel çalışma anlamında sürdürülebilirlik çalışmalarını beraberinde getirmiştir. McGill Üniversitesi'nin hazırlamış olduğu sürdürülebilirlik strateji çalışmasına göre, sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden kendi ihtiyaçlarımızı karşılamak anlamına gelmektedir. Doğal kaynakların yanı sıra sosyal ve ekonomik kaynaklara da insan ırkının ihtiyacı olduğu gerçeğinden hareketle, sürdürülebilirlik sadece çevrecilik değildir. Sürdürülebilirliğin çoğu tanımına gömülü olarak, sosyal eşitlik ve ekonomik kalkınma için de endişeleri içeren bir konsepttir. [12]

Sürdürülebilirlik kavramı nispeten yeni bir fikir olsa da, hareketin bir bütün olarak sosyal adalet, korumacılık, enternasyonalizm ve zengin geçmişe sahip diğer geçmiş hareketlerde kökleri vardır. 1983 yılında Birleşmiş Milletler, yeni Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nu yönetmesi için eski Norveç başbakanı Gro Harlem Brundtland'a başvurmuştur. Sanayileşme yoluyla yaşam standartlarını yükseltmeye yönelik onlarca yıllık çabanın ardından, birçok ülke hala aşırı yoksullukla mücadele etmekteydi. Ekolojik sağlık ve sosyal adalet pahasına ekonomik kalkınma uzun süreli refaha yol açmamıştı. Dünyanın ekolojiyle refahı uyumlu bir paralellikte çalışıyor hale getirmesinin bir yolunu bulması gerektiği açıktı. Dört yıl sonra, Brundtland Komisyonu, "Ortak Geleceğimiz (Our Common Future) adlı nihai raporunu yayınladı. Bu rapora göre, Sürdürülebilir Kalkınma, gelecek nesillerin kalkınmayı karşılama yeteneğinden ödün vermeden günümüzün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma olarak tanımlanmıştır. [13]

Sürdürülebilirliğin 3 bacağı vardır. Bunlar, çevreci, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliktir. Çevreci sürdürülebilirlikte, ekolojik bütünlük korunur, dünyanın tüm çevresel sistemleri dengede tutulurken, içlerindeki doğal kaynaklar insanlar tarafından kendilerini yenileyebilecekleri oranda tüketilir. Ekonomik sürdürülebilirlikte, dünyanın dört bir yanındaki insan toplulukları, bağımsızlıklarını koruyabilir ve ihtiyaçlarını karşılamak için ihtiyaç duydukları finansal ve diğer kaynaklara erişebilirler. Ekonomik sistemler sağlamdır ve faaliyetler, herkes tarafından kullanılabilir. Sosyal sürdürülebilirlikte ise evrensel insan hakları ve temel ihtiyaçlar, ailelerini ve toplumlarını sağlıklı ve güvende tutmak için yeterli kaynağa erişimi olan herkes tarafından ulaşılabilir. Sağlıklı toplulukların, kişisel, çalışma ve kültürel haklara saygı duyulmasını ve tüm insanların ayrımcılığa karşı korunmasını sağlayan liderleri vardır. [14]

Sürdürülebilirlik ve çevre odaklılığı yaklaşımı konusunda klasik zararlı enerjinin çevresel zararları üzerine olan tartışmalar gelişen teknoloji sonucunda ortaya çıkan ve herkesin hayatında büyük bir değişime neden olma potansiyeli taşıyan Blockchain'in etkileri üzerine de evirilen bir tartışma türü de oluşturmaktadır. Bu teknolojinin bir kısım görüşe göre çevresel etkileri oldukça yüksektir ve sürdürülebilirlik çalışmalarına ciddi zararlar vermektedir. Bunun aksine başka görüşler ise, Blockchain teknolojisinin çevre açısından katma değerli çalışmasından ötürü yararlarının zararlarını fazlasıyla telafi ettiğini düşünmektedirler.

Blokchain teknolojisine dayalı olarak çalışan ve bir kripto para türü olan Bitcoin, değeri veya enerji tüketimi nedeniyle son zamanlarda gündemde ağırlıklı olarak yer almaktadır. Enerji tüketiminin yükselen seviyeleri ve bu tüketimin artmaya devam edeceği gerçeği, beraberinde bir dizi olumsuzluğu da beraberinde getirmektedir. Dünya enerji tüketiminin yaklaşık %80'inin fosil yakıtlara bağımlı olması ve bu durumun gelecekte değişme ihtimalinin düşük olması çevre için ciddi sorunları beraberinde taşımaktadır. Günümüzde Bitcoin'in enerji tüketiminin ulaşacağı muazzam seviyeler, sınırlı fosil rezervlerini ortadan kaldıracak bir katalizör olarak kabul edilmektedir. Kömür yakılarak elektriğin sağlandığı bölgelerde yaygınlaşan Bitcoin madenciliğinin, bu bölgelerdeki zaten düşük hava kalitesinin daha da kötüleşmesine neden olduğu iddia edilmektedir. [15]

Blockchain teknolojisinin çevre için en iyi bilinen anlamı, enerji tüketimi ve dolayısıyla iklim üzerindeki olası olumsuz etkisi ile ilgilidir. De Vries'e (2018) göre iş kanıtı algoritmasına dayanan mevcut standart işlem doğrulama süreci, büyük miktarda işlem gücü ve dolayısıyla elektrikle ilişkili olarak çalıştırılması gerektiğinden aşırı bir şekilde enerjiye duymaktadır. [16] Elektrik, büyük ölçüde dünya çapında fosil yakıtlardan üretildiğinden, Blockchain teknolojisinin daha geniş kullanımı, iklim değişikliğini azaltma çabalarına karşı koyabileceği gibi sürdürülebilirliğe hasar verecektir.

Bitcoin uygulaması özelinde bu özellik daha belirgindir. Alternatif ödeme yöntemleriyle karşılaştırıldığında, Bitcoin'in Visa'dan 20.000 kat daha fazla enerji yoğun olduğu iddia edilmektedir.

[17] Bununla birlikte, Bitcoin yalnızca bir kripto para birimidir ve bu, blok zincirinin yalnızca bir uygulamasıdır. Bunun yanında bir çok kripto para uygulaması olduğu düşünüldüğünde işlem doğrulaması için tüketilen enerjiyi azaltmanın bir yolunu bulmanın neden daha önemli olduğu anlaşılacaktır.

Bir başka sorun gelişmekte olan diğer bilişim ve iletişim tabanlı teknolojiler gibi, Blockchain de elektronik atık (e-atık) ile ilgili endişeleri artırmaktadır. Rakip madenciler, daha fazla ve daha verimli madencilik donanımına ihtiyaç duymaktadır ve bu da kabaca her 1,5 yılda bir hızlı bir şekilde eskimeye neden olmaktadır. [16]

Bunların aksine bazı görüşlere göre ise, enerji tüketimi ve e-atık sorunlarına rağmen, Blockchain teknolojisi çevre korumayı da destekleyebilir. Özellikle mevcut tüketim ve üretim süreçlerini daha şeffaf hale getirmek için fırsatlar sunarak sürdürülebilirliklerini artırabilir. Örneğin, gelecek vaat eden bir uygulama, ormancılık, enerji, gıda veya madencilik gibi sektörlerde tedarik zinciri yönetimi ile ilgilidir. Sürdürülebilir ve sorumlu tedarik zincirlerini sağlamak için halihazırda standartlar ve sertifika programları vardır, ancak mevcut süreçler birçok bölgede maliyetli ve güvenilir olmaya devam etmektedir.

Blockchain, teknolojisi, bir ürünün menşei, süreçleri ve ilgili işlemler ve lojistikle ilgili taraflar hakkındaki bilgileri tedarik zincirindeki herkes tarafından görünür, izlenebilir ve doğrulanabilir hale getirebilir. Bilgiler güvende ve zaman damgalı olduğundan değiştirilemez, bu da hata ve hile risklerini azaltır. Böylelikle, tedarikçilerin, satıcıların, malzemelerin ve ürünlerin seçimi için sürdürülebilirlik kriterlerinin uygulanmasının yanı sıra daha sürdürülebilir lojistik ağların ve dahili operasyonların tasarımını desteklenebilecektir.

Bu olumlu etkilerinin yanı sıra, mülteci nüfusundaki açlığı hafifletmek, tıbbi malzemeleri gerekli tesislere ulaştırmak için tedarik zincirlerini yükseltmek ve depremden kurtarmaya yardımcı olmak için de blok zincirlerinin kullanılacağı öne sürülen iddialardandır.

Olumsuz etkileri bilimsel olarak tespit edilmiş ve üzerine geniş çaplı çalışmalar yapılmış olmasına karşın olumlu etkileri için alternatif kullanım metotları şu an için sadece tahmin edilmektedir. Halihazırda görülen bilimsel yayınlara konu olmuş zararları ise çok büyüktür. Olumlu olarak ifade edilen ve “hayata geçirilirse” sürdürülebilirliğe katkıda bulunacak etkileri ise henüz bilimsel bir çalışmaya konu olmamıştır. Hayata geçirileceği iddia edilen çözümlerin ne zaman ve kim tarafından hayata geçirileceği, öncelikle kimin yararına olarak somutlaşacağı, bunun gerçekten az gelirli veya mülteci gibi zor statülerde hayatını devam ettirmekte olan nüfusların faydasına olup olmayacağı ise halen bir tartışma konusudur. Bununla birlikte pratik hayatta bir çok yararı olduğu bilinen bu teknolojinin zararlarını minimize edebilecek çözümler ise olasıdır.

### **Blockchain Teknolojisi Kullanarak Çevreye Olumlu Etki Sağlayacak Çözüm Önerileri**

Blockchain teknolojisini çevreye sağlıklı bir halde hayata geçirebilmek adına bazı olumlu yöntemler ileri sürülmektedir:

Örneğin bir yöntem, geri dönüşüm yoluyla Blockchain'i faydalı hale getirmektir. Blok zincirindeki bir geri dönüşüm programı, plastik kaplar, teneke kutular veya şişeler gibi geri dönüştürülebilir malzemeleri yatırmak karşılığında kriptografik bir jeton şeklinde finansal bir ödül vererek katılım teşvik edebilir. “RecycleToCoin”, insanların kullanılmış plastik kaplarını bir token karşılığında Avrupa'daki ve dünyadaki otomatik makineler aracılığıyla iade etmelerini sağlayacak, geliştirilmekte olan başka bir Blockchain uygulamasıdır. [18]

Eşler arası Blockchain tabanlı bir enerji sistemi, elektriği uzun mesafelerde iletme ihtiyacını azaltacak ve bu da yol boyunca kayıpları azaltacaktır. Böylelikle enerji depolama ihtiyacını azaltmaya da yardımcı olabilir, çünkü bu tür bir ticaret elektriği yerel olarak üretildiği yerden ihtiyaç duyulan yere taşıyabilecek potansiyele sahiptir. Transactive Grid, ConsenSys ve LO3 Energy arasında bu sorunu çözen bir Blockchain platformu üzerinde çalışan bir ortak girişimdir.[19] Benzer şekilde SunContract, güneş enerjisi ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları için blok zinciri tabanlı eşler arası bir enerji ticaret platformudur.[20]

Çevre anlaşmalarının gerçek etkisini izlemek zor olabilir ve bazen hükümetlerin veya şirketlerin sözlerini tutmaları için bir teşvik bulunmayabilir. Dolandırıcılık ve veri manipülasyonu da bu

alandaki sorunlardır. Blockchain, şirketleri ve hükümetleri çevresel vaatleri konusunda geri adım atmaktan veya ilerlemelerini yanlış bildirmekten caydırabilir, çünkü teknoloji önemli çevresel verileri şeffaf bir şekilde izlemeye ve taahhütlerin yerine getirilip getirilmediğini göstermeye olanak tanıyacaktır. Veriler halka açık blok zincirine girildikten sonra sonsuza kadar orada kalabilmesi bunun uygulanabilirliği bir avantajdır. .

Blockchain teknolojisi kar amacı gütmeyen organizasyonların gelişimine de katkıda bulunabilir. Örneğin, bir çevre hayır kurumuna bağış yaptığınızda, paranın nereye gittiğini veya nasıl harcadığını takip etmek zor olabilir. Bürokrasi, yolsuzluk ve verimsizlik hayır kurumlarında hâlâ yaygınlığını korumaktadır. Blockchain teknolojisi, koruma için bir ödül veya belirli bir nedenle ödeme olması amaçlanan paranın, bürokratik labirentler aracılığıyla istenmeyen ceplerde kaybolmamasını sağlayabilir. Blockchain tabanlı para, belirli çevresel hedefleri karşılamaya yanıt olarak otomatik olarak doğru taraflara gitmeyi sağlayabilir.

Mevcut sistemde, her bir ürünün çevresel etkisinin belirlenmesi zordur ve karbon ayak izi satış fiyatlarına dahil edilmemiştir. Bu, tüketicilerin düşük karbon ayak izine sahip ürünleri satın almaları ve şirketlerin bu tür ürünleri satmaları için çok az teşvik olduğu anlamına gelir. Blok zinciri kullanarak her bir ürünün karbon ayak izini izlemek, bu verilerin tahrif edilmesini önleyecektir ve satış noktasında alınacak karbon vergisi miktarını belirlemek için kullanılabilir. Büyük karbon ayak izine sahip bir ürünün satın alınması daha pahalıysa, bu, alıcıları daha çevre dostu ürünler satın almaya ve bu nedenle şirketleri, bu tür ürünlere olan talebi karşılamak için tedarik zincirlerini yeniden yapılandırmaya teşvik eder. Blok zinciri tabanlı bir itibar sistemi, her şirkete ve ürüne sattıkları ürünlerin karbon ayak izine dayalı bir puan da verebilir. Bu, üretimi daha şeffaf hale getirecek ve savurgan ve çevreye zarar vermeyen uygulamaları caydıracaktır.

Günümüzün hızlı, dinamik ve karmaşık ağlarla örülü dünyasında, bireylerin veya şirketlerin kendi eylemlerinin doğrudan etkilerini görmesi zor olabilir. Bu nedenle, çevresel açıdan sürdürülebilir bir şekilde hareket etme teşvikleri, özellikle kısa vadede her zaman net değildir. Blockchain teknolojisi, hem bireylerin hem de şirketlerin eylemlerinin gerçek etkisini görmelerine yardımcı olabilir ve onları çevreye fayda sağlayan eylemleri gerçekleştirmeye teşvik edebilir. Blok zinciri, her bir ürünün karbon ayak izi, bir fabrikanın sera gazı veya atık emisyonları veya bir şirketin çevre standartlarına genel uyum geçmişi gibi çeşitli verileri şeffaf bir şekilde izlemek için kullanılabilir. Şirketler ve bireyler, bilgilerin mevcudiyeti, belirli eylemleri gerçekleştirmek için verilen jetonlaştırılmış krediler veya blok zinciri tabanlı itibar sistemleri aracılığıyla çevresel olarak sürdürülebilir bir şekilde hareket etmeye teşvik edilebilir. Bu yeni teşvikler ekonomilerin itici güçlerini tamamen değiştirebilir ve sadece dünya üzerinde şu anda yaşayanlara değil, gezegenimizde yaşayan gelecek nesillere de fayda sağlayabilir.

## **Sonuç**

İnsanlığın evrim modeli doğrultusunda bilinen bir gerçek tekrar yüzümüze çarpmıştır: yeni teknolojilerin sürekli yaratılması kaçınılmazdır. Hızlı ve dinamik olarak gelişen bu evrim süreci, 21. Yüzyılda Blockchain teknolojisini de beraberinde getirmiştir. Her yeni teknolojiye olduğu gibi Blockchain teknolojisinde de bir takım tartışmalar ortaya çıkmıştır. Bu tartışmaların eksenini çevresel etkiler ile sürdürülebilirlik oluşturmaktadır.

Kimi görüşlere göre, Blockchain teknolojisinin çevresel maliyeti çok büyük ölçekte, kimi görüşlere göre ise bu teknolojinin zararından çok yaratmış olduğu sürdürülebilirlik katkısıyla yararları mevcuttur. Çalışmamızda tüm bu yarar ve zararlar ortak bir paydada ele alınmıştır.

Blockchain için enerji kullanımındaki her geçen gün artış, birçok ülkeden daha fazla enerji tüketmesi ve Blockchain'in geleceği için birçok tehlikeyi barındırması anlamına gelmektedir. Blockchain yapısının yüksek enerji maliyetlerinden kaçınmak için enerjinin düşük maliyetli olduğu ülkelerde bu işlemleri bireylerin ve firmaların gerçekleştirdiği bilinmektedir. Kömür ve termik santrallerden - hidrokarbonlardan - elde edilen Blockchain işlemleri ve madenciliğinin gerektirdiği enerji, karbondioksit emisyonlarının artmasına neden olur ve küresel ısınma, hava kirliliği ve hatta ölüm oranlarında artışa neden olur. Çevrenin sürdürülebilirliği dünyanın gelişmesi ve büyümesi için

önemlidir ve Paris İklim Anlaşması'nda da belirtildiği üzere küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı önlemler alınmalıdır.

Bu yüzden bu önlemler temelinde, Blockchain teknolojisinin geri dönüşüme etkisi, enerji işlevselliği, çevre anlaşmaları, kar amacı gitmeyen organizasyonlarla iş birliktelikleri, karbon salınımı vergisi ve değişen teşvik mekanizmaları önerilmiştir. Bu mekanizmaların hayata geçirilmesi ile birlikte, zararlı etkiler minimize hale gelip, yararları artan oranda katkı sağlayacak ve Blockchain'in çevresel anlamda sürdürülebilirliği olumlu etkisi yaratılabilecektir.

#### Kaynakça

1. Finck, M. Blockchains: Regulating the Unknown // German Law Journal. – 2018. – No 19(4). – P. 665-692. DOI:10.1017/S2071832200022847
2. Aaron Wright & Primavera De Filippi, Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia. – 2015. – No 1, 2 [hereafter “De Filippi & Wright, Lex Cryptographia”]
3. Blockchains: Regulating the Unknown German Law Journal , Volume 19 , Issue 4 , 01 July 2018 , pp. 665 – 692 DOI: <https://doi.org/10.1017/S2071832200022847>
4. Amy Cortese, Blockchain Technology Ushers in “The Internet of Value”, CISCO (Feb. 10, 2016), <https://newsroom.cisco.com/feature-content?articleId=1741667>
5. Nakamoto S., Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, [www.bitcoin.org/bitcoin.pdf](http://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf) Erişim Tarihi: 12.04.2021
6. <https://blokzincir.tubitak.gov.tr/> Erişim Tarihi: 12.04.2021
7. Ünal G., Uluyol Ç. Blok Zinciri Teknolojisi // Bilişim Teknolojileri Dergisi. – 2020. – Cit: 13, Sayı: 2, s.167-175. DOI: 10.17671/gazibtd.516990
8. Kevin Werbach, Trust but Verify: Why the Blockchain Needs the Law, BERKELEY TECH. L.J. 1, 4 (forthcoming 2018).
9. BITPESA, <https://www.bitpesa.co/> Erişim Tarihi: 12.04.2021
10. Tribis, Y., El Bouchti, A., Bouayad, H., ve El Ghazi, H. Supply chain management based on Blockchain: A systematic mapping study // MATEC Web of Conferences, 2018. – Vol. 200, p. 20. DOI:10.1051/mateconf/201820000020
11. Hancock & Vaizey, supra note 34, at 65.
12. McGill University, What is Sustainability? <https://www.mcgill.ca/sustainability/files/sustainability/what-is-sustainability.pdf>, Erişim Tarihi: 12.04.2021
13. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development”. <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm> Erişim Tarihi: 27 June 2013.
14. United Nations General Assembly “48. Sustainable development: managing and protecting our common environment “2005 World Summit Outcome. 24 October 2005. Erişim: 12.04.2021 [https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_RES\\_60\\_1.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_60_1.pdf) >
15. Dilek Ş, Furuncu Y. Bitcoin Mining and Its Environmental Effects // İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. – 2019. – No 33 (1), s.91-105.
16. de Vries, A., , Bitcoin’s growing energy problem // Joule. – 2018. – No 2(5), p. 801-805.
17. Brosens, T. Why bitcoin transactions are more expensive than you think, ING // Economic and Financial Analysis, Global Economics, 2017.
18. Recycle-to-coin, Erişim: 12.04.2021, <https://positiveblockchain.io/database/recycle-to-coin/>
19. Solutions & Co, Erişim: 12.04.2021, <http://www.solutionsandco.org/project/transactive-grid/>
20. Suncontract, Erişim: 12.04.2021, <https://suncontract.org/>